



LPPM
Lembaga Penelitian dan Pengabdian
Kepada Masyarakat

**Kampus
Merdeka**
INDONESIA JAYA



PROSIDING SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNOLOGI

SENASTEK XI TAHUN 2024

REKTORAT
UNIVERSITAS UDAYANA

**Peran UNUD Dalam Membangun Indonesia Emas
2045 Melalui Kreativitas Dan Inovasi Riset**

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL SAINS DAN TEKNOLOGI 2024

The Patra Bali Resort & Villas, Kuta, Bali, 29-30 Oktober 2024

Ketua Panitia

I Made Kardena

Ketua Dewan Editor

Widyadi Setiawan

Editor Pelaksana

Ni Ketut Arismayanti

Reviewer

I Putu Sudiarta	I Nyoman Satya Kumara
Ida Bagus Wayan Gunam	I Nengah Punia
Dodik Ariyanto	Ni Putu Wiwin Setyari
Agus Eka Darwinata	Ni Putu Ratna Sari
Gusti Ayu Putu Candra Dharmayanti	Made Ratna Dian Aryani
Anak Agung Diah Parami Dewi	Ima Yudha Prawira
Ni Kadek Warditiani	

Penerbit

Udayana Press

Universitas Udayana, Kampus Sudirman, Denpasar

Cetakan

Cetakan Pertama: 2024, 190 halaman, 21x29 cm

Font: 12 pt Times New Roman, ISSN: : 2964-223X

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS UDAYANA**

Kata Pengantar

Seminar Nasional Sains dan Teknologi (SENASTEK) merupakan agenda tahunan yang diselenggarakan oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Udayana (LPPM Unud). Tahun 2024 menandai pelaksanaan SENASTEK yang ke-XI, sebagai upaya untuk menyebarkan hasil-hasil penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. SENASTEK tahun ini dikemas dalam kegiatan *Simposium Nasional Riset dan Abdimas Inovatif Berkelanjutan Tahun 2024*, yang berfungsi sebagai platform komunikasi bagi para peneliti, pengabdian, serta pemangku kepentingan dari perguruan tinggi, institusi pendidikan, lembaga penelitian, dan industri. Forum ini bertujuan mempercepat pengembangan sains dan teknologi yang bermanfaat bagi masyarakat luas.

Simposium Nasional ini bertujuan untuk mendiseminasikan hasil-hasil penelitian dan pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan oleh peneliti dan pengabdian dari berbagai perguruan tinggi di Indonesia selama tahun 2024. Selain itu, kegiatan ini juga menjadi bagian dari peringatan Dies Natalis ke-62 Universitas Udayana.

Adapun tema Simposium Nasional Riset dan Abdimas Inovatif Berkelanjutan Tahun 2024 adalah **“Peran Unud Dalam Membangun Indonesia Emas 2045 Melalui Kreativitas dan Inovasi Riset”**. Simposium ini akan diselenggarakan secara *offline* di The Patra Bali Resort & Villas, Kuta, Bali, pada tanggal 29 – 30 Oktober 2024. Topik makalah yang diangkat meliputi berbagai bidang, antara lain:

1. Pariwisata, Ekonomi, dan Sosial Budaya
2. Ketahanan Pangan, Energi, dan Lingkungan
3. Kesehatan dan Obat-obatan
4. Infrastruktur, Material, dan Teknologi Informasi

Melalui kegiatan ini, diharapkan tercipta pertukaran informasi, pengetahuan, dan pengalaman dalam penerapan sains dan teknologi untuk memecahkan berbagai permasalahan di masyarakat. Selain itu, seminar ini diharapkan dapat meningkatkan publikasi hasil penelitian dan pengabdian kepada masyarakat serta memperkuat kerja sama antara peneliti, perguruan tinggi, dan lembaga penelitian di Indonesia.

Semoga kegiatan SENASTEK XI Tahun 2024 ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam mendukung pembangunan Indonesia Emas 2045 melalui kreativitas dan inovasi riset yang berkelanjutan.

Bukit Jimbaran, Desember 2024

Panitia

DAFTAR ISI

Pariwisata Arsitektur Dan Landscape Desa Bali Aga Sukawana Menggunakan Pemodelan Virtual Reality 360	1-6
Antonius Karel Muktiwibowo, Naniek Kohdrata	
Kadar C-Reactive Protein (CRP) sebagai Prediktor Terjadinya Kematian pada Pasien Kanker dengan Komplikasi Infeksi	7-13
Ngakan Ketut Wira Suastika, Ketut Suega	
Quo Vadis Haluan Negara Indonesia kedepan?	14-19
Made Subawa, Gede Yusa, Bagus Hermanto, I Putu Putra Widiarista, Anak Agung Made Ngurah Panca Septiadi	
Uji Aktivitas Antijamur Fraksinasi Ekstrak Daun Awar-Awar (Ficus septica) terhadap Jamur Sclerotium rolfsii Penyebab Penyakit Busuk Umbi Porang Secara In Vitro	20-25
Qomariyah, Ni Kadek Desy Andya Dewi	
Desain Lampu Jari dengan Teknologi LED dan Kamera untuk Meningkatkan Penerangan dan Visualisasi dalam Prosedur Kedokteran Gigi	26-31
I Gusti Ayu Fienna Novianthi Sidiartha, Putu Marianti Kaman Dewi, I Gusti Made Ngurah Desnanjaya	
Mobile Aplikasi Pengawasan dan Pengamanan Pratima Pura di Bali	32-37
Made Sudarma, Ni Wayan Sri Ariyani, I Putu Agus Eka Darma Udayana, Ida Bagus Gde Pranatayana, Lie Jasa	
Komparasi Hasil Transliterasi Huruf Latin ke Aksara Bali Menggunakan Konsep Pemadanan Kata Khusus Bahasa Bali	38-43
Made Sudarma, Ni Wayan Sri Ariyani, I Putu Agus Eka Darma Udayana, Lie Jasa	
Analisis Kepuasan Pengguna Laboratorium dengan Metode Kombinasi Servqual dan Importance Performance Analysis (IPA) Berbasis QR Code dan Optimalisasi Layanan di Laboratorium	44-48
I G. A.A. Mirah Widiastiti, Ni Wayan Intan Afsari Dewi	
Kajian Karakteristik Arsitektural Obyek Wisata Budaya Studi Kasus: Puri Peliatan, Gianyar	49-54
Nyoman Ratih Prajnyani Salain, Ni Made Mitha Mahastuti	
Konstruksi Wacana Pemberitaan di Media Sosial	55-59
I Gusti Ngurah Parthama, Ni Made Ayu Widiastuti	

Kemampuan Menulis (Writing) Esai Singkat Mahasiswa non-Bahasa Inggris di Universitas Udayana	60-64
Ni Ketut Alit Ida Setianingsih, I Gusti Ngurah Parthama	
Peningkatan Perlindungan Ekspresi Budaya Tradisional dan Pengetahuan Tradisional di Gianyar: Strategi Participatory Learning and Action	65-70
Putu Aras Samsithawrati, Ni Ketut Supasti Dharmawan, Made Aditya Pramana Putra, Dewa Ayu Dian Sawitri	
Melintasi Budaya: Proses Adaptasi Migran Flores di Bali	71-77
Fransiska Dewi Setiowati Sunaryo. Anak Agung Ayu Rai Wahyuni	
Perlakuan Serat Pandan Bali (Cordyline Australis) Sebagai Bahan Penguat Komposit Untuk Peredam Kebisingan Suara Dalam Ruang Gedung	78-84
I Ketut Suarsana, IG Antha Kasmawan	
Framework OWAS Unud Sebagai Metode Analisis Tingkat Resiko Kerja Dinamis Secara Digital	85-91
Pande Ketut Sudiarta, I Putu Gede Adiatmika, Ida Bagus Alit Swamardika	
Pengujian dan Analisis Unjuk Kerja Runner Tipe Silindris pada Sistem Turbin Air Vortex	92-98
Made Suarda, Made Sucipta, I Gusti Ayu Made Srinadi, Farrell Liam, Yossie Rico Rifki Pradana	
Rekognisi Bahasa pada Penerjemah Bahasa Inggris dan Indonesia	99-110
I Komang Sumaryana Putra, I Made Sena Darmasetiyawan	
Elemen Penyusun Keunikan Arsitektural Mari Beach Club Sebagai Daya Tarik Wisata Di Kawasan Pariwisata Pantai Batu Belig Kabupaten Badung	111-117
Widiastuti, Syamsul Alam Paturusi	
Kelainan Refraksi Anak Down Syndrome Di Poliklinik Mata RSUP Ngoerah Denpasar	118-122
Ni Made Ayu Surasmiati, Ni Made Laksmi Utari, Fransiska Lavinia Gracella	
Gambaran Status Gizi, Asupan Zat Gizi dan Kualitas Diet Siswi di Kecamatan Sidemen, Kabupaten Karangasem	123-127
NWA Utami, LS Ani	
Karakteristik Pembentukan dan Pelepasan Gelembung Hidrogen melalui Proses Elektrolisis Air	128-134
Made Sucipta, Deal Yacobson Sitepu, I Nyoman Citta Diatmika, Armeisia Daun rara, Betty Florensia Sinaga, Made Suarda, Iskandar Ali Mubarak, Rafil Arizona, Deendarlianto	

- The Correlation Between the Duration of Protease Inhibitor Therapy and Insulin Resistance and Triglyceride Levels in People with HIV/AIDS** 135-138
Anak Agung Ayu Yuli Gayatri, Gede Kambayana, I Nyoman Agus Subagiarta, Rionaldo Anthonius De Quelyoe Junior
- Perbandingan Fiksasi Metode Perendaman Dan Penyemprotan Alkohol 96% Terhadap Morfologi Sel Preparat Pap Smear Yang Diwarnai Papanicolaou** 139-145
Sang Ayu Putu Yuliantini, I Gede Wiranatha
- Pengembangan Katalis Platina didukung Vulcan XC-72 dengan Variasi Massa Pada Proton Exchange Membrane Fuel Cell** 146-150
Made Sucipta, I Made Joni, Luh Ary Putri Manik, Komang Gede Darmayasa, B. Gde Edy Triana Adi
- Kajian Numerik Penyelesaian Persamaan Van der Pol Dengan Metode Beda Hingga** 151-155
P.V. Swastika, I D.A.P.P. Tentriajaya, L.E. Theodora, L.B. Kumaro, N P.D. Agustina, H.S. Siden, M.O.G. Sibannang, P.S.A. Yanti, R.F. Rochim, I K.G. Sukarsa, K. Dharmawan
- Penggunaan Double Tube Steam Methane Reforming dalam Pengembangan Produksi Hidrogen Berbasis Biogas** 156-158
Made Sucipta, I Made Joni, Wayan Nata Septiadi, Made Suarda, I Nyoman Mahatma Yogeshvara,
I Gede Febri Bala Antara, Komang Wahyu Tri Prasetya
- Profil Karakteristik Klinis Sindrom Nyeri Miofasial Pada Pasien Dengan Nyeri Kronis: Single Center Observational Study** 159-165
Ida Ayu Sri Wijayanti, I Putu Eka Widyadharna, Daniel Mahendrakrisna, Putu Yogi Pramana
- KADAR TNF ALPHA VITREUS YANG TINGGI MENINGKATKAN RISIKO PDR PADA PASIEN DM TIPE 2** 166-178
Ni Made Ari Suryathi, Putu Dian Megasafitri, Anak Agung Mas Putrawati Triningrat, Ni Made Ayu Surasmiati, Ari Andayani
- Deteksi Penonaktifan Perangkat Automatic Identification System Memakai Neural Network** 179-184
Widyadi Setiawan, Rukmi Sari Hartati, Sri Andirati Asri



PARIWISATA ARSITEKTUR DAN LANDSCAPE DESA BALI AGA SUKAWANA MENGUNAKAN PEMODELAN VIRTUAL REALITY 360

¹Antonius Karel Muktiwibowo, ST.,MT.,Ph.D

²Program Studi Arsitektur, Fakultas, Teknik Universitas Udayana
Bali, Indonesia
Antonius@unud.ac.id

²Dr. Naniek Kohdrata, S.P., MLA.

²Program Studi Arsitektur Landscape, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana
Bali, Indonesia

Abstract— Warisan arsitektur Desa Bali Aga Sukawana dan keindahan alamnya harus dilestarikan sebagai sumber pendidikan dan pariwisata sejarah bagi masyarakat lokal, nasional, dan internasional. Penelitian ini akan melihat model aplikasi VR 360 sebagai upaya untuk mempromosikan pariwisata secara digital, khususnya pariwisata arsitektur Bali. Kemajuan teknologi sekarang memungkinkan untuk melihat desa Bali Aga dan arsitekturnya secara tidak langsung. Dengan menggunakan VR, orang dapat melihat desa secara virtual tanpa harus pergi ke sana. Dimulai dengan memuat model VR 360 dengan objek Arsitektur Bali Aga Sukawana untuk menampilkan pemandangan landscape, arsitektur, dan pemandangan wisata, kemudian mengunggahnya ke server yang dapat diakses secara global, dan terakhir mengevaluasi persepsi pengguna akhir untuk memastikan bahwa model VR terbaik untuk pariwisata dan pendidikan digital. Untuk meningkatkan minat wisata arsitektur domestik dan internasional di Bali Aga Sukawana, pemodelan VR yang sudah selesai kemudian diberikan kepada calon pengguna untuk melakukan evaluasi dan analisis konten.

Kata Kunci— Virtual Reality, pariwisata digital, Bali Aga.

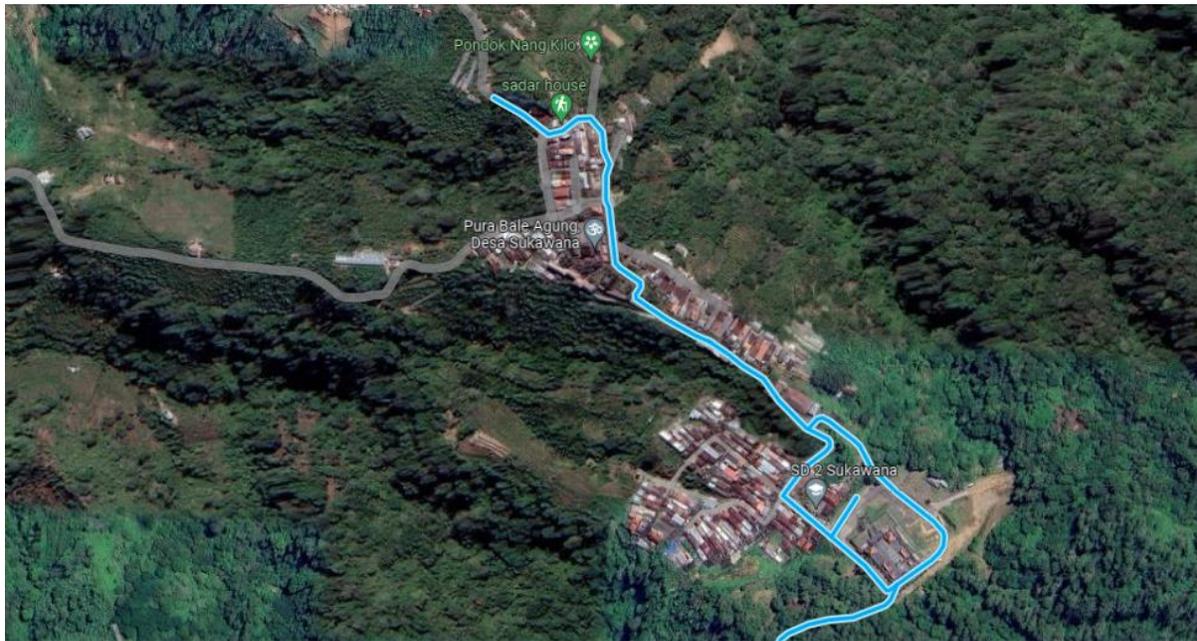
I. PENDAHULUAN

Arsitektur Bali merupakan salah satu warisan budaya yang perlu dilestarikan. Tentunya sebagai salah satu upaya konservasi dapat melalui beberapa tahapan mulai dari pendataan, penandaan, pengelolaan, konservasi dan restorasi. Di antara tahapan konservasi yang berbeda, tentunya dari tahap pengetahuan atau keberadaan data, suatu struktur atau struktur tertentu memiliki nilai sejarah, sehingga harus dilestarikan[1]. Jika langkah-langkah menyadari pentingnya sejarah diabaikan, maka upaya pelestarian sejarah akan menghadapi banyak kendala, terutama dalam menghadapi tantangan informasi dan teknologi baru yang menggantikan prioritas pelestarian sejarah[2], pelestarian sejarah dan budaya.

Bangunan dan arsitektur Bali Aga Sukawana adalah karya dan warisan budaya Bali yang menghadirkan banyak masalah untuk diselamatkan, baik dari segi objek, pengetahuan, maupun nilai. Dari segi fisik, sebagian besar bangunan arsitektur Bali Aga berada di daerah terpencil di desa adat yang memiliki kemampuan ekonomi yang terbatas untuk memelihara bangunan bersejarah tersebut. Selain itu, masyarakat umum menghadapi kesulitan untuk mendapatkan akses ke bangunan bersejarah tersebut, yang membuat bangunan Bali Aga sangat rentan. Ketika data sejarah dalam bentuk lontar mulai hancur, pengetahuan sejarah dan nilainya mulai memudar. Generasi yang dapat membaca

dokumen-dokumen tersebut juga sangat langka. Karena kurangnya upaya melestarikan, bangunan bersejarah dan datanya akan hilang seiring waktu jika ini dibiarkan.

Seperti yang ditunjukkan pada gambar 1, salah satu cara untuk mengetahui bahwa suatu tempat atau lokasi sudah memiliki akses digital sederhana adalah dengan mengakses Google Street View saat melakukan pencarian di Google Map. Desa Adat Sukawana hanya memiliki tiga penggal jalan aspal yang dapat dilalui oleh Google Streetview, yang membutuhkan jalan umum beraspal dengan lebar minimal 4 meter agar mobil dapat melewatinya. Dari pemeriksaan awal, yang merupakan awal masalah penelitian, ditemukan bahwa ada 32 penggal jalan yang sama sekali tidak memiliki akses digital ke streetview dan tidak akan pernah berkembang lagi karena akses jalan yang sempit.



GAMBAR 1. KETERBATASAN AKSES STREET VIEW PADA DESA ADAT SUKAWANA

Data arsitektur Bali Aga yang sudah tersimpan di museum-museum, perpustakaan dan buku-buku referensi, kebanyakan berupa teks dan bentuk dua dimensi, sebenarnya ini merupakan upaya yang cukup baik namun kurang baik bagi perkembangan si bungsu. , khususnya generasi muda yang mengutamakan data berupa video , animasi dan realitas maya. Apalagi di tengah pandemi COVID-19, di mana pergerakan manusia terbatas dan munculnya Internet sebagai sarana komunikasi dan produksi utama, proses penyimpanan sejarah tidak terbatas pada hard copy buku atau dokumen berdebu. disimpan di perpustakaan. . Sejarah dan budaya seharusnya tidak hanya dicatat dan diarsipkan, tetapi diperkenalkan dan dipraktikkan. Dengan fenomena tersebut maka lahirlah ide penelitian yaitu mencoba membuat model virtual yang menarik minat generasi muda dengan menggunakan teknologi virtual reality 360. Dengan teknologi ini, pengguna tidak hanya dapat melihat tetapi juga merasakan langsung secara digital di tempat dan berinteraksi selama menikmati media digital virtual reality 360.

II. METODE DAN PROSEDUR

Ini adalah penelitian kualitatif yang bermula dari masalah dan kesulitan yang timbul dari keterbatasan data digital dan penggunaan VR 360 sebagai alat untuk mengembangkan pariwisata digital arsitektur Bali Aga. Tujuan dari studi kasus ini adalah untuk mendokumentasikan dan menganalisis perilaku manusia dengan lingkungannya[3] dengan memanfaatkan teknologi VR360. Pendokumentasian kegiatan yang berkaitan dengan arsitektur, komunitas, dan kegiatan di lokasi wisata berkonsentrasi pada kegiatan yang terjadi di ruang arsitektural serta beberapa elemen atau elemen arsitektural lainnya yang dapat digunakan untuk menarik perhatian wisatawan[2].

Hasil dari model dan pengembangan Virtual Reality 360 diupload dan dijalankan secara digital melalui platform website. Tujuannya adalah untuk menampilkan potensi wisata arsitektur dan desa wisata Aga Sukawana di dalam video dengan cara yang menarik, sekaligus berfungsi sebagai media dokumentasi dan museum virtual reality arsitektur Bali. Penelitian awal dimulai dengan melihat tiga desa Bali Aga. Dokumentasi yang dibuat terdiri dari video dua

dimensi, video tiga dimensi, dan video virtual tour 360, yang merupakan target utama penelitian ini. Selain itu, dokumen dan data digital lainnya yang terkait dengan desa Bali Aga dikumpulkan dan dikategorikan berdasarkan konteks dan topik.

Wawancara merupakan kegiatan tanya jawab antara peneliti dengan responden penelitian[4]. proses tanya jawab dapat dilakukan secara formal maupun informal yang intinya peneliti dapat mendapat jawaban atas beberapa fenomena yang terjadi di lapangan dengan menanyakan secara langsung kepada subjek penelitian . Proses tanya jawab merupakan bagian dari komunikasi [5], peneliti dengan subjek penelitian yang akan mendapatkan data Primer penelitian kualitatif. Wawancara dalam penelitian kualitatif terdiri dari dua jenis yaitu Wawancara terstruktur dan wawancara tidak terstruktur pada Wawancara terstruktur pertanyaan kepada subjek atau responden penelitian dilakukan dengan berbasis daftar pertanyaan yang dimiliki oleh peneliti, daftar pertanyaan penelitian pada umumnya bersumber pada panduan teori yang digunakan sebagai dasar penelitian serta beberapa pertanyaan-pertanyaan dasar atas fenomena yang terjadi pada objek penelitian. Wawancara terstruktur memiliki beberapa kendala yaitu proses tanya jawab yang terlalu kaku karena proses komunikasi dilakukan secara satu arah sehingga secara alami proses komunikasi dan penggalian data verbal kurang mendapatkan keaslian atau orisinalitas data dari subjek primer penelitian. Oleh karena itu penelitian kualitatif akan sangat lengkap apabila dilakukan juga menggunakan wawancara yang bersifat tidak terstruktur dimana pertanyaan dan jawaban diawali dan dikembangkan dari pendapat subjek atau responden penelitian itu sendiri. Dengan wawancara tidak terstruktur maka cerita atau pendapat yang di sampaikan oleh responden penelitian dapat di uraikan dengan bahasa serta alur cerita dari narasumber sendiri dengan demikian maka gaya alur cerita serta data-data verbal berikut juga dengan emosi atau data psikologis berdasarkan fenomena yang diuraikan dapat didapatkan secara simultan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi ini memilih Desa Sukawana sebagai subjek untuk mengumpulkan data dan mempromosikan pariwisata. Ini dilakukan untuk memaksimalkan manfaat dan pengembangan teknologi realitas virtual dalam bidang pendidikan dan pariwisata. Penelitian tentang Desa Sukawana dipilih karena keterbatasan data visual, terutama data 360, dan teknologi realitas virtual lainnya. Ini ditunjukkan oleh fakta bahwa Google Earth tidak dapat digunakan di Desa Sukawana. Kegagalan ini disebabkan oleh beberapa hambatan utama untuk akses, termasuk kurangnya jalan yang dapat diakses ke lokasi dan batasan adat istiadat untuk mencatat pemukiman di sana. Oleh karena itu, penelitian ini sangat penting karena data 360 dan teknologi realitas virtual hanya dapat diperoleh melalui metode penelitian yang memadai dan kolaborasi yang komprehensif..

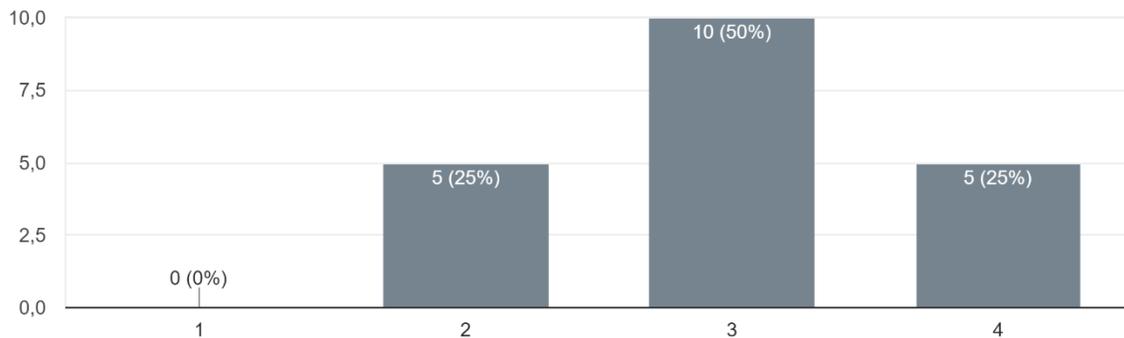


GAMBAR 2. PROSES PENGOLAHAN DATA VR 360

Mengumpulkan berbagai jenis data realitas virtual adalah langkah pertama dalam proses pengujian. Pengalaman realitas virtual statis ini dibuat dengan menggunakan hotspot statis. Ini termasuk video realitas virtual statis, foto panorama 360°, dan video realitas virtual dengan suara dan narasi. Hotspot ini dapat terhubung ke berbagai jenis data digital, seperti gambar, video, diagram, tautan URL, dan jenis data digital lainnya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Sebaliknya, video realitas virtual yang menggunakan rekaman berjalan, juga disebut sebagai rekaman jalan, mensimulasikan perjalanan atau survei virtual melalui proses perekaman data digital dengan berjalan kaki. Kondisi lingkungan termasuk data audio dan grafis yang direkam selama proses ini.

Setelah mengumpulkan data realitas virtual, yang mencakup gambar dengan hotspot 360 derajat dan video dengan audio, sebuah studi persepsi melibatkan 20 peserta untuk menilai kualitas dan kemungkinan penggunaan teknologi 360 derajat dalam bidang pendidikan dan pariwisata. Di awal penelitian, responden diberi kesempatan untuk menggunakan perangkat penampil realitas virtual 360°, atau VR box, melalui layar perangkat seluler mereka. Namun, jika responden tidak memiliki perangkat seluler yang mendukung VR box, maka penelitian memberikan perangkat khusus yang dapat digunakan sebagai alternatif.

Gambar.3 menunjukkan bagaimana teknologi realitas virtual dapat digunakan sebagai pengganti video promosi atau sebagai pengganti pengalaman wisata alam bagi wisatawan setelah data dan materi VR 360 dibuat dan diuji coba oleh responden



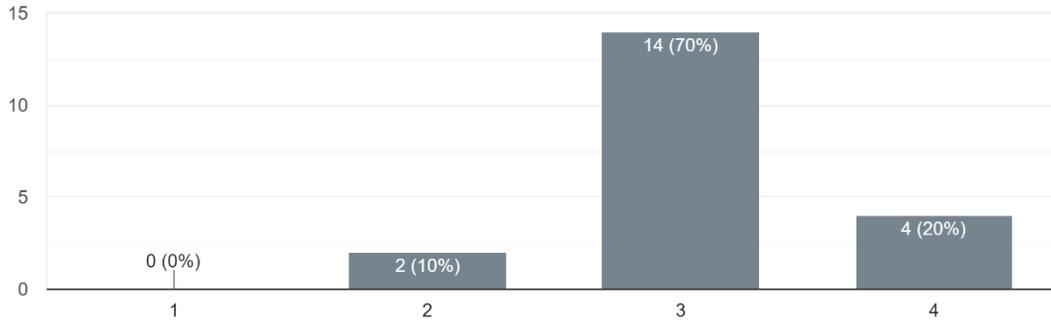
GAMBAR 3. PENGGUNAAN VR SEBAGAI PENGGANTI SURVEY VIRTUAL

Hasilnya menunjukkan bahwa sebanyak 75% dari orang yang menjawab dapat digunakan sebagai pengganti pemandangan alam atau sebagai pengganti video promosi. Sebanyak 25% dari orang yang menjawab sangat mengapresiasi penggunaan VR, terutama karena kualitas visualnya yang hampir sama dengan keadaan nyata dan didukung oleh suara yang cukup untuk membuat pengalaman lebih mendalam. Namun, sebanyak 50% dari orang yang menjawab mengatakan bahwa VR dapat digunakan sebagai pengganti pemandangan alam. Mereka merasa pengalaman virtual mereka terganggu oleh masalah lag atau berhenti sejenak dalam gambar, serta resolusi yang seringkali tidak memadai. Penggunaan perangkat dan perangkat seluler yang lebih canggih selama penelitian mungkin diperlukan untuk mengatasi masalah ini..

Seperempat responden menyatakan ketidakpuasan mereka terhadap penggunaan VR sebagai pengganti video promosi atau pengamatan dalam bidang pendidikan dan pariwisata. Ini disebabkan oleh kendala yang terkait dengan perangkat dan media yang digunakan, terutama karena responden yang lebih tua atau kurang berpengalaman dalam menggunakan VR atau pengguna yang tidak familiar dengan kompleksitas tampilan tiga dimensi (3D) [3]. Di sisi lain, beberapa responden menganggap VR memiliki peluang yang sangat baik untuk digunakan dalam pendidikan dan pariwisata, asalkan ada beberapa kendala, terutama terkait dengan distorsi dan sudut pandang [3].

Sangat banyak variasi dalam tanggapan pengguna terhadap penggunaan realitas virtual dalam promosi wisata. Seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 2, 70% dari peserta setuju dan tertarik dengan potensi besar penggunaan realitas

virtual untuk mempromosikan desa wisata. Bahkan 20% dari peserta menyatakan bahwa potensi ini sangat besar, dan mereka melihat realitas virtual sebagai metode yang ideal untuk mengajar arsitektur. Survei yang dilakukan secara manual ke objek arsitektur yang diamati menunjukkan bahwa realitas virtual mampu memberikan efisiensi dan efektivitas yang tinggi [1] dalam hal visual, waktu, dan biaya. Responden juga menganggap realitas virtual memiliki keunggulan utama dalam hal waktu dan biaya dibandingkan dengan pengamatan langsung atau promosi video. Mereka menekankan bahwa survei manual biasanya membutuhkan banyak waktu dan biaya, termasuk biaya perjalanan dan konsumsi, sementara survei realitas virtual hampir tidak membutuhkan biaya apa pun selain biaya akses internet.



GAMBAR 4. PERSEPSI VR DALAM PROMOSI DESA WISATA

Sebaliknya, dua puluh persen responden menyatakan tidak tertarik dengan penggunaan realitas virtual untuk mempromosikan desa wisata. Mereka percaya bahwa penting untuk melihat dan mengukur objek arsitektur secara langsung agar dapat memahami suasana dan tekstur yang sesungguhnya. Karena keterbatasan perangkat lunak dan perangkat yang digunakan, mereka juga mengakui bahwa kurangnya interaktivitas adalah masalah utama dalam penggunaan sampel realitas virtual[3]. Namun, mereka percaya bahwa masalah ini dapat diperbaiki dalam realitas virtual yang lebih canggih.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengguna VR sangat menyukai pengalaman arsitektur Bali: 85% dari responden menyatakan setuju dan 15% sangat setuju. Hal ini disebabkan oleh realitas virtual membuat proses observasi dan akses data digital tentang arsitektur sangat mudah dan memberi pengguna kontrol penuh. Dengan menggunakan realitas virtual, pengguna dapat langsung memilih sudut pandang dan detail arsitektur yang mereka inginkan[3]. Mereka dapat melakukan ini dengan menggerakkan kepala mereka untuk mengubah sudut pandang, atau mereka dapat melakukan zoom dan memeriksa objek dengan mouse nirkabel.

IV. KESIMPULAN

Penggunaan realitas virtual (VR) dalam industri pariwisata sangat menguntungkan dalam proses pemasaran calon pelanggan [3]. Sebagaimana disebutkan sebelumnya, realitas virtual memiliki kemampuan yang luar biasa untuk menyampaikan data secara menyeluruh. Keunggulan utama dari realitas virtual adalah kemampuan pengguna untuk menjelajahi dunia virtual tanpa batasan visual, terutama dengan media 360°, yang memberi pengguna sensasi informasi visual seolah-olah mereka berada di dunia nyata[4] tanpa batasan kanvas atau layar monitor. Karena fleksibilitas visualnya, realitas virtual dapat menyajikan jumlah data yang jauh lebih besar daripada media cetak atau digital biasa yang tetap dua dimensi.

Selain itu, realitas virtual memiliki kemampuan untuk membuat "wisata virtual", yang memungkinkan penggunanya untuk mencapai tingkat kesadaran situasional yang tinggi [3]. Dalam hal ini, kesadaran situasional berarti bahwa pengguna VR dapat diangkut ke dunia maya dan mengunjungi objek pariwisata dari kenyamanan rumah mereka sendiri. Mereka memiliki kemampuan untuk mengalami tempat wisata dengan cara yang sangat realistis, yang mencakup visual yang nyata, lingkungan virtual yang mirip dengan tempat wisata yang sebenarnya, dan suasana yang dapat diakses melalui headset yang terhubung ke perangkat realitas virtual. Sektor pariwisata akan melihat masa depan dengan realitas virtual, yang memungkinkan pengunjung melihat tempat wisata dari berbagai sudut pandang dan menerima berbagai informasi seperti foto, musik, dan video.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih khususnya kepada LPPM Universitas Udayana yang telah mendanai penelitian ini. Untuk pihak-pihak yang terlibat dalam penelitian ini baik dari warga, aparat desa Sukawana dan responden penelitian yang terlibat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sasmita, I.W.K., I.M. Putrama, and G.S.J.K. Santyadiputra, *PENGEMBANGAN VIRTUAL REALITY UNTUK DIGITALISASI MANDALA 2 DI PURA BESAKIH*. 2022. **11**(1): p. 1-11.
2. Herawan, T., et al., *Wisata Virtual di the Louvre Museum Paris dan Pasar Terapung Pattaya Menggunakan Teknologi Virtual Reality Berbasis Youtube 360°*. 2023. **8**(1): p. 304-339.
3. Triani, A.R., A.R. Adriyanto, and D.J.J.B.R. Faedhurrhman, *Media Promosi Bisnis Potensi Wisata Daerah Bandung Dengan Aplikasi Virtual Reality*. 2018. **1**(2): p. 136-146.
4. Nata, G.N.M.J.J.S.d.I., *Penerapan Virtual Tour 360 Sebagai Promosi Wisata Desa Kenderan Berbasis Website*. 2022. **17**(1): p. 30-39.
5. Hermawan, I. *Katalog Virtual Reality E-Tourism Berbasis Video 360 Sebagai Konten Digital Kreatif Bagi Media Simulasi Profil Destinasi Wisata*. in *Prosiding Sentrinov (Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif)*. 2016.

Kadar *C-Reactive Protein* (CRP) sebagai Prediktor Terjadinya Kematian pada Pasien Kanker dengan Komplikasi Infeksi

¹Ngakan Ketut Wira Suastika

¹Departemen Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Udayana/Rumah Sakit Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia

email: wira.suastika@unud.ac.id

²Ketut Suega

²Departemen Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Udayana/Rumah Sakit Umum Pusat Profesor
I.G.N.G Ngoerah
Denpasar, Indonesia

email: ksuega@yahoo.com

Abstract—Tujuan: Penelitian ini bertujuan mengetahui peran kadar *C-reactive protein* (CRP) dalam memprediksi terjadinya kematian pada pasien kanker dengan komplikasi infeksi. **Metode:** Penelitian ini merupakan studi prospektif pada pasien kanker solid dan hematologi berusia diatas 18 tahun yang menjalani perawatan di rumah sakit. Kurva Kaplan Meier digunakan untuk memperoleh median dan *overall survival*. Analisis *cox regression* digunakan untuk memperoleh *hazard ratio* (HR) kadar CRP dalam memprediksi terjadinya kematian. **Hasil:** Kami mendapatkan perbedaan kurva *survival* pada pasien dengan CRP yang tinggi dibandingkan dengan kadar CRP yang rendah. *Hazard ratio* untuk kadar CRP adalah 11,07 (IK 95% 3,13 – 39,10), $p < 0,001$. Pada analisis multivariat, kadar CRP memiliki *adjusted HR* 2,00 (IK 95% 1,33 – 11,98), $p = 0,048$). **Simpulan:** Pasien kanker dengan komplikasi infeksi dengan kadar CRP tinggi memiliki angka kematian yang lebih tinggi dibandingkan dengan pasien dengan kadar CRP yang rendah. **Implikasi:** kadar CRP dapat digunakan sebagai prediktor terjadinya kematian pada pasien kanker dengan komplikasi infeksi.

Kata kunci: *C-reactive protein*, kanker, infeksi, mortalitas

I. PENDAHULUAN

Infeksi merupakan penyebab umum kematian pada pasien kanker. Kematian akibat infeksi pada pasien kanker adalah sekitar 60%, terutama pada kanker hematologi. Studi retrospektif terhadap 151.440 pasien kanker mendapatkan bahwa pneumonia dan sepsis merupakan penyebab utama *infection-related mortality* dalam 40 tahun terakhir. Kanker prostat dan kanker payudara adalah kanker paling sering yang berhubungan dengan komplikasi infeksi. Insiden septikemia tertinggi didapatkan pada kanker hematologi [1]. Studi pada 496 pasien kanker solid dan hematologi mendapatkan bahwa sebesar 72,8% disebabkan oleh bakteri Gram-negatif, dengan mortalitas sebesar 22%, namun kematian mencapai 70% ketika pasien tidak mendapatkan antibiotika yang adekuat [2].

C-reactive protein (CRP) adalah protein fase akut yang kadarnya meningkat dalam plasma sebagai respons terhadap infeksi, inflamasi, kanker, dan kerusakan jaringan. Pemeriksaan CRP dalam praktik klinis sering digunakan untuk mendiagnosis dan menilai aktivitas penyakit pada kondisi inflamasi dan infeksi [3]. *C-reactive protein* disintesis oleh hepatosit dimana transkripsinya diregulasi oleh sitokin inflamasi seperti interleukin (IL)-6 dan IL-1. Peran CRP selama infeksi tidak sepenuhnya diketahui, CRP dapat mengikat komponen fosfolipid mikroorganisme dan memfasilitasi fagositosis oleh makrofag [3].

Kadar CRP berhubungan dengan prognosis buruk pada kanker solid, antara lain *non skuamous lung cell carcinoma* (NSLCC) [4], *small cell lung cancer* [5], neoplasia neuroendokrin pankreas [6] [7], kanker kolorektal [8], karsinoma sel skuamus pada kepala leher [9], osteosarkoma [10]. Kadar CRP juga dapat memprediksi *survival* yang lebih rendah pada kanker hematologi seperti myeloma multipel [11], *diffuse large B cell type lymphoma* (DLBCL) [11], [12], [13], Limfoma Hodgkin's klasik [14], dan limfoma sistem saraf pusat [15].

Faktor inflamasi seperti CRP mempunyai nilai klinis yang penting dalam penilaian severitas penyakit dan prognosis pasien dengan komplikasi infeksi [16]. Kadar CRP yang tinggi merupakan faktor risiko signifikan terhadap kematian pada pasien dengan komplikasi infeksi [17] [18].

Studi ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan mortalitas berdasarkan kadar CRP pada pasien kanker dengan komplikasi infeksi. Dengan mengetahui peran kadar CRP terhadap kematian, maka biomarker tersebut dapat dipakai sebagai prediktor terjadinya kematian pada pasien kanker dengan komplikasi infeksi.

II. METODE DAN PROSEDUR

A. Desain penelitian dan sampel

Penelitian ini merupakan studi retrospektif untuk mengetahui perbedaan *survival* berdasarkan kadar CRP pada pengamatan 28 hari pada pasien kanker dengan sepsis. Pengambilan sampel penelitian dilakukan di Rumah Sakit Professor Ngoerah dari Bulan Mei 2024 sampai dengan September 2024. Sampel didapat menggunakan teknik *consecutive sampling*. Penderita dengan penyakit autoimun, dalam terapi steroid atau imunosupresan, sirosis hepatitis, penyakit ginjal kronis tahap akhir, kehamilan, dan kematian yang tidak berhubungan dengan komplikasi infeksi di eksklusi dalam studi ini.

Setelah pengambilan sampel, pasien ditatalaksana sesuai dengan standar pengobatan komplikasi infeksi dan penyakit dasarnya, kemudian dilakukan *follow up* selama 28 hari untuk mengetahui terjadinya kematian.

Penelitian dilakukan telah mendapatkan *ethical clearance* dari Komisi Etik Fakultas Kedokteran Universitas Udayana (number of approval: 350/ UN14.2.2.VII.14/ LT/ 2022). Pasien atau keluarga secara sukarela menyatakan bersedia untuk ikut serta dalam penelitian dan menandatangani *informed consent*.

B. Pengumpulan data dan instrument

Pengambilan sampel darah dilakukan saat pasien masuk rumah sakit. Untuk pemeriksaan kadar CRP, 3ml darah dimasukkan ke tabung sampel kemudian dilakukan sentrifugasi. Kadar CRP diukur dalam serum yang didapatkan melalui sampel darah vena dengan satuan mg/dL. Pemeriksaan CRP serum menggunakan metode *Sandwich-chemiluminescent immunoassay* (CLIA). Kit yang digunakan adalah Human CRP CLIA Kit E-CL-H0043.

C. Analisis data

Kadar CRP dikategorikan tinggi bila diatas nilai *cut-off* yang diperoleh melalui analisis *receiving operator curve* (ROC), dan rendah bila sama atau dibawah nilai *cut-off*. Median dan *overall survival* berdasarkan kadar CRP diperoleh melalui analisis kurva Kaplan Meier. Uji *log-rank* (Mantel – Cox) digunakan untuk membandingkan distribusi *survival* dua kelompok. Analisis bivariat *cox regression* digunakan untuk memperoleh *hazard rasio* (HR). Variabel dengan nilai $p < 0,25$ pada analisis bivariat selanjutnya dimasukkan kedalam analisis multivariat *cox regression time independent* untuk mengetahui pengaruhnya terhadap mortalitas.

Semua data dianalisis menggunakan program komputer *SPSS version 25.0* dengan nilai $p < 0,05$ sebagai batas kemaknaan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik sampel

Sebanyak 40 subyek masuk dalam penelitian ini. Sebanyak 22 (55%) pasien adalah dengan kanker solid, dengan 31 (77,5%) pasien mengalami sepsis dan 9 (22,5%) mengalami syok sepsis. Didapatkan perbedaan yang signifikan pada kadar CRP pada penderita yang *survive* dan *non-survive*. Perbedaan yang signifikan juga ditemukan berdasarkan severitas infeksi, kadar hemoglobin dan kadar albumin (tabel 1).

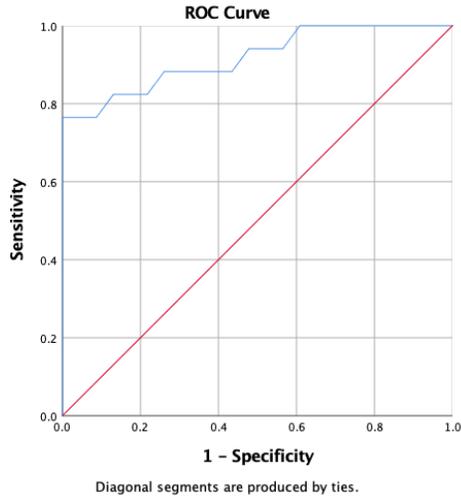
Tabel 1 Karakteristik sampel

Variabel	Median (IQR)		nilai p
	<i>Survive</i> (n = 23)	<i>Non-survive</i> (n = 17)	
Umur, tahun	49,0 (18 - 84)	53,00 (22 - 83)	0,479
Kategori umur			
< 60 tahun	17 (73,9)	12 (70,6)	1.000
≥60 tahun	6 (26,1)	5 (29,4)	
Jenis Kelamin, n (%)			
Perempuan	12 (52,2)	6 (35,3)	0,348
Laki-laki	11 (47,8)	11 (64,7)	
Jenis kanker, n (%)			
Kanker <i>solid</i>	14 (60,9)	8 (47,1)	0,523
Kanker hematologi	9 (39,1)	9 (52,9)	
Penyakit dasar, n (%)			
Tanpa penyakit dasar	16 (69,6)	10 (58,8)	0,521
Dengan penyakit dasar	7 (30,4)	7 (41,2)	
Severitas infeksi, n (%)			
Sepsis	22 (95,7)	9 (52,9)	0.02*
Syok sepsis	1 (4,3)	8 (47,1)	
Hemoglobin, gr/dl	9,96 (1,74)	8,16 (1,73)	0.002*
Leukosit, x10³ µL	11,24 (0,02 – 38,16)	3,05 (0,02 – 369,39)	0,547
Trombosit, x10³ µL	172 (3 – 693)	70 (4 – 378)	0,109
Albumin, gr/dL	3,14 (1,91 – 4,40)	2,63 (1,41 – 3,53)	0.025*
Kreatinin serum, mg/dL	0,91 (0,41 – 4,24)	1,46 (0,49 – 8,50)	0,061
Kadar CRP, mg/dL	60,10 (31,04)	152,32 (65,85)	<0,001*

Keterangan: * signifikan secara statistik

B. Cut-off Kadar Hepsidin dan CRP dalam memprediksi kematian

Dengan menggunakan analisis kurva ROC, kami mendapatkan *cut-off* optimal kadar CRP sebesar $\geq 97,75$ mg/dL untuk memprediksi mortalitas pada pasien kanker dengan komplikasi infeksi (gambar 1 dan tabel 2).



Gambar 1 Kurva ROC

Tabel 2. Nilai *cut-off* kadar CRP dalam memprediksi kematian pasien kanker dengan komplikasi infeksi

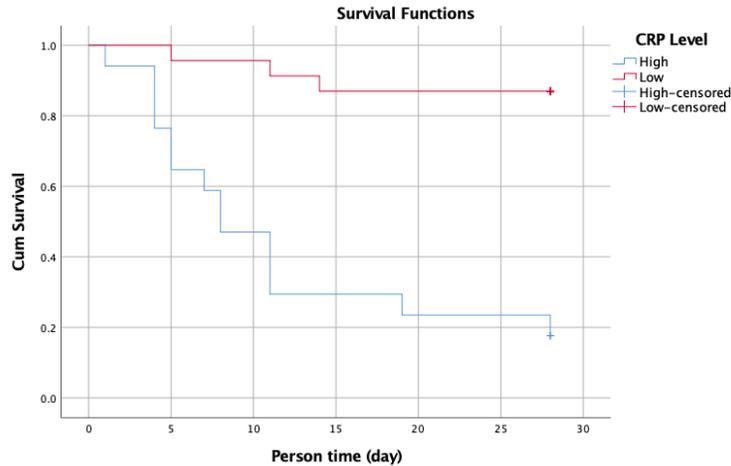
Variabel	Cut-off	Sensitifitas (%)	Spesifisitas (%)	AUC	95% CI	Nilai p
Kadar CRP (mg/dL)	$\geq 97,75$	82,4	87,0	0,918	0,827 – 1,000	0.003*

Keterangan: *signifikan secara statistik

C. Kurva Kaplan-Meier untuk variabel kadar CRP

Subyek dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan *cut-off* kadar CRP yang diperoleh, yaitu kadar CRP tinggi ($\geq 97,75$ mg/dL) dan kadar CRP rendah ($< 97,75$ mg/dL).

Pada kurva Kaplan-Meier didapatkan perbedaan kurva *survival* pada subyek dengan kadar CRP yang tinggi dibandingkan dengan kadar CRP yang rendah. Median *survival* pada subjek dengan kadar CRP tinggi adalah 8 hari, yang artinya bahwa sebanyak 50% subyek telah meninggal dalam waktu 8 hari pengamatan. *Overall survival (OS)* pada kelompok subyek dengan CRP tinggi adalah 17,6% sedangkan OS pada kelompok dengan CRP rendah adalah 87,0% (Gambar 2 dan tabel 3).



Gambar 2 Kurva Kaplan-Meier berdasarkan variabel kadar CRP

Tabel 3. Median dan overall survival untuk kategori kadar CRP

Kategori kadar CRP	95% CI	Median (hari)	95% CI	Overall survival (%)
Tinggi	7,65 – 17,05	8,0	4,77 – 11,23	17,6
Rendah	1,29 – 23,11	-	-	87,0
Semua subyek	16,743 – 23,257	-	-	57,5

D. Hazard rasio (HR) dan Adjusted HR kadar CRP dan severitas sepsis

Pada analisis bivariat, Nilai HR untuk variabel kadar CRP adalah 11,07 (3,13 – 39,10), $p < 0,001$. Pada analisis multivariat, kadar CRP dan severitas sepsis tetap signifikan secara statistik dengan *adjusted HR* masing-masing 2,00 (1,33 – 11,98), $p = 0,045$ dan 5,32 (1,60 – 17,59), $p = 0,006$ (tabel 4).

Tabel 4. Hazard rasio (HR) dan *adjusted HR* variabel kadar CRP, severitas infeksi, kadar albumin, dan kadar hemoglobin.

Variabel	Hazard rasio (IK 95%)	p	Adjusted HR (IK 95%)	nilai p
Kadar CRP	11,07 (3,13 – 39,10)	$< 0,001^*$	2,00 (1,33 – 11,98)	0,045*
Severitas infeksi	5,71 (2,14 – 15,26)	0,001*	5,32 (1,60 – 17,59)	0,006*
Kadar albumin	2,37 (0,93 – 7,50)	0,56	2,31 (0,66 – 8,10)	0,189
Kadar hemoglobin	5,77 (1,31 – 25,34)	0,02*	3,11 (0,59 -16,48)	0,182

Keterangan: * signifikan secara statistik

Penelitian kami mendapatkan perbedaan yang signifikan kadar CRP pada pasien kanker dengan komplikasi infeksi yang *survive* dan *non-survive*. Hasil ini sesuai dengan studi Devran *et al* yang mendapatkan perbedaan signifikan kadar CRP pada *survivors* dan *non-survivors* [19]. *C-reactive protein* adalah protein yang diproduksi sebagai respons

terhadap infeksi dan/atau inflamasi. Karena kadar CRP meningkat secara signifikan selama inflamasi akut, pemeriksaan ini dapat digunakan untuk menunjukkan adanya penyakit inflamasi atau infeksi yang berat [3].

Kami mendapatkan *cut-off* kadar CRP sebesar $\geq 97,75$ mg/dL, hasil ini juga tidak jauh berbeda dengan studi Devran *et al* yang mendapatkan *cut-off* 100 mg/dL untuk memprediksi kematian pada pasien sepsis yang dirawat di ICU [19]. Pada analisis *survival* menggunakan kurva Kaplan-Meier kami mendapatkan perbedaan *survival* pada penderita kanker dengan komplikasi infeksi dengan kadar CRP tinggi dibandingkan kadar CRP rendah. Hasil ini sesuai dengan studi Devran *et al* yang mendapatkan bahwa kadar CRP > 100 mg/dL ditemukan sebagai faktor risiko kematian dengan odds rasio (OR): 3,76, (IK 95% 1,68-8,40, $p < 0,001$) pada analisis bivariat [19].

Bukti menunjukkan bahwa peningkatan kadar CRP di sirkulasi dikaitkan dengan prognosis yang buruk terlepas dari stadium tumor [20]. Kadar CRP yang bersirkulasi dapat mencerminkan agresivitas tumor. Kenaikan kadar CRP umumnya sebanding dengan tingkat kerusakan jaringan. Pemeriksaan kadar CRP pada saat diagnosis tidak hanya berperan sebagai biomarker inflamasi, tetapi juga dapat membantu klinisi untuk menentukan severitas infeksi dan progresifitas kanker, sehingga dapat memandu pemberian terapi [21]. Mortalitas pada pasien kanker dengan komplikasi infeksi dapat diturunkan dengan terapi antibiotic secara dini [22]. Pemeriksaan kadar CRP plasma sangat sesuai untuk praktik klinis karena merupakan pemeriksaan yang sederhana, memberikan hasil yang cepat, dan berbiaya rendah.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, antara lain merupakan studi *single-center*, dan tidak memeriksa perubahan kadar CRP plasma secara serial untuk menentukan hubungannya dengan mortalitas.

IV. KESIMPULAN

Pasien kanker dengan komplikasi infeksi dengan kadar CRP tinggi memiliki angka kematian yang lebih tinggi dibandingkan pasien dengan kadar CRP normal/rendah. Kadar CRP plasma inisial dapat digunakan sebagai prediktor mortalitas pada pasien kanker yang mengalami komplikasi infeksi. Penelitian prospektif multisenter lebih lanjut diperlukan untuk mengonfirmasi temuan ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dekan Fakultas Kedokteran dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Udayana atas bantuan dana yang telah diberikan untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. K. Elfaituri *et al.*, 'Incidence of Infection-related mortality in cancer patients: Trend and survival analysis.', *Journal of Clinical Oncology*, vol. 37, no. 15_{suppl}, pp. e23095–e23095, 2019, doi: 10.1200/JCO.2019.37.15_{suppl}.e23095.
- [2] B. Islas-Muñoz, P. Volkow-Fernández, C. Ibanes-Gutiérrez, A. Villamar-Ramírez, D. Vilar-Compte, and P. Cornejo-Juárez, 'Bloodstream infections in cancer patients. Risk factors associated with mortality', *International Journal of Infectious Diseases*, vol. 71, 2018, doi: 10.1016/j.ijid.2018.03.022.
- [3] J. D. Faix, 'Biomarkers of sepsis', 2013. doi: 10.3109/10408363.2013.764490.
- [4] G. Leuzzi *et al.*, 'Baseline C-reactive protein level predicts survival of early-stage lung cancer: Evidence from a systematic review and meta-analysis', 2016. doi: 10.5301/tj.5000522.
- [5] S. Hong, Y. A. Kang, B. C. Cho, and D. J. Kim, 'Elevated serum C-reactive protein as a prognostic marker in small cell lung cancer', *Yonsei Med J*, vol. 53, no. 1, 2012, doi: 10.3349/ymj.2012.53.1.111.
- [6] D. Wiese, K. Kampe, J. Waldmann, A. E. Heverhagen, D. K. Bartsch, and V. Fendrich, 'C-reactive protein as a new prognostic factor for survival in patients with pancreatic neuroendocrine Neoplasia', *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, vol. 101, no. 3, 2016, doi: 10.1210/jc.2015-3114.
- [7] S. Mitsunaga *et al.*, 'C-Reactive Protein Level Is an Indicator of the Aggressiveness of Advanced Pancreatic Cancer', *Pancreas*, vol. 45, no. 1, 2016, doi: 10.1097/MPA.0000000000000465.
- [8] R. V. Cooney, W. Chai, A. A. Franke, L. R. Wilkens, L. N. Kolonel, and L. Le Marchand, 'C-reactive protein, lipid-soluble micronutrients, and survival in colorectal cancer patients', *Cancer Epidemiology Biomarkers and Prevention*, vol. 22, no. 7, 2013, doi: 10.1158/1055-9965.EPI-13-0199.
- [9] B. Å. Andersson *et al.*, 'Plasma tumor necrosis factor- α and C-reactive protein as biomarker for survival in head and neck squamous cell carcinoma', *J Cancer Res Clin Oncol*, vol. 140, no. 3, 2014, doi: 10.1007/s00432-014-1592-8.
- [10] X. Song *et al.*, 'Systemic Inflammatory Markers for Predicting Overall Survival in Patients with Osteosarcoma: A Systematic Review and Meta-Analysis', 2021. doi: 10.1155/2021/3456629.

- [11] D. S. Kim *et al.*, 'Myeloma prognostic index at diagnosis might be a prognostic marker in patients newly diagnosed with multiple myeloma', *Korean Journal of Internal Medicine*, vol. 32, no. 4, 2017, doi: 10.3904/kjim.2016.054.
- [12] H. J. A. Adams *et al.*, 'Prognostic value of anemia and C-reactive protein levels in diffuse large B-cell lymphoma', *Clin Lymphoma Myeloma Leuk*, vol. 15, no. 11, 2015, doi: 10.1016/j.clml.2015.07.639.
- [13] J. Wang, M. Zhou, X. Wang, J. Xu, B. Chen, and J. Ouyang, 'Pretreatment C-reactive protein was an independent prognostic factor for patients with diffuse large B-cell lymphoma treated with RCHOP', *Clinica Chimica Acta*, vol. 459, 2016, doi: 10.1016/j.cca.2016.05.033.
- [14] R. Haase *et al.*, 'Evaluation of the prognostic meaning of C-reactive protein (CRP) in children and adolescents with classical hodgkins lymphoma (HL)', *Klin Padiatr*, vol. 224, no. 6, 2012, doi: 10.1055/s-0032-1323824.
- [15] J. Zuo *et al.*, 'C-reactive protein levels, the prognostic nutritional index, and the lactate dehydrogenase-to-lymphocyte ratio are important prognostic factors in primary central nervous system lymphoma: a single-center study of 223 patients', *Neurosurg Rev*, vol. 47, no. 1, 2024, doi: 10.1007/s10143-023-02248-1.
- [16] P. Liang and F. Yu, 'Value of CRP, PCT, and NLR in Prediction of Severity and Prognosis of Patients With Bloodstream Infections and Sepsis', *Front Surg*, vol. 9, 2022, doi: 10.3389/fsurg.2022.857218.
- [17] H. Sano *et al.*, 'Risk factors for sepsis-related death in children and adolescents with hematologic and malignant diseases', *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, vol. 50, no. 2, 2017, doi: 10.1016/j.jmii.2015.04.002.
- [18] O. Karasahin, P. T. Tasar, O. Timur, F. Yıldırım, D. N. Binici, and S. Sahin, 'The value of C-reactive protein in infection diagnosis and prognosis in elderly patients', *Aging Clin Exp Res*, vol. 30, no. 6, 2018, doi: 10.1007/s40520-017-0821-9.
- [19] Ö. Devran *et al.*, 'C-reactive protein as a predictor of mortality in patients affected with severe sepsis in intensive care unit', *Multidiscip Respir Med*, vol. 7, no. 6, 2012, doi: 10.1186/2049-6958-7-47.
- [20] C. S. D. Roxburgh and D. C. McMillan, 'Role of systemic inflammatory response in predicting survival in patients with primary operable cancer', 2010. doi: 10.2217/fon.09.136.
- [21] W. Ansar and S. Ghosh, 'Biology of C reactive protein in health and disease', *Biology of C Reactive Protein in Health and Disease*, pp. 1–301, 2016, doi: 10.1007/978-81-322-2680-2.
- [22] H. Sano *et al.*, 'Risk factors for sepsis-related death in children and adolescents with hematologic and malignant diseases', *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, vol. 50, no. 2, 2017, doi: 10.1016/j.jmii.2015.04.002.

Quo Vadis Haluan Negara Indonesia kedepan?

¹Made Subawa

¹Fakultas Hukum Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
madesubawafhunud@gmail.com

²I Gede Yusa, ³Bagus Hermanto, ⁴I Putu Putra Widiarista, ⁵Anak Agung Made Ngrurah Panca Septiadi

²Fakultas Hukum Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
gd_yusa@unud.ac.id

³Fakultas Hukum Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
bagushermanto9840@gmail.com

⁴Magister Kenotariatan, Fakultas Hukum Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
widiarista@gmail.com

⁵Magister Kenotariatan, Fakultas Hukum Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
septiadi@gmail.com

Abstract—Adapun usulan penelitian ini akan berfokus terhadap pengaturan haluan negara pasca Amandemen UUD NRI 1945, sistem ketatanegaraan Indonesia tidak mengadopsi keberadaan haluan negara mengacu pada praktik Majelis Permusyawaratan Rakyat melalui Ketetapan MPR namun bergeser menjadi undang-undang dan peraturan presiden beserta peraturan daerah sebagai dokumen perencanaan pembangunan nasional dan daerah. Hal ini menjadi persoalan ketatanegaraan akibat ketidaksinkronan, ketidaksinambungan dan tidak komprehensifnya perencanaan pembangunan nasional dengan haluan negara yang ada saat ini. Tujuan tulisan ini adalah mengkaji dan membangun model haluan negara yang tepat menurut pendekatan historis ketatanegaraan dan juga pendekatan teoritis perihal penempatan haluan negara kedepan. Usulan penelitian ini menggunakan metode normatif dengan pendekatan perundang-undangan, pendekatan fakta, pendekatan historis dan pendekatan konseptual. Hasil yang ditemukan bahwa Ketetapan MPR masih relevan dijadikan opsi model haluan negara yang dapat dibenarkan baik dari aspek historis dan aspek teoritis. Perencanaan pembangunan nasional harus ditempatkan pada aturan pokok negara yang substansinya mencakup pokok-pokok arah pembangunan nasional dan akhirnya menjadi haluan pembangunan di tingkat pusat maupun daerah. Usulan penelitian ini perlu menegaskan penempatan posisinya dalam ranah akademis untuk mengkaji persoalan yang muncul sebagai resultan terhadap mekanisme yang telah disusun saat ini/berlaku dalam sistem legislasi nasional, dan sebagai masukan keilmiah diperlukan perbaikan terhadap kondisi eksisting saat ini dengan kajian akademis yang memberikan suatu penataan rekomendatif terhadap haluan negara khususnya kaitan dengan perencanaan pembangunan hukum nasional yang komprehensif dan sinergitas. Penelitian ini merupakan riset yang berfokus pada taraf prinsip dasar, formulasi konsep, dan pembuktian konsep/proof of concept.

Kata Kunci— Haluan Negara; Pergeseran Paradigma; Sistem Ketatanegaraan Indonesia

I. PENDAHULUAN

Indonesia, yang menjadi salah satu developing countries dengan posisi sebagai upper-middle income countries sebagaimana lazimnya the Third World Countries (Negara Dunia Ketiga) secara sadar menghadapi perkembangan dunia akibat globalisasi hingga revolusi industri 4.0 yang pada gilirannya mengharuskan setiap negara, termasuk Indonesia hadir dalam kerangka negara kesejahteraan melalui peran aktif (intervensi) pemerintah dalam melaksanakan tujuan negara, yakni diantaranya mensejahterakan kehidupan rakyat melalui sebuah perencanaan pembangunan

nasional . Sistem pembangunan nasional yang dilaksanakan di Indonesia mengalami dinamika dari masa ke masa dalam rangka pemenuhan tujuan bernegara Indonesia yang luhur dalam Alinea Keempat Preamble UUD NRI 1945 baik dalam rangka melindungi segenap tanah dan tumpah darah Indonesia, memajukan kesejahteraan umum dan mencerdaskan kehidupan bangsa (dalam konteks internal) maupun ikut serta dalam perdamaian internasional (dalam konteks eksternal).

Sistem pembangunan yang dilaksanakan di Indonesia sebelum amandemen terhadap UUD NRI 1945 dilaksanakan melalui garis-garis besar daripada haluan negara dan diberikan tafsir otentik sebagai Garis-garis Besar Haluan Negara (GBHN) yang ditetapkan oleh Majelis Permusyawaratan Rakyat Republik Indonesia (MPR RI) dengan merujuk pada Pasal 3 UUD 1945 (Pra-Amandemen) sebagai kewenangan konstitusional yang dijalankan MPR RI menyusun garis besar haluan nasional mengingat kedudukan Presiden saat itu selaku Mandataris MPR menurut kewenangan mandat dari MPR sehingga Presiden saat itu menjadi pelaksana amanat MPR RI termasuk dalam hal ini, melaksanakan garis besar haluan negara.

Praktik ketatanegaraan menunjukkan pada masa ini, GBHN dikukuhkan dengan instrumen hukum berupa Ketetapan MPR/S yang menjadi domain kewenangan MPR saat itu, sehingga eksistensi Ketetapan MPR/S dalam perundang-undangan nasional sangat fundamental diterjemahkan menjadi *staatsgrundgesetz* (aturan dasar negara) yang menjabarkan teknis-teknis dari *staatsfundamentalnorm* pada UUD 1945 dan menjadi landasan penjabaran pada tingkatan yang lebih rendah yakni *formellgesetz* berupa Undang-undang sebagai terjemahan dari garis kebijakan pembangunan dalam Tap MPR terkait GBHN dalam Undang-undang sektoral oleh pemerintah [1].

Pasca amandemen terhadap UUD 1945 menjadikan UUD NRI 1945 hasil amandemen tersebut mengandung substansi yang lebih luas dibandingkan UUD 1945 serta menjadi landasan konstitusional terhadap pergeseran sejumlah paradigma ketatanegaraan Indonesia, termasuk dalam konteks kedudukan Presiden dan MPR serta hubungan antara MPR dengan Presiden dalam UUD NRI 1945. MPR bukan lagi sebagai lembaga tertinggi negara khususnya pasca Perubahan Ketiga UUD 1945 memberikan implikasi yuridis terhadap sistem pembangunan nasional [2], yang tidak lagi diarsiteki MPR namun telah sepenuhnya diberikan pada Presiden selaku Kepala Pemerintahan Indonesia dengan kewenangan atributif untuk menyusun sistem perencanaan pembangunan nasional, yang juga ditentukan menurut Undang-undang Nomor 20 Tahun 2004 tentang Sistem Perencanaan Pembangunan Nasional. Hal ini juga diperkuat dengan kewenangan Presiden membentuk Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional dalam bentuk Undang-undang serta Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional dalam bentuk Peraturan Presiden, mengingat perubahan UUD 1945 juga mengakibatkan delegitimasi Ketetapan MPR/S yang pernah dibentuk dan telah mengalami peninjauan oleh MPR sendiri melalui Ketetapan MPR Nomor I/MPR/2003 (Tap MPR Sapu Jagat) , walaupun kemudian Pasal 7 ayat (1) huruf (b) UU P3 memberikan penempatan Tap MPR dalam hierarki perundang-undangan, namun relevansinya hanya untuk memberikan kepastian hukum atas sejumlah Tap MPR/S yang masuk klasifikasi Pasal 2 dan Pasal 4 Tap MPR Nomor I/MPR/2003.

Terjadi perubahan yang sangat revolusioner pasca amandemen UUD NRI 1945, yang mulanya menempatkan GBHN pada pra-amandemen UUD NRI 1945 dengan pemaknaan menjadi haluan negara dalam garis-garis besar, yang terefleksi sebagai pernyataan kehendak rakyat berlandaskan landasan idiil Pancasila (tujuan negara Indonesia pada Alinea Keempat Preamble UUD 1945) serta adanya UUD 1945 sebagai landasan konstitusional. Selain pemaknaan secara umum, ternyata GBHN juga dapat dilihat dalam artian formal dan materil, dalam artian formal, GBHN diartikan sebagai salah satu tugas MPR menurut Pasal 3 UUD 1945, sedangkan dalam artian materil, GBHN hanyalah pokok-pokok daripada langkah-langkah yang harus dilaksanakan pemerintah.

II. METODE DAN PROSEDUR

Penelitian hukum ini didasarkan pada Penelitian Hukum Normatif. Penelitian hukum normatif untuk menjawab permasalahan berkenaan dengan kebijakan hukum Haluan negara Indonesia kedepan. Hasil dari penelitian ini akan disajikan dalam suatu laporan yang bersifat deskriptif analitis [3]. Penelitian ini dikualifikasikan sebagai sebuah penelitian hukum (*as a legal research*), yakni sebagai suatu proses menemukan aturan hukum, prinsip-prinsip hukum maupun doktrin hukum dalam rangka menjawab isu hukum yang dihadapi. Dalam konteks ini, penelitian hukum yang digunakan yakni model penelitian hukum normatif atau penelitian hukum doktrinal yang mencitrakan hukum sebagai suatu disiplin preskriptif [4], berfokus pada hukum sebagai norma [5] atau suatu sistem norma atau hierarki peraturan perundang-undangan yakni penelitian yang dilakukan atau ditujukan hanya pada peraturan perundang-undangan maupun bahan-bahan hukum lainnya, dengan mengkaji bahan hukum primer dan bahan hukum sekunder serta di dukung bahan hukum informatif. Pembahasan terhadap kedua pokok permasalahan dalam penelitian ini didasarkan

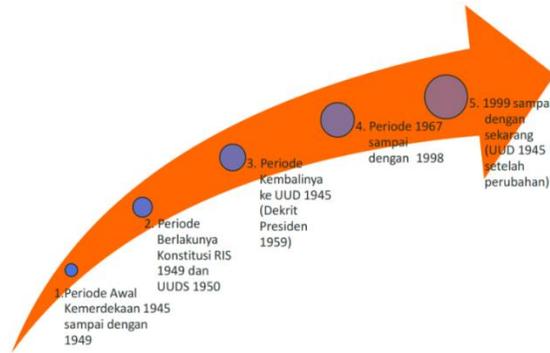
pada tiga jenis pendekatan yaitu pendekatan perundang-undangan, pendekatan fakta, pendekatan kasus, pendekatan konseptual, dan pendekatan komparatif. Penelitian hukum ini didasarkan pada penelitian kepustakaan yang dilakukan untuk memperoleh data sekunder atau bahan hukum dan bertujuan untuk mencari kaidah dan norma dengan metode penemuan hukum dan digunakan untuk menjawab rumusan masalah penelitian ini, hasil dari penelitian ini akan disajikan dalam suatu laporan yang bersifat deskriptif analitis.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Model Kebijakan Haluan Negara dari Masa ke Masa di Indonesia

Pembangunan nasional di Indonesia dalam hal ini disusun dengan basis sebuah rencana (*het plan*) [6] dalam wujud Haluan Negara yang dinamakan garis-garis besar daripada haluan negara [7], dalam praktiknya pada berlakunya UUD 1945 dipergunakan Garis-garis Besar Haluan Negara yang ditetapkan oleh MPRS maupun MPR dalam Ketetapan MPR/S dan pasca berlakunya UUD NRI 1945 pasca amandemen [8].

Pergeseran dan perubahan ketatanegaraan Indonesia juga menjadikan garis-garis besar daripada haluan negara dihapuskan sehingga diganti dengan Sistem Perencanaan Pembangunan Nasional yang didalamnya memuat Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional dan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional masing-masing diatur dalam wujud Undang-undang dan Peraturan Presiden [9]. Berikut adalah kajian historis ketatanegaraan yang terbagi sebagaimana visualisasi gambar 1 sebagai anotasi dinamika haluan negara Indonesia dalam pembangunan nasional dari masa ke masa.



GAMBAR 1. HALUAN NEGARA DALAM LINTASAN SEJARAH

Bilamana ditelusuri kembali, menurut fakta sejarah tersebut dapat dilihat bahwa haluan negara Indonesia telah mengalami perjalanan cukup panjang berdasarkan garis-garis besar daripada haluan negara menurut GBHN dalam bentuk hukum Tap MPRS maupun Tap MPR. Perubahan UUD NRI 1945 mendorong delegitimasi GBHN dan Tap MPR sehingga alternatif model haluan pembangunan negara Indonesia didasarkan pada RPJPN dalam bentuk Undang-undang dan RPJMN dalam bentuk Peraturan Presiden, dan tentunya praktik ketatanegaraan tersebut dapat dicermati perbedaan signifikan antara GBHN dengan RPJPN/RPJM sebagai berikut:

GBHN	RPJM/RPJP
<input type="checkbox"/> Disusun oleh semua kalangan yang merepresentasikan masyarakat Indonesia	<input type="checkbox"/> Disusun dari visi dan misi Pasangan Calon
<input type="checkbox"/> Melibatkan banyak pihak	<input type="checkbox"/> Didominasi oleh Pejabat Perencana (Bappenas, Bappeda)
<input type="checkbox"/> Tidak bias Pemilu	<input type="checkbox"/> Bias Pemilu
<input type="checkbox"/> Tidak bias Kampanye	<input type="checkbox"/> Bias Kampanye
<input type="checkbox"/> Tidak Eksekutif Sentris	<input type="checkbox"/> Eksekutif Sentris
<input type="checkbox"/> Komprehensif	<input type="checkbox"/> Tidak komprehensif
<input type="checkbox"/> Berdasarkan TAP MPR	<input type="checkbox"/> Berdasarkan Undang-undang
<input type="checkbox"/> Pembangunan pusat dan daerah selaras	<input type="checkbox"/> Pembangunan pusat dan daerah berbenturan

GAMBAR 2. PERBANDINGAN GBHN DENGAN RPJPN/RPJM

Dengan demikian apabila kita amati lebih lanjut, secara substansi Sistem Perencanaan Pembangunan Nasional tersebut dinilai masih mengandung banyak kelemahan:

1. RPJP Nasional 2005-2020 sebagaimana ditetapkan dengan UU 17/2007 dalam konsideran menimbang maupun dasar hukum sama sekali tidak menyinggung eksistensi Ketetapan Majelis Permusyawaratan Rakyat Republik Indonesia No VII/MPR/2001 tentang Visi Indonesia Masa Depan. Padahal sesuai Pasal 4 Ketetapan MPR RI Nomor 1/MPR/2003 tentang Peninjauan Terhadap Materi Dan Status Hukum Ketetapan MPRS Dan Ketetapan MPR Tahun 1960 Sampai Dengan Tahun 2002 disebutkan bahwa TAP MPR VII/MPR/2001 tetap berlaku sampai dengan terbentuknya undang-undang. Dalam Lampiran UU 17/2017 yang berisi dokumen RPJPN memang menyebut TAP MPR VII/MPR/2001 sebagai landasan operasionalnya, namun hal tersebut tidak dilanjutkan dengan mengambil konsep TAP MPR tersebut yang membagi visi Indonesia di masa depan menjadi visi ideal, visi antara (sampai 2020) [10], dan visi lima tahunan.
2. RPJM Nasional sangatlah bersifat executive centris yaitu menganggap bahwa penyelenggaraan pemerintahan negara hanyalah oleh Presiden sebagai kepala eksekutif [11]. Padahal dalam UUD 1945 secara nyata disebutkan terdapat lembaga-lembaga negara lainnya yang mewakili cabang kekuasaan legislatif maupun yudikatif yang juga memerlukan haluan dalam menjalankan wewenangnya agar dapat mencapai tujuan pembentukan negara republik Indonesia. Akibatnya cabang-cabang kekuasaan dalam negara seperti tidak terhubung yang satu dengan yang lain dan terkesan berjalan sendiri-sendiri.
3. Dalam penyusunan RPJM Nasional yang disusun Presiden berdasarkan visi dan misinya, kendatipun ternyata ada substansi RPJM yang berbeda atau dikurangi atau mungkin lebih luas dari yang ditetapkan dalam RPJP, tidak ada satu pun ketentuan di dalam UUD atau undang-undang lainnya yang melarang hal tersebut [12].
4. Tidak ada akuntabilitas Presiden dalam menjalankan kekuasaan pemerintahan utamanya dalam menjalankan program pembangunan mengingat UUD 1945 sama sekali tidak mengatur alat pertanggungjawaban DPR kepada publik kecuali melalui Pemilu tiap 5 (lima) tahun.
5. Terdapat fakta, bahwa visi, misi dan program kerja Presiden terpilih (yang selanjutnya disusun sebagai RPJM Nasional) ternyata dalam beberapa hal (menyangkut materi dan arah pencapaian program) berbeda dengan visi, misi dan program kerja Kepala Daerah (Gubernur, Bupati dan Walikota) terpilih. Maka, dapat terjadi perbedaan implementasi RPJM Nasional dengan RPJM Daerah. Tidak ada sanksi hukum yang dapat dijatuhkan kepada Kepala Daerah yang memiliki RPJM Daerah yang tidak sesuai, atau bahkan bertentangan dengan RPJM Nasional yang sudah ditetapkan.
6. Implementasi RPJM Daerah yang tidak sesuai dengan RPJM Nasional dan RPJP Daerah sekalipun sudah ditetapkan oleh Peraturan Daerah dan Peraturan Kepala Daerah apabila dicermati juga tidak memiliki konsekuensi 'pertanggungjawaban' dari Kepala Daerah.

Dapat kita lihat setidaknya terdapat beberapa keunggulan adanya GBHN terhadap sistem ketatanegaraan dibandingkan dengan sistem perencanaan pembangunan nasional (SPPN) [13], yakni:

1. Keunggulan instrumental GBHN sebagai dokumen penyelenggaraan kebijakan pemerintahan dan pembangunan dapat mengkonsolidasi fungsi lembaga negara secara bersamaan agar bersinergis dalam satu desain sistem penyelenggaraan pemerintahan negara.
2. Dengan menuangkan kebijakan penyelenggaraan pemerintahan dan pembangunan nasional ke dalam dokumen hukum GBHN, maka ada kepastian ukuran atau parameter dan konsistensi dalam setiap penyelenggaraan kebijakan pemerintahan dan pembangunan nasional mulai dari pusat hingga daerah. GBHN dirumuskan dan ditetapkan oleh MPR untuk selanjutnya dimandatkan kepada Presiden dan lembaga-lembaga negara lainnya untuk dilaksanakan.
3. GBHN secara substantif mengandung penetapan kebijakan nasional tentang penyelenggaraan pemerintahan dan pembangunan nasional serta pembangunan daerah secara menyeluruh diberbagai sektor. Semua lembaga negara dan pemerintahan baik di pusat maupun di daerah harus mengacu pada GBHN di dalam menjalankan fungsinya. Oleh karena itu GBHN dapat menjadi dokumen acuan bagi kegiatan pengawasan yang dilakukan oleh DPR, DPD terhadap kinerja Presiden dan DPRD terhadap kepala daerah.
4. GBHN berfungsi sebagai haluan penyelenggaraan pemerintahan dan pembangunan nasional yang dapat menjadi acuan masyarakat untuk berperan serta dalam pemerintahan dan pembangunan, melakukan pengawasan dan menuntut

pertanggungjawaban publik (public accountability) atas kinerja, tidak saja Presiden dan kepala daerah, akan tetapi juga terhadap para penyelenggara negara di berbagai lembaga negara lainnya.

5. Di dalam GBHN, juga dirumuskan pokok-pokok kebijakan nasional bagi lembaga-lembaga negara kewenangannya bersumber dari konstitusi atau Undang-Undang Dasar seperti, DPR, DPD, BPK, MA dan MK juga merupakan lembaga pelaksana haluan negara yaitu GBHN. Dengan dirumuskan pula kebijakan pokok lembaga-lembaga negara lainnya makan harmonisasi dan kesinambungan pembangunan dapat berjalan.

b. *Pemikiran Rekomendatif*

Majelis Permusyawaratan Rakyat melalui keputusannya, yaitu dalam Keputusan MPR RI No. 4/MPR/2014 tentang Rekomendasi MPR RI Masa Jabatan 2009-2014, menyatakan adanya beberapa aspirasi dalam masyarakat, yakni salah satunya adalah melakukan reformulasi Sistem Perencanaan Pembangunan Nasional dengan model Garis-garis Besar Haluan Negara sebagai haluan penyelenggaraan Negara. Keberadaan “haluan negara” dalam pembangunan nasional menjadi penting, guna mengarahkan pada pembangunan yang berkelanjutan [14].

Secara umum terdapat beberapa saran, yaitu:

1. Harus ada penegasan bahwasanya Haluan Negara merupakan kewenangan Majelis Permusyawaratan Rakyat, dengan syarat Majelis Permusyawaratan Rakyat berdasarkan keanggotaannya merupakan lembaga yang merepresentasikan kepentingan politik, daerah dan golongan.
2. Adanya bentuk kejelasan bentuk Haluan Negara dalam hierarki peraturan perundang-undangan, yakni dalam bentuk Ketetapan Majelis Permusyawaratan Rakyat.
3. Sumber pengaturan Haluan Negara berdasarkan Undang-Undang Dasar;
4. Haluan Negara harus berisikan secara jelas mulai dari konsepsi sampai dengan bagaimana mengimplementasikannya.
5. Adanya kesamaan visi antar cabang kekuasaan, sehingga dalam proses pembuatannya harus melibatkan Presiden sebagai pelaksana dalam semacam suatu forum konsultasi.

IV. KESIMPULAN

Haluan Negara semacam ini akan bersifat lebih netral dari kepentingan politik sesaat, namun menjadi lebih terfokus pada perencanaan menuju cita-cita bangsa sebagaimana tertuang dalam tujuan Negara. Melalui Haluan Negara yang bersifat komprehensif dan mengikat seluruh elemen masyarakat dan lembaga Negara, maka wajar apabila tiap tiap lembaga Negara memberikan laporan pertanggungjawaban kepada rakyat sebagai pemilik kedaulatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih setinggi-tingginya kepada Rektor Universitas Udayana cq. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Udayana dan Dekan Fakultas Hukum Universitas Udayana yang berkenan mendukung dalam pembiayaan penelitian dalam skema Hibah Unggulan Program Studi, serta mendorong keberhasilan penelitian ini dalam mencapai seluruh tahapan proses penelitian yang dituang dalam roadmap penelitian dan jadwal sebagaimana mestinya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mietzner, Marcus. "Political Conflict Resolution and Democratic Consolidation in Indonesia: the Role of the Constitutional Court." *Journal of East Asian Studies* 10.3 (2010): 397-424.
- [2] Jimly Asshiddiqie, 2023, *Haluan Konstitusi Bernegara*, Jakarta: Rajagrafindo Persada.
- [3] Andri Gunawan Wibisana, 2019, *Menulis Di Jurnal Hukum: Gagasan, Struktur, Dan Gaya*, Jurnal Hukum & Pembangunan, 49(2), 471-496, h. 472-473.
- [4] Nafay Choudhury, 2017, *Revisiting Critical Legal Pluralism: Normative Contestations In The Afghan Courtroom*. *Asian Journal Of Law And Society*, Volume 4, Issue 1, 229-255, DOI: 10.1017/Als.2017.2, p. 231.
- [5] Depri Liber Sonata, 2014, *Metode Penelitian Hukum Normatif Dan Empiris: Karakteristik Khas Dari Metode Meneliti Hukum*. *Fiat Justitia Jurnal Ilmu Hukum*, Volume 8, Nomor 1, h. 24-25.
- [6] Hermanto, Bagus, and Nyoman Mas Aryani. "Omnibus legislation as a tool of legislative reform by developing countries: Indonesia, Turkey and Serbia practice." *The Theory and Practice of Legislation* 9, no. 3 (2021): 425-450.
- [7] Kaelan, 2017, *Inkonsistensi dan Inkohorensi dalam Undang-undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945*, Jakarta: Badan Pengkajian MPR RI.
- [8] Susanto, Mei. "Wacana Menghidupkan Kembali GBHN dalam Sistem Presidensial Indonesia." *Jurnal Penelitian Hukum De Jure* 17.3 (2017): 427-445.
- [9] Sudirta, I. Wayan. "Makna, Kedudukan, Dan Implikasi Hukum Haluan Negara Dalam Sistem Ketatanegaraan Indonesia." *Jurnal Yuridis* 7.2 (2020): 258.
- [10] Hermanto, Bagus. "Discover future prospect of Indonesia criminal law reform: Questioning adat criminal law existence, Material and Formal Legislation, and Constitutional Court Decision Frameworks." In Paper was presented at International Seminar Udayana University and University of Melbourne, vol. 17, pp. 1-20. 2021.
- [11] Astaryani, Ni Luh Gede, Bagus Hermanto, Rosino da Cruz, and Fifiana Wisnaeni. "Preventive and evaluative mechanism analysis on regulatory and legislation reform in Indonesia." *Law Reform* 19, no. 2 (2023): 248-269.
- [12] Subawa, Made, et.al. 2023, "Aktualisasi Filsafat Ilmu Hukum Pnacasila dalam Penguatan dan Pembinaan Pembentukan Undang-undang di Indonesia" Ponorogo: Uwais Inspirasi Indonesia.
- [13] Soesatyo, Bambang. "The Urgency Of The Staples Of State Policy As A Legal Umbrella For The Sustainable Development Implementation To Face The Industrial Revolution 5.0." *Central Asia & the Caucasus* (14046091) 23, no. 1 (2022).
- [14] Hermanto, Bagus, Asrul Ibrahim Nur, and Made Subawa. "Indonesia parliamentary reform and legislation quality backsliding phenomenon: case of Indonesia post reformasi." *The Theory and Practice of Legislation* (2024): 73-99



Uji Aktivitas Antijamur Fraksinasi Ekstrak Daun Awar-Awar (*Ficus septica*) terhadap Jamur *Sclerotium rolfsii* Penyebab Penyakit Busuk Umbi Porang Secara In Vitro

¹ Qomariyah

Laboratorium Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
qomariyah@unud.ac.id

²Ni Kadek Desy Andya Dewi

Laboratorium Biopestisida, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
desyandya@unud.ac.id

Abstract- Umbi Porang merupakan bahan baku industri makan atau farmasi yang di Jepang dan China. Umbi porang dapat tumbuh dengan baik di daerah tropis dan sub tropis. Indonesia merupakan daerah tropis yang baik untuk produksi umbi porang. Umbi porang yang di kirim ke Jepang dan China harus memiliki kualitas yang bagus memenuhi standar. Produktivitas umbi porang dipengaruhi oleh bebrgai factor salah satunya adalah penyakit pembusukan pada umbi baik sebelum panen maupun sesudah panen. Penyebab dari pembusukan pada umbi Porang salah satunya disebabkan oleg jamur *Sclerotium rolfsii*. Salah satu yang dapat digunakan sebagai pengendalian penyakit adalah dengan pestisida nabati. Tanaman yang dapat digunakan sebagai pestisida nabati adalah daun awar-awar. Daun awar-awar memiliki bahan aktif antijamur yang dapat menghapat jamur penyebab penyakit tanaman. Aktivitas antijamur ekstrak daun awar-awar juga dapat dipengaruhi oleh proses ektrsaksi yang dilakukan. Ekstrak awal yang didapatkan masih memiliki banyak campuran bahan aktif yang mempengaruhi aktivitas antijamurnya, sehingga diperlukan pemisahan lanjutan yang bergantung pada tingkat polaritasnya dengan fraksinasi. Fraksi yang digunakan dalam penelitian ini adalah fraksi N-Hexane dan Metanol. Berdasarkan hal tersebut adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui aktivitas antijamur fraksi n-hexane dan metanol dari ekstrak metanol daun awar-awar (*Ficus septica* burm f) terhadap jamur *Sclerotium rolfsii* penyebab penyakit busuk umbi Porang (*Amorphophallus muelleri*) dengan metode sumur difusi. Hasil dari penelitian ini adalah ekstrak kasar daun awar-awar dengan konsetrasi 6% tidak menghambat pertumbuhan jamur *S. rolfsii*. Ekstrak daun awar-awar kemudian di fraksinasi dengan senaywa n-heksane dan metanol. Hasil fraksinasi ekstrak daun awar-awar pada fase metanol dengan konsetrasi 3% mampu menghambat 100% pertumbuhan jamur *S.rolfsii*. Sedangkan apda fase N-Hexane 5% tidak memilik daya hambat.

Kata Kunci : Ekstrak Daun Awar-Awar, Penyakit Busuk Umbi Porang

I. PENDAHULUAN

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) merupakan golongan tumbuhan umbi-umbian yang dapat tumbuh di daerah tropis. Tanaman porang memiliki berbagai spesies yaitu *A. paeoniifolius*, *A. variabilis*, *A. spectabilis*, *A. decussilvae*, *A. muelleri* dan jenis lainnya yang dapat ditemukan di Indonesia [12]. Umbi porang digunakan oleh Jepang dan China sebagai bahan baku industri makanan sejak 1.000 tahun yang lalu [9]. Umbi porang mengandung glukomanan hingga 75 % yang memiliki manfaat bagi Kesehatan [6].

Umbi porang tanpa penyakit atau pembusukan dapat meningkatkan kualitas kandungan nutrisi pada Umbi. Pembusukan merupakan salah satu kendala dalam bidang pertanian maupun industri yang menyebabkan terjadinya kerugian. Pembusukan dapat disebabkan oleh bakteri maupun jamur [12]. Bakteri dan jamur ini dapat menyerang sebelum panen maupun sesudah panen. Umbi porang dapat menjadi media tumbuh bagi beberapa jamur karena memiliki nutrisi yang dibutuhkan oleh jamur penyebab busuk umbi yang menjadi penyakit penting dalam budidaya maupun penanganan pasca panen umbi porang [8]. Menurut Setiasih, 2008 salah satu Jamur yang menyebabkan penyakit busuk umbi adalah Jamur *Sclerotium rolfsii* Sacc [16].

Pengendalian penyakit busuk umbi ini harus dicegah agar dapat menjaga produktivitas dari umbi Porang, Pengendalian yang selama ini dilakukan adalah dengan menggunakan pestisida kimia sintetis. Penggunaan pestisida sintetis secara terus menerus memiliki dampak negatif bagi lingkungan [14]. pestisida sintetis memiliki dampak negatif yaitu terbunuhnya organisme yang bukan menjadi sasaran, terjadi resistensi atau kekebalan pada hama dan patogen sasaran, munculnya ledakan hama dan patogen sekunder, residu pestisida menyebabkan keracunan pada konsumen, serta pencemaran lingkungan yang menyebabkan keseimbangan ekosistem terganggu [1]. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah dengan pemanfaatan pestisida nabati sebagai pengganti pestisida sintetis [5].

Salah satu pestisida nabati yang banyak digunakan adalah daun tanaman awar-awar (*Ficus septica* Burm F). Awar-awar merupakan tumbuhan yang termasuk *Moraceae* dengan bentuk pohon atau semak tinggi. Tanaman ini memiliki berbagai bahan aktif salah satunya berada pada daun tanaman. Ekstrak daun awar-awar mengandung senyawa terpenoid, flavonoid, alkanoid, dan fenol. Hasil fraksinasi ekstrak metanol daun awar-awar mengandung senyawa aktif alkaloid berupa senyawa 2 indolizidine yaitu ficuseptine dan antofine, kedua senyawa tersebut mempunyai aktivitas antijamur dan antibakteri [3]. Ekstrak daun awar-awar fase metanol mampu menghambat pertumbuhan jamur *Colletotrichum acutatum* secara *in vivo* [18]. Menurut Sianturi dkk 2023, ekstrak daun awar-awar (*Ficus septica* Burm F) efektif menghambat pertumbuhan jamur *P. infestans* penyebab penyakit hawar daun tomat (*Solanum lycopersicum* L.) [17]

Pestisida nabati mengandung bahan aktif berupa senyawa yang berasal dari tumbuhan, baik murni maupun berupa ekstrak kasar. Ekstrak kasar diperoleh dengan cara ekstraksi pada suatu bahan alam. Ekstraksi adalah proses pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaan kelarutannya terhadap dua cairan tidak saling larut yang berbeda, biasanya air dan yang lainnya pelarut organik [2]. Ekstrak awal merupakan campuran dari berbagai senyawa sehingga dapat mempengaruhi aktivitas anti-jamurnya. Ekstrak awal juga sulit di pisahkan untuk memperoleh senyawa tunggal. Dengan demikian untuk lebih meningkatkan aktivitas dari senyawa kimia maka diperlukan fraksinasi. Fraksinasi merupakan proses penarikan senyawa pada ekstrak menggunakan dua macam pelarut yang tidak saling bercampur. Pelarut yang umumnya dipakai untuk fraksinasi adalah n-heksane, etil asetat, dan metanol [4]. Dengan demikian untuk meningkatkan aktivitas antijamur maka dalam penelitian ini menggunakan fraksi n-heksan dan metanol.

II. METODE DAN PROSEDUR

A. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2024 di Laboratorium Biopestisida, Fakultas Pertanian Universitas Udayana, Kampus Sudirman, Denpasar.

B. Pelaksanaan Penelitian

1. Isolasi Jamur *Sclerotium rolfsii* Penyebab Penyakit Busuk pada Umbi Porang

Jamur *Sclerotium rolfsii* diperoleh dari koleksi isolat pada Laboratorium Biopestisida Fakultas Pertanian Universitas Udayana. Jamur tersebut di remajakan dengan menggunakan media PDA (Potato Dextrose Agar) sebelum digunakan untuk melakukan uji hayati. PDA terbuat dari kentang 200 g, dextrose 20 g, agar 15 g dan aquades 1000 ml.

2. Ekstraksi Bahan Tanaman

Semua bahan tanaman (bagian daun) dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan kontaminan permukaan. Daun selanjutnya dicincang kecil kecil, lalu di kering anginkan pada suhu kamar selama 2-3 hari. Simplisia ini selanjutnya diblender sampai halus sebelum direndam dengan metanol atau aseton dengan perbandingan 1 simplisia ditambahkan 9 bagian pelarut (metanol). Rendaman ini dibiarkan pada tempat gelap pada suhu kamar selama 48 jam.

3. Pemisahan Ekstrak dan Pelarut Organik

Rendaman simplisia selanjutnya disaring menggunakan 3 lapis kain kasa untuk memisahkan filtrat dan ampas. Filtrat ini selanjutnya diuapkan menggunakan *rotary evaporator* untuk memisahkan pelarut dengan ekstrak. Akan diperoleh ekstrak kasar kental. Ekstrak ini kemudian dimasukkan ke dalam botol gelas, selanjutnya ditimbang untuk mengetahui beratnya.

4. Pemisahan antara Bagian Polar dan Non Polar (Fraksinasi)

Ekstrak kasar yang diperoleh selanjutnya dipisahkan antara bagian yang polar dan Bagian yang non-polar dengan metode counter current distribution. Ekstrak kasar pertama tama ditambahkan pelarut non-polar (n-Hexan) dan ditambahkan dengan volume yang sama pelarut polar (metanol) di dalam glas Erlenmeyer. Kemudian dimasukkan ke dalam corong pemisah (separating funnel). Lakukan pengocokan secara halus dengan posisi corong pemisah horizontal sambil sesekali membuka tutup corong pemisah untuk mengeluarkan gas yang timbul. Corong pemisah didiamkan pada standard dengan posisi tegak lurus sampai pelarut n-Hexane dan Metanol terpisah dengan baik. Bagian bawah adalah fase metanol sedangkan yang di atas adalah fase hexane. Uapkan pelarut sampai diperoleh ekstrak dari fase metanol dan fase hexane dan siap digunakan untuk pengujian.

5. Uji Hayati

Uji hayati dilakukan menggunakan *Sclerotium sp.* Jamur terlebih dahulu diremajakan Dengan menumbuhkannya pada media PDA miring. Biakan berumur sekitar umur 5-7 hari selanjutnya dipanen spora dan miselinya menggunakan air steril dan dilakukan di dalam laminar *flow cabinet*. Suspensi jamur (yang mengandung spora dan miselia jamur) sebanyak 200 micro liter dimasukkan ke dalam Petri dish, selanjutnya ke dalam Petri dish dituangkan media PDA cair (suhu sekitar 45-50oC) sambil digoyang horizontal agar suspensi jamur tercampur merata. Jumlah biakan yang disiapkan adalah masing masing 10 biakan. Masing-masing perlakuan diulang 2 kali.

6. Pembuatan Sumur Difusi dan Perlakuan Ekstrak

Pada biakan yang sudah padat, dibuat sumur difusi menggunakan cork borer diameter 5 mm. Sebanyak dua sumur difusi dibuat untuk satu Petri dish. Ke dalam masing- masing sumur difusi dimasukkan sebanyak 20 micro liter ekstrak (daun trembesi dan daun awar-awar) fase metanol dan fase hexane yang sudah diencerkan dengan konsentrasi 1%. Siapkan dua Petri untuk Kontrol. Biakan ini diinkubasi pada tempat gelap selama 3 hari. Masing-masing Petri dish diberi label nama ekstrak dan jamur.

7. Pengamatan

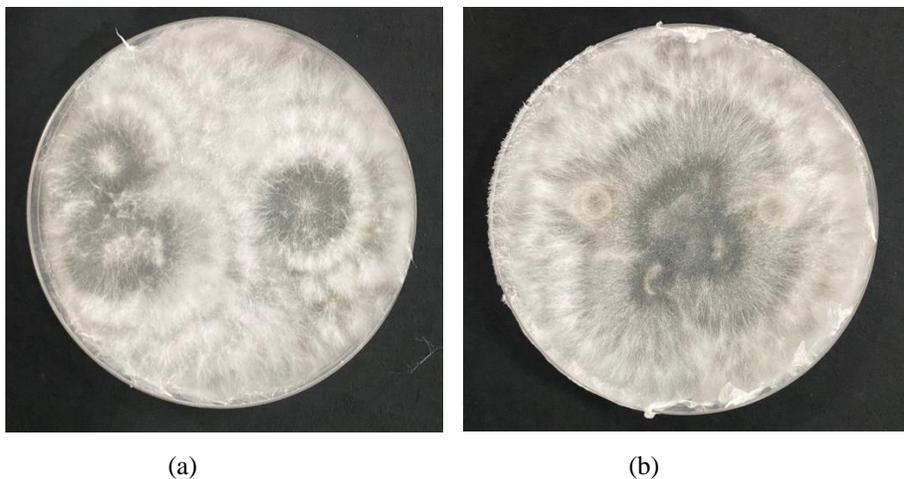
Pengamatan dilakukan terhadap ada tidaknya zona hambatan di sekitar sumur difusi dan diameter zona hambatan diukur, dihitung rata-ratanya dan dibandingkan antar perlakuan. Semakin besar diameter zona hambatan menunjukkan daya hambat ekstrak tersebut semakin tinggi

C. Analisis Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini dianalisis dengan menggunakan analisis of varians (ANOVA) dengan Rancangan Acak Lengkap yang dilanjutkan dengan uji Duncans Multiple Range Test (DMRT). Analisis statistik dilakukan dengan program software SPSS for windows version 17.0 tahun 2009.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

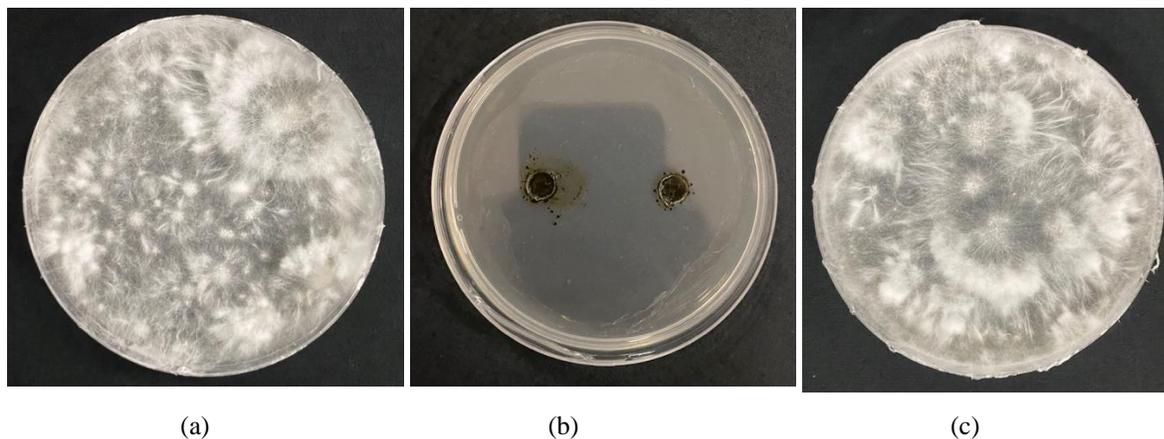
Berdasarkan uji daya hambat ekstrak kasar daun awar-awar terhadap pertumbuhan jamur *Sclerotium sp.* secara *in vitro* tidak mampu menekan pertumbuhan koloni jamur patogen. Hal ini ditunjukkan dengan tidak adanya zona hambatan (zona bening) pada perlakuan (Gamar 2). Pada perlakuan ini ekstrak kasar yang didapat dari daun awar-awar dilarutkan dalam hexane dengan kosentrasi adalah 6%.



Gambar 1. Hasil uji daya hambat ekstrak kasar daun awar-awar dan trembesi terhadap pertumbuhan *Sclerotium* sp. (a) perlakuan ekstrak kasar daun awar-awar, (b) kontrol jamur *Sclerotium* sp.

Perlakuan ekstrak kasar daun awar-awar dan trembesi tidak mampu menghambat pertumbuhan jamur patogen. Hal ini dapat dilihat pada gambar bahwa pertumbuhan jamur *Sclerotium* sp. pada perlakuan ekstrak kasar daun awar awar dan trembesi serta pada kontrol terlihat sama. Yang mana jamur dapat tumbuh dengan baik tanpa adanya hambatan. Hal ini dapat diartikan bahwa pada ekstrak kasar daun awar awar dengan konsentrasi 6 % tidak terdapat bahan aktif yang dapat menghambat pertumbuhan jamur *Sclerotium* sp.

Berdasarkan hasil partisi dengan dua jenis pelarut yaitu heksan dan metanol menunjukkan bahwa ekstrak awar-awar fase metanol dengan konsentrasi 3% dapat menghambat pertumbuhan jamur *Sclerotium* sp. dengan terlihat tidak adanya pertumbuhan jamur patogen. Sementara ekstrak daun awar-awar fase hexane dengan konsentrasi 5% tidak dapat mengambat pertumbuhan jamur *Sclerotium* sp. (Gambar 3).



Gambar 2. Hasil uji daya hambat ekstrak daun awar-awar dan trembesi hasil partisi terhadap pertumbuhan *Sclerotium* sp. (a) perlakuan awar-awar fase heksan, (b) perlakuan awar-awar fase metanol, (c) kontrol jamur *Sclerotium* sp.,

Jika dilihat pada gambar menunjukkan bahwa ekstrak awar-awar fase heksan tidak dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen ditunjukkan dengan tumbuhnya jamur *Sclerotium* sp. dengan baik jika dibandingkan dengan kontrol terlihat sama. Hal ini menunjukkan tidak adanya zat aktif pada fase heksane yang dapat menghambat pertumbuhan *Sclerotium* sp. Dengan kata lain hal ini menunjukkan bahwa zad aktif yang bersifat non polar tidak dapat menghambat pertumbuhan patogen.

Sementara pada ekstrak daun awar-awar fase metanol menunjukkan adanya penghambatan dengan tidak terlihat tumbuhnya jamur *Sclerotium* sp. pada perlakuan fase metanol. Hal ini dapat dikatakan bahwa terdapat zat aktif pada

fase metanol yang dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen. Dengan kata lain bahwa zat aktif yang dapat menghambat pertumbuhan jamur *Sclerotium* sp. bersifat polar atau dapat larut dalam air.

IV. KESIMPULAN

Ekstrak kasar daun awar-awar dengan konsentrasi 6% tidak menghambat pertumbuhan jamur *S. rolfsii*. Ekstrak daun awar-awar kemudian di fraksinasi dengan senyawa n-heksane dan metanol. Hasil fraksinasi ekstrak daun awar-awar pada fase metanol dengan konsentrasi 3% mampu menghambat 100% pertumbuhan jamur *S.rolfsii*. Sedangkan pada fase N-Hexane 5% tidak memiliki daya hambat. Zat aktif yang dapat menghambat pertumbuhan jamur *Sclerotium* sp. bersifat polar atau dapat larut dalam air.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada LPPM Universitas Udayana telah memberikan dukungan dana dengan program DIPA PNBP Universitas Udayana TA-2024.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arutselvi, R., T. Balusarayanan, P. Ponmurugan, and A.A. Joel. 2012. Effect of various biopesticides and biocides on the leaf pest *Udaspes folus* of turmeric plants. *J. Biopest* 5(1):51-56.
- [2] Bajwa, A.A., and A. Ahmad. 2012. Potential applications of neem based products as biopesticides. *The Health* 3(4):116-120.
- [3] Baumgartner, B., Erdelmeier, C.A.J., Wright, A.D., Rali, T. and Sticher, O. 1990. An antimicrobial alkaloid from *Ficus septica*. *Journal of Phytochemistry* 29(10):3327-3330.
- [4] Bottone, E.J. 2010. *Bacillus cereus*, a volatile human pathogen. *Clinical Microbiology Review*. 23: 382-398.
- [5] Chandler, D., A.S. Balley, G.M. Tatchell, G. Davidson, J. Greaves, and W.P. Grant. 2011. The development, regulation and use of biopesticides for integrated pest management. *Philos. Trans. R Soc. Lond Biol. Sci.* 12(366):1987-1998.
- [6] Chua, M., Chan, K., Hocking, T.J., Williams, PA., Perry, C.J., & Baldwin, T.C. 2012. Methodologies for the extraction and analysis of konjac glucomannan from corms of *Amorphophallus konjac*. *Carbohydrate Polymers*. 87: 2202-2210.
- [7] Czajkowski, R., Perombelon, M.C.M., Van, V.J.A., & Van, D.W.J.M. 2011. Control of Blackleg and Tuber Soft Rot of Potato Caused by *Pectobacterium* and *Dickeya* Species: A Review. *Plant Pathology*. 60: 999-1013.
- [8] Djafaruddin. 2000. *Dasar-Dasar Pengendalian Penyakit Tanaman*. PT Bumi Aksara, Jakarta.
- [9] Fang, W., & Wu, P. 2004. Variations of Konjac glucomannan (KGM) from *Amorphophallus konjac* and its refined powder in China. *Food hydrocolloids*. 18: 167-170
- [10] Gogoi, N.K., Phookan, A.K., & Narzay, B.D. 2002. Management of collar rot of elephant's foot yam. *Indian Phytopathology*. 55: 238-240.
- [11] Joseph, B., Sowmya, and S. Sujatha. 2012. Insight of botanical based biopesticides against economically. *Inter. J. of Pharmacy and Life Sci.* 3(11):2138-2148.
- [12] Koswara, S. 2013. *Teknologi Pengolahan Umbi-umbian (Bagian 2: Pengolahan Umbi Porang)*. Research and Community Service institution, Institut Pertanian Bogor.
- [13] Muhtadi, D., & Anjarsari, Bf. 1995. Meningkatkan Nilai Tambah Komoditas Sayuran. Seminar Nasional Komoditas Sayuran. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi Fateta. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [14] Narullita, A., Waluyo, S., & Novita, D.D. 2013. Sifat Fisik Ubi Jalar (Ubi Jalar Gisting Kabupaten Tanggamus dan Jati Agung Kabupaten Lampung Selatan) pada Dua Metode Penyimpanan. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 2: 133 -146.
- [15] Nuroniah, H. S. and Kokasih, A. S., 2010, Mengenal Jenis Trembesi (*Samanea saman* (Jacquin) Merrill) sebagai Pohon Peneduh, Available from: <http://forplan.or.id/images/File/Mitra/mitra%20Vol5No12010.pdf>, Diakses 29 November 2013

- [16] Setiasih I. 2008. Produktivitas tanaman iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume) pada berbagai perlakuan dosis N dan K . Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- [17] Sianturi,N.S., D.N. Suprpta dan N.W. Suniti.2023. Uji Efektivitas Ekstrak Daun Awar-Awar (*Ficus Septica* Burm F) untuk Menghambat Pertumbuhan Jamur *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Hawar Daun Tomat. *Agrotrop : Journal on Agriculture Science*, 13(1): 54 – 66
- [18] Sudirga, S. K. 2015. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Aktif Ekstrak Daun Awar- awar (*Ficus septica* *brum.* F) dan Uji Efektivitasnya terhadap Jamur *Colletotrichum acutatum*. Universitas Udayana.
- [19] Suganthy, M. and P. Sakthivel. 2013. Field evaluation of biopesticides against tobacco cater pillar *Spodoptera litura* Fab. infesting *Gloriosa superba* (Linn.). *J. Biopest* 6(2):90-95.
- [20] Sumarwoto. 2005. Iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume): Deskripsi dan Sifat-Sifat Lainnya. *Jurnal Biodiversitas*. 6: 185-190
- [21] Yu, L., Zhao, J., Liu, J., Wu, X., Wang, D., Xu, S., & Srzednicki, G.S. 2015. Identification of postharvest pathogens of *Amorphophallus muelleri* and indoor screening of fungicides. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 5: 577-584.

Desain Lampu Jari dengan Teknologi LED dan Kamera untuk Meningkatkan Penerangan dan Visualisasi dalam Prosedur Kedokteran Gigi

¹I Gusti Ayu Fienna Novianthi Sidiartha

²Kedokteran Gigi dan Propesi Dokter Gigi, Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana
Bali, Indonesia
fiennasidiartha@unud.ac.id

²Putu Marianti Kaman Dewi, ³I Gusti Made Ngurah Desnanjaya

²Kedokteran Gigi dan Propesi Dokter Gigi, Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana
Bali, Indonesia
mariati.kaman@unud.ac.id

³Institut Bisnis dan Teknologi Indonesia
Bali, Indonesia

ngurah.desnanjaya@instiki.ac.id

Abstract— Penelitian ini dilakukan sebagai respons terhadap hasil kuesioner dan wawancara yang melibatkan dokter gigi dan pasien, yang menunjukkan adanya kebutuhan akan penerangan yang lebih fleksibel dan ergonomis dalam prosedur klinis. Berdasarkan masukan dari dokter gigi mengenai keterbatasan lampu dental konvensional, serta keluhan pasien terkait kenyamanan selama prosedur, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan lampu jari dengan teknologi LED dan kamera. Lampu ini dirancang untuk memberikan penerangan presisi dan visualisasi yang lebih baik, terutama pada area yang sulit dijangkau. Desain lampu jari mencakup penempatan lampu LED di atas jari dan ujung jari, serta kamera di ujung jari untuk membantu dokter gigi melihat kondisi gigi dengan lebih jelas. Input dari dokter gigi terkait kebutuhan ergonomi, intensitas pencahayaan, dan visualisasi real-time dari kamera menjadi dasar pengembangan alat ini. Sementara itu, wawancara dengan pasien membantu memperbaiki desain agar alat tetap nyaman saat digunakan dalam berbagai jenis perawatan. Hasilnya, lampu jari ini mampu memberikan solusi yang lebih efektif untuk penerangan dan visualisasi dalam prosedur klinis gigi.

Kata Kunci— Lampu jari, penerangan klinis, kedokteran gigi, ergonomi, efisiensi kerja.

I. PENDAHULUAN

Penerangan yang optimal merupakan elemen esensial dalam praktik kedokteran gigi karena mempengaruhi langsung kemampuan dokter gigi untuk melihat area kerja dengan jelas, yang berdampak pada akurasi dan efisiensi prosedur klinis. Sering kali, area yang memerlukan penerangan sangat terbatas dan sulit dijangkau oleh sistem penerangan konvensional, seperti lampu dental overhead.[2] Keterbatasan penerangan ini dapat mengakibatkan bayangan yang mengganggu, yang menurunkan kualitas visualisasi dan pada akhirnya memengaruhi hasil prosedur.[3]

Seiring dengan perkembangan teknologi, kebutuhan akan alat penerangan yang lebih fleksibel, portabel, dan ergonomis menjadi semakin mendesak.[4] Teknologi penerangan yang ada saat ini masih menghadapi tantangan dalam hal mobilitas dan kemudahan penggunaan, terutama dalam prosedur yang membutuhkan pencahayaan yang presisi pada area yang sulit dijangkau.[5]-[7] Dalam konteks ini, inovasi berupa lampu jari muncul sebagai solusi potensial yang dapat mengatasi keterbatasan penerangan konvensional. Lampu jari dirancang untuk memberikan sumber cahaya yang mengikuti gerakan tangan dokter gigi, sehingga memungkinkan penerangan yang lebih tepat sasaran dan mengurangi ketergantungan pada lampu dental overhead.[8]

Pengembangan lampu jari membutuhkan pendekatan multidisiplin yang mencakup aspek teknologi, ergonomi, dan material.[9]-[11] Aspek teknologi mencakup pemilihan sumber cahaya yang efisien dan tahan lama, serta desain sistem daya yang memungkinkan penggunaan dalam jangka waktu yang lama tanpa mengganggu prosedur klinis.[12] Selain itu, desain ergonomis yang mempertimbangkan kenyamanan pengguna menjadi hal yang sangat

penting, karena alat ini harus ringan dan tidak mengganggu gerakan tangan dokter gigi selama prosedur. Pemilihan material juga perlu diperhatikan agar alat ini mudah disterilisasi dan aman digunakan dalam lingkungan klinis.[13]

Selain pengembangan teknis, implementasi lampu jari dalam praktik klinis juga memerlukan evaluasi menyeluruh. Evaluasi ini melibatkan uji coba dalam lingkungan nyata untuk menilai bagaimana lampu jari dapat meningkatkan efisiensi kerja, mengurangi kelelahan mata, dan memungkinkan dokter gigi untuk bekerja dengan lebih presisi.[14] Uji coba ini juga penting untuk memahami bagaimana lampu jari berfungsi dalam berbagai kondisi klinis, termasuk prosedur yang memerlukan durasi yang lama atau pada pasien dengan kondisi tertentu yang mungkin memerlukan penyesuaian penerangan khusus.[15][16]

Dengan adanya lampu jari, diharapkan dapat tercipta solusi penerangan yang lebih baik dalam praktik kedokteran gigi. Solusi ini tidak hanya akan meningkatkan kualitas layanan kesehatan gigi, tetapi juga dapat berkontribusi pada peningkatan keselamatan pasien dan kenyamanan kerja bagi dokter gigi.[17] Lampu jari yang berhasil dikembangkan dan diimplementasikan secara efektif dapat menjadi alat penting yang mendukung prosedur klinis yang lebih akurat dan efisien, serta mengurangi risiko kesalahan yang disebabkan oleh masalah pencahayaan.[18] Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan lampu jari sebagai solusi inovatif yang dapat mengatasi kendala penerangan dalam prosedur klinis kedokteran gigi. Pengembangan desain lampu jari ini didasarkan pada masukan yang diperoleh melalui kuesioner dan wawancara dengan dokter gigi serta pasien. Dari kuesioner yang diisi oleh para dokter gigi, diperoleh informasi kritis mengenai kekurangan sistem penerangan konvensional, terutama dalam hal fleksibilitas dan kemampuan menerangi area yang sulit dijangkau. Masukan tersebut menjadi landasan penting untuk merancang lampu jari yang lebih portabel, ergonomis, dan efektif. Sementara itu, wawancara dengan pasien memberikan wawasan berharga tentang kenyamanan mereka selama prosedur klinis, di mana penerangan yang baik terbukti dapat meningkatkan pengalaman perawatannya dan mengurangi ketidaknyamanan.[19] Berdasarkan data empiris ini, desain lampu jari yang dihasilkan tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dokter gigi dalam menjalankan prosedur, tetapi juga menciptakan lingkungan yang lebih nyaman bagi pasien. Dengan demikian, implementasi lampu jari ini diharapkan mampu meningkatkan kualitas pelayanan kedokteran gigi secara keseluruhan dan mengurangi risiko kesalahan yang disebabkan oleh keterbatasan penerangan tradisional.[20]

II. METODE DAN PROSEDUR

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan eksperimental untuk mengembangkan dan menguji lampu jari dalam praktik kedokteran gigi. Penelitian terdiri dari dua tahap: pengembangan prototipe lampu jari dan uji klinis penggunaannya oleh dokter gigi.

A. *Design penelitian*

Desain penelitian ini adalah eksperimental dengan dua tahap utama: pengembangan dan pengujian prototipe lampu jari. Pada tahap pengembangan, prototipe lampu jari dirancang berdasarkan studi literatur dan kebutuhan klinis untuk meningkatkan fleksibilitas dan kualitas penerangan. Tahap pengujian melibatkan uji coba klinis di mana 30 dokter gigi menggunakan prototipe dalam prosedur gigi mereka. Data kinerja, kenyamanan, dan efektivitas lampu jari dibandingkan dengan sistem penerangan konvensional melalui observasi dan kuesioner yang dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif.

B. *Subject Penelitian*

Subjek penelitian ini adalah 30 dokter gigi yang dipilih secara purposive, dengan kriteria inklusi berupa pengalaman minimal 2 tahun dalam praktik klinis aktif. Dokter gigi ini akan menggunakan prototipe lampu jari selama prosedur gigi mereka dan memberikan umpan balik mengenai kenyamanan, kemudahan penggunaan, serta efektivitas alat tersebut. Partisipasi juga akan diobservasi selama prosedur untuk mengevaluasi dampak lampu jari terhadap akurasi, efisiensi kerja, dan pengurangan kelelahan mata.

C. *Prosedur Penelitian*

Prosedur penelitian dimulai dengan pengembangan prototipe lampu jari berdasarkan kebutuhan klinis dan ergonomis. Setelah prototipe selesai, dilakukan uji laboratorium untuk memastikan fungsionalitas dan keamanan. Pada tahap uji klinis, prototipe diberikan kepada 30 dokter gigi untuk digunakan selama satu minggu dalam berbagai prosedur klinis. Selama penggunaan, dilakukan observasi langsung untuk menilai efektivitas penerangan, akurasi, dan efisiensi kerja. Setelah setiap penggunaan, dokter gigi mengisi kuesioner untuk mengevaluasi kenyamanan dan kemudahan penggunaan. Data dari observasi dan kuesioner dianalisis untuk menilai kinerja lampu jari dibandingkan dengan sistem penerangan konvensional.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

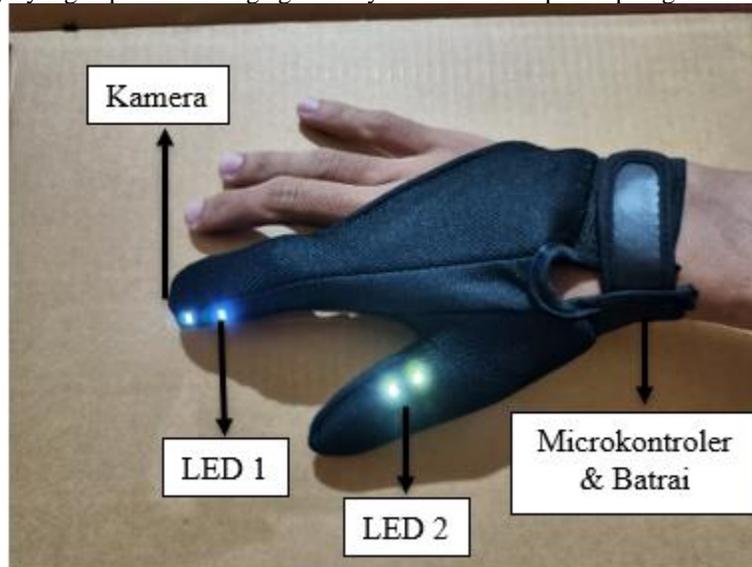
1. Desain Alat

Lampu jari yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki desain ergonomis yang dirancang untuk meningkatkan kenyamanan dan fungsionalitas saat digunakan dalam prosedur klinis gigi. Alat ini terdiri dari beberapa komponen utama:

- a. **Sumber Cahaya LED**, Menggunakan lampu LED yang efisien dan tahan lama, dengan kemampuan untuk menghasilkan intensitas cahaya yang sesuai dengan kebutuhan pencahayaan klinis.
- b. **Struktur Ringan**, Desain lampu dibuat ringan dengan bahan plastik berkualitas tinggi, sehingga mudah dipasang pada jari dokter gigi tanpa mengganggu gerakan tangan.
- c. **Sistem Pengaturan Intensitas**, Lampu dilengkapi dengan fitur pengaturan intensitas cahaya, memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan tingkat pencahayaan sesuai dengan prosedur yang dilakukan.

Desain ini bertujuan untuk memastikan bahwa lampu jari dapat memberikan penerangan yang optimal pada area kerja yang sulit dijangkau, mengurangi ketergantungan pada lampu overhead, dan meningkatkan kenyamanan selama prosedur berlangsung.

Gambar 1 merupakan tampilan dari alat lampu jari yang dimana terdiri dari kamera yang digunakan untuk membantu dokter gigi dalam melihat lebih jelas penyakit gigi, adapun led 1 dan 2 merupakan cahaya yang berfungsi sebagai pencahayaan yang membantu dokter gigi dalam pemeriksaan sedangkan mikrokontroler dan baterai digunakan sebagai daya yang dapat diisi ulang agar cahaya led tidak redup. Adapun gambar 1 sebagai berikut ini :



Gambar 1. Tampilan Alat

2. Bukti Uji Coba Alat

Uji coba alat dilakukan di beberapa klinik gigi dengan melibatkan 30 dokter gigi sebagai partisipan. Bukti dari uji coba ini mencakup wawancara dan kuesioner.

- a. **Wawancara**, Setelah menggunakan lampu jari, wawancara dilakukan dengan setiap partisipan untuk mendapatkan feedback mendalam mengenai pengalaman mereka. Hasil wawancara menunjukkan bahwa sebagian besar dokter gigi merasa lampu jari meningkatkan kenyamanan kerja dan mengurangi kelelahan mata. Mereka juga menyatakan bahwa alat ini membantu dalam memperbaiki akurasi dan efisiensi prosedur, terutama pada area yang sulit dijangkau. Beberapa dokter gigi menyatakan bahwa alat ini menjadi solusi praktis untuk mengatasi keterbatasan pencahayaan konvensional.
- b. **Kuesioner**, Setiap partisipan diminta untuk mengisi kuesioner yang berisi pertanyaan mengenai kenyamanan, efektivitas, dan kepuasan terhadap lampu jari. Hasil kuesioner menunjukkan bahwa 90% partisipan merasa puas dengan penggunaan lampu jari, dengan rata-rata skor kenyamanan mencapai 4,5 dari

5. Kuesioner juga menilai aspek kemudahan penggunaan, di mana 85% dokter gigi melaporkan bahwa alat tersebut mudah dipasang dan dioperasikan selama prosedur.

Uji Fungsi

Pada uji fungsi alat pencahayaan pada jari, yang di implementasikan pada saat melakukan praktek konservasi gigi pada klinik. Setelah melakukan pengambilan gambar, hasil dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. Uji Coba Alat

Adapun gambar 2 merupakan bukti dokumentasi berupa wawancara dan pengisian quisioner yang dilakukan dalam pengujian penggunaan alat pada dokter gigi.



Gambar 3. Dokumentasi Wawancara dan Quisioner

Tabel 1 merupakan Saran dari dokter gigi yang diperoleh melalui kuesioner dan wawancara menjadi dasar penting dalam pengembangan lampu jari. Mereka menekankan kebutuhan akan desain yang ringan dan ergonomis agar tidak mengganggu pergerakan tangan, serta kemampuan untuk menyesuaikan intensitas cahaya sesuai kebutuhan prosedur. Rekomendasi untuk menggunakan LED yang terfokus dan menambahkan kamera kecil di ujung jari juga diungkapkan, bertujuan untuk meningkatkan visualisasi di area sulit dijangkau. Semua masukan ini diterjemahkan ke dalam desain lampu jari yang lebih efektif dan sesuai dengan kebutuhan praktis dokter gigi dalam praktik klinis.

Tabel 1. Data evaluasi quisioner dan wawancara

Aspek yang Dievaluasi	Saran dari Dokter Gigi	Tindakan Pengembangan Lampu Jari
Ergonomi Alat	Alat harus ringan dan tidak mengganggu pergerakan tangan.	Desain dibuat lebih ringan dan kompak, memastikan alat tidak membebani.
Posisi Sumber Cahaya	Cahaya harus mengikuti gerakan tangan secara langsung tanpa hambatan.	LED ditempatkan di atas dan ujung jari untuk memastikan cahaya tepat sasaran.

Intensitas Cahaya	Intensitas cahaya perlu dapat disesuaikan sesuai dengan kebutuhan prosedur.	Memasang pengaturan intensitas LED yang dapat diubah oleh pengguna.
Sistem Daya	Alat sebaiknya memiliki baterai tahan lama dan tidak memerlukan pengisian berulang selama prosedur.	Menggunakan baterai berkapasitas tinggi dengan sistem hemat energi.
Kenyamanan Penggunaan dalam Waktu Lama	Alat harus nyaman digunakan selama prosedur panjang tanpa menyebabkan kelelahan.	Desain ergonomis yang mengikuti bentuk alami tangan, dengan bantalan tambahan.
Visualisasi Lebih Jelas	Visualisasi pada area yang sulit dilihat memerlukan dukungan visual tambahan.	Kamera kecil di ujung jari yang terhubung dengan tampilan layar untuk membantu visualisasi area yang sulit dijangkau.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan dan menguji prototipe lampu jari sebagai solusi inovatif untuk penerangan dalam praktik klinis kedokteran gigi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa lampu jari mampu meningkatkan kualitas penerangan pada area kerja yang sulit dijangkau oleh sistem penerangan konvensional. Penggunaan lampu jari terbukti lebih fleksibel, mengurangi bayangan, dan meningkatkan akurasi serta efisiensi kerja dokter gigi. Selain itu, lampu ini mengurangi kelelahan mata dan memberikan kenyamanan lebih dalam penggunaannya, sesuai dengan umpan balik dari partisipan penelitian. Implikasi dari temuan ini menunjukkan bahwa lampu jari berpotensi menjadi alat penting dalam prosedur klinis yang memerlukan penerangan presisi tinggi. Pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan untuk meningkatkan daya tahan baterai dan kemampuan sterilisasi, serta pengujian lebih luas pada berbagai kondisi klinis. Implementasi lampu jari secara lebih luas diharapkan dapat meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan gigi, mengurangi risiko kesalahan prosedur, serta meningkatkan kenyamanan kerja bagi dokter gigi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan untuk semua pihak yang sudah membantu dan memberikan kontribusi pada penulisan makalah ini dan tidak lupa kami ucapkan terima kasih pada Universitas Udayana dalam program penelitian unggulan program studi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. M. Dewantari, "Menyikat Gigi Tindakan Utama Untuk Kesehatan Gigi," *J. Skala Husada*, vol. 10, no. September, pp. 194–199, 2013, [Online]. Available: <http://www.poltekkes-denpasar.ac.id/files/JSH/JSH V10N2.pdf#page=84>
- [2] T. Sarihati *et al.*, "Komparasi Unsur Visual Paviliun Rsgm Unpad Sebelum Dan Setelah Renovasi Serta Pengaruhnya Terhadap Kenyamanan Pasien," *Inside*, vol. 1, no. 1, pp. 1–21, 2023, [Online]. Available: <https://orcid.org/0000-0002-9107-8932>
- [3] L. S. D. Y. T. I. Triana, "Kewenangan Dokter Gigi Umum Atas Tindakan Medis Berdasarkan Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2023 Tentang Kesehatan," *J. Kesehat. Tambusai*, vol. 5, no. 1, pp. 1322–1330, 2024, [Online]. Available: <http://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jkt/article/view/25108/18566>
- [4] D. F. Siswanto and B. Triyono, "Perancangan Dental Extraoral Suction Untuk Mengurangi Resiko Penularan dan Penyebaran COVID-19 di Klinik Dokter Gigi," *Peranc. Dent. Extraoral Suction Untuk Mengurangi Resiko Penularan dan Penyebaran COVID-19 di Klin. Dr. Gigi*, pp. 4–5, 2021.
- [5] L. H. Andayani and A. G. Soulisa, "Penerapan green dentistry dalam praktik kedokteran gigi," *J. Kedokt. Gigi Terpadu*, vol. 6, no. 1, pp. 101–104, 2024, [Online]. Available: <https://www.e-journal.trisakti.ac.id/index.php/jkgt/article/view/20921>
- [6] A. R. Hakim, M. T. W. Widhi, and S. Admoko, *Sistem Pengaman Berbasis Microcontroler Internet Of Things (IoT) Sebagai Pengaman Rumah Interaktif*, vol. 7, no. 1. 2021. doi: 10.29303/jpft.v7i1.2707.
- [7] I. M. A. Nugraha, "Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Sumber Energi Pada Kapal Nelayan: Suatu Kajian Literatur," *J. Sumberd. AKUATIK INDOPASIFIK*, vol. 4, no. 2, p. 101, 2020, doi: 10.46252/jsai-fpik-unipa.2020.vol.4.no.2.76.
- [8] A. S. Rahmaviant, Anisa Triya, Nur Lailly Lutfiana Sukha, "Case Study : Ikterus Neonatorum di RSUD Wahidin Sudiro," vol. 1, no. 1, pp. 8–17, 2023.
- [9] Dini Andriyani, "Implementasi Green Accounting Pada UG Technopark Sebagai Wujud Green Campus Berkelanjutan," *J. Trends Econ. Account. Res.*, vol. 3, no. 4, pp. 492–500, 2023, doi: 10.47065/jtear.v3i4.722.
- [10] A. Lawi *et al.*, *Ergonomi Industri*, vol. 1, no. May. 2023. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Fathan-Dewadi/publication/371170470_ERGONOMI_INDUSTRI_ERGONOMI_INDUSTRI/links/64777a292cad460a1be6dbbf/ERGONOMI-INDUSTRI-ERGONOMI-INDUSTRI.pdf

- [11] M. Dr. Ir. Yulianus Hutabarat, *Dasar-dasar pengetahuan ergonomi*, vol. 11, no. 1. 2019. [Online]. Available: http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- [12] A. H. Azhari, “Sistem Informasi Rekam Medis Pasien Dan Lampu Baca Rontgen Dokter Menggunakan Sidik Jari,” 2021, [Online]. Available: http://eprints.uniska-bjm.ac.id/9180/%0Ahttp://eprints.uniska-bjm.ac.id/9180/1/Achmad_Hafiz_Azhari_16630844.pdf
- [13] I. G. M. N. Desnanjaya, A. A. S. Pradhana, I. N. T. A. Putra, S. Widiastutik, and I. M. A. Nugraha, “Integrated Room Monitoring and Air Conditioning Efficiency Optimization Using ESP-12E Based Sensors and PID Control Automation: A Comprehensive Approach,” *J. Robot. Control*, vol. 4, no. 6, pp. 832–839, 2023, doi: 10.18196/jrc.v4i6.18868.
- [14] T. Fiiiki and K. Zahro, “Evaluasi Pencahayaan Pada Ruang Rawat Inap Rumah Sakit (Studi Kasus: Rumah Sakit Gigi Dan Mulut Soelastrisurakarta),” *Media Kesmas (Public Helath Media)*, vol. 1, no. 1, pp. 59–71, 2021, [Online]. Available: <http://siar.ums.ac.id/>
- [15] I. N. C. Kumara, I. G. A. Sri Pradnyani, and I. G. A. F. N. Sidiarta, “Uji efektivitas ekstrak kunyit (*Curcuma longa*) terhadap daya hambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*,” *Intisari Sains Medis*, vol. 10, no. 3, pp. 462–467, 2019, doi: 10.15562/ism.v10i3.350.
- [16] W. S. Zaman Badaruz Muhammad, “PENDAMPINGAN DALAM PEMASANGAN LAMPU TENAGA SURYA HEMAT ENERGI (LHSTE) UNTUK PENERANGAN KANDANG SAPI PERAH DI DUSUN SREBET, DESA PESANGGRAHAN, KOTA BATU, JAWA TIMUR,” *Peran Kepuasan Nasabah Dalam Memediasi Pengaruh Cust. Relatsh. Mark. Terhadap Loyal. Nasabah*, vol. 2, no. 3, pp. 310–324, 2023, [Online]. Available: <https://bnr.bg/post/101787017/bsp-zabalgaria-e-pod-nomer-1-v-buletinata-za-vota-gerb-s-nomer-2-pp-db-s-nomer-12>
- [17] R. E. Nurcahyo, “Analisis Kualitas Pencahayaan Ruang Dokter Gigi Sesuai Peraturan Indonesia Di Klinik Kusuma Dental Care 2 Yogyakarta,” vol. 2, no. 1, 2023.
- [18] F. U. Juniar, Vina Alpiani, Bagus Juliyanto, “Konstruksi Lampu Gantung Menggunakan Tabung, Bola, Torus, Kerucut Dengan Konsep Deformasi, Transformasi Dan Kurva Bezier,” *Penambahan Natrium Benzoat Dan Kalium Sorbat Dan Kecepatan Pengadukan Sebagai Upaya Penghambatan Reaksi Inversi Pada Nira Tebu*, vol. 15, no. 1, pp. 13–26, 2014.
- [19] J. Saintikom *et al.*, “Perancangan Sistem Lampu Otomatis Berbasis Sensor Ultrasonik Dan Arduino Sebagai Solusi Efisien Untuk Penghematan Energi,” vol. 23, pp. 394–401, 2024.
- [20] A. M. Kurniadi and K. Mustaqim, “Perancangan Lampu Tidur Box Menggunakan Teknologi Sensor Suara Dengan Konsep Minimalis Modern Berbahan Dasar Kayu Bekas Pallet,” *J. Inosains*, vol. 16, no. 2, pp. 73–74, 2021.

Mobile Aplikasi Pengawasan dan Pengamanan Pratima Pura di Bali

¹Made Sudarma

¹*Teknik Elektro, Universitas Udayana*
Bali, Indonesia
msudarma@unud.ac.id

²Ni Wayan Sri Ariyani, ³I Putu Agus Eka Darma Udayana, ⁴Ida Bagus Gde Pranatayana, ⁵Lie Jasa,

²*Teknik Elektro, Universitas Udayana*
Bali, Indonesia
sriariyani@unud.ac.id

³*Ilmu Teknik, Universitas Udayana*
Bali, Indonesia
agus.ekadarma@gmail.com

⁴*Ilmu Teknik, Universitas Udayana*
Bali, Indonesia
liejasa@unud.ac.id

⁵*Agroekoteknologi, Universitas Udayana*
Bali, Indonesia
pranatayana@unud.ac.id

Abstract—Pratima merupakan benda sakral untuk umat Hindu di Bali yang biasanya terbuat dari benda bernilai tinggi sehingga keamanan penyimpanannya menjadi hal yang sangat penting. Namun, beberapa kasus pencurian pratima, seperti yang terjadi pada beberapa pura di Bali, menunjukkan perlunya penerapan teknologi untuk menjaga keamanan dan kesakralan dari pratima tersebut. Hilangnya pratima yang memiliki nilai spiritual tinggi tidak hanya merugikan secara material tetapi juga mengganggu keseimbangan spiritual dan budaya masyarakat Bali. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem pengawasan dan pengamanan berbasis kecerdasan buatan untuk pratima yang terintegrasi dengan aplikasi mobile. Sistem ini menggunakan teknologi CCTV yang dilengkapi dengan metode deteksi objek berbasis YOLO (*You Only Look Once*) untuk mendeteksi tindakan manusia yang mencurigakan di area penyimpanan pratima. Ketika sistem mendeteksi adanya aktivitas mencurigakan atau keberadaan seseorang di area tersebut, kamera secara otomatis akan menangkap gambar dan mengirimkan notifikasi kepada petugas keamanan melalui aplikasi *mobile*. Pengujian dilakukan menggunakan 500 gambar yang terdapat objek manusia, di mana sistem mampu mendeteksi 85 persen gambar dengan akurasi yang baik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan notifikasi secara real-time kepada petugas keamanan, sehingga dapat meningkatkan pengawasan dan pengamanan pratima pada pura di Bali dan mencegah pencurian benda sakral ini.

Kata Kunci—Pengamanan Pura, Smart CCTV, Mobile Aplikasi, Kecerdasan Buatan.

I. PENDAHULUAN

Pratima adalah benda sakral yang sangat dihormati oleh umat Hindu di Bali. Pratima biasanya berbentuk arca atau patung yang ditempatkan di pura dan digunakan dalam upacara-upacara keagamaan [1]. Selain nilai spiritualnya yang tinggi, pratima sering kali terbuat dari bahan-bahan berharga seperti emas, perak, atau kayu langka, yang menjadikannya sangat bernilai, baik dari segi material maupun religius. Oleh karena itu, keamanan dalam penyimpanan pratima menjadi hal yang sangat penting bagi masyarakat Bali. Namun, dalam beberapa tahun

terakhir, terjadi peningkatan kasus pencurian pratima di beberapa pura di Bali. Hilangnya pratima tidak hanya menyebabkan kerugian material, tetapi juga mengganggu keseimbangan spiritual dan budaya masyarakat Bali. Pratima dianggap sebagai perwujudan dewa dan kehilangan pratima tersebut membawa dampak besar terhadap praktik keagamaan serta rasa aman masyarakat yang mengandalkan keberadaan pratima sebagai simbol kesucian. Beberapa contoh pencurian pratima yang terjadi di Bali adalah kejadian pencurian benda pusaka yang di muat dalam media masa seperti di Pura Mas Ayu Banjarangkan, Klungkung pada 17 Juli 2022, Pura Desa Adat Bangsa Be, Desa Perean Kangin Kecamatan Baturiti, Tabanan pada Oktober 2022, Pura Dalem Rejasa, pada 6 Desember 2022, Pura Dalem Antosari, Tabanan pada 24 Desember 2022, Pura Dalem Perancak Jembrana, terjadi pencurian sebanyak dua kali pada Desember 2022, bahkan dengan maraknya kasus pencurian tersebut, pihak kepolisian pun menyarankan desa adat se-Jembrana kembali mengaktifkan kegiatan makemit (semacam ronda) di seluruh pura yang menyimpan pratima (Detik Bali, 2022). Selain pencurian benda pusaka, juga terjadi kasus menodai kesucian kawasan Pura seperti yang terjadi di Pura Babakan Desa Adat Bayan, Desa Tua, Kecamatan Marga, Kabupaten Tabanan, Bali. Kejadian serupa juga terjadi di Pura Gelap Besakih Karangasem, dan di Pura Batukaru Tabanan.

Dewasa ini perkembangan teknologi memungkinkan diterapkannya sistem keamanan yang lebih canggih dan efektif. Salah satu teknologi yang potensial untuk digunakan dalam pengamanan pratima adalah CCTV (*Closed Circuit Television*) yang terintegrasi dengan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) [2], [3]. Teknologi ini memungkinkan deteksi objek secara otomatis, terutama untuk mengenali aktivitas manusia yang mencurigakan di area penyimpanan pratima. Dengan teknologi AI, sistem CCTV dapat mendeteksi ancaman secara real-time dan mengirimkan peringatan kepada petugas keamanan melalui aplikasi mobile. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem pengamanan pratima berbasis kecerdasan buatan yang terhubung dengan aplikasi mobile. Sistem ini memanfaatkan teknologi deteksi objek berbasis YOLO (*You Only Look Once*), sebuah metode *deep learning* yang terkenal dengan kecepatannya dalam mendeteksi objek, termasuk manusia, dalam suatu gambar. YOLO bekerja dengan membagi gambar menjadi grid kecil dan mendeteksi objek di setiap grid tersebut. Teknologi ini sangat efisien dalam mendeteksi ancaman, terutama pada area yang sering kali sulit diawasi secara manual oleh petugas keamanan.

Pada sistem ini, kamera CCTV yang dipasang di area penyimpanan pratima akan memonitor secara real-time objek yang ada di area pengamatan [4], [5]. Ketika ada objek manusia yang terdeteksi mendekati area penyimpanan pratima, YOLO akan mengenali objek tersebut dan, jika terdeteksi sebagai ancaman, sistem akan mengirimkan peringatan secara otomatis ke server cloud dan meneruskannya pada aplikasi mobile yang digunakan oleh petugas keamanan. Sistem ini memastikan respons yang cepat, di mana petugas dapat segera mengambil tindakan preventif untuk mencegah pencurian atau tindakan mencurigakan lainnya. Untuk menguji efektivitas sistem ini, penelitian ini menggunakan 500 gambar yang berisi objek manusia. Selain itu, sistem yang terhubung dengan aplikasi mobile memberikan kemudahan bagi petugas keamanan untuk selalu terhubung dengan sistem pengawasan, sehingga mereka dapat memonitor situasi dari mana saja dan kapan saja. Penerapan teknologi pengawasan berbasis AI ini diharapkan dapat mengurangi risiko pencurian pratima di masa mendatang. Sistem yang mampu memberikan notifikasi *real-time* ini juga dapat membantu meningkatkan rasa aman bagi masyarakat, terutama dalam menjaga benda-benda sakral yang memiliki nilai spiritual tinggi. Selain itu, sistem ini dapat menjadi solusi jangka panjang dalam menjaga warisan budaya dan keagamaan Bali yang sudah berlangsung selama berabad-abad.

II. METODE DAN PROSEDUR

A. Smart CCTV

Smart CCTV adalah sistem pengawasan canggih yang memanfaatkan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) dan *Internet of Things* (IoT) untuk meningkatkan efektivitas pengawasan. Dibandingkan dengan CCTV konvensional, Smart CCTV tidak hanya merekam video, tetapi juga menganalisis data visual secara real-time. Fitur utama dari Smart CCTV termasuk deteksi objek, pengenalan wajah, pelacakan kendaraan, dan analisis perilaku manusia. Penggunaan AI pada kamera dapat membedakan antara aktivitas normal dan mencurigakan, serta memberikan respons cepat ketika ada potensi ancaman keamanan [6], [7], [8]. Salah satu fitur unggulan dari Smart CCTV adalah kemampuannya untuk mengirimkan notifikasi secara otomatis. Jika sistem mendeteksi perilaku yang tidak biasa atau ancaman keamanan, seperti pergerakan manusia yang mencurigakan di area tertentu, kamera akan segera mengirimkan notifikasi ke perangkat mobile atau sistem keamanan. Notifikasi real-time ini dapat dikirim melalui berbagai saluran, termasuk aplikasi mobile, email, atau pesan singkat, sehingga mempercepat proses pengambilan keputusan dan tindakan pencegahan.

B. Deteksi Objek

Deteksi objek adalah teknologi yang memungkinkan sistem untuk mengidentifikasi dan menemukan objek tertentu, seperti manusia, kendaraan, atau hewan, dalam gambar atau video secara otomatis [9], [10]. Menggunakan algoritma kecerdasan buatan (AI) seperti *Convolutional Neural Networks* (CNNs) dan YOLO (*You Only Look Once*), deteksi objek dapat memproses citra secara real-time untuk menentukan keberadaan objek dan mengklasifikasikannya.



Gambar 1. Deteksi Human

Teknologi ini banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk kamera pengawas untuk keamanan, kendaraan otonom untuk mengenali pejalan kaki dan rambu lalu lintas, serta analisis citra medis untuk mendeteksi anomali seperti tumor. Tantangan dalam deteksi objek meliputi pengenalan objek dalam kondisi pencahayaan yang buruk, skala yang berbeda, dan kecepatan dalam aplikasi real-time.

C. Deep Learning

Deep learning dalam deteksi human adalah penerapan teknologi kecerdasan buatan untuk mengenali dan mendeteksi keberadaan manusia dalam gambar atau video secara otomatis [11], [12], [13]. Deteksi ini memanfaatkan jaringan saraf tiruan yang dilatih menggunakan dataset besar yang berisi gambar manusia, sehingga sistem dapat mengidentifikasi bentuk, gerakan, atau fitur manusia secara akurat [14], [15]. Dengan menggunakan deep learning, deteksi manusia dapat dilakukan dengan lebih cepat dan tepat, bahkan dalam kondisi lingkungan yang beragam seperti pencahayaan rendah, sudut pandang berbeda, atau latar belakang yang rumit. Salah satu arsitektur deep learning yang sering digunakan untuk deteksi manusia adalah *Convolutional Neural Networks* (CNNs), yang sangat baik dalam mengenali pola visual dalam gambar. CNN dapat mendeteksi fitur-fitur khusus manusia seperti wajah, postur tubuh, dan gerakan. CNN dilatih menggunakan gambar-gambar yang telah dilabeli, sehingga mampu mengenali pola yang menunjukkan keberadaan manusia dalam sebuah gambar. Algoritma YOLO (*You Only Look Once*) juga sering digunakan dalam deteksi manusia karena kecepatannya dalam mendeteksi banyak objek dalam satu kali analisis gambar, yang sangat efisien untuk pengawasan *real-time* seperti kamera pengawas (CCTV).

D. YOLO

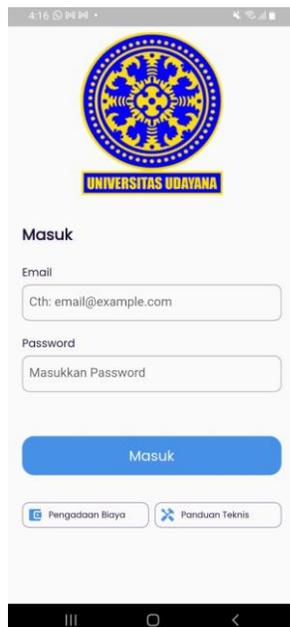
YOLO (*You Only Look Once*) adalah algoritma deteksi objek berbasis deep learning yang dirancang untuk mendeteksi objek dalam gambar atau video secara cepat dan efisien [16]. Berbeda dengan metode deteksi objek lainnya, yang umumnya membutuhkan beberapa langkah atau pemrosesan bertahap, YOLO melakukan deteksi dalam satu tahap (*single shot*) di mana seluruh gambar diproses sekaligus. Algoritma ini membagi gambar menjadi grid, dan setiap grid bertanggung jawab untuk mendeteksi objek dalam wilayahnya. Jika objek terdeteksi dalam grid, YOLO akan menghasilkan kotak batas (*bounding box*) di sekitar objek tersebut dan memberikan label klasifikasi dengan tingkat keyakinan tertentu. Keunggulan utama YOLO adalah kemampuannya untuk bekerja dengan sangat cepat, membuatnya ideal untuk aplikasi yang memerlukan deteksi real-time, seperti sistem pengawasan CCTV, kendaraan otonom, dan robotika. YOLO memungkinkan pengenalan banyak objek sekaligus dalam satu gambar tanpa mengurangi kecepatannya. Namun, meskipun memiliki kecepatan tinggi, YOLO terkadang mengalami kesulitan dalam mendeteksi objek yang sangat kecil atau dalam situasi yang sangat kompleks, terutama jika objek hanya menempati sebagian kecil dari grid. Selain kecepatan, YOLO juga menawarkan keuntungan dalam hal efisiensi pelatihan karena semua aspek deteksi dan klasifikasi dilakukan dalam satu tahap.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

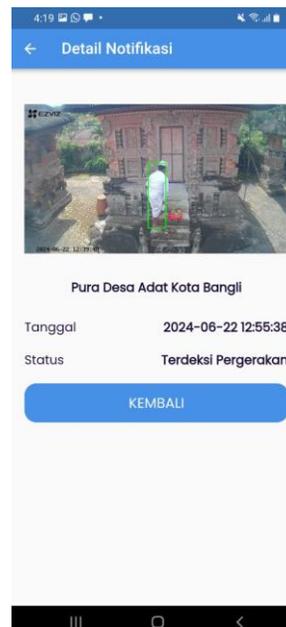
Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian, sistem yang dikembangkan telah mampu mendeteksi human pada sebuah video atau gambar. Hasil deteksi tersebut nantinya akan diproses pada cloud untuk dapat mengirimkan notifikasi pada aplikasi mobile pengamanan pratima. Berikut ini adalah detail pembahasan dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh penulis.

A. Implementasi Aplikasi Mobile

Berdasarkan hasil pengembangan yang telah dilakukan, berikut ini adalah hasil implementasi aplikasi mobile yang telah dikembangkan. Pada Gambar 2 merupakan tampilan login untuk aplikasi pengamanan pratima, setelah berhasil *login* pengguna dapat melihat kejadian yang terjadi ketika ada seseorang yang mendekati area gedung penyimpanan pratima.



Gambar 2. Halaman *Login* Aplikasi



Gambar 3. Simulasi Deteksi Human

Berdasarkan Gambar 3, detail dari kejadian yang terdeteksi pada sistem CCTV keamanan akan dapat dilihat pada aplikasi *mobile*. Tidak hanya dapat melihat kejadian yang terjadi, sebelumnya sistem akan menginformasikan kejadian tersebut dengan cara membuat panggilan telepon pada aplikasi dan ketika aplikasi tersebut dibuka akan terlihat detail data seperti Gambar 3 di atas.

B. Pengujian Deteksi Human

Untuk menguji kehandalan sistem dalam mendeteksi apakah pada sebuah image terdapat human atau tidak, peneliti melakukan pengujian menggunakan 500 data dalam pengujian ini. Berikut ini adalah hasil dari pengujian yang telah dilakukan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Akurasi Deteksi Human

Dataset	Total Image	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Akurasi (%)
Dataset 1	100	89	11	89

Dataset	Total Image	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Akurasi (%)
Dataset 2	100	75	25	75
Dataset 3	100	86	14	86
Dataset 5	100	90	10	90
Rata-Rata Akurasi				85

Seperti terlihat pada Tabel 1, secara umum sistem dapat mendeteksi sebagian besar objek manusia yang ada pada gambar dataset. Secara keseluruhan ketika dilakukan pengujian dengan menggunakan 500 dataset gambar yang terdapat objek manusia, sistem menghasilkan akurasi sebesar 85% untuk semua pengujian tersebut.

C. Pengujian Notifikasi Indikasi Pencurian Pada Aplikasi Mobile

Selain melakukan pengujian deteksi objek manusia, pengujian juga dilakukan untuk melihat kemampuan sistem dalam mengirimkan notifikasi kepada pengguna ketika terjadi kejadian yang mencurigakan pada area gedong pratima. Pada pengujian ini, digunakan 10 video simulasi percobaan pencurian pratima dengan menaiki area gedong pratima dan mendapatkan hasil seperti terlihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 1. Pengujian Notifikasi Sistem Pengamanan Aplikasi Mobile

Percobaan Notifikasi	Simulasi Percobaan Pencurian Pratima	Notifikasi
Simulasi 1	Video_10.mp4	Berhasil
Simulasi 2	Video_10.mp4	Berhasil
Simulasi 3	Video_10.mp4	Berhasil
Simulasi 4	Video_10.mp4	Berhasil
Simulasi 5	Video_10.mp4	Berhasil
Simulasi 6	Video_10.mp4	Berhasil
Simulasi 7	Video_10.mp4	Berhasil
Simulasi 8	Video_10.mp4	Berhasil
Simulasi 10	Video_10.mp4	Berhasil

Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan, sistem dapat dengan normal memberikan notifikasi ketika ada seseorang yang mencoba menaiki gedong pratima. Dengan hasil pengujian tersebut sistem ini dapat dikatakan dapat bekerja dengan baik memberikan notifikasi indikasi pencurian sebagai langkah preventif pengamanan pratima yang ada pada pura di Bali.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat penulis sampaikan dari hasil penelitian ini adalah aplikasi mobile yang dikembangkan untuk melindungi pratima pada pura di Bali sudah berhasil diselesaikan. Sistem ini mampu mendeteksi adanya manusia yang mencoba melakukan tindakan pencurian pratima dengan akurasi deteksi objek manusia sebesar 85% dan selain itu berdasarkan pengujian notifikasi yang dilakukan sistem dapat dengan baik atau dengan kata lain sistem dapat memberikan notifikasi tanpa masalah dengan pengujian sebanyak 10 simulasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Udayana yang telah memberikan pendanaan sehingga penelitian ini dapat terselesaikan, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Prajuru Adat Desa Bebalang Bangli yang telah memfasilitasi proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Nyoman *et al.*, “Makna Simbolik Pratima Hyang Ratu di Pura Dadia Se-Desa Adat Krobokan Kabupaten Badung,” *Jayapangus Press Jurnal Penelitian Agama Hindu*, vol. 6, no. 1, 2022, [Online]. Available: <https://jayapanguspress.penerbit.org/index.php/JPAH>
- [2] Lina Al-sahan, Fatima Al-jabiri, Nora Abdelsalam, Amr Mohamed, Tarek Elfouly, and Mohamed Abdalla, *Public Security Surveillance System Using Blockchain Technology and Advanced Image Processing Techniques*. IEEE, 2020.
- [3] L. Foresti, C. Micheloni, L. Snidaro, P. Remagnino, and T. Ellis, “Active Video-Based Surveillance System,” 2005.
- [4] R. Ullah *et al.*, “A Real-Time Framework for Human Face Detection and Recognition in CCTV Images,” *Math Probl Eng*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/3276704.
- [5] V. Singh, S. Singh, and P. Gupta, “Real-Time Anomaly Recognition Through CCTV Using Neural Networks,” in *Procedia Computer Science*, Elsevier B.V., 2020, pp. 254–263. doi: 10.1016/j.procs.2020.06.030.
- [6] A. Irin Anil, A. M. Mohan, G. M. S, and M. Jose, “Hawk-Eye smart CCTV surveillance System,” 2022. [Online]. Available: www.ijres.org
- [7] P. W. Khan, Y. C. Byun, and N. Park, “A data verification system for cctv surveillance cameras using blockchain technology in smart cities,” *Electronics (Switzerland)*, vol. 9, no. 3, Mar. 2020, doi: 10.3390/electronics9030484.
- [8] P. W. Khan, Y. C. Byun, and N. Park, “A data verification system for cctv surveillance cameras using blockchain technology in smart cities,” *Electronics (Switzerland)*, vol. 9, no. 3, Mar. 2020, doi: 10.3390/electronics9030484.
- [9] M. F. Shakeel, N. A. Bajwa, A. M. Anwaar, A. Sohail, A. Khan, and Haroon-ur-Rashid, *Detecting Driver Drowsiness in Real Time Through Deep Learning Based Object Detection*, vol. 11506 LNCS. Springer International Publishing, 2019. doi: 10.1007/978-3-030-20521-8_24.
- [10] P. G. Surya *et al.*, “Smart Mobile Application for Detecting Balinese Masks to Introduce Balinese Culture to World Tourism,” *Jurnal Info Sains : Informatika dan Sains*, 2023, [Online]. Available: <http://ejournal.seaninstitute.or.id/index.php/InfoSains>
- [11] C. Janiesch, P. Zschech, and K. Heinrich, “Machine learning and deep learning,” *Springer*, 2021, doi: 10.1007/s12525-021-00475-2/Published.
- [12] S. Dong, P. Wang, and K. Abbas, “A survey on deep learning and its applications,” May 01, 2021, *Elsevier Ireland Ltd*. doi: 10.1016/j.cosrev.2021.100379.
- [13] Y. Guo, Y. Liu, A. Oerlemans, S. Lao, S. Wu, and M. S. Lew, “Deep learning for visual understanding: A review,” *Neurocomputing*, vol. 187, pp. 27–48, Apr. 2016, doi: 10.1016/j.neucom.2015.09.116.
- [14] I. P. A. E. D. Udayana, M. Sudarma, and P. G. S. C. Nugraha, “Implementation of Convolutional Neural Networks to Recognize Images of Common Indonesian Food Implementation of Convolutional Neural Networks Recognize Images of Common Indonesian Food,” *International Conference on Applied Sciences, Information and Technology*, pp. 1–7, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/846/1/012023.
- [15] I. P. A. E. D. U. Udayana and P. G. S. C. Nugraha, “Prediksi Citra Makanan Menggunakan Convolutional Neural Network Untuk Menentukan Besaran Kalori Makanan,” *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, vol. 6, no. 1, pp. 30–38, 2020.
- [16] H. Li, L. Deng, C. Yang, J. Liu, and Z. Gu, “Enhanced YOLO v3 Tiny Network for Real-Time Ship Detection from Visual Image,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 16692–16706, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3053956.

Komparasi Hasil Transliterasi Huruf Latin ke Aksara Bali Menggunakan Konsep Pemadanan Kata Khusus Bahasa Bali

¹Made Sudarma

¹*Teknik Elektro, Universitas Udayana*
Bali, Indonesia
msudarma@unud.ac.id

²Ni Wayan Sri Ariyani, ³I Putu Agus Eka Darma Udayana, ⁴Lie Jasa,

⁵I Gede Tresna Agustina Putra
²*Teknik Elektro, Universitas Udayana*
Bali, Indonesia
sriariyani@unud.ac.id

³*Ilmu Teknik, Universitas Udayana*
Bali, Indonesia
agus.ekadarma@gmail.com

⁴*Ilmu Teknik, Universitas Udayana*
Bali, Indonesia
liejasa@unud.ac.id

⁵*Informatika, Institut Bisnis dan Teknologi Indonesia*
Bali, Indonesia
gdtresna.agustina@gmail.com

Abstract—Lontar merupakan salah satu warisan budaya Bali yang harus dijaga keberadaannya. Beberapa tahun terakhir, tim konservasi lontar dari Kabupaten Gianyar menemukan banyak koleksi lontar milik warga yang mengalami kerusakan. Kerusakan ini disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya adalah kurangnya pengetahuan dalam cara merawat lontar. Tidak hanya koleksi milik warga, beberapa koleksi rusak juga ditemukan di Dinas Kebudayaan Provinsi Bali. Sebagai solusinya, pada penelitian ini dikembangkan sistem digitalisasi lontar yang dapat mengubah teks latin kedalam bentuk lontar aksara Bali menggunakan metode *Jaro Winkler Distance*. Hasil dari pengembangan sistem digitalisasi lontar ini adalah sistem mampu menghasilkan output yang mendekati konten dari lontar asli. Dari 10 lembar yang diuji, di dapatkan tingkat akurasi sebesar 92.7%. Selain uji akurasi, pada penelitian ini juga dilakukan pengujian ahli media dengan melakukan penilaian struktur penulisan yang sesuai dengan aturan aksara Bali, yang mendapatkan tingkat akurasi sebesar 93.6%.

Kata Kunci—Aksara Bali, Digitalisasi Lontar, *Jaro Winkler Distance*, Transliterasi

I. PENDAHULUAN

Lontar merupakan salah satu warisan budaya Bali dan merupakan sumber literatur yang berisi ilmu pengetahuan [1] [2] yang masih digunakan oleh masyarakat Bali dalam kehidupan sehari-hari. Selain sebagai sumber literatur, lontar juga digunakan sebagai media penulisan dari masa Hindu-Budha dengan bahasa Bali kawi sebagai bahasa dasar dalam penulisan lontar [3]. Seiring berjalannya waktu, penggunaan lontar di Bali mulai mengalami penurunan. Penurunan ini disebabkan oleh keterbatasan linguistik masyarakat terhadap penulisan aksara Bali [4]. Hal ini menjadi masalah yang serius karena masalah ini membuat lontar hanya menjadi bukti sejarah dari sejarah peradaban yang terjadi di Bali.

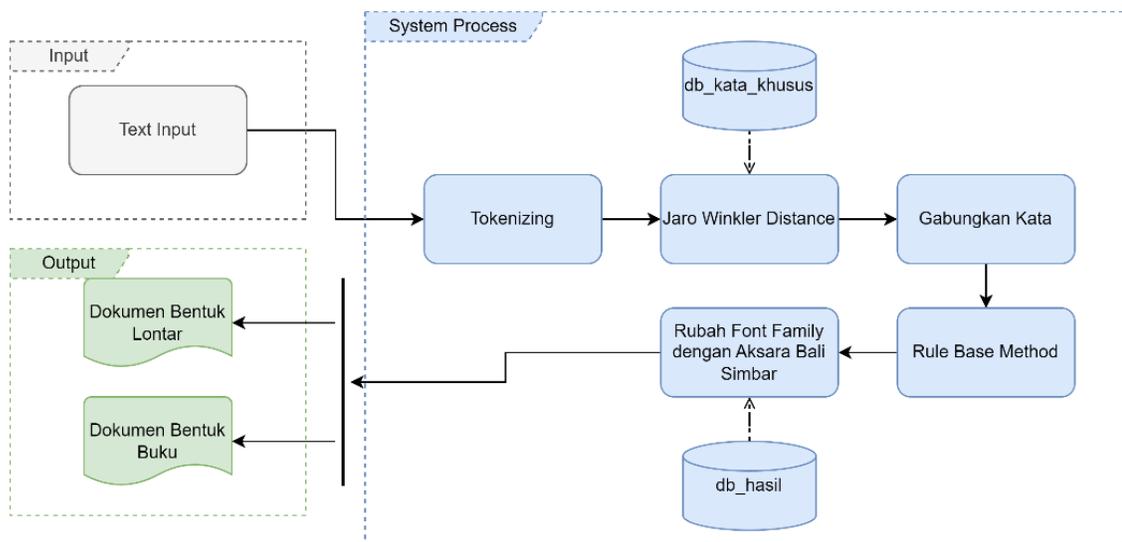
Pada bulan Februari 2023, menurut Bapak I Wayan Suparsa selaku koordinator Divisi Konservasi Lontar Penyuluh Bahasa Bali Kabupaten Gianyar, ditemukan 30 lontar milik masyarakat di Desa Pupuan, Kabupaten Gianyar. 10 diantaranya dalam kondisi rusak akibat pemilik lontar yang jarang membaca lontar miliknya, dilansir dari balnesia.id [5]. Tidak hanya di kabupaten/kota di Bali, koleksi lontar yang rusak juga ditemukan di Dinas Kebudayaan Provinsi Bali, dari hasil observasi penulis dengan Ibu Ni Putu Seni selaku Pustakawan Ahli Madya. Penulis menemukan beberapa koleksi lontar yang isi atau tulisannya sudah tidak dapat dibaca dan ada juga yang rusak secara fisik. Sebagai solusi dari permasalahan yang telah diuraikan, maka perlu dilakukan proses digitalisasi sebagai upaya menjaga dan melestarikan warisan budaya dengan memanfaatkan perkembangan teknologi. Upaya digitalisasi ini telah dicoba oleh banyak pihak dengan *output* sistem informasi transliterasi aksara Bali, namun sistem yang dihasilkan belum mampu memberikan *output* yang sesuai. Permasalahan ini muncul karena cara sistem memproses *input* yang tidak menggunakan kaidah penulisan aksara Bali. Aksara Bali memiliki banyak aturan dalam penulisannya sehingga perlu dibuatkan aturan yang sesuai dalam memproses teks masukan. Masalah lainnya adalah sistem yang ada tidak dapat mendeteksi homonim.

Homonim adalah dua kata yang terlihat dan/atau terdengar sama [6] namun memiliki makna yang berbeda. dan kata ini sering ditemukan dalam bahasa kawi Bali yang merupakan bahasa dasar penulisan lontar. Untuk itu, penelitian ini menerapkan sebuah metode pengolahan kata yaitu *Jaro Winkler Distance*. Metode ini merupakan metode yang membandingkan kemiripan karakter penyusun dan mengukur kemiripan dua buah *string* [7]. Metode ini dapat digunakan dalam pendeteksian kata ganda. Kemiripan antara dua buah *string* dinilai berdasarkan *Jaro Winkler Distance*, semakin besar nilainya maka kedua *string* tersebut dianggap sama [8]. Penelitian yang dilakukan oleh Syahputra [9] membandingkan metode *Jaro Winkler Distance* dengan metode lain yang sejenis dengan hasil metode *Jaro Winkler Distance* dapat membandingkan kata dengan cepat dibandingkan dengan metode lain yang sejenis.

II. METODE DAN PROSEDUR

A. Alur Kerja Sistem

Alur proses sistem dibagi menjadi tiga sub-proses, pertama proses *input user* menginputkan teks latin, Proses Sistem: dimulai dengan tokenisasi teks input, melakukan spelling checker dengan metode *Jaro Winkler Distance*, dan terakhir merubah urutan teks latin agar sesuai dengan kaidah penulisan aksara bali, proses terakhir adalah *ouput* file kata dengan tata letak lontar bali.



Gambar 1. Alur Kerja Sistem

Gambar 1 di atas menjelaskan setiap bagian dari proses yang terjadi pada sistem.

B. Tokenizing

Tokenisasi adalah proses pertama yang harus diselesaikan sebelum memasuki pemeriksaan ejaan dan proses berbasis aturan. Selama proses ini, kalimat disegmentasi menjadi kata-kata individual melalui berbagai langkah seperti pelipatan huruf besar-kecil (konversi ke huruf kecil), penghilangan spasi dan karakter khusus, dan token yang dihasilkan disimpan dalam sebuah larik [10][11].

Contoh teks : “Rahina Galungn”
Case folding : “rahina galungn”
Space remove : “rahina%galungn”

C. Jaro Winkler Distance

Setelah proses tokenizing selesai, selanjutnya masuk ke proses spell checker menggunakan *Jaro Winkler Distance*. Proses *spell checker* dimulai dari proses mencari *Jaro Winkler* dari kedua teks dan kemudian menghitung jarak *Jaro Winkler* dari kedua teks tersebut [12].

Hasil dari tokenizing (a): [rahina, galungn]
Teks pada database (b) : [rahina,galungan]

Untuk mencari nilai *Jaro Winkler* dapat menggunakan rumus:

$$dj = \frac{1}{3} \left(\frac{m}{|s1|} + \frac{m}{|s2|} + \frac{m-t}{m} \right) \quad (1)$$

Dan untuk mencari nilai *Jaro Winkler Distance* menggunakan rumus:

$$d_w = d_j + (l * p(1 - d_j)) \quad (2)$$

Untuk kata pertama ‘rahina’ memiliki nilai *Jaro Winkler Distance* = 1 dengan implementasi rumus sebagai berikut:

$$dj = \frac{1}{3} \left(\frac{6}{|6|} + \frac{6}{|6|} + \frac{4-0}{4} \right) = 1 \quad (1)$$

$$d_w = 1 + (0 * 0.1(1 - 1)) = 1 \quad (2)$$

Sehingga, dapat disimpulkan bahwa kata masukan ‘rahina’ dengan kata ‘rahina’ yang ada pada *database* bernilai sama. Untuk kata kedua ‘galungn’ memiliki nilai *Jaro Winkler Distance* = 0.916 dengan implementasi rumus sebagai berikut:

$$dj = \frac{1}{3} \left(\frac{7}{|7|} + \frac{7}{|8|} + \frac{7-2}{7} \right) = 0.86 \quad (1)$$

$$d_w = 0.86 + (4 * 0.1(1 - 0.86)) = 0.916 \quad (2)$$

Dari hasil perhitungan untuk kata kedua ‘galungn’ dengan kata ‘galungan’ yang ada pada *database*, mendapatkan nilai *Jaro Winkler Distance* = 0.916 yang berarti kedua kata tersebut memiliki sedikit perbedaan sehingga disarankan untuk melakukan perubahan dari ‘galungn’ yang merupakan teks masukan menjadi “galungan” yang merupakan kata target. Langkah terakhir adalah menggabungkan teks yang telah diproses sehingga hasilnya adalah “rahina galungan”.

D. Rule Based Method

Pada proses ini, bentuk teks yang telah diproses pada tahap *spell checker* diubah ke dalam format yang siap untuk diubah dengan menggunakan *font* Bali Simbar.

Teks masukan : “rahina galungan”

- Proses 1 : “rhin galungan”
- Proses 2 : “rhin glu\n/.”
- Proses 3 : “rhin glu\n/.”

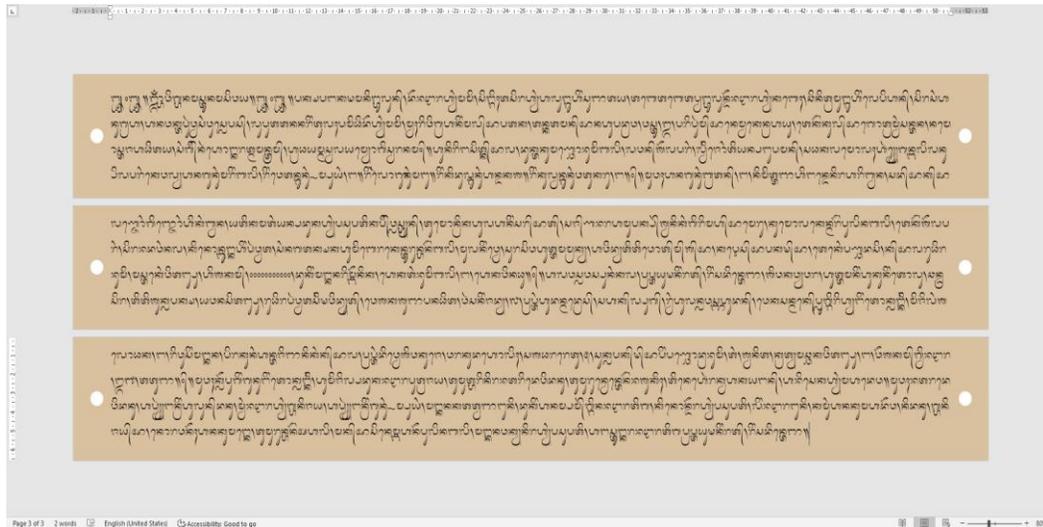
Pada proses 1 dan 2 yang melakukan perubahan dan penambahan titik di akhir kalimat untuk menghasilkan teks yang siap dikonversi ke dalam aksara Bali dengan menggunakan font simbar Bali dengan hasil seperti pada proses 3

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian, sistem yang dikembangkan telah mampu menghasilkan *output* menyerupai lontar dan memiliki akurasi yang cukup baik. Berikut ini adalah penjelasan dari hasil yang telah dilakukan oleh peneliti.

A. File Output

Tata letak lontar yang digunakan dalam file *output* adalah tata letak lontar bali kuno.



Gambar 2. File Output

File *output* yang dihasilkan dalam sistem ini adalah file .docx yang dapat diakses menggunakan aplikasi *Microsoft Word*

B. Pengujian Akurasi

Pengujian akurasi pada penelitian ini dilakukan dengan membandingkan *output* yang dihasilkan dari sistem dengan citra asli Lontar Pasek Sapta Rsi. Perbandingan dilakukan dengan membandingkan setiap karakter dari keluaran sistem dengan setiap karakter pada gambar lontar asli. Hasil pengujian akurasi adalah sebagai berikut:

Kode Lontar	Total Karakter	Benar	Salah	Akurasi
1B	436	404	32	92.7%
2A	450	417	33	92.7%
2B	426	403	23	94.6%
3A	398	373	23	93.7%
3B	440	400	40	91.0%
4A	420	380	40	90.4%
4B	445	417	28	93.7%

5A	416	387	29	93.0%
5B	439	405	34	92.2%
6A	505	472	33	93.4%
Total				92.7%

Jumlah aksara yang salah paling banyak ditemukan pada lembar lontar 3B dan 4A, sedangkan jumlah kesalahan paling sedikit ditemukan pada lembar lontar 2B, 3A, dan 4B. Faktor-faktor yang menyebabkan kesalahan antara lain perbedaan penggunaan aksara khusus antara aksara Babad Pasek Sapta Rsi dan Aksara Bali Simbar, termasuk perbedaan dalam merepresentasikan bunyi *'pepet'*, yaitu dengan menggunakan aksara *'é'* dan *'e'*. Teks Latin Babad Pasek Sapta Rsi yang dipindai menghadirkan tantangan transliterasi, dengan ketidakkonsistenan seperti *'t'* yang disalahartikan sebagai *'ṭ'*. Selain itu, kesalahan pengetikan dalam Babad Pasek Sapta Rsi, seperti salah eja dan kata yang hilang, menyebabkan ketidaksesuaian antara hasil keluaran sistem dengan teks lontar asli.

C. Pengujian Ahli Media

Pengujian ahli media pada penelitian ini dibantu oleh Bapak I Wayan Suadnyana, S.Pd., M.Pd., penelitian ini dilakukan dengan melakukan penilaian terhadap kesesuaian kaidah penulisan aksara Bali. Pengujian ini menggunakan output yang melibatkan proses spelling checker dengan menggunakan metode *Jaro Winkler Distance*. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Pengujian Ahli Media

Kode Lontar	Total Karakter	Benar	Salah	Akurasi
1B	436	415	21	95.6%
2A	450	420	30	93.3%
2B	426	403	23	94.6%
3A	398	379	19	95.2%
3B	440	401	39	91.1%
4A	420	382	38	90.9%
4B	445	416	29	93.4%
5A	416	395	21	94.9%
5B	439	413	26	94.0%
6A	505	477	28	94.4%
Total				93.6%

Kesalahan paling banyak ditemukan pada lembar 3B, sedangkan lembar 3A memiliki kesalahan paling sedikit dalam uji ahli media. Faktor-faktor yang menyebabkan kesalahan adalah masalah yang muncul dalam penggunaan aksara Swalalita (*Akara, Ikara, dan Ukara*) yang menyimpang dari norma-norma yang telah ditetapkan, sehingga mengganggu kemiripan yang diinginkan dengan huruf kapital dalam bahasa Indonesia. Penempatan *adeg-adeg* yang tidak tepat, yang dirancang untuk meredam suara ocal, terjadi di luar parameter yang ditentukan, sehingga menimbulkan ketidakkonsistenan dalam aksara. Demikian pula, penanganan bisah yang tidak tepat, berdampak pada akurasi pada kata-kata dengan bunyi *'h'* di akhir, menekankan perlunya kepatuhan terhadap pedoman yang tepat. Kesalahan pada output yang dihasilkan sistem disebabkan oleh beberapa faktor seperti banyaknya karakter yang diidentifikasi salah pada proses scan buku Babad Pasek Sapta Rsi, ini menyebabkan kesalahan dalam proses encode pada metode rule base, kemudian terdapat perbedaan dalam penggunaan karakter untuk penulisan pepet dan taleng antara buku Babad Pasek Sapta Rsi dengan lontar asli Babad Pasek Sapta Rsi sebagaimana dijelaskan pada pengujian akurasi pada poin pertama. Masalah berikutnya diakibatkan karena beberapa special character atau karakter khusus yang tidak dapat diidentifikasi oleh font Aksara Bali Simbar sehingga menyebabkan kesalahan pada output yang dihasilkan sistem.

IV. KESIMPULAN

Metode *Jaro Winkler Distance* secara efektif mendeteksi kata-kata masukan yang mirip dengan kata-kata khusus dalam *database* atau kata-kata homonim yang sudah ada. Meskipun ada beberapa masalah pengenalan dalam *dataset* "Babad Pasek Sapta Rsi" yang dipindai, memastikan pemeriksaan menyeluruh pada karakter khusus sebelum pengujian sangat penting. Penerapan metode *Jaro Winkler Distance* dalam mengembangkan sistem digitalisasi lontar mencapai akurasi 93,6%. Dampaknya terutama terlihat ketika mengidentifikasi kata-kata yang mirip dengan kata-kata yang ada dalam *database* sistem, menandai kemajuan yang signifikan dalam akurasi dan fungsionalitas sistem.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DRPTM Kemdikbutristek yang telah memberikan pendanaan sehingga penelitian ini dapat terselesaikan, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Udayana yang telah memfasilitasi proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. B. G. Sarasvananda, P. G. S. C. Nugraha, and I. B. A. I. Iswara, "The Balinese Lontar Manuscript Metadata Model: An Ontology-Based Approach," *Jurnal Multidisiplin Madani*, vol. 3, no. 9, pp. 1964–1971, 2023.
- [2] M. W. A. Kesiman and G. A. Pradnyana, "Image Patch Extraction in Text Area of Balinese Palm Leaf Manuscripts with Gabor Filters," in *3rd International Conference on Innovative Research Across Disciplines (ICIRAD 2019)*, Atlantis Press, 2020, pp. 19–23.
- [3] G. Indrawan, I. G. Aris Gunadi, M. Santo Gitakarma, and I. K. Paramarta, "Latin to Balinese script transliteration: lessons learned from the computer-based implementation," in *2021 The 4th International Conference on Software Engineering and Information Management*, 2021, pp. 171–175.
- [4] K. Teguh, Y. Aditya, M. Windu, A. Kesiman, and G. A. Pradnyana, "PENGEMBANGAN GAME EDUKASI TEMATIK AKSARA DAN BAHASA BALI PADA LONTAR BERBASIS MOBILE," *Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika (KARMAPATI)*, vol. 8, no. 3, 2019.
- [5] E. Ariana, "Hanya Diupacarai saat Saraswati, Sepertiga Lontar Koleksi Masyarakat di Pupuan Tak Bisa Dibaca," <https://balinesia.id/>, Feb. 23, 2023. Accessed: May 27, 2023. [Online]. Available: <https://bali.tribunnews.com/2022/11/18/seribuan-lontar-gianyar-telah-dikonservasi-sebagaimana-besar-mengulas-wariga>
- [6] Z. S. Mukhtoriyevna, "System for Teaching Homonyms Words in Primary School," *EUROPEAN JOURNAL OF INNOVATION IN NONFORMAL EDUCATION*, vol. 3, no. 3, pp. 1–4, 2023.
- [7] J. Frando, I. Ruslianto, and R. Hidayati, "Penerapan Jaro Winkler Distance dalam Aplikasi Pengoreksi Kesalahan Penulisan Bahasa Indonesia Berbasis Web," *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, vol. 7, no. 03, 2019.
- [8] B. V. Indriyono, "Kombinasi Damerau Levenshtein dan Jaro-Winkler Distance Untuk Koreksi Kata Bahasa Inggris," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 6, no. 2, 2020.
- [9] I. Syahputra and F. Syakti, "Perbandingan Algoritma Levenshtein dan Jaro Winkler Pada Sistem Informasi Pencarian Dokumen Perundang-Undangan (Studi Kasus: Diskominfo Lahat)," *SMATIKA JURNAL: STIKI Informatika Jurnal*, vol. 12, no. 02, pp. 176–186, 2022.
- [10] Srinivas Chakravarthy, "Tokenization for Natural Language Processing | by Srinivas Chakravarthy | Towards Data Science," *Towards Data Science*. Accessed: May 22, 2023. [Online]. Available: <https://towardsdatascience.com/tokenization-for-natural-language-processing-a179a891bad4>
- [11] A. Aziz, F. Fauziah, and I. Fitri, "Analisis Sentimen Terhadap Kebijakan Pemerintah Tentang Larangan Mudik Hari Raya Idulfitri di Indonesia Tahun 2021 Menggunakan Metode Naïve Bayes," *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, vol. 5, no. 2, pp. 842–851, 2021.
- [12] M. A. Yulianto and N. Nurhasanah, "The hybrid of jaro-winkler and rabin-karp algorithm in detecting Indonesian text similarity," *Jurnal Online Informatika*, vol. 6, no. 1, pp. 88–95, 2021.



ANALISIS KEPUASAN PENGGUNA LABORATORIUM DENGAN METODE KOMBINASI *SERVQUAL* DAN *IMPORTANCE PERFORMANCE ANALYSIS (IPA)* BERBASIS *QR CODE* DAN OPTIMALISASI LAYANAN DI LABORATORIUM

¹ Ir. I G. A.A. Mirah Widiastiti

Laboratorium Mikrobiologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana
Bali, Indonesia
gungmirahw@gmail.com

²Ns. Ni Wayan Intan Afsari Dewi, S.Tr.Kep

Laboratorium Keperawatan Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana
Bali, Indonesia
intan.afsari23@gmail.com

Abstract: Salah satu unit penunjang akademik pada lembaga pendidikan yakni laboratorium pendidikan. Dengan menggunakan metode kombinasi antara *Service Quality (Servqual)* dengan *Importance Performance Analysis (IPA)* maka kepuasan pengguna lab khususnya terkait dengan kinerja asisten dan kondisi laboratorium akan mudah untuk dianalisis. Melalui metode tersebut maka pengumpulan kuisioner itu sendiri, di era digitalisasi akan menggunakan telepon seluler yang telah dilengkapi dengan fitur QR Code: google form sehingga memudahkan peneliti untuk menyebarkan kuisioner. QR Code berfungsi untuk mengidentifikasi sebuah informasi dan memiliki kelebihan yakni kecepatan dan ketepatan dalam mengakses informasi dimanapun dan kapanpun kita berada. Kombinasi antara metode servqual dengan IPA dalam hal tingkat kepuasan layanan dapat memberikan penilaian secara obyektif terhadap kondisi atau keadaan lab sehingga hasilnya relatif mudah diinterpretasikan, relatif mudah dimengerti, dan memberikan manfaat yang besar baik kepada peneliti maupun laboratorium untuk mengembangkan kinerja dalam meningkatkan kualitas pelayanan di laboratorium. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kepuasan pengguna laboratorium dengan metode kombinasi *servqual* dan *Importance Performance Analysis (IPA)* berbasis *QR Code* serta tercapainya optimalisasi layanan di laboratorium. Hasil penelitian disimpulkan bahwa prosentase sangat puas yang paling tinggi pada pengguna yaitu pada poin kebersihan ruang laboratorium sebesar 53,1%. Pada penilaian terhadap pelayanan petugas yakni penguasaan terhadap alat dan bahan prosentase sangat puas sebesar 52,5% serta terhadap peralatan dan bahan, poin sangat puas dengan prosentase 44,3% pada manual prosedur alat dan bahan dan poin kemampuan alat dan bahan dalam membantu tugas/pekerjaan.

Kata Kunci : *Kepuasan Pengguna, Servqual dan IPA, Laboratorium*

PENDAHULUAN

Universitas sebagai salah satu lembaga pendidikan memiliki peran penting dalam meningkatkan kualitas pendidikan dan ilmu pengetahuan. Universitas pada dasarnya memiliki tujuan untuk memberikan kesiapan kepada mahasiswa dalam berperan menghadapi lingkungan hidup yang selalu mengalami perubahan setiap tahunnya. Pada Universitas terdapat fasilitas penunjang kegiatan pembelajaran seperti perpustakaan maupun laboratorium. Fungsi laboratorium di tingkat perguruan tinggi yakni sarana penunjang kegiatan seperti penelitian (research), pembelajaran laboratorium (teaching and learning), dan pengabdian pada masyarakat (Putranto, 2016). Adapun penguatan fungsi laboratorium dilakukan dengan mengoptimalkan sebagaimana fungsi dari laboratorium tersebut.

Analisis kepuasan dilakukan dengan metode kombinasi antara service quality (servqual) dan Importance Performance Analysis (IPA) merupakan model kualitas jasa yang paling populer dan banyak dijadikan sebagai acuan dalam riset manajemen dan pemasaran jasa (Kertiasih, 2016). Service quality (servqual) terletak pada kemampuannya untuk menangkap subjektivitas yang terjadi pada pengumpulan data yang diambil melalui kuesioner, dan kemampuannya untuk dapat mengetahui variabel-variabel yang harus diperhatikan untuk selalu ditingkatkan berdasarkan nilai potensial kepuasan pelanggan, sehingga perusahaan dapat mengetahui fasilitas apa saja yang dianggap penting dan berpengaruh terhadap kepuasan pelanggan terhadap pelayanan. Kemudian hasil dari Servqual dijadikan informasi awal yang selanjutnya dikombinasikan dengan metode Importance Performance Analysis (IPA) karena memiliki beberapa kelebihan (SNI ISO/IEC 17025:2008).

Kelebihan tersebut antara lain dapat menunjukkan atribut layanan yang perlu ditingkatkan ataupun dikurangi untuk menjaga kepuasan konsumen, hasilnya relatif mudah diinterpretasikan, skalanya relatif mudah dimengerti, dan membutuhkan biaya yang rendah. Selain dari pada itu, masih sangat sedikit informasi dan penelitian yang dilakukan pada penilaian kualitas layanan laboratorium di lingkungan universitas, maka dari hal itu peneliti tertarik untuk melaksanakan penelitian dengan judul tersebut.

METODE DAN PROSEDUR

A. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei-September 2024 di Laboratorium Mikrobiologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian dan Laboratorium Keperawatan Fakultas Kedokteran Universitas Udayana, Kampus Sudirman, Denpasar.

B. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini yakni dilakukan dengan observasional deskriptif kuantitatif yakni dengan melakukan observasi serta pengumpulan data melalui pemberian kuisisioner berbasis *QR Code* dengan pendekatan *crosssectional*. Instrumen pengumpulan data pada penelitian adalah kuisisioner kepuasan. Alat ukur kepuasan berupa kuisisioner kepuasan dengan item pernyataan sebanyak 25 pernyataan. Setiap item memiliki rentang nilai 1-5. Dimensi yang diukur pada kuisisioner adalah: *tangibles*, *reliability*, *responsiveness*, *assurance*, dan *empathy*. Data hasil pengisian kuisisioner kemudian dilakukan analisis *gap* antara persepsi dan harapan pengguna layanan laboratorium tempat penelitian Jumlah sampel pada penelitian yakni 160 orang.

C. Analisis Data

Jumlah sampel yang dibutuhkan dalam penelitian yaitu sebanyak 160 responden. Responden yang diambil secara acak dengan menggunakan metode judgement sampling. Responden yang dipilih yaitu mahasiswa/I, dosen, atau peneliti yang sudah mengikuti praktikum atau penelitian dilaboratorium. Analisis data dilakukan dengan mendiskripsikan hasil pengamatan atau observasi serta wawancara yang telah didapat berdasarkan kondisi nyata di lapangan. Data yang didapat dari hasil wawancara melalui formulir kuisisioner kemudian di analisis secara diskriptif dan didokumentasikan sebagai bahan acuan dalam pelaksanaan kegiatan di laboratorium agar sesuai dengan standar layanan laboratorium. Alat ukur kepuasan berupa kuisisioner kepuasan dengan item pernyataan sebanyak 20 pernyataan. Setiap item memiliki rentang nilai 1-5, dimana skor 5 apabila pelanggan merasa sangat puas, 4 adalah puas, 3 adalah netral, 2 adalah tidak puas dan skor 1 adalah sangat tidak puas (Handi I, 2007). Dimensi yang diukur pada kuisisioner adalah: *tangibles*, *reliability*, *responsiveness*, *assurance*, dan *empathy*. Data hasil pengisian kuisisioner kemudian dilakukan analisis *gap* antara persepsi dan harapan pengguna layanan laboratorium pendidikan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian ada 160 pengguna laboratorium yang mengisi kuesioner penilaian terhadap pelayanan petugas lab. Kuesioner berbasis QR Code penilaian terhadap pelayanan petugas lab meliputi 7 (tujuh) atribut yaitu keramahan, kesopanan dan sikap dalam pelayanan, penampilan dan kerapian dalam berpakaian, respon/kecepatan dalam pelayanan, inisiatif dalam membantu, penguasaan terhadap alat dan bahan, kualitas layanan secara keseluruhan dalam menunjang kelancaran aktivitas tugas/pekerjaan dan kemudahan akses komunikasi petugas laboratorium.

Tabel 5.1 Hasil Penilaian terhadap Pelayanan Petugas

No	Atribut	Tingkat Kepuasan %					Total %
		Sangat Puas (5)	Puas (4)	Netral (3)	Tidak Puas (2)	Sangat Tidak Puas (1)	
1	Keramahan, kesopanan dan sikap dalam pelayanan	48,1	45,0	6,8	0	0	100,0
2	Penampilan dan kerapian dalam berpakaian	48,7	50	1,2	0	0	100,0
3	Respon/ kecepatan dalam pelayanan	51,2	44,3	4,3	0	0	100,0
4	Inisiatif dalam membantu	46,2	51,2	2,5	0	0	100,0
5	Penguasaan terhadap alat dan bahan	52,5	44,3	3,1	0	0	100,0
6	Kualitas layanan secara keseluruhan dalam menunjang kelancaran aktivitas tugas/pekerjaan	46,8	46,2	6,2	0,6	0	100,0
7	Kemudahan akses komunikasi petugas laboratorium	45,6	51,2	3,1	0	0	100,0

Dari Tabel 5.1 dapat dilihat bahwa pada penilaian terhadap pelayanan petugas atribut penguasaan terhadap alat dan bahan memberikan prosentase sangat puas yang paling tinggi yaitu 52,5%. Petugas Lab khususnya di Laboratorium Teknologi Pertanian dan Laboratorium Keperawatan berusaha terus meningkatkan kompetensi dengan mengikuti pelatihan baik untuk teknis pengoperasian peralatan maupun manajemen laboratorium. Setiap pengadaan peralatan baru pasti disertai dengan pelatihan dari distributor peralatan.

Kuesioner penilaian terhadap peralatan dan bahan meliputi 9 (sembilan) atribut yaitu manual prosedur alat dan bahan, kemudahan penggunaan alat dan bahan, kestabilan dan ketahanan alat dan bahan, tingkat akurasi dan ketepatan yang dihasilkan, tingkat keamanan pada alat dan bahan, kelengkapan alat dan bahan, penataan alat dan bahan, kemudahan peminjaman alat dan bahan, serta kemampuan alat dan bahan dalam membantu tugas/pekerjaan.

Tabel 5.2 Hasil Penilaian terhadap Peralatan dan Bahan

No	Atribut	Tingkat Kepuasan %					Total %
		Sangat Puas (5)	Puas (4)	Netral (3)	Tidak Puas (2)	Sangat Tidak Puas (1)	
1	Manual prosedur alat dan bahan	44,3	43,7	10,6	1,2	0	100,0
2	Kemudahan penggunaan alat dan bahan	39,3	49,3	10,0	0,6	0,6	100,0
3	Kestabilan dan ketahanan alat dan bahan	40,6	46,2	11,2	1,8	0	100,0
4	Tingkat akurasi dan ketepatan yang dihasilkan	36,8	51,2	11,2	0,6	0	100,0
5	Tingkat keamanan pada alat dan bahan	43,7	46,8	8,7	0,6	0	100,0
6	Kelengkapan alat dan bahan	38,7	36,2	15,6	9,3	0	100,0

7	Penataan alat dan bahan	39,3	56,2	3,7	0,6	0	100,0
8	Kemudahan peminjaman alat dan bahan	42,5	52,5	4,3	0,6	0	100,0
9	Kemampuan alat dan bahan dalam membantu tugas/pekerjaan	44,3	46,2	8,1	1,2	0	100,0

Berdasarkan Tabel 5.2 dapat dilihat bahwa pada penilaian terhadap peralatan dan bahan, nilai prosentase sangat puas yang paling tinggi pada poin manual prosedur alat dan bahan dan poin kemampuan alat dan bahan dalam membantu tugas/pekerjaan yakni sebesar 44,3%. Secara bertahap laboratorium mengupayakan memenuhi kebutuhan pengguna baik dari segi kualitas dan jumlah peralatan. Hal ini sesuai dengan Handi (2007) bahwa peralatan yang canggih, dapat memberikan kesan kepada pelanggan bahwa laboratorium tersebut memberikan pelayanan dengan kualitas tinggi. Pengadaan alat lab diprioritaskan untuk peralatan yang sering digunakan untuk kegiatan praktikum dan penelitian dan pengembangan keilmuan baru.

Tabel 5.3 Hasil Penilaian terhadap Sarana dan Prasarana

No	Atribut	Tingkat Kepuasan %					Total %
		Sangat Puas (5)	Puas (4)	Netral (3)	Tidak Puas (2)	Sangat Tidak Puas (1)	
1	Kenyamanan laboratorium	51,2	46,2	2,5	0	0	100,0
2	Kebersihan ruang laboratorium	53,1	46,2	0,6	0	0	100,0
3	Keamanan di laboratorium	48,7	48,7	2,5	0	0	100,0
4	Akses Informasi laboratorium	43,1	54,3	2,5	0	0	100,0

Berdasarkan Tabel 5.3 dapat dilihat bahwa pada penilaian terhadap sarana dan prasarana, nilai prosentase sangat puas yang paling tinggi pada pengguna yaitu pada poin kebersihan ruang laboratorium sebesar 53,1%. Hal ini menunjukkan bahwa kebersihan laboratorium sudah memuaskan pengguna laboratorium. Universitas Udayana menggunakan jasa cleaning service kontrak, dimana laboratorium setiap hari dibersihkan. Pembersihan ruangan laboratorium meliputi pengepelan lantai, pengelapan meja praktikum, dan pembersihan kaca-kaca jendela. serta pembuangan sampah. Untuk menjaga kebersihan ruangan laboratorium, setiap pengguna laboratorium wajib untuk membersihkan bekas penelitian baik itu peralatan maupun sisa-sisa bahan, serta wajib menata kembali kursi-kursi yang telah digunakan. Hal ini ada dalam tata tertib penggunaan laboratorium yang telah disosialisasikan kepada pengguna.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan tingkat kepuasan pengguna laboratorium pada laboratorium Fakultas Teknologi Pertanian dan laboratorium Keperawatan sudah bagus hal ini ditunjukkan dengan prosentase yang menyatakan sangat puas dan puas pada semua atribut penilaian jauh lebih besar dibandingkan dengan prosentase yang menyatakan kurang ataupun tidak puas pada beberapa atribut penilaian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada LPPM Universitas Udayana telah memberikan dukungan dana dengan program DIPA PNBP Universitas Udayana TA-2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, Aprilianingtyas, dkk. 2013. Pengelolaan Laboratorium Biologi Untuk Menunjang Kinerja Pengguna dan Pengelola Laboratorium Biologi SMA Negeri 2 Wonogiri. *Unnes Journal of Biology Education*, No. 2, Tahun Ke-3, 2013. ISSN 2252- 6579.
- NLP Kertiasih. 2016. Peranan Laboratorium Pendidikan Untuk Menunjang Proses Perkuliahan Jurusan Keperawatan Gigi Poltekkes Denpasar. *Jurnal Kesehatan Gigi Vol.4 No.2 (Agustus 2016)*

- Hari Putranto. 2016. Pengelolaan dan Pengembangan Sara Praktikum Laboratorium Dasar Instalasi Listrik Pada Prodi PTE Universitas Negeri Malang. *Jurnal TEKNO* Vol 25, Maret, ISSN: 1693-8739.
- Nyoman, Kertiasa. 2013. *Laboratorium Sekolah dan Pengelolaannya*. Bandung: Pustaka Scientific.
- SNI ISO/IEC 17025:2008 Persyaratan umum kompetensi laboratorium pengujian dan laboratorium kalibrasi.
- Supranto, MA. APU. 2011 *Pengukuran Tingkat Kepuasan Pelanggan*. Rineka Cipta.
- Dirjen Pendidikan. *Rencana Strategis Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi Tahun 2020- 2024*. Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan; 2020. 141
- Permana RT. *Analisis Kepuasan Pengguna Laboratorium: Studi Kasus di Laboratorium Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia*. Universitas Islam Indonesia. 2020
- Barusman ARP. The Effect of Security, Service Quality, Operations and Information Management, Reliability & Trustworthiness on E-Loyalty moderated by Customer Satisfaction on the Online Shopping Website. *Int J Supply Chain Manag.* 2019;8(6):587-94
- Murray J, Elms J, Curran M. Examining empathy and responsiveness in a high-service context. *Int J Retail Distrib Manag.* 2019;47(12):1364-78
- Suhail P, Srinivasulu Y. Perception of service quality, satisfaction, and behavioral intentions in Ayurveda healthcare. *J Ayurveda Integr Med* [Internet].
- Cerna, P & Neda, S. (2016). Service Quality Assessment of Instructional Laboratories in Haramaya University: Basis for Total Quality Management Policy. *American Journal of Operations Management and Information Systems* 2016; 1(1): 39-47
- Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Republik Indonesia. *Permenpan-RB Nomor 7 Tahun 2019 Tentang Jabatan Fungsional Pranata Laboratorium Pendidikan*. Jakarta; 2019

Kajian Karakteristik Arsitektural Obyek Wisata Budaya Studi Kasus: Puri Peliatan, Gianyar

¹ Nyoman Ratih Prajnyani Salain

¹Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Jimbaran Badung, Indonesia
ratih_prajnyani@unud.ac.id

²Ni Made Mitha Mahastuti

² Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Jimbaran Badung, Indonesia
mitha@unud.ac.id

Abstract— Bali dikenal sebagai daerah yang kaya akan warisan budaya, termasuk arsitektur tradisionalnya yang beragam. Puri Peliatan, yang berdiri sejak abad ke-17, merupakan salah satu puri yang berfungsi sebagai pusat pemerintahan dan tempat tinggal bagi kasta kesatria. Terletak di Jalan Cok Gede Rai, Peliatan, Kecamatan Ubud, Kabupaten Gianyar, Puri Peliatan kini telah bertransformasi menjadi objek wisata budaya. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan karakteristik arsitektural Puri Peliatan dengan mengacu pada sistem spasial, fisik, dan *style* menurut Teori Habraken. Metode yang digunakan adalah kualitatif deskriptif dengan teknik pengumpulan data primer melalui observasi langsung dan wawancara dengan stakeholder, serta pengumpulan data sekunder melalui studi kepustakaan. Penelusuran karakteristik ini didasari oleh nilai signifikansi budaya yang tinggi dan perkembangan fungsi puri sebagai objek wisata budaya. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan pemahaman tentang pentingnya pelestarian nilai fisik dan non-fisik dari Puri Peliatan, serta dampak dari komodifikasi budaya terhadap keberlanjutan warisan budaya untuk generasi mendatang.

Kata Kunci— Karakteristik Arsitektural, Obyek Wisata Budaya, Puri Peliatan

I. PENDAHULUAN

Puri Peliatan merupakan salah satu Puri di Bali yang terlihat masih berupaya bertahan dan berkelanjutan di mata masyarakatnya. Puri ini merupakan bukti dari usaha pemerintah dan keluarga Puri untuk menjaga budaya serta tradisi di Bali khususnya di Kawasan ubud, Gianyar. Diketahui Puri Peliatan berdiri di sekitar abad ke-17. Puri Peliatan berlokasi di Jalan cok Gede Rai, Peliatan, Kecamatan Ubud, Kabupaten Gianyar. Berdasarkan sejarah, wilayah Puri Peliatan di abad ke 18 mulai ramai karena konflik dengan Puri Mengwi telah berakhir.

Pariwisata budaya merupakan suatu kegiatan pariwisata yang memanfaatkan aset budaya atau berbasiskan akan kegiatan-kegiatan kebudayaan. Salah satu obyek yang dapat dijadikan sebagai tujuan wisata budaya adalah warisan budaya. Perkembangan Puri Peliatan menjadi obyek wisata budaya menjadi salah satu upaya di dalam menjaga keberlanjutan nilai fisik dan non fisik yang terkandung. Namun dapat juga menimbulkan kekhawatiran jika perkembangan yang terjadi justru menjadi bumerang bagi keberlanjutan arsitekturalnya. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan sebagai upaya di dalam menjaga keberlanjutan dan keberlanjutan warisan budaya yang berkembang fungsi menjadi obyek wisata. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi referensi bagi akademisi, penggiat budaya dan konservasi serta masyarakat awam di dalam melakukan kegiatan konservasi pada warisan budaya yang memiliki kesamaan konteks.

Menurut Habraken dalam Ciptadi dan Hamzah (2019) karakteristik dalam arsitektur merupakan suatu kesatuan sistem yang dilihat dari Spatial Systems, Physical Systems dan Stylistic Systems. Masing-masing sistem tersebut diuraikan lagi menjadi aspek struktur dan konstruksi pada elemen atas, tengah, dan bawah bangunan (Sistem Fisik); tata ruang, organisasi ruang, hirarki ruang, orientasi ruang, dan hubungan ruang (Sistem Spasial); dan bentuk atap, fasade bangunan, bentuk pintu dan jendela serta unsur-unsur lain baik di dalam maupun di luar bangunan (Sistem Style). Sehingga berdasarkan latar belakang tersebut penelitian akan mengangkat topik karakteristik arsitektural Puri Peliatan saat ini sebagai dokumentasi dan referensi perkembangan fungsi warisan budaya dalam menjaga keberlanjutannya.

Dalam pengumpulan data sekunder, peneliti mencari referensi yang relevan dengan penelitian ini. Referensi pertama adalah studi oleh Marimin (2016) berjudul *Cultural Heritage as a Tourist Destination: a Focus on Surakarta Kasunanan Palace in Indonesia*. Penelitian ini menyoroti Keraton Kasunanan Surakarta sebagai situs bersejarah yang penting. Jika nilai-nilai lokal dan warisan budaya dipahami, dilestarikan, dan didiversifikasi, maka nilai-nilai tersebut akan bermanfaat bagi masyarakat. Penelitian ini bersifat kualitatif dan menganalisis keraton sebagai objek wisata dan budaya di Jawa Tengah melalui observasi partisipatif, wawancara mendalam, dan studi dokumen, dengan pendekatan Teori Strukturalisme dan Postmodernisme. Hasilnya menunjukkan bahwa Keraton Kasunanan Surakarta belum menjadi destinasi wisata populer karena daya tarik dan situs budayanya belum dieksplorasi secara optimal. Masyarakat Surakarta merasa kebanggaan terhadap keraton menurun dibandingkan dengan masa lalu, meskipun mereka masih menghargai nilai-nilai budaya yang ada. Penelitian ini merekomendasikan perlunya strategi konservasi berkelanjutan untuk menjaga citra keraton serta pengembangan model yang terintegrasi dengan pemerintah daerah [11].

Referensi kedua adalah penelitian oleh Ciptadi dan Hamzah (2019) berjudul *Identifikasi Arsitektur Vernakular Rumah Tinggal Suku Melayu Pontianak Ditinjau dari Sistem Physical dalam Teori N. J. Habraken*. Penelitian ini mengidentifikasi arsitektur vernakular rumah tinggal suku Melayu di Pontianak, Kalimantan Barat, menggunakan pendekatan rasionalistik-kualitatif. Temuan menunjukkan sistem fisik rumah Melayu meliputi komponen seperti atap, tiang, dinding, lantai, langit-langit, dan pondasi, serta penekanan pada penggunaan kayu Belian. Data dikumpulkan melalui observasi dan wawancara, menghasilkan dokumentasi 30 gambar rumah serta tiga model sistem fisik yang teridentifikasi [5].

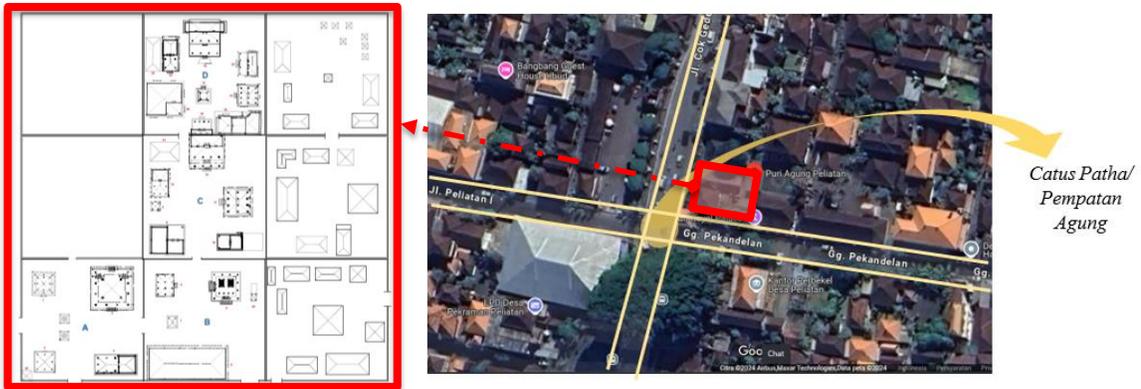
Kedua referensi tersebut relevan dengan penelitian ini karena membahas perkembangan fungsi warisan budaya menjadi objek wisata serta menerapkan teori karakteristik arsitektural Habraken. Perbedaan dengan penelitian yang dilakukan saat ini adalah adanya perbedaan fungsi obyek penelitian yang diobservasi. Permasalahan penelitian dapat dirumuskan sesuai dengan uraian latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, yaitu: Bagaimanakah karakteristik arsitektural Puri Peliatan ditinjau dari sistem fisik, sistem spasial, dan sistem style berdasarkan Teori Habraken? Kemudian tujuan dari penelitian ini adalah: untuk mengetahui karakteristik arsitektural Puri Peliatan ditinjau dari sistem fisik, sistem spasial, dan sistem style berdasarkan Teori Habraken.

II. METODE DAN PROSEDUR

Puri Peliatan merupakan variabel dalam penelitian dengan fokus penelitiannya adalah mengetahui karakteristik arsitektural Puri Peliatan, ditinjau dari sistem fisik, sistem spasial dan sistem style. Adapun tujuan diadakan penelitian secara umum adalah untuk mengetahui karakteristik arsitektural Puri Peliatan saat ini yang berkembang sebagai obyek wisata budaya dengan cara melakukan pengumpulan data melalui kegiatan observasi langsung dan dokumentasi di lapangan. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan teknik pengumpulan data primer melalui observasi langsung dan wawancara dengan stakeholder terkait, serta pengumpulan data sekunder melalui studi kepustakaan. Alasan mengapa penelitian ini dilakukan juga dikarenakan oleh urgensi dari keberlanjutan dan keberlanjutan Puri Peliatan bagi masyarakat Ubud, Gianyar pada khususnya dan masyarakat Bali pada umumnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi penelitian berada pada Puri Peliatan berada di Desa Peliatan, Kecamatan Ubud, Kabupaten Gianyar, Provinsi Bali, di Jalan Cok Gede Rai. Puri ini sekitar 2 km arah tenggara dari pusat Kota Ubud. Secara geografis, Puri Peliatan berada di perempatan agung (*catuspatha*) yang menghubungkan Jalan Monkey Forest, Jalan Raya Ubud, dan Jalan Suweta. Puri berada di arah timur laut dari kaja kangin.



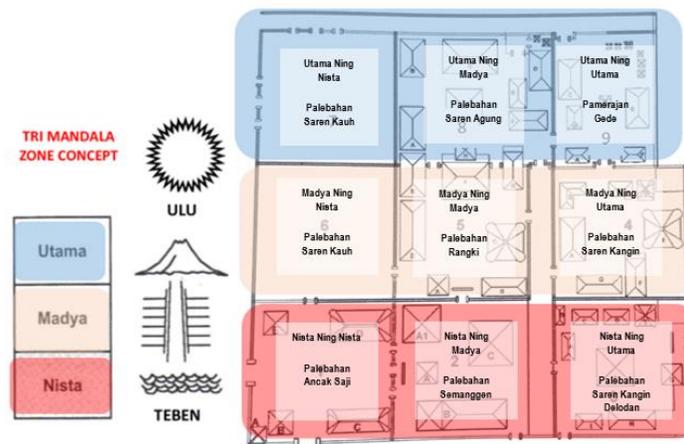
GAMBAR 1. TATA LETAK PURI PELIATAN PADA CATUSPATHA DI DESA PELIATAN

1. Karakteristik Arsitektural Puri Peliatan

Karakteristik arsitektural Puri Peliatan dapat dianalisis melalui tiga sistem utama menurut Habraken: sistem spasial, fisik, dan gaya.

A. Sistem Spasial

- Tata Ruang: Puri Peliatan memiliki tata ruang yang dirancang berdasarkan konsep *Tri Mandala*, yang membagi area menjadi zona luar (*nista mandala*), zona tengah (*madya mandala*), dan zona dalam (*utama mandala*). Pembagian ini mencerminkan hierarki kesakralan ruang.

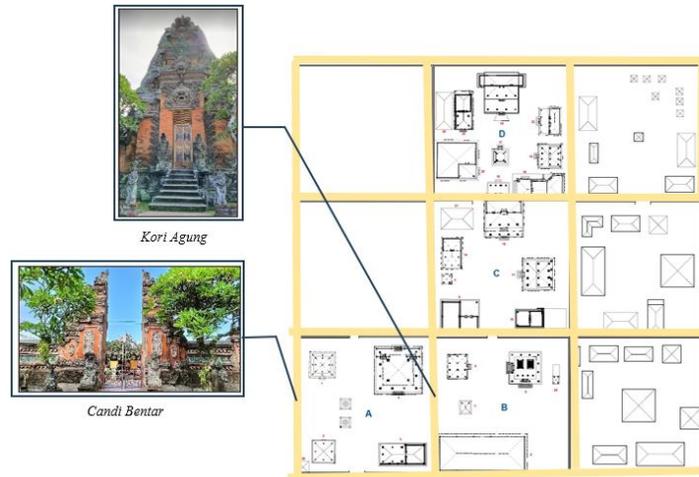


GAMBAR 2. IMPLEMENTASI KONSEP SANGA MANDALA PADA PURI PELIATAN

- Organisasi Ruang: Organisasi ruang dalam puri menciptakan hubungan yang harmonis antara ruang publik dan privat. Ruang-ruang penting seperti *Gedong Gunung Rata*, *Bale Gede*, *Bale Semanggan* dan *Merajan* (tempat suci) terletak strategis untuk mendukung fungsi sosial dan ritual.

B. Sistem Fisik

- Struktur dan Konstruksi: Struktur bangunan puri umumnya terbuat dari kayu dan batu lokal, dengan teknik konstruksi yang mempertimbangkan kekuatan dan ketahanan terhadap gempa bumi (sistem hubungan *purus-lubang purus*). Atap genteng tanah liat memberikan perlindungan dari cuaca ekstrem.
- Elemen Arsitektur Puri. Adapun Elemen-elemen yang dimaksud adalah *Candi Bentar*, *Kori Agung*, dan bangunan-bangunan seperti *Bale Tegeh*, *Gedong Gunung Rata* dihiasi dengan ukiran khas Bali yang menggambarkan nilai-nilai budaya dan spiritual masyarakat setempat. Kemudian selain elemen-elemen tersebut adapula *Catuspatha* yang menjadi sistem penanda dari kekuasaan Puri sebagai pusat pemerintahan.



GAMBAR 3. TATA LETAK KORI AGUNG DAN CANDI BENTAR PADA PURI PELIATAN

C. *Sistem Style*

- Estetika Arsitektur: Gaya arsitektur Puri Peliatan mencerminkan estetika tradisional Bali dengan penggunaan ornamen dan motif ukiran yang kaya akan makna simbolis. Bentuk atap limasan dan bertumpang seperti wantilang menjadi ciri khas bangunan Bali.
- Filosofi Desain: Desain arsitektur puri mengedepankan prinsip harmoni dengan alam serta keseimbangan antara ruang publik dan privat, menciptakan suasana yang tenang dan damai.
-



GAMBAR 4. RAGAM HIAS PADA GEDONG GUNUNG RATA DI PURI PELIATAN

2. **Hubungan Sistem Spasial dan Sistem Fisik pada Puri Peliatan**

Sistem Spasial dan Sistem Fisik di Puri Peliatan memiliki hubungan yang erat dengan mempertimbangkan: (a) Penerapan konsep *Tri Mandala* dan *Sanga Mandala* tercermin dalam perbedaan fisik bangunan pada setiap zona. Misalnya, bangunan di zona *utama mandala* memiliki ornamen yang lebih kompleks dan material yang lebih berkualitas dibandingkan bangunan di zona *nista mandala*; (b) Hirarki ruang yang ditunjukkan melalui perbedaan elevasi lantai direalisasikan dengan penggunaan undak-undakan dan perbedaan ketinggian pondasi; (c) Orientasi bangunan yang mengikuti sumbu *kaja-kelod* dan *kangin-kauh* mempengaruhi arah hadap bangunan dan penempatan pintu masuk

3. **Hubungan Sistem Fisik dan Sistem Style pada Puri Peliatan**

Sistem Fisik dan Sistem Style di Puri Peliatan saling mendukung. Hal tersebut terbukti dari: (a) Penggunaan material lokal seperti batu bata, batu paras, dan kayu memungkinkan penerapan ragam hias tradisional Bali

melalui teknik ukir dan pahat; (b) Struktur atap tradisional dengan sistem tumpang tindih memungkinkan terciptanya bentuk atap khas Bali seperti atap limas dan pepalihan; (c) Teknik konstruksi tradisional seperti sistem purus dan lubang purus pada sambungan kayu mendukung estetika arsitektur Bali yang mengekspos struktur.

4. Hubungan Sistem Style dan Sistem Spasial pada Puri Peliatan

Sistem Style memiliki peran penting dalam memperkuat konsep Sistem Spasial di Puri Peliatan. Hal tersebut disebabkan oleh: (a) Penggunaan ornamen dan ragam hias yang semakin kompleks pada zona yang lebih sakral memperkuat konsep hirarki ruang; (b) Penerapan warna-warna simbolis pada elemen arsitektur membantu membedakan fungsi dan tingkat kesakralan ruang; (c) Skala monumental pada bangunan-bangunan utama seperti *Kori Agung* dan *Gedong Gunung Rata* memperkuat kesan keagungan pada zona-zona penting dalam puri.

5. Dampak Perkembangan Fungsi sebagai Obyek Wisata Budaya

Transformasi fungsi Puri Peliatan menjadi objek wisata budaya memberikan dampak positif maupun negatif terhadap keberlanjutan nilai fisik dan non-fisiknya. Adapun yang menjadi dampak positifnya adalah: Perkembangan ini mendorong pelestarian tradisi dan budaya Bali melalui kegiatan-kegiatan seperti pertunjukan seni dan upacara adat; serta Keberadaan puri sebagai objek wisata meningkatkan perekonomian masyarakat sekitar melalui sektor pariwisata.

Namun, perkembangan fungsi Puri Peliatan sebagai Obyek Wisata Budaya juga memberikan dampak negatif, yaitu: Komodifikasi budaya dapat mengarah pada hilangnya makna asli dari ritual dan tradisi yang ada; serta Meningkatnya jumlah pengunjung dapat menyebabkan kerusakan fisik pada struktur bangunan jika tidak dikelola dengan baik.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis penelitian yang dilakukan maka dapat dirumuskan simpulan sebagai berikut:

- a) Sistem Spasial Puri Peliatan menerapkan konsep *Tri Mandala* dan *Sanga Mandala* yang mencerminkan filosofi dan kosmologi Hindu Bali. Organisasi ruang yang hierarkis dan berorientasi pada sumbu *kaja-kelod* dan *kangin-kauh* menunjukkan keterkaitan erat antara arsitektur dan kepercayaan masyarakat Bali.
- b) Sistem Fisik Puri Peliatan mengandalkan material dan teknik konstruksi lokal yang telah digunakan secara turun-temurun. Penggunaan sistem struktur tradisional dan material alami mencerminkan kearifan lokal dalam beradaptasi dengan kondisi iklim dan lingkungan setempat.
- c) Sistem Style Puri Peliatan kaya akan ragam hias dan ornamen yang memiliki makna simbolis. Gaya arsitektur yang diterapkan merupakan perpaduan antara arsitektur tradisional Bali dan pengaruh arsitektur Majapahit, mencerminkan sejarah dan perkembangan budaya Bali.

Integrasi ketiga sistem tersebut menghasilkan karakteristik arsitektural yang unik dan khas, menjadikan Puri Peliatan sebagai warisan budaya yang bernilai tinggi dan layak dilestarikan sebagai obyek wisata budaya. Keberhasilan Puri Peliatan dalam mempertahankan nilai-nilai tradisional sambil beradaptasi dengan kebutuhan modern dapat menjadi model bagi pelestarian arsitektur tradisional di era kontemporer.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Udayana melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (LPPM) karena telah mendanai Penelitian Unggulan Program Studi (PUPS) ini dengan menggunakan dana PNPB. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada semua informan yang telah bersedia membantu memberikan data-data primer mengenai Puri Peliatan, Gianyar Bali sehingga penelitian ini dapat diselesaikan sesuai dengan harapan dan waktu yang ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdul Ghani Jamora Nasution, Agilia Febriani, Nadia Syafitri, Pramudia Ananda. 2023. Arsitektur Bangunan Istana Maimun Telaah Sejarah dan Ornamen. J. Kaji. Penelit. Pendidik. dan Kebud. 1. Available form URL: <https://doi.org/10.59031/jkppk.v1i1.55H>. Poor, *An Introduction to Signal Detection and Estimation*. New York: Springer-Verlag, 1985, ch. 4.

- [2] Arrafiani. (2020). Makna Simbolis Ragam Hias Tradisional Bali dalam Arsitektur Kontemporer. *Jurnal Arsitektur ZONASI*, 3(2), 157-168.
- J. Wang, "Fundamentals of erbium-doped fiber amplifiers arrays (Periodical style—Submitted for publication)," *IEEE J. Quantum Electron.*, submitted for publication.
- [3] Budihardjo, R. 2019. Pengaruh Pariwisata pada adaptasi fungsi, bentuk dan ruang arsitektur Puri, studi kasus: Puri Saren Agung Ubud. *ARTEKS J. Tek. Arsit.* 4. Available form URL: <https://doi.org/10.30822/arteks.v4i1.80>. Jones. (1991, May 10). *Networks* (2nd ed.) [Online]. Available: <http://www.atm.com>
- [4] Burdak, M., Gupta, A.K., Singhal, D.K. 2017. Challenges in Conservation of Heritage Structures. *Manag. Appl. Sci.* 2nd Spec. Issue Eng. Technol. | VI.R. J. Vidmar. (1992, August). On the use of atmospheric plasmas as electromagnetic reflectors. *IEEE Trans. Plasma Sci.* [Online]. 21(3). pp. 876–880. Available: <http://www.halcyon.com/pub/journals/21ps03-vidmar>
- [5] Ciptadi, W., Hamzah, E.R. 2019. Identifikasi Arsitektur Vernacular Rumah Tinggal Suku Melayu Pontianak Ditinjau dari Sistem Physical (Fisik) dalam Teori N. J. Habraken. *VOKASI XIV*, 58–67.
- [6] Djaja Bharuna, A.A.G., Acwin Dwijendra, N.K. 2020. The Symbolic Meaning of Puri (King's Palace) Architecture in Bali, Indonesia: Through a Study on Palebahan Area Arrangement. *PalArch's J. Archeol. Egypt/Egyptology* 17.
- [7] Dwijendra, N. K. A. (2020). *Arsitektur Rumah Tradisional Bali: Berdasarkan Asta Kosala-kosali*. Udayana University Press.
- [8] Endraswara, S. 2021. *Metodologi Penelitian Kebudayaan*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- [9] Gelebet, I.N. 1985. *Arsitektur Tradisional Daerah Bali*. Denpasar: Depdikbud.
- [10] Gelebet, I.N., Puja, A. 2022. *Arsitektur Tradisional Daerah Bali*. Denpasar : Bagian Proyek Pengkajian dan Pemanfaatan Sejarah dan Tradisi Bali, Denpasar.
- [11] Marimin. 2016. Cultural heritage as a tourist destination: A focus on Surakarta Kasunanan Palace in Indonesia. *J. Environ. Manag. Tour.* 7. Available form URL: [https://doi.org/10.14505/jemt.v7.4\(16\).19](https://doi.org/10.14505/jemt.v7.4(16).19)
- [12] Putra, I.G.M. 2008. Puri: Cikal Bakal Kota Modern di Bali. Dalam : Sueca, Ngakan Putu, editor. *Pustaka Arsitektur Bali*. Denpasar : Ikatan Arsitek Indonesia Daerah Bali
- [13] Salain, N.R.P. 2011. *Pengelolaan Konservasi Pada Puri Agung Ubud, Gianyar Sebagai Obyek Wisata Budaya*. Program Magister Arsitektur. Universitas Udayana. Tesis
- [14] Salain, N.R.P. 2018. *Kesinambungan Arsitektur Puri Agung Ubud, Gianyar Sebagai Obyek Wisata Budaya Berdasarkan Unsur-Unsur Kebudayaan*. Senada.
- [15] Zhang, J., Ren, Y. 2023. The historical and architectural origins of palace buildings in the Kumbum Monastery from a multicultural perspective. *J. Asian Archit. Build. Eng.* 22. Available form URL: <https://doi.org/10.1080/13467581.2022.2153598>



Konstruksi Wacana Pemberitaan di Media Sosial

¹I Gusti Ngurah Parthama

² Program Studi Sastra Inggris, Fakultas Ilmu Budaya, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
ngurah_parthama@unud.ac.id

²Ni Made Ayu Widiastuti

² Program Studi Sastra Inggris, Fakultas Ilmu Budaya, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
ayufsb@gmail.com

Abstract—Artikel ini mendeskripsikan konstruksi wacana pemberitaan di media sosial. Media sosial menjadi fenomena tersendiri saat ini. Keberadaannya memberikan beragam kemudahan bagi setiap orang untuk berinteraksi. Media sosial juga memungkinkan seseorang mengakses beragam informasi, melakukan kegiatan ekonomi, dan berkomunikasi. Selain itu, media sosial saat menjadi media paling efektif untuk menyebarkan informasi secara cepat, efektif, dan efisien. Karena berbagai kemudahan tersebut sejumlah media-media pemberitaan baik media cetak maupun media elektronik kini beralih ke media digital khususnya media sosial. Salah satu yang paling mudah diakses saat ini adalah informasi-informasi pemberitaan melalui laman media sosial *facebook*. Dengan akses 135 juta pengguna di Indonesia, media sosial *facebook* menjadi media sosial paling interaktif di Indonesia dengan beragam fitur akses yang memungkinkan para pengguna melakukan berbagai hal. Metode penelitian menggunakan metode kualitatif. Sumber data berupa data tertulis yang diambil dari media pemberitaan *Kompas* yang diakses melalui laman media sosial *facebook*. Metode pengumpulan data menggunakan metode dokumentasi dengan teknik perekaman berupa tangkapan layar dan membaca rinci serta pemilahan data terpilih. Kesimpulan yang diperoleh konstruksi wacana pemberitaan di media sosial khususnya *facebook* dipengaruhi fitur-fitur linguistik. Sehingga fitur linguistik mengarahkan pada empat komponen praktik wacana digital yang diusulkan Jones (2015) seperti teks, konteks, interaksi dan aksi, serta ideologi dan kuasa. Keseluruhan komponen praktik wacana digital didukung oleh fitur linguistik seperti pilihan kata, bentukan frasa, serta kalimat-kalimat yang memberikan pemahaman terkait konstruksi wacana pemberitaan di media sosial *facebook*.

Kata Kunci— konstruksi, wacana, teks pemberitaan, media sosial

I. PENDAHULUAN

Media sosial berkembang sangat masif dalam satu dekade terakhir. Perkembangan tersebut tidak lepas dari perkembangan berupa penemuan-penemuan yang terkait dengan teknologi dan internet. Perkembangan media sosial juga membuka ruang baru dalam hal komunikasi digital. Jika sebelumnya, seseorang hanya berkomunikasi satu arah melalui internet. Beberapa tahun terakhir, pengguna internet mampu berkomunikasi dua arah dengan berbagai macam *platform* media sosial. Keadaan itu setidaknya memberikan kesempatan baru bagi model komunikasi di dunia maya.

Komunikasi baru di dunia baru membentuk cara baru seseorang berinteraksi di dunia maya. Setiap orang mempunyai kesempatan berbagi banyak hal di dunia maya. Mulai dari cerita, foto, video, gambar, dan lainnya. Selain berbagi, seseorang juga mempunyai kesempatan untuk menyampaikan pendapat, argumentasi, pertanyaan, sindiran, atau lainnya terhadap postingan-postingan yang dilakukan orang lain maupun suatu lembaga. Keterlibatan seseorang terhadap postingan maupun status orang lain di media sosial memperlihatkan cara baru berinteraksi di dunia maya. Tidak semata-mata hanya dibatasi pada orang-orang yang dikenal, interaksi baru dunia maya memungkinkan setiap orang ikut berpendapat tanpa memperhatikan latar belakang kedekatan secara kekeluargaan, kekerabatan, atau pertemanan. Bahkan orang dari luar negeri juga dapat berinteraksi di dunia maya.

Kemudahan dan efektivitas media sosial menjadikannya sebagai media bagi pemberitaan oleh lembaga-lembaga penyiaran. Tidak hanya penyiaran di Indonesia, sebagian besar lembaga penyiaran di dunia juga memanfaatkan perkembangan media sosial. Media sosial menurut Carnelissen (dalam Nur, 2020) menjadi salah satu media pada jangkauan internet seperti halnya *blogs*, *websites*, dan *banner*. Secara khusus, media sosial dipandang secara cara baru untuk tetap terhubung antara penghasil berita dengan konsumen berita. Selain itu, media sosial juga memungkinkan adanya kreativitas penciptaan inovasi seperti pelayanan, penyampaian pesan, dan menarik konsumen. Media sosial juga menjadi fleksibel dengan kemampuannya beradaptasi pada lingkungannya. Saat ini media sosial mampu menyampaikan pesan formal dengan cara informal dan sederhana yang mudah dipahami oleh pihak-pihak lain. Dengan beragam keuntungan tersebut, media sosial menjadi alat yang menarik untuk dikaji secara lebih lanjut. Dari pembahasan latar belakang pada bagian sebelumnya, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut. Pertama, bagaimanakah konstruksi wacana pemberitaan di media sosial? Sedangkan kedua adalah elemen napa sajakah yang berperan dalam mengkonstruksi wacana pemberitaan di media sosial?

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan konstruksi wacana pemberitaan di media sosial. Konstruksi wacana di media sosial menarik untuk dibahas mengingat perkembangan digital dan teknologi yang sangat pesat. Wacana-wacana di media sosial juga menarik dengan bervariasinya *platform* penyedia layanan digital seperti layanan teks, gambar, foto, video, atau kombinasi beberapa layanan sekaligus. Manfaat penelitian ini adalah untuk memberikan pemahaman terkait perkembangan teknologi digital terutamanya media sosial. Media sosial menjadi bagian perkembangan teknologi dan internet yang tidak dapat dihindari dalam kehidupan manusia. Perkembangan media sosial memudahkan pengguna internet memperoleh beragam informasi, berkomunikasi, dan mendapatkan hiburan. Dengan kemudahan tersebut, seseorang hanya memerlukan sebuah telepon genggam pintar (*smartphone*) untuk dapat mengakses beragam media sosial.

Terdapat sejumlah kajian pustaka yang relevan dengan penelitian ini dan berkaitan dengan media sosial. Pemanfaatan media sosial dalam membentuk opini publik sebagai bagian kajian wacana (Syarief, 2017). Artikelnya yang berjudul *Pemanfaatan Media Sosial Dalam Proses Pembentukan Opini Publik (Analisis Wacana Twitter SBY)* membahas secara rinci kajian wacana melalui perspektif fitur-fitur linguistik. Fitur linguistik tersebut antara lain bentuk kalimat, tata bahasa, semantik, dan kosakata yang digunakan. Kajian penelitian tersebut berkaitan dengan perkembangan media sosial yang saat ini cenderung dipergunakan untuk membangun opini publik. Masyarakat dengan mudah menyampaikan pendapat, argumentasi, kritikan, atau lainnya melalui berbagai *platform* media sosial. Media sosial dalam kaitan dengan *public figure* atau *influencer* semasa pandemi Covid-19 menjadi perhatian Zuhri (2020). Artikelnya yang berjudul *Instagram, Pandemi, dan Peran Influencer (Analisis Wacana Kritis pada Postingan Akun Instagram @najwashihab dan @jrxsid)* mendeskripsikan secara kualitatif peran figur publik melalui media sosial. Apalagi dalam kondisi pandemi Covid-19 yang tergolong pada keadaan berbahasa serta mendesak untuk memutuskan beragam aksi terkait pencegahan dan penanganan Covid-19. Gaya komunikasi figur publik menjadi fokus pada artikelnya. Hal itu berkaitan dengan perbedaan sudut pandang kedua figur publik terhadap kebijakan yang diputuskan dan dilaksanakan oleh pemerintah Republik Indonesia. Figur publik Najwa Shibab mempunyai kecenderungan pandangan penanganan Covid yang sejalan dengan pemerintah. Sedangkan Jerinx justru berpandangan berbeda dengan penanganan yang dilakukan pemerintah.

II. METODE DAN PROSEDUR

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data tertulis. Data tertulis diambil dari media sosial yakni *facebook*. Adapun data yang digunakan adalah data terkait teks pemberitaan mengenai kebijakan pemerintah saat pandemi covid-19 tahun 2020. Pemilihan media sosial *Facebook* sebagai sumber data mengingat tingkat penggunaan *platform* media tersebut tidak hanya terbatas pada anak muda. Metode pengumpulan data akan dilakukan secara dokumentasi. Metode dokumentasi dilakukan dengan sejumlah teknik. Adapun teknik-teknik itu antara lain teknik observasi, teknik pemilahan data, teknik perekaman, dan teknik membaca rinci. Teknik observasi dilakukan untuk mengamati sejumlah laman-laman media sosial yang berhubungan dengan media-media pemberitaan dalam menyampaikan informasi ke publik. Selanjutnya dilakukan teknik pemilahan data mengingat jumlah informasi atau berita yang disampaikan melalui laman media sosial *facebook*. Setelah data terpilih, dilakukan proses perekaman dengan cara tangkapan layar dan duplikasi terhadap teks berita serta isi berita. Metode analisis data dilakukan dengan metode kualitatif. Data-data terpilih selanjutnya dideskripsikan secara kualitatif berdasarkan teori-teori yang berhubungan dengan wacana di media sosial. Pengaplikasian teori wacana media sosial menurut Jones (2015) menjadi fokus kajian. Wacana pemberitaan di media sosial dikaji secara khusus berdasarkan teks, konteks, aksi dan interaksi serta ideologi dan kekuasaan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Teks pemberitaan yang menjadi perhatian adalah teks pernyataan resmi Presiden RI terkait pandemi covid-19. Pernyataan resmi tersebut disampaikan sebagai upaya informasi dari pemerintah terutama pemerintah pusat kepada masyarakat. Khususnya informasi terkait penanganan pandemi covid-19. Pernyataan resmi Presiden RI disampaikan pada tanggal 15 Maret 2020. Pernyataan itu hanya beberapa hari setelah ditemukannya varian pertama virus korona di Indonesia. Mengingat pandemi covid-19 sebelumnya telah berlangsung sejak akhir tahun 2019 di sejumlah negara, pemerintah pusat memberikan pernyataan atau statemen terkait dengan penemuan virus korona di masyarakat. Tujuannya untuk memberikan kepastian pencegahan dan penanganan penyebaran virus korona. Mengingat kekhawatiran masyarakat terhadap belum adanya obat atau vaksin yang dapat mengatasi masalah virus korona. Sehingga pernyataan resmi Presiden RI setidaknya dapat mengurangi kekhawatiran masyarakat dan publik dapat mengakses informasi terhadap kebijakan-kebijakan yang dilakukna pemerintah pusat.

Sebagai **teks pemberitaan**, teks pernyataan resmi Presiden RI diolah sedemikian rupa menjadi sebuah berita seperti halnya teks-teks pemberitaan pada umumnya. Hal itu terlihat pada penggunaan kutipan-kutipan langsung seperti halnya hasil wawancara. Kombinasi penggunaan teks dengan pernyataan langsung memberikan informasi pemberitaan yang tidak hanya berupa teks pernyataan resmi, namun mempunyai kecenderungan sebagai teks pernyataan resmi yang dirubah menjadi teks berita. Dengan begitu, masyarakat tidak hanya memperoleh pernyataan secara resmi, namun terdapat kutipan-kutipan dari Presiden RI terkait informasi tertentu. Teks pemberitaan pada laman *Kompas* secara khusus mempunyai karakteristik penggunaan **kalimat aktif**. Kalimat aktif sangat dominan pada teks pemberitaan tersebut. Keseluruhan bentuk kalimat aktif tersebut mempunyai **fungsi** yang jelas seperti penyampaian informasi tentang siapa yang melakukan suatu tindakan, mengacu terhadap suatu tindakan atau kegiatan yang dilakukan oleh subyek, dan memberi kesan dinamis dan hidup terhadap suatu teks terutama yang dibangun secara naratif atau bercerita.

Konteks situasional adalah konteks paling dasar dan penting dalam pemahaman sebuah teks dan wacana. Konteks situasi berkaitan dengan informasi dasar seperti apa, siapa, di mana, mengapa, dan kapan. Keseluruhan informasi dasar itu berhubungan dengan teks pemberitaan. Teks pemberitaan pada laman *facebook Kompas* berupa informasi mengenai pernyataan resmi Presiden RI saat penanganan pandemi covid-19. Pernyataan resmi disampaikan langsung oleh Presiden RI, Joko Widodo. Presiden menjadi representasi pemerintah pusat yang menangani secara langsung pandemi korona. Dengan memperhatikan hubungan kedua pihak, Presiden RI dan pembaca sebagai masyarakat, maka konteks yang berkembang adalah **konteks sosial**. Dimana konteks itu memunculkan faktor-faktor terkait interaksi sosial. Faktor-faktor yang dimaksud adalah struktur sosial, nilai, norma, dan faktor interaksi sosial seperti kelas sosial, gender, dan lainnya. Masing-masing faktor itu memberikan kontribusi terhadap konstruksi konteks sosial. Memperhatikan posisi presiden dan masyarakat, maka konteks sosial yang terjadi adalah perbedaan kelas sosial. Kelas sosial yang menempatkan seseorang dengan posisi presiden berada paling atas dalam tatanan sosial masyarakat. Sedangkan masyarakat umum menjadi bagian tatanan sosial paling bawah. Secara tidak langsung, konteks sosial yang dipaparkan di atas juga menjadi bagian dari **konteks kultural atau budaya**. Di Indonesia, masyarakat memahami presiden sebagai pimpinan tertinggi dan masyarakat menjadi bagian yang mengikuti aturan dan perintah pimpinan. Secara tradisi dan kepercayaan, masyarakat memberikan kepercayaan kepada pimpinan seperti seorang presiden untuk membuat, memutuskan, dan melaksanakan sebuah aturan, kebijakan, atau ketentuan. Dengan pemahaman tradisi dan kepercayaan juga memastikan masyarakat mengikuti aturan yang berlaku. Bagian **konteks institusional** adalah konteks yang berkaitan dengan organisasi atau lembaga yang mempengaruhi dan mengendalikan produksi wacana. Sebagai pernyataan resmi pemerintah, maka wacana pemberitaan pada laman media sosial *facebook Kompas* merupakan pernyataan yang diatur sedemikian rupa oleh pemerintah. Pemerintah melalui Presiden RI menyampaikan informasi-informasi terkait dengan pandemi covid-19. Informasi tersebut menyangkut ketersediaan pangan, kebijakan ekonomi, isu-isu terkait kesehatan, dan langkah antisipatif di tingkat masyarakat. Informasi yang disampaikan oleh Presiden RI juga dirilis oleh lembaga di lingkungan kepresidenan yang berhubungan dengan pemberitaan yaitu Biro Pers, Media, dan Informasi Sekretariat Presiden.

Selanjutnya elemen **interaksi dan tindakan** (*acts and interaction*) pada wacana pemberitaan di media sosial *facebook Kompas* dapat dilihat pada sisi bawah berita. Media sosial *facebook* memperlihatkan adanya tanda suka (*like*), kolom komentar (*comments*), dan berbagi (*shares*). Perhatian besar itu terlihat dari jumlah pengguna yang menyukai (*like*) informasi pada laman media sosial mencapai 795 tanda suka. Hal itu menunjukkan bahwa banyak pengguna media sosial yang mendapatkan informasi penting. Berbeda dengan kolom komentar (*comments*) yang justru berbeda dalam jumlah pengguna yang berinteraksi. Komentar yang mengikuti wacana pemberitaan di media sosial *facebook Kompas* berisi 82 komentar. Dari keseluruhan komentar, tentunya tidak keseluruhan komentar yang berkaitan dengan topik atau tema teks berita yang ditampilkan. Seringkali komentar-komentar yang muncul justru tidak terkait bahkan melenceng jauh dari topik atau tema dari teks berita. Berbagi informasi secara langsung atau

shares juga menjadi bentuk interaksi dan tindakan yang lain. Fitur berbagi (*shares*) pada laman media sosial *facebook Kompas* dibagikan sebanyak 250 kali. Hal itu memperlihatkan jumlah pengguna media sosial yang berbagi dengan pernyataan resmi pemerintah yang sumber informasinya berasal dari media sosial *facebook Kompas*. Jumlah fitur berbagi (*shares*) yang mencapai angka ratusan hampir serupa dengan fitur pemberian tanda suka (*like*) yang juga mencapai angka ratusan (795).

Poin terakhir dari praktik wacana digital pada wacana pemberitaan di laman media sosial *facebook Kompas* adalah **ideologi dan kuasa** (*power*). Jones (2015) mengungkapkan ideologi pada praktik wacana digital merupakan upaya untuk merealisasikan hal-hal yang abstrak pada dunia digital. **Nasionalisme dan patriotisme** menjadi dasar dari **ideologi negara** yang ditemukan pada wacana pemberitaan *facebook Kompas*. Hal itu berkaitan dengan konten isi pemberitaan terkait pandemi covid-19 di Indonesia. Nasionalisme dapat dicermati dari penggunaan kata *larangan*. Kata *larangan* yang disampaikan pemerintah atau perwakilan pemerintah memperlihatkan bentuk otoritas atau kewenangan. **Ideologi kesehatan masyarakat** sudah tentu ditemukan pada wacana pemberitaan di laman *facebook Kompas*. Hal itu mengingat keterkaitan pernyataan Presiden RI yang menjadi berita di media sosial dengan kondisi Indonesia saat pandemi covid-19. Ketiga kata dan frasa kunci itu adalah *memastikan*, *kewaspadaan*, dan *langkah-langkah antisipatif*. Kata *memastikan* dapat ditemukan pada kalimat *pemerintah memastikan ketersediaan bahan kebutuhan pokok*. Bagian ini menunjukkan jaminan dan komitmen pemerintah terhadap kesehatan masyarakat sebagai bagian kebutuhan yang utama ketika pandemi berlangsung. Selanjutnya kata *kewaspadaan* dapat dicermati pada kalimat *meningkatkan kewaspadaan terhadap penyebaran covid-19*. Pemakaian kata *kewaspadaan* merefleksikan pentingnya semua pihak mempunyai kesadaran dan pencegahan saat pandemi. Sedangkan frasa *langkah-langkah antisipatif* digunakan pada kalimat *kepala negara melanjutkan, pihaknya juga telah melakukan langkah-langkah antisipatif* dan dipahami sebagai wujud tindakan proaktif dalam menghadapi krisis akibat pandemi covid-19. **Ideologi ekonomi** terdiri dari dua bagian, stabilitas ekonomi dan insentif ekonomi dan keduanya dapat ditemukan informasinya pada teks berita. Penggunaan kata *menjaga* dalam kalimat *untuk menjaga dunia usaha yang telah berjalan agar tetap berjalan seperti biasa* memperlihatkan usaha untuk mempertahankan stabilitas ekonomi. **ideologi solidaritas sosial** menjadi bagian dari wacana pemberitaan di media sosial *facebook Kompas*. Solidaritas sosial diartikan sebagai perasaan senasib atau setia kawan yang muncul di masyarakat dan umumnya terkait dengan kejadian-kejadian tertentu yang dialami masyarakat. Pandemi covid-19 memunculkan perasaan senasib, setia kawan, dan solidier di masyarakat mengingat adanya kesamaan akibat yang diterima sebagian besar masyarakat di bidang kesehatan dan ekonomi. Ideologi yang tidak kalah penting adalah **ideologi keamanan dan ketertiban**. Ideologi tersebut menjadi hal dasar dalam penanganan pandemi covid-19 di Indonesia. Mengingat dampak sosial, kesehatan, dan ekonomi yang terjadi di masyarakat, maka menjadi sangat mudah seseorang atau individu bersikap provokatif terhadap kebijakan dan aturan selama pandemi berlangsung. Fitur linguistik yang mendukung ideologi keamanan dan ketertiban dapat dilihat pada penggunaan frasa *tetap tenang* dan *melanjutkan produktivitas* serta pemakaian kata *langkah antisipatif*.

Otorisasi pemerintah, penggunaan kata *presiden* dan *kepala negara*, serta pemakaian kata kerja atau verba *memastikan* menjadi bagian dari **kuasa otoritas pemerintah**. Kuasa otoritas pemerintah merefleksikan adanya kekuatan penuh, mementingkan posisi tertentu, dan memastikan tindakan tegas serta final dari pengambil kebijakan tertinggi. Penggunaan kata *pemerintah* dapat dilihat pada pernyataan *pemerintah bekerja keras untuk menjaga dan meminimalkan dampak dari penyebaran virus korona*. Penggunaan kata *pemerintah* memperlihatkan otorisasi dan kekuatan pemerintah dalam bertindak untuk bertujuan melindungi masyarakat. Sedangkan kata *presiden* dan *kepala negara* dapat dilihat pada kalimat *Presiden Joko Widodo dalam keterangannya di Istana Kepresidenan Bogor dan Kepala Negara melanjutkan*. **Kuasa kesehatan dan ekonomi** dapat dilihat dari penggunaan frasa *langkah-langkah antisipatif* dan *insentif kebijakan ekonomi*. Penggunaan frasa *langkah-langkah antisipatif* berkaitan dengan kuasa kesehatan dan dapat dilihat pada kalimat *pihaknya juga telah melakukan langkah-langkah antisipatif bagi jajarannya di Kabinet Indonesia maju*. **Kuasa menjaga ketertiban dan ketenangan publik** berkaitan dengan pemerintah sebagai pemegang kekuasaan tertinggi. Kata *meminta* jika diartikan secara harfiah berarti berkata-kata supaya diberi atau mendapat sesuatu atau memohon. Sehingga kata *meminta* pada kalimat *Presiden meminta masyarakat untuk tetap tenang, melanjutkan produktivitas* mempunyai makna memohon agar seluruh masyarakat tidak panik. Selanjutnya, frasa *meningkatkan kewaspadaan* dapat ditemukan pada kalimat *sekaligus meningkatkan kewaspadaan terhadap penyebaran Covid-19* mempunyai dua makna kuasa, seruan tindakan kepada masyarakat dan kontrol pemerintah. Penggunaan kata *kita* dan frasa *gerakan masyarakat* memperlihatkan adanya **kuasa mobilisasi masyarakat**. Kuasa itu sekaligus mencerminkan peran serta masyarakat dan upaya-upaya dari pemerintah untuk bersama-sama mengatasi persoalan pandemi. **Kuasa komunikasi dan informasi** dapat dilihat dari penggunaan kata *keterangan* pada wacana pemberitaan *Kompas*. Kata *keterangan* secara lengkap dapat dilihat pada *Presiden Joko Widodo dalam keterangannya*

di Istana Kepresidenan Bogor. Pemakaian kata *keterangan* mengindikasikan sebuah otoritas dalam penyampaian informasi yang resmi dari seorang pejabat negara yang dalam hal ini adalah presiden.

IV. KESIMPULAN

Bagian-bagian praktik wacana digital dapat diidentifikasi seperti teks, konteks, interaksi dan tindakan, serta ideologi dan kuasa. Dari keempat bagian tersebut, masing-masing wacana pemberitaan membawa spesifikasi tersendiri. Spesifikasi itu mencakup pilihan kata dan bentuk kalimat yang digunakan untuk membangun wacana pemberitaan. Konteks keseluruhan wacana mencakup konteks situasional, konteks sosial, konteks kultural atau budaya, dan konteks institusional atau lembaga. Interaksi dan tindakan yang memiliki kekhususan dalam pemberian tanda suka (*like*), jumlah pengguna internet yang memberikan komentar, dan seberapa banyak pengguna yang berbagai (*share*) informasi dari laman media sosial *facebook*. Ideologi dan kuasa yang ditemukan pada teks berkaitan dengan ideologi dan kuasa negara, kesehatan masyarakat, solidaritas sosial, serta keamanan dan ketertiban.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami menyampaikan terima kasih kepada I Nyoman Aryawibawa, S.S., M.A., Ph.D., selaku dekan Fakultas Ilmu Budaya Universitas Udayana atas tuntutannya selama proses pembuatan dan penyelesaian penelitian ini. Tidak lupa kami menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada pihak Universitas Udayana khususnya Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) melalui Prof. Ir. Ngakan Putu Gede Suandana, M.T., Ph.D., IPU, sebagai rektor Universitas Udayana dan Prof. Dr. drh. I Nyoman Suarsana, M.Si., sebagai ketua LPPM atas kesempatan penelitian yang diberikan kepada peneliti Universitas Udayana.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Apriani, V., Utamidewi, W., Nurkinan. (2021). Konstruksi Realitas Sosial dan Makna Diri Penyintas Covid-19 di Jakarta. *WACANA: Jurnal Ilmiah Ilmu Komunikasi*, Volume 20, No. 1, Juni 2021, 81-96. DOI: <https://doi.org/10.32509/wacana.v20i1.1395>
- [2] Fairclough, N. (2013). *Critical Discourse Analysis The Critical Study of Language*. London: Routledge.
- [3] Fairclough, N. (1995). *Critical Discourse Analysis The Critical Study of Language*. London: Longman.
- [4] Jones, R.H., Chik A., Hafner, C.A. (2015). *Discourse and Digital Practices Doing discourse analysis in the digital age*. Routledge.
- [5] Lindgren, S. (2017). *Digital Media & Society*. Sage Publication Ltd.
- [6] Liu, B. (2015). *Sentiment Analysis Mining Opinions, Sentiments, and Emotions*. Cambridge University Press.
- [7] Muttaqin, M.Z., & Sriyono (2021). Konstruksi Opini Publik melalui Media Sosial: Studi Pendekatan Analisis Wacana Kritis Grup Facebook Lintas Kejadian Kota Jayapura pada Bulan Juni 2021. *POLITICOS: Jurnal Politik dan Pemerintahan*, 1(2): 113-129. Doi: <https://doi.org/10.22225/politicos.1.2.2021.113-129>.
- [8] Nur. M. (2020). Konstruksi reputasi dan responsivitas instansi pemerintah melalui media sosial pada situasi pandemi covid-19 di Indonesia (analisis wacana pada laman facebook Direktorat Jenderal Perbendaharaan Kementerian Keuangan RI). *Indonesian Treasury Review: Jurnal Perbendaharaan Keuangan Negara dan Kebijakan Publik*, 5(3), 217-234.
- [9] Nurdin, A. & Labib, M. (2021). Komunikasi Sosial Generasi Milenial di Era Industri 4.0 pada *Communicatus: Jurnal Ilmu Komunikasi*, Volume 5 Nomor 2. DOI: 10.15575/cjik.14912 ISSN 2549-8452
- [10] Page, R., Barton, D., Unger, J.W., Zappavigna, M. (2014). *Researching Language and Social Media*. Routledge.
- [11] Sari, M.P., Utami, Y.P., Marsono, J. (2023). Konstruksi Wacana Media Sosial Terhadap Permenaker Nomor 2 Tahun 2022 Tentang Tata Cara dan Persyaratan Pembayaran Manfaat Jaminan Hari Tua (JHT). *CAKRAWALA: Repositori IMWI*, Volume 6, Nomor 4, Juli 2023, 622-642.
- [12] Suprayitno, D. (2020). Konstruksi Wacana Citra Kepemimpinan Joko Widodo Dalam Penanganan Covid-19 Pada Infografis CNBC Indonesia. *ACTA DIURNA*, Vol. 16 No. 2, 28-49.
- [13] Syarief, F. (2017). Pemanfaatan Media Sosial Dalam Proses Pembentukan Opini Publik (Analisa Wacana Twitter SBY). *Jurnal Komunikasi*, Volume VIII Nomor 3, September 2017, 262-266.
- [14] Zuhri, A. (2020). Instagram, Pandemi dan Peran Influencer (Analisis Wacana Kritis pada Postingan Akun Instagram @najwashihab dan @jrxsid). *Academic Journal of Da'wa and Communication*, Vol. 1, No. 2, Desember 2020, 351-382.



Kemampuan Menulis (*Writing*) Esai Singkat Mahasiswa non-Bahasa Inggris di Universitas Udayana

¹Ni Ketut Alit Ida Setianingsih

²Program Studi Sastra Inggris, Fakultas Ilmu Budaya, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
alit_ida@yahoo.com

²I Gusti Ngurah Parthama

²Program Studi Sastra Inggris, Fakultas Ilmu Budaya, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
ngurah_parthama@unud.ac.id

Abstract—Artikel ini membahas kemampuan menulis (*writing*) mahasiswa program non-bahasa Inggris di Universitas Udayana. Adapun kemampuan menulis yang menjadi fokus perhatian adalah tata bahasa Inggris (*English structure*). Tata bahasa Inggris mempunyai keunikan tersendiri yang berbeda dengan bahasa Indonesia. Perbedaan itu menjadi sangat terlihat ketika mahasiswa mengaplikasikan penggunaan tata bahasa Inggris pada tulisan mereka. Perbedaan yang terjadi pada dua bahasa mengakibatkan permasalahan komposisi bahasa Inggris yang dihasilkan oleh mahasiswa. Tulisan-tulisan mereka dalam bahasa Inggris terlihat dipengaruhi oleh tata bahasa Indonesia. Akibatnya, kemampuan bahasa Inggris yang terlihat menjadi rendah. Terutama terhadap kemampuan berbahasa Inggris mahasiswa program non-bahasa Inggris. Padahal saat ini kewajiban memahami bahasa Inggris adalah mutlak. Apalagi peran bahasa Inggris sebagai bahasa internasional dan digunakan sebagai media komunikasi dalam dunia pendidikan. Bahasa Inggris menjadi bagian penting dalam penyebaran ilmu pengetahuan dan teknologi bagi setiap orang di dunia. Bahkan di lingkungan Universitas Udayana, bahasa Inggris menjadi wajib dalam penulisan abstrak atau ringkasan pada skripsi maupun artikel-artikel ilmiah. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kualitatif. Sumber data diambil dari hasil tulisan esai singkat mahasiswa program non-bahasa Inggris yaitu dari Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Udayana. Pengumpulan data dilakukan dengan metode dokumentasi dan data yang dikumpulkan dilakukan secara *purposive random sampling*. Sedangkan analisis data dilakukan secara deskriptif terhadap data-data terpilih dengan mengacu kepada kajian atau teori yang berhubungan dengan pembelajaran bahasa Inggris. Hasil yang diperoleh adalah mahasiswa non-bahasa Inggris masih kesulitan memahami komposisi terkait kesepakatan (*agreement*) dalam bahasa Inggris. Kesulitan yang dialami adalah pemahaman yang masih rendah terhadap adanya subyek dengan penanda tunggal atau jamak. Selanjutnya kesepakatan (*agreement*) juga mengacu terhadap variasi verba dalam bahasa Inggris. Verba bahasa Inggris mempunyai sejumlah variasi yang berkaitan dengan penanda kala atau waktu (*tenses*). Selain penanda tersebut, seorang penulis bahasa Inggris juga wajib mencermati subyek yang mendahului verba sehingga tidak mengalami kesalahan saat menentukan verba yang digunakan.

Kata Kunci— kemampuan menulis (*writing*), bahasa Inggris, esai singkat, mahasiswa non-bahasa Inggris

I. PENDAHULUAN

Pembelajaran bahasa Inggris di perguruan tinggi di Indonesia menjadi sebuah tantangan penting. Pembelajaran dengan latar belakang bahasa Inggris selalu menjadi momok bagi mahasiswa-mahasiswa program non-bahasa Inggris. Hal tersebut disebabkan masih belum optimalnya kemampuan bahasa Inggris para mahasiswa sebagai media pendukung pembelajaran. Sehingga pemahaman maupun kemampuan untuk menghasilkan produk dalam bahasa Inggris tergolong rendah. Padahal, jika memperhatikan posisinya pada pembelajaran di universitas atau politeknik,

bahasa Inggris berperan penting terutama dalam hal penyebaran ilmu pengetahuan dan teknologi. Peran penting itu tidak lain dalam bentuk transfer ilmu dan teknologi kepada peserta didik maupun ilmuwan di berbagai negara.

Yang juga tidak kalah penting, bahasa Inggris juga menjadi dasar komunikasi khususnya komunikasi global. Saat ini bahasa Inggris digunakan setiap orang dari berbagai negara dengan beragam latar belakang bahasa berbeda. Bahasa Inggris menjadi alat penting manusia dari seluruh dunia untuk dapat berinteraksi dan berkomunikasi. Terutama di era global saat ini di mana kemajuan internet sangat berpengaruh dalam hal kecepatan dan efisiensi berkomunikasi. Maka bahasa Inggris menjadi perangkat untuk setiap orang berkomunikasi dalam berbagai cara baik melalui media sosial, email, dan bentuk komunikasi digital lainnya. Untuk itulah, kemampuan berkomunikasi baik lisan maupun tulisan menjadi hal dasar bagi mahasiswa di perguruan tinggi.

Harmer (2007: 112) mengungkapkan kemampuan menulis (*writing*) dalam berbagai bahasa dibedakan menjadi dua tujuan. Pertama, kemampuan menulis untuk belajar (*writing-for-learning*) dan kemampuan menulis untuk menulis (*writing-for-writing*). Keduanya mempunyai karakteristik berbeda. Bagian pertama memberikan kesempatan pembelajar untuk mengaplikasikan kosakata dan tata bahasa berkaitan dengan materi yang diajarkan sebelumnya. Biasanya, pengajar akan memberikan penjelasan tentang suatu kata maupun tata bahasa, selanjutnya pembelajar mengaplikasikan ke dalam beberapa kalimat atau kata lainnya. Sedangkan tujuan kedua lebih berkaitan sebagai kemampuan (*skills*) khusus sebagai penulis. Tujuan ini berhubungan dengan target pembelajar sebagai penulis dengan kemampuan menulis berbagai hal mulai dari tulisan biasa, tulisan akademik, dan bentuk tulisan lainnya. Tujuan kedua tentunya tidak dapat dilepaskan dari pembelajaran dalam tingkatan tertentu untuk mencapai kemampuan optimal.

Artikel ini akan mendeskripsikan kemampuan menulis (*writing*) bahasa Inggris bagi mahasiswa program non-bahasa Inggris. Kemampuan menulis yang menjadi obyek penelitian adalah esai-esai singkat. Pemilihan produk berupa tulisan (*writing*) esai singkat berkaitan erat dengan kemampuan menulis akademik seperti menulis abstrak yang jumlah kata berkisar antara 200 – 300 kata. Dengan mengidentifikasi dan mendeskripsikan kemampuan menulis esai singkat dalam bahasa Inggris, maka dapat dilihat kemampuan secara umum mahasiswa non-bahasa Inggris dalam mengekspresikan suatu ide atau topik dengan bahasa Inggris. Selain itu, esai singkat dalam jumlah kata terbatas memberikan kesempatan mahasiswa untuk mengingat kembali maupun meningkatkan kosakata terkait topik-topik tertentu dalam bahasa Inggris. Sehingga pertanyaan yang menjadi fokus dalam artikel ini adalah terkait tipe-tipe kesalahan bahasa Inggris yang dilakukan mahasiswa non-bahasa Inggris saat menulis (*writing*) esai singkat khususnya terkait kesepakatan (*agreement*) dalam bahasa Inggris. Terkait dengan masalah tersebut, maka deskripsi kesalahan dan perbaikan yang sesuai dengan standar bahasa Inggris yang baik dan benar dijelaskan lebih lanjut.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan menulis (*writing*) esai singkat bahasa Inggris pada mahasiswa program non-bahasa Inggris. Dalam hal ini kemampuan menulis esai singkat berkorelasi dengan penguasaan kosakata mahasiswa. Dimana mahasiswa program non-bahasa Inggris mempunyai keterbatasan dalam penguasaan kosakata mengingat terbatasnya kesempatan untuk menggunakan bahasa Inggris dalam berkomunikasi baik lisan maupun tulisan. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan mendeskripsikan kesulitan mahasiswa dengan memetakan permasalahan yang dialami saat memproduksi esai singkat. Dengan mendeskripsikan dan memetakan kesulitan mahasiswa, maka memudahkan pengajar atau tutor untuk mempersiapkan materi sesuai topik pembelajaran.

Kemampuan mahasiswa menulis abstrak dalam bahasa Inggris sebagai bagian karya ilmiah menjadi dasar penelitian Bochari *et.al* (2022). Penulisan abstrak dalam bahasa Inggris menjadi hal wajib yang dilakukan mahasiswa dalam penulisan skripsi maupun menghasilkan artikel ilmiah akademik. Abstrak dengan batasan jumlah kata menjadi cerminan kemampuan mahasiswa menyampaikan ide terkait penelitiannya. Hasil yang diperoleh adalah adanya lima identifikasi kesalahan yang dilakukan mahasiswa dalam menulis abstrak antara lain tidak memahami kesesuaian subyek dan predikat (*subject-verb agreement*) dalam kaitan dengan *tenses*; penukaran susunan kata yang dipengaruhi bahasa Indonesia, pengurangan atau penghilangan *suffix* penentu kelas kata atau penanda singular-jamak; penghilangan preposisi atau kata depan maupun obyek setelah kata kerja *transitive*; dan terakhir menyamaratakan seluruh bentuk kata kerja baik untuk subyek tunggal maupun jamak meskipun terdapat penanda bentuk *present* atau *past*.

Dalam kaitan dengan penulisan abstrak sebagai bagian dari penulisan laporan ilmiah, artikel berjudul *Analisis Kesalahan Penulisan Abstrak Tugas Akhir (TA) dan Skripsi Mahasiswa STMA Trisakti* yang ditulis Suhendar (2022) menjadi pertimbangan penting dalam penelitian ini. Artikel itu membahas kesalahan-kesalahan yang dilakukan mahasiswa tingkat akhir Sekolah Tinggi Manajemen Asuransi Trisakti Jakarta dalam menghasilkan abstrak berbahasa Inggris. Abstrak berbahasa Inggris menjadi hal wajib yang harus disertakan pada laporan akhir maupun skripsi yang dikerjakan mahasiswa. Hal itu menjadikan bahasa Inggris mempunyai peran penting dalam penulisan akademik di Indonesia. Temuan yang diperoleh adalah dari 10 sampel abstrak yang digunakan, 9 sampel atau 90% data memperlihatkan kesalahan penulisan abstrak dalam bahasa Inggris. Kesalahan yang dianalisa antara lain format, gramatikal berupa struktur kalimat, bentuk kata kerja, dan leksikal berupa struktur kata, susunan kata, atau pilihan

kata. Kesalahan tertinggi diperoleh pada struktur kata yaitu 33 kesalahan atau 46,47%. Kesalahan struktur kata mencakup kesalahan mahasiswa terhadap struktur kata dalam bahasa Inggris, susunan kata, atau pilihan kata.

II. METODE DAN PROSEDUR

Sumber data diambil dari hasil esai singkat mahasiswa dalam bahasa Inggris. Mahasiswa yang akan digunakan sebagai responden adalah mahasiswa Fakultas Ekonomi dan Bisnis dengan tiga program studi berbeda yaitu akuntansi, manajemen, dan ekonomi Pembangunan. Sedangkan pemilihan penggunaan esai singkat sebagai upaya untuk membiasakan mahasiswa menuliskan ide suatu topik seperti halnya menulis abstrak artikel ilmiah. Pengumpulan data akan dilakukan dengan metode dokumentasi. Hasil tulisan esai singkat mahasiswa akan diseleksi secara *purposive random sampling*. Penggunaan sampel akan dilakukan mengingat jumlah mahasiswa yang besar dan waktu penelitian terbatas. Data berupa tulisan esai akan diperiksa, ditandai, dan diklasifikasikan kesalahan serta kemampuan setiap dari setiap mahasiswa. Selanjutnya analisa data akan dilakukan secara kualitatif. Data yang telah terkumpul akan dianalisa berdasarkan tingkat kemampuan menulis mahasiswa non-bahasa Inggris. Tingkat kemampuan tersebut akan berkorelasi dengan kemampuan mahasiswa dalam memahami organisasi teks esai, fitur gramatikal atau struktur kalimat, fitur leksikal atau struktur kata maupun pilihan kata, dan fitur komposisi (kapitalisasi, tanda baca, tata bahasa, dan gaya bahasa). Analisa data akan dilakukan secara deskriptif terhadap kemampuan dan kesulitan mahasiswa dalam menghasilkan esai singkat berbahasa Inggris.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahasa Inggris mempunyai bentuk unik yang membedakan dengan bahasa Indonesia. Keunikan itu terjadi dimana antara subyek dan kata kerja wajib terdapat kesepakatan atau dikenal dengan *agreement*. Kesepakatan (*agreement*) terjadi dengan mengacu kepada bentuk-bentuk subyek yang digunakan. Sebagai contoh sederhana, subyek kata benda dalam bahasa Inggris dapat berbentuk tunggal atau jamak maupun penggunaan kata ganti orang yang juga mengindikasikan bentuk tunggal maupun jamak, namun bercirikan pada persona pertama, kedua, dan ketiga. Sehingga jika penggunaan berkaitan dengan bentuk-bentuk subyek seperti itu, maka kata kerja atau verba akan mengikuti dengan pola tertentu. Selain subyek, kata kerja dalam bahasa Inggris juga ikut mengalami perubahan seiring penggunaan kala waktu (*tenses*). Pada tabel 3.9 berikut adalah bentuk kesepakatan (*agreement*) dalam bahasa Inggris yang sesuai dan tepat.

3-1	But sometimes they work as a farmer.
3-2	My parents are working people.
3-3	My mother's name is Ni Wayan Putri Ety. She works at a restaurant in Ubud. She is friendly and quite talkative

Tabel 3.1 kesepakatan atau agreement dalam bahasa Inggris

Terdapat tiga data pada tabel 3.1 yang berhubungan dengan kesepakatan (*agreement*) dalam bahasa Inggris. Ketiga data merupakan bagian dari sampling sejumlah data yang berisikan kesepakatan subyek dan verba dalam bahasa Inggris. Sejumlah besar data memperlihatkan pemahaman mahasiswa terhadap adanya kesepakatan antara subyek dan verba dalam bahasa Inggris. Namun, pada situasi tertentu, mahasiswa sepertinya melupakan kaidah tersebut sehingga penulisan dalam bahasa Inggris menjadi tidak tepat dan sesuai.

Ketiga data di atas telah mengacu kepada kesepakatan (*agreement*) dalam bahasa Inggris. Data [3-1] mempunyai subyek *they* dan verba *work*. Subyek *they* merupakan persona orang ketiga dan berbentuk jamak dalam bahasa Inggris. Dengan bentuk jamak, maka verba yang mengikuti, *work*, ditulis menggunakan bentuk pertama. Sehingga kalimat *they work* mengacu pada bentuk yang menyatakan kegiatan atau kebiasaan yang dilakukan setiap hari. Bentuk hampir serupa juga dapat dilihat pada data [3-2]. Subyek *my parents* menunjukkan bentuk jamak dan diikuti kata bantu (*to be*) *are* sebagai kata bantu jamak serta verba berbentuk *-ing* pada *working*. Bentuk jamak *my parents* bersepakat dengan kata bantu (*to be*) *are* yang digunakan sebagai kata bantu penunjuk jamak. Sehingga kalimat *my parents are working* menunjukkan keadaan atau situasi saat penulis menjelaskan keadaan orangtuanya.

Kesepakatan (*agreement*) juga bisa dilihat pada penggunaan kata ganti orang (*pronouns*) dalam bahasa Inggris. Kata ganti orang dalam bahasa Inggris mempunyai acuan khusus yang membedakan secara gender. Hal tersebut membedakan dengan bahasa Indonesia yang hanya mengenal kata ganti orang *dia* untuk mengacu kepada orang lain baik laki-laki maupun perempuan. Sedangkan dalam bahasa Inggris, acuan kata ganti orang dapat diganti dengan *he* jika laki-laki, *she* jika perempuan, dan *it* jika mengacu kepada benda tertentu. Data [3-3] diidentifikasi menggunakan kata ganti orang yang telah sesuai. Pada data, nama ibu dalam kalimat-kalimat berikutnya digantikan dengan kata ganti *she*. Sehingga dua kalimat terakhir pada data itu tetap mengacu pada orang yang sama yaitu ibu dari si penulis.

Meskipun dominan mahasiswa mampu memahami kesepakatan baik subyek dan verba maupun kesepakatan pada kata ganti orang, dalam beberapa tulisan masih memperlihatkan hal yang berbeda. Sejumlah komposisi tulisan mahasiswa menunjukkan adanya kelemahan pada pemahaman kesepakatan (*agreement*) dalam bahasa Inggris. Mereka tidak memahami sepenuhnya konsep kesepakatan dalam bahasa Inggris dan hal itu terjadi sangat dominan pada pembentukan komposisi subyek – verba. Kesulitan pemahaman kesepakatan (*agreement*) tersebut dapat dilihat pada tabel 3.10 di bawah ini.

3-4	he really make sure that I'm happy and often made food for me.
3-5	he like listening radio and music.
3-6	he call my mother several times
3-7	She like dancing Balinese dance
3-8	She like cooking, and watching movie.
3-9	My family consist of 5 people
3-10	there is an angel, who always protect and loves us

Tabel 3.2 kesalahan penggunaan kesepakatan (*agreement*) dalam bahasa Inggris

Tujuh data yang terdapat pada tabel 3.2 menunjukkan ketidakpahaman mahasiswa dalam menggunakan kesepakatan (*agreement*) dalam bahasa Inggris. Hal itu terlihat dari penggunaan subyek dan verba yang tidak sesuai dengan kaidah kesepakatan (*agreement*) di bahasa Inggris. Seperti pada data [3-4] hingga data [3-8] yang menggunakan bentuk kata ganti orang (*pronouns*) dalam bahasa Inggris, *he* dan *she*. Penggunaan kata ganti orang dengan *he* dan *she* dalam bahasa Inggris mengacu kepada pola persona orang ketiga tunggal. Dengan pola orang ketiga tunggal, maka verba yang mengikuti akan menambahkan *-s/es* pada kata kerjanya. Sehingga pada data [3-4] komposisi yang sesuai adalah *he really makes*, data [3-5] menjadi *he likes*, dan pada data [3-6] menjadi komposisi *he calls*. Sedangkan untuk bentuk orang ketiga tunggal yang mengacu kepada perempuan atau *she*, pada data [3-7] dan [3-8] sama-sama berubah komposisi menjadi *she likes*.

Ketidakkampuan memahami kesepakatan (*agreement*) juga terlihat pada data [3-9]. Data tersebut mengacu kepada subyek *my family* dan pemahaman kata *my family* adalah tunggal (meskipun keluarga terdiri dari beberapa anggota keluarga). Kesatuan bentuk *my family* seharusnya diikuti dengan bentuk verba yang ditandai dengan *-s/es*. Sehingga komposisi pada data [3-9] yang tepat adalah *my family consists*. Sementara itu, ketidakkonsistenan pemakaian kesepakatan (*agreement*) terlihat pada data [3-10]. Kalimat *there is an angel, who always protect and loves us* memperlihatkan ketidakkonsistenan dalam penulisan kesepakatan (*agreement*). Ketidakkonsistenan itu terjadi pada dua kata kerja *protect* dan *loves*. Jika diperhatikan lebih cermat, subyek dari kalimat tersebut adalah *an angel* dengan menunjukkan bentuk tunggal. Penggunaan tunggal seharusnya diikuti penanda *-s/es* pada verba. Namun, pada data [3-10] justru hanya menandai penanda *-s/es* pada kata kerja *loves* dan menggunakan bentuk pertama pada verba *protect*. Padahal jika melihat standar penulisan bahasa Inggris yang baik dan benar, maka bentuk yang tepat adalah *protects* dan *loves*. Dengan perbedaan penulisan tersebut, mahasiswa tidak mampu mengidentifikasi subyek dan mengaplikasikan pemahaman kesepakatan (*agreement*) dalam bahasa Inggris. Selain itu, mahasiswa juga tidak konsisten terhadap bentuk-bentuk standar bahasa Inggris terutama ketika terdapat lebih dari satu kata kerja atau verba dalam sebuah kalimat.

IV. KESIMPULAN

Kesepakatan (*agreement*) dalam bahasa Inggris merupakan sesuatu yang unik. Kesepakatan (*agreement*) terjadi ketika subyek dan verb dalam bahasa Inggris mempunyai beragam variasi. Kesepakatan terjadi ketika subyek atau kata benda harus dilihat dari sisi tunggal atau jamak. Sedangkan pada aspek kata kerja atau verba, kesepakatan (*agreement*) justru lebih kompleks. Kesepakatan pada verba bahasa Inggris berhubungan dengan subyek (tunggal atau jamak) dan juga berhubungan dengan penanda kala atau waktu (*tense*). Penanda kala atau waktu (*tense*) dalam bahasa Inggris sangat bervariasi mengingat terdapat 16 penanda kala atau waktu. Sehingga pertimbangan yang muncul saat menulis komposisi bahasa Inggris adalah mencermati keberadaan subyek dan verba yang berhubungan dengan penanda jumlah (tunggal atau jamak) dan penanda kala atau waktu (*tenses*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami menyampaikan terima kasih kepada I Nyoman Aryawibawa, S.S., M.A., Ph.D., selaku dekan Fakultas Ilmu Budaya Universitas Udayana atas tuntunannya selama proses pembuatan dan penyelesaian penelitian ini. Tidak lupa kami menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada pihak Universitas Udayana khususnya Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada

Masyarakat (LPPM) melalui Prof. Ir. Ngakan Putu Gede Suandana, M.T., Ph.D., IPU, sebagai rektor Universitas Udayana dan Prof. Dr. drh. I Nyoman Suarsana, M.Si., sebagai ketua LPPM atas kesempatan penelitian yang diberikan kepada peneliti Universitas Udayana.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agung, A.S.S.N. (2019). Current Challenges in Teaching English in the Least-developed Region in Indonesia, *SOSHUM Jurnal Sosial dan Humaniora*, Volume 9, Number 3, p-ISSN 2088-2262 e-ISSN 2580-5622, hal. 266-271.
- [2] Bochari, S., Hastini, Anggreni A., Basri, H. (2022). Kesalahan Sintaksis pada Abstrak Berbahasa Inggris di Jurnal Ilmiah, *Jurnal Kreatif Online (JKO)*, Vol. 10, No.1, pp 50-65, March 2022.
- [3] Fitriana, R. (2021). Analisis Hasil Tulisan Mahasiswa D3 Akuntansi di Politeknik Negeri Samarinda, *Jurnal SNITT – Politeknik Negeri Balikpapan*, halaman 334-345.
- [4] Harmer, J. (2007). *How To Teach English*. Essex: Pearson Education Limited.
- [5] Harmer, J. (2001). *The Practice of English Language Teaching*. 3rd edition. Longman.
- [6] Harmer, J. (1987). *Teaching and Learning Grammar*. Longman.
- [7] Haryani, T. (2022). Analisis Kesalahan Gramatikal Pada Tulisan Mahasiswa Tentang *Simple Present Tense*, *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, Vol. 13 No. 2 Juli – Desember 2022 FKIP Universitas Palangka Raya, halaman 160-170, DOI: <https://doi.org/10.37304/jikt.v13i2.163>.
- [8] Iftanti, E.B.M. (2021). Belief, Perception, and Challenges of Non English Department Students to Learn English in Globalization Era, *Indonesian EFL Journal (IEFLJ)*, 7(1), 1-21. <https://doi.org/10.25134/ieflj.v7i1.3985>.
- [9] Pradana, S. (2022). Analisis Kesalahan Gramatika Mahasiswa STIT Tanggamus Dalam Penulisan Surat Elektronik Berbahasa Inggris. *JIT: Jurnal Ilmu Tarbiyah*, Vol. 1 No.2 (2022), hlm. 175-180.
- [10] Suhendar, B.S. (2022). Analisis Kesalahan Penulisan Abstrak Tugas Akhir (TA) dan Skripsi Mahasiswa STMA Trisakti, *Jurnal Bahasa dan Sastra*, Vol. 10, No 2, 2022, halaman 209-223, DOI: <https://doi.org/10.24036/jbs.v10i2.116681>.

Peningkatan Perlindungan Ekspresi Budaya Tradisional dan Pengetahuan Tradisional di Gianyar: Strategi *Participatory Learning and Action*

¹Putu Aras Samsithawrati
¹Fakultas Hukum Universitas Udayana
Denpasar, Bali
samsithawrati@unud.ac.id

¹Ni Ketut Supasti Dharmawan
¹Fakultas Hukum Universitas Udayana
Denpasar, Bali
supasti_dharmawan@unud.ac.id

³Made Aditya Pramana Putra
³Fakultas Hukum Universitas Udayana
Denpasar, Bali
adityapramanaputra@unud.ac.id

⁴Dewa Ayu Dian Sawitri
⁴Fakultas Hukum Universitas Udayana
Denpasar, Bali
dewaayudiansawitri@unud.ac.id

Abstract—Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan menganalisis kriteria dan mekanisme perlindungan Ekspresi Budaya Tradisional (EBT) dan Pengetahuan Tradisional (PT) sebagai bagian dari Kekayaan Intelektual Komunal (KIK) yang ada pada Komunitas Asal di Kabupaten Gianyar serta mengkaji relevansi penggunaan strategi *Participatory Learning and Action* dalam rangka peningkatan jumlah karya EBT dan PT yang diinventarisasi serta dicatatkan dalam konteks perlindungan defensif Kekayaan Intelektual Komunal pada Komunitas Asal di Kabupaten Gianyar. Penelitian ini menggunakan metode *Socio-legal research* dimana pada tahap awal dilakukan penelitian hukum normatif untuk mengkaji bahan hukum dan secara simultan dilakukan penelitian empiris di Kabupaten Gianyar dan perbandingan di daerah Tabanan dan Badung. Seluruh bahan hukum dan data kemudian dianalisis dengan Analisis deskriptif kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan kriteria perlindungan EBT mengacu pada Pasal 6 PP 56/2022 dan PT mengacu pada Pasal 8 PP 56/2022 dimana karya-karya tersebut pada dasarnya diturunkan turun-temurun lintas generasi oleh nenek moyang mereka dalam suatu Komunitas Asal. Mekanisme perlindungan terhadap EBT dan PT adalah melalui proses inventarisasi dan pencatatan KIK dimana Negara berkewajiban melaksanakannya sesuai Pasal 3 PP 56/2022. Hal itu penting untuk dibarengi dengan kolaborasi penta-helix dengan strategi *Participatory Learning and Action* (PLA). PLA dengan karakteristik khas berupa sosialisasi, diskusi, yang dibarengi dengan praktik secara langsung itu relevan digunakan untuk peningkatan pencatatan EBT dan PT dalam rangka perlindungan KIK Kabupaten Gianyar karena secara langsung mampu menghasilkan terbitnya Sertifikat Inventarisasi dan Pencatatan KIK terhadap 4 karya EBT dan 1 karya PT di Kabupaten Gianyar serta 1 EBT dari Badung dan 1 PT dari Tabanan sebagai perbandingan.

Kata Kunci—Ekspresi Budaya Tradisional, Pengetahuan Tradisional, Peningkatan Perlindungan, *Participatory Learning and Action*.

I. PENDAHULUAN

Gianyar merupakan salah satu kabupaten yang berada di Provinsi Bali yang terkenal akan seni dan budayanya sehingga mendapat julukan “Gumi Seni” atau Bumi Seni karena konsisten mempertahankan seni dan budayanya dari dulu hingga sekarang [1]. Karya seni di Gianyar seperti misalnya tarian, musik, lukisan, seni rupa, serta budaya lainnya yang tertuang dalam bentuk makanan, minuman serta kerajinan tradisional dan masih banyak lainnya tersebut berpotensi menjadi ekonomi kreatif dan menunjang pariwisata di Gianyar khususnya dan Bali pada umumnya [2]. Dengan beragamnya seni dan budaya yang ada pada Gianyar dan berpotensi menunjang ekonomi dan pariwisata daerah tersebut, maka karya tersebut penting untuk diinventarisasi dan dicatatkan sebagai Karya Intelektual Komunal (“KIK”) di Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia (“Kemenkumham”). Inventarisasi dan Pencatatan KIK adalah sebagai perlindungan hukum secara defensif [3].

KI juga memberikan perlindungan terhadap karya komunal atau KIK yang diemban oleh masyarakat adat/Kustodian/Komunitas Asal. Contoh, karya seni berupa tari-tarian, musik, dan upacara adat dapat dilindungi dalam KIK jenis Ekspresi Budaya Tradisional (“EBT”), sedangkan kemahiran membuat makanan, minuman, dan kerajinan tradisional termasuk Pengetahuan Tradisional (“PT”). Contoh KIK asal Gianyar yang telah dicatatkan dan terbit Sertifikat KIK nya adalah Seni Lukis Gaya Batuan (PT) pada tahun 2023 [4] dan Tari Rejang Takep Api (EBT) pada tahun 2023 [5]. Dipilihnya Gianyar sebagai objek penelitian karena Gianyar terkenal sebagai rumah bagi para seniman (tari, musik, seni rupa, hingga Pengetahuan Tradisional seperti makanan, lukisan) di Bali. Penelitian di bidang KIK khususnya inventarisasi yang hanya menghasilkan deskripsi potensi KIK dianggap kurang mampu mendukung peningkatan pencatatan KIK tersebut. Sehingga, diperlukan adanya penelitian dengan strategi *Participatory Learning and Action* (PLA) sebagai bentuk nyata penelitian yang membantu secara langsung inventarisasi dan pencatatan EBT dan PT di Gianyar. Dalam rangka meningkatkan jumlah pencatatan karya EBT dan PT dalam konteks perlindungan defensif KIK di Gianyar guna mendukung pariwisata dan ekonomi kreatif, kelestarian Budaya Bali dan kearifan lokal, maka penting untuk melakukan penelitian dan menuangkan hasilnya dengan mengangkat tulisan berjudul “Peningkatan Perlindungan Ekspresi Budaya Tradisional dan Pengetahuan Tradisional di Gianyar: *Strategi Participatory Learning and Action*.”

Beberapa studi serupa terdahulu yang berkaitan dengan EBT dan/atau PT misalnya studi oleh: (1) Dharmawan dkk (2024) berjudul “*Quo Vadis Traditional Cultural Expressions Protection: Threats from Personal Intellectual Property and Artificial Intelligence*” yang berfokus pada perlindungan EBT yang ditransformasikan atau diadaptasi menjadi karya personal KI atau karya yang dibuat oleh Kecerdasan Buatan beserta berbagai langkah untuk mengatasi ancaman tersebut [6]; dan (2) Fitriani dan Sulistiyono (2024) berjudul “Perlindungan Hukum Kekayaan Intelektual Komunal terhadap Obat Tradisional Jamu sebagai Pengetahuan Tradisional” berfokus pada perlindungan hukum KIK khususnya PT yang berkaitan dengan obat tradisional berupa jamu. Sedangkan tulisan ini berfokus pada kriteria dan mekanisme perlindungan EBT dan PT sebagai bagian dari KIK yang ada pada Komunitas Asal di Kabupaten Gianyar serta relevansi penggunaan strategi *PLA* dalam rangka peningkatan jumlah karya EBT dan PT tersebut sehingga tulisan ini dapat dikemukakan memiliki originalitasnya tersendiri.

II. METODE DAN PROSEDUR

Soerjono Soekanto mengemukakan bahwa penelitian adalah suatu kegiatan ilmiah yang didasarkan pada metode, sistematika dan pemikiran tertentu yang bertujuan untuk mempelajari satu atau beberapa gejala hukum tertentu dengan menganalisisnya [7]. Artikel ini menggunakan metode *Socio-legal research* yang merupakan penelitian interdisipliner. Hal ini karena ilmu hukum kajiannya berkaitan erat dengan masyarakat yang tidak terlepas dari ilmu sosial lainnya [8]. Langkah dalam penelitian ini diawali dengan penelitian normatif yang melakukan kajian terhadap bahan hukum berkaitan dengan kriteria dan mekanisme perlindungan EBT dan PT sebagai bagian dari KIK yang ada pada Komunitas Asal di Kabupaten Gianyar. Kemudian secara simultan melakukan penelitian empiris di Gianyar melalui teknik wawancara mendalam, pendokumentasian, dan *PLA* dalam inventarisasi dan pencatatan karya EBT dan PT. Seluruh bahan hukum dan data kemudian dianalisis dengan Analisis deskriptif kualitatif.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kriteria dan Mekanisme Perlindungan Ekspresi Budaya Tradisional dan Pengetahuan Tradisional Sebagai Bagian dari Kekayaan Intelektual Komunal yang Ada Pada Komunitas Asal di Kabupaten Gianyar

Dalam level nasional, pengaturan perlindungan terhadap KIK secara khusus diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 56 Tahun 2022 tentang KIK (PP 56/2022) dan yang sudah terlebih dahulu terbit yaitu Peraturan Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia Nomor 13 Tahun 2017 tentang Data KIK (Permenkumham 13/2017). Selain itu pecahan ketentuan mengenai KIK, dapat ditemukan dalam berbagai peraturan perundang-undangan yang mengatur KI personal seperti cipta dan paten. Contohnya EBT dapat ditemukan dalam Pasal 38 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta (UU 28/2014) serta PT yang berkaitan dengan Sumber Daya Genetik (SDG) dapat ditemukan dalam Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2016 tentang Paten (UU 13/2016). Sedangkan dalam tingkat lokal Gianyar misalnya, KIK diatur dalam Peraturan Bupati Gianyar Nomor 86 Tahun 2021 tentang Perlindungan Budaya Lokal dan Kekayaan Intelektual (Perbup Gianyar 86/2021).

Terhadap KIK, hak atas KIK khususnya yang berjenis EBT dan PT merupakan hak moral yang bersifat inklusif, yang diampu dan/atau diemban oleh Komunitas Asal, yang memiliki manfaat ekonomi, dan berlaku tanpa batas waktu (Pasal 5(1) PP 56/2022). Dengan demikian, kepemilikan KIK bersifat komunal. Komunitas Asal merupakan masyarakat hukum adat dan/atau komunitas lokal yang menghasilkan, melindungi, memelihara dan/atau mengembangkan KIK secara komunal dan lintas generasi, termasuk di dalamnya masyarakat pendukung (Pasal 1 angka 7 PP 56/2022). EBT atau *Traditional Cultural Expressions* (istilah yang dipergunakan *World Intellectual Property Organization*) sendiri pada mulanya dikenal dengan istilah *folklore* [9]. Berdasarkan Permenkumham 13/2017, jenis KIK hanya 4 yaitu EBT, PT, SDG dan Potensi Indikasi Geografis (PIG). Sedangkan dalam pengaturan selanjutnya yang khusus mengatur KIK, yaitu PP 56/2022, terdapat 5 jenis KIK yaitu EBT, PT, SDG, PIG dan Indikasi Asal (IA). Sifat “komunal” dari KIK menyebabkan hak atas KIK dipegang oleh negara (Pasal 3(1) PP 56/2022). Mengenai PT, EBT, SDG dan IA, hak moral bersifat inklusif dan dijamin dan/atau dilaksanakan oleh masyarakat asal, mempunyai manfaat ekonomi dan berlaku selamanya (Pasal 5(1) PP 56/2022). Sedangkan PIG adalah hak moral inklusif yang dijamin dan/atau dilaksanakan oleh masyarakat asal dan mendapat perlindungan eksklusif setelah didaftarkan sebagai indikasi geografis sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan (Pasal 5(1) PP 56/2022).

Kriteria perlindungan EBT dan PT sebagai bagian dari KIK yang ada pada Komunitas Asal di Kabupaten Gianyar mengacu pada Pasal 6 dan Pasal 8 PP 56/2022. Berdasarkan Pasal 6 PP 56/2022, karya EBT termasuk di Kabupaten Gianyar harus memenuhi kriteria: (a) mengandung nilai, cara pandang, dan bentuk tradisional, serta disusun, dipelihara, dan dikembangkan baik di dalam maupun di luar konteks tradisional; (b) diampu dan diemban secara komunal dan bersifat kolektif oleh masyarakat hukum adat dan/atau komunitas lokal sebagai Komunitas Asalnya; (c) dikembangkan secara terus-menerus oleh Komunitas Asal sebagai respon terhadap lingkungan hidup, alam, dan sejarah; (d) dipelihara, dipergunakan, dan diteruskan secara lintas generasi; dan (e) memberi kesadaran identitas, keberlanjutan, dan mempromosikan penghormatan terhadap keragaman budaya dan kreativitas. Sedangkan untuk karya PT, termasuk yang ada di Kabupaten Gianyar, harus memenuhi salah satu atau beberapa kriteria sebagaimana ditentukan Pasal 8 PP 56/2022 yaitu: (a) metode atau proses tradisional; (b) kecakapan teknik; (c) keterampilan; (d) pembelajaran; (e) pengetahuan pertanian; (f) pengetahuan teknis; (g) pengetahuan ekologis; (h) pengetahuan yang terkait dengan Sumber Daya Genetik; (i) pengetahuan pengobatan, obat tradisional, dan tata cara penyembuhan; (j) sistem ekonomi; (k) sistem organisasi sosial; (l) pengetahuan yang berkaitan dengan perilaku mengenai alam dan semesta; dan/atau (m) bentuk pengetahuan lainnya sesuai perkembangan. Adapun mekanisme perlindungan terhadap EBT dan PT adalah melalui proses inventarisasi dan pencatatan KIK yang kewajiban untuk melakukan hal tersebut berada di tangan Negara, dalam hal ini pemerintah sebagaimana ditentukan Pasal 3 PP 56/2022. Dalam pelaksanaannya kegiatan inventarisasi dan pencatatan tersebut melibatkan kolaborasi yang bersinergi di antara 5 aktor (pemerintah, masyarakat, akademisi, media dan bisnis sektor). Dengan proses inventarisasi dan pencatatan KIK tersebut akan bermuara pada terbitnya Sertifikat Inventarisasi dan Pencatatan KIK yang memberikan perlindungan defensif terhadap Komunitas Asal dari klaim pihak ketiga yang tidak berwenang atas karya tersebut.

3.2. Relevansi *Participatory Learning and Action* Dalam Peningkatan Pencatatan Karya Ekspresi Budaya Tradisional dan Pengetahuan Tradisional Dalam Rangka Perlindungan Kekayaan Intelektual Komunal Asal Kabupaten Gianyar

Secara umum, terhadap seseorang yang menggunakan intelektualitas daya pikirnya yang mana dalam prosesnya telah mengorbankan waktu, tenaga, materi dan berbagai curahan investasi lainnya tersebut berhak untuk mendapatkan

perlindungan hukum dalam bentuk hak eksklusif yang merupakan penghargaan atas kerja kerasnya. Hal tersebut sejalan dengan *Reward Theory* oleh Robert M. Sherwood [10]. Selain KI personal, dalam perkembangan zaman juga sudah semakin diakui keberadaan KI Komunal dengan berbagai peraturan hukum, termasuk di Indonesia. Indonesia memiliki 38 Provinsi dalam wilayahnya per tahun 2024 sejak sebelumnya hanya berjumlah 34 Provinsi pada November 2023 [11]. Salah satu dari 38 provinsi tersebut adalah Provinsi Bali. Satu Data Indonesia Provinsi Bali Tahun 2023 menunjukkan terdapat 8 Kabupaten dan 1 Kota di Provinsi Bali, dimana salah satunya adalah Kabupaten Gianyar dengan total 8 Kecamatan [12]. Adanya sosialisasi, diskusi dan praktik secara langsung merupakan ciri yang sangat khas dari strategi PLA [13]. Penelitian di lapangan pada Kabupaten Gianyar dilakukan pada Desa Ketewel, Desa Bedulu dan Desa Pering. Sebagai pembandingan, terkait relevansi strategi PLA terhadap peningkatan pencatatan EBT dan PT, juga dilakukan di Kabupaten Tabanan dan Kabupaten Badung. Penelitian di lapangan dilakukan dengan wawancara mendalam dengan pedoman wawancara terhadap informan (Pemerintah Daerah (Badan Riset dan Inovasi Daerah (BRIDA) Kabupaten Gianyar), Kemenkumham) dan responden (Komunitas Asal), dokumentasi foto dan video, serta Focus Group Discussion (“FGD”).

Berdasarkan penelitian di lapangan diketahui bahwa terlihat setidaknya ada 4 isu dalam peningkatan terbitnya kepemilikan sertifikat inventarisasi dan pencatatan KIK di Kabupaten Gianyar yaitu dari sisi:

1. *man*: (a) kurangnya pemahaman masyarakat mengenai apa itu KIK dan mafaatnya; (b) kurangnya SDM di lingkungan pemerintahan maupun instansi daerah untuk mengurus berbagai karya yang berpotensi untuk dilindungi KIK;
2. *material*: (a) sulitnya mencari dokumentasi dari karya EBT maupun PT karena sebagai contoh, suatu karya tari yang berpotensi dilindungi EBT tersebut hanya ditarikan setahun sekali pada momen tertentu; dan (b) sulitnya menentukan dan/atau mencari siapa yang dapat dianggap sebagai maestro atau guru budaya sebab diperaturan perundang-undangan yang ada saat ini mengenai KIK tidak secara tegas menentukan siapa yang dapat disebut sebagai maestro atau guru budaya;
3. *method*, birokrasi yang masih perlu diperingkas; dan
4. *environment*: (1) perangkat desa yang kurang memahami secara maksimal apa itu KIK sehingga program kerja yang diusung dan dijalankan pun kurang mengarah pada peningkatan inventarisasi dan pencatatan KIK yang bermuara pada terbitnya sertifikat KIK; dan (2) kurangnya keinginan masyarakat agar karya komunal tersebut dicatatkan karena kembali lagi kurangnya pengetahuan KIK.

Nampak bahwa isu dasar dalam peningkatan terbitnya kepemilikan sertifikat inventarisasi dan pencatatan KIK di Kabupaten Gianyar adalah belum diterapkannya secara maksimal strategi PLA dengan kolaborasi aktif berbagai pihak selain pemerintah yang berkelanjutan dalam proses inventarisasi dan pencatatan KIK di Kabupaten Gianyar. Dengan PLA ini, tidak hanya sosialisasi yang diberikan, namun juga dilanjutkan dengan wawancara mendalam, *Focus Group Discussion*, yang bertujuan untuk menggali data-data terkait potensi EBT dan PT yang diinventarisasi untuk dicatatkan sebagai KIK, serta praktik secara langsung yang dilakukan oleh kolaborasi berbagai pihak, termasuk akademisi (dosen dan mahasiswa peneliti EBT dan PT Fakultas Hukum Universitas Udayana (FH Unud)), dan tentunya Komunitas Asal di desa tertuju dalam membantu pemerintah daerah sebagai perpanjangan tangan Negara yang memang memiliki kewajiban untuk menginventarisasi dan mencatatkan KIK. Berdasarkan wawancara yang dilakukan dengan Laina Sumarlina Sitohang, S.Sn., MM. (Ketua Tim Kerja KIK di DJKI Kemenkumham Jakarta) pada 27 Juni 2024 sesungguhnya selain di Bali, sebagaimana PLA yang diterapkan oleh peneliti Fakultas Hukum Universitas Udayana dalam membantu Pemda Gianyar, universitas di luar Bali juga sudah menerapkan strategi serupa dalam meningkatkan jumlah kepemilikan KIK dengan luaran Sertifikat KIK bagi komunitas asalnya. Lebih lanjut terkait potensi ekonomi yang dimiliki KIK, juga ada program dari Direktorat Jenderal Kekayaan Intelektual (DJKI) Kemenkumham RI untuk membuat semacam *IP Market Place* untuk memaksimalkan nilai ekonomi dari KIK seperti misalnya tenun endek dari Bali.

Strategi PLA yang melibatkan kolaborasi aktif tidak hanya dari Pemda tapi juga akademisi FH Unud dan Komunitas Asal dengan sosialisasi mengenai KIK yang ditindaklanjuti dengan FGD inventarisasi dan praktik pencatatan pencatatan KIK secara langsung agar bisa tercatat dalam database Kemenkumham ini diterapkan pada Desa Ketewel-Gianyar, Desa Bedulu-Gianyar, dan Desa Pering-Gianyar. Penggunaan strategi PLA ini secara langsung mampu menghasilkan terbitnya Sertifikat Inventarisasi dan Pencatatan KIK terhadap 4 karya EBT (EBT Tari Ratu Dari dari Ketewel-Gianyar, EBT Siat Sampian dari Bedulu-Gianyar, EBT Cak Bedulu dari Bedulu-Gianyar, dan EBT Mematuh Wali Kapitu dari Sebatu-Gianyar) dan 1 karya PT (PT Paso Perangsada dari Pering-Gianyar). Sebagai pembandingan di Kabupaten selain Gianyar untuk menunjukkan bahwa PLA ini relevan untuk peningkatan pencatatan KIK di daerah lainnya ditunjukkan dengan terbitnya 1 Sertifikat KIK PT di Kabupaten Tabanan (Laklak Baas Barak Cenana

Jatiluwiuh dari Jatiluwiuh-Tabanan) dan 1 Sertifikat KIK EBT dari Kabupaten Badung (EBT Tari Baris Ketekok Jago Dharma Yadnya dari Darmasaba-Badung)

IV. KESIMPULAN

Beragam seni dan budaya yang berada di daerah Gianyar tersebut sangat berpotensi untuk dilindungi secara hukum berdasarkan ranah KIK, khususnya EBT dan PT. Kriteria perlindungan EBT mengacu pada Pasal 6 PP 56/2022 dan PT mengacu pada Pasal 8 PP 56/2022 dimana karya-karya tersebut pada dasarnya diturunkan turun-temurun lintas generasi oleh nenek moyang mereka dalam suatu Komunitas Asal. Mekanisme perlindungannya melalui inventarisasi dan pencatatan KIK dimana Negara berkewajiban melaksanakannya sesuai Pasal 3 PP 56/2022. Hal itu penting untuk dibarengi dengan kolaborasi aktif berbagai pihak selain pemerintah, misalnya dengan akademisi dan Komunitas Asal, dengan strategi PLA berupa sosialisasi, diskusi, yang dibarengi dengan praktik secara langsung. PLA relevan digunakan untuk peningkatan pencatatan EBT dan PT dalam rangka perlindungan KIK Kabupaten Gianyar karena secara langsung mampu menghasilkan terbitnya Sertifikat Inventarisasi dan Pencatatan KIK terhadap 4 karya EBT (EBT Tari Ratu Dari dari Ketewel-Gianyar, EBT Siat Sampian dari Bedulu-Gianyar, EBT Cak Bedulu dari Bedulu-Gianyar, dan EBT Mematuh Wali Kapitu dari Sebatu-Gianyar) dan 1 karya PT (PT Paso Perangsada dari Pering-Gianyar). Sebagai pembanding di Kabupaten selain Gianyar untuk menunjukkan bahwa PLA ini relevan untuk peningkatan pencatatan KIK di daerah lainnya ditunjukkan dengan terbitnya 1 Sertifikat KIK PT di Kabupaten Tabanan (Laklak Baas Barak Cenana Jatiluwiuh dari Jatiluwiuh-Tabanan) dan 1 Sertifikat KIK EBT dari Kabupaten Badung (EBT Tari Baris Ketekok Jago Dharma Yadnya dari Darmasaba-Badung).

UCAPAN TERIMA KASIH

Artikel ini hasil Penelitian Unggulan Program Studi pada Program Studi Ilmu Hukum Fakultas Hukum Universitas Udayana melalui Penelitian Dana PNPB Tahun Anggaran 2024. Terimakasih kepada Rektor Universitas Udayana beserta Wakil Rektor I, II, III, dan IV, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Udayana, Dekan Fakultas Hukum Universitas Udayana beserta Wakil Dekan I, II dan III, yang telah memfasilitasi kegiatan ini, baik moral maupun material, seluruh tim peneliti yang terdiri dari dosen dan mahasiswa yang telah bekerja keras dalam penelitian ini; serta seluruh stakeholders terkait seperti Pemerintah Provinsi Bali, BRIDA Provinsi Bali, Kemenkumham dan masyarakat daerah Provinsi Bali khususnya Kabupaten Gianyar yang sangat positif dan kooperatif dalam memberikan informasi yang diperlukan dalam kemajuan penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. N. Yasintha, N. M. R. A. Gelgel, B. D. N. R. Sukadi, N. P. M. Sari, and D. A. A. I. Pinatih, "Resiliensi pemerintah Kabupaten Gianyar dalam mewujudkan pariwisata berkelanjutan di tengah pandemi covid-19," *J. Transform.*, vol. 8, no. 1, pp. 57–80, 2022.
- [2] A. News, "Kemenkumham Bali Mendata Potensi Kekayaan Intelektual di Gianyar." <https://bali.antaranews.com/berita/319122/kemenkumham-bali-mendata-potensi-kekayaan-intelektual-di-gianyar>
- [3] T. A. Nugroho, "POLITIK HUKUM KEKAYAAN INTELEKTUAL KOMUNAL DALAM SISTEM HUKUM NASIONAL," *J. Lege Ferenda Trisakti*, pp. 57–66, 2024.
- [4] P. D. K. Komunal, "Seni Lukis Gaya Batuan." <http://kikomunal-indonesia.dgip.go.id/jenis/2/pengetahuan-tradisional/31044/seni-lukis-gaya-batuan>,
- [5] P. D. K. Komunal, "Tari Rejang Takep Api." <http://kikomunal-indonesia.dgip.go.id/jenis/1/ekspresi-budaya-tradisional/31051/tari-rejang-takep-api>
- [6] N. K. S. Dharmawan *et al.*, "Quo Vadis Traditional Cultural Expressions Protection: Threats from Personal Intellectual Property and Artificial Intelligence," *LAW REFORM*, vol. 19, no. 2, pp. 321–343.
- [7] M. Adriaman, *Pengantar Metode Penelitian Ilmu Hukum*. Yayasan Tri Edukasi Ilmiah, 2024.
- [8] F. Fuad, "Socio legal research dalam ilmu hukum," *Widya Pranata Huk. J. Kaji. Dan Penelit. Huk.*, vol. 2, no. 2, pp. 32–47, 2020.
- [9] E. a. Ni Ketut Supasti Dharmawan, *Harmonisasi Hukum Kekayaan Intelektual Indonesia*. Denpasar: Swasta Nulus, 2018.
- [10] D. Desak Putu Dewi Kasih, *Hukum Kekayaan Intelektual Komunal dan Inventarisasi Ekspresi Budaya Tradisional*. Denpasar: Sari Kahyangan Indonesia, 2023.
- [11] W. N. Khabib and P. Sylvi, "Analisis Faktor terhadap Indeks Pembangunan Manusia dan Pengelompokan Provinsi di Indonesia Tahun 2023," *J. SainTek*, vol. 1, no. 1, pp. 34–47, 2024.
- [12] S. D. I. P. Bali, "Nama-Nama Kecamatan Per Kabupaten/Kota di Provinsi Bali." <https://balisatudata.baliprov.go.id/laporan/nama-nama-kecamatan-per-kabupatenkota-di-provinsi-bali?year=2023>
- [13] F. P. Juniawan, S. Sujono, D. Y. Sylfania, and H. Hamidah, "Pembuatan Desain Kemasan Produk untuk

Pemberdayaan Industri Rumah Tangga dengan Metode Participatory Learning and Action,” *Wikrama Parahita J. Pengabd. Masy.*, vol. 7, no. 1, pp. 11–20, 2023.



Melintasi Budaya: Proses Adaptasi Migran Flores di Bali

Fransiska Dewi Setiowati Sunaryo
²Fakultas Ilmu Budaya, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
fransiska_dewi@unud.ac.id

² Anak Agung Ayu Rai Wahyuni,
^{2,2}Fakultas Ilmu Budaya, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
rai_wahyuni@unud.ac.id

Abstract— Since Indonesia's independence, migrants from outside the island of Bali began to arrive, not only from Java, Madura, and Lombok but also from East Nusa Tenggara, namely Flores. The economic conditions and limited job opportunities in Flores are factors that encourage them to migrate to the surrounding areas that are more developed. Bali is one of the destination areas because of the pull factor of tourism and development that requires informal labor from outside Bali. They mostly work in the construction and tourism services sectors. The increasing number of migrants coming to Bali has positive implications and creates population problems that cannot be avoided. For this reason, this study examines how the challenges of Flores migrants and their struggles to be accepted and survive in Bali, which is predominantly different in terms of social, cultural, and economic aspects. This research uses qualitative methods with the concepts of migration ethnicity and identity. Data were collected through six-month observation, in-depth interviews with Flores migrants and Flobamora community leaders and local people, and a literature study. The results of the study show that Flores ethnic migrants in Bali can survive with local identity while adapting to the local culture in Bali.

Keywords: struggle; migrant; Flores ethnicity; identity

I. PENDAHULUAN

Fenomena migrasi ke berbagai daerah baik perpindahan dalam negeri maupun luar negeri terjadi sejak lama. Di Indonesia perpindahan penduduk dari suatu daerah ke daerah lainnya menjadi bagian dari dinamika demografis dan sosial. Bali menjadi salah satu wilayah yang telah mengalami proses transmigrasi dan menjadi tempat migrasi bagi wilayah sekitar Pulau Bali seperti migrasi dari etnis Jawa, etnis Madura, etnis Lombok dan etnis Flores, Nusa Tenggara Timur (NTT). Migrasi etnis Flores ke Bali didorong oleh beberapa faktor seperti ekonomi dan pendidikan. Bali menjadi salah satu tujuan migrasi karena letaknya yang dekat dengan Flores serta salah satu pusat perekonomian yang menjadi tujuan wisata dunia menawarkan peluang kerja disektor formal dan informal.

Flores merupakan sebuah pulau yang memiliki beragam etnik dan Subetnik seperti Manggarai, Riung, Ngada, Nagekeo, Ende, Lio, Sikka, Kedang dan Lamaholot [1]. Etnis Flores memiliki bahasa yang beragam dengan dialeknya. Meskipun demikian adanya kesadaran bersama dengan berbagai pulau disekitarnya menjadi penyangga dan menyalin ikatan keetnik sebagai “Orang Flores” [2]; [3]. Etnis Flores memiliki latar belakang sejarah, pola budaya, adat

istiadat yang kuat dan unik, hal ini ditunjukkan dengan kekerabatan yang terjalin saat berada di perantauan. Dalam proses migrasi ke Bali mereka tetap mempertahankan identitas budayanya seperti bahasa, ritual adat dan nilai-nilai sosialnya. Namun upaya untuk mempertahankan identitas budaya mereka seringkali berbenturan dengan adat dan budaya Bali sehingga menimbulkan riak-riak kecil dalam kehidupan bermasyarakat.

Fenomena migrasi etnis Flores ke Bali dengan tidak hanya perpindahan fisik, namun juga dengan penguatan identitas dan adaptasi budaya Bali. Bali dengan jumlah penduduk sebanyak 4.433.333 orang per maret 2024 dengan mayoritas beragama Hindu sebanyak 3.247.283 orang dan struktur sosial yang homogen [4];[5]. Hal ini menimbulkan tantangan dan peluang bagi migran untuk menyesuaikan lingkungan yang baru. Proses adaptasi budaya inilah yang memerlukan ruang dan waktu. Migran kerap kali dihadapkan pada stereotip atau pandangan negatif dalam proses integrasi mereka. Sebaliknya masyarakat lokal Balipun menghadapi tantangan dalam menerima kehadiran migran dengan kebiasaan yang berbeda dengan adat dan budaya Bali.

Kajian sebelumnya yang membahas tentang migrasi serta tantangan adaptasi budaya telah diteliti oleh Sutrisno & Kumbara (2022) [6] tentang strategi adaptasi budaya komunitas Hindu Bali di Desa Patoman Banyuwangi. Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa bentuk strategi adaptasi budaya di Patoman dengan penguatan identitas-budaya dan agama secara internal dan implikasinya terbentuknya Kampung Bali Patoman. Kajian berikutnya dari Deidhae (2024) [7]. tentang karakteristik dan dampak perantauan dan migrasi di Provinsi Nusa Tenggara Timur yang menemukan fenomena positif yakni perekonomian, transfer pengetahuan dan keterampilan namun disisi lain mengakibatkan perilaku penyakit menular, narkoba, keharmonisan rumah tangga dan gangguan perkembangan psikologis anak.

Buku yang mengungkap tentang dinamika migrasi di Kota Denpasar oleh Kumbara, 2013[8] dan migrasi pada masyarakat multikultural Bali oleh Ardhana, 2011[9] memberikan informasi tentang isu berkenaan dengan munculnya masyarakat multibudaya di Bali dan tantangan serta pengelolaan masyarakatnya dengan kehadiran migran dari luar Bali.

Dari berbagai kajian di atas dapat memberikan informasi yang mendalam tentang migrasi namun belum ada yang spesifik membahas tentang migrasi serta tantangan orang Flores dalam kehidupan bermasyarakat di Bali.

Migran Flores ke Bali memiliki beberapa alasan untuk datang ke Bali. Faktor geografis Flores dan ekonomi di NTT yang sulit mengakibatkan lapangan pekerjaan sangat terbatas, oleh karena itu, orang Flores berbondong-bondong keluar Flores yakni ke Bali untuk mencari pekerjaan. Bali dianggap mampu memberikan pekerjaan karena kemajuan pariwisata. Migran Flores di Bali memiliki peluang di sektor konstruksi, pegawai hotel, supir, pelayan hingga pemnadu wisata serta sektor informal lainnya untuk meningkatkan taraf hidup mereka. Namun dalam interaksi kehidupan sehari-harinya tidaklah mudah. Upah rendah dan tidak memiliki jaminan sosial merupakan tantangan yang harus dihadapi. Tingkat pendidikan yang rendah serta stereotip bahwa mereka pendatang kerap kali diposisikan sebagai status sosial yang lebih rendah dibandingkan dengan penduduk lokal. Kondisi ini yang menimbulkan ketimpangan sosial yang berpotensi menimbulkan bentrokkan tidak hanya antar sesama migran NTT juga dengan penduduk lokal Bali. Dari uraian di atas muncul beberapa pertanyaan penelitian bagaimana proses adaptasi budaya etnis Flores di Bali dan bagaimana tantangan yang dihadapi oleh migran etnis Flores dan mampu bertahan dalam pekerjaan di sektor informal. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih dalam mengenai dinamika sosial yang

terjadi dalam masyarakat dan nantinya dapat memberikan masukan bagi pemerintah daerah dan *stakeholder* lainnya untuk merumuskan kebijakan yang mendukung integrasi sosial serta memberikan kesejahteraan bagi migran.

II. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kualitatif. Penelitian kualitatif menurut (Denzin & Lincoln, 1987) menyatakan bahwa penelitian kualitatif menggunakan latar alamiah, dengan maksud menafsirkan fenomena yang terjadi dan dilakukan dengan jalan melibatkan metode yang ada [10]. Data penelitian diperoleh dengan melakukan observasi dilapangan dengan komunitas Flores selama enam bulan. Wawancara mendalam dilakukan kepada 10 orang informan yang terdiri dari enam orang migran Flores, satu orang tokoh komunitas Flobamora Bali, satu orang tokoh Wuamesu, dan satu orang tokoh masyarakat Bali dan satu orang pemilik usaha yang memperkerjakan migran Flores di Bali.

III. Hasil Dan Pembahasan

Dinamika adaptasi migran etnis Flores di Bali dalam mempertahankan identitas budaya asal dengan keinginan untuk berintegrasi ke dalam budaya Bali yang dominan menghadapi tantangan dalam hal ekonomi, sosial serta upaya migran menghadapi perbedaan nilai dan norma dari kedua budaya. Berikut ini pembahasan tentang tantangan ekonomi, adaptasi budaya, identitas dan hubungan antar komunitas.

Tantangan Ekonomi Migran Etnis Flores di Bali

Migrasi Flores ke Bali sebagian besar dilatarbelakangi dorongan ekonomi. Perekonomian Bali dibandingkan dengan Flores terjadi kesenjangan yang cukup besar. Bali sebagai tujuan pariwisata dunia menawarkan peluang pekerjaan di sektor informal dan non formal. Sektor formal lebih banyak didominasi oleh warga lokal Bali dan migran dari etnis Jawa, sedangkan sektor informal seperti konstruksi, pelayan, petugas keamanan serta layanan rumah tangga lebih banyak didominasi oleh pendatang migran dari NTB dan NTT.

Migrasi dalam pengertian yang luas adalah perubahan tempat tinggal secara permanen, tidak ada pembatasan jarak perindahan, sifatnya bisa sukarela atau terpaksa, bahkan tidak ada perbedaan antara perpindahan dalam negeri dan luar negeri [11]. Migran Flores yang datang ke Bali berharap akan mendapatkan kehidupan yang lebih baik dari daerah asalnya, namun realitas kehidupan ekonomi yang dihadapi oleh mereka tidak selalu sesuai harapan. Salah satu tantangan yang dihadapi adalah upah rendah yang seringkali tidak mencukupi kebutuhan dasar untuk hidup di Bali. Faktor pendidikan yang rendah mengakibatkan mereka lebih banyak menerima pekerjaan yang informal. Pekerjaan mereka sebagai buruh harian atau pekerja informal tanpa jaminan sosial dan tunjangan kesehatan karena mereka belum memiliki Kartu Tanda Penduduk Bali sehingga kesulitan untuk mendapatkan jaminan kesehatan seperti Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS). Migran Flores di Bali juga mencoba memulai usaha kecil seperti membuka usaha kuliner dengan modal kecil karena keterbatasan modal dan bersaing ketat dengan pedagang lokal. Ketiadaan akses terhadap permodalan dari lembaga keuangan formal menjadi faktor penghambat untuk mengembangkan usaha yang lebih besar.

Meskipun demikian, migran Flores memperlihatkan daya juangnya melalui etos kerja yang tinggi, mau bekerja apa saja serta kreatifitas yang tinggi untuk dapat bertahan hidup di perantauan sehingga mereka saat ini merupakan generasi kedua dan ketiga yang hidup di Bali. Tidak hanya itu komunitas yang ada sebagai paguyuban yang mewadahi para anggota migran asal Flores seperti Flobamora Bali telah memberikan manfaat yang besar untuk

memberikan dukungan saat keadaan duka maupun suka. Paguyuban yang beranggotakan 3000 jiwa orang Flores memberikan bantuan finansial maupun dukungan moral apabila ada anggotanya yang sakit, meninggal dunia atau mengalami kesulitan masalah hukum di Bali. Hubungan kekerabatan yang erat antar etnis Flores di Bali dapat menjaga hubungan silaturahmi dengan keluarga di perantauan dan di tanah kelahirannya.

Proses Adaptasi Budaya

Proses adaptasi budaya menjadi persoalan tersendiri bagi migran Flores di Bali. Meskipun memiliki adat dan budaya yang sama-sama kuat serta memiliki tradisi ritual yang beragam, baik migran Flores dan penduduk lokal Bali seringkali menghadapi masalah untuk beradaptasi.

Kebudayaan merupakan sistem keteraturan dari makna simbol-simbol yang diterjemahkan dan diinterpretasikan agar dapat mengontrol perilaku, sumber-sumber ekstrasomatik informasi, memantapkan individu, pengembangan pengetahuan hingga cara bersikap [12]. Kebudayaan tidak dapat dipisahkan satu sama lain sebab budaya merujuk pada cara hidup sehari-hari masyarakat Bali termasuk norma, nilai kebiasaan dan prakti sosial yang berkembang dalam interaksi sosial. Peursen membagi beberapa tahap dalam menjelaskan perkembangan kebudayaan, yaitu: tahap mitis, tahap ontologis, dan tahap fungsional. Ketiga tahap tersebut bukan merupakan tingkatan, melainkan mengenai pandangan kebudayaan [13].

Kebiasaan orang Flores yang sering berkumpul untuk merayakan ucapan syukur karena pernikahan ataupun hiburan pada upacara kematian dengan perayaan doa, kemudian makan-makan dan minum-minum seperti di kampung halamannya dilakukan pula bersama komunitasnya di tanah rantau. Hal ini merupakan sebagai bentuk upaya untuk menjaga identitas budaya dan memperkuat solidaritas antar anggota komunitas migran. Persoalan migran Flores adalah bagaimana mereka memperjuangkan identitas barunya ditempat yang baru dan keterikatan dengan tempat asalnya, sehingga beberapa ilmuwan sosial percaya bahwa identitas budaya itu dikonstruksikan [14] [15].

Kebiasaan ini tidak semua dapat dilakukan karena kurangnya akses terhadap hal tersebut. Jika di tempat asalnya mereka bisa pesta minum-minum keras hingga tengah malam, maka di tanah rantau dikurangi agar tidak mengganggu ketertiban dan keamanan lingkungan. Dikurangi intensitasnya sebab beberapa kasus bentrokan di Bali yang dilakukan oleh etnis asal NTT sebagian besar disebabkan oleh minuman keras yang memabukkan. Begitu pula dengan tata cara pergaulan dan sopan santun yang sangat kental pada budaya di Bali kerap kali menimbulkan kesalahpahaman karena kendala komunikasi yang tidak lancar.

Adaptasi sosial migran Flores di Bali melibatkan pula upaya untuk mengatasi stereotip yang melekat dalam pandangan masyarakat Bali terhadap migran asal Flores. Masyarakat Bali dikenal dengan masyarakat yang multibudaya, karena memiliki beragam etnis atau multi-etnis (Ardhana, 2011), namun tidak dapat dipungkiri meskipun mengakui keberagaman etnis, tantangan para migran tetap ada. Mereka tetap di labeli pendatang meskipun telah memiliki Kartu Tanda Penduduk Bali (KTP) yang tidak sepenuhnya memahami budaya lokal sehingga dianggap pesaing dalam mencari pekerjaan. Bahkan beberapa informan menyatakan kesulitan mencari tempat tinggal karena berasal dari NTT. Kekhawatiran pemilik kost atau kontrakan terhadap stigma bahwa orang NTT sering melakukan keributan dan membawa teman-temannya untuk tinggal bersama di tempat kost mengakibatkan mereka mulai menyeleksi secara ketat. Stereotip ini mempengaruhi kepercayaan diri orang Flores pada khususnya dan orang NTT pada umumnya pada proses keberterimaan mereka ditempat baru.

Adaptasi budaya migran Flores ke Bali lainnya adalah dalam hal perayaan upacara agama. Orang Flores yang bermigrasi pada tahun 1970-1980an telah terlibat aktif digereja dengan melakukan pelayanan upacara misa kudus. Pelayanan dilakukan dari menjadi petugas koor, dirijen, pemain organ dan pemimpin doa yang dikoordinir oleh para guru dan muda mudi Katolik dari migran Flores [16]. Mereka menghadapi tantangan sebagai kelompok minoritas dengan tetap bersinergi dengan penduduk pendatang lain serta penduduk lokal Bali yang telah memeluk agama Katolik di Bali.

Tantangan lain adalah dalam penguasaan bahasa. Bahasa Bali digunakan dalam percakapan sehari-hari selain bahasa Indonesia. Migran Flores untuk dapat berkomunikasi dengan masyarakat lokal dengan mulai mempelajari bahasa daerah untuk memahami dan menjalin relasi yang baik dengan masyarakat lokal. Meskipun tidak mudah namun lambat laun mereka dapat mengerti meskipun masih sulit untuk berkomunikasi dengan bahasa lokal.

3. Pergulatan Identitas Generasi Kedua

Kehadiran migran Flores ke Bali dengan membawa identitas budaya mereka. Identitas kontemporer diaspora Flores contohnya seperti pakaian, penggunaan bahasa, hal-hal yang bersifat nasionalisme, pekerjaan, masalah hukum, pakaian, agama dan sebagainya [17] [18]. Keluarga migran Flores di Bali mengalami pergulatan identitas dalam membesarkan anak-anaknya. Pada generasi kedua kebanyakan tidak lagi diajarkan bahasa daerah dari Flores. Sebagai orang tua, migran mengalami dilema untuk mengajarkan bahasa daerah mereka atau bahasa lokal. Pendidikan formal di Bali menekankan penggunaan bahasa Indonesia dan muatan lokal bahasa Bali dalam kurikulum pendidikan dasar di sekolah. Tidak hanya itu aturan penggunaan pakaian daerah di setiap hari Kamis tidak digunakan oleh migran yang memiliki anak untuk menggunakan pakaian daerahnya. Hal ini membuat anak-anak migran berada di antara dua dunia yakni budaya asal orangtua dan budaya lokal di tempat mereka dibesarkan.

Generasi kedua migran, yaitu anak-anak yang lahir dan dibesarkan di Bali, memiliki adaptasi yang berbeda dibandingkan orang tua mereka. Anak-anak lebih mudah beradaptasi karena dari lahir hingga besar telah berinteraksi dengan masyarakat lokal. Namun, mereka dihadapkan pada tantangan untuk menjaga identitas budaya asal terutama saat berinteraksi dengan bahasa dan adat dari Flores yang jarang terjadi.

4. Solidaritas Komunitas

Kehadiran migran Flores ke Bali sebagian berasal dari rekomendasi kerabat dan teman yang telah menetap di Bali. Mereka mendapatkan informasi bahwa ada peluang kerja yang dapat memberikan jaminan pekerjaan yang lebih dari tempat asalnya. Migran Flores yang telah menetap di Bali sebagian hidup berkumpul dan membentuk komunitas atau paguyuban etnis. Salah satu komunitas etnis Flores di Bali bernama Flobamora Bali. Flobamora Bali didirikan pada tahun 1985 untuk menjalin persaudaraan sejati dengan solidaritas dan kekeluargaan. Komunitas ini bertujuan menjalin tali silaturahmi antar migran etnis Flores, Sumba, Timor, lalu berkembang ke Alor, Rote dan Sabu di tanah rantau. Komunitas ini memiliki unit-unit yang mewadahi etnis Flores seperti Wuamesu, Lamaholot, IKKAMABAR, OMBAY, IKKMAR dan dan Ikatan Keluarga Besar Flores. Mereka berkumpul mengadakan arisan, paduan suara, turnamen olah raga serta upacara adat dan tradisi keagamaan serta pagelaran kesenian budaya Flores. Dalam hal kedukaan apabila ada anggota komunitas yang mengalami sakit atau meninggal dunia, unit komunitas bersatu saling membantu untuk meringankan beban mereka. Dalam hal pekerjaan, mereka juga saling memberi

informasi lowongan pekerjaan sehingga masalah mereka di perantauan dapat diatasi dengan keberadaan komunitas ini.

Keberadaan komunitas ini juga berfungsi sebagai sarana untuk mempertahankan identitas budaya karena saat berkumpul mereka menggunakan pakaian adat dari Flores, berkomunikasi dengan bahasa dari Flores, makan makanan daerah serta melaksanakan tradisi keagamaan. Dukungan dari komunitas memberikan rasa aman terutama dengan fenomena yang mengganggu stabilitas keamanan masyarakat yang disebabkan oleh oknum sehingga mengakibatkan stereotip serta diskriminasi sosial dikalangan masyarakat.

IV Simpulan

Simpulan dari penelitian ini mengungkap bahwa tantangan yang dihadapi oleh migran Flores di Bali adalah tantangan dalam hal ekonomi, sosial budaya, identitas dan hubungan antar komunitas. Tantangan dalam hal ekonomi seperti akses mendapat pekerjaan yang formal karena tingkat pendidikan, kesulitan mendapatkan akses kesehatan karena tidak memiliki identitas yang jelas, kurangnya modal usaha dan ketiadaan akses terhadap permodalan dari lembaga keuangan menjadi faktor penghambat. Namun karena daya juang dan faktor etos kerja yang tinggi mereka dapat bertahan bahkan saat ini merupakan generasi kedua. Proses adaptasi budaya dilakukan terus menerus dengan mengurangi kebiasaan dari tanah asalnya seperti pesta besar dengan minum-minuman agar terhindar dari pengaruh alkohol yang memabukkan sehingga terdampak bontok yang terjadi di Bali belakangan ini. Pergulatan identitas pada generasi kedua juga memerlukan perhatian karena pada generasi kedua sebagian besar lahir dan besar di Bali sehingga berada di antara dua dunia yakni budaya asal dan budaya lokal. Perlunya solidaritas dalam komunitas yang dibentuk oleh migran di tanah rantau untuk menguatkan identitas budaya serta menjaga kekerabatan antar warga di tanah rantau.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. S.O. Bao, *Nusa Nipa: Nama Pribumi Nusa Flores Warisan Purba*. Ende: Nusa Indah, 1969.
- [2] A, M. Mbetete, F.X Dhae, M,M. Banda, P. Wake, *Khazanah Budaya Lio -Ende*. Ende: Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Kabupaten Ende, 2006.
- [3] F.X. Soenaryo, *Sejarah Kota Ende*. Denpasar: Pustaka Larasan, 2006.
- [4] Badan Pusat Statistik Provinsi Bali, *Proyeksi Penduduk Provinsi Bali Menurut Jenis Kelamin dan Kabupaten/Kota*. <https://bali.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjgJMg==/proyeksi-penduduk-provinsi-bali-menurut-jenis-kelamin-dan-kabupaten-kota.html>, 2024.
- [5] Badan Pusat Statistik Provinsi Bali, *Menurut Agama yang Dianut*. <https://bali.bps.go.id/id/statistics-table/1/MTg5IzE=/penduduk-provinsi-bali-menurut-agama-yang-dianut-hasil-sensus-penduduk-1971-2000-dan-2010.html>, 2010.
- [6] N. Sutrisno & A.A.N.Kumbara,, "Cultural Adaptation Strategies of The Bali Hindu Community Within The Multicultural Society in Patoman, Banyuwangi". *Vidyottama Sanatana*. <https://doi.org/10.25078/vidyottama.v6i2.1811>. 2022.
- [7] F.Z.M Deidhae, Karakteristik Dan Dampak Sosial Perantauan Dan Migrasi di Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Atma Reksa Jurnal Pastoral dan Kateketik*. <https://doi.org/10.53949/arjpk.v8i1.6.2024>.
- [10] L.J. Moleong, *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: Rosdakarya, 2021.
- [11] E.S. Lee, "Migration of the aged", *ResearchonAging*, 2(2): 131-135, 1980.

- [8] A.A.N.A. Kumbara. *Dinamika Migrasi di Kota Denpasar: Persepektif Adapatsi Budaya dan Multikulturalisme*. Denpasar: LPPM Unud, 2013.
- [9] I. K. Ardhana, F.X Soenaryo, Sulandjari, I. B.G. Putra, *Masyarakat Multikultural Bali*. Denpasar : Pustaka Larasan, 2011.
- [12] C. Geertz, *The Interpretation of Culture*. New York: Basic Books, 1973.
- [13] V.C.A Peursen, *Strategi Kebudayaan*. Yogyakarta: Kanisius, 2016.
- [14] Y, Maunati, I.K. Ardhana, I.K, Rucianawati, B.R. Sari, A. Wiatri, *Kontestasi Identitas dan Diaspora Bugis di Wilayah Perbatasan Kalimantan Timur-Sabah*. Jakarta: Lipi Press, 2010.
- [15] V.T.King, "Ethnicity in Borneo: An Antropological Problem". *Southeast Asian Journal of Social Science*,10 (1):22-43.1982.
- [16] F.X Soenaryo, *Paroki Santo Yoseph Denpasar Jejak Perjalanan Gereja Kristen Katolik di Pulau Dewata*. Denpasar: Pustaka Larasan, 2019.
- [17] A.A. Berger, *Tanda-tanda Kebudayaan Kontemporer*. Yogyakarta: Tiara Wacana, 2000.
- [18] I. K. Ardhana, F.X. Soenaryo, Sulandjari, I.P.G Suwitha, *Komodifikasi Identitas Bali Kontemporer*. Denpasar: Pustaka Larasan, 2012.

Perlakuan Serat Pandan Bali (Cordyline Australis) Sebagai Bahan Penguat Komposit Untuk Peredam Kebisingan Suara Dalam Ruang Gedung

¹I Ketut Suarsana

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Badung, Indonesia
suarsana@unud.ac.id

²IG Antha Kasmawan,

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana
Badung, Indonesia
anthakas67@unud.ac.id

Abstract—Teknologi pembuatan komposit perkembangannya sangat pesat dan berkaitan dengan peningkatan sifat fisik, mekanik serta karakterisasi sifat material yang baik, seperti aplikasi material yang ringan tetapi sangat kuat, mampu meredam suara, tahan panas atau rambatan api, tahan serapan udara, tahan aus dan sifat kekerasan. Ketersediaan material konvensional yang kuantitas dan kualitasnya terbatas, memunculkan pemikiran untuk pengembangan material terbaru melalui proses pembuatan material komposit dengan cara penambahan material penguat serat pandan bali (*cordyline australis*) dan wetting agen untuk memperkuat ikatan antar atom penyusun dengan matrik. Metode yang digunakan dalam pembuatan material komposit dengan matrik resin epoxy dan penguat serat pandan bali melalui proses tekan (*hand lay-up*). Cara ini dilakukan dengan mencampur matrik dan penguat lalu dilakukan pemadatan menjadi bentuk yang diinginkan sehingga serat dengan resin epoxy menyatu melalui mekanisme ikatan fasa padat. Parameter yang diteliti adalah campuran komposisi: 30% serat dan 70% matrik; 20% serat dan 80% matrik; 10% serat dan 90% matrik, dengan perlakuan kimia NaOH pada konsentrasi lingkungan 9%, lama perendaman serat pandan bali: 15, 30 dan 45 menit. Adapun keunggulan dari metode teknik *hand lay-up* ini adalah dapat menggabungkan berbagai sifat material yang memiliki karakteristik berbeda dalam fase yang berbeda pula. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan penyerapan air tertinggi dari komposisi serat pandan bali (*cordyline australis*) sebagai penguat dengan resin epoxy sebagai matrik adalah pada komposisi III (30% : 70%) dan lama perendaman pada NaOH selama 45 menit sebesar 3,95%. Sedangkan kemampuan penyerapan suara tertinggi pada komposisi III (10% : 70%) dan lama perendaman 45 menit, dengan koefisien serap suara sebesar 0,78 pada frekuensi 500 Hz.

Kata Kunci—epoxy, resin, serat pandan Bali.

I. PENDAHULUAN

Material komposit memiliki potensi tinggi di banyak aplikasi teknik karena memiliki sifat mekanis beragam dan mudah dibuat sesuai dengan kebutuhan perancangan [1]. Sifat mekanis material komposit polimer didapatkan dari berbagai pemilihan serat dan matriks hingga metode manufaktur yang digunakan. Industri manufaktur mulai menggunakan serat alam pada produknya untuk mengurangi pemakaian serat gelas yang merupakan produk dengan bahan sintetis. Keunggulan serat alam antara lain mudah diekstraksi, ringan, sumber daya alam yang dapat diperbaharui, dan terurai di lingkungan [2]. Serat alam memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan serat sintetis seperti modulus spesifik tinggi, biaya rendah, ringan, dapat didaur ulang, biodegradabilitas, tidak adanya

bahaya kesehatan dan sifat nonabrasif dan banyak ketersediaannya di alam misalnya serat goni, daun nanas, serat ijuk, serat sabut kelapa, dan lain-lain [3]. Oleh karena itu salah satu serat alam yang dapat dipertimbangkan adalah serat daun pandan bali, dikarenakan di Indonesia tanaman tersebut sudah banyak dibudidayakan, terutama di pulau Bali. Selama ini tanaman pandan bali hanya dimanfaatkan untuk kerajinan seni barong saja sebagai bulunya. Pemanfaatan serat daun pandan bali pada bahan komposit polimer merupakan alternatif dalam pembuatan komposit polimer, karena serat ini telah dikenal akan kekuatannya. Penelitian tentang penggunaan serat alam sebagai penguat dalam komposit matriks polimer untuk menggantikan serat sintetis telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti [4]. Kebutuhan komposit serat alam yang semakin meningkat, sehingga sangat diperlukan penelitian serat alam sebagai bahan penguat untuk digunakan pada berbagai aplikasi dan juga sebagai komposit hybrid. Serat alam dari tanaman yang diekstraksi umumnya tumbuh di daerah dan lingkungan yang bervariasi [5]. Kondisi tanah, iklim, umur, bagian tanaman seperti akar, batang, daun, buah, menentukan kandungan unsur kimia dan sifat penting lainnya dari serat [6].

Pengendalian kebisingan dapat memanfaatkan material komposit berserat alam, karena serat alam pada umumnya memiliki kemampuan menyerap suara khususnya dalam mengurangi kebisingan [7]. Permasalahan utama yang diangkat pada penelitian kali ini adalah bagaimana pengaruh penggunaan material komposit dengan matriks resin epoksi dan serat daun pandan bali sebagai penguatnya yang ramah lingkungan, mampu menyerap suara dan hubungannya dengan porositas. Beberapa penelitian telah dilakukan mengenai komposit penyerapan suara dari serat bambu sebagai penguatnya dengan matriks yang berbeda seperti: [8] meneliti potensi serat dan pulp bambu sebagai penyerap suara dengan resin epoksi sebagai matriksnya, [9] meneliti tentang kekuatan tekan dan *flexural* pada komposit serat bambu epoksi. Penelitian yang dilakukan memiliki perbedaan yaitu pada serat yang digunakan dan pengujiannya dengan menggunakan serat daun pandan bali sebagai bahan penguatnya pada komposit yang ramah lingkungan (*Green composite*).

Dengan demikian pengaruh fraksi volume pada penggunaan serat daun pandan bali sebagai penguat dalam *green composite* untuk pengendalian kebisingan (peredam suara) adalah subjek penelitian ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengatasi masalah kebisingan ruangan dalam gedung yang biasa digunakan dalam pertemuan ilmiah maupun dalam pertunjukan kesenian yang disebabkan oleh suara yang bergema atau pantulan suara yang timbul. Dengan memvariasikan fraksi volume dari serat diharapkan agar mendapatkan komposisi terbaik dari kombinasi material komposit yang akan menyerap suara dengan baik. Komposit dibuat menggunakan serat pandan bali ditambahkan pada Resin epoxy. Metode pembuatan dilakukan dengan proses press tekan (*hand lay-up*), selanjutnya di uji nilai penyerapan suara dan rambatan api. Hasil Penelitian diharapkan akan menghasilkan cara baru untuk mengurangi kebisingan dan menjaga kesehatan lingkungan dalam ruangan.

II. METODE DAN PROSEDUR

A. Serat Pandan bali (*cordyline australis*)

Serat Pandan bali (*cordyline australis*) merupakan tumbuhan endemik dari asal mula Selandia Baru [10]. Tumbuhan ini memiliki satu batang inti dan cabang-cabang yang gemuk. Tumbuhan ini memiliki daun yang panjang berkisar antara 30-100 cm. Daun-daun ini yang digunakan dan diekrak menjadi serat yang digunakan sebagai penguat komposit. Di Indonesia khususnya di Bali tanaman pandan bali digunakan sebagai tanaman hias dan banyak ditanam di pinggir jalan maupun di dekat pantai. Serat pandan bali juga banyak digunakan sebagai kerajinan seperti, bulu barong, rambut ogoh-ogoh dan lain sebagainya.

B. Natrium hidroksida (*NaOH*)

Natrium hidroksida merupakan larutan alkali atau basa kuat yang dapat terionisasi dengan sempurna [11]. Natrium hidroksida bersifat lembab cair dan dapat menyerap karbon dioksida dari udara bebas secara spontan, saat dilarutkan dengan etanol dan metanol dapat melepaskan panas, dan panas yang dihasilkan dapat membakar benda yang mudah terbakar. Perlakuan NaOH terhadap pandan bali (*cordyline australis*) untuk meningkatkan sifat adhesi pada komposit dikarenakan serat alam memiliki lapisan lilin, lignin, dan hemiselulosa sehingga dilakukan perlakuan NaOH agar serat menjadi lebih kasar. Permukaan yang lebih kasar pada serat yang akan mengikat matriks lebih kuat [12]. Selain itu ikatan adhesi yang kuat akan mengurangi terjadinya *delamination* yaitu robeknya lapisan pada saat di bebani.

C. Prosedur Penelitian

Penelitian dimulai dengan pemilihan bahan hybrid komposit yang terdiri dari Resin epoxy, serat pandan bali (*cordyline australis*) dan wetting agen. Perendaman spesimen serat pandan bali (*cordyline australis*) dilakukan sebagai berikut:

- Rendam serat pandan bali (*cordyline australis*) kedalam larutan NaOH dengan lama perendaman serat pandan bali: 15,30 dan 45 menit.
- Keringkan serat menggunakan oven
- Pengolesan cetakan dengan wax mirroglas agar mudah lepas cetakan dengan hasil spesimen uji.
- Pencampuran resin epoxy dengan serat pandan bali ditambah katalis untuk dapat terjadi katan yang lebih kuat.
- Penuangan campuran komposit pada cetakan sesuai dengan standar ASTM D 635-03.
- Kemudian Pengeringan komposit pada tempratur ruangan sekitar 25°C
- Pelepasan komposit spesimen uji dari cetakan.

Masing-masing bahan komposit diteliti sesuai dengan komposisi I, II dan III, kemudian dimasukan dalam cetakan dengan metode tekan tekan (*hand lay-up*). Rancangan penelitian adalah variabel-variabel yang diamati pada penelitian ini ada tiga jenis variabel yaitu variabel terikat, variabel bebas, dan kontrol. Adapun variabel bebas yang ditentukan dalam penelitian ini adalah: nilai uji penyerapan suara dan penyerapan air. Sedangkan variabel bebas yang ditentukan dalam penelitian ini adalah: komposisi matrik dan serat meliputi komposisi I (90%:10%); komposisi II (80% : 20%); komposisi III (70% : 30%). Lama perendaman serat dengan larutan NaOH: 15 menit, 30 menit dan 45 menit. Variabel kontrol yang ditentukan dalam penelitian ini adalah: perlakuan NaOH kosentrasi 9% dan proses pencetakan terbuka.

D. Uji Serap Suara (*Sound Adsorbtion Test*)

Uji penyerapan suara bertujuan untuk mengetahui efektivitas material komposit dalam penyerapan suara. Penelitian ini menguji penyerapan suara dari komposit yang terdiri dari dua komponen yaitu resin epoksi sebagai matriks dan serat daun pandan bali sebagai penguatnya dengan menggunakan metode tabung impedansi yang sesuai dengan standar ASTM E 1050-98.

E. Koefisien Serap Suara

Perbandingan antara energi suara yang diserap oleh suatu bahan dengan energi suara yang datang pada permukaan bahan tersebut disebut sebagai koefisien serap suara (absorpsi = α). Koefisien serap suara memiliki nilai diantara 0-1. Nilai koefisien absorpsi 0 menyatakan material tidak menyerap bunyi dan nilai koefisien serapan 1 menyatakan material menyerap bunyi dengan sempurna [13]. Koefisien penyerapan suara bervariasi dari satu material ke material lainnya. Koefisien serapan suatu bahan pun akan berubah jika bahan tersebut diberikan perlakuan yang berbeda [14]. Koefisien serap suara suatu bahan dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara energi suara yang diserap oleh bahan dengan energi suara yang datang ke arah bahan, atau:

$$\alpha = \left[\frac{w_i}{w_b} \right]. \quad (1)$$

Keterangan:

- α = Koefisien Serap Suara
- w_i = Energi Suara yang diserap (J)
- w_b = Energi Suara yang datang (J)

F. Uji Daya Serap Air

Uji daya serap air dalam biokomposit merupakan kemampuan biokomposit dalam menyerap air dalam waktu tertentu. Daya serap air (*water absorption*) padabiokomposit serat daun nanas merupakan uji fisik untuk mengetahui kemampuan biokomposit serat daun pandan bali menyerap air. Pengujian disini dilakukan dengan cara mengukur selisih berat sebelum dan sesudah perendaman di dalam air selama 2 minggu dan ditimbang setiap 24 jam. Daya serap air (*water absorption*) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sesuai standar ASTM D570-98 sebagai berikut:

$$W_{abs} = (W_a - W_o) / W_o \times 100 \% \quad (2)$$

Keterangan:

Wabs = Daya serap air (%)

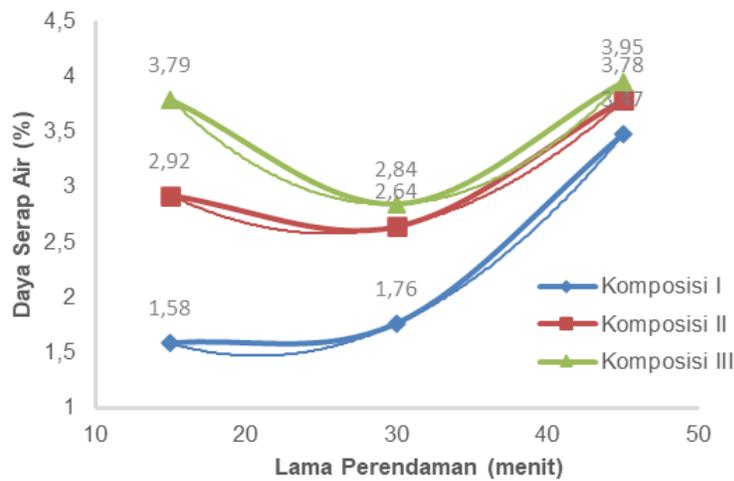
Wa = Massa basah spesimen (gr)

Wo = Massa kering spesimen (gr)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Uji Daya Serap Air

Pengujian daya serap air (*water absorption*) dilakukan untuk melihat seberapa besar spesimen bisa menyerap air dalam kurun waktu 24 Jam. Pengujian dilakukan dengan cara merendam spesimen selama 24 jam dengan aquades dan menimbang massa sebelum dan sesudah di rendam. Pengujian ini memakai 3 spesimen pada setiap variasi massa.

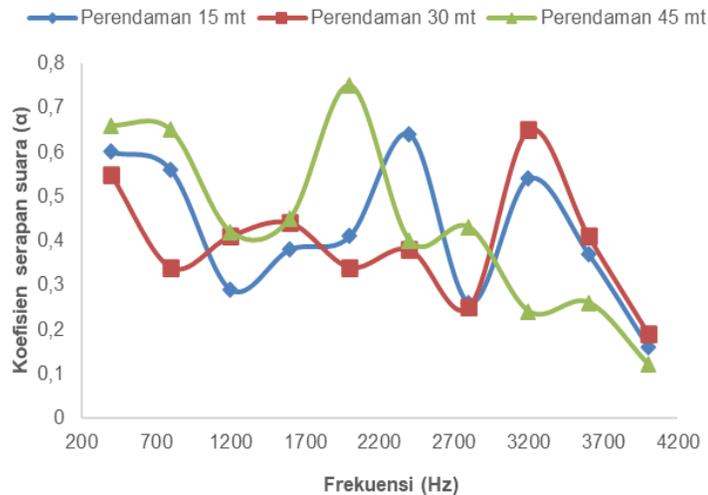


Gambar 1. Pengujian daya serap air

Berdasarkan grafik pada gambar 1, komposit serat pandan bali dengan fraksi volume (10% : 90%) memiliki rata-rata daya serap air 2,27 %. Untuk fraksi volume (20% : 80%) memiliki rata-rata daya serap air 3,11 %. Untuk fraksi volume (30% : 70%) memiliki rata-rata daya serap air 3,53 %. Berdasarkan grafik diatas menunjukkan bahwa pada hybrid komposit dengan fraksi volume 30% : 70% memiliki nilai rata-rata penyerapan air tertinggi. Nilai daya serap air dipengaruhi oleh banyaknya serat pada matriks, semakin banyak serat semakin banyak air yang dapat terserap oleh spesimen. Sebaliknya semakin sedikit serat pada matriks mengisi rongga yang mengakibatkan tingkat kerapatannya semakin tinggi, semakin tinggi kerapatannya semakin sulit air bisa teresap ke dalam spesimen.

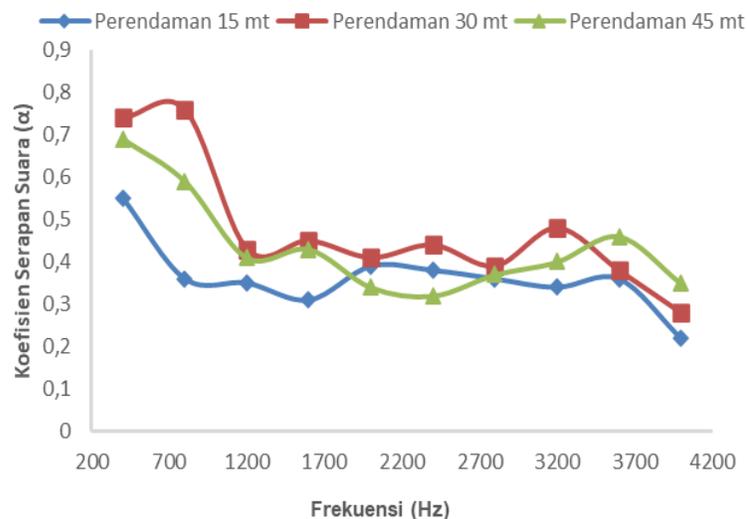
B. Pengujian Serap Suara

Dalam pengujian serap suara, alat yang digunakan adalah tabung impedansi dua mikrofon. Komponen pada tabung impedansi yang digunakan meliputi satu *speaker* yang berfungsi untuk memancarkan frekuensi gelombang suara dengan satuan (Hz), sedangkan dua mikrofon masing-masing berfungsi untuk menangkap gelombang suara yang datang dan dipantulkan. Laptop pertama yang terhubung pada *speaker* berisi aplikasi *NCH Tone Generator* sebagai aplikasi yang menjadi sumber frekuensi gelombang suara. Laptop kedua dan ketiga masing-masing berisi aplikasi *Audacity* yang berfungsi untuk merekam suara yang masuk dari mic 1 dan mic 2.



Gambar 2. Pengujian daya serap suara pada komposisi III dengan fraksi volume (30%:70%)

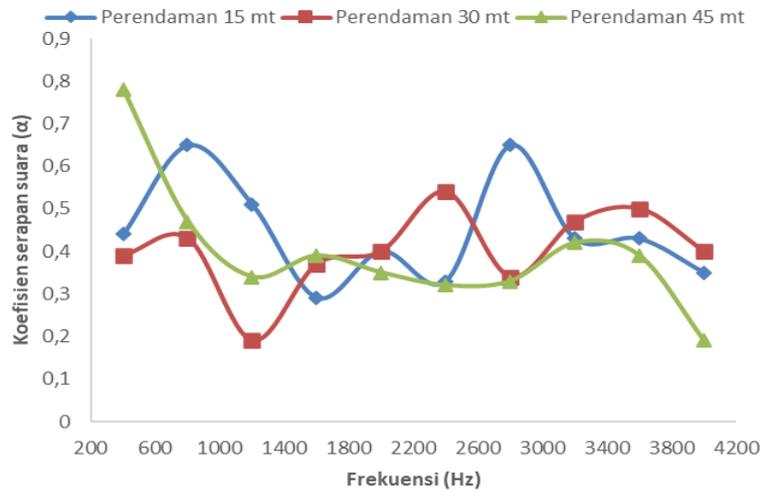
Pada gambar 2 grafik hubungan frekuensi dan koefisien serap suara memiliki satu perbedaan mencolok apabila dibandingkan dengan dua spesimen lainnya yakni pada rentang frekuensi 1200 Hz hingga 3200 Hz memiliki kemampuan tingkat penyerapan suara yang stabil. Kemampuan penyerapan suara yang stabil berhubungan dengan sifat gelombang, material berserat menyerap energi suara melalui rambatan suatu media yaitu distribusi antar serat. Hal ini menunjukkan perambatan suara dalam suatu medium pada satu dimensi [15].



Gambar 3. Pengujian daya serap suara pada komposisi II dengan fraksi volume (20%:80%)

Gambar 3 menampilkan data grafik hubungan frekuensi dan koefisien serap suara, spesimen dengan fraksi volume serat 20% ini memiliki tren penurunan yang sama apabila dibandingkan dengan spesimen sebelumnya, yakni memiliki titik terendah pada frekuensi 4000 Hz sebesar $\alpha = 0,22$. Walaupun penurunan pada frekuensi tertentu dapat dikatakan cukup rendah tetapi nilai koefisien pada material penyerap suara masih dapat dikategorikan penyerap suara yang baik dikarenakan nilainya masih memenuhi standar ISO 11654 [16]. Penurunan tingkat koefisien serap paling drastis terlihat pada perendaman 45 menit frekuensi 4000 Hz dan serupa dengan spesimen dengan perendaman yang 15 dan 30 menit, hal ini disebabkan oleh sifat material akustik yang cenderung resesif dimana spesimen mengalami penurunan koefisien penyerapan suara pada frekuensi tertentu seperti pada frekuensi 4000 Hz yang merupakan nilai

optimum, pada nilai tersebut terjadi pembuangan energi oleh spesimen yang mengakibatkan terjadinya penurunan koefisien absorpsi bunyi [17].



Gambar 4. Pengujian daya serap suara pada komposisi I dengan fraksi volume (10%:90%)

Pada grafik hubungan frekuensi dan serapan suara yang ditunjukkan pada gambar 4, bahwa setiap perlakuan perendaman serat variasi serat dengan komposisi matrik pada spesimen tidak memiliki dampak signifikan terhadap kemampuan spesimen dalam penyerapan suara, terbukti pada grafik diatas spesimen dengan fraksi volume serat 10% serta perlakuan peredaman serat 45 menit, memiliki penyerapan suara lebih baik apabila dibandingkan dengan perendaman serat 15 menit. Namun, penambahan serat pada spesimen berpengaruh terhadap tingkat kestabilan dalam penyerapan suara dibuktikan dengan grafik yang melandai pada fraksi volume serat 10% rentang frekuensi 1200 Hz hingga 3600 Hz. Pada pengujian serap suara, spesimen dengan fraksi volume serat 10% memiliki rata-rata tingkat penyerapan suara paling tinggi, tepatnya pada frekuensi yaitu 400 Hz dengan $\alpha = 0,78$. Sedangkan spesimen uji dengan rata-rata tingkat penyerapan suara paling rendah yaitu spesimen pada volume serat 10% pada frekuensi 4000 Hz. Hasil ini memenuhi standar akustik ISO 11654 yang menyebutkan bahwa penyerapan dari sampel yang dibuat, dikategorikan sebagai penyerap suara yang baik ketika nilai $\alpha > 0,15$. Sesuai dengan penelitian sebelumnya, kemampuan spesimen yang baik dalam menyerap suara pada frekuensi rendah dikarenakan jenis material yang digunakan adalah material penyerap *resonant*. Bahan spesimen tersebut memiliki kemiripan seperti panel kayu yang bahannya terbuat dari alam, dimana mampu menyerap energi suara dengan cara mengubah energi suara yang datang menjadi getaran, yang kemudian diubah menjadi energi gesek oleh material berpori yang ada di dalamnya misal oleh udara, atau material berpori [18].

Penurunan jumlah serat pada komposisi III (30%:70%) sampai komposisi I fraksi volume (10%:90%) menunjukkan tidak adanya perubahan yang signifikan apabila dibanding dengan dua variasi spesimen uji lainnya yaitu penyerapan tertinggi pada 400 Hz dan terendah yaitu 4000 Hz.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa koefisien serapan air tertinggi pada komposisi III sebesar 3,95%, Serapan suara tertinggi pada komposisi III, peredaman NaOH selama 45 menit, dalam frekuensi 500 Hz sebesar $\alpha = 0,78\%$. Serapan suara tertinggi pada komposisi II, peredaman 45 menit dengan NaOH, dalam frekuensi 800 Hz sebesar $\alpha = 0,76\%$. Serapan suara tertinggi pada komposisi I, peredaman 45 menit dengan NaOH, dalam frekuensi 2000 Hz sebesar 0,75%. Jadi dapat disimpulkan bahwa perlakuan perendaman dan variasi komposisi serat dapat memberikan pengaruh terhadap serapan air dan serapan udara secara bersamaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Nugroho dan M. S. R. R. Wantogia, "Proses Fabrikasi dan Sifat Mekanik Komposit Polimer dengan Metode Bladder Compression Moulding," *J. Mech. Des. Test.*, vol. 1, no. 2, hal. 95, 2019.
- [2] I. P. Lokantara dan N. P. G. Suardana, "Biokomposit Limbah Plastik Polypropylene Berpenguat Serat Lidah Mertua: Proses Ekstraksi dan Kekuatan Mekanis," *J. METTEK*, vol. 5, no. 2, hal. 128, 2019.
- [3] S. Habibie dkk., "Serat Alam Sebagai Bahan Komposit Ramah Lingkungan, Suatu Kajian Pustaka," *J. Inov. dan Teknologi Mater.*, vol. 2, no. 2, 2021.
- [4] P. Sentharamaikkannan, S. S. Saravanakumar, V. P. Arthanarieswaran, dan P. Sugumaran, "Physico-chemical properties of new cellulosic fibers from the bark of *Acacia planifrons*," *Int. J. Polym. Anal. Charact.*, vol. 21, no. 3, hal. 207–213, Apr 2016.
- [5] T. Pujilestari, "Review: Sumber dan Pemanfaatan Zat Warna Alam untuk Keperluan Industri," *Din. Kerajinan dan Batik Maj. Ilm.*, vol. 32, no. 2, hal. 93, 2016.
- [6] C. E. Maepa, J. Jayaramudu, J. O. Okonkwo, S. S. Ray, E. R. Sadiku, dan J. Ramontja, "Extraction and Characterization of Natural Cellulose Fibers from Maize Tassel," *Int. J. Polym. Anal. Charact.*, vol. 20, no. 2, hal. 99–109, Feb 2015.
- [7] R. Eriningsih, M. Widodo, dan R. Marlina, "Pembuatan Dan Karakterisasi Peredam Suara Dari Bahan Baku Serat Alami," *Arena Tekst.*, vol. 29, no. 1, hal. 1–8, 2014.
- [8] T. Mutia, S. Sugesty, H. Hardiani, T. Kardiansyah, dan H. Risdianto, "Potensi Serat Dan Pulp Bambu Untuk Komposit Peredam Suara," *J. Selulosa*, vol. 4, no. 01, 2016.
- [9] A. Purna Irawan dan dan I. Wayan Sukania, "Kekuatan Tekan dan Flexural Material Komposit Serat Bambu Epoksi," *J. Tek. Mesin*, vol. 14, no. 2, hal. 59–63, 2013.
- [10] T. Arif Sutrisno, Ik. D. krisma arta Arta, I. K. Astana Widi, dan R. Febritasari, "Pengaruh Variasi Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Tarik Matrik Resin Epoxy Berpenguat Serat Praksok Dengan Perlakuan Alkalisasi NaOH," *Pros. SENIATI*, vol. 6, no. 4, hal. 817–823, 2022.
- [11] R. Ginting dan Maulida, "Pengaruh Komposisi Pengisi Serta Tekanan Hot Press Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Poliester Berpengisi Nano Partikel Zinc Oxide (ZnO)," *J. Tek. Kim. USU*, vol. 8, no. 1, hal. 32–36, 2019.
- [12] I. Astika, I. Lokantara, dan I. Gatot Karohika, "Sifat Mekanis Komposit Polyester dengan Penguat Serat Sabut Kelapa," *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 6, no. 2, 2013.
- [13] A. E. Prakoso, A. Farachniamalala, P. Andayani, O. M. Effendi, M. Yunianto, dan M. Sabrina, "Pembuatan Alat Impedance Tube dan Simulasi Pengukuran Koefisien Serap Menggunakan Software MATLAB R2013A," *Positron*, vol. 7, no. 1, hal. 8–11, 2017.
- [14] E. Rusmawati, "Penentuan Koefisien Absorpsi dengan Metode Dua Mikrofon pada Tabung Impedansi," Institut Teknologi Sepuluh November, 2010.
- [15] D. M. Howard dan A. S. Angus, *Acoustics and Psychoacoustics 4th Edition*. Oxford United Kingdom : Focal press is an imprint of Elsevier, 2009.
- [16] A. Setia Putra, "Penentuan Koefisien Serap Bunyi Papan Partikel Dari Limbah Pelepah Kelapa Sawit," *J. Surya Tek.*, vol. 7, no. 2, hal. 182–185, 2020.
- [17] F. Ridhola dan E. Elvaswer, "Pengukuran Koefisien Absorpsi Material Akustik dari Serat Alam Ampas Tebu Sebagai Pengendali Kebisingan," *J. Ilmu Fis. / Univ. Andalas*, vol. 7, no. 1, hal. 1–6, 2015.
- [18] A. Pambudi, M. Farid, dan H. Nurdiansah, "Analisis Morfologi dan Spektroskopi Infra Merah Serat Bambu Betung (*Dendrocalamus Asper*) Hasil Proses Alkalisasi Sebagai Penguat Komposit Absorpsi Suara," vol. 6, no. 2, hal. 441–444, 2017.

FRAMEWORK OWAS UNUD SEBAGAI METODE ANALISIS TINGKAT RESIKO KERJA DINAMIS SECARA DIGITAL

¹Pande Ketut Sudiarta

²Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayna
Badung, Indonesia
Alamat email

²I Putu Gede Adiatmika, ³Ida Bagus Alit Swamardika

²Fakultas Kedokteran, Universitas Udaynana
Denpasar, Indonesia
Alamat email

³Fakultas Teknik, Universitas Udayna
Badung, Indonesia
Alamat email : sudiarta@unud.ac.id

Abstract—Sikap kerja yang salah menimbulkan risiko *Musculoskeletal disorder* (MSD). Untuk mengetahui tingkat risiko selama bekerja dapat menggunakan metode *Ovako Work Posture Analysis System* (OWAS). Owas menggunakan chart untuk menganalisis satu posture. Untuk melakukan analisis diperlukan stasiun kerja dan proses kerja yang sudah ada. Menganalisis kerja dinamis dalam desain diperlukan model digital menggunakan *Digital Human Modeling* (DHM). Framework Owas-Unud menggunakan model manusia digital dan proses kerja digital pada simulator tecnomatix jack untuk mendapatkan data posture sesuai model Owas. Data posture diolah menggunakan aplikasi yang dibuat menggunakan bahasa pemrograman php untuk mendapatkan tingkat risiko. Tingkat risiko ditampilkan dalam bentuk grafik tingkat risiko sebagai fungsi waktu. Untuk tujuan optimalisasi desain, proses dapat dilakukan berulang pada simulator dan tingkat risiko dapat dihitung kembali sampai mendapatkan hasil yang optimal. Pengujian Framework Owas-Unud dilakukan pada pekerjaan memindahkan CPU dari rak inventory ke meja kerja. Pada output aplikasi menunjukkan variasi tingkat risiko sesuai posture saat bekerja. Tingkat risiko yang muncul dapat dibandingkan dengan tabel Owas yang ditampilkan pada output aplikasi. Video proses kerja yang terdapat pada output juga membantu melihat posture. Dapat disimpulkan Framework Owas-Unud dapat digunakan untuk analisis tingkat risiko kerja dinamis secara digital dan dapat digunakan saat desain.

Kata Kunci— DHM, Owas, MSD, Simulator

I. PENDAHULUAN

Kecelakaan kerja akibat posture yang salah dalam bekerja dapat menimbulkan *Musculoskeletal disorder* (MSD) [1]. Beberapa metode yang digunakan untuk mendapatkan tingkat risiko akibat bekerja adalah Metode Rula, Niosh, Reba dan Owas [2]. Owas adalah kepanjangan dari *Ovako Work Posture Analysis System* yang menggunakan empat komponen dalam mendapatkan tingkat risiko, yaitu lengan, Punggung, kaki dan beban [3]. Owas menggunakan data satu posture dalam menganalisis tingkat risiko akibat kerja [4]. OWAS telah diterapkan terutama di dua sektor: "Industri manufaktur" dan "Kegiatan perawatan kesehatan dan bantuan sosial" [4]. Untuk tujuan mendapatkan data tingkat risiko selama bekerja dimana posture berubah sebagai fungsi waktu yang diterapkan dalam desain diperlukan simulator *Digital Human Modeling* (DHM) [5]. DHM menggunakan manusia digital dan proses kerja digital dalam desain kerja [6]. Penggunaan teknologi kinect yang melakukan capturing pada saat pekerja bekerja tidak dapat digunakan pada tahap desain [7]. Memasukkan analisis tingkat risiko pada saat desain akan menghasilkan desain yang

menghindarkan pekerja dari kecelakaan kerja atau bersifat preventif [8]. Salah satu DHM yang berkembang adalah Tecnomatix Jack dari Siemens [9]. Tecnomatix Jack mampu mensimulasikan secara digital manusia, stasiun kerja dan proses kerja menggunakan menu *Task Simulation Builder* (TSB) [10]. Output TSB dalam bentuk file CSV berupa data posture selama bekerja yang dapat digunakan sebagai input data pada metode Owas [11]. Optimasi desain dapat dilakukan hanya merubah parameter dalam simulasi. Untuk dapat mengolah data posture yang dihasilkan DHM diperlukan aplikasi mengolah data CSV diantaranya dapat menggunakan bahasa pemrograman php [12]. Untuk memudahkan pengguna dan admin dengan pemrograman bahasa php dapat ditampilkan dalam bentuk web di internet [13]. Proses untuk mendapatkan tingkat resiko meliputi survey, penggunaan simulator DHM, software pengolah data dikemas menjadi satu dalam bentuk framework [14]. Untuk analisis tingkat resiko kerja sudah pernah dilakukan untuk metode Rula [15]. Demikian pula metode Reba telah dilakukan penelitian terkait model digital [16]. Kedua framework tersebut menyatakan metode Rula dan metode Reba dapat dianalisis dengan model digital.

II. METODE DAN PROSEDUR

Survey dilakukan pada Teknisi PT Baliyoni Saguna yang melakukan kerja memindahkan emapt unit komputer dari rak inventory ke meja kerja. Dilanjutkan pembuatan model manusia dan model stasiun kerja menggunakan simulator tecnomatix Jack. Model kemudian dibuatkan simulasi proses kerja menggunakan menu task simulation builder (TSB) pada tecnomatix Jack. Hasil simulasi berupa csv file dan file video diinputkan pada aplikasi untuk mendapatkan tingkat resiko yang dibuat menggunakan bahasa pemrograman php. Aplikasi sebelumnya diujikan dengan black box analisis. Data yang dihasilkan pada grafik tingkat resiko sebagai fungsi waktu dibandingkan dengan tabel oval untuk melihat kesesuaiannya. Hasil tingkat resiko kerja juga dibandingkan dengan video posture untuk melihat kesesuaiannya.

Metode dan prosedur menguraikan secara rinci tentang cara, instrumen, dan teknik analisis penelitian yang digunakan dalam memecahkan permasalahan.

Penulisan sub-heading adalah sebagai berikut:

A. *Proses Review*

Kirimkan makalah Anda secara elektronik untuk direview. Ketika Anda mengirimkan makalah versi final Anda (setelah makalah Anda diterima), kirim naskah final Anda melalui sistem pengiriman situs web Conference.

B. *Form Copyright*

Formulir hak cipta SENASTEK yang diproses harus disertakan pada pengajuan final makalah Anda. Anda bisa mendapatkan versi .pdf, atau .doc di web. Penulis bertanggung jawab untuk mendapatkan izin keamanan apapun itu.

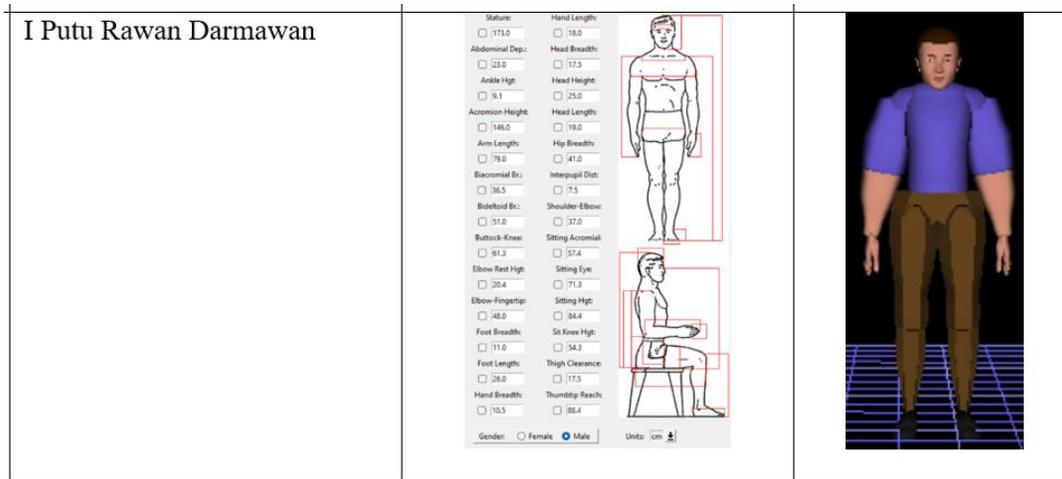
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses survey untuk mendapatkan data antropometri teknisi PT Baliyoni Saguna yang digunakan pada pembuatan manusia digital diperlihatkan pada gambar 1.



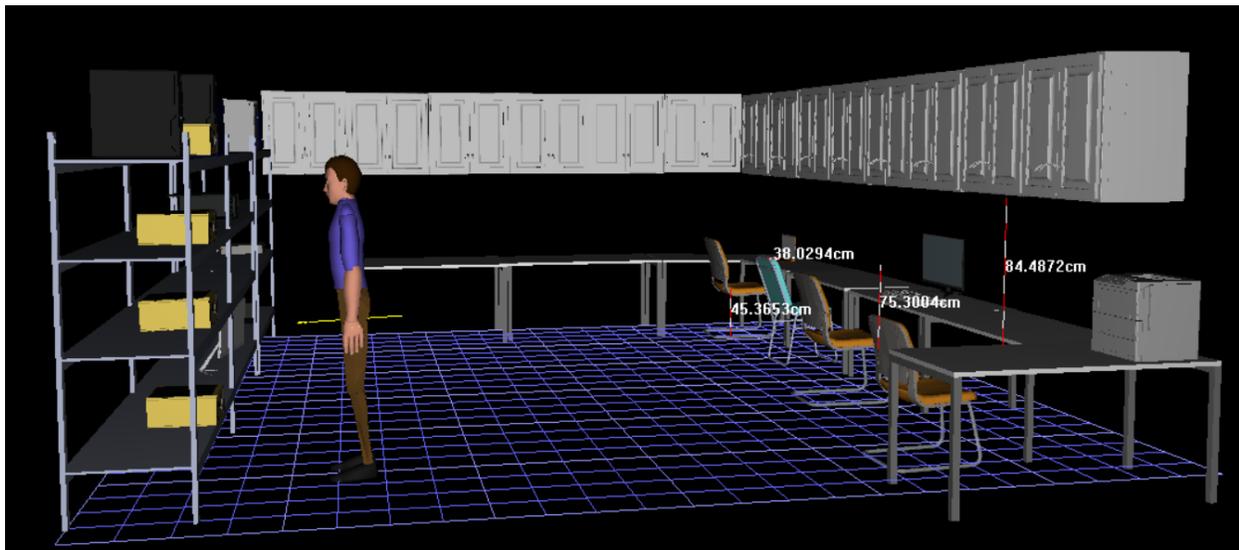
GAMBAR 1. PENGUKURAN DATA ANTROPOMETRI

Data antropometri kemudian diinputkan pada aplikasi tecnomatix jack sehingga dihasilkan model manusia digital seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.



GAMBAR 2. MODEL MANUSIA DIGITAL

Model manusia kemudian dijadikan satu dengan lingkungannya sehingga diperoleh model stasiun kerja. Dari model dilanjutkan pembuatan simulasi proses kerja seperti diperlihatkan pada gambar 3.



GAMBAR 3. SIMULASI MEMINDAHKAN CPU

Hasil Simulator berupa csv file yang memuat data antropometri pekerja dan file video seperti diperlihatkan pada gambar 4.

Time	Task	Action	Joint Angles Wrist Flex Ext Left	Joint Angles Wrist Flex Ext Right	Joint Angles Wrist Rad Ulnar Dev Left	Joint Angles Wrist Rad Ulnar Dev Right	Joint Angles Forearm Sup Pro Left	Joint Angles Forearm Sup Pro Right	Joint Angles Elbow Right	Joint Angles Elbow Left	Joint Angles Should. Abd Right
0	Pose	Pose	0	0	0	0	0	0	175	175	10.001
0.033	Pose	Pose	0	0	0	0	0	0	175	175	10.001
0.067	Pose	Pose	-0.001	0	0.013	0	-0.022	0	174.523	174.523	10
0.1	Pose	Pose	-0.002	0	0.051	0	-0.085	0	173.135	173.135	9.998
0.133	Pose	Pose	-0.005	0	0.112	0	-0.186	0	170.905	170.905	9.996

GAMBAR 4. FILE DATA CSV

Pada file pengolah data untuk mendapatkan tingkat resiko, diawali login oleh user untuk meminta dilakukan analisis terkait tingkat resiko kerja pada stasiun kerja maupun proses kerja. Analisis dapat berupa desain atau melakukan analisis pada stasiun kerja dan proses kerja yang sudah ada. Proses dilakukan dengan registrasi di website <https://kerjadinamis.web.id>. Admin akan menerima permintaan user dan melakukan komunikasi ke user dari data-data yang diterima. Jika user meminta analisis terhadap stasiun kerja dan proses kerja maka admin melakukan survey untuk mendapatkan data antropometri pekerja dan data stasiun kerja. Jika merupakan desain stasiun kerja dan proses kerja maka admin dapat menggunakan data sekunder, baik data dari simulator tecnomatix Jack maupun dari web site penyedia data antropometri seperti <https://antropometriindonesia.org>. Setelah data diperoleh, admin membuat model manusia dan stasiun kerja yang dilanjutkan dengan membuat simulasi proses kerja seperti yang diuraikan pada gambar 3. Salah satu coding aplikasi yang dibuat diperlihatkan pada gambar 5.

```

Procedure Name: generate_owas_data Result Type:
Deterministic Procedure Type: PROCEDURE
Body Type: SQL

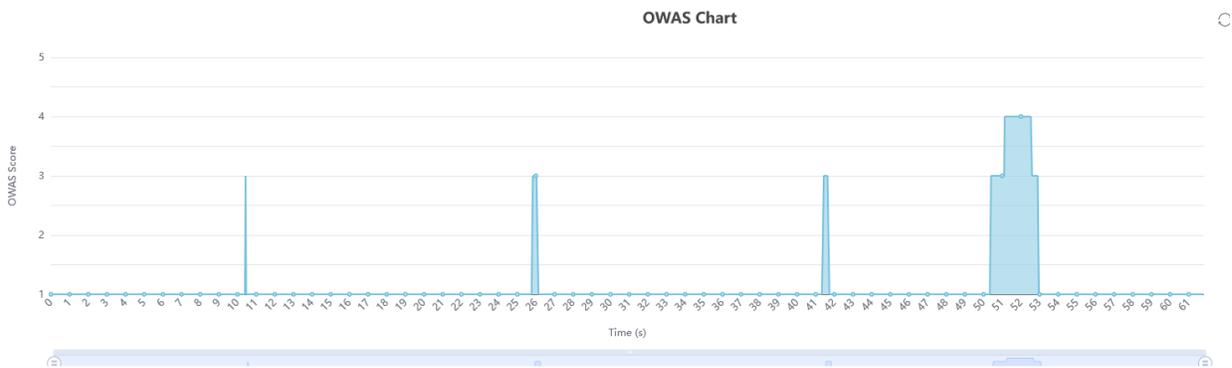
CREATE DEFINER='kerja_dinamis'@'%' PROCEDURE `kerjadin_humand_modelling`.`generate_owas_data` (IN ticket_id INT)
2 BEGIN
3 DECLARE n INT DEFAULT 0;
4 DECLARE i INT DEFAULT 0;
5 DECLARE maxTime FLOAT DEFAULT 0;
6
7 DECLARE f_owas_back INT DEFAULT 0;
8 DECLARE f_owas_arms INT DEFAULT 0;
9 DECLARE f_owas_legs INT DEFAULT 0;
10 DECLARE f_owas_use_of_force INT DEFAULT 0;
11
12 SET autocommit = 0;
13 SELECT COUNT(*) FROM ssp_times st WHERE st.ssp_ticket_id = ticket_id INTO n;
14 SELECT MAX(st.time) FROM ssp_times st WHERE st.ssp_ticket_id = ticket_id INTO maxTime;
15 SET i=0;
16 START TRANSACTION;
17 WHILE i<n DO
18 -- SET f_owas_back = owas_back(sja.joint_angles.trunk_flex_ext, sja.joint_angles.trunk_lateral, sja.joint_angles.trunk_rotation);
19 -- SET f_owas_arms = owas_arms(sja.joint_angles.shoulder_abd_left, sja.joint_angles.shoulder_abd_right, sja.joint_angles.shoulder_for_back_left, sja.joint_angles_shoulde
20 -- SET f_owas_legs = owas_legs(sja.joint_angles.hip_flex_ext_left, sja.joint_angles.hip_flex_ext_right, sja.joint_angles.knee_flex_ext_left,
21 -- sja.joint_angles.knee_flex_ext_right, sja.joint_angles.ankle_flex_ext_left, sja.joint_angles.ankle_flex_ext_right);
22 -- SET f_owas_use_of_force = owas_weight(stt.weight_of_object);
23
24 INSERT INTO ssp_owas(ssp_time_id, ssp_ticket_id, owas_back, owas_arms, owas_legs, owas_use_of_force, ssp_owas_score)
25 SELECT st.id, st.ssp_ticket_id,
26 owas_back(sja.joint_angles.trunk_flex_ext, sja.joint_angles.trunk_lateral, sja.joint_angles.trunk_rotation),
27 owas_arms(sja.joint_angles.shoulder_abd_left, sja.joint_angles.shoulder_abd_right, sja.joint_angles.shoulder_for_back_left, sja.joint_angles_shoulder_for_back_r
28 owas_legs(sja.joint_angles.hip_flex_ext_left, sja.joint_angles.hip_flex_ext_right, sja.joint_angles.knee_flex_ext_left,
29 sja.joint_angles.knee_flex_ext_right, sja.joint_angles.ankle_flex_ext_left, sja.joint_angles.ankle_flex_ext_right),
30 owas_weight(stt.weight_of_object),
31 (
32 SELECT olt.value FROM owas_lookup_table olt
33 WHERE olt.back = owas_back(sja.joint_angles.trunk_flex_ext, sja.joint_angles.trunk_lateral, sja.joint_angles.trunk_rotation)
34 AND olt.arms = owas_arms(sja.joint_angles.shoulder_abd_left, sja.joint_angles.shoulder_abd_right, sja.joint_angles.shoulder_for_back_left, sja.joint_angles_sh
35 AND olt.legs = owas_legs(sja.joint_angles.hip_flex_ext_left, sja.joint_angles.hip_flex_ext_right, sja.joint_angles.knee_flex_ext_left,
36 sja.joint_angles.knee_flex_ext_right, sja.joint_angles.ankle_flex_ext_left, sja.joint_angles.ankle_flex_ext_right)
37 AND olt.use_of_force = owas_weight(stt.weight_of_object)
38 ) AS ssp_owas_score
39 FROM ssp_times st
40 LEFT JOIN ssp_joint_angles sja ON sja.id = st.ssp_time_id
41 LEFT JOIN ssp_tickets stt ON stt.ssp_ticket_id = stt.id
42 WHERE st.ssp_ticket_id = ticket_id LIMIT i,1;
43 SET i = i + 1;
44 END WHILE;
45 COMMIT;
46 END

```

GAMBAR 5. CODING PERHITUNGAN TINGKAT RESIKO SESUAI METODE OWAS

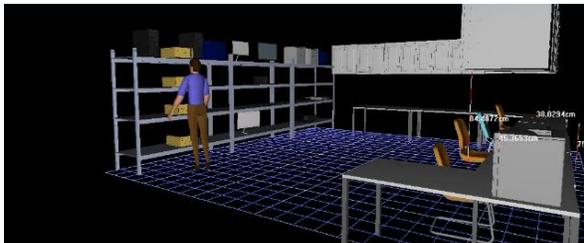
Aplikasi yang dibuat telah diujikan dengan metode black box analisis dan hasilnya valid sesuai yang diharapkan. Pengujian Aplikasi mendapatkan tingkat resiko dilakukan dengan melakukan upload file csv dan file video yang dilakukan admin. Hasilnya diperlihatkan pada gambar 6 yang menunjukkan tingkat resiko sebagai fungsi waktu. Variasi tingkat resiko menunjukkan posture saat bekerja.

OWAS Chart



GAMBAR 6. GAMBAR HASIL ANALISIS TINGKAT RESIKO KERJA

Pada sisi hasil, dilengkapi juga video posture yang dapat diputar dan dipilih saat waktu tertentu sehingga data posture dapat dibandingkan dengan score owas yang muncul seperti diperlihatkan pada gambar 7. Detail tabel Owas juga ditampilkan dan score masing-masing dibagian tangan, punggung, kaki dan beban external yang dibawa dapat dilihat. Hal ini akan memudahkan jika ingin melakukan optimasi terhadap proses kerja maupun stasiun kerja. Proses optimasi dilakukan dengan merubah parameter pada simulator jack dan dilanjutkan dengan mengujikan kembali pada aplikasi yang menghitung tingkat resiko.



Filter Action Level:

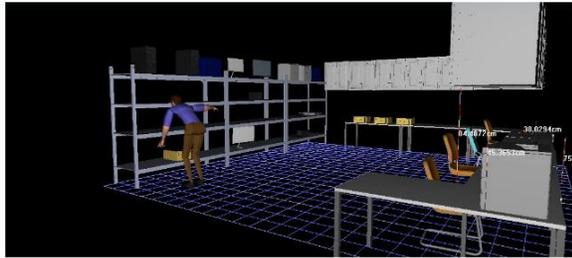
All (1855)
 Level 1 (1759)
 Level 2 (0)
 Level 3 (52)
 Level 4 (44)

Show entries

Action	Time	OWAS Back	OWAS Arm	OWAS Legs	OWAS Use of Force	OWAS Score
 	0	1	1	1	1	Tidak perlu dilakukan perbaikan
 	0.033	1	1	1	1	Tidak perlu dilakukan perbaikan

GAMBAR 7. VIDEO SIMULASI KERJA DAN SCORE OWAS

Dari pengujian yang dilakukan, pada file video dilengkapi data kemunculan dari masing-masing tingkat resiko. Detail dari masing-masing tingkat resiko yang muncul dapat di filter dan saat memilih waktu maka posisi video akan berubah sesuai waktu yang dipilih. Dari gambar 6 dapat dengan mudah dilihat saat kapan tingkat resiko yang tinggi terjadi. Pada proses kerja yang disimulasikan, tingkat resiko yang tinggi akibat posture pekerja saat itu seperti diperlihatkan pada gambar 8. Harusnya dilakukan dengan berjongkok sehingga tidak beresiko pada punggung.



Filter Action Level:

All (1855)
 Level 1 (1759)
 Level 2 (0)
 Level 3 (52)
 Level 4 (44)

Show entries

Action	Time	OWAS Back	OWAS Arm	OWAS Legs	OWAS Use of Force	OWAS Score
	51.133	4	2	4	1	Perbaikan perlu dilakukan sekarang juga

GAMBAR 8. GAMBAR POSTURE YANG SALAH SAAT BEKERJA

Penggunaan framework Owas-Unud mudah dilakukan untuk tujuan optimasi desain karena hanya merubah data-data pada simulator. Hal ini akan menghindari pembuatan mock-up berulang akibat kesalahan pada desain. Walaupun pada kemunculan tingkat resiko dapat di filter sesuai score yang diperoleh namun pada metode Owas tidak memperhitungkan perulangan. Kelemahan dari Model simulasi digital ini adalah simulator tidak dapat membedakan saat kapan beban external itu dibawa atau dilepas oleh pekerja. Hal ini dapat diatasi dengan memecah simulasi menjadi beberapa segmen sesuai beban yang dibawa pekerja.

IV. KESIMPULAN

Framework Owas-Unud menggunakan simulasi manusia, stasiun kerja dan proses kerja secara digital. Untuk tujuan analisis tingkat kerja secara dinamis metode ini dapat digunakan untuk melihat setiap tingkat resiko dari perubahan posture yang terjadi. Untuk tujuan optimasi desain, metode ini dapat dilakukan secara berulang dengan merubah posture simulasi atau stasiun kerja sampai diperoleh hasil yang optimal. Hal ini akan mengurangi jumlah pembuatan mock-up untuk pengujian sehingga biaya desain dapat dikurangi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Siemens Software Industries atas grant yang diberikan ke Fakultas Teknik Universitas Udayana sehingga dapat kami gunakan pada penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Middlesworth, "Ergonomics Plus," *Ergonomic Plus*, 2022. <https://ergo-plus.com/musculoskeletal-disorders-msd/> (accessed May 18, 2022).
- [2] D. Kee and W. Karwowski, "A Comparison of Three Observational Techniques for Assessing Postural Loads in Industry," *Int. J. Occup. Saf. Ergon.*, vol. 13, no. 1, 2007, doi: 10.1080/10803548.2007.11076704.
- [3] H. Munawir, I. Wardatul Jannah, and E. Setiawan, "Work Posture Analysis of Packing Process Workers Using the Reba and Owas Method (Case Study: Tiga Hati Mutiara, Sukoharjo)," *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 1, no. 2, 2021, doi: 10.21070/pels.v1i2.978.
- [4] D. Kee, "Systematic Comparison of OWAS, RULA, and REBA Based on a Literature Review," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 19, no. 1. MDPI, Jan. 01, 2022, doi: 10.3390/ijerph19010595.

- [5] P. Ketut Sudiarta, "Dynamic Work Analysis of Manual Material Handling With Digital Human Modeling," *Ergon. Int. J.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–6, 2022, doi: 10.23880/eoij-16000285.
- [6] S. Ahmed, L. Irshad, M. S. Gawand, and H. O. Demirel, "Integrating human factors early in the design process using digital human modelling and surrogate modelling," *J. Eng. Des.*, vol. 32, no. 4, 2021, doi: 10.1080/09544828.2020.1869704.
- [7] V. M. Manghisi, A. E. Uva, M. Fiorentino, M. Gattullo, A. Boccaccio, and A. Evangelista, "Automatic ergonomic postural risk monitoring on the factory shopfloor -The Ergosentinel tool," in *Procedia Manufacturing*, 2020, vol. 42, pp. 97–103, doi: 10.1016/j.promfg.2020.02.091.
- [8] A. J. C. De Los Pinos, M. de las N. González-García, L. C. Pentelhão, and J. S. Baptista, "Zero-risk interpretation in the level of preventive action method implementation for health and safety in construction sites," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 18, no. 7, 2021, doi: 10.3390/ijerph18073534.
- [9] J. Ding, Z. H. Ge, and L. H. Cheng, "Comprehensive evaluation and analysis of design scheme of automatic feeding and discharging device for freeze-drying system," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2020, vol. 740, no. 1, doi: 10.1088/1757-899X/740/1/012051.
- [10] Siemens, "Process Simulate Standalone 12.1," 2024. https://training.plm.automation.siemens.com/ilt/iltdescription.cfm?PID=TR45106_____TEC__12.1__2500 (accessed Jan. 15, 2024).
- [11] Siemens PLM, "Tecnomatix Jack Download." 2020.
- [12] G. B. Santoso, T. M. Sinaga, and A. Zuhdi, "MVC Implementation In Laravel Framework For Development Web-Based E-Commerce Applications," *Intelmatix*, vol. 1, no. 1, 2021, doi: 10.25105/itm.v1i1.7867.
- [13] A. H. Odeh, "Analytical and comparison study of main web programming languages-ASP and PHP," *TEM J.*, vol. 8, no. 4, 2019, doi: 10.18421/TEM84-58.
- [14] J. Heaton and A. K. Parlikad, "A conceptual framework for the alignment of infrastructure assets to citizen requirements within a Smart Cities framework," *Cities*, vol. 90, 2019, doi: 10.1016/j.cities.2019.01.041.
- [15] P. K. Sudiarta, M. Sudarma, R. S. Hartati, and I. B. A. Swamardika, "S-task simulation builder framework as preventive work risk analysis," *Telkonnika (Telecommunication Comput. Electron. Control.)*, vol. 22, no. 3, pp. 619–628, 2024, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v22i3.25881.
- [16] P. K. Sudiarta, M. Sudarma, R. S. Hartati, I. Bagus, and A. Swamardika, "FRAMEWORK REBA UDAYANA SEBAGAI METODE," no. November, pp. 7–9, 2023.



Pengujian dan Analisis Unjuk Kerja Runner Tipe Silindris pada Sistem Turbin Air Vortex

¹Made Suarda

¹Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Badung - Bali, Indonesia
made.suarda@unud.ac.id

²Made Sucipta, ³I Gusti Ayu Made Srinadi, ⁴Farrell Liam, ⁵Yossie Rico Rifki Pradana

²Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Badung - Bali, Indonesia
m.sucipta@unud.ac.id

³Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Badung - Bali, Indonesia
srinadi@unud.ac.id

⁴Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Badung - Bali, Indonesia
farrelliam1536@gmail.com

⁴Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Badung - Bali, Indonesia
yossie@gmail.com

Abstract— The vortex turbine system test model has been created in the Machine Performance Laboratory of the Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Udayana University. As a baseline, a cylindrical turbine runner with curved blades was first tested considering that this runner has a simpler design and is easier to manufacture and has been widely applied. This runner has an outer diameter of 240mm and an inner diameter (shaft bossing) of 42mm and a height of 180mm. The test was carried out with variations in the pump drive water flow rate of around 4 ~ 10 litres/second, and with variations in load or torque. The results show that the greater the load/torque given, the turbine rotation decreases and vice versa. In addition, the greater the flow rate of the turbine drive water produces higher turbine power and torque. However, the highest efficiency is achieved at a water flow rate of around 9 litres/second. The turbine rotation at the highest efficiency is around 120 rpm. So, from the results of the study, this turbine system is recommended to be operated at a flow rate of 8 ~ 9 litres/second.

Key words— conical basin, cylindrical runner, turbine performance, curved blades, vortex turbine.

I. PENDAHULUAN

Salah satu potensi sumber energi terbarukan yang tersedia dan menjanjikan untuk diterapkan adalah energi air terutama di daerah perbukitan/perdesaan yang tidak terjangkau listrik PLN. Namun ketersediaan sumber energi air yang besar sangat terbatas dan pembatasan akibat lokasi berada pada daerah cagar budaya dan obyek wisata [1], maka potensi aliran air pada sistem irigasi yang mempunyai debit dan head rendah yang tersedia banyak dapat dikembangkan menjadi pembangkit energi air skala sangat kecil atau pico hidro [2]. Pico hidro merupakan pembangkit energi yang mengkonversi potensial air dari suatu ketinggian [3], menjadi energi kinetik [4]. Teknologi ini relatif sederhana, lebih murah dan minim dampak lingkungan, meskipun efisiensinya rendah akibat head aliran airnya sangat rendah [5].

Potensi sumber energi air yang tersedia luas adalah pada saluran irigasi atau sungai yang mempunyai debit kecil dan head sangat rendah yaitu sekitar 0,7 s/d 3 meter. Turbin air yang sesuai untuk sumber air head sangat rendah

adalah turbin air vortex aliran gravitasi dibandingkan jenis lainnya [6]. Turbin ini merupakan invensi Austria Franz Zotloterer pada tahun 2006 dan diimplementasikan kali pertama di Sungai Obergrafendorf [7]. Selanjutnya, penelitian dan pengembangan turbin vortex ini menjadi topik yang menarik bagi para peneliti di seluruh dunia [8]. Mengingat head aliran air pada sistem turbin vortex sangat rendah, maka untuk meningkatkan kecepatan tangensialnya, aliran air tersebut dibuat menjadi aliran pusaran/vortex di dalam basin/casing selanjutnya memutar runner turbin [9; 10], dan poros turbin tersebut memutar generator listrik [5]. Basin dapat berbentuk silinder atau kerucut untuk menghasilkan aliran vortex [11]. Dalam membangkitkan daya, kecepatan tangensial aliran vortex tersebut menurun setelah menggerakkan sudu runner turbin namun kecepatan aksialnya meningkat. Keunggulan turbin vortex adalah konstruksi yang sederhana karena tidak memerlukan bendungan [12], mudah pengoperasiannya [13], ramah lingkungan terhadap mikroorganisme karena terjadi proses aerasi pada air. Namun, efisiensi turbin ini rendah karena rendahnya penurunan head tekanan yang terjadi [11]. Namun turbin vortex ini merupakan teknologi yang relatif baru [14].

Turbin vortex adalah turbin yang memanfaatkan aliran vortex atau pusaran air (15). Dalam sistem turbin vortex, air dari kanal mengalir ke dalam basin berbentuk silinder atau kerucut mengakibatkan aliran melingkar secara tangensial dan membangkitkan aliran vortex atau pusaran bebas (11). Pusaran air tersebut menciptakan tenaga rotasi untuk menggerakkan runner atau rangkaian sudu turbin untuk menghasilkan energi mekanis berupa putaran poros (16) dan dimanfaatkan untuk memutar generator (5). Runner turbin bersumbu vertikal dipasang di pusat pusaran air di dalam basin turbin. Jadi, turbin vortex memanfaatkan energi pusaran air tersebut menjadi energi berguna (Regmi, et al., 2019). Energi kecepatan tangensial vortex tersebut ditransmisikan ke sudu runner turbin sehingga kecepatan tangensialnya menurun, sebaliknya kecepatan aksialnya meningkat (14).

Keunggulan turbin vortex adalah konstruksi yang sederhana karena tidak memerlukan bendungan, mudah pengoperasiannya, ramah lingkungan terhadap mikroorganisme karena terjadi proses aerasi pada air (14). Namun, efisiensi turbin ini rendah karena rendahnya penurunan head tekanan yang terjadi (11). Keunggulan utama turbin vortex adalah dapat beroperasi pada head sumber aliran air yang sangat rendah (17; 18). Berdasarkan studi literatur tentang turbin pusaran air tidak memadai dan dilaporkan memiliki efisiensi yang rendah. Kurangnya literatur mendorong lebih banyak penelitian dilakukan di bidang ini untuk meningkatkan kinerja pembangkit listrik pusaran air. Dibandingkan dengan teknologi pembangkit listrik tenaga air low-head yang ada, sistem GWVPP masih belum matang dan diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengoptimalkan instalasinya (19).

Sistem turbin vortex terdiri dari komponen utama saluran air masuk (kanal), basin, runner turbin dan saluran air keluar (outlet). Kanal sebagai saluran masuk tangensial air ke basin. Saluran masuk dengan sudut takik dikembangkan untuk meningkatkan kecepatan aliran air (20). Laju aliran masuk mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap efisiensi. Karakteristik kanal ditentukan oleh sudut takik, panjang takik dan lebar saluran aliran masuk ke basin. Sudut takik 27° - 30° dapat meningkatkan kecepatan air yang signifikan sehingga menghasilkan keluaran daya yang lebih tinggi (11). Sedangkan menurut Mulligan (21) sudut takik memiliki rentang $0 \leq \alpha \leq 45^{\circ}$. Kecepatan putaran tertinggi tersedia pada sudut takik seminimal mungkin, yaitu ketika saluran aliran untuk mengalirkan air dari saluran masuk ke bak adalah minimum.

Secara umum, ada dua bentuk utama desain cekungan pusaran yaitu silinder dan kerucut. Geometri basin berbentuk kerucut dapat mengarahkan aliran pusaran simetris memutar runner turbin sehingga dapat menghasilkan performansi turbin vortex yang lebih optimal (7). Basin dengan sudut konis 60° dapat memberikan performance lebih baik dibandingkan dengan sudut konis 45° (22). Dalam hal ini, air mengalir sepanjang dinding cekungan dan profil pusaran yang lebih baik dengan vortisitas yang lebih tinggi tercapai (23). Dimana r_{in} adalah radius saluran masuk air. Power dan McNabola (24) menyatakan bahwa rasio optimum tinggi saluran masuk dan panjangnya adalah satu banding tiga. Basin berbentuk kerucut membentuk formasi pusaran air (dari simulasi) terbaik dibandingkan yang lain Ghani (2019). Stabilitas dan kekuatan pusaran bergantung pada pembentukan inti udara di tengah pusaran. Jari-jari inti udara berangsur-angsur mengecil dari permukaan bebas hingga ke dasar basin.

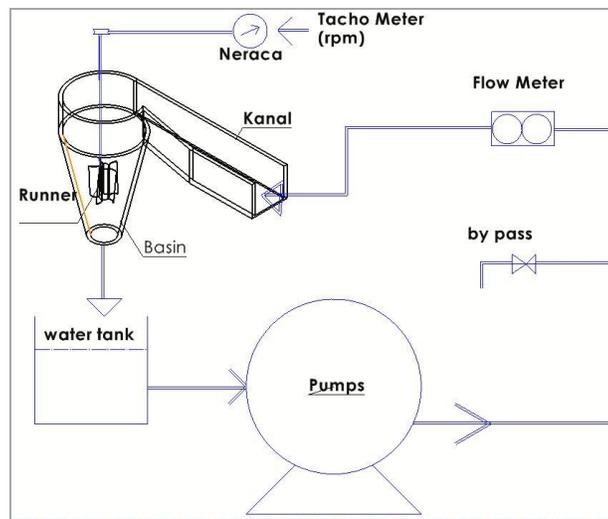
Mengingat desain turbin vortex ini merupakan jenis turbin air yang relative baru, maka referensi yang tersedia sangat minim sehingga saat ini pengembangan dan pengujian pembangkit listrik tenaga air skala sangat kecil dengan head sangat rendah sedang giat-giatnya dilakukan. Bahkan beberapa penelitian dimulai dari awal tanpa merujuk parameter desain terbaik yang telah dihasilkan. Oleh sebab itu dalam penelitian ini dilakukan pembuatan model uji turbin vortex berdasarkan parameter optimal yang telah dihasilkan dari hasil-hasil penelitian yang telah dipublikasi.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian turbin vortex dengan runner tipe silindris bersudu lengkung. Penelitian ini sangat penting dilakukan sebagai baseline pengujian performansi tipe runner model lainnya.

II. METODE DAN PROSEDUR

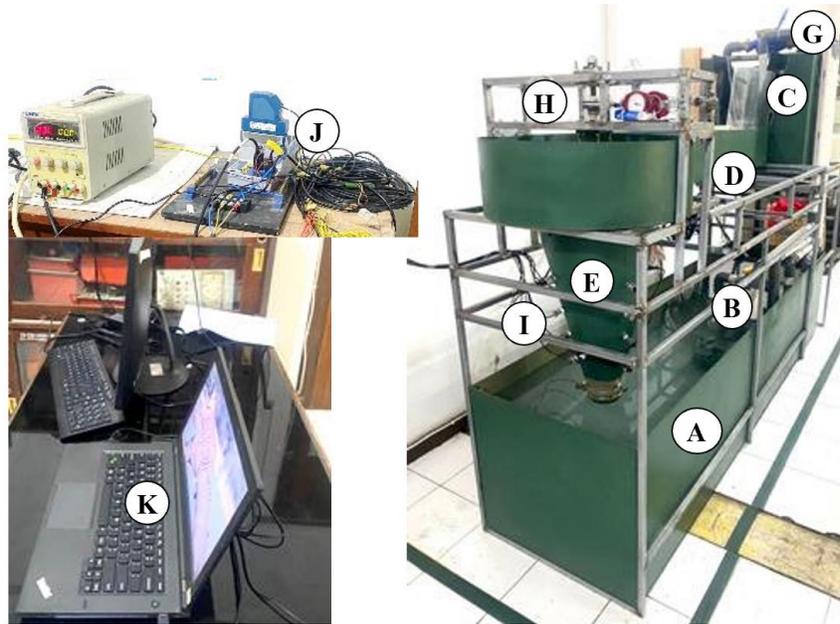
A. Rancangan Penelitian

Model turbin vortex dibuat yang meliputi saluran air masuk, *basin*, *runner* turbin dan saluran air keluar, seperti skema ruang pada Gambar 1. Suplai air penggerak turbin akan disirkulasikan menggunakan pompa submersible di dalam bak penampung air. Air mengalir melalui kanal pada saluran masuknya, kemudian air tersebut mengalami pusaran pada basinya. Pusaran air tersebut akan memutar runner turbin sehingga dibangkitkan putaran pada porosnya. Basin dibuat dengan diameter inlet 400 mm, diameter outlet 75 mm dan tinggi 600 mm, dengan sudut konis 23 derajat. Pada basin tersebut dibuat 20 lubang baut untuk memasang pressure transducer untuk mengukur distribusi tekanan yang terjadi. Namun pada penelitian ini baru terpasang 8 unit pressure transducer. Untuk mengukur torsi yang dihasilkan oleh turbin vortex maka pada poros turbin dilengkapi dengan sistem prony-brake yang terdiri dari pulley berdiameter luar 3 inch, tali pemb bebanan dan timbangan pegas. Putaran poros turbin (rpm) diukur dengan tachometer digital.

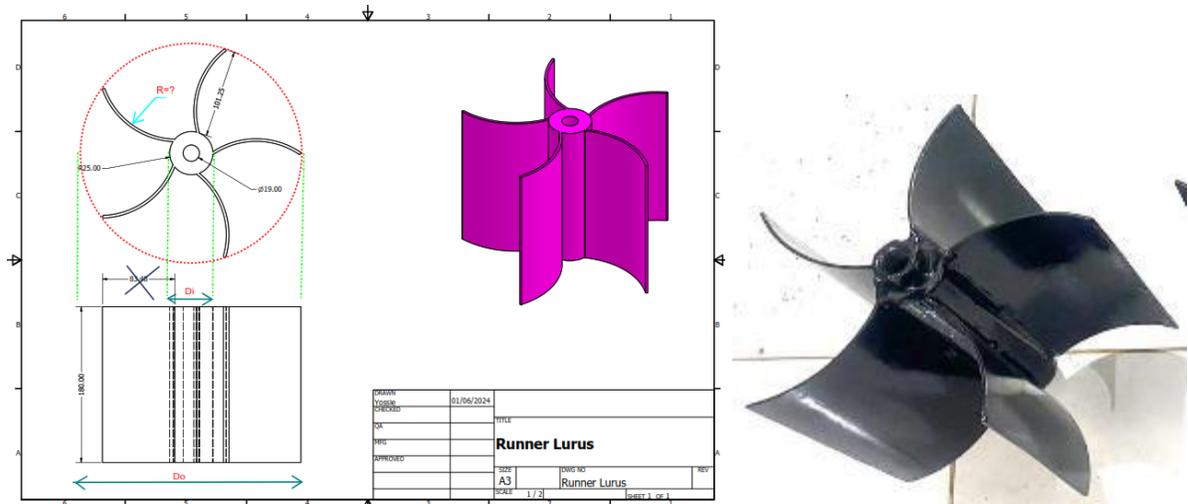


GAMBAR 1. SKEMA MODEL UJI SISTEM TURBIN VORTEX

Model sistem turbin vortex yang dibuat berdasarkan kajian hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Adapun desainnya adalah seperti pada Gambar 2. Air dari bak air (A) dialirkan oleh 5 unit pompa submersible (B) menuju drop chamber (C). Debit aliran air tersebut diukur melalui *water meter* (G). Selanjutnya, air melimpah melalui *V-notch weir* ke dalam kanal (D) yang mempunyai sudut takik 11° untuk mempercepat aliran air untuk membentuk aliran vortex di dalam basin (E) dimana *runner* turbin (F) terpasang. Pada penelitian ini runner yang diuji adalah tipe silindris dengan sudu lengkung, seperti pada Gambar 3. Poros runner dihubungkan dengan *prony brake* (H) untuk mengukur beban/torsi dan putaran poros yang diukur dengan tachometer. Distribusi tekanan statis air di dalam basin diukur dengan serangkaian perangkat elektronik: pressure transducer (I), cDAQ National Instrumen (J) dan komputer (K) yang telah terinstall Lab-View.



GAMBAR 2. MODEL UJI SISTEM TURBIN VORTEX



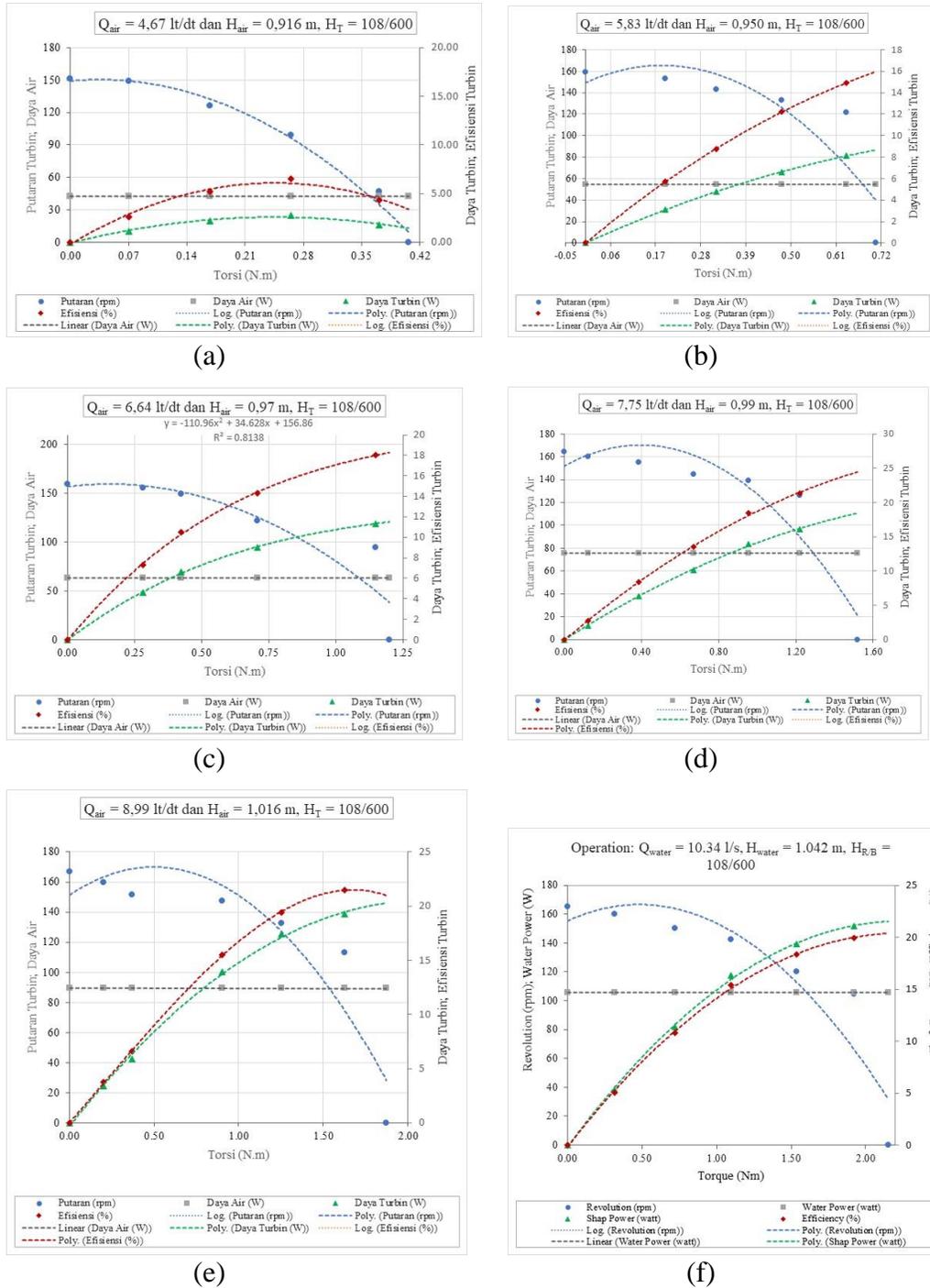
GAMBAR 3. RUNNER TIPE SILINDRIS TURBIN VORTEX

B. Prosedur penelitian

Runner turbin dipasang pada porosnya pada posisi ujung atas runner berjarak 108mm dari bibir atas basin konis sehingga gap/clearance antara ujung bawah runner dengan dinding basin 5mm. Pengujian dilakukan pada lima sampai tujuh variasi beban/torsi dan enam variasi debit air. Parameter keluaran seperti torsi, kecepatan putaran, daya keluaran, dan efisiensi sistem turbin vortex. Debit aliran air diukur dengan flow-meter. Pada poros turbin dilengkapi dengan pulley untuk mengukur torsi yang dibangkitkan melalui alat ukur neraca pegas. Putaran poros diukur dengan tachometer. Hasil perkalian antara gaya dan lengan pulley merupakan torsi yang terjadi. Selanjutnya torsi dikalikan dengan putaran sudutnya didapat daya luaran turbin. Sedangkan daya air penggerak turbin merupakan hasil perkalian antara debit air dan head air di bak kanal. Akhirnya, efisiensi sistem turbin vortex merupakan perbandingan antara daya luaran turbin dan daya air penggerakannya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan pada variasi debit aliran air dengan mengatur jumlah pompa dari lima pompa yang dioperasikan serta mengatur katup by-pass pada pipa outlet salah satu pompa. Disamping itu, pengujian dilakukan pada variasi beban/torsi pada poros runner turbin.



GAMBAR 4. PERFORMANSI TURBIN VORTEX TIPE SILINDER PADA VARIASI BEBAN ATAU TORSI

Berdasarkan hasil pengujian unjuk kerja turbin didapatkan data dan selanjutnya, dilakukan proses pengolahan data untuk mendapatkan unjuk kerja turbin vortex tersebut. Berdasarkan data dan hasil pengolahan data pengujian

performansi turbin vortex tipe silinder yang dipasang di dalam basin berbentuk konis dapat ditampilkan seperti pada Gambar 4. Semakin besar beban/torsi yang diberikan putaran turbin menurun dan sebaliknya.

Selanjutnya dilakukan analisis terkait unjuk kerja turbin vortex dengan runner tipe silindris pada kondisi efisiensi maksimumnya, seperti ditampilkan pada Tabel 1 dan Gambar 5, dan unjuk kerja maksimumnya seperti pada Tabel 2 dan Gambar 6. Gambar 5 menunjukkan bahwa semakin besar laju aliran air penggerak turbin menghasilkan daya dan torsi turbin semakin tinggi. Namun, dari Gambar 6 terlihat bahwa efisiensi tertinggi dicapai pada laju aliran air sekitar 9 liter/detik.

TABEL 1. UNJUK KERJA TURBIN VORTEX DENGAN RUNNER SILINDRIS PADA EFISIENSI MAKSIMUMNYA

Debit (lt/dt)	Putaran (rpm)	Daya air (watt)	Torsi (N.m)	Daya turbin (watt)	Efisiensi (%)
4.673	99.30	42.25	0.265	2.753	6.52
5.834	121.90	54.35	0.636	8.111	14.92
6.637	94.40	63.00	1.148	11.341	18.00
7.753	126.00	75.41	1.218	16.068	21.31
8.989	113.20	89.61	1.625	19.248	21.48
10.343	104.70	105.68	1.925	21.092	19.96

TABEL 2. UNJUK KERJA MAKSIMUM TURBIN VORTEX DENGAN RUNNER SILINDRIS

Debit (lt/dt)	Putaran Max. (rpm)	Torsi Max. (N.m)	Daya Turbin Max (Watt)	Efisiensi Max. (%)
4.673	151.00	0.41	2.753	6.52
5.834	159.00	0.71	8.111	14.92
6.637	159.70	1.20	11.341	18.00
7.753	164.30	1.52	16.068	21.31
8.989	166.80	1.87	19.248	21.48
10.343	165.40	2.15	21.092	19.96

IV. KESIMPULAN

Pengujian unjuk kerja runner silindris turbin vortex dengan sudu lengkung pada model uji turbin vortex yang mempunyai spesifikasi antara lain: kanal berukuran 200x200 mm dengan notch-angle 11 derajat; basin berbentuk konis berdiameter inlet 400 mm, diameter outlet 75 mm dengan sudut konis 23 derajat; runner dengan sudu lengkung berdiameter luar 250 mm dan diameter dalam 42 mm. Semakin besar beban/torsi yang diberikan putaran turbin menurun dan sebaliknya. Semakin besar laju aliran air penggerak turbin menghasilkan daya dan torsi turbin semakin tinggi. Namun, efisiensi tertinggi dicapai pada laju aliran air sekitar 9 liter/detik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Udayana atas dukungan pendanaan yang diberikan melalui Hibah PNPB Universitas Udayana Tahun 2024 dengan skim Penelitian Unggulan Udayana.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Suarda. 2009. Kajian Teknis dan Ekonomis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro-Hidro di Bali. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CakraM*, Vol. 3, No.2, pp. 184 - 193.
- [2] M. Suarda. 2008. Kajian Potensi Sumber Energi Terbarukan Di Bali. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin VII*, November 2008, pp. I30,1-8.
- [3] A. Kumar *et al.* 2011. *Hydropower*. In IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Cambridge University Press, Cambridge.
- [4] D. Egge & J.C. Milewski. 2002. The diversity of hydropower projects. *Energy Policy*, vol. 30 (2002), pp. 1225–1230.

- [5] T. Khan *et al.* 2021. Design and Development of a Vortex Turbine for the Hilly Regions of Bangladesh. *Advances in Engineering Research*, vol. 207, pp. 290-297.
- [6] P. Sriitram & R. Suntivarakorn. 2017. Comparative Study of Small Hydropower Turbine Efficiency at Low Head Water. *Energy Procedia*, vol. 138 (2017), pp. 646–650.
- [7] A.B. Timilsina, S. Mulligan & T.R. Bajracharya. 2018. Water vortex hydropower technology: a state-of-the-art review of developmental trends. *Clean Technologies and Environmental Policy*, vol. 20, pp. 1737–1760. <https://doi.org/10.1007/s10098-018-1589-0>.
- [8] T.R.Bajracharya, R.M. Ghimire & A.B. Timilsina. 2018. Design and Performance Analysis of Water Vortex Powerplant in Context of Nepal. *20th International Seminar on Hydropower Plants*, 14-16 November 2018, Vienna, Austria, pp. 1-20.
- [9] R. Dhakal *et al.* 2017. Computational and Experimental Investigation of Runner for Gravitational Water Vortex Power Plant. *6th International Conference on Renewable Energy Research and Applications*, Sandiego, 5-8 November 2017, pp. 365-373.
- [10] O.O. Micheal *et al.* 2019. *Design and Fabrications of A Gravitational Vortex Hydraulic Turbine*. Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering University of Benin, Benin-City, pp. 1-70.
- [11] Dahal, *et al.* 2019. Performance Analysis of Booster based Gravitational Water Vortex Power Plant. *Journal of the Institute of Engineering*, vol.15, No.3, 90-96.
- [12] S. Dhakal *et al.* 2015. Comparison of cylindrical and conical basins with optimum position of runner: Gravitational water vortex power plant. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 48 (2015), pp. 662–669.
- [13] T.C. Kueh *et al.* 2017. Experimental study to the influences of rotational speed and blade shape on water vortex turbine performance. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series*, vol. 822 (2017), pp. 1-7.
- [14] D.S. Edirisinghe, *et al.* 2023. Numerical and experimental investigation on water vortex power plant to recover the energy from industrial wastewater. *Renewable Energy*, vol. 204, March 2023, pp. 617-634.
- [15] Kouris, P.S. 2000. *Hydraulic Turbine Assembly*. US Patent, Number: 6,114,773.
- [16] Domfeh, M.K., *et al.* 2020. Numerical simulation of an air-core vortex at a hydraulic intake using OpenFOAM. *Elsevier: Scientific African*, vol. 8, pp. 2468-2276.
- [17] E. Quaranta *et al.* 2022. The Very Low Head Turbine for hydropower generation in existing hydraulic infrastructures: State of the art and future challenges. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, vol. 51 (2022), pp. 1-13.
- [18] Herbhakti, F.A. 2020. *Perancangan dan Eksperimen Model Turbin Gravitasi Vortex Skala Laboratorium* (Tesis). Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [19] A. Sedai *et al.* 2020. Performance analysis of Gravitational water vortex power plant using scale-down model. *Proceedings of Current Research in Hydropower Technologies, CRHT X*, pp. 1-10.
- [20] Edirisinghe, D.S., *et al.* 2023. Numerical and experimental investigation on water vortex power plant to recover the energy from industrial wastewater. *Renewable Energy*, Vol. 204, pp. 617-634. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.01.007>
- [21] S. Mulligan, J. Casserly & R. Sherlock. 2016. Effects of Geometry on Strong Free-Surface Vortices in Subcritical Approach Flows. *Journal of Hydraulic Engineering*, vol. 04016051, pp. 1-12.
- [22] Warjito *et al.* 2020. The effect of basin geometry on gravitational vortex hydropower. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, vol. 788, pp. 1-10. doi:10.1088/1757-899X/788/1/012081
- [23] A.S. Saleem *et al.* 2018. Experimental Investigation of Various Blade Configurations of Gravitational Water Vortex Turbine (GWVT). *Proc. of the 4th International Conference on Power Generation Systems and Renewable Energy Technologies (PGSRET)*, 10-12 September 2018, Islamabad, Pakistan, pp. 1-5.
- [24] Power *et al.* 2016. A Parametric Experimental Investigation of the Operating Conditions of Gravitational Vortex Hydropower (GVHP). *Journal of Clean Energy Technologies*, Vol. 4, No. 2, pp. 112-119.
- [25] R. Ghani *et al.* 2019. Experimental investigation of a water vortex power plant – performance and degree of efficiency. <https://www.researchgate.net/publication/333516760>, pp. 1-5.

Rekognisi Bahasa pada Penerjemah Bahasa Inggris dan Indonesia

¹I Komang Sumaryana Putra

¹ Program Studi Sastra Inggris, Fakultas Ilmu Budaya, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
sumaryana_putra@unud.ac.id

²I Made Sena Darmasetyawan

² Program Studi Sastra Inggris, Fakultas Ilmu Budaya, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
sena_darmasetyawan@unud.ac.id

Abstract—Penelitian ini menelusuri tahapan awal dari pemerolehan bahasa, yaitu rekognisi bahasa dari penerjemah bahasa Inggris dan Indonesia. Penelitian ini berangkat dari asumsi bahwa setiap penutur dwibahasa mampu/memiliki kemampuan untuk melakukan terjemahan, namun proses yang dilalui serta produk yang dihasilkan oleh setiap penerjemah tentunya berbeda-beda. Dengan melakukan eksperimen bahasa terhadap penerjemah, tingkat rekognisi bahasa pada penerjemah bahasa Inggris dan Indonesia beserta faktor-faktor yang mempengaruhi tingkatan tersebut dapat diketahui. Penelitian ini merumuskan dua permasalahan, yaitu (1) bagaimanakah tingkat rekognisi bahasa yang diperlukan seorang penerjemah bahasa Inggris dan Indonesia? dan (2) faktor-faktor apa sajakah yang mempengaruhi tingkat rekognisi bahasa seorang penerjemah bahasa Inggris dan Indonesia? Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif melalui eksperimen bahasa yang dilakukan pada dosen prodi Sastra Inggris, Fakultas Ilmu Budaya melalui 10 fase uji coba untuk masing-masing bahasa. Hasil yang diperoleh melalui eksperimen ini selanjutnya diolah secara kuantitatif berdasarkan variabel-variabel penentu dalam proses rekognisi bahasa dan terjemahan pada umumnya. Secara umum, tingkat rekognisi bahasa penerjemah bahasa Indonesia – Inggris sangat terfokus pada rekognisi visual melalui representasi fonologi dan konseptualnya. Selain itu, beberapa faktor seperti jenis kelamin dan umur dapat mempengaruhi tingkat rekognisi tersebut.

Kata Kunci— rekognisi bahasa, penerjemah, eksperimen bahasa.

I. PENDAHULUAN

Salah satu konsentrasi penerapan pada Kedwibahasaan yang mengedepankan kompetensi dan pemahaman bahasa adalah penerjemahan. Seorang penutur dwibahasa yang memiliki kemampuan linguistik pada lebih dari satu bahasa, kerap kali berasumsi bahwa dirinya mampu melakukan penerjemahan. Pada era globalisasi ini, kemudahan layanan untuk penerjemahan yang dapat ditemukan di dunia maya pun semakin mendorong asumsi bahwa penerjemahan dapat dilakukan dengan mudah oleh penutur dwibahasa manapun. Di lain sisi, secepat apapun terjemahan yang dapat dilakukan sebuah mesin, proses penerjemahan tidak akan dapat dipisahkan dari faktor kesepadanan dalam konteks yang membutuhkan pertimbangan dari seorang penerjemah, yang mana tingkat keterbacaan bahasa sasaran adalah salah satu kriteria paling penting dalam suatu produk terjemahan. Seperti yang pernah disebutkan oleh Gricean (dalam Schiffrin, 1994), dalam suatu karya penerjemahan, tingkat pemahaman yang tinggi terhadap dua bahasa (atau lebih) sangatlah dibutuhkan untuk dapat menginterpretasi eksploitasi arti dalam setiap bagian teks sebelum proses penerjemahan itu dimulai. Melalui pendekatan Psikolinguistik, tahapan-tahapan yang diperlukan sebelum melakukan penerjemahan menunjukkan bahwa seorang penerjemah harus memiliki kompetensi yang mumpuni dalam rekognisi bentuk-bentuk linguistik yang dihadapi. Rekognisi bahasa ini meliputi kompetensi linguistik yang mempengaruhi keahlian menerjemahkan seorang penutur dwibahasa terhadap sebuah teks. Perbedaan yang paling terlihat apabila dibandingkan dengan pemahaman bahasa, adalah kompetensi linguistik

berkisar pada pengetahuan terhadap suatu bahasa yang ada pada otak (atau pikiran) dengan mengesampingkan konotasi evaluasinya (Fernandez dan Cairns, 2011: 15). Faktor ini hanya dapat dipertimbangkan setelah menganalisa beberapa dampak dalam bentuk ortografi – yang diperoleh melalui rekognisi visual.

Salah satu contoh dapat dilihat pada penerjemahan teks spesifik yang bertopik hukum atau budaya, dimana teks-teks ini tidak hanya memerlukan pemahaman terhadap beberapa istilah khusus, tapi lebih pada rekognisi keseluruhan (kesinambungan) teks tersebut – dalam hal ini, pemahaman leksikon mental diakses cukup banyak sebelum melihat pada kesinambungan arti dan kesepadanan. Seperti contoh teks dibawah ini

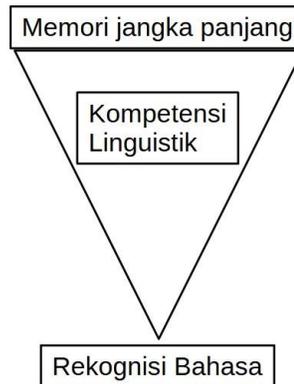
In the event that the Second Party fails to comply the obligation within a month to the First Party, the Second Party is willing to be processed in a legal action of civil or criminal in accordance with the applicable laws of...

Pada bagian teks ini, penerjemah akan terlebih dahulu rekognisi faktor ortografi yang ada melalui huruf besar yang digunakan pada istilah *First Party* dan *Second Party* sebelum berusaha memahami istilah itu sendiri. Atensi yang cukup pada teks terkadang dapat memberikan justifikasi yang lebih kuat untuk menuju kesimpulan, sehingga dapat lebih mudah diketahui apakah pemahamannya telah diperluas, diubah, atau bahkan disesatkan (Fairclough, 1995:188). Maka dari itu, proses penerjemahan juga membutuhkan kecepatan rekognisi yang tinggi dan pendekatan yang sesuai terhadap suatu teks.

Terdapat dua cara untuk menerapkan rekognisi kata, yaitu melalui observasi secara langsung terhadap susunan penampakan visualnya dan menganalisanya, atau melihat kembali pada latar belakang pengetahuan penggunaan bahasanya dan menarik kesimpulan melalui kesinambungan arti pada bentuk leksikal tersebut. Latar belakang pengetahuan ini kerap kali saling berkaitan; sehingga menghidupkan ingatan terhadap bagaimana bahasanya digunakan – hal ini sangat benar adanya pada penerjemah-penerjemah yang telah melalui proses penerjemahan. Namun saat seorang penerjemah berhadapan dengan teks sumber, sistem penulisan yang dia lihat juga menunjukkan susunan penampakan yang sering tidak mengindahkan masalah-masalah yang dihadapi seorang penerjemah saat berusaha memahami bentuk visual (contohnya, penggunaan tanda baca pada model teks tertentu). Bentuk-bentuk kata yang diingat adalah bentuk yang secara langsung serupa dengan bentuk perseptualnya dan dapat dipersepsikan memiliki karakteristik subsegmental dan substansi fitur-fitur (Garman, 1990: 208-2015). Persepsi bentuk visual ini sesuai dengan bagaimana seorang penerjemah memahami sesuai sebelum mengingat ujarannya (Croft dan Cruse, 2004:100). Konsep ini menyiratkan bahwa rekognisi bahasa pada ujaran saja tidaklah cukup untuk digunakan oleh seorang penerjemah pada rekognisi suatu teks.

Pada dasarnya, rekognisi bahasa dapat dibedakan menjadi dua apabila dilihat dari medium bahasa yang sedang direkognisi, yaitu rekognisi bahasa audio dan rekognisi bahasa visual. Namun dalam hal ini, menurut sudut pandang psikolinguistik, audio dan visual yang tersedia pada teks, secara kognitif akan mendapatkan representasi bentuknya (visual) dan diucapkan ujarannya (audio) dalam pikiran seorang penutur. Maka dari itu, (1) suatu tingkatan pada rekognisi diperlukan sebelum memasuki tahapan penerjemahan, dan (2) faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi tingkatan ini. Dari analisa terhadap kedua hal inilah seorang penutur dwibahasa dapat menerapkan proses penerjemahan; semakin rendah kompetensi linguistik yang dimiliki, maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk memahami bahasa sumber – tanpa menggunakan metode bolak-balik dari teks sumber ke teks sasaran, draf awal, atau proses penyempurnaan (Larson, 1998: 519). Lebih jauhnya, perbedaan pada tingkat rekognisi bahasa seorang penerjemah juga dapat menyiratkan bahwa kompetensi linguistik dapat dipengaruhi oleh faktor lainnya, sehingga membutuhkan instrumen-instrumen lain untuk menganalisa tingkatannya.

Dalam mengukur tingkat rekognisi bahasa, kompetensi bahasa tidak dapat dipisahkan dari memori (ingatan), khususnya memori jangka panjang yang bersumber dari latar belakang pengetahuan. Memori jangka panjang dibagi menjadi dua bidang, yaitu memori deklaratif dan non-deklaratif, dimana memori deklaratif (or memori prosedural) menampung pengetahuan yang implisit dan dapat diakses secara sadar; sedangkan memori non-deklaratif dapat diingat kembali tanpa memerlukan kesadaran dari seorang penutur dwibahasa (Grosjean dan Li, 2013: 171). Hubungan antara rekognisi bahasa, kompetensi linguistik, dan memori jangka panjang dapat dilihat sebagai berikut



GAMBAR 1. HUBUNGAN ANTARA REKOGNISI BAHASA, KOMPETENSI LINGUISTIK, DAN MEMORI JANGKA PANJANG

Dalam gambar tersebut, kompetensi linguistik yang merupakan bagian dari memori jangka panjang dapat menentukan tingkat rekognisi bahasa. Selain dari kondisi mental dan situasi lingkungan proses penerjemahannya, kemampuan aktivasi pada bagian memori inilah yang membantu penerjemah dalam proses penerjemahannya.

Melalui hubungan diatas, terlihat bahwa rekognisi bahasa tidak dapat dipisahkan dari faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi proses penerjemahan, yakni kecepatan pemahaman dan konteks (ruang lingkup tema) teks. Penerjemahan pada teks bidang hukum untuk penerjemah yang cukup sering membaca teks sosial akan lebih cepat dapat dikerjakan dibandingkan dengan teks bidang sains.

Pada umumnya, proses awal dari pemerolehan bahasa harus dapat diklasifikasikan dengan baik; perlu adanya batasan yang membedakan rekognisi bahasa dengan identifikasi bahasa. Sultan dkk (2022) melihat hal ini pada bahasa isyarat dengan menyebutkan identifikasi bahasa lebih pada mengenali dan mengetahui bahasa tersebut, sedangkan rekognisi bahasa telah berangkat menuju pada proses representasi (atau terjemahan) dari bahasa tersebut ke bahasa yang lebih diketahui.

Penelitian rekognisi bahasa yang kerap kali muncul pada bahasa isyarat menyiratkan bahwa rekognisi bahasa merupakan tahapan awal dari keseluruhan proses pemerolehan bahasa. Salah satu penelitian yang dilakukan oleh Indra dkk (2019) melihat rekognisi bahasa pada bahasa isyarat dari dua hal, yaitu penglihatan dan pergerakan tangan. Namun secara terperinci, proses rekognisi bahasa melalui beberapa tahapan, yaitu input yang didapat disaring secara visual terlebih dahulu dari segi kontras dan aspek-aspek digital lainnya, segmentasi bahasanya, deteksi batasannya, ekstraksi fitur-fitur bahasanya, baru selanjutnya membuat korelasi (dari input tersebut) dengan gambaran yang ada pada memori. Tahapan-tahapan ini memberikan gagasan bahwa model eksperimen yang sebaiknya dilakukan dapat mempertimbangkan stimulasi teks yang cukup spesifik pada satu bidang dan memastikan minimnya gangguan visual yang dapat ditimbulkan oleh model penulisan atau warna.

Tahapan yang sama juga dilakukan pada penelitian John dkk (2021) sebagai pedoman dalam merancang sistem rekognisi gerakan yang digunakan pada bahasa isyarat. Lebih rincinya sistem rekognisi yang dipakai juga menitik beratkan pada perbedaan latar dan warna yang terjadi pada tahapan awal dari proses digital (visual) yang dilakukan. Dalam penelitian ini juga disebutkan pentingnya menggunakan proses pembelajaran (training) terlebih dahulu untuk memastikan kecilnya estimasi kesalahan teknis dari hasil yang didapat.

Salah satu penelitian yang kerap kali ditemukan pada bidang terjemahan adalah penelitian yang melihat unsur linguistik dari produk bahasa tersebut. Seperti contoh, penelitian yang dilakukan oleh Umam (2017) meninjau bagaimana terjemahan yang umumnya memiliki isu pada padanan arti, dan mengangkat topik tersebut melalui kesepadanan terjemahan untuk kala (tenses) lampau dan kini. Melalui 510 kalimat yang diambil dari novel, dua hal yang ditemukan adalah adanya penyesuaian (perubahan) terhadap hasil terjemahan untuk mengikuti kebutuhan konteks penggunaan bahasa pada bahasa sasaran, dan bagaimana hasil terjemahan tersebut dapat digolongkan

berterima bagi pembaca. Penelitian terjemahan yang cukup sering dilakukan seperti inilah yang menciptakan dikotomi bahwa terjemahan selalu mengarah pada arti dan produk. Terdapat beberapa hal yang dapat ditinjau lebih jauh apabila penelitian ini mengarahkan perhatiannya pada proses penerjemahan, seperti berapa kali proses bolak-balik terjemahan yang dilakukan oleh penerjemah, seberapa jauh pemahaman penerjemah terhadap tema dari novel yang diterjemahkan tersebut, dan berapa banyak atau seberapa jauh koreksi (proofread) dari beberapa pihak lain untuk hasil terjemahan tersebut.

Penelitian serupa juga dilakukan oleh Hartono (2016) yang melihat terjemahan dari unsur kesilapan (kesalahan) yang dilakukan oleh mahasiswa dalam menerjemahkan, yaitu pada isi pesan dan pada bentuk bahasanya. Dari 136 orang mahasiswa yang menempuh studi terjemahan, sebanyak 20% (27) mahasiswa digunakan sebagai sampel dalam metode deskriptif pada ujian tengah semester yang mereka lakukan. Menariknya, melalui justifikasi ujian tengah semester ini, penulis secara eksplisit menyebutkan bahwa metode deskriptif ini dilakukan tanpa adanya kontrol sebagaimana layaknya penelitian eksperimental yang penelitian rekognisi bahasa ini coba lakukan (dengan asumsi bahwa suasana ujian sudah cukup sebagai kontrol). Salah satu hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah tingginya kesalahan dalam bentuk bahasa apabila dibandingkan dengan isi pesannya. Melalui hasil ini, dalam proses penerjemahan yang dilakukan oleh mahasiswa-mahasiswa, rekognisi terhadap bentuk bahasa menjadi jauh lebih penting karena tingkat kompetensi bahasa yang sudah cukup mumpuni – sehingga kesepadanan arti tidak lagi menjadi masalah yang terlalu berdampak.

Dalam ruang lingkup proses penerjemahan, bantuan media tentu dapat sangat membantu seorang penerjemah. Hal ini dapat dilihat dari penelitian Maulida (2017) yang mencoba melihat bagaimana persepsi pengguna salah satu media bantu terjemahan yang paling banyak digunakan, yaitu Google translate. Melalui metode angket dan wawancara, penelitian ini menemukan bahwa persepsi pengguna (dalam hal ini, mahasiswa) terhadap media ini tergolong positif – dengan beberapa faktor seperti kecepatan dan bobot (teknis instalasi aplikasi) yang cukup ringan untuk digunakan. Meski begitu, salah satu hal yang cukup menarik dari hasil penelitian ini adalah bagaimana pengguna tetap mengakui bahwa walaupun dengan keunggulan kecepatan tersebut, masih perlu adanya upaya untuk mencocokkan konteks agar hasil terjemahan dapat digolongkan optimal secara akurasi kesepadanan arti. Pandangan terhadap ruang lingkup penerjemah dan hasil (produk) terjemahan juga harus dapat dibedakan, mengingat konteks yang digunakan bukanlah pada penggunaan sosial media – hampir semua pengguna dalam sosial media juga berperan sebagai jembatan antar budaya dan bahasa pengguna lainnya (Kotze, 2024).

Penelitian lainnya pada proses penerjemahan menggunakan mesin (contohnya, Google translate); salah satu kembangan lanjutannya, adalah implementasi terjemahan pada pesan singkat (Chandra dkk, 2023) yang memanfaatkan kemampuan kecerdasan buatan (AI), karena penggunaan penerjemah secara langsung (contohnya, LiveTL, salah satu ekstensi Google chrome), tetap memiliki beberapa kelemahan seperti kecenderungannya untuk menerjemahkan konten (generalisasi) daripada masing-masing input untuk diterjemahkan, dan kemampuan bahasa dari penerjemah tersebut dalam hal laju dan tempo dari hasil terjemahan. Namun di lain sisi, kelemahan ini pula yang menjadi keunggulan dari penggunaan seorang penerjemah, karena konteks yang dapat dijelaskan lebih banyak membantu secara umum pengguna hasil terjemahannya. Selain itu, salah satu hal teknis dalam proses terjemahannya, yaitu perlunya konfirmasi untuk memulai proses terjemahan setelah input tersedia, merupakan hal yang tidak mungkin terjadi pada penerjemahan yang dilakukan oleh seorang penerjemah. Maka dari itu, melalui penelitian ini, selain konteks yang tentu saja dapat dipahami secara langsung oleh seorang penerjemah, laju dan tempo (dalam hal waktu) merupakan variabel yang sangat relevan untuk diukur sebagai refleksi dari kemampuan terjemahannya.

Berdasarkan pemaparan tersebut di atas maka dapat diformulasikan permasalahan terkait penelitian ini sebagai berikut (1) Bagaimana tingkat rekognisi bahasa yang diperlukan seorang penerjemah bahasa Inggris dan Indonesia, dan (2) Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi tingkat rekognisi bahasa seorang penerjemah bahasa Inggris dan Indonesia.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat rekognisi bahasa yang diperlukan oleh penutur dwibahasa sebelum melakukan penerjemahan. Tingkat rekognisi bahasa ini selanjutnya dikorelasikan dengan faktor-faktor lain yang timbul dari eksperimen tingkat rekognisi bahasa pada penutur dwibahasa. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan kontribusi berupa materi pembuktian tingkat rekognisi bahasa pada dwibahasa untuk dipakai referensi pembelajaran mata kuliah Psikolinguistik dan Terjemahan (apabila dipandang perlu) di Program Studi Sastra Inggris. Referensi hasil eksperimen ini dapat sangat membantu mahasiswa dalam memahami teori-teori terkait dengan melihat contoh nyata dari aplikasinya.

II. METODE DAN PROSEDUR

Perancangan model penelitian ini dilakukan dengan mengukur keperluan jumlah peserta terlebih dahulu untuk dapat memberikan hasil yang cukup (power analysis) dalam melihat korelasi antara pengambilan keputusan dan rentang waktu yang dibutuhkan. Penelitian dilakukan pada dosen-dosen Program Studi Sastra Inggris, Universitas Udayana, yang memiliki latar belakang keilmuan konsentrasi Penerjemahan sebagai sumber pencarian penutur (dewasa) dwibahasa antara bahasa Indonesia dan bahasa Inggris dengan bidang sosial humaniora. Dari 40 dosen aktif pada Program Studi Sastra Inggris, sebanyak 12 (termasuk peneliti) memiliki latar belakang pendidikan magister linguistik terjemahan. Eksperimen ini dilakukan pada 11 peserta dari jumlah populasi 12 ($n = 12$) dan menghasilkan 7.50% margin error dengan tingkat confidence 90%. Eksperimen dilakukan menggunakan perangkat lunak Gorilla (<https://gorilla.sc/>) dengan menggunakan dua set pertanyaan, masing-masing memiliki 10 fase uji coba. Set pertama merupakan pertanyaan teoritis berkisar pengetahuan terjemahan dan rekognisi bahasa untuk bahasa Indonesia dan Inggris yang dapat diberikan respon dengan slide gradasi 10 nilai. Fokus dari set pertanyaan pertama ini dapat digolongkan pada pertanyaan ke bentuk leksikal, alat pendukung, teknik, dan bentuk visual (ortografi) dari terjemahan tersebut. Secara garis besar, set pertanyaan tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

TABEL 1. SET UJI COBA PERTAMA

No.	Penggolongan	Pertanyaan
1	Bentuk leksikal	Seberapa banyak pengurangan boleh dilakukan pada hasil terjemahan untuk menyesuaikan arti?
2	Bentuk leksikal	Seberapa banyak penambahan boleh dilakukan pada hasil terjemahan untuk menyesuaikan arti?
3	Alat pendukung	Seberapa banyak internet dapat membantu peningkatan kualitas hasil terjemahan?
4	Alat pendukung	Seberapa banyak hasil terjemahan melakukan proses perbaikan untuk meningkatkan kualitas?
5	Teknik terjemahan	Seberapa sering hasil terjemahan melakukan proses perbaikan untuk meningkatkan kualitas?
6	Teknik terjemahan	Seberapa sering sumber dan hasil terjemahan dibaca untuk memastikan kualitas hasil terjemahan?
7	Teknik terjemahan	Seberapa sering istilah tertentu sebaiknya dibiarkan tidak diterjemahkan (hanya dengan catatan)?
8	Bentuk visual (ortografi)	Seberapa besar pengaruh tanda baca pada bahasa sumber untuk kualitas proses penerjemahan?
9	Bentuk visual (ortografi)	Seberapa besar pengaruh huruf kapital pada bahasa sumber untuk kualitas proses penerjemahan?
10	Bentuk visual (ortografi)	Seberapa besar pengaruh keterbacaan (arti) bahasa sumber untuk kualitas proses penerjemahan?

Set kedua menggunakan dua set (A dan B) teks terjemahan pada masing-masing 10 fase uji coba (terdiri dari 5 bahasa Indonesia – Inggris dan 5 bahasa Inggris – Indonesia) terhadap masing-masing penutur dari bahasa Indonesia – Inggris dan sebaliknya yang diacak berdasarkan setnya dan membutuhkan peserta memberikan respon gradasi 10 nilai berdasarkan ketepatannya (ekuivalensi) sebelum dapat melanjutkan ke fase uji coba berikutnya. Model kalimat yang digunakan sebagai produk terjemahan adalah kalimat-kalimat yang apabila dipadankan berdasarkan bahasa Inggris – Indonesia dapat menimbulkan keraguan pada penggunaan referensi dan kata ganti. Seperti contoh: kalimat bahasa Indonesia *Pak Budi berangkat dengan membawa koper dan berkas-berkas lainnya* yang diterjemahkan menjadi bahasa Inggris *Mr. Budi left with a luggage and other files*, sebenarnya dapat memberikan ketimpangan arti apabila diperhatikan kata-kata bendanya, seperti kata *koper* (belum tentu tunggal atau jamak) yang diterjemahkan menjadi *a luggage* (tunggal), namun disertai dengan kata *berkas-berkas lainnya* yang diterjemahkan menjadi *other files* untuk menutupi ketimpangan arti pada kata benda sebelumnya. Walaupun tidak disebutkan dari awal eksperimen, peserta mendapatkan waktu yang terbatas (1 menit) untuk menyelesaikan setiap fase uji coba dengan memilih respon yang disediakan pada laman uji coba yang sama. Berikut adalah set terjemahan tersebut

TABEL 2. SET UJI COBA KEDUA

No.	Set A	Set B
1	Bahasa sumber: Pak Budi berangkat dengan membawa koper dan berkas-berkas lainnya Bahasa sasaran: Mr. Budi left with a luggage and other files	Bahasa sumber: Pak Budi baru saja menyelesaikan kuota pengirimannya hari ini Bahasa sasaran: Mr. Budi has just completed his delivery quota for today
2	Bahasa sumber: Pak Budi membelikan bunga untuk acara keluarga nanti Bahasa sasaran: Mr. Budi bought a flower for the upcoming family event	Bahasa sumber: Pak Budi telah mendapatkan pengalaman menyenangkan berkendara lintas negara Bahasa sasaran: Mr. Budi has gained a fun experiences from riding accross countries
3	Bahasa sumber: Bu Lina melupakan berkas penting yang harus dia bawa Bahasa sasaran: Mrs. Lina forgot to bring the important file	Bahasa sumber: Bu Lina menghubungi beberapa temannya untuk membantunya dalam perjalanan ini Bahasa sasaran: Mrs. Lina contacted some of her friends to assist her in this trip
4	Bahasa sumber: Perdebatan tersebut dinilai kurang memiliki substansi Bahasa sasaran: The debate was deemed substantially lacking	Bahasa sumber: Tempat tersebut terkenal cukup ramai dikunjungi wisatawan Bahasa sasaran: The place is known for getting a lot of tourist visitors
5	Bahasa sumber: Peralatan yang diperlukan harus dapat disediakan oleh panitia Bahasa sasaran: The required tools have to be provided by the committee	Bahasa sumber: Barang-barang yang diperlukan untuk acara besok bisa didapatkan di sini Bahasa sasaran: The things that you need for tomorrow's event can be acquired here
6	Bahasa sumber: Mr. Budi has just completed today's quota of delivery Bahasa sasaran: Pak Budi baru saja menyelesaikan kuota pengirimannya hari ini	Bahasa sumber: Mr. Budi left with a luggage and other files Bahasa sasaran: Pak Budi pergi membawa sebuah koper beserta berkas-berkas lainnya
7	Bahasa sumber: Mr. Budi has experienced the joy of riding accross countries Bahasa sasaran: Pak Budi telah mendapatkan pengalaman menyenangkan berkendara lintas negara	Bahasa sumber: Mr. Budi bought a flower for the upcoming family event Bahasa sasaran: Pak Budi membeli seikat bunga untuk acara keluarga selanjutnya
8	Bahasa sumber: Mrs. Lina contacted some friends to help her in this trip Bahasa sasaran: Bu Lina menghubungi beberapa temannya untuk membantunya dalam perjalanan ini	Bahasa sumber: Mrs. Lina forgot to bring the important file Bahasa sasaran: Bu Lina lupa membawa berkas penting tersebut
9	Bahasa sumber: That place was widely known for getting visits from tourists Bahasa sasaran: Tempat tersebut terkenal cukup ramai dikunjungi wisatawan	Bahasa sumber: The debate was deemed substantially lacking Bahasa sasaran: Debat tersebut dianggap kurang secara substansi
10	Bahasa sumber: The things needed for tomorrow's event can be bought here Bahasa sasaran: Barang-barang yang diperlukan untuk acara besok bisa didapatkan di sini	Bahasa sumber: The required tools have to be provided by the committee Bahasa sasaran: Peralatan yang dibutuhkan sebaiknya disediakan oleh panitia

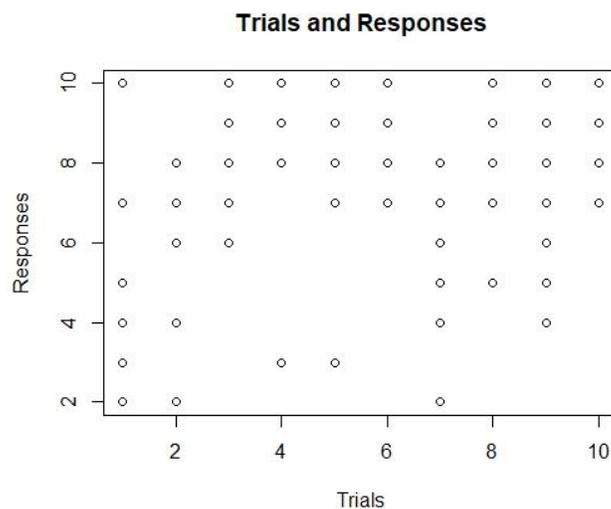
Tahapan pengambilan data dilakukan melalui tatap muka langsung (offline), walaupun peserta dapat melakukannya melalui link eksperimen yang diberikan. Hal ini dilakukan untuk memastikan (mengontrol eksperimen) bahwa peserta melakukannya tanpa adanya bantuan maupun gangguan eksternal selama eksperimen berlangsung. Sebelum melakukan kedua set eksperimen tersebut, peserta akan membaca lembaran informasi dan mengisi lembar persetujuan (consent) secara online juga. Untuk lebih lengkapnya, urutan dan isian eksperimen dapat dilihat pada laman berikut <https://app.gorilla.sc/openmaterials/781943>.

Tahapan analisa data dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif. Perangkat lunak Microsoft Excel dan R digunakan untuk mengukur tingkat ketepatan dan sekaligus melihat adanya korelasi antara rata-rata pengambilan keputusan berdasarkan gradasi nilai dan rentang waktu yang dibutuhkan. Beberapa faktor lain dalam eksperimen ini, seperti misalnya perbedaan jenis kelamin atau perbedaan umur juga dianalisa sebagai kemungkinan-kemungkinan atau celah kesalahan metode sebagai pertimbangan penelitian selanjutnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengetahuan Terjemahan Bahasa Indonesia – Inggris

Beberapa pertanyaan yang diberikan pada set ini diperuntukkan sebagai model pengetahuan terhadap kemampuan terjemahan, dimana hal tersebut telah meliputi bentuk leksikal, alat pendukung, teknik, dan bentuk visual (ortografi) dari terjemahan tersebut. Secara umum, hubungan antara golongan pertanyaan dan respon dari peserta dapat dilihat sebagai berikut:

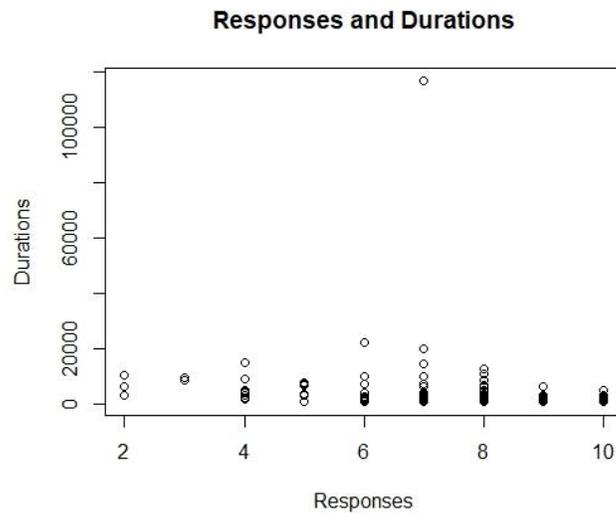


GAMBAR 2. RESPON PERIHAL TINGKAT PENGETAHUAN TERJEMAHAN BAHASA INGGRIS DAN INDONESIA

Pertanyaan dari set pertama diurutkan (tidak diacak) untuk mengetahui secara jelas penggolongan dari pertanyaan yang menunjukkan pengetahuan terhadap terjemahan. Hasil yang didapatkan diatas secara jelas menggambarkan bagaimana tingkat toleransi yang tinggi dapat diterapkan untuk mencapai kesinambungan arti dalam terjemahan bahasa Indonesia – Inggris dari segi alat pendukung, teknik, bentuk visual, namun tidak begitu halnya pada bentuk leksikalnya. Akan tetapi, berdasarkan bentuk pertanyaan yang diberikan pada penggolongan ke 4, dapat dilihat bahwa respon yang tinggi dari seberapa besar pengaruh bentuk visual (ortografi) menyiratkan pentingnya keseluruhan paparan terhadap indra penglihatan pada proses rekognisi bahasa dari seorang penerjemah. Pengaruh dari bentuk leksikal dan bentuk visual ini dapat menunjukkan bahwa rekognisi bahasa dari seorang penerjemah cukup banyak bergantung dari volume dan struktur penulisannya secara gramatikal. Disaat seorang penulis atau pembaca melihat sebuah tulisan saat proses rekognisi, terdapat sebuah proses fonologi yang terjadi dalam leksikon mental penutur tersebut. Dengan kata lain, saat proses rekognisi bahasa, seorang penerjemah akan secara tidak langsung mengucapkan bahasa yang terlihat secara visual di dalam benaknya, tanpa diucapkan. Keberterimaan produk terjemahan saat pengucapan dalam benak penerjemah ini dapat terlihat dari segi idiomatik produk melalui optimalisasi alat pendukung dan teknik terjemahan. Seperti yang disebutkan oleh Warren (2013), akan terdapat perbedaan yang sangat jelas saat seorang penutur diuji dengan yang kata (word) dan yang bukan-kata (non-word). Hal ini juga sesuai dengan yang disebutkan Mcqueen dalam Gaskell (2011), dimana proses rekognisi bahasa akan meliputi paparan terhadap representasi fonologi dan representasi konseptual dari unit bahasa. Selain tingginya perbandingan respon yang didapat untuk pertanyaan yang tergolong ke dalam alat pendukung dan teknik dalam menerjemahkan, salah satu pertanyaan (yang ke 7) dalam teknik terbukti memiliki respon yang sedikit lebih rendah karena dampak catatan yang dapat ditimbulkan bagi bentuknya secara visual. Sebagai referensi untuk pertimbangan rekognisi bahasa, dapat dilihat rata-rata respon yang dihasilkan, dimana tidak ada respon penuh (10) sama sekali

pada uji coba 1, 2, dan 7 yang merupakan kategori bentuk visual. Pada ketiga uji coba ini pula dapat ditemukan respon minimal (1), yang menandakan seberapa besar pengaruh ini terhadap rekognisi bahasa penerjemah.

Bahan pertimbangan lebih lanjut untuk model pertanyaan yang dipakai pada set pertama ini, dapat diperhatikan secara lebih seksama pada hubungan antara respon yang diberikan oleh peserta dengan rentang waktu yang dibutuhkan. Setiap peserta memberikan responnya tanpa adanya ketimpangan dalam gradasi nilai, yang menyiratkan bahwa pemberian respon terhadap uji coba dilakukan secara langsung tanpa adanya pengaruh eksternal maupun gangguan teknis. Hal ini dapat dibuktikan melalui gambar dibawah



GAMBAR 3. PERBANDINGAN RESPON TINGKAT PENGETAHUAN DAN WAKTU YANG DIBUTUHKAN

Garis horizontal menunjukkan respon yang diberikan oleh peserta, sedangkan garis vertikal menunjukkan durasi yang dibutuhkan (dalam milidetik) untuk pemberian respon masing-masing uji cobanya. Tingginya rentang waktu yang dibutuhkan untuk mengisi gradasi nilai di tengah terjadi karena sulitnya menentukan letak pasti dari gradasi nilai tersebut – grafik yang ditunjukkan memang harus lebih tinggi semakin di tengah (menyerupai gunung). Namun saat waktu yang dibutuhkan cukup rendah untuk pilihan di penghujung gradasi nilai, dapat menunjukkan ketepatan model pertanyaan yang diajukan, dimana tidak adanya kecenderungan untuk respon yang lebih berat mengarah pada salah satu pilihan. Maka dari itu, setiap pertanyaan yang mewakili penggolongan tersebut dapat secara obyektif mengukur tingkat pengetahuan terjemahan oleh seorang penerjemah bahasa Indonesia – Inggris.

Selain dari tingginya penilaian ditengah (6 dan 7) yang disebabkan oleh estimasi pemilihan angka untuk akurasi perwakilan respon, apabila diperhatikan secara lebih seksama, terdapat kecenderungan bahwa respon untuk nilai-nilai tinggi membutuhkan durasi waktu yang lebih sedikit secara umum. Hal ini dapat dibuktikan dengan bagaimana respon untuk 9 dan 10 memiliki durasi waktu yang secara umum lebih rendah dibandingkan respon rentangan nilai yang lainnya. Secara prosedural, hal ini juga menegaskan keabsahan respon yang diberikan oleh peserta karena durasi yang dibutuhkan untuk memberikan respon terkait sangat mewakili bagaimana layaknya peserta memberikan respon pada gradasi nilai.

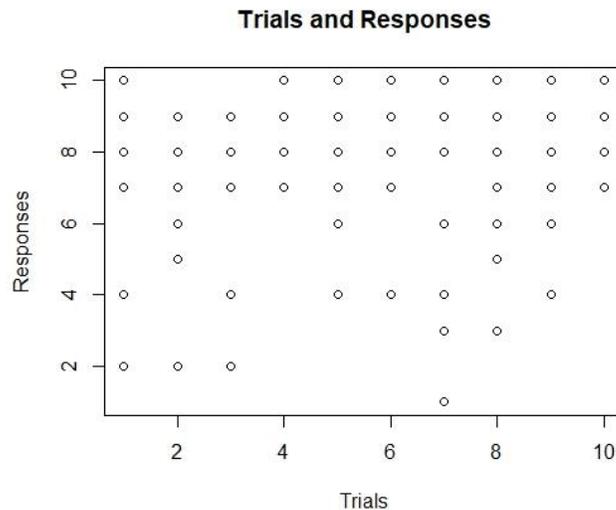
Secara keseluruhan, tingginya respon pada kelompok pertanyaan alat pendukung dan teknik terjemahan menunjukkan pentingnya representasi konseptual pada rekognisi bahasa seorang penerjemah. Selain itu, cukup rendahnya respon dari perubahan bentuk leksikal dan tingginya dampak bentuk visual menunjukkan pentingnya representasi fonologi yang tersirat dari sinyal ortografi melalui paparan visual. Hal ini diikuti oleh akurasi pemberian respon berdasarkan durasi waktu yang dibutuhkan oleh penerjemah – dimana setiap respon dapat dibuktikan terjadi secara wajar.

B. *Tingkat Rekognisi Terjemahan*

Respon yang diberikan terhadap produk-produk terjemahan ini secara garis besar dapat memberikan gambaran terhadap bagaimana struktur kalimat sederhana dan kesepadanan arti (baik dalam segi semantik maupun pragmatik) dalam kedua bahasa akan dapat dipahami oleh penerjemah. Sebagai penekanan, kalimat sederhana digunakan dengan mempertimbangkan bagaimana eksperimen bahasa ini secara fundamental tidak boleh membebani peserta, sehingga dapat menyebabkan ketimpangan (bias) dalam respon. Stimuli produk-produk terjemahan ini sedemikian rupa dibuat agar mengutamakan kesepadanan arti, walaupun dengan banyaknya ketimpangan arti dalam segi penggunaan referensi dan kata ganti.

Terdapat beberapa tahapan dalam terjemahan yang secara garis besar mengutamakan kesepadanan arti sebagai produknya, baik dari segi konteks maupun budaya penulisan bahasanya. Sudut pandang luas inilah yang mengakibatkan besarnya pengaruh tampilan visual dalam rekognisi bahasa. Seperti dalam konstruksi kalimat bahasa sasaran, seorang penerjemah tidak akan lagi melihat bagaimana padanan setiap kata diterjemahkan, melainkan sudah pada tingkatan keterbacaan dan normalisasi penggunaan kalimat tersebut dalam ranah-ranah tertentu berdasarkan tingkat pengetahuan penerjemah tersebut terhadap bahasa sasaran. Peran kecepatan pemberian respon terhadap produk terjemahan menjadi tolak ukur yang relevan untuk tingkatan rekognisi karena semakin cepat identifikasi dan penyesuaian terhadap kesinambungan arti pada kedua bahasa (bahasa sumber dan sasaran) mengisyaratkan bahwa tingkat rekognisi semakin tinggi. Menurut Darmasetiyawan dkk (2024), proses rekognisi bahasa yang dapat dilihat dengan mempertimbangkan kemampuan dan performa linguistiknya, sedikitnya terdapat korelasi 3 variabel pada puncak proses rekognisi tersebut, yaitu motivasi, keberterimaan, dan konteks. Motivasi dan konteks dapat dibahas kembali pada faktor-faktor lain yang mempengaruhi tingkat rekognisi bahasa, namun variabel keberterimaan bisa kita peroleh melalui eksperimen ini.

Berdasarkan respon yang didapatkan pada set pertama, penggunaan gradasi nilai pada set kedua lebih berupa stimuli produk terjemahan dengan menampilkan kedua bahasa (bahasa sumber dan bahasa sasaran – Inggris dan Indonesia, yang diacak). Unsur obyektif yang didapatkan dari respon keberterimaan penerjemah (peserta) ini dapat menunjukkan bagaimana tingkat rekognisi terjemahan yang dibandingkan dengan respon pada set pertama. Sebelum melangkah pada perhitungan tersebut, secara umum, hasil yang didapatkan dari 10 model uji coba produk terjemahan (Indonesia – Inggris) pada set kedua dapat dilihat pada gambar berikut

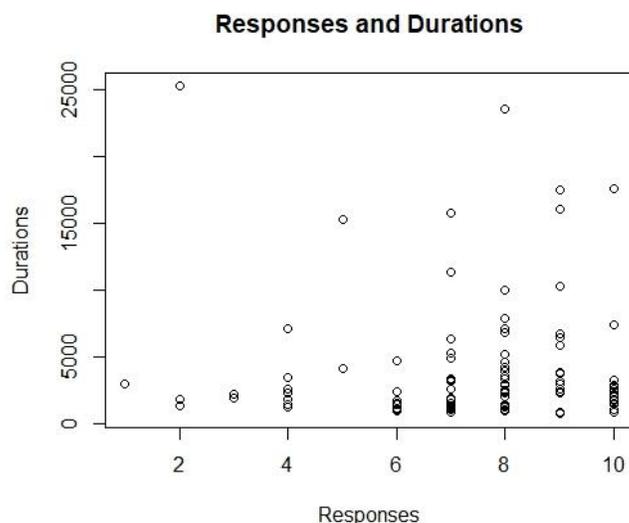


GAMBAR 4. RESPON TINGKAT KEBERTERIMAAN PRODUK TERJEMAHAN BAHASA [INGGRIS DAN INDONESIA]

Dari hasil yang terlihat diatas, terdapat kecenderungan respon yang tinggi terhadap hasil terjemahan bahasa Indonesia – Inggris walaupun dengan adanya bentuk-bentuk yang dapat menimbulkan ketimpangan arti, khususnya melalui penggunaan referensi dan kata ganti. Namun seperti yang terlihat pada hasil respon peserta, apabila bahasa sumber dan bahasa sasaran terlihat secara visual (dan secara fonologi juga) dapat disepadankan, maka kualitas dari

produk terjemahan yang dihasilkan dapat digolongkan baik. Hal ini selaras dengan hasil penelitian Pellikka dkk (2015) perihal pengaruh konteks terhadap keberadaan bahasa pertama (L1) dan bahasa kedua (L2). Mereka menemukan bahwa bahasa yang lebih dikuasai dapat ditekan dalam konteks penggunaan bahasa kedua (dengan asumsi bahasa kedua adalah bahasa yang lebih lemah). Dengan kata lain, konteks yang terbangun dari pemaparan terhadap terjemahan berulang kali dapat mempersingkat waktu yang dibutuhkan untuk rekognisi kedua bahasa. Sebagai perbandingan, pada gambar diatas dapat dilihat bahwa tahapan uji coba awal sangat memberikan respon yang beragam dan cenderung rendah (tidak ada skor 10 pada uji coba 2 dan 3), namun seiring uji coba berlanjut, ragam respon yang diberikan peserta semakin serupa dan secara umum cukup tinggi; bahkan pada uji coba 10 hanya respon 7 sampai 10 yang diberikan oleh seluruh peserta.

Dengan melihat faktor durasi yang diperlukan untuk memberikan respon pada set kedua ini, stimuli pada contoh produk terjemahan melalui ketimpangan arti dari segi referensi dan kata ganti, tingkat kesulitan dan kendala dalam proses rekognisi bahasa oleh penerjemah (bukan lagi keabsahan respon) dapat ditelusuri lebih lanjut. Hal ini disebabkan oleh sebaran waktu yang diperlukan terhadap beberapa respon – terlepas dari uji coba mana yang dilakukan. Perhatikan gambar berikut



GAMBAR 5. PERBANDINGAN RESPON KEBERTERIMAAN DAN WAKTU YANG DIBUTUHKAN

Secara garis besar, gambar diatas menunjukkan banyaknya respon yang memerlukan waktu yang cukup singkat pada rentang respon nilai tinggi (dari 6 sampai 10). Banyaknya frekwensi respon di rentangan ini menandakan bahwa produk-produk terjemahan yang ditunjukkan dapat digolongkan berterima (dari Indonesia ke Inggris maupun dari Inggris ke Indonesia). Keberterimaan produk-produk ini dapat menyiratkan bahwa seluruh uji coba yang dilakukan tetap menghasilkan nilai yang tinggi walaupun dengan adanya ketimpangan arti pada referensi dan kata ganti. Pada gambar tersebut pula dapat terlihat bahwa hanya 1 uji coba dari keseluruhan uji coba set kedua pada semua peserta yang memberikan respon nilai paling rendah (nilai 1). Hal berikutnya yang dapat kita lihat adalah bagaimana banyaknya respon nilai tertinggi (nilai 10) memiliki durasi waktu yang sangat serupa (cukup singkat), sehingga selain banyaknya respon tinggi yang diberikan, namun keseluruhannya juga dilakukan tanpa adanya keraguan.

Apabila digabungkan, dari bagaimana pemberian 10 uji coba dan respon keberterimaannya dengan perbandingan terhadap durasi waktu yang dibutuhkan, maka dapat dilihat bahwa semakin banyak paparan terhadap produk terjemahan yang dialami oleh peserta (ditandai dengan meningkatnya respon pada gambar 4) memberikan dampak mudahnya rekognisi bahasa yang diperlukan oleh penerjemah (ditandai dengan rendahnya waktu pada pilihan tinggi pada gambar 5). Pada Apfelbaum dkk (2021), penelitiannya yang menggunakan gambar untuk meningkatkan rekognisi visual, menemukan hasil serupa, bahwa dalam paradigma bentuk visual, proses rekognisi dari faktor fonologi dapat diperoleh secara langsung tanpa adanya pengaruh dari stimuli untuk penamaan. Maka dari itu, penggunaan kata-kata secara langsung dalam kalimat dengan mengutamakan keterbacaan dapat memberikan arti menyeluruh tanpa adanya banyak pengaruh dari bahasa sumber.

C. *Beberapa Faktor Lain pada Tingkat Rekognisi*

Selain faktor durasi waktu yang diukur, setidaknya ada dua hal lagi yang dapat mempengaruhi tingkat rekognisi peserta dalam eksperimen ini, yaitu jenis kelamin dan umur dari peserta. Kedua faktor ini masing-masing dapat menjadi variabel yang menentukan motivasi dan konteks dari seorang penerjemah. Secara umum, dari 11 peserta yang melakukan eksperimen, 3 diantaranya berjenis kelamin laki-laki. Sumber-sumber literatur yang mengungkapkan perbedaan antara laki-laki dan perempuan dapat menjadi kurang relevan disini apabila dilihat dari sudut pandang bagaimana dan dimana (konteks) perbedaan jenis kelamin tersebut dijelaskan, seperti contoh perbedaan antara laki-laki dan perempuan pada tahun 1940 di desa terpencil tentu saja akan jauh berbeda dengan yang terjadi saat ini, tahun 2024, di kota besar. Perbedaan generalisasi yang hanya akan memberikan bias dalam analisa ini dapat ditanggulangi dengan menyertakan variabel lain yang lebih terukur, seperti umur. Dari rentangan umur, seluruh peserta merupakan penerjemah yang rata-rata berumur 38 sampai 50 tahun, dimana rentangan umur ini secara tidak langsung menyiratkan tingginya pengalaman (paparan berulang terhadap produk terjemahan) dan kondisi setiap individu yang secara umum memiliki tanggung jawab tinggi (termasuk kemampuan nalar, logika, dan pendewasaan diri) terhadap orang-orang penting di kehidupannya. Seperti hasil pada penelitian Ramos (2024), terdapat beberapa faktor subyektif dari setiap penerjemah yang tidak dapat digantikan – bahkan dengan kemampuan kecerdasan buatan – seperti kompetensi komunikatif, strategi (perbaikan hasil terjemahan), dan budaya. Pentingnya menetapkan dan menjelaskan konteks dari setiap penerjemah terlebih dahulu, dapat memberikan gambaran yang lebih jelas dalam penelusuran motivasinya. Maka dari itu, jumlah peserta yang mewakili jenis kelamin tertentu pada eksperimen ini tidak lebih penting dari kenyataan bahwa, terdapat variasi jenis kelamin yang cukup untuk memberikan keragaman dari populasi data. Selain itu, rentangan umur dapat memberikan gambaran besar konteks dari penerjemah.

Berdasarkan populasi peserta yang diambil, dapat dilihat bahwa seluruh peserta memiliki latar belakang akademis dan menjalani profesinya sebagai pengajar (dosen) di salah satu perguruan tinggi ternama saat ini di Bali. Informasi ini ditambah dengan deskripsi sebelumnya mengenai konteks dari setiap penerjemah, tingkat motivasi yang dimiliki tentu saja dapat terlihat cukup tinggi – peserta adalah akademisi yang mengerti pentingnya kesungguhan dan kebenaran dalam melakukan penelitian. Selain itu, secara teknis eksperimen, setiap peserta tidak terbebani dengan jumlah uji coba dan kebebasan dalam memberikan respon (tidak menekankan benar atau salah). Apabila dilakukan dengan konteks yang berbeda, seperti contoh, penerjemah yang seluruhnya laki-laki dengan latar non-akademis dan memiliki umur cukup muda (misal, 20 sampai 30 tahun), hasil yang didapatkan akan menjadi bias dan cenderung kurang relevan, karena respon yang diberikan setiap peserta akan lebih berdasarkan pada subyektivitas paparan bahasa mereka. Seperti yang terlihat di hasil penelitian Risku (2024), mahasiswa yang menjalani pelatihan untuk menjadi penerjemah, pada umumnya kurang memiliki pengalaman (lebih banyak membutuhkan waktu) untuk membuat keputusan pada produk terjemahan yang berlatar belakang sosial budaya. Kemampuan ini akan tumbuh seiring dengan partisipasi dan tingkat paparan bahasa seseorang saat menjadi bagian dari komunitas bahasanya masing-masing – ini menyiratkan pentingnya faktor umur dari penerjemah.

Pada dasarnya, tingkatan rekognisi bahasa memang akan banyak bergantung pada paparan visual, seperti pada penelitian Cao dkk (2023) yang dilakukan pada mahasiswa dengan latar belakang terjemahan. Metode pelacakan mata menjadi sebuah pilihan yang dapat digunakan untuk mengukur kemampuan memperbaiki terjemahan dan meningkatkan kesadaran terhadap masalah dalam produk terjemahan.

Secara umum, model eksperimen yang menggabungkan pengetahuan terjemahan dan keberterimaan produk terjemahan dapat memberikan hasil yang cukup jelas untuk melihat tingkat rekognisi bahasa dari penerjemah; yang dalam hal ini adalah bahasa Indonesia dan Inggris. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa faktor-faktor seperti motivasi, keberterimaan, dan konteks dari setiap individu merupakan alat ukur yang akurat untuk tingkat rekognisi bahasa. Semakin tinggi motivasi, semakin tinggi keberterimaan, dan semakin sesuai konteks yang ada, maka semakin tinggi pula tingkat rekognisi bahasa yang dimiliki. Lebih jauhnya, penelitian ini juga menemukan bahwa ketimpangan arti pada referensi dan kata ganti tidak memberikan dampak yang besar terhadap tingkat keberterimaan – diasumsikan karena secara visual, keseluruhan arti masih berterima secara kontekstual.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah (1) tingginya tingkat rekognisi bahasa seorang penerjemah yang tercermin dari keberterimaan produk terjemahan cukup bergantung dari bentuk visual – struktur secara garis besar pada kalimat sederhana, bukan pada pilihan setiap kata yang digunakan, dan (2) adanya beberapa pengaruh dari rentang umur

penerjemah dan jenis kelamin dalam tingkatan rekognisi bahasa. Pentingnya bentuk visual ini dapat dilihat dari tingginya keberterimaan secara menyeluruh pada bentuk kalimat sederhana, dan bagaimana keberterimaan ini meningkat seiring paparan berulang terhadap produk terjemahan.

Beberapa saran untuk penelitian serupa di masa mendatang adalah dilakukannya analisa yang lebih mendalam dengan penggunaan variabel-variabel lain yang lebih berdampak dalam segi bahasa, seperti kemungkinan alih bahasa atau penggunaan kontrol (seperti gambar), pencatatan respon gerak, serta peningkatan populasi data. Selain itu, penggunaan stimuli bentuk bahasa yang berbeda tentu saja dapat memberikan hasil yang berbeda pula, seperti catatan kaki atau istilah-istilah asing – ketimpangan arti dalam referensi dan kata ganti terlihat tidak cukup menjadi stimuli yang mengubah keberterimaan penerjemah.

DAFTAR PUSTAKA

- [2] Apfelbaum, K. S., Klein-Packard, J., & McMurray, B. (2021). The pictures who shall not be named: Empirical support for benefits of preview in the Visual World Paradigm. *Journal of Memory and Language*, 121, 104279. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2021.104279>
- [3] Cao, L., Doherty, S., & Lee, J. F. (2023). The process and product of translation revision: empirical data from student translators using eye tracking and screen recording. *The Interpreter and Translator Trainer*, 17(4), 548–565. <https://doi.org/10.1080/1750399X.2023.2207070>
- [4] Chandra, J., & Qomariyah, N. N. (2023). ChatLinguist: Web-based Youtube Live Stream Automatic Chat Message Translator. *Procedia Computer Science*, 216, 639-649. [10.1016/j.procs.2022.12.179](https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.179)
- [5] Croft, W., & Cruse, D. A. (2004). *Cognitive Linguistics*. Cambridge: Cambridge University Press
- [6] Darmasetyawan, I. M. S., Aryawibawa, I. N., & Mulyawan, I. W. (2024). *Psycholinguistics*. Jawa Barat: Mega Press
- [7] Fairclough, N. (1995). *Critical Discourse Analysis*. London: Longman Group
- [8] Fernandez, E. M., & Cairns, H. S. (2011). *Fundamentals of Psycholinguistics*. UK: Wiley-Blackwell.
- [9] Garman, M. (1990). *Psycholinguistics*. Cambridge: Cambridge University Press
- [10] Gaskell, M. G. (2011). *The Oxford Handbook of Psycholinguistics*. Oxford: Oxford University Press
- [11] Grosjean, F., & Li, P. (2013). *The Psycholinguistics of Bilingualism*. UK: Wiley-Blackwell.
- [12] Indra, D., Purnawansyah, Madenda, S., & Wibowo, E. P. (2019). Indonesian Sign Language Recognition Based on Shape of Hand Gesture. *Procedia Computer Science*, 161, 74-81
- [13] John, A., Krishnan, R. H., & Vinitha, A. M. (2021). Language Recognition System: An Application Based Study with Special Reference to Sociolinguistics and Computational Linguistics. *Language Recognition System: An Application Based Study With Special Reference to Sociolinguistics and Computational Linguistics*, 1–12. <https://doi.org/10.9734/bpi/mono/978-93-91215-67-5>
- [14] Kotze, H. (2024). Concepts of translators and translation in online social media: construal and contestation. *Translation Studies*, 1–25. <https://doi.org/10.1080/14781700.2023.2282581>
- [15] Larson, M. (1998). *Meaning-based Translation: A Guide to Cross-Language Equivalence*. USA: University Press of America
- [16] Pellikka, J., Helenius, P., Mäkelä, J. P., & Lehtonen, M. (2015). Context affects L1 but not L2 during bilingual word recognition: an MEG study. *Brain and language*, 142, 8–17. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2015.01.006>
- [17] Prieto Ramos, F. (2024). Revisiting translator competence in the age of artificial intelligence: the case of legal and institutional translation. *The Interpreter and Translator Trainer*, 18(2), 148–173. <https://doi.org/10.1080/1750399X.2024.2344942>
- [18] Risku, H. (2016). Situated learning in translation research training: academic research as a reflection of practice. *The Interpreter and Translator Trainer*, 10(1), 12–28. <https://doi.org/10.1080/1750399X.2016.1154340>
- [19] Schiffrin, D. (1994). *Approaches to Discourse*. Cambridge: Blackwell Publisher
- [20] Sultan, A., Makram, W., Kayed, M. & Ali, A. (2022). Sign language identification and recognition: A comparative study. *Open Computer Science*, 12(1), 191-210. <https://doi.org/10.1515/comp-2022-0240>
- [21] Umam, A. H. (2017). Penerjemahan Kala Bahasa Inggris ke Bahasa Indonesia. *Cakrawala*, 17(2), 216-225
- [22] Warren, P. (2013). *Introducing Psycholinguistics*. Cambridge: Cambridge University Press

ELEMEN PENYUSUN KEUNIKAN ARSITEKTURAL MARI BEACH CLUB SEBAGAI DAYA TARIK WISATA DI KAWASAN PARIWISATA PANTAI BATU BELIG KABUPATEN BADUNG

Widiastuti

Prodi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Udayana

Indonesia
widiastuti@unud.ac.id

Syamsul Alam Paturusi

Prodi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Udayana

Indonesia
syamsul@unud.ac.id

Abstract— Mari beach club adalah salah satu fasilitas pariwisata yang dibangun pasca pandemi Covid 19 dan segera menjadi daya tarik pariwisata favorit. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi elemen pembentuk keunikan arsitektur bangunan Mari beach club (MBC) sehingga mampu menjadi daya tarik pariwisata, menganalisisnya untuk mendapatkan elemen-elemen penting dalam menciptakan keunikan arsitektur beach club. Metoda penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif. Elemen arsitektural yang membentuk keunikan arsitektural yang dinilai yaitu: gaya bangunan, fasade bangunan, material bangunan, ruang terbuka, dan suasana sekitar. Teknik mengumpulkan data adalah dengan mengobservasi lapangan dan melakukan wawancara dengan 7 orang responden yang ditemui di lapangan dan bersedia diwawancarai. Hasil penelitian ini menunjukkan motivasi responden mengunjungi MBC adalah aktifitas hiburannya, kelengkapan fasilitasnya, dan keunikan bangunannya. Dari fasade bangunan yang paling menarik adalah atap bangunan, kemudian dinding bangunan berkaitan dengan ornamennya, dan pagar. Sedangkan pada bagian luar yang paling menarik adalah kolam renang. Hasil ini digunakan untuk menyusun kriteria dan konsep desain dalam perancangan beach club di Bali sebagai daya tarik wisata baru di Bali.

Kata Kunci— keunikan arsitektural, beach club.

I. PENDAHULUAN

Beach club di Bali bukan hanya tempat untuk menikmati sinar matahari dan suara ombak, tetapi juga merupakan representasi dari keunikan arsitektural yang memadukan alam, budaya, dan inovasi. Melalui desain yang cermat, beach club di Bali berhasil menciptakan pengalaman yang holistik dan tak terlupakan. Dengan mempertahankan elemen-elemen ini, Bali terus menarik perhatian dunia sebagai destinasi yang menawarkan lebih dari sekadar keindahan alam. Salah satu elemen yang dapat menarik kunjungan ke beach club adalah elemen arsitektural.

Pemahaman Arsitektur dieksplorasi melalui tulisan-tulisan arsitek dan para ahli Krier (2001)¹, (Francis DK Ching, 2007)², (Amos Rappoport, 1983)³, (Djauhari Sumintardja, 1981)⁴, J.B. Mangunwijaya (2013)⁵, Statman dan Sagi (1994)⁶, Vitruvius (dalam Rowland, T.N. Howe, 1999)⁷, (Krier,2001)⁸, Muchamad dan Ikaputra (2010)⁹, Salura (2010)¹⁰. Dari tulisan-tulisan tersebut disimpulkan bahwa untuk memahami arsitektur perlu elemen yang dapat dilihat, dinikmati, dan dimaknai oleh pengguna. Tatahan bentuk massa, struktur, material, fasad adalah salah satu elemen dalam arsitektur yang dapat digunakan untuk memahami arsitektur. Fasad sebagai salah satu elemen arsitektur merupakan komponen penting yang tersusun baik dari elemen tunggal yang bersifat fungsional maupun elemen naratif. Komposisi suatu fasad berkaitan dengan penciptaan kesatuan harmonis antara proporsi yang baik, penyusunan struktur vertikal dan horizontal, bahan, warna dan elemen dekoratif. Fasad bangunan dapat menggambarkan keadaanbudaya serta identitas karya arsitektur yang dapat merepresentasikan karakteristik visual serta keunikan gaya arsitekturnya. Adanya kriteria tatahan dan ornamentasi serta dekorasi yang ditampilkan pada fasad bangunan menjadikan fasad sebagai penanda bagi representasi penghuni dan komunitas. Komponen-komponen fasad bangunan yang perlu diperhatikan terdiri dari gerbang dan pintu masuk (*entrance*), zona lantai dasar, jendela, pintu, dinding,

pagar pembatas (*railing*), atap, *signage* dan ornamen fasad. Dalam konteks fungsi sebagai beach club yang merupakan fasilitas hiburan, maka kajian keunikan arsitektural dalam penelitian ini akan difokuskan pada aspek *venustas* (keindahan) dari trilogy Vitruvius. Aspek ini akan dikaji dalam bagian-bagian: **gaya bangunan, fasade bangunan, nuansa sekitar, material bangunan, keberadaan ruang terbuka/taman yg unik**

Penelitian tentang beach club tidak banyak dilakukan, utamanya yang berkaitan dengan fokus arsitektural. Sebagian besar berkaitan dengan ruang dalam ataupun lansekap. Peneliti yang menjadikan beach club sebagai objek antara lain Adeline Hartanto dan Adi Wardoyo¹¹, penelitian kedua oleh A. Agung Ngurah Merchandya Mertha dan Ni Nyoman Rsi Respati (2022)¹². Kedua penelitian memiliki fokus yang berbeda yaitu fokus pada rancangan interior, focus penelitian kedua adalah loyalitas pelanggan. Keduanya memiliki pendekatan yang sangat berbeda akibat perbedaan focus tersebut. Namun tulisan tentang beach club berkaitan dengan arsitektur belum ditemukan. Padahal beach club di Bali bukan hanya tempat berekreasi saja namun juga merupakan bagian dari representasi identitas budaya Bali. Sehingga perlu dilakukan pengendalian dalam pembangunan beach club agar tetap memiliki identitas lokal.

Mari Beach Club (MBC) merupakan salah satu beach club yang dibangun pada tahun 2022 dan langsung masuk pada segmentasi beach club yang cukup ramai dikunjungi. Dengan karakter bangunannya yang khas MBC bisa dijadikan daya tarik pariwisata baru di Bali. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi elemen-elemen arsitektural yang membentuk keunikan arsitektural MBC yang diharapkan bisa digunakan sebagai panduan dalam menyusun kriteria desain arsitektural beach club di Bali.

II. METODE DAN PROSEDUR

Penelitian ini menggunakan metoda kualitatif. Pendekatan yang digunakan adalah studi kasus yang mengeksplorasi mendalam tentang kondisi MBC. Pengamatan dilakukan dengan mengidentifikasi elemen-elemen arsitektural yang digunakan pada bangunan dan ruang luar beach club. Merujuk pada teori yang telah dibahas di pendahuluan, elemen yang diamati adalah: gaya bangunan, fasade bangunan, material bangunan, ruang terbuka dan nuansa sekitar (lihat diagram 1).

Lokasi penelitian adalah Jl. Batu Belig, Kec. Kuta Utara, Bali. Dengan luas lahan 7250 m², lokasi MBC ini sangat strategis karena berada di tengah pusat-pusat kawasan pariwisata yaitu Kuta dan Canggu.



Gambar.1 Lokasi MBC

Pengumpulan data dilakukan dengan teknik survei dan wawancara pada pengunjung yang bersedia diwawancara. Terdapat 7 orang pengunjung yang bersedia diwawancara di lapangan. Untuk elemen penyusun keunikan MBC peneliti mengunjungi dan mengidentifikasi secara langsung MBC. Hasil identifikasi tersebut didokumentasi dan dikelompokkan. Hasil ini kemudian dianalisis secara deskriptif untuk mendapatkan kelompok elemen pembentuk keunikan arsitektural pada MBC.

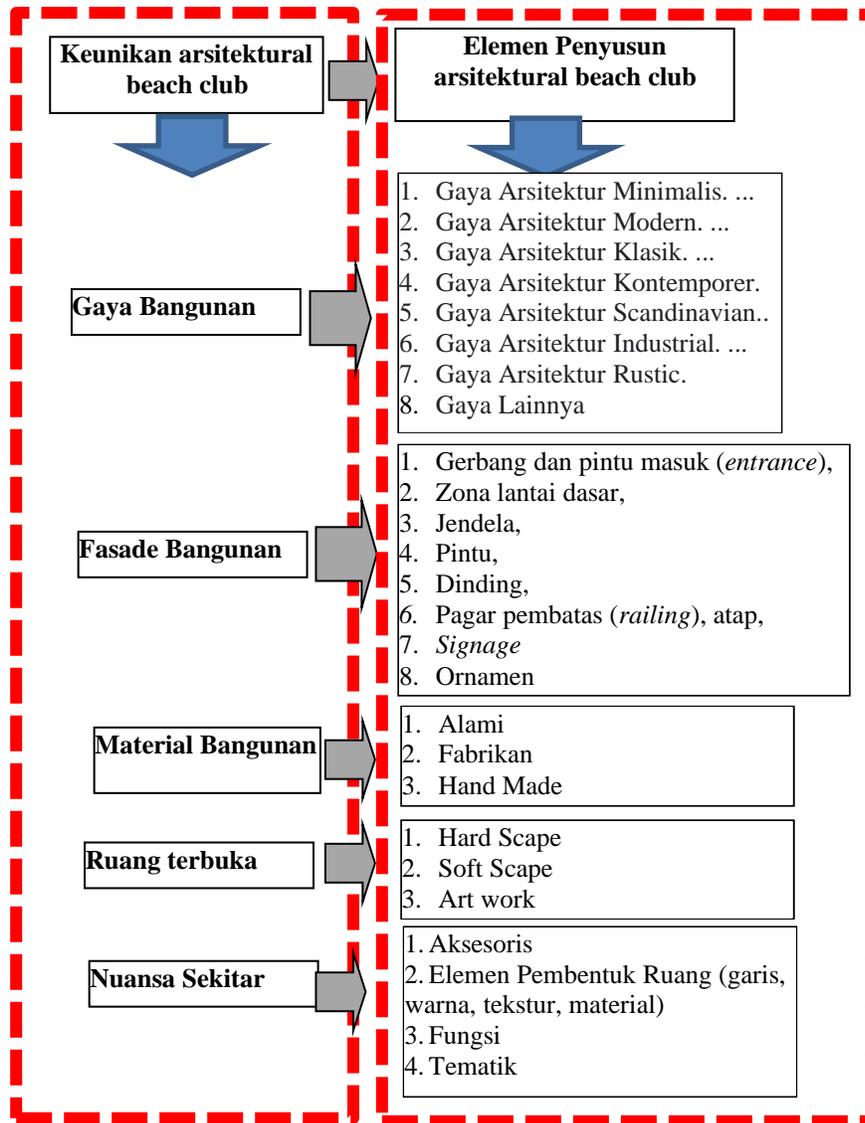


Diagram 1. Konsep Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gaya Bangunan

Gaya yang digunakan pada MBC adalah gaya arsitektur kontemporer yang menggunakan bentuk-bentuk organik. Bentuk organik yang banyak digunakan adalah bentuk-bentuk lengkung baik lingkaran maupun bentuk lengkung lainnya yang menyesuaikan dengan fungsi yang diwadahi. Bentuk lengkung mendominasi pada atap bangunan. Bentuk ini didukung oleh system struktur bambu kontemporer. Kombinasi antara bentuk lengkung dan material bambu menghadirkan tampilan yang natural dan menyatu dengan kondisi alam pantai.



Gambar 2. Gaya Bangunan MBC

B. Fasade Bangunan

Gerbang MBC hanya merupakan batas pagar rendah yang menggunakan elemen natural sebagai penanda. Begitu juga pintu bangunan hanya ditemui untuk ruang yang bersifat privat seperti toilet, ruang pengelola, atau ruang simpan. Selebihnya ruang-ruang terbuka. Keterbukaan ini juga dicerminkan oleh jendela yang sangat minim dan menggunakan material kaca yang dibingkai dengan material natural. Citra natural juga tercermin dari penggunaan material dinding yang dikamprot sehingga memberi kesan seperti dinding polpolan pada bangunan tradisional Bali. Citra natural dan organic pada fasade bangunan MBC sangat kuat pada semua elemen pembentuk fasade.



Gambar 3. Elemen Pembentuk Fasade Bangunan MBC

C. Material Bangunan

Citra natural dan organic juga diperkuat dengan penggunaan material bangunan. Bambu adalah material utama pada MBC. Selain bambu digunakan juga kayu dan alang-alang. Bahan fabrikasi digunakan sebagai cat pewarna dinding namun tetap dengan pilihan warna yang natural serta material penutup lantai. Material hand made banyak digunakan sebagai ornament baik di interior maupun eksterior.



Gambar 3. Jenis material bangunan yang digunakan MBC

D. Ruang luar

Ruang luar utama adalah kolam renang yang dilengkapi dengan tempat pembakaran api unggun, mainan ayunan, tempat duduk bermaterial limestone, lampu-lampu taman, jalan setapak dengan paving block, dan planter box bermaterial limestone. Elemen hardscape tersebut dipadukan dengan elemen soft scape berupa tanaman perdu dan kelapa yang serasi dengan warna bangunan dan suasana pantai. Keduanya dipercantik dengan artwork utamanya yang berkarakter Bali sehingga memberikan identitas Bali yang kuat.



Gambar 4. Elemen pembentuk ruang luar MBC

E. Nuansa sekitar

Nuansa utama sekitar adalah pantai. Maka dikembangkan tematik utama yaitu *sustainable design* dengan pendekatan kearifan lokal. Untuk mendukung tematik tersebut maka penggunaan warna dan material lokal sangat mendukung. Contohnya adalah penggunaan *day bed*, *bean bag*, payung-payung khas Bali yang berwarna putih, serta meja dan kursi untuk restoran. Warna material bangunan serta material yang alami memperkuat tematik tersebut.



Gambar 5. Nuansa sekitar MBC

F. Elemen Penyusun keunikan MBC

Dari hasil observasi di atas, dapat dirangkum bahwa MBC memiliki gaya arsitektur yang sangat menarik, menggabungkan elemen-elemen tradisional Bali dengan desain kontemporer. Berikut beberapa ciri utama dari gaya bangunan MBC:

1. Penggunaan Material Alami

- Bambu dan Kayu: Salah satu elemen yang sangat mencolok di MBC adalah penggunaan bambu dan kayu sebagai bahan utama konstruksi. Material ini sering terlihat pada atap, tiang, dan elemen struktural lainnya, memberikan kesan natural yang menyatu dengan lingkungan tropis Bali.
- Rotan dan Serat Alam: Selain kayu dan bambu, rotan dan serat alam juga digunakan untuk furnitur dan dekorasi, memperkuat kesan alami dan ramah lingkungan.

2. Atap Berbentuk Kubah dan Struktur Organik

- MBC mengadopsi bentuk-bentuk arsitektur organik yang terinspirasi dari alam. Atapnya sering berbentuk kubah atau lengkungan yang mengikuti pola organik, memberikan kesan dinamis dan fluiditas yang khas.
- Bentuk kubah ini mungkin juga dipengaruhi oleh filosofi arsitektur lokal yang terinspirasi dari gunung atau elemen alami lainnya yang dianggap sakral dalam budaya Bali.

3. Keterbukaan Ruang

- Desain bangunan dirancang terbuka dengan ventilasi alami, sehingga memungkinkan aliran udara dan cahaya alami masuk dengan bebas. Hal ini menciptakan atmosfer yang nyaman dan segar, cocok untuk suasana pantai.
- Selain itu, bangunan sering kali dirancang tanpa dinding penuh, sehingga pemandangan pantai dan laut bisa dinikmati dari berbagai sudut.

4. Integrasi dengan Lingkungan

- Gaya arsitektur MBC sangat harmonis dengan lingkungan sekitarnya. Desainnya terlihat seolah menyatu dengan lanskap alam, termasuk penggunaan vegetasi tropis, pohon kelapa, dan tanaman lokal yang ditempatkan dengan cermat di sekitar area club.
- Pemanfaatan area hijau dan kolam air yang mengikuti bentuk alami tanah juga menambah kesan berbau dengan alam.

5. Elemen Tradisional Bali

- Selain material alami, beberapa elemen tradisional Bali bisa ditemukan dalam detail-detail arsitektural, seperti ukiran khas Bali atau penggunaan patung dan ornamen tradisional yang memperkuat identitas budaya lokal.
- Filosofi Tri Hita Karana, yang menekankan keseimbangan antara manusia, alam, dan spiritualitas, juga tercermin dalam konsep desain keseluruhan.

6. Pencahayaan dan Suasana Tropis

- Pada malam hari, MBC memanfaatkan pencahayaan lembut yang berasal dari lentera bambu atau lampu gantung berbahan rotan, menciptakan suasana tropis yang intim dan romantis.
- Kombinasi pencahayaan alami dan buatan memberikan atmosfer yang hangat dan mengundang, memperkuat kesan relaksasi khas destinasi wisata tropis.

Secara keseluruhan, gaya arsitektur MBC merupakan perpaduan antara modernitas dan kearifan lokal Bali, dengan penekanan pada keberlanjutan dan penghormatan terhadap alam. Desainnya yang terbuka, ramah lingkungan, dan estetis membuatnya menjadi salah satu tempat favorit di Bali bagi para wisatawan.

Kelima elemen arsitektural utama MBC mampu mejadi daya tarik bagi pengunjung. Hal ini sesuai dengan pendapat 3 orang (41%) pengunjung yang mengatakan bahwa elemen tersebut sangat penting dalam menentukan pilihan untuk mengunjungi beach club. Faktor yang menarik menurut mereka adalah aktifitas hiburannya (34%), kelengkapan aktifitasnya (33%), dan keunikan bangunannya (33%). Keunikan bangunan menurut 57% responden adalah sangat menarik yang mendorong mereka untuk mengunjungi MBC ini. 33% responden memilih atap sebagai bagian yang paling menarik dari bangunan ini. 19% memilih dinding, dan 14% memilih pagar atau batas sebagai elemen yang menarik. Atap pada bangunan ini memang merupakan bagian yang paling unik dari bangunan bukan hanya bentuknya saja namun juga material yang digunakan. 64% responden memilih material atap sebagai material yang paling menarik dari seluruh material yang digunakan di MBC. Bagian luar bangunan yang menarik bagi 56% responden adalah kolam renang. Ketertarikan responden pada kolam renang adalah karena pusat hiburan banyak dilakukan di sekitar kolam renang. Pada fasilitas ini kegiatan hiburan dipusatkan sehingga fokus pada keunikan arsitektur.

Bagian mana yang menarik di luar bangunan pada beach club ini

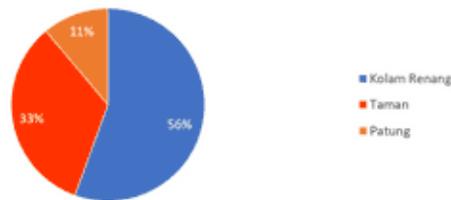


Diagram 2. bagian yang menarik di luar bangunan

Pendapat responden tentang pentingnya keunikan arsitektural di beachclub menunjukkan bahwa pada perancangan beachclub penciptaan tematik yang merupakan inti dari keunikan beachclub perlu dilakukan. Hal ini sesuai dengan pendapat Pine dan Gilmore¹³ bahwa pentingnya menciptakan pengalaman yang unik bagi pengunjung beach club, dengan fokus pada desain yang menyenangkan dan interaksi sosial, menawarkan pengalaman yang melampaui sekadar tempat untuk bersantai. Elemen-elemen seperti suasana, pelayanan, dan kegiatan interaktif berkontribusi pada pengalaman menyeluruh yang tak terlupakan bagi pengunjung. Sependapat dengannya, Edward Said¹⁴ dalam "Orientalism", menjelaskan bagaimana budaya lokal dapat diinterpretasikan dan dipresentasikan dalam konteks yang lebih luas. Dalam hal ini, beach club di Bali berfungsi sebagai representasi budaya Bali, yang mencerminkan tradisi dan nilai-nilai lokal. Penggunaan elemen desain yang terinspirasi oleh arsitektur tradisional Bali tidak hanya menarik bagi wisatawan tetapi juga memperkuat identitas budaya lokal. MBC sudah menunjukkan perpaduan antara arsitektur kontemporer dengan elemen arsitektur Bali dapat menciptakan keunikan arsitektur tersendiri yang menjadikan identitas arsitektural MBC. Dengan demikian menurut Michael Braungart dan William McDonough dalam "Cradle to Cradle"¹⁵, arsitektur seharusnya tidak hanya memenuhi kebutuhan manusia tetapi juga menghormati dan memelihara lingkungan. Beach club yang mengadopsi prinsip-prinsip keberlanjutan—seperti penggunaan material lokal dan pengelolaan sumber daya yang efisien—dapat mengurangi dampak negatif terhadap ekosistem. Hal ini menciptakan keseimbangan antara pengembangan pariwisata dan pelestarian lingkungan. Sehingga elemen-elemen keunikan arsitektural bukan hanya terdiri dari elemen penunjang fungsi dan estetika saja namun lebih pada penciptaan identitas yang berkaitan dengan lingkungan dan budaya lokal.

IV. KESIMPULAN

Dari 5 elemen arsitektural, pembentuk utama keunikan arsitektur MBC adalah fasade bangunan terutama elemen atap baik bentuk maupun material yang digunakan. Namun elemen arsitektural tersebut memiliki nilai tambah yang membentuk keunikan berkat penggabungan gaya arsitektur kontemporer dengan unsur budaya Bali dan penyesuaian dengan suasana alam sekitar. Pilihan tematik yang menggabung semua elemen tersebut mampu mengangkat MBC menjadi daya tarik baru pariwisata Bali. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk penyusunan kriteria dan konsep perancangan beach club agar bisa digunakan sebagai pedoman perancangan beach di masa yang akan datang demi menjaga pariwisata Bali yang berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Rektor Universitas Udayana yang telah memberikan anggaran untuk penelitian ini. Terimakasih untuk anak-anakku Mufid Thalib Aljihad dan Ni Ketut Karni yang telah membantu mengumpulkan data.

DAFTAR PUSTAKA

-
- ¹ Krier, R. 2001. *Komposisi Arsitektur*. Jakarta: Erlangga
 - ² Ching, Francis DK. 2007. *Architecture. Form, Space, and Order*. Third Edition. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc
 - ³ Amos rapoport. 1983. *The meaning of the built environment*. Beverly hills: sage publications.
 - ⁴ Sumintardja, Djauhari. 1981. *Kompendium Sejarah Arsitektur*. Bandung Yayasan Lembaga Masalah Bangunan
 - ⁵ Mangun Wijaya. 2013. *Wastu citra: pengantar ke ilmu budaya bentuk arsitektur, sendi-sendi filsafatnya, beserta contoh-contoh praktis*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
 - ⁶ Statman, D, dan A Sagi. 1994. *Philosophy And Architecture*. Diedit oleh Michael H. Mitias. Value Inqu. Amsterdam: Brill Rodopi.
 - ⁷ Rowland, Ingrid D., Howe, Thomas Noble. 1999. *Vitruvius: Ten books on Architecture*. Cambridge: Cambridge University Press
 - ⁸ Krier, Rob.2001. *Komposisi Arsitektur*: Surabaya, Erlangga
 - ⁹ Muchamad, B. N., & Ikaputra. 2010. Model Ekspresi Struktur. *Seminar Nasional Metode Riset Dalam Arsitektur*, 2, 39–46.
 - ¹⁰ Salura. 2010. *Arsitektur yang Membodohkan*. Jakarta: CSS Publishing
 - ¹¹ Adeline Hartanto dan Adi Wardoyo
 - ¹² A. Agung Ngurah Merchandya Mertha Ni Nyoman Rsi Respati. 2022. PERAN KEPERCAYAAN MEMEDIASI PENGARUH KUALITAS PRODUK DAN *BRAND IMAGE* TERHADAP LOYALITAS PELANGGAN (Studi pada Finns VIP Beach Club Canggu). *E Jurnal Manajemen*. Fakultas Ekonomi Bisnis Universitas Udayana. Vol. 11, No. 3, 2022 : 569-589
 - ¹³ Pine, Joseph, Gilmore, James. 1999. *The Experience Economy*
 - ¹⁴ Said, Edward. 1978. *Orientalism*. New York: Pantheon Books
 - ¹⁵ Braungart, Michael , McDonough, William. 2002. *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. New York: North Point Press

Kelainan Refraksi Anak Down Syndrome Di Poliklinik Mata RSUP Ngoerah Denpasar

¹Ni Made Ayu Surasmiati

²Ilmu Kesehatan Mata, Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana
Bali, Indonesia
surasmiati@unud.ac.id

²Ni Made Laksmi Utari, ³Fransiska Lavinia Gracella

²Ilmu Kesehatan Mata, Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana
Bali, Indonesia
laksmiutari.md@gmail.com

³Ilmu Kesehatan Mata, Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana
Bali, Indonesia
Fransiskalg52@gmail.com

Abstract—Down syndrome (DS) adalah suatu penyakit genetik akibat penambahan pada kromosom 21 yang ditandai gangguan perkembangan fisik dan disabilitas intelektual ringan-sedang. Down syndrome dikaitkan juga dengan kelainan mata dan kelainan refraksi. Data tentang kelainan refraksi anak dengan DS belum ada di Bali. **Tujuan**—untuk mencari data hasil refraksi dengan streak retinoskopi pada anak DS. **Metode**—Penelitian ini adalah penelitian observasional cross sectional yang dilakukan pada bulan April-September 2024 di poliklinik mata Rumah Sakit Ngoerah. Populasi penelitian adalah semua pasien DS yang menjalani pemeriksaan mata, termasuk pemeriksaan visus dan refraksi. **Hasil**—Sebanyak 53 anak DS menjalani pemeriksaan mata, dimana sebagian besar adalah perempuan sebanyak 52,8%. Sekitar 62,3% berdomisili di Denpasar. Sebanyak 7,5% dengan riwayat premature. Usia ibu saat hamil lebih dari 35 tahun sebanyak 43,3%. Kelainan refraksi terbanyak pada penelitian ini adalah miopia (39,6%), diikuti hipermetropia 17 (32,1) dan astigmatisme 10 (18,9). Anisometropia terjadi pada 26 (49,1%) pasien. **Simpulan**—Kelainan refraksi terjadi pada sebagian besar pasien DS dan hampir setengahnya terjadi anisometropia **Implikasi**—Pemeriksaan kelainan refraksi dapat dikerjakan lebih awal pada pasien DS untuk mendeteksi dan memberikan terapi awal terhadap salah satu penyebab kebutaan yang dapat dicegah pada anak.

Kata kunci—Down Syndrome, Kelainan refraksi, Anisometropia

I. PENDAHULUAN

Down Syndrome (DS) adalah suatu penyakit genetik trisomy 21 dimana terdapat bahan genetik tambahan pada kromosom nomer 21. Down Syndrome ditandai dengan gangguan perkembangan fisik yang khas dan disabilitas intelektual ringan-sedang anak. Kelainan fisik yang diderita cukup beragam, seperti kelainan yang ringan sampai gangguan berat seperti penyakit jantung [1].

Down Syndrome merupakan kelainan bawaan yang cukup sering terjadi. Berdasarkan World Health Organization [2], terdapat 1 kejadian DS per 1.000 kelahiran hingga 1 kejadian per 1.100 kelahiran di seluruh dunia. Sekitar 3.000 hingga 5.000 anak lahir dengan DS tiap tahunnya. WHO memperkirakan terdapat 8 juta penderita DS di seluruh

dunia. Berdasarkan Riset Kesehatan Dasar Kementerian Kesehatan, prevalensi DS di Indonesia sebesar 0,12 persen di tahun 2010 yang meningkat 0,13 persen pada tahun 2013. Total bayi yang lahir cacat mencapai 0.41 persen pada tahun 2018 dan sejumlah 0,21% merupakan penderita DS[3], [4].

Anak dengan DS akan mengalami keterlambatan tumbuh kembang dan dikaitkan dengan disabilitas intelektual walaupun dengan riwayat lahir normal dengan berat badan lahir yang cukup dan usia gestasi yang cukup. Anak DS juga memiliki bentuk wajah yang khas sehingga mudah dikenali. Selain itu juga terdapat manifestasi mata yang khas seperti *upslanting* fisura palpebra dan lipatan epikantus [5]. Komplikasi okular lainnya yang juga dilaporkan seperti kelainan refraksi, abnormalitas kelopak mata, strabismus, nystagmus, abnormalitas saluran air mata, kelainan segmen anterior seperti kereatoconus, pigmen iris, dan katarak [5], [6], [7].

Pemeriksaan mata lebih dini penting untuk penanganan lebih awal. Walaupun pemeriksaan mata anak dengan DS bukan pemeriksaan yang mudah untuk dilakukan, namun dengan menemukan masalah mata lebih awal maka penanganan permasalahan mata dapat ditangani sehingga penting untuk anak maupun komunitas sekitarnya.

Anak DS dilaporkan memiliki prevalensi kelainan refraksi yang tinggi, antara 30% sampai 98%. Pada awal kehidupan, rerata kelainan refraksi tidak berbeda bermakna dibandingkan populasi umum, namun pada DS kelainan refraksi akan meningkat seiring usia yang diduga akibat kegagalan proses emmetropisasi. Prevalensi kelainan refraksi antara myopia, hipermetrop dan astigmatisme pada DS dilaporkan berbeda-beda [7], [8], dan penelitian tentang data refraksi pada anak DS belum didapatkan di Bali.

II. METODE DAN PROSEDUR

Penelitian ini adalah penelitian observasional cross sectional untuk mencari karakteristik kelainan refraksi okular pada anak DS. Penelitian dilakukan di RSUP Prof Ngoerah Denpasar selama Bulan April sampai dengan Bulan September 2024. Sampel penelitian dipilih secara konsekutif yaitu semua anak DS berusia kurang dari sama dengan 18 tahun yang datang ke RSUP Prof Ngoerah selama bulan April sampai dengan bulan September 2024 yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi penelitian ini mencakup anak DS yang dapat dilakukan pemeriksaan mata termasuk pemeriksaan visus, refraksi, segmen anterior dan segmen posterior. Faktor yang dikendalikan dengan melakukan eksklusi dalam studi ini adalah anak DS yang selama pemeriksaan tidak dapat dilakukan pemeriksaan mata dan orangtua atau pengantar tidak bersedia anaknya dilakukan pemeriksaan.

Status refraksi dinyatakan dalam *spherical equivalent* (SE), yaitu nilai sferis ditambah dengan setengah nilai cilindris. Status refraksi dibedakan menjadi emetropia dan ametropia/kelainan refraksi. Pemeriksaan status refraksi didapatkan dengan alat streak retinoskopi oleh 1 orang dokter spesialis mata subspesialis mata anak dan juling (SR). Emetropia jika $SE > -1.00D$ dan $< 2.00D$. Kelainan refraksi dibedakan menjadi miopia, hipermetropia dan cilinder. Miopia jika $SE \leq -1.00D$; hipermetropia jika $SE \geq 2.00D$; astigmatisme jika nilai cilindernya lebih besar dari sferis, yaitu dengan besaran $> 1.00D$. Anisometropia jika perbedaan refraksi kedua mata $> 1.00D$.

Usulan penelitian diajukan ke Komisi Etik Penelitian (KEP) Fakultas Kedokteran Universitas Udayana (FK Unud) dan bagian pengembangan dan penelitian (Litbang) RSUP Prof. dr. I.G.N.G. Ngoerah. Penelitian ini telah mendapatkan surat Keterangan Kelaikan Etik (Ethical Clearance) nomor: 0994/UN14.2.2.VII.14/LT/2024 dan Surat Ijin Penelitian no: DP.04.03/D.XVII.2.2.2/20001/2024. Setelah itu dilakukan penyebaran flyer pemeriksaan kepada Yayasan POTADS (Persatuan Orang Tua Anak dengan Down Syndrome) Bali dan Kunci Bunga untuk dilakukan pemeriksaan ke RSUP Prof Ngoerah.

Anamnesa dilakukan pada pengantar pasien untuk mendapatkan data identitas berupa nama, jenis kelamin, usia, berat badan lahir, usia kehamilan, riwayat penyakit sistemik sebelumnya. Hasil dicatat dalam lembar pemeriksaan. Pemeriksaan awal yaitu tajam penglihatan dengan menggunakan optotype yang ada dan disesuaikan dengan tingkat kooperatif anak. Kemudian dilakukan pemeriksaan pada segmen anterior dengan menggunakan slitlamp portable atau dengan loupe dan senter, evaluasi kondisi palpebra, konjungtiva, kornea, iris dan lensa. Setelah itu dilakukan pemeriksaan dengan melebarkan pupil yaitu memberikan obat tetes midriatikum dan cyclopentolate. Setelah pupil lebar, dilakukan pemeriksaan streak retinoskopi dan atau autorefractometer untuk mendapatkan data refraksi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini adalah penelitian deskriptif untuk melihat jenis kelainan refraksi pada anak dengan *Down syndrome* di RSUP Prof Ngoerah mulai bulan April-September 2024 dan didapatkan 53 sampel penelitian. Penelitian ini

didominasi perempuan sebanyak 52,8%. Sekitar 62,3% berdomisili di Denpasar dan sebanyak 7,5% dengan riwayat premature. Usia ibu saat hamil lebih dari 35 tahun sebanyak 43,3%. Kelainan refraksi terbanyak pada penelitian ini adalah miopia (39,6%), diikuti hipermetropia 17(32,1) dan astigmatisme 10(18,9). Anisometropia terjadi pada 26 (49,1%) pasien.

TABEL 1. KARAKTERISTIK SUBYEK ANAK DOWN SYNDROME

	N (53)	(%)
Umur (tahun, mean \pm SD)	8,39 \pm 5,39	
Jenis Kelamin (n)		
Laki	25	(47,2)
Perempuan	28	(52,8)
Domisili		
Denpasar	33	(62,26)
Badung	5	(9,43)
Gianyar	4	(7,55)
Negara	4	(7,55)
Tabanan	2	(3,77)
Singaraja	1	(1,89)
Klungkung	1	(1,89)
Luar Bali	3	(5,66)
Riwayat premature		
Ya	4	(7,5)
Tidak	49	(92,5)
Riwayat persalinan		
Normal	29	(54,72)
Sectio	24	(45,28)
Usia Ibu saat hamil th		
\leq 35 tahun	30	(56,6)
$>$ 35 tahun	23	(43,3)
Spherical Equivalent (Mean \pm Dioptri)		
Mata Kanan	-2.2 \pm 4,72	
Mata Kiri	-1.77 \pm 4,72	
Kelainan Refraksi		
Miopia	21	(39,6)
Hipermetrop	17	(32,1)
Astigmatisme	10	(18,9)
emetropia	5	(9,4)
Anisometropia	26	(49,1)

SE = spherical Equivalent; OD oculi Dextra; OS oculi Sinistra

Sampel penelitian ini adalah 53 anak dengan 52.8% adalah perempuan. Penelitian ini mirip dengan penelitian dari Turki [6]. Hasil ini sedikit berbeda dengan penelitian cohort di USA [9], sebanyak 52,2% laki-laki, di Tehran, Iran [10] mendapatkan 53% pasien DS adalah laki-laki, penelitian di Belgia [11] 58%, di Jepang 51% laki-laki [12], penelitian Serbia [7] 58%. Perbedaan jenis kelamin pada berbagai penelitian tergantung dari lokasi dan metode pengambilan sampel. Penelitian ini mendapatkan sebagian besar sampel berdomisili di Denpasar. Hal ini kemungkinan karena lokasi penelitian yaitu RS Ngoerah terletak di Denpasar.

Penelitian ini mendapatkan sekitar 43,3% usia ibu saat hamil anak DS lebih dari 35 tahun. Umur ibu saat hamil dikatakan sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi risiko terjadinya DS [4], [13]. Pada suatu trisomy autosomal karena terkait pada non-disjunction dari kromosom homolog atau kromatids yang terjadi saat pembelahan meiotic saat pembentukan oocytes. Usia ibu hamil di atas 35 tahun mempengaruhi segregasi kromosom kiasmatik [13]. Usia ibu hamil selain mempengaruhi kejadian DS juga mempengaruhi anomali lain yang terjadi seperti penyakit jantung bawaan pada anak DS [4]. Penelitian di Italia tahun 2021 menemukan bahwa frekuensi usia ibu saat hamil lebih banyak pada kurang dari 35 tahun, karena adanya prosedur diagnostic prenatal yang rutin pada ibu hamil usia lebih dari 35 tahun dimana jika ada DS akan dilakukan terminasi kehamilan [13], [14]. Insiden kelahiran anak dengan DS meningkat seiring usia dari ibu, namun terkait tingginya angka fertilitas pada Wanita muda, maka kemungkinan

memiliki anak DS akan meningkat seiring umur dan lebih dari 80% anak DS lahir pada ibu kurang dari 35 tahun [15]. Penelitian ini mendapatkan data yang sama tapi kemungkinan terkait dari cara menentukan sampel.

Kelainan refraksi yang paling banyak pada penelitian ini adalah miopia, diikuti hipermetropia dan astigmatisme. Beberapa penelitian mendapatkan hasil yang berbeda. Penelitian di Italia oleh Valentini dkk [14] dan Hashemi [16] melaporkan angka astigmatisme lebih banyak. Pada penelitian Valentini dkk [14] prevalensi astigmatisme (20,31%), hipermetropia (16,51%) dan miopia (12,19%) dan penelitian Hashemi [16] astigmatisme (14,9%), hipermetropia (4,6 %) dan miopia (11,7%). Sedangkan Kranjc [8] di Slovenia melaporkan hyperopia lebih banyak yaitu 36,9%, diikuti astigmatisme 29,2%, myopia 24,6%. Penelitian Terai dkk [12] di Jepang mendapatkan hipermetropia lebih banyak pada saat infant dan menjadi myopia saat remaja. Perbedaan kelaianan refraksi yang dilaporkan terutama tergantung dengan kriteria/ definisi dan pengelompokan yang digunakan. Kelaianan refraksi yang terjadi pada DS umumnya disebabkan karena perbedaan perkembangan visual dibandingkan anak dengan tumbuh kembang yang normal, terutama dalam kemampuan akomodasi. Proses emetropisasi pada tahun awal kehidupan anak DS juga berbeda, dimana kelaianan refraksi yang ada akan tetap dan tidak menghilang seperti hipermetropia dan astigmatisme obliq [17].

Kelainan refraksi secara signifikan lebih banyak pada anak lebih dari 6 tahun, dimana meningkat seiring peningkatan umur [14]. Dengan mengetahui kelaianan refraksi dan strabismus dari usia dini akan membantu mencegah terjadinya amblyopia dan memicu perkembangan visus normal [18]. Sehingga direkomendasikan pemeriksaan mata pada usia 6 bulan, pemeriksaan rutin tiap tahun pada anak dibawah 5 tahun, setiap 2 tahun pada anak usia 6-13 tahun dan setiap 3 tahun pada anak usia 14-21 tahun [19].

Penelitian ini tidak mendapatkan data tentang gangguan tumbuh kembang lainnya seperti gangguan autism, tingkah laku, gangguan bicara, nilai Intelegency Question yang relevan dengan DS. Selain itu data tentang penyakit sistemik lain yang menyertai juga tidak lengkap.

IV. KESIMPULAN

Kelainan refraksi banyak didapatkan pada anak Down Syndrome yaitu lebih dari 90% dan setengahnya dengan anisometropia. Walaupun pemeriksaan refraksi pada anak DS bukan hal yang mudah untuk dilakukan namun dengan melakukan pemeriksaan refraksi lebih awal, dan melakukan penanganan yang tepat, maka kualitas hidup anak DS dapat ditingkatkan dengan memberikan penglihatan yang lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terlaksana atas dukungan berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya pada Rektor Universitas Udayana beserta jajarannya. Ketua LPPM Universitas Udayana beserta jajarannya, Ketua POTADS Bali dan Kuncup Bunga atas dukungan yang diberikan. Selain itu tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih pada Ketua Program Studi Ilmu Kesehatan Mata Universitas Udayana serta semua residen peserta Program Pendidikan Dokter Spesialis Ilmu Kesehatan Mata Universitas Udayana yang membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "About Down Syndrome | National Down Syndrome Society (NDSS)." Accessed: Dec. 18, 2023. [Online]. Available: <https://ndss.org/about>
- [2] United Nations, "World Down Syndrome Day," United Nations. Accessed: Mar. 23, 2024. [Online]. Available: <https://www.un.org/en/observances/down-syndrome-day>
- [3] Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI, "Laporan Nasional Riskesdas 2018," 2018.
- [4] M. Al-Biltagi, "Down syndrome from Epidemiologic Point of View," *EC Paediatr.*, vol. 2, no. 1, pp. 82–91, Sep. 2015.
- [5] American Academy of Ophthalmology, *Basic and Clinical Science Course, Section 06: Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2024.
- [6] A. Ugurlu and E. Altinkurt, "Ophthalmologic Manifestations and Retinal Findings in Children with Down Syndrome," *J. Ophthalmol.*, vol. 2020, pp. 1–6, Feb. 2020, doi: 10.1155/2020/9726261.
- [7] A. Ljubic *et al.*, "Systemic and Ophthalmic Manifestations in Different Types of Refractive Errors in Patients with Down Syndrome," *Medicina (Mex.)*, vol. 58, no. 8, p. 995, Jul. 2022, doi: 10.3390/medicina58080995.

- [8] B. Stirn Kranjc, "Ocular Abnormalities and Systemic Disease in Down Syndrome: Retrospective clinical study, University Eye Hospital, Ljubljana, Slovenia," *Strabismus*, vol. 20, no. 2, pp. 74–77, Jun. 2012, doi: 10.3109/09273972.2012.680234.
- [9] B. Chicoine, A. Rivelli, V. Fitzpatrick, L. Chicoine, G. Jia, and A. Rzhetsky, "Prevalence of Common Disease Conditions in a Large Cohort of Individuals With Down Syndrome in the United States," *J. Patient-Centered Res. Rev.*, vol. 8, no. 2, pp. 86–97, Apr. 2021, doi: 10.17294/2330-0698.1824.
- [10] A. Makateb, H. Hashemi, A. Farahi, S. Mehravaran, M. Khabazkhoob, and S. Asgari, "Ocular alignment, media, and eyelid disorders in Down syndrome," *Strabismus*, vol. 28, no. 1, pp. 42–48, Jan. 2020, doi: 10.1080/09273972.2019.1699582.
- [11] L. Postolache, "Abnormalities of the Optic Nerve in Down Syndrome and Associations With Visual Acuity," *Front. Neurol.*, vol. 10, p. 633, Jun. 2019, doi: 10.3389/fneur.2019.00633.
- [12] T. Terai *et al.*, "Ocular findings in Japanese children with Down syndrome: the course of visual acuity and refraction, and systemic and ocular anomalies," *Clin. Ophthalmol.*, vol. Volume 12, pp. 1637–1643, Aug. 2018, doi: 10.2147/OPHTH.S169107.
- [13] S. E. Antonarakis *et al.*, "Down syndrome," *Nat. Rev. Dis. Primer*, vol. 6, no. 1, p. 9, Feb. 2020, doi: 10.1038/s41572-019-0143-7.
- [14] D. Valentini *et al.*, "Medical conditions of children and young people with Down syndrome," *J. Intellect. Disabil. Res.*, vol. 65, no. 2, pp. 199–209, Feb. 2021, doi: 10.1111/jir.12804.
- [15] M. Kazemi, M. Salehi, and M. Kheirollahi, "Down Syndrome: Current Status, Challenges and Future Perspectives," *Int J Mol Cell Med*, vol. 5, no. 3, pp. 125–133, Aug. 2016.
- [16] H. Hashemi, S. Mehravaran, S. Asgari, and F. D. Nasrabadi, "Refractive and Vision Status in Down Syndrome: A Comparative Study," *Turk. J. Ophthalmol.*, vol. 51, no. 4, pp. 199–205, Aug. 2021, doi: 10.4274/tjo.galenos.2020.52959.
- [17] C. De Weger, N. Boonstra, and J. Goossens, "Bifocals reduce strabismus in children with Down syndrome: Evidence from a randomized controlled trial," *Acta Ophthalmol. (Copenh.)*, vol. 98, no. 1, pp. 89–97, Feb. 2020, doi: 10.1111/aos.14186.
- [18] E. Stephen, J. Dickson, A. D. Kindley, C. C. Scott, and P. M. Charleton, "Surveillance of vision and ocular disorders in children with Down syndrome," *Dev. Med. Child Neurol.*, vol. 49, no. 7, pp. 513–515, Jul. 2007, doi: 10.1111/j.1469-8749.2007.00513.x.
- [19] M. J. Bull and the Committee on Genetics, "Health Supervision for Children With Down Syndrome," *Pediatrics*, vol. 128, no. 2, pp. 393–406, Aug. 2011, doi: 10.1542/peds.2011-1605.

Gambaran Status Gizi, Asupan Zat Gizi dan Kualitas Diet Siswi di Kecamatan Sidemen, Kabupaten Karangasem

¹Utami, NWA

¹Program Studi Sarjana Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
arya.utami@unud.ac.id

²Ani, LS.,

²Program Studi Sarjana Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
seriani@unud.ac.id

Abstrak—Kejadian kurang energi kronis (KEK) pada remaja putri menunjukkan tren peningkatan dan terdapat perbedaan antara remaja putri yang tinggal di wilayah dan perkotaan. Determinan langsung masalah gizi tersebut adalah asupan zat gizi baik kuantitas dan kualitas nya. Penelitian ini bertujuan melihat gambaran KEK, asupan energi, dan kualitas diet siswi SMU di wilayah perdesaan dan perkotaan Propinsi Bali.

Penelitian deskriptif *cross-sectional* dilakukan pada 200 siswi SMAN 1 Sidemen yang terpilih secara acak sederhana. Data konsumsi dikumpulkan melalui metode wawancara menggunakan kuesioner *semi quantitative food frequency questionnaire* (SQ-FFQ). Data yang diperoleh dimasukkan dalam aplikasi *Nutrisurvey* dan hasilnya dibandingkan dengan angka kecukupan gizi (AKG). Kualitas diet ditentukan dengan dengan skor indeks gizi seimbang (IGS3-60). Keragaman konsumsi pangan ditentukan dengan melihat keragaman konsumsi pada 10 kelompok pangan. Tinggi badan diukur dengan microtiose, berat badan dengan timbangan digital dan lingkaran lengan atas (Lila) diukur dengan pita metlin pada lengan yang tidak aktif dan dikategorikan menjadi KEK jika LiLa < 23,5 cm. Hasil penelitian menunjukkan 25,0% siswi memiliki status gizi kurang, 15,5% siswi memiliki status gizi lebih dan 57,0% siswi mengalami KEK. Rerata kecukupan energi (77,9%) dan lemak (60,7%) dikategorikan kurang sedangkan rerata kecukupan protein tergolong cukup (87,3%). Rerata skor keragaman pangan 7,8±1,7 termasuk dalam katagori beragam dan kualitas diet termasuk kurang (rerata 38,5±15,3). Disimpulkan bahwa kejadian KEK pada siswi SMAN 1 Sidemen cukup tinggi serta kecukupan energi dan lemak yang kurang Sebagai implikasi perlu dirumuskan kebijakan untuk meningkatkan konsumsi sayur dan lauk nabati melalui edukasi gizi seimbang dan peningkatan ketersediaan sayuran dan lauk nabati dengan harga yang terjangkau.

Kata Kunci— remaja putri, kurang energi kronis, kualitas diet, keragaman konsumsi

I. PENDAHULUAN

Siswi SMA berusia antara 15-18 tahun berisiko mengalami malnutrisi antara lain anemia, kurang energi kronis (KEK), obesitas dan stunting [1]. Dampak anemia pada remaja putri adalah penurunan konsentrasi dan prestasi belajar karena menurunnya oksigenasi ke otak. Anemia, remaja pendek (*stunted*) dan KEK remaja yang berlanjut hingga masa kehamilan berisiko melahirkan bayi dengan berat lahir rendah (BBLR) dan panjang badang lahir rendah (PBLR) dimana kedua hal ini meningkatkan risiko balita stunting. Gizi lebih dan obesitas remaja juga berdampak yaitu meningkatkan risiko penyakit tidak menular di usia dewasa.

Hasil Riset Kesehatan Dasar tahun 2018 menunjukkan bahwa prevalensi anemia pada usia >10 tahun di Indonesia sebesar 29% [2] dan termasuk ke dalam masalah kesehatan masyarakat sedang (20-39,9%) [3]. Prevalensi anemia di Propinsi Bali cukup tinggi (23,9%-26,7%:95% CI) [4]. Hasil Survei Kesehatan Indonesia, 2023 menunjukkan bahwa kejadian KEK secara nasional pada usia ≥10 tahun adalah 27,2%, pada usia 16 tahun (24,2%), usia 17 tahun (24,5%)

dan usia 18 tahun (24,8%). Prevelensi gizi lebih dan obesitas nasional 13,2%, di Bali (12,1%). Prevelensi remaja pendek secara nasional 20,1%, Bali (7,6%) pada wanita 22,9%, dan perdesaan 23,2%

Determinan langsung terjadinya malnutrisi pada remaja putri yaitu asupan zat gizi berupa kuantitas (jumlah) dan kualitas diet. [5][6][4]. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui gambaran status gizi, tingkat kecukupan zat gizi dan kualitas diet siswi SMAN 1 Sidemen, Kabupaten Karangasem, Bali [7].

II. METODE DAN PROSEDUR

Penelitian *cross-sectional* ini dilakukan pada 200 siswi SMAN 1 Sidemen, Kabupaten Karangasem yang terpilih secara acak sederhana dengan bantuan program excel komputer. Tinggi badan diukur dengan *microtoice*, berat badan dengan timbangan digital, lingkaran lengan atas (Lila) diukur dengan metlin pada lengan yang tidak aktif. Status gizi berdasarkan indeks IMT/U dan TB/U dianalisis menggunakan aplikasi WHO Anthro dan dikategorikan *stunting* apabila z-score TB/U $\leq -2SD$, dikategorikan gizi kurang jika z-score IMT/U $\leq -2SD$ dan gizi lebih jika z-score IMT/U $> 1SD$. Status KEK dikategorikan menjadi tidak KEK jika Lila $\geq 23,5$ cm. Data konsumsi pangan diperoleh melalui wawancara langsung oleh enumerator terlatih menggunakan kuesioner *Semi Quantitative Food Frequency Questionnaire* (SQ-FFQ). Keragaman konsumsi pangan ditentukan dengan melihat keragaman konsumsi pada 8 kelompok pangan. Data konsumsi pangan dianalisis menggunakan aplikasi Nutrisurvey 2007 kemudian jumlah masing-masing zat gizi dibandingkan dengan Angka Kecukupan Gizi (AKG) untuk mendapatkan kecukupan zat gizi dan dikategorikan cukup jika $\geq 80\%$ AKG. Pola konsumsi pangan dibedakan ke dalam beberapa kelompok pangan yaitu pangan sumber karbohidrat, sayuran, buah, lauk hewani, lauk nabati, dan susu dan disajikan dalam rerata konsumsi (g/hr) dan standar deviasi. Keragaman konsumsi pangan merupakan kategori keberagaman terhadap 8 kelompok bahan pangan 1) padi dan sereal, 2) umbi-umbian, 3) buah, 4) sayuran, 5) daging, telur, dan ikan, 6) kacang-kacangan, 7) minyak, 8) lain-lain, dikategorikan menjadi beragam jika mengkonsumsi >5 kelompok pangan dalam sehari [8]. Kualitas diet ditentukan dengan skor indeks gizi seimbang (IGS3-60), dikatakan baik jika skor ≥ 50 . Analisis statistik deskriptif dilakukan untuk mengetahui prevelensi KEK, asupan dan tingkat kecukupan energi, serta kualitas diet. Penelitian ini telah mendapatkan kelayakan etik dari komisi etik FK UNUD dengan nomor 2372/UN14.2.2/VII.14/LT/2024.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

TABEL 1. GAMBARAN STATUS GIZI DAN KERAGAMAN KONSUMSI PANGAN

Variabel	n	(%)
Status Gizi (IMT/U)		
Gizi Kurang	50	(25,0)
Gizi Baik	119	(59,5)
Gizi Lebih	31	(15,5)
Status Stunting		
Stunting	30	(15,0)
Normal	170	(85,0)
Status KEK		
KEK	114	(57,0)
Tidak KEK	86	(43,0)
Keragaman konsumsi pangan		
Beragam	181	(90,5)
Tidak beragam	19	(9,5)

Tabel 1 menunjukkan gambaran status gizi dan keragaman konsumsi pangan. Terjadi *double burden malnutrition* pada siswi SMA 1 Sidemen, yaitu satu dari empat siswi (25%) memiliki status gizi kurang, satu dari tujuh siswi (15%) memiliki perawakan pendek (*stunted*). Selain itu terjadi masalah gizi lebih yaitu satu dari tujuh siswi (15,5%). Prevelensi ini cukup tinggi jika dibandingkan dengan data nasional [9] dan termasuk permasalahan kesehatan masyarakat kategori sedang. Sebanyak satu dari dua siswi mengalami KEK (57,0%), prevelensi ini sangat tinggi dan memerlukan upaya penanggulangan.

Dilihat dari keragaman konsumsi pangan 90,5% siswi mengkonsumsi makanan beragam yaitu dalam satu hari sudah mengkonsumsi minimal 5 jenis kelompok pangan. Hasil ini tidak berbeda jauh dengan prevalensi konsumsi pangan beragam (88,6%) pada remaja putri di Kota Denpasar [10] dan berbeda dengan hasil penelitian siswi SMU 4 Muaro Jambi [11]. Perbedaan ini bisa disebabkan perbedaan kuesioner yang digunakan yaitu penelitian di SMAN 4 Muaro Jambi menggunakan *food recall* 24 jam sedangkan penelitian ini menggunakan SQ-FFQ. Namun, keragaman

konsumsi pangan tidak memperhitungkan bobot masing-masing bahan pangan sehingga penilaian kualitas diet atau mutu gizi pangan dianalisis menggunakan metode lainnya.

Tabel 2 menunjukkan gambaran konsumsi tiap kelompok pangan. Rerata konsumsi pangan sumber karbohidrat adalah $708,8 \pm 174,9$ g per hari setara dengan 7 porsi nasi dan sudah sesuai anjuran konsumsi yaitu minimal sebanyak 3 porsi per hari. Rerata konsumsi sayuran adalah $99,2 \pm 129,1$ g per hari atau kurang dari 1 porsi sayur (100 g). Konsumsi sayuran belum memenuhi standar yang dianjurkan yaitu minimal sebanyak 3 porsi atau 300 g sayuran per hari. Rerata konsumsi buah adalah $223,9 \pm 212,4$ g per hari atau setara dengan 2 porsi buah. Konsumsi buah sudah memenuhi standar yang dianjurkan yaitu sebanyak 2 porsi atau 200 g buah per hari. Rerata konsumsi lauk hewani adalah $149,9 \pm 135,3$ g per hari atau setara dengan 2 porsi lauk hewani. Konsumsi lauk hewani sudah memenuhi standar yang dianjurkan yaitu sebanyak 2 porsi atau 100 g lauk hewani per hari. Rerata konsumsi lauk nabati adalah $60,7 \pm 89,5$ g per hari atau kurang dari 1 porsi lauk nabati. Konsumsi lauk nabati belum memenuhi standar yang dianjurkan yaitu sebanyak 2 porsi atau 200 g lauk nabati per hari. Rerata konsumsi susu adalah $160,4 \pm 164,8$ ml per hari atau sama dengan 1 porsi susu, sudah memenuhi standar yang dianjurkan. Dilihat dari hasil diatas maka yang sudah sesuai standar adalah konsumsi pangan sumber karbohidrat, buah, lauk hewani dan susu, sedangkan konsumsi sayuran dan lauk nabati belum sesuai dengan standar [12].

TABEL 2. KONSUMSI KELOMPOK PANGAN

Kelompok Pangan	(g)
Pangan Karbohidrat	$708,8 \pm 174,9$
Sayuran	$99,2 \pm 129,1$
Buah	$223,9 \pm 212,4$
Lauk Hewani	$149,9 \pm 135,3$
Lauk Nabati	$60,7 \pm 89,5$
Susu (ml)	$160,4 \pm 164,8$

Tabel 3 menunjukkan tingkat kecukupan zat gizi antara lain energi, protein, karbohidrat, lemak, kalsium, besi dan zink. Untuk tingkat kecukupan energi, 35% siswi yang mengkonsumsi energi kurang dari 2100 kkal/hari. Hal ini berbanding terbaik dengan tingkat kecukupan protein dimana lebih banyak siswi (53,0%) yang tingkat kecukupan proteinnya kurang dari 57 gr/hari. Hal yang sama ditemukan pada tingkat kecukupan karbohidrat, lemak, kalsium, besi dan zink dimana 56,5% siswi mengkonsumsi karbohidrat kurang dari 300 gr/hari, 83,0% siswi mengkonsumsi lemak kurang dari 85 gr/hari, 85,5% siswi mengkonsumsi kalsium kurang dari 17 gr/hari, 81,0% siswi mengkonsumsi besi Fe kurang dari 40 gr/hari, dan 47,5% responden mengkonsumsi zink kurang dari 300 gr/hari.

TABEL 3. TINGKAT KECUKUPAN ZAT GIZI

Zat Gizi	n	(%)
Energi		
Cukup	170	(65,0)
Kurang	30	(35,0)
Protein		
Cukup	94	(47,0)
Kurang	106	(53,0)
Karbohidrat		
Cukup	87	(43,5)
Kurang	113	(56,5)
Lemak		
Cukup	34	(17,0)
Kurang	166	(83,0)
Kalsium		
Cukup	29	(14,5)
Kurang	171	(85,5)
Besi		
Cukup	38	(19,0)
Kurang	162	(81,0)
Zink		
Cukup	105	(47,5)
Kurang	95	(52,5)

Tabel 4 menyajikan sebaran nilai IGS3-60 subyek. Setiap komponen memiliki nilai 0-16,7 sehingga jika dijumlahkan nilai dari keenam komponen akan diperoleh nilai total 0-100. Secara keseluruhan rata-rata subjek memiliki nilai yang rendah untuk setiap komponen penilaian konsumsi pangan. Nilai yang paling tinggi ada pada komponen konsumsi pangan karbohidrat yaitu 8,3 hampir mendekati separuh nilai maksimal. Konsumsi pangan sumber karbohidrat memiliki nilai yang paling tinggi jika dibandingkan dengan penilaian kelompok pangan lainnya. Hal ini sejalan dengan data konsumsi pangan pada uraian sebelumnya, rata-rata subjek mengonsumsi lebih dari 600 g pangan sumber karbohidrat atau setara dengan enam porsi. Konsumsi pangan sumber karbohidrat sebanyak enam porsi sudah sesuai anjuran pedoman makan (PUGS) yaitu 4,5 porsi sehari. Nilai paling rendah ada pada penilaian konsumsi kelompok susu dan buah-buahan, artinya konsumsi susu dan buah-buahan paling tidak sesuai dengan anjuran pedoman makan. Nilai pada komponen konsumsi sayuran dan pangan lauk nabati juga rendah. Rendahnya nilai yang diperoleh pada penilaian konsumsi sayur dan buah dapat menjelaskan tingkat kecukupan serat dan yang tidak terpenuhi (Tabel 3). Secara total rata-rata nilai IGS3-60 adalah 37,1 atau hanya sepertiga dari nilai maksimal yang dapat diperoleh setiap subjek. Hal ini menunjukkan mutu gizi konsumsi pangan sisiwi SMAN 1 Sidemen pada masih buruk dan jauh dari standar yang dianjurkan oleh pedoman PUGS. Rendahnya mutu konsumsi pangan spaling utama disebabkan rendahnya konsumsi lauk nabati, sayuran, dan buah-buahan (Tabel 4) [13].

TABEL 4. SKOR INDEKS GIZI SEIMBANG IGS3-60

Komponen	
Konsumsi Pangan Karbohidrat	8.3±1.1
Konsumsi Sayuran	1.04±2.7
Konsumsi Buah	7.4±4.8
Konsumsi Lauk Hewani	9.5±3.6
Konsumsi Lauk Nabati	1.0±2.7
Konsumsi Susu (ml)	9.7±6.1
Konsumsi Total	37.1±12.0

Dari hasil penelitian ini dapat direkomendasikan kepada pihak terkait untuk memberikan edukasi kesehatan dan gizi kepada remaja putri [14] Mengingat konsumsi sayuran dan lauk nabati masih sedikit maka perlu dirumuskan kebijakan untuk meningkatkan konsumsi sayur dan lauk nabati melalui edukasi gizi seimbang dan peningkatan ketersediaan sayuran dan lauk nabati dengan harga yang terjangkau.

IV. KESIMPULAN

Disimpulkan bahwa remaja putri berada pada kelompok remaja akhir dan dewasa awal, tingkat pendidikan rendah, penghasilan kurang, rumah tangga adalah tahan pangan, cukup mengonsumsi energi, kurang mengonsumsi protein, karbohidrat, kalsium, besi, dan zink serta mengonsumsi pangan beragam. Sebagai implikasi, direkomendasikan kepada pihak terkait untuk memberikan edukasi berkala tentang pola konsumsi yang beragam dan seimbang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Udayana atas pembiayaan penelitian ini melalui Dana DIPA PNBPN UNUD TA-2023 (nomor kontrak B/1.703/UN14.4.A/PT.01.03/2023). Ucapan terimakasih pula kepada Perbekel Desa Kertha Buana, Ketua Departemen Kesehatan Masyarakat dan Kedokteran Pencegahan, serta Koordinator Program Studi Sarjana Kesehatan Masyarakat FK Unud.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Sudikno, "Prevalensi Dan Faktor Risiko Anemia Pada Wanita Usia Subur Di Rumah Tangga Miskin Di Kabupaten Tasikmalaya Dan Ciamis, Provinsi Jawa Barat," *J. Kesehat. Reproduksi*, vol. 7, no. 2, 2016.
- [2] Kemenkes, "Hasil Utama Riset Kesehata Dasar Tahun 2018 (RISKESDAS 2018)," *J. Phys. A Math. Theor.*, vol. 44, no. 8, p. 22, 2018.
- [3] WHO, "The Global Prevalence of Anaemia in 2011," *World Heal. Organ.*, pp. 1–48, 2015.
- [4] P. S. Utami, L. S. Ani, D. S. Lubis, and D. N. Wirawan, "Determinants of Anemia in Women of Reproductive Age in Indonesia : Secondary Data Analysis of the 2018 Indonesia Basic Health Research," vol. 8, no. 2, pp. 86–91, 2020.
- [5] Y. Balarajan, U. Ramakrishnan, E. Özaltın, A. H. Shankar, and S. V. Subramanian, "Anaemia in low-income and middle-income countries," *Lancet*, vol. 378, no. 9809, pp. 2123–2135, 2011.
- [6] Y. S. Balarajan, W. W. Fawzi, and S. V. Subramanian, "Changing patterns of social inequalities in anaemia among women in india: Cross-sectional study using nationally representative data," *BMJ Open*, vol. 3, no. 3, 2013.

- [7] T. I. M. Penyusun and S. K. I. Dalam, “Dalam angka,” 2023.
- [8] D. M. Kennedy G., Ballard T., *Guidelines for measuring household and individual dietary diversity*. 2010.
- [9] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, “Indonesian Basic Health Survey 2018,” *Jakarta*. 2018.
- [10] N. W. A. Utami and L. S. Ani, “The Association of Family Characteristics with Dietary Diversity among Adolescent Girls in Denpasar City, Bali, Indonesia,” *Amerta Nutr.*, vol. 7, no. 4, pp. 540–545, 2023.
- [11] Y. Manalu, H. O. B., “Keragaman Konsumsi Pangan Remaja Putri di SMA 4 Muaro Jambi,” *Indones. J. Nutr. Sci. Food*, vol. 2, no. 2, pp. 1–12, 2023.
- [12] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, “Pedoman Gizi Seimbang,” *Peratur. Menteri Kesehat. Republik Indones. Nomor 41 tentang Pedoman Gizi Seimbang*, pp. 1–96, 2014.
- [13] A. P. Amrin, H. Hardinsyah, and C. M. Dwiriani, “Alternatif Indeks Gizi Seimbang Untuk Penilaian Mutu Gizi Konsumsi Pangan Pria Dewasa Indonesia,” *J. Gizi dan Pangan*, vol. 8, no. 3, p. 167, 2014.
- [14] W. Rahmawati, J. C. Willcox, P. van der Pligt, and A. Worsley, “Nutrition information-seeking behaviour of Indonesian pregnant women,” *Midwifery*, vol. 100, p. 103040, 2021.

Karakteristik Pembentukan dan Pelepasan Gelembung Hidrogen melalui Proses Elektrolisis Air

¹ Made Sucipta

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
m.sucipta@unud.ac.id

²Deal Yacobson Sitepu, ³ I Nyoman Citta Diatmika, ⁴ Armeisia Daun rara, ⁵ Betty Florensia Sinaga,

⁶ Made Suarda, ⁷ Iskandar Ali Mubarak, ⁸ Rafil Arizona, ⁹ Deendarlianto

²Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
dealsitepu@gmail.com

³Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
nyomancitta12@gmail.com

⁴Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
daunrara5@gmail.com

⁵Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
bettysinaga1907@gmail.com

⁶Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
made.suarda@unud.ac.id

⁷Program Studi Teknik Mesin, Universitas Gadjah Mada
Denpasar, Indonesia
iskandar.ali.m@mail.ugm.ac.id

⁸Program Studi Teknik Mesin, Universitas Gadjah Mada
Denpasar, Indonesia
rafilarizona@eng.uir.ac.id

⁹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Gadjah Mada
Denpasar, Indonesia
deendarlianto@ugm.ac.id

Abstract— Elektrolisis air alkali (AWE) telah muncul sebagai salah satu teknologi yang paling menjanjikan dan banyak diadopsi untuk produksi hidrogen karena kesederhanaannya, skalabilitasnya, dan keberlanjutannya. Dalam beberapa tahun terakhir, telah ada minat baru dalam mengoptimalkan sistem AWE untuk meningkatkan efisiensi,

Kata Kunci— *electrolysis, hydrogen production, pelepasan bubble, energy*

I. PENDAHULUAN

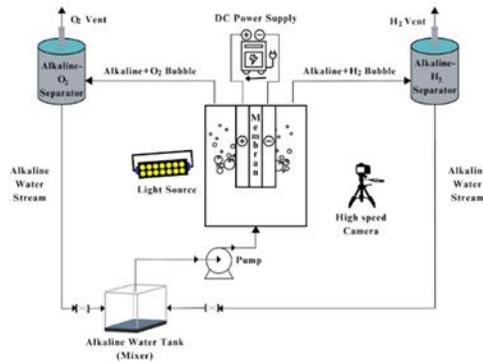
Sebagai salah satu persyaratan inheren terkait dalam mengurangi permasalahan emisi gas rumah kaca global, transisi energi telah menjadi tantangan besar selama 30 tahun ke depan. Di samping itu, meningkatnya permintaan energi global yang didorong oleh faktor-faktor sosial ekonomi, pertumbuhan demografi, meningkatnya urbanisasi, kemajuan industri, teknologi baru, dan meningkatnya pendapatan modal bersih (Minli, Wang, dan Vredenburg, 2021) [1]. Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengatasi permasalahan ini, dengan cara menggunakan energi terbarukan. Namun, ada beberapa kelemahan dalam menggunakan energi terbarukan salah satunya yaitu pembangkitan yang terputus-putus. Untuk mengatasi tantangan ini, energi hidrogen menjadi solusi dikarenakan sifatnya yang ringan, dapat disimpan, reaktif, serta memiliki kandungan energi tinggi per satuan massa dan dapat dengan mudah diproduksi dalam skala industri [2]. Hidrogen dianggap sebagai solusi utama sistem energi berkelanjutan di masa depan karena kepadatan energinya yang tinggi dan kemampuannya untuk menyimpan energi atau sebagai pembawa energi. Hidrogen memiliki kepadatan energi tertinggi (142 MJ/kg) di antara sumber energi lain seperti bensin (45,8 MJ/kg), metana (47,2 MJ/kg), atau baterai Lithium (0,9-2,49 MJ/kg). Seiring berlanjutnya peralihan global menuju energi terbarukan, hidrogen telah muncul sebagai pembawa energi penting yang menawarkan solusi yang bersih, efisien, dan terukur untuk mendekarbonisasi banyak industri seperti transportasi, pembangkit listrik, dan manufaktur berat [3]. Dalam produksi hidrogen mencakup beberapa metodologi produksi yang masing-masing memiliki kelebihan dan tantangan yang berbeda termasuk pada SMR (*Steam Methane Reforming*), gasifikasi batu bara, gasifikasi biomassa. Untuk dapat memproduksi hidrogen hijau dari sumber energi terbarukan dengan menggunakan reaksi katalitik dengan uap untuk mengekstraksi hidrogen dari gas alam, namun karena produksi karbon dioksida yang intensif memunculkan kekhawatiran terhadap keberlanjutan lingkungan. Gasifikasi menghadirkan keuntungan terhadap ketergantungan pada bahan bakar fosil dengan cara mengubah biomassa atau bahan karbon lain menjadi syngas, namun gasifikasi menyebabkan produksi tar yang berlebih. Proses elektrolisis air menjadi salah satu pilihannya. Di antara berbagai teknologi elektrolisis air, elektrolisis air alkali AWE (*Alkaline Water Electrolysis*) merupakan salah satu metode yang paling matang dan hemat biaya untuk produksi hidrogen skala besar. AWE menggunakan elektrolit alkali cair, seperti kalium hidroksida (KOH) atau natrium hidroksida (NaOH), dan katalis logam nonmulia, menjadikannya solusi yang layak secara komersial dengan penggunaan industri selama puluhan tahun. Sedangkan elektrolisis air hadir dengan memberikan keuntungan baik dari sisi lingkungan dan ekonomis [4-5].

Elektrolisis air adalah peristiwa penguraian senyawa air (H_2O) menjadi gas gas hidrogen (H_2) dan oksigen (O_2) dengan menggunakan arus listrik yang melalui air tersebut. Studi mengenai elektrolisis air telah dikenal lebih dari 200 tahun dan dicapai dengan menerapkan tegangan pada dua elektroda dalam air, yang memecah molekul air menjadi unsur-unsur penyusunnya, yaitu dua bagian hidrogen dan satu bagian oksigen. Hidrogen dapat disimpan sebagai bahan bakar hijau karena ketika direkombinasi dengan oksigen, ia menghasilkan energi dan air sebagai satu-satunya produk sampingan (Phillips dan Dunnill, 2016) [6]. Gas H_2 sangat potensial digunakan sebagai sumber energi karena sifatnya yang ramah lingkungan. Proses elektrolisis dalam mengurai senyawa air berlangsung lambat sehingga dibutuhkan katalis untuk mempercepat reaksi dan dapat menambah jumlah gas hidrogen yang di produksi [7]. Penggunaan katalisator elektrolit kuat seperti NaOH, KOH dan H_2SO_4 berfungsi mempermudah proses penguraian air menjadi hidrogen dan oksigen karena ion-ion katalisator mampu mempengaruhi kesetabilan molekul air menjadi ion H^+ dan OH^- yang lebih mudah di elektrolisis karena terjadi penurunan energi pengaktifan (Wahyono dan Sutanto, 2017) [8].

Pada penelitian ini telah dilakukan analisis eksperimen *Alkaline Water Electrolysis* dengan larutan yang digunakan yaitu Aquades dan KOH serta menggunakan aluminium dan stainless sebagai material untuk elektroda nya. Penelitian ini dilakukan untuk mengontrol ukuran dan posisi nukleasi gelembung hidrogen pada permukaan elektroda, serta menganalisis pengaruh dari variasi dan jarak elektroda, material, dan konsentrasi larutan terhadap pertumbuhan dan pelepasan gelembung hidrogen.

II. METODE DAN PROSEDUR

Gambar 1 menunjukkan instalasi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini. Komponen *electrolyzer* yang digunakan dalam penelitian ini terbuat dari akrilik dimana terdapat membran yang menjadi pembatas antara anoda dan katoda. *Electrolyzer* berfungsi sebagai tempat terjadinya pembentukan dan pelepasan bubble hidrogen dan oksigen. Komponen elektroda yang digunakan adalah plat aluminium dimana terdapat beberapa lubang dengan diameter 2 mm untuk mengatur ukuran bubble yang ingin diteliti. *Alkaline Water Electrolysis* (AWE) merupakan metode yang digunakan dalam elektrolisis air ini, dimana larutan Aquades dan KOH dicampur sehingga persentase larutan dapat divariasikan.



GAMBAR 1. DIAGRAM SKEMATIK INSTALASI PENELITIAN

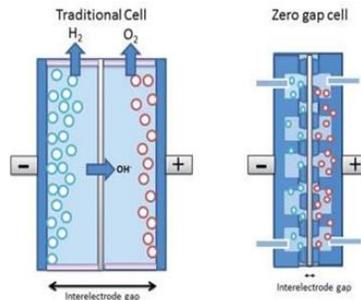
Dalam penelitian ini, *alkaline water tank* berfungsi sebagai tempat penyimpanan larutan yang telah dicampur. Larutan kemudian di pompa menggunakan pompa diafragma dan mengalir melalui selang menuju *electrolyzer*. *Power Supply* diaktifkan untuk mentransfer daya listrik anoda dan katoda pada elektroda yang dipisahkan oleh membran. Pembentukan dan pelepasan *bubble* oksigen dan hidrogen pada plat aluminium dan stainless kemudian diteliti menggunakan *high speed camera* dengan pencahayaan dari *light source* agar gambar hasil pengujian terlihat.

Dengan jelas. *Alkaline + Oxygen bubble* dan *Alkaline + Hydrogen bubble* kemudian mengalir menuju *oxygen separator* dan *hydrogen separator*. Di dalam separator, gas dan larutan akan terpisah dimana gas oksigen dan hidrogen akan keluar masing-masing ventilasi sedangkan larutan kembali mengalir menuju *alkaline water tank*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

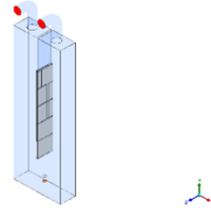
A. Modifikasi Fisik

Modifikasi posisi elektroda pada penelitian ini dapat dilakukan untuk mengurangi resistansi ohmik pada proses elektrolisis. Posisi elektroda pada proses elektrolisis konvensional seperti pada gambar di sebelah kiri, yaitu terdapat celah antara katoda dan anoda. Antara anoda dan katoda terdapat elektrolit dan diafragma, keduanya berperan dalam resistansi ohmik dapat dilihat pada gambar 2.



GAMBAR 2. ELEKTROLISIS DESAIN SEL CELAH NOL

Perlu diketahui bahwa resistansi ohmik akan menentukan seberapa besar tegangan (atau daya) yang dibutuhkan agar proses elektrolisis dapat berlangsung. Semakin besar resistansi ohmik, maka semakin besar pula tegangan listrik yang dibutuhkan dalam proses elektrolisis. Oleh karena itu, dilakukan modifikasi seperti sel celah nol untuk mengurangi rugi-rugi ohmik akibat elektrolit. Antara katoda dan anoda dipisahkan oleh diafragma untuk memisahkan pelat katoda dan anoda. Dengan demikian, resistansi ohmik yang terjadi hanya berasal dari resistansi diafragma. Pada gambar 2 ada dua perbedaan desain yaitu pengaturan standar dan pengaturan celah nol, ini menunjukkan prinsip perbedaan dalam desain, elektroda berpori ditekan pada kedua sisi pemisah gas untuk mengurangi celah antar elektroda, dan lapisan difusi gas konduktif menyediakan penghubung listrik dari elektroda ke pengumpul arus bipolar. skema yang menunjukkan pengurangan celah antar elektroda dengan menggunakan desain sel celah nol, hal ini secara signifikan mengurangi resistansi sel secara keseluruhan, sehingga meningkatkan kinerja terutama pada kepadatan arus yang tinggi.

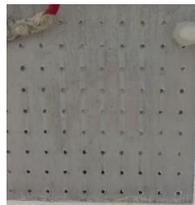


GAMBAR 3. DESAIN ALAT ELECTROLYSIS

Pada Gambar 3 dapat dilihat elektrolisis alkali celah nol menggunakan jala di kedua sisi pemisah gas mikropori. ini menunjukkan peningkatan besar dalam kepada arus terutama berpusat pada pengembangan membran perutukan anion alkali. Dalam elektrolisis alkali desain sel celah nol bekerja dengan mengompresi dua elektroda berpori di kedua sisi membran penghantar ion hidroksida atau pemisah gas, hal ini menghasilkan celah antaradua elektroda yang sama dengan ketebalan membran (<0,5 mm) dari pada (>2 mm) untuk pengaturan tradisional. Sehingga secara signifikan mengurangi kontribusi resistansi ohmik dari elektrolit antara dua elektroda. Lapisan difusi gas menyediakan sambungan listrik dari elektroda berpori ke pelat bipolar, sementara secara bersamaan memungkinkan umpan larutan elektrolit, dan pembuangan produk gas.

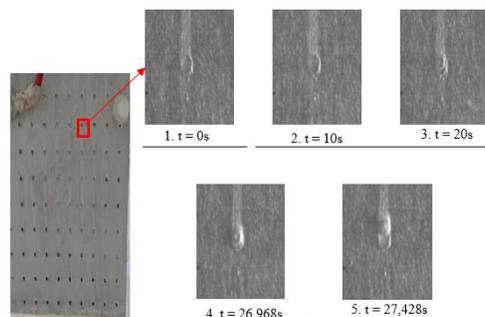
B. Karakteristik Pembentukan dan Pelepasan Gelembung

Gelembung hidrogen dihasilkan dari elektrolisis air di mana air yang berada di dekat katoda menjadi jenuh dengan hidrogen, sehingga pelepasan hidrogen dimulai dengan nukleasi gelembung pada permukaan elektroda di beberapa titik nukleasi. Gelembung kemudian tumbuh dan akhirnya terlepas dari permukaan elektroda karena gaya pelepasan menggantikan tegangan permukaan. Selama cairan di sekitarnya tetap jenuh, gelembung dapat terus bertambah bahkan setelah dikeluarkan dari permukaan katoda. Pembentukan gelembung udara berkontribusi signifikan terhadap potensi berlebih elektroda, dan rapat arus aktual jauh lebih tinggi daripada rapat arus permukaan atau rapat arus nominal.



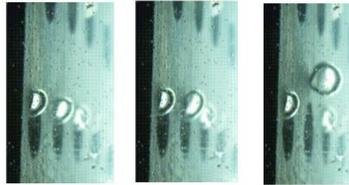
GAMBAR 4. ELEKTRODA PELAT BAJA

Pada penelitian ini kami menggunakan proses *alkaline water electrolysis* (AWE) dengan kerapatan arus 10 A/m^3 dan menggunakan elektroda dengan diameter lubang 2mm. Temuan penelitian ini juga menjelaskan bahwa pola lubang pada sel elektroda celah nol dapat memusatkan area aktif pemisahan air. Sehingga lokasi nukelasi gelembung dapat dikontrol



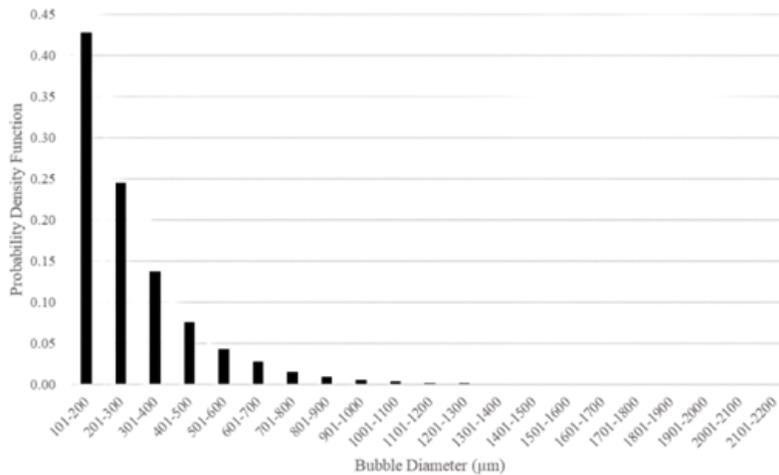
GAMBAR 5. PROSES PEMBENTUKAN DAN PELEPASAN GELEMBUNG HIDROGEN

Pembentukan gelembung dalam elektrolisis air merupakan proses yang banyak diamati pada elektroda penghasil gas dalam berbagai aplikasi praktis seperti pelapisan listrik, elektrowinning, produksi hidrogen. Elektrolisis air menghasilkan gelembung hidrogen dengan distribusi ukuran tergantung pada berbagai faktor. Air di dekat katoda menjadi jenuh dengan hidrogen dan karenanya pelepasan hidrogen pada elektroda memicu gelembung pada permukaan elektroda di beberapa lokasi nukleasi. Gelembung kemudian tumbuh dan akhirnya terlepas dari permukaan elektroda karena gaya pelepasan menggantikan gaya tegangan permukaan. Gelembung dapat terus tumbuh bahkan setelah lepas dari permukaan katoda selama cairan di sekitarnya tetap jenuh. Pembentukan gelembung berkontribusi secara signifikan terhadap kelebihan potensial elektroda dan kerapatan arus aktual jauh lebih tinggi dari kerapatan arus superficial atau nominal. Dapat dilihat pada gambar 5 dimana terjadinya proses dimana gelembung mulai mengalami pembentukan di dalam lubang dengan waktu-waktu tertentu, pada proses yang pertama belum ada terbentuknya gelembung hidrogen dan ketika memasuki waktu 10 detik kemudian kita dapat melihat ada nya bubble yang mulai tumbuh tetapi dengan ukuran yang sangat kecil.



GAMBAR 6. PELEPASAN BUBBLE

Pada gambar 6 dapat kita lihat pertumbuhan gelembung dalam aliran gelembung individual pada permukaan elektroda, kita dapat melihat kembali distribusi ukuran gelembung. Jelas dari hasil yang disajikan di gambar tersebut, bahwa ukuran gelembung ditentukan dari proses seperti nukleasinya dan diikuti oleh pertumbuhan yang dikendalikan oleh difusi. Faktanya, faktor terakhir memainkan peran yang sangat penting dalam penentuan ukuran di dekat permukaan elektroda. Ukuran gelembung berubah tidak hanya di permukaan tetapi juga setelah terlepas. Saat gelembung terlepas dari permukaan elektroda, gelembung bergerak melalui lapisan jenuh di sekitar elektroda. Saat gelembung bergerak naik melalui lapisan air jenuh hidrogen ini, ukurannya perlahan semakin bertambah.



GAMBAR 7. DISTRIBUSI UKURAN BUBBLE

Gelembung yang lebih kecil memiliki kecepatan yang lebih rendah dan gelembung yang lebih besar memiliki kecepatan yang lebih tinggi. Jadi, pada dasarnya gelembung yang lebih kecil tumbuh lebih banyak di dekat elektroda karena laju pertumbuhannya yang lebih tinggi dan juga menghabiskan lebih banyak waktu di dekat elektroda karena

bergerak lebih lambat sedangkan gelembung yang lebih besar memiliki kecepatan yang lebih tinggi disebabkan oleh peningkatan gaya apung oleh karena itu, kita dapat memperkirakan bahwa gelembung dalam rentang diameter akan mencapai ukuran yang sangat dekat dalam wilayah tertentu dari permukaan elektroda.

Pada gambar 7 dapat kita lihat menyajikan variasi distribusi ukuran gelembung seiring waktu, pada gambar diatas dapat kita lihat semakin besar arus yang diberikan menunjukkan bahwa semakin banyak situs nukleasi yang menghasilkan aliran gelembung untuk memulai dari secara bertahap meningkat seiring berjalannya waktu. dengan kemajuan dalam perubahan populasi gelembung. Gambar diatas menunjukkan variasi urutan peningkatan diameter gelembung pada permukaan elektroda, Bahkan untuk arus tertentu laju pertumbuhan gelembung lebih cepat dari diameter awal yang lebih kecil. Hal ini merupakan ciri khas pertumbuhan gelembung yang menempel akibat difusi yang sudah dikenal luas. Dapat dicatat bahwa terdapat populasi yang berkurang pada ukuran gelembung yang lebih kecil juga dapat disebabkan oleh nukleasi gelembung yang sangat kecil atau penggabungannya dengan gelembung lain yang lebih besar.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berkaitan dengan produksi gas hidrogen menggunakan metode *Alkaline Water Electrolysis* (AWE). Gas hidrogen merupakan sumber energi baru terbarukan (EBT). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik pembentukan dan pelepasan gelembung hidrogen pada material elektroda yang diteliti serta menganalisis karakteristik pembentukan dan pelepasan gelembung hidrogen pada penambahan surfaktan dan pada variasi daya listrik yang diberikan pada elektrolit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi gas hidrogen dengan konsentrasi tertinggi diperoleh pada elektrolisis aquades + KOH dengan konsentrasi 10% serta material yang digunakan untuk melihat produksi dan pembentukan gelembung hidrogen lebih efisien diperoleh pada material Stainless steel dicampur dengan *Titanium Nitrida* (TIN).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Udayana atas pendanaan hibah penelitian/Riset Merdeka Belajar sesuai dengan kontrak Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Penelitian B/266.40/UN14.4.A/PT.01.03/2024. Ucapan terima kasih juga kepada Kelompok Bidang Keahlian Energi, Departemen Teknik Mesin dan Industri, Universitas Gadjah Mada karena sudah memfasilitasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yu, Minli, Ke Wang, and Harrie Vredenburg. 2021. "Insights into Low-Carbon Hydrogen Production Methods: Green, Blue and Aqua Hydrogen." *International Journal of Hydrogen Energy* 46 (41): 21261–73.
- [2] Sebbahi, Seddiq, Abdelmajid Assila, Amine Alaoui Belghiti, Said Laasri, Savaş Kaya, El Kebir Hlil, Samir Rachidi, and Abdelwahed Hajjaji. 2024. "A Comprehensive Review of Recent Advances in Alkaline Water Electrolysis for Hydrogen Production." *International Journal of Hydrogen Energy* 82:583–99.
- [3] Norman, E A, V M Maestre, A Ortiz, and I Ortiz. 2024. "Steam Electrolysis for Green Hydrogen Generation. State of the Art and Research Perspective." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 202:114725.
- [4] Yufi Faisalma, Yudith Nida Nura Lele, Sri Watini. 2024. "Jejak Pembelajaran : Jurnal Pengembangan Pendidikan." *Pengembangan Pendidikan* 8 (1): 120–30.
- [5] Dash, Snehasish, Arjun Singh K, Jose S, Vincent Herald Wilson D, Elangovan D, Subbarama Kousik Surapraraju, and Sendhil Kumar Natarajan. 2024. "Advances in Green Hydrogen Production through Alkaline Water Electrolysis: A Comprehensive Review." *International Journal of Hydrogen Energy* 83:614–29.
- [6] Dash, Snehasish, Arjun Singh K, Jose S, Vincent Herald Wilson D, Elangovan D, Subbarama Kousik Surapraraju, and Sendhil Kumar Natarajan. 2024. "Advances in Green Hydrogen Production through Alkaline Water Electrolysis: A Comprehensive Review." *International Journal of Hydrogen Energy* 83:614–29.
- [7] Robert Philips and Charles W. Dunnill. 2016 "Zero Gap Alkaline Electrolysis Cell Designs for Renewable Energy Storage as Hydrogen Gas: A Comprehensive Review." *International Journal of Hydrogen Energy* 100643-100651

[8] Yoyon Wahyono, Heri susanto, Eko Hidayanto “Produksi gas hydrogen menggunakan metode elektrolisis dari elektrolit air dan air laut dengan penambahan katalis NaOH” 353-359



The Correlation Between the Duration of Protease Inhibitor Therapy and Insulin Resistance and Triglyceride Levels in People with HIV/AIDS

¹Anak Agung Ayu Yuli Gayatri

¹*Tropical and Infectious Diseases Division, Internal Medicine Department, Faculty of Medicine, Udayana University*
Denpasar, Indonesia
yuli_gayatri@unud.ac.id

²Gede Kambayana, ³I Nyoman Agus Subagiartha, ⁴Rionaldo Anthonius De Quelyoe Junior

²*Rheumatology Division, Internal Medicine Department, Faculty of Medicine, Udayana University*
Denpasar, Indonesia
Gede_kambayana@yahoo.com

³*Internal Medicine Department, Faculty of Medicine, Udayana University*
Denpasar, Indonesia
agus.subagiartha@yahoo.com

⁴*Internal Medicine Department, Faculty of Medicine, Udayana University*
Denpasar, Indonesia
rionaldoanthonius@gmail.com

Abstract— The Human Immunodeficiency Virus (HIV) disease is a contagious disease and continues to be a global health issue. The widespread use of highly active retroviral therapy (HAART) led to a dramatic decrease in complications. However, on the other hand, the use of antiretroviral (ARV) drugs has raised concerns regarding metabolic disorders. Research on the effects of Protease Inhibitors (PIs), which are a type of HAART, on metabolic abnormalities is still very limited and controversial. Therefore, it is hoped that this study can be used as a reference in the management of HIV. An observational study with a cross-sectional design was conducted at the VCT outpatient clinic of Ngoerah General Hospital from March to July 2024. The study sample consisted of 70 HIV patients receiving protease inhibitor type ARV therapy. The statistical analysis used was the chi-square and logistic regression. The characteristics of the study subjects had the highest average age ranging from 40 - 44 years as many as 37 people (52.3%). The longest duration of use of antiretroviral drugs divided in the 6-12 months and more than 12 months. There was a significant correlation between the duration of ARV treatment with insulin resistance and increase in triglycerides level. There is a significant correlation between the duration of ARV treatment with insulin resistance and increase level of triglycerides. The longer duration of use of Protease Inhibitor, the further it will increase the insulin resistance and triglycerides level.

Key Words— Insulin Resistance, Protease Inhibitors, Triglyceride, HIV

I. INTRODUCTION

The Human Immunodeficiency Virus (HIV) is a contagious disease whose progression remains a global health issue. According to data from the 2022 global HIV epidemic report by the United Nations Programme on HIV and AIDS (UNAIDS), there are 39 million people worldwide living with HIV, with 1.3 million new infections reported in 2022. The widespread use of highly active retroviral therapy (HAART) in the mid-1990s led to a

dramatic decrease in complications due to immunodeficiency for individuals with HIV infection, including mortality, thereby increasing life expectancy [1]. However, on the other hand, the use of antiretrovirals (ARVs) can create new problems. One type of ARV commonly used is the Protease Inhibitor (PI). PI drugs work by reducing the amount of virus in the body by blocking the enzymes that the virus uses to replicate, and they are often used as second-line treatment for patients who fail or are resistant to first-line therapy [2].

Based on the literature, the use of ARV drugs is associated with the occurrence of metabolic disorders. Some metabolic abnormalities commonly observed in patients include lipodystrophy, dyslipidemia, and insulin resistance. Regarding insulin resistance, several studies have shown that the use of protease inhibitors (PIs), including ritonavir, can acutely inhibit the activity of GLUT-4 (glucose transporter-4), leading to peripheral insulin resistance in both HIV-negative patients and HIV-positive patients with lipodystrophy [3,4].

Research on the effects of protease inhibitor (PI) administration on metabolic abnormalities is still very limited and controversial. Therefore, it is hoped that this study will provide results regarding the relationship between protease inhibitor therapy and insulin resistance and triglyceride levels in people with HIV/AIDS, which may serve as a reference for better HIV management.

II. METHOD AND PROCEDURE

A. Study Setting

An observational study with a cross-sectional design was conducted at the VCT outpatient clinic of Ngoerah General Hospital from March to July 2024. The study sample consisted of 70 HIV patients receiving protease inhibitor type ARV therapy.

B. Variables

Variables in the study are determined based on inclusion and exclusion criteria. Inclusion criteria for the study include patients diagnosed with HIV, patients who have received ARV therapy with a regimen that includes ritonavir/lopinavir, and individuals aged ≥ 18 years. Exclusion criteria for the study include patients with diabetes mellitus, patients with malignancies, pregnant patients, patients with chronic kidney disease, patients with autoimmune diseases, patients with chronic liver disease, patients in critical condition, and patients who refuse to participate.

C. Hypothesis and Analysis

We hypothesized There is a relationship between the duration of protease inhibitor administration and insulin resistance and increased triglyceride levels in patients with HIV.

We will first report separately all independent variables between the 2 groups. Hypothesis testing via chi square analysis will then be performed on nominal independent variables while logistic regression will be performed on numerical independent variables gathered to the dependent variables. Significant variables will then be further opted for multivariate logistic regression to find the impact and significance of each individual variables to critical clinical symptoms and mortality. All analysis were performed using IBM SPSS Statistics 25.

III. RESULT AND DISCUSSION

This study included a total of 70 subjects admitted to VCT clinic Ngoerah General Hospital between March to July 2024. Subjects ranged from 25 to 62 years old, with a mean (\pm SD) of 42.33 (\pm 9.33) years old. Male patients predominate females, constituting 52.9% patients admitted. Our patients are almost equally divided between using PI during 6 – 12 month and more than 12 months. A complete profile of total subjects analyzed is shown on Table 1.

TABLE 1. PROFILE OF SUBJECTS ANALYZED (N = 70)

Characteristic Respondents	Mean	n (%)
Age (Mean)	42,33 \pm 9,3	
Sex		
• Male		37 (52,9)
• Female		33 (47,1)
Body Mass Index (BMI) (kg/m ²)	23,94 \pm 1,57	
Triglyceride (mg/dL)	229,47 \pm 54,9	
HOMA IR	2.20 \pm 0.2	
• Insulin Resistance		57 (81,4)
• Not Insulin Resistance		13 (18,6)

TABLE 2. CORRELATION DURATION OF PROTEASE INHIBITOR THERAPY AND INSULIN RESISTANCE ANALYZED

Variable	Insulin Resistance n(%)		P
	Yes	No	
Duration of Treatment			
> 12 Months	35 (100)	0 (0)	<0,001
6 – 12 Months	22 (62,1)	13 (37,9)	

Based on Table 2, subjects with ARV treatment duration of > 12 months experienced insulin resistance at 100%, while subjects with ARV treatment duration of 6-12 months experienced insulin resistance at 62.1%. Thus, it can be concluded that subjects with a treatment duration of > 12 months have a higher percentage of insulin resistance compared to those with a treatment duration of 6-12 months. Based on the chi-square test, it was found that there is a significant relationship between ARV treatment duration and insulin resistance ($p < 0.001$).

TABLE 3. CORRELATION DURATION OF PROTEASE INHIBITOR THERAPY AND INCREASE OF TRIGLYCERIDE LEVEL ANALYZED

Variable	Triglyceride n(%)		P
	High	Normal	
Duration of Treatment			
> 12 Months	35 (100)	0 (0)	<0,001
6 – 12 Months	31 (88,5)	4 (11,5)	

Based on Table 3, subjects with ARV treatment duration of > 12 months experienced an increase in triglyceride levels at 100%, while subjects with ARV treatment duration of 6-12 months experienced an increase in triglyceride levels at 88.5%. Thus, it can be concluded that subjects with a treatment duration of > 12 months have a higher percentage of triglyceride level increase compared to those with a treatment duration of 6-12 months. Based on the chi-square test, it was found that there is a significant relationship between ARV treatment duration and the increase in triglyceride levels ($p < 0.001$).

The characteristics of the study subjects based on gender in this study showed that there were more males than females. The results of this study are consistent with research conducted by Mulyati et al in 2017, which reported that males (67%) are more likely to suffer from HIV compared to females (33%), with an overall average age of 37.1 ± 10.7 years [5].

The average HOMA-IR value for the study subjects is 2.2. A total of 57 subjects (81.4%) in this study experienced insulin resistance. The prevalence in this study is slightly higher compared to previous research conducted by Guillen et al. in 2018, which reported an insulin resistance prevalence of 34%, twice as high as that in a population of patients without HIV with a HOMA-IR value of $\geq 2.1.6$. In line with this, Salazar et al. in 2019 reported that a HOMA-IR value > 2 is associated with insulin resistance [7].

The average triglyceride value for the study subjects is 229. A total of 66 subjects (94.2%) in this study experienced an increase in triglyceride levels. Insulin resistance is a compensatory mechanism in most patients that can trigger clinically significant hyperglycemia in patients predisposed to diabetes mellitus (DM). Hypertriglyceridemia is one of the contributing factors to DM [8]. In line with this, Gearch et al. in 2018 reported that a triglyceride level < 150 mg/dL is considered optimal [9].

Several studies indicate a relationship between the use of protease inhibitors (PIs) and the occurrence of lipodystrophy, dyslipidemia, and insulin resistance. At physiological concentrations, there are also varying levels of metabolic effects of PIs. Darrajal et al. reported that among HIV patients receiving PI therapy, 22% experienced insulin resistance after 48 weeks of PI administration, with effects beginning to appear in the fourth week and increasing to 25% at 96 weeks [10]. Carr et al stated that patients receiving PI-based ARV therapy who experience body fat redistribution have high levels of triglycerides, cholesterol, insulin, and C-peptide. Insulin resistance is a compensatory mechanism in most patients that can trigger clinically significant hyperglycemia in patients predisposed to diabetes mellitus [11].

IV. CONCLUSION

In conclusion, A significant relationship was found between the duration of PI use and insulin resistance, as well as increased triglyceride levels, with a p-value of <0.001.

ACKNOWLEDGMENTS

The researchers would like to thank LPPM Udayana University through the PUPS 2024 grant funds, VCT Ngoerah General Hospital and Laboratory Faculty of Medicine, Udayana University for their help and support.

REFERENCES

- [1]. World Health Organization. (2022). Data on the size of the HIV/AIDS epidemic. <https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/topic-details/GHO/data-on-the-size-of-the-hiv-aids-epidemic?lang=en>
- [2]. Gilroy SA. HIV infection and AIDS. (2021). <https://emedicine.medscape.com/article/211316-overview#showall>.
- [3]. Overton E, *et al.* (2016). Metabolic Complication and Glucose Metabolism in HIV Infection. Springer Link.V13.
- [4]. Francisco K., Pole B., Tchiva S., Ngwiri T., Nduati R., Mungai L., *et al.* (2020). Insulin Resistance and Glucose Intolerance in HIV Infected Children on Antiretroviral Therapy at Lubango Pediatric Hospital - Angola. *Int. J. Virol. AIDS* 7, 071. 10.23937/2469-567X/1510071.
- [5]. Mulyati, M., Subagio,H.,W., dan Udji, M.,A. 2017. Hubungan Lama Pemberian Terapi Anti Retroviral Dengan Komposisi Tubuh Pada Pasien HIV. *Journal of Nutrition and Health*. 5(2):129-37.
- [6]. Guillen, M., A. Mejia, F.A., Villena, J., Turin, C.G., Carcamo, C.P., Ticse, R. 2018. Insulin resistance by homeostasis model assessment in HIV-infected patients on highly active antiretroviral therapy: Cross-sectional study, *Diabetology and Metabolic Syndrome*. 7(49):1-6.
- [7]. Salazar, J. Bermúdez, V., Calvo, M., Olivar L.C., Luzardo E., Navarro, C. *et al.* 2019. Optimal cutoff for the evaluation of insulin resistance through triglyceride-glucose index: A cross-sectional study in a Venezuelan population. *F1000Research*. 6(1337);1-15.
- [8]. Gutch, M. Kumar, S., Razi, S.M., Gupta, K.K., Guptaet, A. 2019. Assessment of insulin sensitivity/resistance. *Indian journal of endocrinology and metabolism*. 19(1):160-4.
- [9]. Gierach, M., Gierach, J., Junik, R. 2014. Insulin resistance and thyroid disorders. *Endokrynologia Polska*. 65(1):70-6.
- [10]. Dirajlal-Fargo, S., Moser, C., Brown, T.T, Kelesidis, T., Dube, M.P., Stein, J.H. *et al.* 2016 Changes in Insulin Resistance After Initiation of Raltegravir or Protease Inhibitors With Tenofovir-Emtricitabine: AIDS Clinical Trials Group A5260s. *Open Forum Infectious Disease*. 3(3):ofw174.
- [11]. Fiseha, T., and Belete., A.,G. 2019. Diabetes mellitus and its associated factors among human immunodeficiency virus infected patients on antiretroviral therapy in Northeast Ethiopia. *BMC Res Notes*. 12:372.

Perbandingan Fiksasi Metode Perendaman Dan Penyemprotan Alkohol 96% Terhadap Morfologi Sel Preparat Pap Smear Yang Diwarnai Papanicolaou

¹Sang Ayu Putu Yuliantini, S.Si.,M.Biomed

¹Fakultas Kedokteran Universitas Udayana

yuliantini@unud.ac.id

²I Gede Wiranatha, S.Si.,M.Si

²Fakultas Kedokteran Universitas Udayana

wiranatha@unud.ac.id

Abstract— Pap smear merupakan pemeriksaan yang dilakukan untuk mendeteksi kanker serviks uteri. Pemeriksaan Pap smear menggunakan bahan swab yang harus difiksasi sebelum pewarnaan Papanicolaou. Fiksasi memegang peranan penting untuk menghasilkan preparat yang baik dan adekuat. Saat ini fiksasi standar untuk Pap smear adalah dengan perendaman preparat menggunakan alkohol 96%. Banyak upaya yang dilakukan untuk memperoleh metode fiksasi yang lebih praktis atau sederhana, tetapi tetap mempertahankan kualitas preparat Pap smear. Penelitian ini bertujuan membandingkan fiksasi metode perendaman dan penyemprotan alkohol 96% terhadap morfologi sel preparat pap smear yang diwarnai papanicolaou. Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium yaitu yang membandingkan proses preanalitik fiksasi preparat apusan Pap smear metode penyemprotan dengan perendaman. Sampel ini diperoleh dari 49 orang pasien wanita, masing masing pasien diambil 2 preparat Pap smear, kemudian 1 preparat difiksasi dengan alkohol 96% metode penyemprotan dan 1 preparat yang lain difiksasi dengan alkohol 96% metode perendaman, lalu dilakukan pewarnaan Papanicolaou. Data hasil pemeriksaan sampel diuji dengan uji statistic program SPSS.

Kata Kunci— Pap smear, fiksasi Alkohol 96%, Papanicolaou, penyemprotan, perendaman.

I. PENDAHULUAN

Pap smear merupakan pemeriksaan yang dilakukan untuk mendeteksi kanker rahim. Deteksi dini dengan Pap smear yang diperkenalkan pertama kali oleh seorang ahli Patologi bernama Dr. George N. Papanicolaou (1832-1962) dapat menurunkan angka kesakitan dan kematian akibat kanker serviks. Teknik fiksasi juga sangat mempengaruhi kualitas dari preparat Pap smear (Fatmasari, 2017).

Fiksasi memegang peranan penting untuk menghasilkan hasil yang adekuat. Tanpa fiksasi yang tepat, sel akan lisis dan tidak bisa terbaca. Untuk membuat suatu sediaan yang baik, sel dan jaringan yang akan diamati diharapkan sangat mirip dengan kondisi ketika sel masih hidup. Mekanisme kerja dari fiksasi pada dasarnya adalah mengawetkan bentuk sel dan organel sehingga mendekati bentuk ketika masih di tubuh (Khristian & Inderati, 2017).

Fiksasi ideal yang disarankan untuk apusan serviks vagina adalah alkohol 96 %. Keterlambatan fiksasi atau cara fiksasi yang tidak tepat dapat menyebabkan munculnya/adanya artefak yang dapat mengganggu proses pemeriksaan mikroskopis. Fiksasi yang tepat merupakan langkah kunci dalam persiapan apusan serviks, karena memastikan bahwa sel dapat terwarnai dengan baik dan terlihat jelas untuk analisis mikroskopis langsung atau untuk evaluasi ulang di masa mendatang (Wiastini *et al.*, 2019).

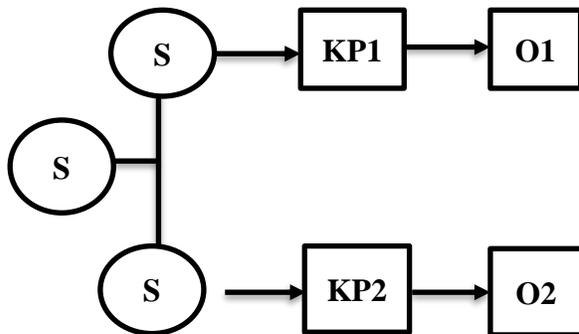
Secara umum metode fiksasi standar untuk preparat apusan/Pap smear yang dilakukan di laboratorium adalah dengan fiksasi basah menggunakan metode perendaman objek glass yang berisi apusan serviks dengan alkohol 96% selama minimal 30 menit (Ajileye *et al.*, 2021). Beberapa penulis menyatakan bahwa dalam situasi khusus untuk mempermudah dan mempercepat proses fiksasi dapat digunakan cara atau alternatif lain yang lebih efektif dan efisien. Alternatifnya adalah menggunakan salah satu semprotan fiksatif yang berbasis alkohol 96%. Metode fiksatif ini dilakukan dengan cara menyemprotkan cairan fiksasi tersebut ke permukaan objek glass yang sudah berisi apusan serviks berjarak 10-15 cm dari obyek glass tersebut sebanyak 2-4 kali semprot (Lestari, 2017).

Selain metode fiksasi, tahapan yang penting dalam pembuatan preparat sitologi adalah *staining*. *Staining* merupakan proses pewarnaan sel/jaringan, dimana kualitas pewarnaan juga dipengaruhi oleh metode fiksasi. Pewarnaan bertujuan untuk memudahkan pengamatan menggunakan mikroskop dan membedakan bagian-bagian jaringan yang akan diamati seperti sel, sitoplasma dan lain-lain. Pewarnaan rutin yang dipakai untuk preparat Pap smear di laboratorium adalah pewarnaan Papanicolaou. Dalam penelitian ini pewarnaan yang akan digunakan adalah *Hematoxylin*, *Orange G-6* (OG) dan *Eosin Azur-50* (EA-50). Pada tahap pewarnaan digunakan waktu yang berbeda-beda antara satu proses dengan proses lainnya (Naqsyabandi, 2022).

II. METODOLOGI DAN PROSEDUR

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium yaitu sebuah penelitian yang membandingkan proses preanalitik metode fiksasi preparat apusan Pap smear antara fiksasi penyemprotan alkohol 96% dibandingkan dengan fiksasi metode standar yang digunakan di laboratorium yaitu dengan perendaman alkohol 96%. Disini yang dibandingkan adalah kualitas morfologi sel hasil pewarnaan Papanicolaou terhadap preparat Pap smear dari ke 2 metode fiksasi tersebut.

Bagan rancangan penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Keterangan:

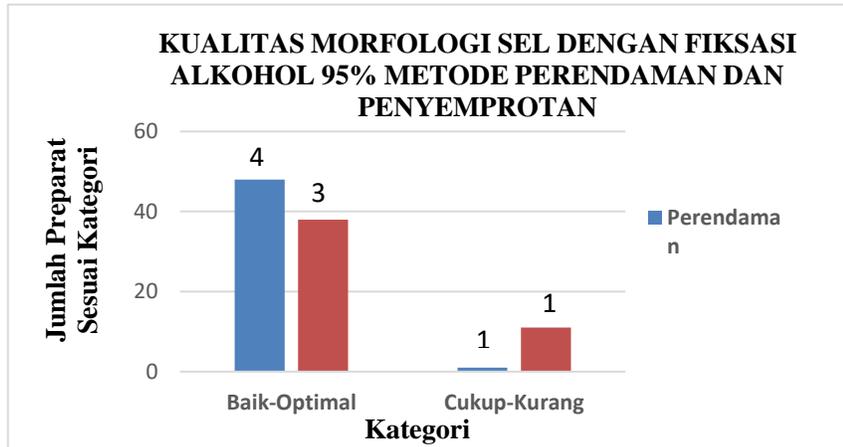
- S = Sampel preparat apusan serviks uteri
- SI = Sampel preparat apusan serviks uteri kelompok I
- SII = Sampel preparat apusan serviks uteri kelompok II
- KP1 = Kelompok fiksasi alkohol 96% metode penyemprotan
- KP2 = Kelompok fiksasi alkohol 96% metode perendaman
- O1 = Kualitas morfologi sel
- O2 = Kualitas morfologi sel
- O1 = Kualitas Morfologi Sel
- O2 = Kualitas Morfologi Sel

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif meliputi rerata (mean), minimum dan maksimum pada variabel umur. Umur termuda pasien yang ikut Pap smear adalah 23,0 tahun dan pasien tertua adalah 74,0 tahun dengan rerata $45,27 \pm 10,42$ tahun.

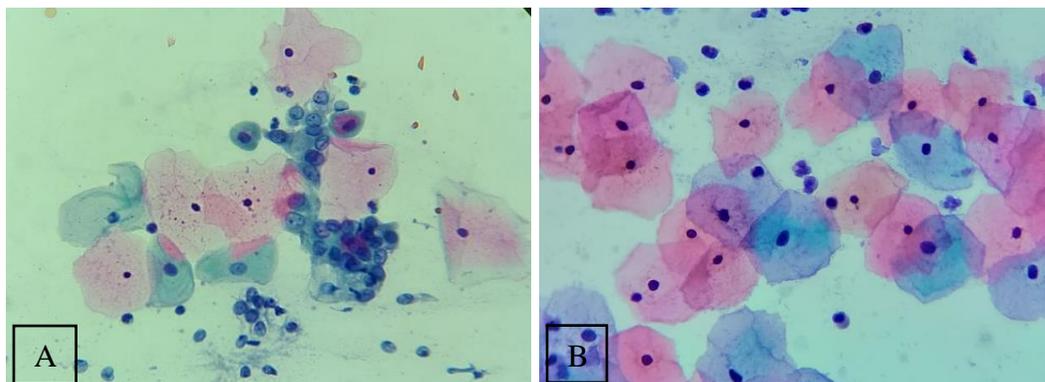
Pada penelitian ini, kualitas hasil mikroskopis morfologi sel yang diklasifikasikan menjadi 4 kategori awal yaitu optimal, baik, cukup dan kurang. Kemudian dikelompokkan lagi menjadi 2 kategori yaitu baik-optimal dan cukup-kurang, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.1 sebagai berikut:



Gambar 3.1 Perbandingan Kualitas Morfologi Sel Dengan Fiksasi Alkohol 95% Antara Metode Penyemprotan Dibandingkan Dengan Metode Perendaman Pada Preparat Pap Smear Yang Diwarnai Papanicolaou.

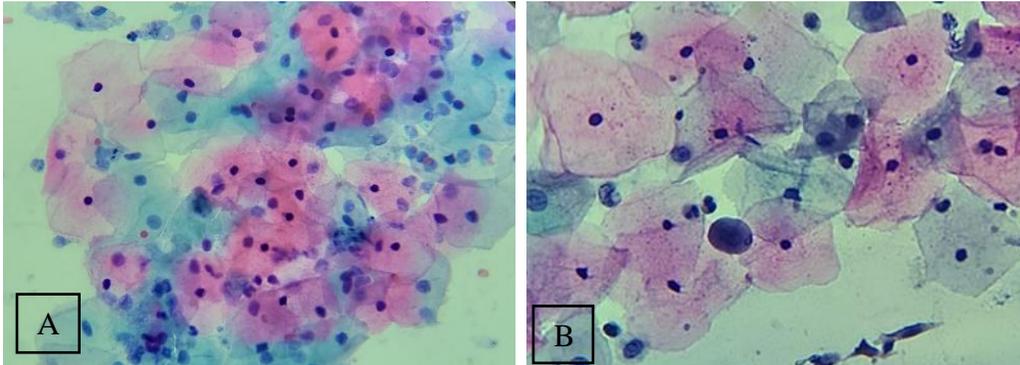
Dari gambar diagram diatas dapat dilihat hasil mikroskopis kualitas morfologi sel dengan fiksasi alkohol 95% metode perendaman preparat Pap smear yang diwarnai Papanicolaou pada kelompok kategori baik-optimal menunjukkan proporsi yang lebih besar yaitu sebanyak 48 preparat dibandingkan dengan kualitas hasil mikroskopis dengan fiksasi alkohol 95% metode penyemprotan yaitu sebanyak 38 preparat. Pada kualitas hasil mikroskopis morfologi sel dengan fiksasi alkohol 95% metode perendaman preparat Pap smear yang diwarnai Papanicolaou pada kelompok kategori cukup-kurang hanya ditemukan 1 preparat, sedangkan pada metode penyemprotan kategori cukup-kurang ditemukan 11 preparat.

Preparat diklasifikasikan kategori optimal, karena menunjukkan detail sitoplasma jelas, seperti *cyanofilia*, *orangefilia*, *eosinophilia*, kontur membran dan granulasi sitoplasma (*keratohyalin*, *nucleoprotein*) serta granulasi nukleus (kromatin, kontur membran *nukleus*) tampak jelas, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.2.



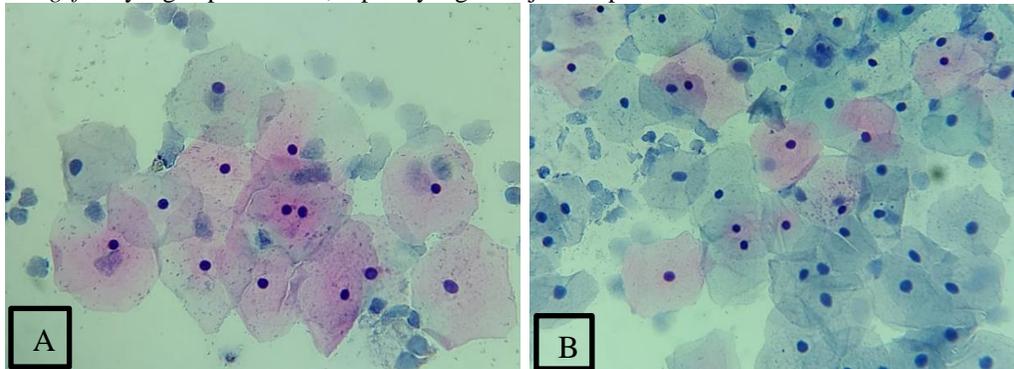
Gambar 3.2 Hasil Mikroskopis Preparat Pap Smear Kategori Optimal. A. Kualitas hasil mikroskopis preparat Pap smear dengan kategori optimal fiksasi metode perendaman (Papanicolaou, 400x). B. Kualitas hasil mikroskopis preparat Pap smear dengan kategori optimal fiksasi metode penyemprotan (Papanicolaou, 400x).

Preparat yang diklasifikasikan kategori baik, karena ditemukan kromatin tampak buram rendah dan kejernihan *sianofilia*, *eosinofilia* dan *orangefilia* (kepadatan lebih rendah) dan kesulitan dalam memvisualisasikan butiran sitoplasma (*keratohyalin*, *nucleoprotein*), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3.



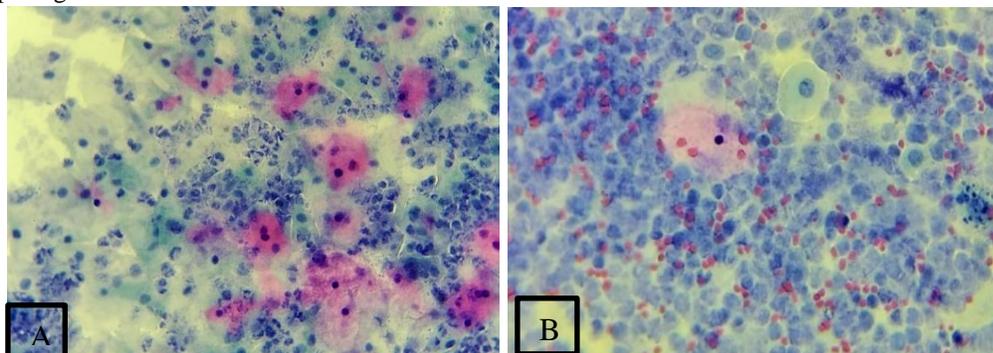
Gambar 3.3 Hasil Mikroskopis Preparat Pap Smear Kategori Baik. A. Kualitas hasil mikroskopis preparat Pap smear dengan kategori baik fiksasi metode perendaman (Papanicolaou, 400x). B. Kualitas hasil mikroskopis preparat Pap smear dengan kategori baik metode penyemprotan (Papanicolaou, 400x).

Preparat yang diklasifikasikan kategori cukup, karena tidak terdapat detail butiran sitoplasma (*keratohyalin*, *nucleoprotein*), kromatin buram, tidak adanya definisi kontur membran *nukleus* dan hampir tidak ada *cyanofilia* atau *orangefilia* yang dapat diamati, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Hasil Mikroskopis Preparat Pap Smear Kategori Cukup. A. Kualitas hasil mikroskopis preparat Pap smear dengan kategori cukup fiksasi metode perendaman (Papanicolaou, 400x). B. Kualitas hasil mikroskopis preparat Pap smear dengan kategori cukup fiksasi metode penyemprotan (Papanicolaou, 400x).

Preparat yang diklasifikasikan kategori kurang, karena terdapat urangnya diferensiasi *nukleus* dan sitoplasma dengan hilangnya intensitas kejernihan sitoplasma *cyanofilik*, serta adanya kromatin yang sangat buram, tanpa definisi kontur membran dan tidak adanya kejelasan dalam pewarnaan inti neutrofil dan butiran sitoplasma, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Hasil Mikroskopis Preparat Pap Smear Kategori Kurang. A. Kualitas hasil mikroskopis preparat Pap smear dengan kategori kurang fiksasi metode perendaman (Papanicolaou, 400x). B. Kualitas hasil mikroskopis preparat Pap smear dengan kategori kurang fiksasi metode penyemprotan (Papanicolaou, 400x).

3.2 Perbandingan Kualitas Morfologi Sel Dengan Fiksasi Alkohol 95% Antara Metode Penyemprotan Dibandingkan Dengan Metode Perendaman Pada Preparat Pap Smear Yang Diwarnai Papanicolaou

Analisis kualitas morfologi sel diuji berdasarkan proporsi kualitas morfologi sel antara metode penyemprotan dan perendaman. Hasil analisis kemaknaan dengan uji *McNemar* disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1
Perbedaan Kualitas Morfologi Sel Dengan Fiksasi Alkohol 95% Antara Metode Penyemprotan Dibandingkan Dengan Metode Perendaman Pada Preparat Pap Smear Yang Diwarnai Papanicolaou

	Kualitas Morfologi Sel	Metode Perendaman		Jumlah	P*
		Baik-Optimal n (%)	Cukup-Kurang n (%)		
Metode Penyemprotan	Baik-Optimal	38 (77,6)	0 (0,0)	38 (77,6%)	0,002
	Cukup-Kurang	10 (20,4)	1 (2,0)	11(22,4%)	

Ket: Uji *McNemar*

Tabel 3.1 di atas, dengan analisis kemaknaan menggunakan uji *McNemar* menunjukkan bahwa nilai $p = 0,002$. Hal ini berarti bahwa proporsi kualitas morfologi sel dengan fiksasi alkohol 95% antara metode penyemprotan dengan metode perendaman berbeda secara bermakna ($p < 0,05$). Proporsi kualitas morfologi sel dengan katagori baik-optimal pada metode penyemprotan adalah 77,6% (38 dari 49 preparat), sedangkan proporsi kualitas morfologi sel katagori baik-optimal pada metode perendaman adalah 98,0% (48 dari 49 preparat). Proporsi kualitas morfologi sel katagori baik-optimal dengan metode perendaman 20,4% (10 preparat) lebih tinggi dibandingkan metode penyemprotan. Dari 48 sampel katagori baik-optimal pada kelompok fiksasi alkohol 95% metode perendaman, terdapat 10 preparat pada kelompok fiksasi 95% penyemprotan menunjukkan kualitas cukup-kurang. Hal ini bisa disebabkan karena apusan preparat terlalu tebal dan kurang merata, sehingga sel tidak terfiksasi dengan bagus. Terdapat 1 sampel menunjukkan katagori yang cukup-kurang pada metode perendaman, ini disebabkan karena pada apusan preparat tersebut terlalu banyak mengandung darah, sehingga dapat mengaburkan jenis sel pada Pap smear.

IV. KESIMPULAN

4.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa:

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan bermakna antara kualitas morfologi sel dengan fiksasi alkohol 95% metode penyemprotan dibandingkan dengan metode perendaman pada preparat pap smear yang diwarnai Papanicolaou.

4.1 Saran

Berdasarkan evaluasi pada kasus yang menunjukkan hasil cukup-kurang pada fiksasi alkohol 95% metode penyemprotan dengan apusan yang tebal atau pun kurang merata, metode lain yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan penyemprotan yang berulang pada sediaan Pap smear tersebut. Sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mempertahankan kualitas preparat Pap smear metode penyemprotan yang digunakan dalam mempertahankan hasil yang baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP2M) Universitas Udayana atas hibah dana penelitian unggulan program studi (PUPS) sehingga penelitian dapat dilakukan dan sebagai salah satu luaran dikutsertakan dalam Simposium Nasional Riset dan Abdimas Inovatif Berkelanjutan Tahun 2024 Senastek XI dan Senasdimas III, 29-30 November 2024 di The Patra Bali Resort & Villa Kuta, Badung.

DAFTAR PUSTAKA

Ajileye, A.B., Ajani, E.O. & Esan, E.O. 2021. Conventional Pap Smears for Identification of Infectious Organisms (*Trichomonas vaginalis* , *Gardnerella vaginalis* and *Candida albicans*) among Patients Attending University College Hospital , Ibadan . , 31(4): 9–19.

Arbyn, M., Weiderpass, E., Bruni, L., de Sanjosé, S., Saraiya, M., Ferlay, J. & Bray, F. 2020. Estimates of incidence and mortality of cervical cancer in 2018: a worldwide analysis. *The Lancet Global Health*, 8(2): e191–e203.

Chantziantoniou, N., Donnelly, A.D., Mukherjee, M., Boon, M.E. & Austin, R.M. 2017. Inception and development of the papanicolaou stain method. *Acta Cytologica*, 61(4–5): 266–280.

Cibas, E.S. & Ducatman, B.S. 2021. *Cytology Diagnostic Principles and Clinical Correlates*. Fifth Edit.

Damailia, H.T. & Oktavia, T.R. 2015. Faktor-Faktor Determinan Deteksi Dini Kanker Serviks Melalui Metode Pap Smear Pada Pasangan Usia Subur (Pus). *Gaster | Jurnal Ilmu Kesehatan*, 12(2): 99–107.

Fatmasari, A.R. 2017. Pap Smear Berbasis Kombinasi Fitur the Cervical Cancer Classification Through Feature Combination Based Pap Smear Images Andi Rezky Fatmasari Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin. *the Cervical Cancer Classification Through Feature Combination Based Pap Smear Images*.

Jeklin, A. 2016. *Gambaran Pengetahuan, Sikap dan Tindakan Ibu Tentang Pentingnya Pap Smear Sebagai Deteksi Dini Kanker Serviks*.

Kamal, M. 2022. Pap Smear Collection and Preparation: Key Points. *Cytojournal*.

Khristian, E. & Inderati, D. 2017. *Sitohistoteknologi*. Pusat Pend. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

Lestari, D.Y. 2017. Perbandingan Penggunaan Fiksasi Hair Spray Dengan Fiksasi Rutin Pada Pap Smear Dengan Metode Bethesda. *Saintika Medika*, 11(2): 68.

Mastutik, G., Alia, R., Rahniayu, A., Kurniasari, N., Rahaju, A.S. & Mustokoweni, S. 2015. Skrining Kanker Serviks dengan Pemeriksaan Pap Smear di Puskesmas Tanah Kali Keding Surabaya dan Rumah Sakit Mawadah Mojokerto. *Majalah Obstetri & Ginekologi*, 23(2): 54.

Naqsyabandi S. 2022. Gambaran Variasi Waktu Pewarnaan Papanicolaou pada Preparat Sitologi Mukosa Mulut Perokok. *Jurnal Medika Husada*, 2(1): 19–24. <https://jurnal.aakpekalongan.ac.id/index.php/jumeha/article/view/10/20>.

Nayar, R. & Wilbur, D.C. 2015. *The Bethesda System for Reporting Cervical Cytology*. Third Edit. R. Nayar & D. C. Wilbur, eds. Heidelberg New York Dordrecht London.

Nkwabong, E., Laure Bessi Badjan, I. & Sando, Z. 2019. Pap smear accuracy for the

Quintana, S.B.S., Carvalho, F.L., Silva, G.R.F., Campos, M.B.T., Maia, M.C.S., Araújo Júnior, M.L.C. & Quintana, M.S.B. 2019. Comparative evaluation of the quality of Papanicolaou staining at different intervals of fixation times using 96% ethyl alcohol. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*. <http://www.gnresearch.org/doi/10.5935/1676-2444.20190006>.

Sari, I., Bastian & Realita, T.E. 2021. Analisa Metode Fiksasi Kering Menggunakan Giemsa Dan Fiksasi Basah

Menggunakan Papanculaou Pada Pemeriksaan Pap Smear. *Masker Media*, 9(2): 447.

Tarsy, I.K. 2018. Perbandingan Gambaran Mikroskopis Cairan Efusi Pleusa Tanpa Fiksasi Alkohol 70% dan Menggunakan Alkohol 70% dengan Variasi Waktu. *Mahasiswa Sarjana Keperawatan Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur*: 1–15. <http://repository.unimus.ac.id/2035/8/18>. MANUSKRIP.pdf.

Wiastrini, N.P.A.O., Putra, I.K.G.D. & Wibawa, K.S. 2019. Klasifikasi Sel Nukleus Pap Smear Menggunakan Metode Backpropagation Neural Network. *Jurnal Ilmiah Merpati (Menara Penelitian Akademika Teknologi Informasi)*, 7(3): 224.

Pengembangan Katalis Platina didukung Vulcan XC-72 dengan Variasi Massa Pada Proton Exchange Membrane Fuel Cell

¹Made Sucipta

²Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
m.sucipta@unud.ac.id

²I Made Joni, ³Luh Ary Putri Manik, ⁴Komang Gede Darmayasa, ⁵B. Gde Edy Triana Adi Jaya, ⁶Ilham Fauzi, ⁷Made Suarda, ⁸Ketut Astawa

²Program Studi Fisika, Universitas Padjadjaran
Sumedang, Indonesia
imadejoni@phys.unpad.ac.id

³Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
4ryputrimanik@gmail.com

⁴Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
Mangdarma06@gmail.com

⁵Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
Edytriana10@gmail.com

⁶Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
ilhamg2216@gmail.com

⁷Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
made.suarda@unud.ac.id

⁸Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
toetas@unud.ac.id

Abstract— Penipisan sumber energi dan isu lingkungan merupakan dua permasalahan utama yang dihadapi dalam penggunaan energi berbasis bahan bakar fosil. Oleh karena itu, transisi menuju energi hijau, seperti hidrogen, menjadi fokus utama saat ini. Hidrogen dapat dikonversi menjadi listrik menggunakan teknologi Proton Exchange Membrane Fuel Cell (PEMFC), dengan air sebagai limbahnya. Penelitian ini berfokus pada peningkatan performa PEMFC menggunakan katalis Pt/Vulcan XC-72. Katalis Pt/Vulcan XC-72 dengan variasi perbandingan massa Pt dan Vulcan XC-72 pada Sampel 1 40wt. %:60wt. %; Sampel 2 30wt. %:60wt. %; dan Sampel 3 20wt. %:80wt. %. Dimana katalis Pt/VC disintesis menggunakan metode reduksi impregnasi. Berdasarkan pengujian *cyclic voltametry* (CV) Sampel 1 menunjukkan hasil terbaik dengan puncak oksidasi 1,5mA dan puncak reduksi -250mA sedangkan Sampel 2 menghasilkan puncak oksidasi 1mA dan puncak reduksi -250mA dan Sampel 3 menghasilkan puncak reduksi 1mA,

tetapi tidak menghasilkan puncak oksidasi. Hal ini menunjukkan bahwa Sampel 1 berpotensi menghasilkan PEMFC dengan performa yang baik.

Kata Kunci—Energi, Hidrogen, Katalis, MEA, PEMFC

I. PENDAHULUAN

Permintaan akan energi terus meningkat seiring waktu, tetapi saat ini sebagian besar energi masih bersumber dari energi fosil yang tidak terbarukan. Penipisan sumber energi dan isu lingkungan merupakan dua permasalahan besar yang akan dihadapi jika terus bergantung pada energi fosil [1]. Maka dari itu, upaya transisi energi menuju energi ramah lingkungan gencar dilakukan. Salah satu energi ramah lingkungan yang dianggap mampu menggantikan energi fosil adalah hidrogen[2].

Hidrogen dapat dikonversi menjadi listrik menggunakan *fuel cell* melalui reaksi elektrokimia [3]. Jenis *fuel cell* yang saat ini banyak dikembangkan adalah *proton exchange membrane fuel cell* (PEMFC) [4]. PEMFC tersusun atas beberapa komponen yang diintegrasikan menjadi *membrane electrode assembly* (MEA) sebagai jantungnya. MEA tersusun atas tiga komponen utama, yaitu *gas diffusion layer* (GDL), *catalyst layer* (CL), dan *proton exchange membrane* (PEM) [5]. Ketiga komponen ini selanjutnya akan membentuk zona *three phase boundaries* (TPB) [6]. Hidrogen akan dialirkan melalui GDL menuju CL. Didalam CL hidrogen akan mengalami *hydrogen oxidation reaction* (HOR) di anode yang selanjutnya dipecah menjadi ion hidrogen positif (H^+) dan elektron (e^-). Elektron akan dialirkan melalui *external circuit* dan H^+ akan dialirkan melalui PEM untuk selanjutnya bergabung dengan oksigen yang mengalami rekasi *oxygen reduction reaction* (ORR) di katode. Dalam proses ini CL memegang peranan yang sangat penting, karena di dalam CL inilah rekasi elektrokimia terjadi [7].

Sejauh ini, katalis dengan platina yang didukung karbon (Pt/C) menunjukan hasil terbaik dalam elektrokatalis anode maupun katode (youngkwa). Namun, penggunaan Pt menyebabkan biaya produksi yang tinggi [5]. Hal ini dapat diatasi dengan mengoptimalkan kadar atau kandungan Pt pada katalis [8]. Oleh sebab itu, pada penelitian ini dilakukan variasi massa yang digunakan untuk mengetahui perbandingan massa Pt dan karbon pendukung yang optimal. Sehingga dapat meningkatkan kinerja PEMFC.

II. METODE DAN PROSEDUR

Penelitian ini dilakukan sintesis katalis Pt/Vulcan XC-72 menggunakan metode impregnasi. H_2PtCl_6 digunakan sebagai perkusor platina, yaitu $H_2PtCl_6 \cdot H_2O$ dan bubuk karbon Vulcan XC-72 dengan variasi massa sesuai pada Table 1. Campuran ini kemudian dilarutkan dengan isopropanol alkohol (IPA) dan diaduk selama 40 menit. Setelah 2 jam, pH dari campuran disesuaikan menjadi 8-10 dan suhunya dinaikan menjadi $80^\circ C$. Kemudian, Larutan reduktan N_2H_4 ditambahkan tetes demi tetes dan diaduk selama 2 jam. Kemudian campuran didinginkan sampai suhu kamar, lalu disaring dan dicuci dengan air deionisasi. Terakhir, Campuran dikeringkan pada suhu $100^\circ C$ selama 8 jam [9].

TABEL 1. VARIASI MASSA KATALIS

Sampel	Variasi Massa	
	Massa Pt (wt%)	Massa Vulcan XC-72 (wt%)
1	40	60
2	30	70
3	20	80

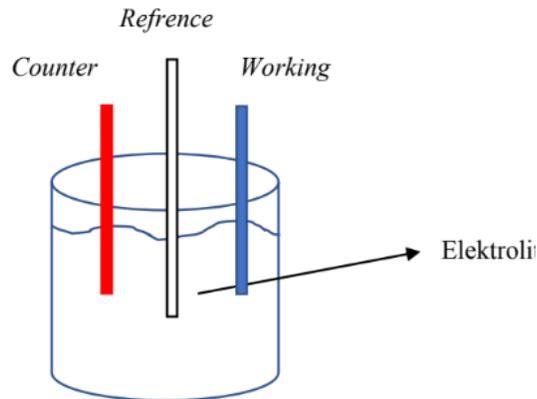
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, kinerja Pt/Vulcan XC-72 diketahui melalui pengujian *cyclic voltammetry* (CV) dengan melihat tegangan dan arus yang dihasilkan. CV menjadi teknik yang populer untuk mempelajari reaksi kimia meliputi katalis. CV merupakan teknik elektrokimia melalui pengukuran arus yang berkembang sebagai respon dari elektroda kerja. Teknik ini dilakukan dengan cara memutar potensi elektroda dan mengukur arus yang dihasilkan. Arus yang dihasilkan kemudian diukur dan data yang dihasilkan berupa grafik voltammogram. Selain itu, teknik ini juga dapat digunakan untuk mendapatkan informasi kualitatif tentang proses elektrokimia seperti keberadaan suatu zat dalam reaksi oksidasi-reduksi, serta stabilitas dan reaksi transfer elektron. Teknik ini banyak digunakan dalam berbagai

bidang termasuk dalam proses elektrokimia, karakterisasi bahan seperti uji tegangan dalam rakitan elektroda membrane [10].

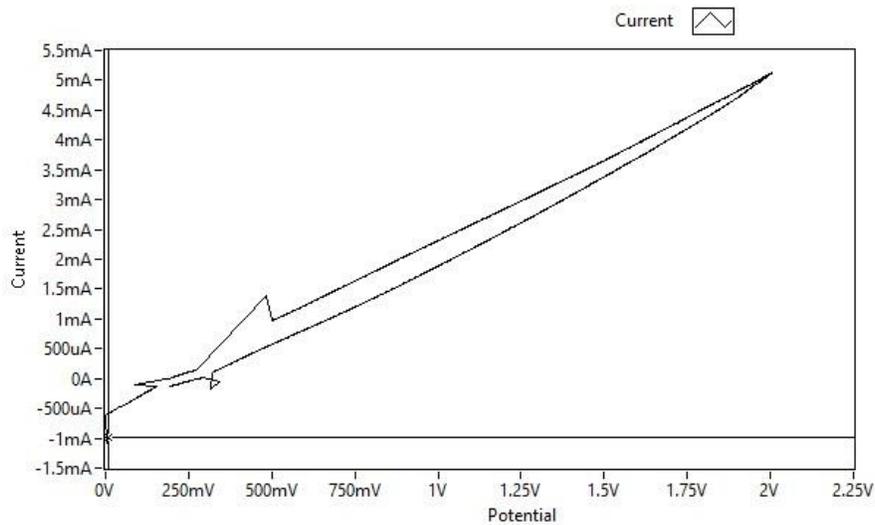
Cyclic voltammetry (CV)

Pengujian ini menggunakan alat uji BST8-STAT yang dihubungkan ke komputer untuk mendapatkan hasil uji berupa gambar dan excel. Pengujian ini memerlukan 0,1gram powder dari hasil sintesis katalis yang kemudian dicampur menggunakan etanol. Semua pengukuran elektrokimia dilakukan dalam tiga pengaturan yang dilengkapi dengan AgCl sebagai *reference electrode*, sembar karbon sebagai *counter electrode*, dan sampel Pt/Vulcan XC-72 sebagai *working electrode*. Skema pengujian CV ditunjukkan pada Gambar 1.

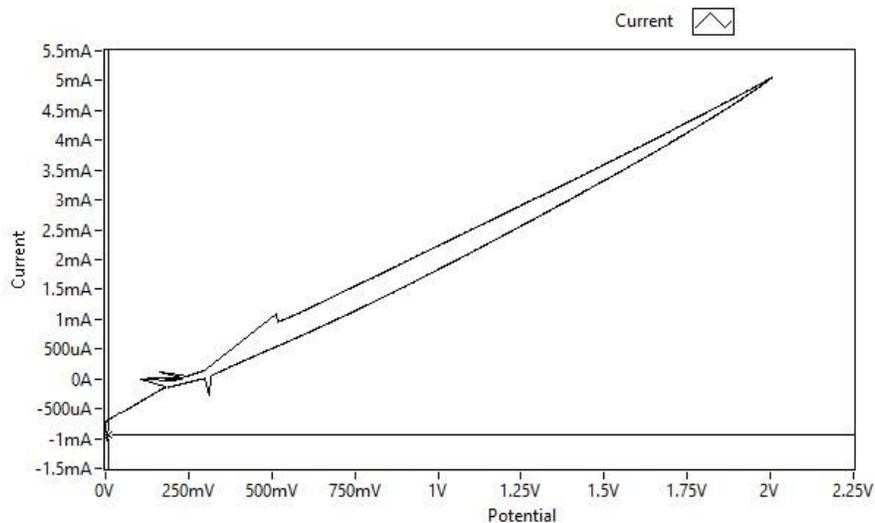


GAMBAR 1. SKEMA PENGUJIAN CV

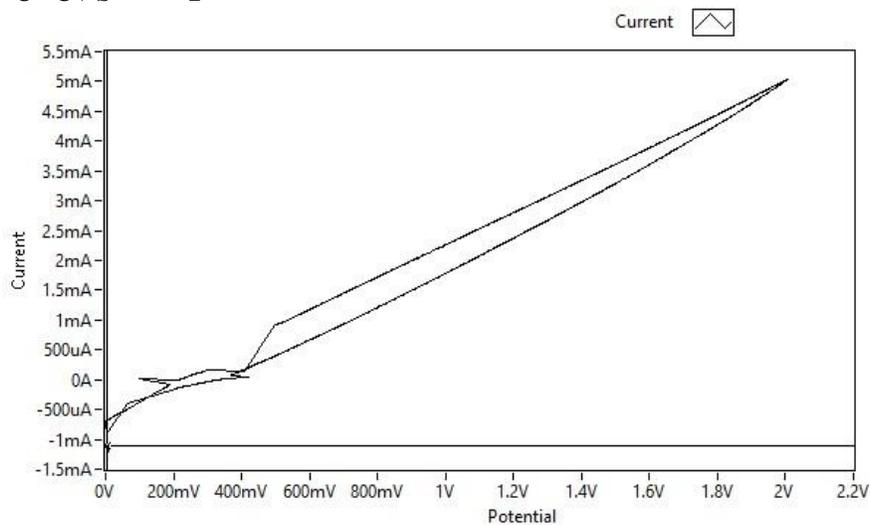
Semua elektode terhubung ke komputer dan *labview* untuk pengambilan data. Untuk kesetimbangan permukaan pada uji ini dilakukan laju pemindaian yang bervariasi seperti 0,05; 0,1; dan 0,15 V/s. Pada uji ini, *scan rate* memainkan peran penting dalam menentukan karakteristik elektrokimia dari katalis dan berpengaruh terhadap kecepatan reaksi. Hasil pengujian ini berupa grafik voltammogram dapat dilihat pada Gambar 2,3, dan 4.



GAMBAR 2. HASIL UJI CV SAMPEL 1



GAMBAR 3. HASIL UJI CV SAMPEL 2



GAMBAR 4. HASIL UJI CV SAMPEL 3

Dari hasil gambar CV ketiga sampel diatas, dapat dilihat pada Sampel 1 potensial redoks terjadi pada puncak oksidasi 1.5mA dan puncak reduksi -250mA. Pada Sampel 2 potensial redok terjadi dengan puncak oksidasi sedikit lebih rendah dibandingkan sampel sebelumnya, yaitu 1mA dan puncak reduksi -250Ma. Serta pada Sampel 3 puncak oksidasi terjadi pada 1mA sedangkan puncak reduksi tidak terlihat dengan jelas. Hal ini mungkin disebabkan oleh elektroda yang kurang stabil untuk menghantarkan tegangan-arus listrik yang dihasilkan. Selain itum hal ini juga dapat disebabkan oleh kontaminasi pada elektrolit yang digunakan. Dari ketiga sampel tersebut Sampel 1 menunjukkan hasil terbaik dengan potensi redoks terbesar.

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa semakin banyak kandungan Pt yang digunakan, semakin besar potensi redok yang dihasilkan. Sampel 1 menunjukkan hasil terbaik dengan puncak oksidasi 1,5mA Dan puncak reduksi -250mA. Pada Sampel 2 menunjukkan hasil lebih rendah dibandingkan sampel 1, yaitu puncak puncak oksidasi 1mA dan puncak reduksi -250Ma. Sedangkan pada Samel 3 menunjukan hasil terburuk dimana hanya terjadi puncak oksidasi yaitu 1mA dan tidak terjadi puncak reduksi. Hal ini dapat terjadi akaibat elektrodanya yang kurang stabil untuk menghantarkan tegangan-arus listrik yang dihasilkan dan bisa disebabkan oleh elektrolitnya yang terkontaminasi, Dari ketiga sampel tersebut Sampel 1 menunjukkan hasil terbaik dengan potensi redoks terbesar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kegiatan penelitian ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Udayana. Penulis juga ingin mengucapkan terimakasih kepada Laboratorium Teknologi Nano, Finder U-CoE, Universitas Padjadjaran, Bandung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Nugraha *et al.*, “TIM PENYUSUN Hery Haerudin-VP Pertamina Energy Institute.”
- [2] F. Rahim Malik, H. B. Yuan, J. C. Moran, and N. Tippayawong, “Overview of hydrogen production technologies for fuel cell utilization,” Jul. 01, 2023, *Elsevier B.V.* doi: 10.1016/j.jestch.2023.101452.
- [3] M. A. Abdelkareem, K. Elsaid, T. Wilberforce, M. Kamil, E. T. Sayed, and A. Olabi, “Environmental aspects of fuel cells: A review,” *Science of the Total Environment*, vol. 752, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.141803.
- [4] M. M. Mohideen, Y. Liu, and S. Ramakrishna, “Recent progress of carbon dots and carbon nanotubes applied in oxygen reduction reaction of fuel cell for transportation,” Jan. 01, 2020, *Elsevier Ltd.* doi: 10.1016/j.apenergy.2019.114027.
- [5] E. H. Majlan, D. Rohendi, W. R. W. Daud, T. Husaini, and M. A. Haque, “Electrode for proton exchange membrane fuel cells: A review,” Jun. 01, 2018, *Elsevier Ltd.* doi: 10.1016/j.rser.2018.03.007.
- [6] M. Xie *et al.*, “Preparation, performance and challenges of catalyst layer for proton exchange membrane fuel cell,” *Membranes (Basel)*, vol. 11, no. 11, Nov. 2021, doi: 10.3390/membranes11110879.
- [7] D. Akinyele, E. Olabode, and A. Amole, “Review of fuel cell technologies and applications for sustainable microgrid systems,” Sep. 01, 2020, *MDPI Multidisciplinary Digital Publishing Institute.* doi: 10.3390/inventions5030042.
- [8] B. H. Lim *et al.*, “Comparison of catalyst-coated membranes and catalyst-coated substrate for PEMFC membrane electrode assembly: A review,” May 01, 2021, *Materials China.* doi: 10.1016/j.cjche.2020.07.044.
- [9] A. Kiadó and B. Vol, “PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF Pt/C CATALYSTS FOR PEMFC CATHODE: EFFECT OF DIFFERENT REDUCTION METHODS,” Kluwer Academic Publishers, 2004.
- [10] N. Elgrishi, K. J. Rountree, B. D. McCarthy, E. S. Rountree, T. T. Eisenhart, and J. L. Dempsey, “A Practical Beginner’s Guide to Cyclic Voltammetry,” *J Chem Educ.*, vol. 95, no. 2, pp. 197–206, Feb. 2018, doi: 10.1021/acs.jchemed.7b00361.

Kajian Numerik Penyelesaian Persamaan Van der Pol Dengan Metode Beda Hingga

¹ P.V. Swastika

¹Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana
Bali, Indonesia
veriswastika@unud.ac.id

² I.D.A.P.P. Tentriajaya, ³ L.E. Theodora, ⁴ L.B. Kumaro, ⁵ N.P.D. Agustina, ⁶ H.S. Siden, ⁷ M.O.G. Sibannang, ⁸ P.S.A. Yanti, ⁹ R.F. Rochim, ¹⁰ I.K.G. Sukarsa, ¹¹ K. Dharmawan,

²³⁴⁵⁶⁷⁸⁹¹⁰¹¹Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana
Bali, Indonesia
veri4putu@gmail.com

Abstract— Persamaan Van der Pol merupakan persamaan penting yang penggunaan praktisnya mencakup beberapa disiplin ilmu mulai dari matematika, fisika, teknik dan komputasi. Persamaan ini memuat suku nonlinear yang menjadi tantangan tersendiri bagi para peneliti untuk menentukan formulasi solusi eksaknya yang sampai saat ini masih menjadi masalah penelitian tersendiri. Untuk itu pada artikel ini, skema numerik digunakan untuk menentukan solusi hampiran. Skema yang dikaji adalah metode Euler Eksplisit dan Runge-Kutta orde 2. Konstruksi kedua metode menghasilkan skema yang eksplisit sehingga mudah diimplementasikan, cepat dan tidak rumit. Berdasarkan hasil simulasi, dengan parameter tertentu dan pada rentang keberlakuan yang diberikan, kedua metode dapat menangkap fenomena osilasi pada solusi yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan performa kedua metode secara baik.

Kata Kunci— Euler Eksplisit, Runge-Kutta, Van der Pol.

I. PENDAHULUAN

Pada proses osilasi dan dinamika sistem, diperlukan model matematis yang dapat menangkap perilaku non-linear, fenomena periodik, dan kestabilan model. Salah satu model yang dapat digunakan adalah Persamaan Van der Pol. Persamaan ini memiliki banyak relevansi salah satunya aplikasi praktis di berbagai bidang disiplin ilmu, yakni; matematika, fisika, teknik, komputasi dan sebagainya. Persamaan Van der Pol merupakan salah satu model yang dapat menangkap perilaku nonlinier yang tidak dapat ditangkap oleh model linier sederhana. Pada mulanya, persamaan ini dikembangkan untuk menganalisis osilator elektronik yang memiliki karakteristik nonlinier [5]. Penelitian yang dilakukan oleh Balthazar Van Der Pol pada 1920 yang mengganti sirkuit listrik RLC resistor pasif dengan elemen aktif yang dibentuk dari tabung tertutup triode (Semikonduktor) membawa Balthazar pada suatu rumusan yang dikenal sebagai Persamaan Van der Pol, yaitu :

$$u'' + u = \mu (1 - u^2) u' \quad (1)$$

Persamaan Van der Pol menggambarkan interaksi antara arus listrik dan resistansi dalam rangkaian, di mana kuat arus listrik dan waktu direpresentasikan sebagai variabel dinamik $u(t)$ dan variabel bebas t secara berturut-turut. Karakteristik persamaan ini antara lain memiliki komponen non-linear yang membuat perilaku osilasi menjadi lebih kompleks dibandingkan dengan osilator harmonik sederhana [4]. Ketika $\mu = 0$, persamaan ini menjadi linear dan memiliki solusi harmonik. Selain itu, persamaan Van der Pol memiliki kemampuan untuk menghasilkan solusi periodik yang stabil, dikenal sebagai *limit cycle* [5]. Pada konteks ini, sistem akan berosilasi secara stabil di sekitar orbit tertentu terlepas dari kondisi awalnya. Analisis perilaku dinamik dari persamaan ini sering dilakukan dengan menggunakan metode numerik seperti runge kutta atau metode analitik seperti metode skala ganda untuk memahami solusi periodik dan kestabilan sistem. Ketika memecahkan solusi dari persamaan diferensial orde dua atau dalam

bentuk yang lebih kompleks, tidak semua dapat menggunakan metode analitik. Aproksimasi numerik diperlukan untuk menentukan solusi secara hampiran.

Penelitian yang dilakukan oleh [1] mengkaji penggunaan metode polynomial dan metode Runge Kutta untuk menyelesaikan persamaan differensial dengan orde turunan tingkat tinggi. Hasil yang didapat kedua metode memiliki performa bagus dalam mencari solusi hampiran. Selain itu, terdapat juga penelitian yang dilakukan oleh [2] yang menyelidiki penggunaan metode Euler Implisit dan Crank-Nicholson untuk penyelesaian kasus harga opsi. Performa metode Crank-Nicholson diketahui lebih baik dari Euler Implisit pada kasus opsi. Namun penggunaan metode Crank-Nicholson memiliki kesulitan sendiri karena melibatkan penyelesaian berupa matriks. Pada artikel ini, penulis tertarik untuk menentukan hampiran solusi persamaan Van der Pol (1) dengan mengkaji penggunaan beberapa metode numerik sekaligus yakni metode Euler Eksplisit dan Runge Kutta orde 2.

II. METODE DAN PROSEDUR

Sesuai dengan uraian latar belakang, pada bab ini dijelaskan metode numerik Euler Eksplisit dan Runge Kutta orde dua untuk menentukan solusi hampiran dari persamaan Van der Pol.

2.1. Diskritisasi Persamaan Van Der Pol

Pertama-tama, persamaan (1) dengan parameter damping $\mu = 6$ dan nilai awal $u(0) = 1$ dan $u'(0) = 0$ didiskritisasi pada domain komputasi waktu $t \in [0,40]$. Penyelesaian persamaan (1) bisa ditentukan dengan cara transformasi atau mengubah persamaan orde dua pada (1) menjadi sistem persamaan differensial orde satu sebagai berikut.

Misalkan $v = u'$, maka persamaan (1) dapat dituliskan menjadi sistem persamaan diferensial biasa

$$u' = v \quad (2)$$

$$v' = 6(1 - u^2)v - u \quad (3)$$

dengan nilai awal hasil transformasi $u(0) = 1$ dan $v(0) = 0$. Untuk selanjutnya persamaan (2)-(3) akan digunakan untuk menentukan hampiran dari solusi persamaan (1).

2.1. Metode Euler Eksplisit

Tinjau sistem persamaan (2) dan (3), dengan melakukan diskritisasi beda maju

$$u' = \frac{du}{dt} \approx \frac{u_{i+1} - u_i}{\Delta t}$$

$$v' = \frac{dv}{dt} \approx \frac{v_{i+1} - v_i}{\Delta t}$$

maka persamaan (2) dan (3) dapat dibentuk sebagai berikut

$$u_{i+1} = u_i + \Delta t v_i \quad (4)$$

$$v_{i+1} = \Delta t (6(1 - (u_i)^2)v_i - u_i) + v_i \quad (5)$$

dengan $\Delta t = t_{i+1} - t_i = h$ dimana h atau Δt adalah panjang langkah waktu. Persamaan (4) dan (5) merupakan skema Euler Eksplisit yang bermakna bahwa nilai variabel pada langkah selanjutnya dapat di tentukan dengan nilai pada langkah sebelumnya.

2.3. Metode Runge-Kutta orde 2

Pada persamaan (4) dan (5) telah dikonstruksi skema numerik Euler Eksplisit. Berikutnya, pada subbab ini dikonstruksi metode Runge-Kutta orde 2 atau RK2. Metode Runge-Kutta pertama kali diperkenalkan oleh Carl Runge (1856-1927) bersama rekannya Martin Kutta (1867-1944). Pada metode Runge-Kutta Orde 2, metode ini menggunakan dua titik evaluasi fungsi, yaitu k_1 dan k_2 dalam interval kecil untuk menghitung solusi, sehingga dapat menghasilkan tingkat akurasi yang lebih tinggi dibanding metode Euler. Metode ini juga sering disebut sebagai metode trapesium, karena melakukan pendekatan menggunakan dua titik.

Pada metode RK2 ini, dihitung beberapa nilai perantara (disebut k -value) agar solusi hampiran dapat mendekati solusi persamaan Van der Pol (1) dengan lebih baik. Tinjau persamaan (2) dan (3) dan misalkan ruas kanan nya sebagai fungsi secara umum

$$u' := f_1(u_i, v_i)$$

$$v' := f_2(u_i, v_i)$$

Nilai k_1 dihitung berdasarkan nilai fungsi awal dari $f(u_i, v_i)$, yakni

$$k_{1u} = \Delta t f_1(u_i, v_i) \quad (6)$$

$$k_{1v} = \Delta t f_2(u_i, v_i) \quad (7)$$

sementara itu, nilai k_2 dihitung sebagai berikut:

$$k_{2u} = \Delta t f_1(u_i + \Delta t, v_i + k_{1v}) \quad (8)$$

$$k_{2v} = \Delta t f_2(u_i + \Delta t, v_i + k_{1v}) \quad (9)$$

sehingga skema Runge-Kutta orde 2 dapat dituliskan

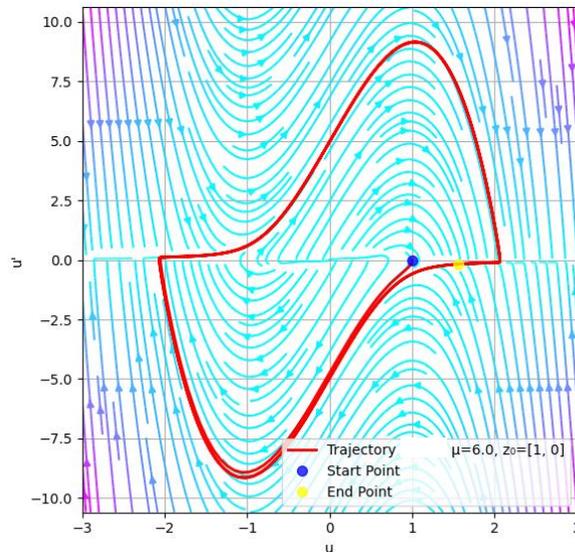
$$u_{i+1} = u_i + \frac{k_{1u} + k_{2u}}{2} \quad (10)$$

$$v_{i+1} = v_i + \frac{k_{1v} + k_{2v}}{2} \quad (11)$$

dengan k_{1u}, k_{2u} masing-masing didefinisikan pada persamaan (6) dan (8) dan k_{1v}, k_{2v} masing-masing didefinisikan pada persamaan (7) dan (9).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada subbab ini disajikan hasil numerik persamaan Van der Pol yang dihasilkan dari skema numerik Euler Eksplisit (4)-(5) dan skema RK2 (10)-(11).

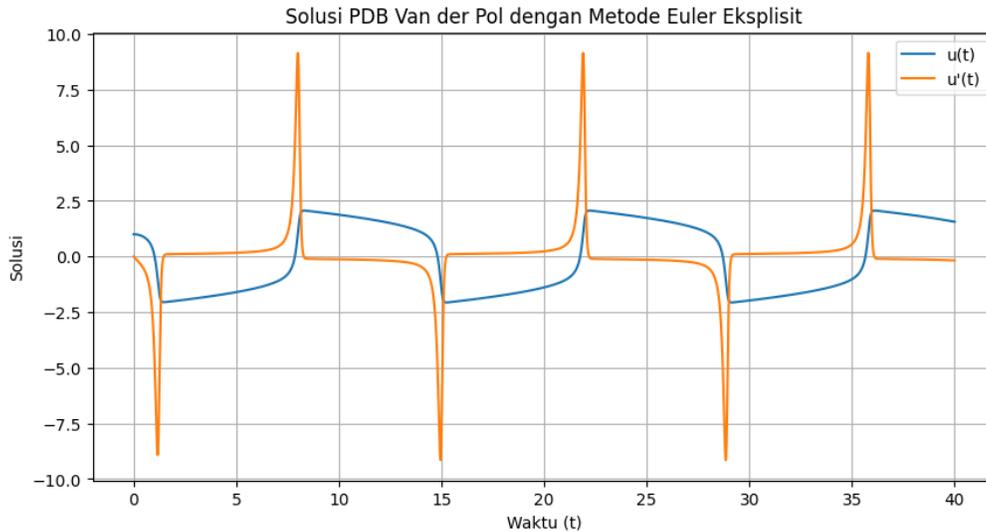


GAMBAR 1. POTRET FASA SOLUSI NUMERIK PERSAMAAN VAN DER POL. SOLUSI BERGERAK BERLAWANAN ARAH JARUM JAM DARI TITIK AWAL MENUJU TITIK AKHIR.

Pada GAMBAR 1 disajikan plot potret fasa solusi numerik dari metode Euler Eksplisit. Plot potret fasa dapat dihasilkan dengan dengan menggambar grafik fungsi $u(t)$ terhadap $v(t)$ pada saat $t = 40$ (waktu final). Terlihat bahwa solusi bergerak dengan trajektori dari titik awal $z_0 = (u(0), v(0)) = (1, 0)$ yang berlabel biru menuju titik akhir yang berlabel kuning dengan lintasan seperti pada kurva merah. Kurva panah menunjukkan lintasan nya yang berlawanan arah jarum jam.

Seperti yang kita tahu bahwa pada relasi (2) maka perilaku potret fase menunjukkan keterkaitan antara solusi persamaan (1) yakni variabel kuat arus dengan $u(t)$ dengan turunan pertamanya yakni $v(t) = u'(t)$. Lebih jauh timbul pertanyaan, yang manakah solusi persamaan van der pol (1)? Apakah $u(t)$ atau $v(t)$?

Pada sistem persamaan (2)-(3), variabel awal dari persamaan Van der Pol (1) adalah kuat arus atau $u(t)$ sehingga solusi persamaan Van der Pol (1) adalah plot kurva u terhadap t , lihat GAMBAR 2. Terlihat bahwa baik solusi numerik (1) maupun turunannya menghasilkan solusi yang periodik walaupun tidak berbentuk seperti fungsi-fungsi harmonik.



GAMBAR 2. SOLUSI NUMERIK PERSAMAAN VAN DER POL, LABEL BIRU MENUNJUKKAN SOLUSI PERSAMAAN VAN DER POL (1) YAKNI $u(t)$ SEMENTARA LABEL ORANGE ADALAH SOLUSI DARI TURUNANNYA YAKNI $v(t)$.

Lebih jauh, solusi dengan metode RK2 juga menghasilkan visual yang sama dengan GAMBAR 1 untuk potret fase dan GAMBAR 2 untuk solusi numerik. Karena keterbatasan jumlah halaman, disini penulis hanya menampilkan solusi untuk metode Euler Eksplisit.

Untuk parameter damping $\mu = 6 \gg 1$ terbentuk osilasi dengan amplitudo $u(t) : -2,5 < u(t) < 2,5$ dan dengan amplitudo untuk $u'(t) : -10 < u'(t) < 10$. Dari osilasi tersebut terlihat bahwa terdapat perubahan tajam dari kecepatan gelombang, karakteristik ini merupakan ciri khas osilator non-linear. Lalu, berdasarkan potret fase dari $u(t)$ (posisi) terhadap u' (laju perubahan $u(t)$ atau kecepatan), didapatkan sebuah siklus batas (*limit cycle*) berupa kurva tertutup yang mengindikasikan sistem mencapai osilasi stabil, yaitu setelah gangguan sistem akan tetap kembali ke siklus ini tanpa henti. Bentuk unik dari siklus ini mencerminkan sifat non-linear dari persamaan Van der Pol, yang diakibatkan oleh faktor peredaman. Kurva ini disebut “osilasi relaksasi” karena terdapat fase gerak cepat diikuti oleh fase gerak lambat. Ini dapat dilihat dari bentuk kurva yang lebih melengkung dan melandai di beberapa bagian.

IV. KESIMPULAN

Skema numerik telah berhasil dikonstruksi untuk menentukan solusi hampiran dari persamaan Van der Pol. Konstruksi skema baik untuk metode Euler maupun metode RK2 memanfaatkan diskritisasi beda maju untuk turunan terhadap waktu. Skema yang dihasilkan eksplisit yakni langsung menghitung nilai variabel pada langkah waktu berikutnya dengan nilai pada waktu sebelumnya sehingga implementasinya dikategorikan mudah, cepat dan tidak rumit karena tidak memerlukan matriks. Hasil simulasi yang diperoleh dari kedua skema menunjukkan solusi hampiran yang stabil dengan osilasi sesuai dengan tingkat parameter μ . Sifat nonlinearitas dari persamaan dapat secara jelas ditangkap oleh skema numerik dan menghasilkan simulasi yang koheren. Lebih jauh, variasi parameter dan metode numerik lain dapat dipergunakan pada penelitian selanjutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada LPPM Universitas Udayana yang telah mendanai penelitian ini melalui DIPA PNPB Universitas Udayana TA-2024 skim PUPS Nomor: B/255.245/UN14.4.A/PT.01.03/2024.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. H. Sitompul and E. W. B. Siahaan, "Solusi Persamaan Diferensial Biasa Orde Tinggi Dengan Metode Polinomial Dan Runge Kutta," *Jurnal Penelitian Fisikawan*, pp. 32-40, 2024
- [2] G. Saputra and Fajar, "Analisis Perbandingan Untuk Masalah Perhitungan Harga Opsi Asia Dengan Metode Euler Implisit Dan Crank-Nicholson," *Universitas Lampung*, 2024.
- [3] L. N. Putri, "Persamaan Van Der Pol Dan Penyelesaiannya," *Jurnal Ilmiah Matematika*, 2019.
- [4] N. Azizah, "Penyelesaian Persamaan Van Der Pol Menggunakan Metode Adams Bashfort Moulton Orde Empat", *Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim*, 2013.
- [5] Y. Yulida and M. A. Karin, "Analisa Kestabilan Dan Solusi Pendekatan Pada Persamaan Van Der Pol," *Jurnal Teori dan Aplikasi Matematika*, vol. 3, pp. 156-161, 2019.

Penggunaan *Double Tube Steam Methane Reforming* dalam Pengembangan Produksi Hidrogen Berbasis Biogas

¹ Made Sucipta

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas
Udayana Denpasar, Indonesia
m.sucipta@unud.ac.id

² I Made Joni, ³Wayan Nata Septiadi, ⁴Made Suarda, ⁵I Nyoman Mahatma Yogeshvara,

⁶I Gede Febri Bala Antara, ⁷Komang Wahyu Tri Prasetya
²Program Studi Fisika, Universitas Padjadjaran
Sumedang, Indonesia

imadejoni@phys.unpad.ac.id

³Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
wayan.nata@gmail.com

⁴Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
made.suarda@unud.ac.id

⁵Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
mahatma.yogeshvara@gmail.com

⁶Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
gedefebri32@gmail.com

⁷Program Studi Teknik Mesin, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
wahyu3prasetya@gmail.com

Abstract— Konsumsi bahan bakar energi terus meningkat dan ketersediaannya akan semakin berkurang, sehingga diperlukan alternatif lain seperti produksi gas *green hydrogen* berbasis biogas. Produksi gas *green hydrogen* dengan menggunakan artificial biogas pada proses SMR dan PSA. SMR merupakan metode yang banyak digunakan dalam pengkonversian (CH₄) karena mampu menghasilkan kandungan hidrogen yang tinggi. PSA merupakan proses pemurnian untuk memisahkan hidrogen dari gas-gas sampingan yang dapat meningkatkan kemurnian hidrogen yang dihasilkan. Dengan menggunakan metode *steam methane reforming* dan *pressure swing adsorption* dari biogas diharapkan dapat menghasilkan gas hidrogen dengan kuantitas dan kualitas terbaik di dalam memenuhi kebutuhan gas hidrogen.

Kata Kunci— Biogas, Green Hydrogen, Pressure Swing Adsorption, Steam Methane Reforming.

I. PENDAHULUAN

Peningkatan konsumsi bahan bakar energi fosil menjadi penyebab utama krisis energi yang belum terselesaikan permasalahannya. Beberapa peneliti telah mengembangkan energi terbarukan sebagai energi alternatif pengganti bahan bakar fosil, seperti hidrogen (H_2)[1].

Ketersediaan hidrogen di alam bebas sedikit dan tidak secara langsung dapat dimanfaatkan sehingga harus melalui beberapa tahapan proses yang harus dilakukan, seperti dalam produksi *blue hydrogen* dengan proses elektrolisis air[1], atau *green hydrogen* yang berbasis sumber energi biomassa. Hidrogen adalah energi sekunder sehingga harus tetap diolah dari sumber energi lain, diantaranya selain gas alam adalah gasifikasi batu bara, elektrolisa air, dan elektrolisa metanol. Hidrogen dapat diproduksi melalui reformasi metana yang dapat bersumber dari gas alam, sumber energi biomassa seperti produk gas dari gasifikasi atau produk dari proses *anaerobic digestion* berupa biogas[2].

Melalui program Simantri, provinsi Bali telah membangun banyak sistem terintegrasi yang salah satunya berupa *fertilizer*[3]. Sehingga menjadi urgensi utama bagaimana biogas yang merupakan sumber energi terbarukan menjadi potensi yang sangat besar untuk mendukung penerapan kendaraan listrik berbasis *fuell cell* karena dapat diolah melalui metode *steam methane reforming* (SMR) yang dikombinasikan dengan metode *pressure swing adsorption* (PSA)[4] dengan tujuan untuk dapat memproduksi gas *green hydrogen* dengan kuantitas dan kualitas lebih tinggi.

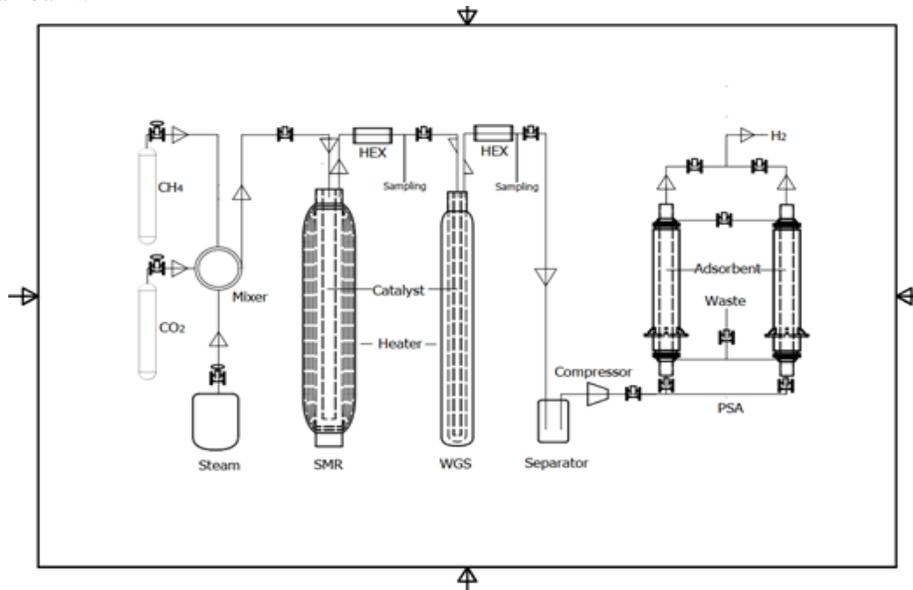
Steam Methane Reforming (SMR) adalah proses pembentukan gas hidrogen melalui reaksi endotermik[5] antara (CH_4) dengan uap air (steam) pada tekanan dan suhu yang tinggi dengan bantuan katalis. Untuk mendapatkan kemurnian H_2 yang lebih tinggi diperlukan metode pemisahan yang efisien. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah *pressure swing adsorption* (PSA)[4] dengan tujuan untuk dapat memproduksi gas *green hydrogen* dengan kuantitas dan kualitas lebih tinggi.

Pada penelitian ini akan dilakukan kajian eksperimental dalam skala laboratorium untuk menganalisis karakteristik masing-masing proses dalam produksi gas *green hydrogen* dengan menggunakan artificial biogas pada proses SMR dan PSA dengan beberapa variasi dari kandungan *methane* 100% sampai mendekati komposisi biogas yang utamanya terdiri dari gas metana dan karbon dioksida.

II. METODE DAN PROSEDUR

A. Produksi Hidrogen

Kegiatan ini dilakukan dengan beberapa variasi dari kandungan *methane* 100% sampai mendekati komposisi biogas yang utamanya terdiri dari gas metana dan karbon dioksida. Alat yang digunakan untuk memproduksi hidrogen dapat dilihat pada Gambar 1.



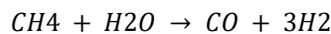
GAMBAR 1. SKEMATIK ALAT PRODUKSI HIDROGEN

SMR (*Steam Methane Reforming*) Prosedur pada SMR dibagi menjadi 5 step yaitu:

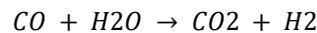
- Step 1 (*furnace- Steam Production*): Air dipanaskan hingga menghasilkan uap air super panas yang dibutuhkan untuk reaksi.
- Step 2 (*Reforming Reaction*): Pada suhu tinggi, metana bereaksi dengan uap air untuk menghasilkan hidrogen (H₂) dan karbon monoksida (CO) melalui reaksi sebagai tersebut.
- Step 3 (*Water Gas Shift Reactor*): Pada tahap ini, CO yang dihasilkan dari reaksi utama bereaksi dengan uap air di dalam reaktor WGS untuk menghasilkan hidrogen tambahan dan karbon dioksida (CO₂).
- Step 4 (*Gas Purification*): Produk gas dari reaktor dipisahkan menggunakan sistem pemisahan *Pressure Swing Adsorption* (PSA) untuk memisahkan hidrogen murni dari campuran gas lainnya, seperti CO₂.
- Step 5 (*Recycling*): Karbon dioksida sering dimanfaatkan untuk industri penyulingan, sementara gas sisa lainnya dapat digunakan sebagai bahan bakar tungku.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam reaktor SMR, metana bereaksi dengan uap untuk menghasilkan hidrogen (H₂) dan karbon monoksida (CO) melalui reaksi:



Pada reaktor WGS, CO yang dihasilkan dari reaksi utama di reaktor SMR akan bereaksi dengan uap untuk menghasilkan tambahan hidrogen dan karbon dioksida (CO₂) melalui reaksi :



Produk gas dari reaktor WGS di dinginkan dan dipisahkan menggunakan pemisah sebelum dikompresi. Pada proses ini, uap akan mengembun, dan gas yang tersisa akan masuk ke unit PSA dengan adanya pengaturan tekanan di dalam unit PSA, maka pemisahan gas akan terjadi untuk memisahkan hidrogen murni dari campuran gas lainnya.

IV. KESIMPULAN

Penggunaan *Double Tube Steam Methane Reforming* dapat digunakan dengan sumber biogas skala kecil dalam pembuatan hidrogen dalam memenuhi kebutuhan energi bersih tanpa adanya emisi karbon dengan biaya murah.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Program ini telah didanai melalui hibah DPRTM Penelitian Fundamental- Reguler 2024 melalui Direktorat riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada masyarakat dengan Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan B/519-34/UN14.14.4.A/PT.01.03/2024. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Tim Pembantu Peneliti.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. R. H. Firdaus and S. Sudarti, "Analisis Potensi Hidrogen Air Laut di Banyuwangi Melalui Proses Elektrolisis Sebagai Energi Terbarukan," *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 3, no. 2, pp. 173–178, Jun. 2022, doi: 10.14710/jebt.2022.14286.
- [2] M. Sucipta, D. N. K. Putra Negara, T. G. Tirta Nindhia, and I. W. Surata, "Characteristics of Ampel bamboo as a biomass energy source potential in Bali," *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 201, no. 1, p. 012032, 2017, doi: 10.1088/1757-899X/201/1/012032.
- [3] I. G. Gunawan *et al.*, "IMPLEMENTASI PENGOLAHAN KOTORAN SAPI BERBASIS SIMANTRI (SISTEM PERTANIAN TERINTEGRASI) SEBAGAI PUPUK ORGANIK PADAT DESA TIYINGGADING," *Buletin Udayana Mengabdi*, vol. 21, p. 441, Mar. 2022, doi: 10.24843/BUM.2022.v21.i01.p12.
- [4] B. Liu, Y. Xiuxin, W. Shi, Y. Shen, D. Zhang, and Z. Tang, "Two-stage VSA/PSA for capturing carbon dioxide (CO₂) and producing hydrogen (H₂) from steam-methane reforming gas," *Int J Hydrogen Energy*, vol. 45, Jul. 2020, doi: 10.1016/j.ijhydene.2020.06.264.
- [5] H. Zhang, Z. Sun, and Y. H. Hu, "Steam reforming of methane: Current states of catalyst design and process upgrading," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 149, p. 111330, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111330>.

**PROFIL KARAKTERISTIK KLINIS SINDROM NYERI MIOFASIAL
PADA PASIEN DENGAN NYERI KRONIS: *SINGLE CENTER*
*OBSERVATIONAL STUDY***

¹Ida Ayu Sri Wijayanti

¹Program Studi Neurologi Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
wijayanti@unud.ac.id

²I Putu Eka Widyadharma, ³Daniel Mahendrakrisna, ⁴Putu Yogi Pramana

²Program Studi Neurologi Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
eka.widyadharma@unud.ac.id

³Program Studi Neurologi Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
danielkrisna24@gmail.com

⁴Program Studi Neurologi Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
pramanayogi331@gmail.com

Abstract— Nyeri adalah respon fisiologis tubuh terhadap stimulus noxius tidak menyenangkan akibat cedera eksternal atau suatu kondisi penyakit internal yang terjadi di dalam tubuh. Nyeri muskuloskeletal merupakan kondisi yang sering terjadi, namun jarang mendapatkan perhatian dan terabaikan, sehingga terapi yang diberikan tidak adekuat. Sindrom nyeri miofasial (SNM) merupakan salah satu kondisi nyeri muskuloskeletal dengan karakteristik kekakuan otot secara lokal. Komponen utama pada SNM adalah adanya titik pemicu miofasial dan didapatkan *taut band*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik klinis sindrom nyeri miofasial pada pasien dengan nyeri kronis. Penelitian ini merupakan studi observasional deskriptif secara potong lintang dengan menggunakan data primer, dilaksanakan pada bulan Mei-Agustus 2024. Subyek melakukan pengisian kuisioner untuk profil karakteristik klinis SNM. Terdapat 263 responden yang memenuhi kriteria inklusi, dengan rata-rata usia 50.01 ± 13.9 tahun; durasi nyeri < 1 minggu (50.6%); dua otot yang terlibat (40%); lokasi pada punggung bawah (54.4%); dengan keterlibatan otot tersering pada M. Trapezius, M. Levator scapulae, M. Longissimus, M. Sternocleidomastoideus, M. Rhomboids (46.4%); perbaikan NPRS dari 3.9 ± 1.107 (*pre dry needling*) menjadi 1.5 ± 0.973 (*post dry needling*); penatalaksanaan kombinasi dry needling dan terapi oral (44.5%) dan pilihan terapi oral terbanyak adalah parasetamol (85,7%). Terdapat temuan variasi dalam presentasi profil klinis nyeri SNM pada nyeri kronis. Pengetahuan tentang karakteristik khas nyeri SNM pada pasien nyeri kronis dapat digunakan untuk mengembangkan pendekatan terapeutik yang lebih efektif untuk kondisi nyeri yang sulit ditangani.

Kata Kunci: *dry needling*, nyeri kronis, sindrom nyeri miofasial

I. PENDAHULUAN

Nyeri muskuloskeletal merupakan permasalahan umum yang sering terjadi, namun kurang mendapat perhatian dan terapi yang diberikan sering tidak adekuat. Nyeri ini dapat mengenai semua orang, tidak terpengaruh oleh usia, ras, ataupun budaya. Pada Komunitas di Eropa, nyeri muskuloskeletal terjadi pada 40-50% pekerja yang walaupun tidak mengancam nyawa, menyebabkan penurunan produktivitas dan status psikososial [1]. Sindrom Nyeri Miofasial (SNM) merupakan bentuk mialgia dengan karakteristik kekakuan otot lokal yang dapat menimbulkan nyeri pada lokasi tubuh yang jauh, seperti nyeri alih. SNM merupakan suatu gangguan muskuloskeletal non-artikular dimana terdapat suatu regio yang tegang dan terlokalisasi, terdiri dari otot rangka dan fascia, yang disebut dengan *Trigger Points* (TP) atau titik pemicu [2,3]. TP yang terjadi pada MPS diperkirakan terjadi karena beberapa sebab seperti penggunaan otot berlebihan, trauma otot, stress psikis, atau faktor ergonomik, struktural, maupun sistemik. Faktor ergonomik yang seringkali terjadi adalah penggunaan otot yang berlebihan akibat aktivitas sehari-hari, mengangkat benda berat berulang kali, ataupun aktivitas berat sehari-hari yang berulang-ulang. Tegangan yang berkepanjangan dipengaruhi oleh adanya posisi statis persisten yang berkepanjangan pada posisi tubuh saat bekerja SNM yang berasal dari TP paling sering menimbulkan nyeri otot akut maupun kronis. SNM merupakan penyebab utama dari nyeri kronik dan persisten yang bersifat regional, termasuk nyeri bahu, nyeri punggung kronis, nyeri kepala tipe tegang, dan nyeri wajah [2]. SNM dapat timbul sendiri atau kombinasi dengan penyakit lain [2,3]. Prevalensi dari nyeri kronik diestimasi sebesar 56% pada populasi di negara dengan pendapatan menengah kebawah, dengan rentang usia 36 sampai 75 tahun, dengan prevalensi nyeri muskuloskeletal sebesar 86% dan terjadi pada rentang usia 56 sampai 93 tahun [4,5]. Gejala yang dapat terjadi adalah adanya nyeri yang bersifat regional dan kaku, dapat disertai dengan adanya rasa terbakar, baal, atau gangguan sensoris. Nyeri ini dapat dipicu oleh rasa dingin, penggunaan otot yang berlebihan, dan berkurang dengan istirahat dan rasa hangat. Selain itu dapat disertai dengan rasa kaku dan range of motion yang terbatas [3,4,5]. Hingga saat ini, *dry needling* merupakan modalitas terapi yang paling sering digunakan berdasarkan beberapa literatur. Penusukan jarum pada TP meningkatkan ambang nyeri tekan, diduga berkaitan dengan *gate control theory* [2]. Selain itu, *dry needling* akan menimbulkan robekan mekanik yang terfokus pada fascia. Stimulus mekanik ini akan menginduksi regangan pada myofibroblast dan akan mengaktifasi kanal kalsium yang menyebabkan kontraksi sel dan meningkatkan kekuatan kontraksi dan regangan otot secara akut. Jarum yang merobek serabut otot menyebabkan regangan menurun [13]. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik klinis sindrom nyeri miofasial pada pasien dengan nyeri kronis.

II. METODE

Penelitian ini adalah studi observasional deskriptif secara potong lintang untuk mengetahui karakteristik klinis sindrom nyeri miofasial pada pasien nyeri kronis dengan menggunakan data primer yang berasal dari register nyeri miofasial bulan Januari 2021 hingga Juni 2024. Pengambilan data untuk penelitian ini dilaksanakan sejak bulan Mei - Agustus 2024 yang bertempat di Poliklinik Saraf Rumah Sakit Umum Pusat Prof dr.I.G.N.G. Ngoerah, Denpasar. Pengumpulan data dilakukan melalui lembar pengumpulan data berupa pengisian kuesioner yang terkait dengan data demografi (usia, jenis kelamin, riwayat perawatan dan pekerjaan) dan klinis sindrom nyeri miofasial (awitan, skala nyeri sebelum dan sesudah tindakan *dry needling*, tipe nyeri, lokasi nyeri, otot yang etiologi dan terapi farmakologis) dengan memenuhi kriteria inklusi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mendapatkan total sampel sebesar 263 responden yang memenuhi kriteria inklusi. Penelitian ini telah mendapatkan keterangan Pembebasan Etik (*Ethical Exemption*) dari Komisi Etik Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Udayana dengan nomor 1335/UN14.2.2.VII.14/LT/2024. Karakteristik dasar subjek penelitian ditampilkan pada tabel 1.

TABEL 1. KARAKTERISTIK DASAR SUBJEK PENELITIAN

Profil Demografis	N=263	%
Mean Umur ± SD	50.01 ± 13.9	
Jenis Kelamin		
Laki-Laki	123	46.8
Perempuan	140	53.2
Pekerjaan		
Tidak bekerja	74	28.1
Petani	4	1.5
Buruh	15	5.7
PNS	7	2.7
Tenaga Kesehatan	7	2.7
Guru	4	1.5
IRT	51	19.4
Karyawan swasta	54	20.5
Wiraswasta	23	8.7
Seniman	1	0.4
Mahasiswa	10	3.8
Pensiunan	13	4.9

Penelitian ini menunjukkan bahwa sindrom nyeri miofasial pada nyeri kronis, lebih sering dialami oleh Perempuan (53.2%) dibandingkan laki-laki. Faktor hormonal, seperti estrogen, serta perbedaan fisiologis antara laki-laki dan perempuan, diyakini memengaruhi persepsi nyeri. Perempuan umumnya memiliki ambang nyeri yang lebih rendah dan lebih rentan terhadap gangguan nyeri kronis, termasuk sindrom nyeri miofasial [1,2]. Selain itu, stres emosional yang lebih sering dialami oleh perempuan juga dapat meningkatkan risiko nyeri kronis [3].

Jenis pekerjaan memiliki kontribusi besar terhadap risiko mengalami sindrom nyeri miofasial. Pekerjaan yang melibatkan postur tubuh yang statis atau gerakan berulang, seperti yang sering ditemukan pada karyawan swasta (20.5%), dapat meningkatkan ketegangan otot [4,5,6]. Pekerja yang sering bekerja dalam posisi duduk lama di depan komputer atau melakukan tugas berulang rentan terhadap postur yang buruk, ketegangan otot dan nyeri kronis pada leher, bahu, atau punggung. Namun, pekerjaan dengan aktivitas fisik yang fleksibel cenderung memberikan risiko yang lebih rendah [7].

TABEL 2. KARAKTERISTIK NYERI MIOFASIAL SUBJEK PENELITIAN

Profil Nyeri Myofasial	N=263	%
Durasi Nyeri		
< 1 minggu	133	50.6
≥ 1 minggu	130	49.4
Jumlah otot yang terlibat		
1	35	13.3
2	122	40
3	40	15.2
4	50	19
>4	16	6.1
Lokasi Otot		
Leher	4	1.5
Bahu dan punggung atas	116	44.1
Punggung bawah	143	54.4
Otot yang terlibat		
M. Trapezius, M. Levator scapulae, M. Longissimus, M. Sternocleidomastoideus, M. Rhomboids	122	46.4
M. Supraspinatus, M. Deltoid, M. Triceps, M. Brachioradialis		
M. Illiocostalis bilateral, M. Piriformis, M. Gluteus maksimus, M. Gluteus medius	13	4.9
M. Longissimus, M. Piriformis, M. Gluteus maksimus, M. Gluteus medius, M. Gluteus minimus	83	31.6
	45	17.1
Etiologi		
Headache	11	4.2
Cervical Root Syndrome	138	56.7

LBP Ischialgia	45	17.1
LBP Non-spesifik	45	17.1
Lainnya	24	9.1
Mean NPRS ± SD		
Pre <i>dry needling</i>	3.9 ± 1.107	
Post <i>dry needling</i>	1.5 ± 0.973	
Terapi		
<i>Dry needling</i> saja	94	35.7
<i>Dry needling</i> + terapi oral	117	44.5
Terapi oral saja	52	19.8
Jenis Terapi oral		
NSAID	116	68.6
Parasetamol	145	85.7
Gabapentinoid	68	40.2
TCA/SNRI	29	17.1
Karbamazepine	6	3.6
Muscle relaxant	72	42.6

Pada pasien dengan nyeri kronis, *flare-up* akut dari sindrom nyeri miofasial seringkali muncul secara tiba-tiba. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pasien terbanyak mengalami durasi nyeri < 1 minggu (50.6%), hal ini dikaitkan dengan sindrom nyeri miofasial bersifat episodik, dengan nyeri yang dipicu oleh faktor-faktor eksternal seperti stres, aktivitas berlebihan, atau postur tubuh yang buruk. Sindrom nyeri miofasial sering kali terkait dengan ketegangan otot berulang dan mikrotrauma, dan pada akhirnya mengarah pada pembentukan TP yang memicu nyeri akut [8].

Pada pasien dengan nyeri miofasial, jumlah otot yang terlibat mencerminkan luasnya distribusi TP. Penelitian ini mendapatkan keterlibatan paling banyak terjadi pada dua otot (40.0%), dikaitkan sindrom nyeri miofasial sering kali terlokalisasi pada kelompok otot yang bekerja bersama dalam pergerakan, seperti otot-otot punggung atas dan bahu. Jumlah otot yang lebih banyak terlibat biasanya menunjukkan kondisi yang lebih luas dan kronis. Teori biomekanika mendukung temuan bahwa punggung bawah adalah lokasi otot yang paling sering terlibat (54.4%). Area punggung bawah adalah pusat beban tubuh dan sering kali menerima tekanan berlebihan, terutama pada pasien dengan kebiasaan postur yang buruk atau pekerjaan yang melibatkan pengangkatan berat. Kekakuan otot pada area ini dapat memicu nyeri kronis, karena otot-otot tersebut secara fungsional mendukung stabilitas tulang belakang [10,11,12]. Otot-otot yang paling sering terlibat, seperti M. Trapezius, M. Levator scapulae, dan M. Rhomboids (46.4%), merupakan otot-otot postural yang sering mengalami ketegangan akibat aktivitas sehari-hari, terutama pada posisi duduk yang lama atau postur kerja yang tidak ergonomis. Sebaliknya, otot-otot seperti M. Supraspinatus, M. Deltoid, dan M. Brachioradialis (4.9%) lebih jarang terlibat karena mereka terlibat dalam aktivitas yang lebih spesifik, bukan pada stabilisasi postural yang berkelanjutan [13]. Pada penelitian ini, *cervical root syndrome* (56.7%) menjadi penyebab utama sindrom nyeri miofasial, sesuai dengan teori yang mengaitkan kompresi atau iritasi saraf servikal dengan ketegangan otot-otot leher dan punggung atas [14].

Penatalaksanaan dengan kombinasi *dry needling* (DN) dan terapi oral (44.5%) lebih efektif dan efisien, sesuai dengan prinsip manajemen nyeri multimodal [22]. DN dianggap efektif dalam merangsang pelepasan ketegangan otot yang disebabkan oleh TP, sementara terapi oral seperti analgesik berfungsi untuk mengendalikan nyeri dan inflamasi secara sistemik. Pemilihan terapi oral dengan paracetamol (85.7%) karena memiliki efek samping minimal dan efikasi yang baik dalam mengurangi nyeri miofasial, sesuai dengan panduan pengobatan nyeri kronis. Efektivitas DN dalam mengurangi nyeri tercermin dari penurunan signifikan skor NPRS dari 3.9 ± 1.107 menjadi 1.5 ± 0.973 . Teori yang mendasari pendekatan ini adalah bahwa DN membantu memutus siklus nyeri-otot melalui inaktivasi *trigger points* dan perbaikan aliran darah lokal [23]. Terapi ini sangat efektif dalam mengurangi nyeri lokal dan spasme otot, terutama ketika dipadukan dengan terapi farmakologis.

IV. KESIMPULAN

Sindrom nyeri miofasial (SNM) merupakan suatu nyeri muskuloskeletal dengan karakteristik kekakuan otot secara lokal. Komponen utama pada SNM adalah adanya *trigger point* miofasial yang menyebabkan nyeri serta didapatkan adanya *taut band*. Terdapat temuan variasi dalam presentasi profil karakteristik klinis sindrom nyeri miofasial pada pasien dengan nyeri kronis dengan pilihan penatalaksanaan kombinasi terapi berupa *dry needling* dan terapi oral yang efektif dalam menurunkan skala nyeri penderitanya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Udayana melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (LPPM) karena telah mendanai Penelitian Unggulan Program Studi (PUPS) ini dengan menggunakan dana PNPB.

Daftar pustaka

- [1]. Casale R, Atzeni F, Bazzichi L, Beretta G, Costantini E, Sacerdote P, et al. Pain in Women: A Perspective Review on a Relevant Clinical Issue that Deserves Prioritization. *Pain Ther.* 2021 Jun;10(1):287–314.
- [2]. Phan VT, Stratton P, Tandon HK, Sinaii N, Aredo JV, Karp BI, et al. Widespread myofascial dysfunction and sensitisation in women with endometriosis-associated chronic pelvic pain: A cross-sectional study. *European Journal of Pain.* 2021 Apr;25(4):831–40.
- [3]. Wyns A, Hendrix J, Lahousse A, De Bruyne E, Nijs J, Godderis L, et al. The Biology of Stress Intolerance in Patients with Chronic Pain-State of the Art and Future Directions. *J Clin Med.* 2023 Mar 14;12(6):2245.
- [4]. Kocur P, Wilski M, Lewandowski J, Lochyński D. Female Office Workers With Moderate Neck Pain Have Increased Anterior Positioning of the Cervical Spine and Stiffness of Upper Trapezius Myofascial Tissue in Sitting Posture. *PM&R.* 2019 May;11(5):476–82.
- [5]. Martín-Pintado-Zugasti A, Fernández-Carnero J, León-Hernández JV, Calvo-Lobo C, Beltran-Alacreu H, Alguacil-Diego I, et al. Postneedling Soreness and Tenderness After Different Dosages of Dry Needling of an Active Myofascial Trigger Point in Patients With Neck Pain: A Randomized Controlled Trial. *PM&R.* 2018 Dec;10(12):1311–20.
- [6]. Uraiwan Chatchawan. Pre- and post-treatment study of the application of a traditional Thai massage protocol for treating office syndrome. *Asia-Pacific Journal of Science and Technology.* 2023;28:9.
- [7]. Ishiki H, Kinkawa J, Watanabe A, Watanabe C, Chiba T, Yasui H, et al. Prevalence of myofascial pain syndrome in patients with incurable cancer. *Journal of Bodywork and Movement Therapies.* 2018 Apr;22(2):328–32.
- [8]. Bordoni B, Sugumar K, Varacallo M. Myofascial Pain. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 [cited 2024 Oct 12]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535344/>
- [9]. Wheeler AH. Myofascial Pain Disorders: Theory to Therapy. *Drugs.* 2004;64(1):45–62.
- [10]. Fares MY, Fares J, Salhab HA, Khachfe HH, Bdeir A, Fares Y. Low Back Pain Among Weightlifting Adolescents and Young Adults. *Cureus [Internet].* 2020 Jul 11 [cited 2024 Oct 12]; Available from: <https://www.cureus.com/articles/36256-low-back-pain-among-weightlifting-adolescents-and-young-adults>
- [11]. Du SH, Zhang YH, Yang QH, Wang YC, Fang Y, Wang XQ. Spinal posture assessment and low back pain. *EFORT Open Reviews.* 2023 Sep 1;8(9):708–18.
- [12]. Richardson CA, Jull GA. Muscle control–pain control. What exercises would you prescribe? *Manual Therapy.* 1995 Nov;1(1):2–10.
- [13]. Hanten WP, Olson SL, Butts NL, Nowicki AL. Effectiveness of a home program of ischemic pressure followed by sustained stretch for treatment of myofascial trigger points. *Phys Ther.* 2000 Oct;80(10):997–1003.
- [14]. Touma J, May T, Isaacson AC. Cervical Myofascial Pain. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 [cited 2024 Oct 12]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507825/>
- [15]. Ballyns JJ, Shah JP, Hammond J, Gebreab T, Gerber LH, Sikdar S. Objective Sonographic Measures for Characterizing Myofascial Trigger Points Associated With Cervical Pain. *Journal of Ultrasound in Medicine.* 2011 Oct;30(10):1331–40.

- [16]. Shah JP, Thaker N, Heimur J, Aredo JV, Sikdar S, Gerber L. Myofascial Trigger Points Then and Now: A Historical and Scientific Perspective. *PM R*. 2015 Jul;7(7):746–61.
- [17]. Ge HY, Monerde S, Graven-Nielsen T, Arendt-Nielsen L. Latent Myofascial Trigger Points Are Associated With an Increased Intramuscular Electromyographic Activity During Synergistic Muscle Activation. *The Journal of Pain*. 2014 Feb;15(2):181–7.
- [18]. Han S, Harrison P. Myofascial pain syndrome and trigger-point management. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*. 1997 Jan;22(1):89–101.
- [19]. Giamberardino MA, Affaitati G, Fabrizio A, Costantini R. Myofascial pain syndromes and their evaluation. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2011 Apr;25(2):185–98.
- [20]. Celik D, Mutlu EK. Clinical implication of latent myofascial trigger point. *Curr Pain Headache Rep*. 2013 Aug;17(8):353.
- [21]. Irrnich D, Gautschi R, Behrens N. Terminology. In: *Myofascial Trigger Points* [Internet]. Elsevier; 2013 [cited 2024 Oct 16]. p. 5–7. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780702043123000027>
- [22]. Hinthner A, Nakoneshny SC, Chandarana SP, Matthews TW, Hart R, Schrag C, et al. Efficacy of Multimodal Analgesia for Postoperative Pain Management in Head and Neck Cancer Patients. *Cancers (Basel)*. 2021 Mar 12;13(6):1266.
- [23]. Gerwin RD. The Management of Myofascial Pain Syndromes. *Journal of Musculoskeletal Pain*. 1993 Jan;1(3–4):83–94.
- [24]. Liu L, Huang QM, Liu QG, Thitham N, Li LH, Ma YT, et al. Evidence for Dry Needling in the Management of Myofascial Trigger Points Associated With Low Back Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2018 Jan;99(1):144–152.e2.

KADAR TNF ALPHA VITREUS YANG TINGGI MENINGKATKAN RISIKO PDR PADA PASIEN DM TIPE 2

¹Ni Made Ari Suryathi

¹Program Studi Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia
ari_suryathi@unud.ac.id

²Putu Dian Megasafitri

²Program Studi Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia

³Anak Agung Mas Putrawati Triningrat

³Program Studi Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia

⁴Ni Made Ayu Surasmiasi

⁴Program Studi Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia

⁵Ari Andayani

⁵Program Studi Ilmu Kesehatan Mata Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana
Denpasar, Indonesia

Abstract—DM tipe 2 merupakan penyakit mikrovaskular yang dapat menyebabkan komplikasi pada berbagai organ. Komplikasi DM di mata dapat berupa glaukoma, katarak diabetik, perdarahan vitreus dan retinopati diabetik. *Proliferatif Diabetic Retinopathy* (PDR) merupakan kerusakan mikrovaskular pada pembuluh darah retina tahap lanjut dan dapat menyebabkan gangguan penglihatan dan kebutaan. Prevalensi PDR sebesar 2% pada pasien DM tipe 2. Patogenesis PDR sampai saat ini belum terlalu jelas. Salah satu faktor penyebab PDR adalah faktor inflamasi, selain angiogenesis dan apoptosis. Salah satu penanda inflamasi pada PDR adalah Tumor Necrosis Factor (TNF) Alpha. TNF Alpha dapat menyebabkan kerusakan endotel, merusak *blood retina barrier* sehingga menyebabkan perdarahan retina dan vitreus. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bahwa kadar TNF Alpha yang tinggi sebagai faktor risiko PDR pada pasien DM tipe 2. Penelitian ini adalah penelitian *case control*. Total 38 subyek pada penelitian ini, dimana kelompok kasus adalah pasien DM tipe 2 dengan PDR yang menjalani vitrektomi, dan kontrol adalah pasien tanpa DM tipe 2 yang menjalani vitrektomi sesuai indikasi medis. Bahan penelitian ini adalah vitreus dengan pemeriksaan kadar TNF- α dengan menggunakan teknik *Enzyme Linked Immunosorbent Assay* (ELISA). *Cut off point* untuk TNF- α adalah 15,795 pg/ml. OR TNF- α adalah 5,13; IK 95%: 2,88-6,95; $p= 0,001$ ($<0,05$). Penelitian ini membuktikan bahwa kadar TNF- α tinggi sebagai faktor risiko PDR pada DM tipe-2. Temuan ini memperkuat teori patogenesis terjadinya PDR yaitu melalui jalur inflamasi TNF- α pada DM tipe 2.

Kata kunci: *TNF-Alpha, Vitrektomi, Proliferative Diabetic Retinopathy, Vitreus, ELISA*

I. PENDAHULUAN

Diabetes mellitus (DM) tipe 2 merupakan suatu gangguan mikrovaskuler yang disebabkan oleh resistensi insulin sehingga menimbulkan gangguan regulasi glukosa darah. *Diabetic retinopathy* (DR) merupakan salah satu komplikasi DM tipe 2 yang dapat menyebabkan kebutaan terutama pada stadium lanjut (Wong *et al*, 2018).

Diabetic retinopathy (DR) adalah penyebab gangguan penglihatan sedang atau berat peringkat ke-6 pada populasi global tahun 2015. Studi meta analisis global melaporkan bahwa di Amerika Serikat, Australia, Eropa, dan Asia, 1 dari 3 pasien DM memiliki *diabetic retinopathy* (DR), dan 1 dari 10 (10,2%) pasien memiliki *diabetic retinopathy* (DR) yang mengancam penglihatan yaitu *proliferatif diabetic retinopathy* (PDR) (Flaxman SR *et al*, 2017).

Patogenesis PDR pada retinopati diabetik sampai saat ini belum terlalu jelas (AAO Retina, 2021). Dua jalur utama dikenal pada patogenesis ini, yaitu jalur inflamasi dan jalur angiogenesis. TNF Alpha (TNF- α) berperan dalam jalur inflamasi dan menyebabkan kerusakan kapiler pembuluh darah retina, *perisit loss*, kebocoran pembuluh darah, mikroaneurisma, dan kemudian menyebabkan iskemik retina. Teori inflamasi ini merupakan teori yang banyak dikemukakan oleh peneliti, namun peranan marker TNF- α pada vitreus masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

TNF- α berperan dalam proses inflamasi pada retinopati diabetik. Inflamasi yang terjadi pada PDR dapat menyebabkan *blood retina barrier breakdown* (BRB *breakdown*) yang akan mengakibatkan perdarahan retina dan mengakibatkan tarikan pada saraf mata (*tractional retinal detachment* / TRD), turunnya tajam penglihatan dan tanpa manajemen yang tepat dapat berakhir dengan kebutaan (AAO Fundamental, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kadar TNF- α pada cairan vitreus pasien retinopati diabetik dan pasien tanpa retinopati diabetik. Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan untuk melihat bahwa kadar TNF- α yang tinggi sebagai faktor risiko terjadinya PDR. Penelitian ini sejalan dengan Rencana Induk Penelitian (RIP) penelitian Udayana dan Fakultas Kedokteran yakni memperkuat patogenesis sebagai dasar penelitian selanjutnya. Penelitian ini nantinya dapat menjadi penelitian awal untuk pengembangan obat baru di Tingkat TNF- α . Penelitian ini sejalan dengan RIP Udayana yakni pada pengembangan model obat-obatan baru terkait kalur metabolisme dan penyakit penuaan. Penelitian ini penting dikerjakan dikarenakan terapi anti VEGF yang sudah banyak dikerjakan saat ini masih

menemukan tantangan perbaikan tajam penglihatan yang tidak signifikan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar TNF- α pada cairan vitreus pasien dengan dan tanpa retinopati diabetik dan untuk mengetahui kadar TNF- α vitreus tinggi merupakan faktor risiko PDR pada pasien DM tipe 2. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar TNF- α vitreus pada pasien dengan dan tanpa retinopati diabetik dan untuk mengetahui faktor risiko PDR terkait kadar TNF- α yang tinggi. Penelitian ini penting dikerjakan dikarenakan terapi anti VEGF yang sudah banyak dikerjakan saat ini masih menemukan tantangan perbaikan tajam penglihatan yang tidak signifikan.

Retinopati Diabetik / *Diabetic retinopathy* (DR) adalah salah satu komplikasi mikrovaskular diabetes melitus (DM) pada mata. Hal ini berkaitan dengan hiperglikemia kronis yang ditandai dengan peningkatan kadar hemoglobin terglikasi/HbA1c sebagai kontrol glikemik DM (AAO, 2022). Hiperglikemia kronis menyebabkan kerusakan mikrovaskular melalui empat jalur perubahan biokimia yaitu jalur protein kinase C, jalur peningkatan produk glikasi (*Advanced Glycation End Products/AGEs*), jalur hexosamine, dan jalur polyol (Stewart, 2017). Hiperglikemia juga menyebabkan stres oksidatif yang berkontribusi pada patogenesis DR. Stres oksidatif ditunjukkan dengan peningkatan *reactive oxygen species* (ROS) intraselular (Kowluru dan Chan, 2017).

Gangguan penglihatan pada DR dikaitkan dengan kebocoran kapiler pada DME, oklusi kapiler pada iskemia makula dan sequele iskemia retina. Mikroaneurisma merupakan tanda awal DR yang dapat dilihat pada funduskopi berupa pelebaran sakular kapiler retina dengan penampakan bintik-bintik merah. Perdarahan retina dalam bentuk *flamed-shaped* dan *dot-blot* merupakan tanda lebih lanjut dari mikroaneurisma. Alat-alat yang dipakai untuk mendiagnosis NPDR, PDR antara lain funduskopi direk maupun indirek, slit lamp biomikroskopi, foto fundus, OCT (*Optical Coherence Tomography*) dan FFA (*Fundus Fluorescein Angiography*). (AAO staf, 2019).

TNF- α adalah salah satu sitokin yang pertama kali diidentifikasi dan terlibat dalam respon inflamasi sistemik, selain itu juga telah dikaitkan dengan perkembangan resistensi insulin, obesitas, dan diabetes (Chen, 2017). TNF- α diproduksi oleh neutrofil, limfosit yang diaktifkan, makrofag sel NK, dan beberapa sel non limfoid seperti astrosit, sel endotel dan sel otot polos, sementara TNF- β hanya diproduksi oleh sel T (Chandra, 2018). Ada 2 mekanisme yang menerangkan efek metabolik TNF- α (H. Chen, 2017). Mekanisme pertama adalah TNF- α mempengaruhi kadar gen di jaringan lemak dan liver. Pada jaringan lemak, TNF- α menekan kadar

gen yang mengatur uptake dan penyimpanan glukosa, menekan gen untuk transkripsi pada adipogenesis dan lipogenesis, merubah kadar dari beberapa adipokines antara lain adiponektin dan IL-6. Pada liver, TNF- α menekan kadar gen yang mengatur uptake dan metabolisme glukosa dan oksidasi asam lemak, meningkatkan kadar gen yang terlibat dalam sintesis kolesterol dan asam lemak. Mekanisme kedua adalah TNF- α merusak sinyalisasi insulin. Efek ini merupakan akibat dari aktivasi serine kinase yang meningkatkan fosforilasi serine dari insulin reseptor substrate-1 dan -2 (IRS-1 dan IRS-2). TNF- α juga merusak sinyalisasi insulin secara tidak langsung yang menyebabkan resistensi insulin di beberapa jaringan (Chen, 2017).

Retinopati diabetik (DR), komplikasi umum dari diabetes mellitus (DM), telah menjadi penyebab utama kasus baru kebutaan di antara orang-orang usia kerja di negara maju (Abdulsalam, 2018). DR adalah salah satu penyebab utama kebutaan di seluruh dunia (AAO, 2021). Dengan meningkatnya angka obesitas, jumlah penderita diabetes dan komplikasinya termasuk DR diperkirakan akan meningkat dalam beberapa dekade mendatang. Sementara patogenesis perubahan tersebut masih belum jelas, ada akumulasi bukti eksperimental dan klinis yang menunjukkan bahwa DR dikaitkan dengan penyakit inflamasi subklinis tingkat rendah (Li, 2018). Studi telah menemukan bahwa sejumlah besar sitokin inflamasi terlibat dalam tahap awal DR, dan bahwa kadar sitokin inflamasi di retina pasien DM meningkat secara signifikan (Huang Y, 2018). TNF- α merupakan sitokin yang diproduksi oleh sel raksasa multinuklear, dengan berbagai aktivitas biologis, yang tidak hanya memiliki fungsi mengatur fungsi kekebalan tubuh, tetapi juga memediasi proses reaksi inflamasi (Hang, 2016).

Retinopati diabetik dapat diklasifikasikan menjadi NPDR dan PDR. Beberapa penelitian melaporkan bahwa kadar TNF- α sangat berkorelasi dengan tingkat keparahan DR pada pasien. Kadar TNF- α kelompok PDR lebih tinggi dibandingkan kelompok NPDR (Hang, 2016). Kadar TNF- α berbeda secara signifikan antara kelompok DR dan kelompok normal, menunjukkan bahwa TNF- α dapat digunakan sebagai biomarker untuk DR dan sebagai target terapi potensial DR (Hang, 2016).

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan mengetahui perbedaan kadar TNF- α di vitreus pasien retinopati diabetik dan pasien non retinopati diabetik. Penelitian ini merupakan penelitian *cross sectional* dengan pemilihan *consecutive sampel*. Penelitian dilakukan di RSUP Prof Dr I.G.N.G Ngoerah pada

bulan April - September 2024. Sampel dalam penelitian ini adalah pasien retinopati diabetik dan pasien non retinopati diabetik yang menjalani operasi vitrektomi di RSUP Prof Dr I.G.N.G Ngoerah yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi yaitu pasien Retinopati diabetik yang menjalani operasi vitrektomi pertama kali dan pasien non retinopati diabetik yang menjalani operasi vitrektomi pertama kali. Kriteria eksklusi yaitu pasien dengan infeksi mata merah, pasien dengan riwayat trauma okuli, dan pasien yang tidak melengkapi *informed consent*. Besar Sampel pada penelitian adalah 18 sampel untuk satu kelompok independent dan diperoleh besar sampel penelitian adalah 36 sampel dan dibulatkan menjadi 38 sampel.

Tahapan yang akan dilakukan pada manajemen data adalah *editing, coding, entrydata* dan *cleaning*. Proses ini akan dilakukan pada *file navigator* (SPSS) 26. Data yang didapat akan dimasukkan ke dalam formulir penelitian kemudian direkam di tabel induk dan akan dianalisis dengan analisis bivariat yang dihitung adalah analisis perbedaan data antar kelompok lalu mencari odd ratio dan faktor risiko.

III. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

A. Hasil Penelitian

Pada penelitian ini diteliti 38 orang subyek yang dibagi dalam dua kelompok, yakni sebanyak 18 orang merupakan kelompok kasus dan 20 orang merupakan kelompok kontrol. Secara menyeluruh karakteristik subyek penelitian disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Karakteristik Subyek Penelitian

Parameter	Kelompok n (%)	
	Kasus	Kontrol
Umur:		
≥ 50th	14 (77,80)	15 (75)
<50th	4 (22,20)	5 (25)
Jenis Kelamin		
Laki-laki	7 (39,90)	11 (55)
Perempuan	11 (61,10)	9 (45)
Lama DM		
≥ 10 tahun	16 (88,90)	-

< 10 tahun	2 (11,11)	-
Tidak DM	-	20 (100)
Obat DM		
Oral	7 (38,90)	-
Insulin	9 (50)	-
Oral+Insulin	2 (11,10)	-
Tidak	-	20 (100)
Hipertensi		
Ya	14 (77,80)	10 (50)
Tidak	4 (22,20)	10 (50)
Dislipidemia		
Ya	15 (83,3)	16 (80,0)
Tidak	3 (16,70)	4 (20,00)
Kadar HbA1c		
Tinggi $\geq 7\%$	16 (88,8)	-
Rendah $< 7\%$	2 (11,11)	20 (100)

Keterangan: *signifikan $p < 0,05$; DM: diabetes melitus; Kontrol adalah pasien non DM

Kelompok kasus pada penelitian ini, 77,8% berumur ≥ 50 tahun, demikian juga pada kelompok kontrol, 75% berumur ≥ 50 tahun. Jenis kelamin perempuan ditemukan pada sebagian besar pada kelompok kasus dan jenis kelamin laki-laki ditemukan pada sebagian besar kelompok kontrol yaitu sebesar 61% dan 55%. Lama DM pada kelompok kasus 88% mengalami DM ≥ 10 tahun, sementara pada kelompok kontrol dimana sampel tidak memiliki riwayat DM tipe 2. Sebagian besar kelompok kasus (50%) menggunakan insulin sebagai terapi DM tipe 2. Hipertensi, dislipidemia dan kadar HbA1c $\geq 7\%$ ditemukan pada sebagian besar kelompok kasus yaitu berturut-turut 77,8%, 83,3% dan 88,8%.

Nilai $p > 0,05$ memiliki arti bahwa tidak ada perbedaan bermakna antara kelompok kasus dan kelompok kontrol baik pada data umur, jenis kelamin, hipertensi dan dislipidemia. Pada penelitian ini dilakukan *matching* pada variabel umur dan jenis kelamin, sehingga dengan melihat nilai p dapat diketahui bahwa tidak ada perbedaan bermakna data pada kelompok kasus dan

kelompok kontrol pada variabel umur dan jenis kelamin, dan demikian juga pada variabel hipertensi dan dislipidemia.

B. Kadar TNF- α Vitreus Tinggi sebagai Faktor Risiko PDR pada Pasien DM Tipe-2

TNF- α adalah salah satu sitokin dalam respon inflamasi sistemik yang juga dikaitkan dengan resistensi insulin dan diabetes. Pada penelitian ini kadar TNF- α vitreus diukur menggunakan teknik *Enzyme Linked Immunosorbent Assay* (ELISA). Hasil kadar TNF- α yang didapat dicantumkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Kadar TNF- α

Observed	PDR n (%)		OR	95% Confidence		<i>p</i> *
	No PDR	PDR		<i>Interval for Exp (B)</i>		
				Bawah	Atas	
TNF- α tinggi	1 (5,00%)	16 (88,88%)	5,13	2,88	6,95	0,001
rendah	19 (95,00%)	2 (11,11%)				

Keterangan: *signifikan pada $p < 0,05$

Penentuan nilai *cut off point* kadar TNF- α vitreus pada kurva ROC didapatkan koordinat terjauh dari garis diagonal adalah 15,795 pg/ml dengan sensitivitas 100% dan spesifisitas 95%. Hasil ini sebagai cara untuk menentukan bahwa kadar TNF- α lebih dari sama dengan 15,795 pg/ml dikategorikan kadar TNF- α vitreus yang tinggi, sementara kadar TNF- α kurang dari 15,795 pg/ml dikategorikan sebagai kadar TNF- α yang rendah. *Odd Ratio* didapatkan sebesar 5,13 dengan IK 95%: 2,88-6,95 dengan $p = 0,001$ ($< 0,05$). Pada uji ini memperlihatkan bahwa kadar TNF- α vitreus tinggi (lebih dari 15,795 pg/ml) menyebabkan risiko sebesar 5,13 kali lebih tinggi untuk menjadi PDR dibandingkan dengan kadar TNF- α vitreus rendah (kurang dari 15,795 pg/ml). Pada uji ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa kadar TNF- α vitreus tinggi sebagai faktor risiko terjadinya PDR.

Penelitian ini melibatkan 38 sampel dengan 18 sampel kelompok kasus dan 20 sampel kelompok kontrol. Pada kelompok kasus ditemukan lebih banyak perempuan dan pada kelompok kontrol lebih banyak ditemukan jenis kelamin laki-laki. Kelompok kasus adalah kelompok DM tipe 2 dengan komplikasi PDR yang dilakukan vitrektomi sesuai indikasi, sementara kelompok

kontrol adalah pasien tanpa DM tipe 2 yang dilakukan operasi vitrektomi sesuai indikasi medis. Berdasarkan laporan Riskesdas 2013, prevalensi DM di provinsi Bali sebesar 1,7% dengan jenis kelamin laki-laki lebih banyak. Sejalan dengan ini, penelitian Suastika mendapatkan prevalensi DM sebesar 5,9% dengan jenis kelamin laki-laki lebih banyak yakni sebesar 6,1 % (Suastika, 2011). Prevalensi DM dipengaruhi oleh jenis kelamin, dimana laki-laki yang sering beraktifitas di luar rumah, mendapatkan lebih banyak akses untuk melakukan pemeriksaan kesehatan (Riskesdas, 2013). Isu gender diangkat juga pada beberapa penelitian terkait jenis kelamin pada retinopati diabetik, dimana perempuan dianggap memiliki keterbatasan untuk mendapatkan pengobatan, sehingga ketika keluhan kesehatan sudah memberat, barulah dibawa ke pusat layanan kesehatan (Gilbert, 2018).

Kelompok kasus pada penelitian ini sebagian besar berumur lebih dari atau sama dengan 50 tahun (77,8%). Penelitian Sasongko (2017) menemukan bahwa 70% kasus PDR ditemukan pada usia diatas 55 tahun. Penelitian Semeraro (2019) menunjukkan sebagian besar PDR terjadi pada usia diatas 53 tahun. Penelitian Surasmiati (2021) menunjukkan bahwa usia PDR lebih banyak dialami oleh pasien diatas usia 50 tahun. Pertambahan umur pada kontrol gula darah yang buruk meningkatkan risiko terjadinya inflamasi kronis, stress oksidatif dan perubahan mikrovaskuler yang dapat berujung pada komplikasi diabetes pada berbagai organ penting termasuk di mata (Gupta, 2018; Schachat, 2022).

Pada penelitian ini didapatkan 88% kelompok kasus mengalami DM \geq 10 tahun, sementara pada kelompok kontrol, sampel tidak memiliki riwayat DM tipe 2. Prevalensi PDR rendah pada kelompok DM kurang dari 10 tahun dan umumnya fase *Non-Proliferative* DR yang tidak memerlukan terapi invasif seperti laser, injeksi intravitreal ataupun operasi vitrektomi (Gupta, 2018).

Durasi DM yang lama dikaitkan dengan derajat keparahan DR yang berhubungan dengan perubahan struktur dan vaskularisasi retina (Sasongko, 2017). Paparan hiperglikemia kronis menyebabkan perubahan biokimia dan vaskular retina berupa perubahan seluler pada membran basalis sel retina, hilangnya sel perisit pada kapiler retina, penebalan membran basemen retina, dan kapiler aselular (AAO Retina, 2021). Prevalensi PDR adalah 0% pada 3 tahun DM.

Penelitian ini meneliti peran TNF- α vitreus sebagai faktor risiko PDR pada pasien DM tipe 2. Pada penelitian ini menemukan bahwa pada kelompok kasus terdapat 16 (88,88%) dengan kadar TNF- α vitreus yang tinggi. Kadar TNF- α pada penelitian ini dikatakan tinggi jika lebih dari atau

sama dengan 15,795 pg/ml. Kadar TNF- α vitreus pada kelompok kasus berbeda bermakna dibandingkan kelompok kontrol sehingga dapat disimpulkan kadar TNF- α vitreus yang tinggi merupakan faktor risiko PDR pada DM tipe 2 dengan *Odd Ratio* didapatkan sebesar 5,13 dengan IK 95%: 2,88-6,95 dengan $p= 0,001 (<0,05)$.

Penelitian lain yang pernah dilakukan adalah membandingkan kadar TNF- α serum pasien DM dengan PDR dan pasien tanpa DM tipe 2. Hasil yang didapatkan adalah kadar TNF- α pasien DM tipe 2 lebih tinggi dibandingkan pasien tanpa DM tipe 2 (Martinez, 2019) . Kadar normal TNF- α pada plasma darah adalah 0-8,1 pg/ml dan pada vitreus adalah 0,1-5,17 pg/ml dengan mean 1,7 pg/ml (Rasier, 2018). Penelitian Hirota menunjukkan kadar TNF- α vitreus adalah $56,7 \pm 4,9$ pg/ml (Hirota, 2016).

Penelitian Monjezi (2021) membandingkan TNF- α pada darah pasien dengan nefropati diabetik dan tanpa nefropati diabetik. Penelitian tersebut mendapatkan nilai normal TNF- α adalah 0,705 pg/ml (nilai ini didapatkan dari kurva ROC) (Monjezi, 2021). Komplikasi nefropati diabetik dan retinopati diabetik adalah komplikasi tahap lanjut dari DM tipe-2 yang seringkali ditemukan bersamaan (Gupta, 2018; Monjezi, 2021).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Kowluru (2011) yaitu marker inflamasi TNF- α diidentifikasi di vitreus dan retina tikus diabetes dengan kadar yang meningkat pada vitreus tikus dengan PDR (Kowluru, 2011). Kadar TNF- α meningkat juga di cairan akuos dan serum pada kondisi hiperglikemia (Koleva dkk., 2020). Kemungkinan terjadinya peningkatan kadar TNF- α di vitreus karena rusaknya BRB. Penelitian lain membandingkan kadar TNF- α pada vitreus dan serum pasien PDR dan mendapatkan terjadinya peningkatan dibandingkan kontrol, demikian juga di akuos dan serum (Kowluru, 2011). Hal ini menunjukkan sitokin pro-inflamasi TNF- α berperan dalam regulasi dan progresifitas DR. Penelitian Martinez memperlihatkan kadar TNF- α meningkat pada vitreus pasien PDR (Martinez, 2019). Sejalan juga dengan penelitian Chen (2023) yang memperlihatkan hasil bahwa TNF- α meningkat kadarnya pada vitreus tikus yang diinduksi PDR (Chen, 2023).

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa kadar TNF- α vitreus yang tinggi sebagai faktor risiko PDR pada pasien DM tipe 2. TNF- α sebagai faktor inflamasi mencerminkan kondisi di retina, dimana pada penelitian ini mengambil sampel di vitreus, jaringan yang berposisi erat dengan retina. TNF- α merupakan sitokin proinflamasi yang meningkatkan adhesi leukosit ke endotel retina dan memicu leukostasis, serta meningkatkan produksi spesies oksigen reaktif (ROS)

sehingga terjadi peningkatan permeabilitas sel endotel retina dan kebocoran *Blood Retinal Barrier* / BRB (Qing, 2016).

Penelitian Semeraro (2019) menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi TNF- α terlihat pada serum, air mata dan vitreus pasien PDR. Pasien dengan PDR memiliki konsentrasi TNF- α yang lebih tinggi dibandingkan kontrol yang sehat pada sampel serum, air mata dan vitreus (Semeraro, 2019). TNF- α merupakan sitokin yang diproduksi oleh sel raksasa multinuklear, dengan berbagai aktivitas biologis, yang tidak hanya memiliki fungsi mengatur fungsi kekebalan tubuh, tetapi juga memediasi proses reaksi inflamasi (Hang, 2016).

Pada diabetes, mikroglia retina yang terdapat di jaringan menjadi reaktif dan menyebabkan pelepasan sitotoksin terlarut yang berkontribusi pada kematian sel saraf dan pembuluh darah. Hal ini yang mendorong perkembangan PDR (Krick, 2018). Namun, mekanisme yang mendasari aktivasi mikroglial selama diabetes masih belum sepenuhnya dipahami. Dalam beberapa tahun terakhir, penelitian pada manusia dan hewan telah menjelaskan bahwa banyak efek hiperglikemia dimediasi oleh protein terglikasi (Chandra, 2018). Protein terglikasi ini konsentrasinya meningkat secara signifikan setelah diabetes dan pada PDR dimana peningkatan protein terglikasi ini menyebabkan pembentukan ROS, aktivasi ERK/P38, dan pelepasan TNF- α (Xie, 2018).

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kadar TNF- α vitreus yang tinggi ditemukan pada kelompok PDR. Temuan ini memperkuat teori patogenesis terjadinya PDR melalui marker TNF- α . Hal ini dibuktikan dengan: Kadar TNF- α vitreus tinggi sebagai faktor risiko terjadinya PDR pada pasien DM tipe-2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menilai perbedaan TNF- α pada vitreus pasien PDR serta perbandingan kadarnya pada serum darah serta akueus sehingga dapat dibandingkan kadar marker di sirkulasi dan di target organ yaitu mata dengan mempertimbangkan komplikasi mikrovaskular DM lainnya untuk melihat peran ketiga marker terhadap PDR. Perlu dilakukan penelitian kohort untuk mengetahui peran *miRNA-124 vitreus*, serum dan akueus pada progresifitas dan respon terapi PDR.

DAFTAR PUSTAKA

- AAO staff. 2019. Retina and Vitreous: In :Basic and Clinical Science Course 2019-2020. *American Academy of Ophthalmology*; page 28-80.
- American Diabetes Association. 2020. Classification and diagnosis of diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes. *Diabetes care*, S14-S31.
- Budijanto, D., Kurniawan R., Kurniasih, N. 2018. InfoDatin : Hari Diabetes Sedunia tahun 2018. *Kementrian Kesehatan RI Pusat Data dan Informasi*, 1-8.
- Van Dijk, H. W., Verbraak, F. D., Kok, P. H., Stehouwer, M., Garvin, M. K., Sonka, M., Abramoff, M. D. 2012. Early neurodegeneration in the retina of type 2 diabetic patients. *Investigative ophthalmology & visual science*, 53(6), 2715-2719.
- Li, D., and Wang, Q. 2020. Correlation Analysis between Nerve Fiber Layer Thickness and Peripapillary Vessel Density and Influencing Factors of Peripapillary Vessel Density in Preclinical Diabetic Retinopathy. *Journal of Ophthalmology*. Vol.2020: p 1-8
- Lim, H. B., Shin, Y. I., Lee, M. W., Lee, J. U., Lee, W. H., Kim, J. Y. 2020. Association of Myopia with Peripapillary Retinal Nerve Fiber Layer Thickness in Diabetic Patients Without Diabetic Retinopathy. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 61(10), 30-30.
- Lechner, J., O'Leary, O. E., & Stitt, A. W. 2017. The pathology associated with diabetic retinopathy. *Vision research*, 139, 7-14.
- Nadri, G., Saxena, S., Stefanickova, J., Ziak, P., Benacka, J., Gilhotra, J. S., Kruzliak, P. 2019. Disorganization of retinal inner layers correlates with ellipsoid zone disruption and retinal nerve fiber layer thinning in diabetic retinopathy. *Journal of Diabetes and its Complications*, 33(8), 550-553.
- Peng, P. H., Lin, H. S., Lin, S. 2009. Nerve fibre layer thinning in patients with preclinical retinopathy. *Canadian Journal of Ophthalmology*, 44(4), 417-422.
- Sasongko, M. B., Widyaputri, F., Agni, A. N., Wardhana, F. S., Kotha, S., Gupta, P., Wang, J. J. 2017. Prevalence of diabetic retinopathy and blindness in Indonesian adults with type 2 diabetes. *American journal of ophthalmology*, 181, 79-87.
- Sohn, E. H., van Dijk, H. W., Jiao, C., Kok, P. H., Jeong, W., Demirkaya, N., Abramoff, M. D. 2016. Retinal neurodegeneration may precede microvascular changes characteristic of

- diabetic retinopathy in diabetes mellitus. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(19), p2655-2664.
- Waheed NK, Kashani, AH. Garciafilho CAA, Duker JS, Rosenhold PJ. 2018. Retinal Imaging and Diagnostics :Optical Coherence Tomography. In K. A. Waheed NK, *Ryan's Retina* ;p 77–9, 102–6.
- Wong, T. Y., Sun, J., Kawasaki, R., Ruamviboonsuk, P., Gupta, N., Lansingh, V. C., Taylor, H. R. 2018. Guidelines on diabetic eye care: the international council of ophthalmology recommendations for screening, follow-up, referral, and treatment based on resource settings. *Ophthalmology*, 125(10), 1608-1622.
- World Health Organization. 2018. Guidelines on Second and Third Line Medicines and Type of Insulin for the Control of Blood Glucose Levels in nonpregnant Adult with Diabetes Mellitus.
- Xie, Y., Chu, A., Feng, Y., Chen, L., Shao, Y., Luo, Q., Deng, X., Wu, M., Shi, X., Chen, Y. 2018. MicroRNA-146a: A comprehensive indicator of inflammation and Oxidative Stress Status Induced in the Brain of Chronic T2DM Rats. *Frontiers in Pharmacology*, 9(478).
- Xiong, F., Du, X., Hu, J., Li, T., Du, S., Wu, Q. 2014. Altered retinal microRNA expression profiles in early diabetic retinopathy: an in-silico analysis. *Current Eye Research*, 39(7):720-729.
- Yan, H., dan Mao, C. 2014. Roles of elevated intravitreal IL-6 and IL-10 levels in proliferative diabetic retinopathy. *Indian Journal of Ophthalmology*, 62(6): 699
- Yang, W., Yu, X., Zhang, Q., Lu, Q., Wang, J., Cui, W., Zheng, Y., Wang, X., dan Luo, D. 2013. Attenuation of streptozotocin-induced diabetic retinopathy with low molecular weight fucoidan via inhibition of vascular endothelial growth factor. *Exp Eye Res*, 115:96-105.
- Yang Yao a,b , Rong Lic , Junhui Dud . Tumor necrosis factor- α and diabetic retinopathy: Review and meta-analysis. *Clinica Chimica Acta* 485 (2018) 210–217.
- Ye, P., Liu, J., He, F., Xu, W., dan Yao, K. 2014. Hypoxia-induced Deregulation of miR- 124-3p and its Regulative Effect on VEGF and MMP-9 Expression. *International Journal of Medical Sciences*, 11(1): 17-23.
- Yuk JM, Shin DM, Lee HM, Kim JJ, Kim SW, Jin HS, et al. The orphan nuclear receptor SHP acts as a negative regulator in inflammatory signaling triggered by Toll-like receptors. *Nat Immunol* 2011; 12: 742–51

- Yao, S.A., Bae, D.G., Ryoo, J.W. 2015. Arginine-rich anti vascular endothelial growth factor (anti-VEGF) hexapeptide inhibits collagen-induced arthritis and VEGF- stimulated productions of TNF-a and IL-6 by human monocytes. *The Journal of Immunology*, 174 (9): 5846-5855.
- Zampetaki, A., Willeit, P., Burr, S., Yin, X., Langley, S.R., Kiechl, S., dan Mayr, M. 2016. Angiogenic microRNAs Linked to Incidence and Progression of Diabetic Retinopathy in type-1 Diabetes. *Diabetes*, 65(1): 216-227.
- Zhang, J., Du, Y.Y., Lin, Y.F., Chen, Y.T., Yang, L., Wang, H.J. dan Ma, D. 2018. The cell growth suppressor, mir-124, targets IRS-1. *Biochem Biophys Res Commun*, 377: 136-140.
- Zhang, W., Chen, S., dan Liu, M.L. 2018b. Pathogenic Roles of Microvesicles in Diabetic Retinopathy. *Acta Pharmacologica Sinica*, 39(1): 1-11.
- Zhu Z, Yin J, Li DC, Mao ZQ. Role of microRNAs in the treatment of type 2 diabetes mellitus with Roux-en-Y gastric bypass. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* (2017) : 50(3):e5817.
- Zou, H.L., Wang, Y., Gang, Q., Zhang, Y. dan Sun, Y. 2017. Plasma level of miR-93 is associated with higher risk to develop type 2 diabetic retinopathy. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 255 (6): 1159-1166.

Deteksi Penonaktifan Perangkat Automatic Identification System Memakai Neural Network

¹Widyadi Setiawan

²*Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana*
Denpasar, Indonesia
widyadi@unud.ac.id

²Rukmi Sari Hartati, ³Sri Andirati Asri

²*Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana*
Denpasar, Indonesia
rukmisari@unud.ac.id

³*Managemen Informatika Politeknik Negeri Bali*
Denpasar, Indonesia
sriandriati@pnb.ac.id

Abstract— Penonaktifan perangkat Automatic Identification System (AIS) secara disengaja sering dilakukan untuk menyembunyikan aktivitas ilegal, seperti penangkapan ikan ilegal, perdagangan manusia, dan penyelundupan. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi penonaktifan AIS menggunakan pendekatan berbasis Neural Network. Data AIS yang digunakan mencakup informasi dan dinamis yang diproses melalui tahapan data cleansing, ekstraksi lintasan, dan pembersihan lintasan. Dataset penelitian ini berasal dari Receiver Base Station (RBS) Universitas Udayana, yang mencatat data dari 28 September 2022 hingga 19 April 2023, dengan total 126 juta data mencakup 12 ribu MMSI. Setelah tahapan data cleansing dengan kriteria tertentu untuk validasi data, jumlah data yang tersaring menjadi 48,5 juta baris dengan 6597 MMSI. Pada tahap ekstraksi lintasan, data dipisahkan menjadi lintasan individual berdasarkan selisih waktu antar koordinat yang berturut-turut, menghasilkan 31 ribu lintasan. Selanjutnya, tahap pembersihan lintasan menggunakan kriteria tambahan menghasilkan 12 ribu lintasan yang sesuai untuk pelabelan otomatis dan pengembangan model klasifikasi. Sebanyak 46,4 juta data koordinat berhasil dilabeli secara otomatis untuk mendeteksi data anomali dengan kriteria selisih waktu > 45 menit dan selisih jarak > 1 km. Pengujian model deteksi dilakukan dengan menghasilkan Confusion Matrix yang menunjukkan distribusi 626 data non-anomali dan 529 data anomali. Model menunjukkan performa yang sangat baik dengan Akurasi 100%, Precision 100%, Recall 100%, dan F1-Score 100% untuk kedua kelas (anomali dan non-anomali). Kinerja optimal ini menandakan bahwa model tidak membuat kesalahan dalam klasifikasi, baik untuk mendeteksi data anomali maupun non-anomali. Dengan hasil ini, penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam mendeteksi anomali AIS secara otomatis, sehingga dapat meningkatkan pengawasan maritim.

Kata Kunci— Anomali Maritim, Deteksi Penonaktifan AIS, Data Cleansing, Ekstraksi Lintasan, Neural Network.

I. PENDAHULUAN

Peningkatan keamanan maritim menjadi isu utama dalam era globalisasi saat ini. Automatic Identification System (AIS) adalah teknologi yang umum digunakan untuk melacak kapal di laut, namun, seringkali terjadi penonaktifan perangkat AIS dengan sengaja, menyebabkan celah dalam pemantauan dan meningkatkan risiko kecelakaan laut. Fenomena ini menciptakan kebutuhan mendesak untuk mengembangkan metode deteksi yang handal agar tindakan yang dapat membahayakan dapat diidentifikasi dan dicegah secara dini. Peningkatan keamanan maritim menjadi isu utama dalam era globalisasi saat ini. AIS adalah teknologi yang umum digunakan untuk melacak kapal di laut, namun, seringkali terjadi penonaktifan perangkat AIS dengan sengaja, menyebabkan celah dalam pemantauan dan meningkatkan risiko kecelakaan laut. Fenomena ini menciptakan kebutuhan mendesak untuk mengembangkan metode deteksi yang handal agar tindakan yang dapat membahayakan dapat diidentifikasi dan dicegah secara dini.

Penelitian ini sangat penting karena penonaktifan perangkat AIS yang disengaja dapat mengakibatkan dampak serius terhadap keamanan dan ketertiban maritim. Risiko kecelakaan, penyelundupan, dan kegiatan ilegal lainnya dapat meningkat tanpa adanya sistem deteksi yang efektif. Oleh karena itu, pengembangan metode deteksi penonaktifan perangkat AIS menggunakan pendekatan Neural Network menjadi kebutuhan mendesak dalam rangka meningkatkan efektivitas pemantauan dan keamanan laut.

Penelitian terkini menunjukkan berbagai pendekatan inovatif dalam deteksi dan analisis data AIS serta pengawasan maritim. Studi pertama memperkenalkan metode baru untuk mendeteksi pengaktifan dan penonaktifan AIS secara disengaja [1], yang memiliki hasil menjanjikan meskipun memerlukan validasi lebih luas pada dataset beragam dan pengujian efisiensi komputasi serta integrasi dengan infrastruktur AIS yang ada. Penelitian lain mengeksplorasi penggunaan teknik pembelajaran mesin dalam pengawasan maritim [2], membahas tantangan dalam mendeteksi perilaku abnormal seperti penangkapan ikan ilegal dan penyelundupan, serta membandingkan metode pembelajaran tradisional dan mendalam untuk adaptasi terhadap ancaman keamanan yang terus berkembang.

Selain itu, studi terkait deteksi anomali data AIS mengusulkan arsitektur untuk mendeteksi kehilangan data AIS (drop-out) dengan analisis pola cakupan dan propagasi gelombang radio [3]. Meskipun penting untuk keamanan maritim, pendekatan ini membutuhkan validasi lebih lanjut dan pengkajian dampak alarm palsu. Pendekatan deep learning menggunakan model transformator juga diperkenalkan untuk mendeteksi penonaktifan AIS secara akurat pada dataset besar [4], namun kurang membahas generalisasi wilayah maritim yang beragam serta interpretabilitas model.

Dari segi analisis lintasan kapal, PyVT menawarkan alat yang efektif untuk segmentasi, kompresi, dan penghitungan area tambat jangkar, yang telah menunjukkan efektivitas dalam publikasi ilmiah [5]. Sementara itu, PTRAIL mendukung prapemrosesan data lintasan paralel dengan efisiensi tinggi, fleksibilitas, dan integrasi dengan alat geospasial seperti GeoPandas [6]. Secara keseluruhan, penelitian-penelitian ini memberikan kemajuan signifikan dalam deteksi anomali dan analisis data AIS, meskipun masih memerlukan validasi lebih lanjut untuk penerapan yang lebih luas dan andal di dunia nyata.

II. METODE DAN PROSEDUR

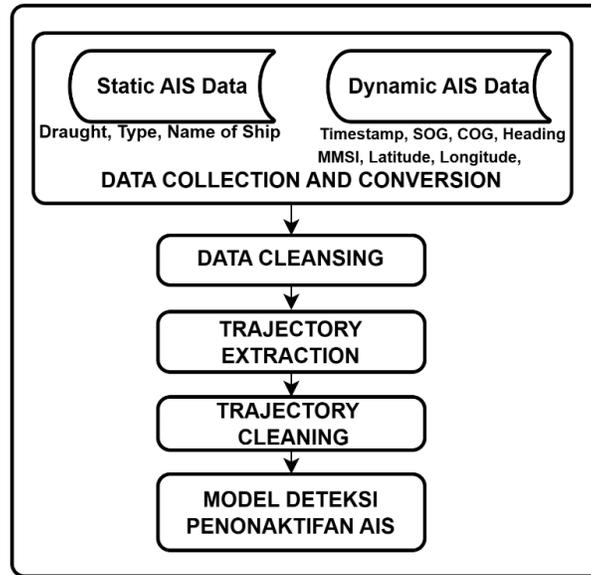
Gambaran umum sistem terkait penelitian "Deteksi Penonaktifan Perangkat Automatic Identification System (AIS) Memakai Metode Neural Network" mencakup berbagai komponen dan langkah-langkah yang dilibatkan dalam pengembangan sistem deteksi. Berikut adalah gambaran umumnya:

1. **Pengumpulan Data:**
Sistem dimulai dengan pengumpulan data AIS dari berbagai sumber. Data ini dapat mencakup informasi seperti identifikasi kapal, posisi, kecepatan, dan status perangkat AIS. Dataset harus mencakup situasi normal dan skenario penonaktifan perangkat untuk melatih model dengan baik.
2. **Pra-Pemrosesan Data:**
Data AIS yang dikumpulkan kemudian melewati tahap pra-pemrosesan untuk membersihkan dan merapikan data. Pra-pemrosesan ini dapat mencakup penghapusan outlier, normalisasi data, dan konversi data menjadi format yang sesuai untuk digunakan sebagai input pada model deteksi.
3. **Pengembangan Model Neural Network:**
Langkah kunci adalah pengembangan model deteksi menggunakan metode Neural Network, khususnya dengan memanfaatkan shallow Neural Network. Model ini dilatih menggunakan data historis yang mencakup keadaan normal dan penonaktifan perangkat AIS. Proses pelatihan melibatkan tuning parameter model untuk meningkatkan akurasi dan generalisasi model.
4. **Validasi dan Pengujian Model:**
Setelah model dilatih, langkah selanjutnya adalah melakukan validasi dan pengujian model menggunakan dataset yang belum pernah dilihat sebelumnya. Performa model dievaluasi dengan metrik seperti akurasi, presisi, recall, dan F1-score.

Gambar 1 menggambarkan alur penelitian deteksi penonaktifan AIS yang dimulai dari pengumpulan dan konversi data AIS statis (seperti nama kapal, tipe kapal, dan draught) serta data AIS dinamis (seperti timestamp, SOG, COG, heading, MMSI, latitude, dan longitude). Setelah itu, data tersebut melalui beberapa tahap pemrosesan, yaitu:

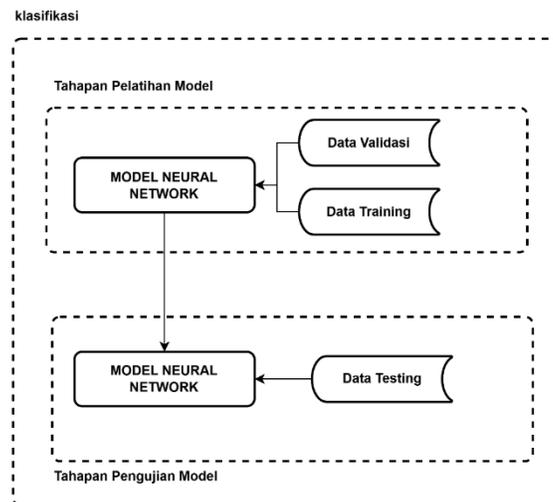
1. **Data Cleansing:** Proses membersihkan data dari kesalahan atau informasi yang tidak relevan.
2. **Trajectory Extraction:** Ekstraksi lintasan kapal dari data AIS yang telah dibersihkan.

3. **Trajectory Cleaning:** Penyempurnaan data lintasan untuk menghilangkan anomali atau inkonsistensi.
4. **Model Deteksi Penonaktifan AIS:** Pembuatan dan penerapan model untuk mendeteksi penonaktifan AIS yang disengaja berdasarkan data lintasan yang telah diproses.



GAMBAR 1. DIAGRAM ALIR PENELITIAN

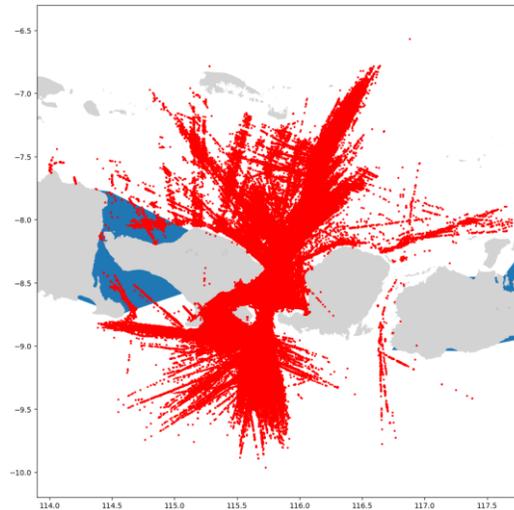
Gambar 2 menunjukkan tahapan klasifikasi yang menggambarkan proses pelatihan dan pengujian model Neural Network. Diagram ini menunjukkan dua fase utama dalam proses pengembangan model Neural Network: pelatihan dan pengujian. Selama pelatihan, model dilatih dan divalidasi untuk mencapai performa terbaik, sementara selama pengujian, model dievaluasi untuk menentukan seberapa baik ia dapat menggeneralisasi dan memberikan prediksi yang akurat pada data baru.



GAMBAR 2. TAHAPAN KLASIFIKASI

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Visualisasi Koordinat Data yang didapat dari Receiver Base Station (RBS) di Universitas Udayana, dari tanggal 28 September 2022 s/d 19 April 2023, sebanyak 126 juta baris, didalamnya terdapat 12ribu MMSI, yang ditunjukkan pada gambar 3.



GAMBAR 3. VISUALISASI KOORDINAT DATA

Pada tahapan Data Cleansing, memakai filter atau kriteria seperti yang tersaji, untuk memastikan Data koordinat yang akan diolah benar-benar akurat dan valid. Didapatkan jumlah data sebesar 48.5 juta dan 6597 MMSI

TABEL 1. CLEANSING DATA

	Jumlah Data	MMSI	Jumlah Lintasan
Clean AIS Data	48.501.813	6.597	31.415
Pembersihan Lintasan	46.458.863	3.422	12.393

Pada tahapan ekstaksi lintasan memisahkan data menjadi lintasan individual, yang merupakan serangkaian titik koordinat dari sebuah kapal selama periode waktu tertentu. Kriteria yang dipakai dengan melihat timestamp tiap koordinat dan dihitng selisih antar koordinat yang berurutan, selama nilainya masih ≤ 45 menit akan dijadikan lintasan dengan ID yang sama. Pada tahapan ini didapatkan 31 ribu lintasan, diperlihatkan pada tabel 1 baris pertama.

Pada tahapan pembersihan Lintasan, dengan memakai kriteria, jumlah koordinat tiap lintasan ≥ 400 titik dan rerata SOG (kecepatan) < 60 knot serta varians Heading < 300 , didapatkan lintasan yang sesuai dengan keperluan pembuatan model klasifikasi. Dari tahapan ini didapatkan 12 ribuan lintasan, diperlihatkan pada tabel 1 baris kedua.

Pada tabel 1 merupakan hasil untuk melabeli secara otomatis sebanyak 46.4 juta data koordinat, mana data koordinat yang memiliki fitur anomaly dan mana yang tidak. Pada tahapan ini kriteria yang dipakai adalah anomaly terjadi jika Selisih Waktu > 45 menit dan Selisih Jarak > 1 km)

TAHAPAN PELATIHAN MODEL

Setelah melakukan tuning hyperparameter dengan kombinasi terbaik yang didapatkan, model neural network menunjukkan peningkatan performa dalam mengklasifikasi anomaly mematikan perangkat AIS. Dengan pengaturan berikut:

- Optimizer: RMSprop
- Jumlah Neuron di Hidden Layers: 64 (layer pertama), 16 (layer kedua), dan 64 (layer ketiga)
- Dropout Rate: 0% untuk layer pertama dan ketiga, 10% untuk layer kedua
- Aktivasi: Sigmoid (layer pertama), Tanh (layer kedua), dan ReLU (layer ketiga)
- Epochs: 50
- Batch Size: 128

Model mencapai kinerja yang optimal, dengan hasil metrik evaluasi (akurasi, presisi, recall, dan F1-score) yang lebih baik dibandingkan sebelum tuning. Pengaturan ini mengurangi overfitting dan meningkatkan kemampuan generalisasi model terhadap data validasi, yang terlihat dari hasil evaluasi pada data validasi yang konsisten

	mmsi	created_at	lat	lon	sog	cog	hdg	lintasan	time_diff	distance_diff	is_anomaly
0	205083000	2023-10-06 12:54:36+00:00	-7.481122	115.179705	0.0	122.6	134.0	205083000-2	0.0	0.000000	False
1	205083000	2023-10-06 12:54:45+00:00	-7.481122	115.179705	0.0	128.3	134.0	205083000-2	9.0	0.000000	False
2	205083000	2023-10-06 12:55:26+00:00	-7.481122	115.179708	0.0	151.0	135.0	205083000-2	41.0	0.367927	False
3	205083000	2023-10-06 12:55:36+00:00	-7.481122	115.179710	0.0	144.7	135.0	205083000-2	10.0	0.183964	False
4	205083000	2023-10-06 12:56:36+00:00	-7.481122	115.179710	0.0	160.7	135.0	205083000-2	60.0	0.000000	False

	mmsi	created_at	lat	lon	sog	cog	hdg	lintasan	time_diff	distance_diff	is_anomaly
2431	205194000	2023-12-11 09:21:46+00:00	-9.461150	115.820245	11.0	348.2	347.0	205194000-0	3142.0	17687.548057	True
5030	205195000	2023-08-17 23:06:01+00:00	-7.393872	116.360532	12.8	196.9	193.0	205195000-0	3983.0	26547.755008	True
8646	205195000	2023-09-24 23:40:52+00:00	-7.590467	116.247832	12.7	204.6	205.0	205195000-1	9230.0	60258.029589	True
8663	205195000	2023-09-25 01:45:12+00:00	-7.962622	116.039032	11.8	210.8	210.0	205195000-1	3277.0	20221.708666	True
16448	205195000	2023-12-07 11:10:11+00:00	-7.426855	116.344563	12.1	203.0	203.0	205195000-4	5863.0	36275.385209	True

GAMBAR 4. PENAMBAHAN FITUR ANOMALI PADA DATASET

TAHAPAN PENGUJIAN MODEL

Hasil pengujian model pada Confusion matrix yang menghasilkan 626 data non-anomali dan 529 data anomali menunjukkan performa yang sangat baik, dengan metrik evaluasi sbb:

- Akurasi: 1.00 (100%), menunjukkan bahwa model mampu mengklasifikasikan semua data dengan benar.
- Precision, Recall, dan F1-Score: 1.00 (100%) untuk kedua kelas (True dan False), menunjukkan bahwa model tidak membuat kesalahan dalam prediksi baik untuk anomali maupun non-anomali.
- Support: 626 data non-anomali dan 529 data anomali, menunjukkan distribusi kelas yang seimbang.

Secara keseluruhan, model memiliki kinerja yang sangat optimal dalam mendeteksi anomali perangkat AIS, dengan tidak ada kesalahan klasifikasi dalam pengujian ini.

Hasil pengujian model menunjukkan performa yang sangat baik, dengan metrik evaluasi sbb:

- Akurasi: 1.00 (100%), menunjukkan bahwa model mampu mengklasifikasikan semua data dengan benar.
- Precision, Recall, dan F1-Score: 1.00 (100%) untuk kedua kelas (True dan False), menunjukkan bahwa model tidak membuat kesalahan dalam prediksi baik untuk anomali maupun non-anomali.
- Support: 626 data non-anomali dan 529 data anomali, menunjukkan distribusi kelas yang seimbang.

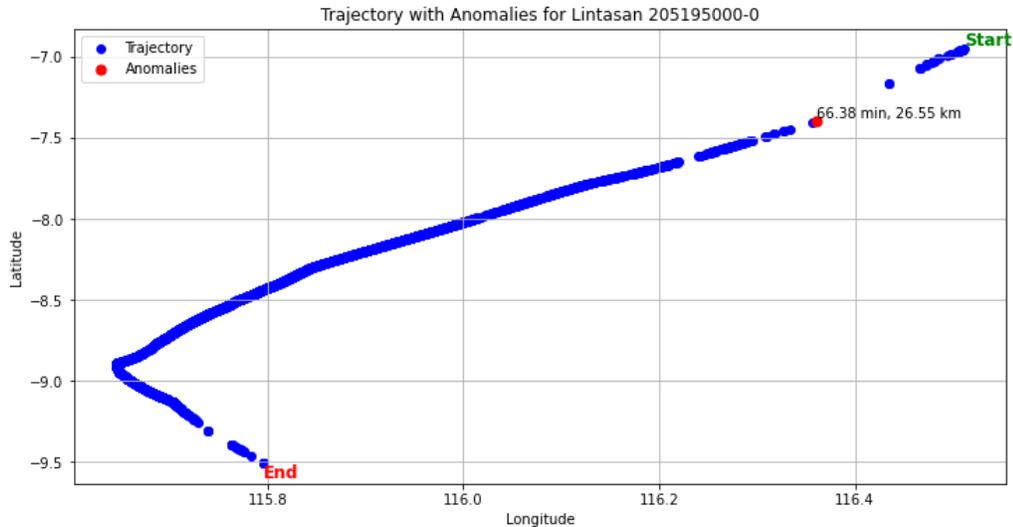
Secara keseluruhan, model memiliki kinerja yang sangat optimal dalam mendeteksi anomali perangkat AIS, dengan tidak ada kesalahan klasifikasi dalam pengujian ini.

CONTOH PENGUJIAN MODEL

Gambar 5 yang ditampilkan menunjukkan lintasan kapal (digambarkan dengan titik-titik biru) dan anomali yang terdeteksi (ditandai dengan titik merah). Berikut adalah analisis dari anomali yang terdeteksi. Jalur lintasan kapal digambarkan secara kontinu dengan titik-titik biru, yang mewakili posisi kapal pada interval waktu tertentu. Jalur ini menunjukkan pergerakan kapal dari titik "Start" (di pojok kanan atas) menuju titik "End" (di bagian bawah). Anomali lintasan ditandai dengan titik merah pada lintasan kapal. Pada titik anomali ini, terlihat adanya selisih waktu (time_diff) sebesar 66.38 menit dan jarak (distance_diff) sejauh 26.55 km dari koordinat sebelumnya.

Selisih waktu yang signifikan dan jarak yang besar antara titik anomali dan titik sebelumnya mengindikasikan adanya sesuatu yang tidak biasa. Biasanya, dalam kondisi normal, perangkat AIS (Automatic Identification System) di kapal terus-menerus mengirimkan data posisi dalam interval waktu yang relatif pendek.

Namun, karena selisih waktu dan jarak yang besar ini, dapat diduga bahwa perangkat AIS kapal mungkin telah dimatikan secara sengaja selama periode tersebut. Hal ini bisa saja dilakukan untuk menghindari deteksi, misalnya untuk menghindari patroli atau menghindari zona tertentu, sehingga tidak terekam dalam lintasan normal.



GAMBAR 5. CONTOH PENGUJIAN SATU KOORDINAT ANOMALI

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah didapat, dapat ditarik beberapa kesimpulan, diantaranya yaitu:

1. Model neural network yang dilatih mampu mengidentifikasi anomali pematian AIS dengan akurasi yang memuaskan.
2. Penggunaan metrik evaluasi seperti akurasi, presisi, recall, dan F1-score menunjukkan kinerja model yang baik dalam membedakan antara anomali dan non-anomali.
3. Kemampuan untuk mendeteksi mematikan perangkat AIS dengan akurasi tinggi penting untuk keamanan maritim, membantu dalam identifikasi aktivitas ilegal seperti penangkapan ikan ilegal atau perdagangan manusia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan untuk semua pihak yang sudah membantu dan memberikan kontribusi pada penulisan makalah ini dan tidak lupa kami ucapkan terima kasih pada Universitas Udayana dalam program penelitian unggulan program studi berdasarkan Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan (SP3) penelitian dana PNBPN tahun anggaran 2024 nomor : B/255.85/Un14.4.A/Pt.01.03/2024.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Mazzarella, M. Vespe, A. Alessandrini, D. Tarchi, G. Aulicino, and A. Vollero, "A novel anomaly detection approach to identify intentional AIS on-off switching," *Expert Syst. Appl.*, vol. 78, 2017, doi: 10.1016/j.eswa.2017.02.011.
- [2] C. Gamage, R. Dinalankara, J. Samarabandu, and A. Subasinghe, "A comprehensive survey on the applications of machine learning techniques on maritime surveillance to detect abnormal maritime vessel behaviors," *WMU J. Marit. Aff.*, 2023, doi: 10.1007/s13437-023-00312-7.
- [3] F. Mazzarella, M. Vespe, D. Tarchi, G. Aulicino, and A. Vollero, "AIS reception characterisation for AIS on/off anomaly detection," 2016.
- [4] P. Bernabé, A. Gotlieb, B. Legeard, D. Marijan, F. Sem-Jacobsen, and H. Spieker, "Detecting Intentional AIS Shutdown in Open Sea Maritime Surveillance Using Self-Supervised Deep Learning," *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, 2023, doi: 10.1109/TITS.2023.3322690.
- [5] Q. Liu, Z. Qiao, and Y. Lv, "PyVT: A python-based open-source software for visualization and graphic analysis of fluid dynamics datasets," *Aerosp. Sci. Technol.*, vol. 117, 2021, doi: 10.1016/j.ast.2021.106961.
- [6] S. Haidri, Y. J. Haranwala, V. Bogorny, C. Renso, V. P. da Fonseca, and A. Soares, "PTRAIL — A python package for parallel trajectory data preprocessing," *SoftwareX*, vol. 19, 2022, doi: 10.1016/j.softx.2022.101176.

Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Udayana

Jl. Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung-Bali-803611

-  : (0361) 704622 / 703367
-  : info-lppm@unud.ac.id
-  : Lppm Universitas Udayana
-  : @lppm_unud
-  : LPPM Universitas Udayana

ISSN 2964-223X

