



ISSN: 2301-5373  
E-ISSN: 2654-5101

Volume 11 • Number 2 • November 2022

# JELIKU

**Jurnal Elektronik Ilmu Komputer Udayana**

**Informatics Study Program**

Faculty of Mathematics and Natural Sciences

Udayana University

## Table of Contents

### *Klasifikasi Serangan Distributed Denial of Service (DDoS) Menggunakan Random Forest Dengan CFS*

I Made Wasanta Bhaskara, I Putu Gede Hendra Suputra, I Made Widiartha, I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan, I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra, Ida Bagus Gede Dwidasmara .....215-222

Penerapan Metode SAW dan TOPSIS dalam Sistem Rekomendasi Lowongan Kerja Bali  
Muhammad Firdaus Zulkarnain, Ida Bagus Gede Dwidasmara, Made Agung Raharja, I Gede Santi Astawa, I Wayan Supriana, I Dewa Made Bayu Atmaja Darmawan.....223-234

Perancangan Aplikasi Augmented Reality Location Based Service Nusa Dua Tourism Guide  
I Wayan Santiyasa, I Gede Angga Narotama, I Ketut Gede Suhartana, I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra, Ida Bagus Made Mahendra, I Made Widiartha.....235-246

Pengembangan Sistem Manajemen Informasi Lagu Tradisional Bali Menggunakan Pendekatan Semantik Ontologi

Ni Luh Putu Dianti Parasmitha Sari, I Wayan Santiyasa, Cokorda Rai Adi Pramatha, I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan, I Gede Santi Astawa, I Komang Ari Mogi .....247-260

Augmented Reality Kekarangan Bali dengan Natural Feature Tracking

I Gede Bagus Anom Adiputra, I Wayan Santiyasa, I Ketut Gede Suhartana, I Dewa Made Bayu Atmaja Darmawan, Luh Gede Astuti, Made Agung Raharja .....261-272

Implementasi Algoritma Naive Bayes Classifier (NBC) Dan Information Gain Untuk Mendeteksi DDoS

da Bagus Gagananta Amartya, I Made Widiartha, I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan, I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan, I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra, I Putu Gede Hendra Suputra, Cokorda Rai Adi Pramatha .....273-282

Perbandingan Pengelompokan Metode PSO K-Means Dan Tanpa PSO Dalam Pengelompokan Data Alert

I Gede Made Sankhya Saiyoga Krisna, I Wayan Supriana, I Dewa Made Bayu Atmaja Darmawan, Agus Muliantara, Ngurah Agus Sanjaya ER, Luh Gede Astuti .....283-290

Sistem Informasi Pura Kahyangan Jagat Berbasis Ontology

I Gede Acintia Udayana, Cokorda Pramatha, Ida Bagus Made Mahendra, Ngurah Agus Sanjaya ER, I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan, I Gede Santi Astawa ..... 291-300

Modifikasi Algoritma Ant Colony Optimization Dalam Menentukan Rute Pengisian Mesin ATM

Putu Rizky Andrian, I Made Widiartha, Agus Muliantara, I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra, I Ketut Gede Suhartana, Ngurah Agus Sanjaya ER ..... 301-308

Enkripsi Gambar Berdasarkan Modifikasi Bit Piksel Dengan Menggunakan Perpaduan Logistic Map Dan Henon Map

I Kadek Aldy Oka Ardita, Agus Muliantara, I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra, Ngurah Agus Sanjaya ER, Ida Bagus Made Mahendra ..... 309-318

Pengembangan Sistem Informasi Banten Menggunakan Web Semantik

I Kadek Anom Sukawirasa Putra, Cokorda Rai Adi Paramartha, Cokorda Rai Adi Paramartha, I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra, I Ketut Gede Suhartana, I Made Widiartha, I Komang Ari Mogi ..... 319-328

Seleksi Atribut Pada Diagnosis Penyakit Liver Menggunakan Decision Tree Dengan Algoritma Genetika

Aang Pangantyas Sampurna, I Gede Santi Astawa, Ngurah Agus Sanjaya ER, Anak Agung Istri Ngurah Eka Karyawati, I Wayan Santiyasa, I Made Widiartha ..... 329-338

Text Summarization terhadap Berita Bahasa Indonesia menggunakan Dual Encoding

Made Dwiki Budi Laksana, AAIN Eka Karyawati, Luh Arida Ayu Rahning Putri, I Wayan Santiyasa, Ngurah Agus Sanjaya ER, I Gusti Agung Gede Arya Kadnyanan ..... 339-348

Segmentasi Baris Lontar Dengan Metode A \* Path Planning

Anak Agung Istri Dewi Lestari, I Gede Santi Astawa, Ngurah Agus Sanjaya ER, I Putu Gede Hendra Suputra, Cokorda Rai Adi Pramatha, I Wayan Supriana ..... 349-358

Pengembangan Aplikasi Rekomendasi Pet Shop Berbasis Android Menggunakan Arsitektur MVVM (Model-View-Viewmodel)

Ghani Rasyid Hika, Ida Bagus Gede Dwidasmara, I Gede Artha Wibawa, I Ketut Gede Suhartana, Ida Bagus Made Mahendra, Made Agung Raharja ..... 359-368

Pengembangan Aplikasi Optimasi Rute Destinasi Wisata di Banyuwangi Menggunakan Modern Android Development (MAD) Pattern

Wahyu Ramadhan, I Gede Santi Astawa, Luh Gede Astuti, Luh Arida Ayu Rahning Putri, I Putu Gede Hendra Suputra, I Wayan Santiyasa ..... 369-378

Pengamanan Audio Rindik Bali Menggunakan Metode Least Significant Bit Berbasis Android  
I Gusti Ayu Mirah Agung Jayanti, I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra, I Made Widiartha, Anak Agung Istri Ngurah Eka Karyawati, I Ketut Gede Suhartana Gede Suhartana, Ngurah Agus Sanjaya ER ..... 380-394

Rancangan dan Analisis Model Algoritma Genetika Untuk Menyelesaikan Permasalahan Knapsack 2 Dimensi

Devan Bramantya, I Gede Santi Astawa, I Wayan Supriana, Luh Gede Astuti, Ngurah Agus Sanjaya ER, I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan ..... 395-404

Identifikasi Topeng Bali Dengan Metode KNN (K Nearest Neighbor)

Ni Made Elvina Aryadhika Putri, I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan, I Wayan Supriana, Cokorda Rai Adi Pramarta, Anak Agung Istri Ngurah Eka Karyawati, Ida Bagus Gede Dwidasmar ..... 405-410

Rancang Bangun Website E-Learning Menggunakan Metode User-Centered Design dan Evaluasi Heuristik

Nathanael Richie Thomas, I Wayan Santiyasa, I Ketut Gede Suhartana, Anak Agung Istri Ngurah Eka Karyawati, I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan, I Wayan Supriana ..... 411-420

Optimization Of Wsn Deployment Using Pso Algorithm For Forest Fire Detection

I Made Suastika, I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan, Ngurah Agus Sanjaya ER, Made Agung Raharja, I Komang Ari Mogi, Agus Muliantara ..... 421-428

Perancangan Sistem Keamanan Lingkungan Pengenal Suara Kulkul dengan Menggunakan Metode Deep Learning

I Putu Adi Yuda, I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra, I Ketut Gede Suhartana, I Komang Ari Mogi, Made Agung Raharja, Luh Arida Ayu Rahning Putri ..... 429-438

Development of Supply Chain Management System for Micro, Small and Medium Enterprises (MSMEs) in Bali

Anak Agung Ngurah Franky Kusumanegara, Cokorda Pramatha, I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra, I Ketut Gede Suhartana, I Gede Arta Wibawa, I Komang Ari Mogi..... 439-444

Perancangan Sistem Informasi Pengelolaan Data Penjualan Pada UD Memeri

I Gede Surya Rahayuda, Ni Putu Linda Santiari..... 445-456

**SUSUNAN DEWAN REDAKSI**  
**JURNAL ELEKTRONIK ILMU KOMPUTER UDAYANA (JELIKU)**

**Penanggung Jawab :**

Dra. Ni Luh Watiniasih M.Sc., Ph.D.

**Redaktur :**

Gst. Ayu Vida Mastrika Giri, S.Kom., M.Cs.

**Penyunting/Editor :**

Agus Muliantara, S.Kom., M.Kom

I Komang Ari Mogi, S.Kom., M.Kom

I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan, S.Kom., M.Kom

Dr. Anak Agung Istri Ngurah Eka Karyawati, S.Si., M.Eng

**Disain Grafis :**

I Gede Yogananda Adi Baskara

I Gusti Agung Ayu Gita Pradnyaswari Mantara

**Fotografer :**

I Kadek Agus Candra Widnyana

I Komang Dwiprayoga

**Sekretariat :**

Ni Ketut Alit Widiastuti, S.Kom.

Anak Agung Raka Darmawan, S.Kom.

I Putu Herryawan, S.Kom.

This page is intentionally left blank.

## Klasifikasi Serangan *Distributed Denial of Service* (DDoS) Menggunakan *Random Forest* dengan CFS

I Made Wasanta Bhaskara<sup>a1</sup>, I Putu Gede Hendra Suputra<sup>a2</sup>, I Made Widiartha<sup>a3</sup>, I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan<sup>a4</sup>, I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra<sup>a5</sup>, Ida Bagus Gede Dwidasmarā<sup>a6</sup>

<sup>a</sup>Informatics Engineering, Faculty of Math and Science, University of Udayana  
South Kuta, Badung, Bali, Indonesia

<sup>1</sup>wasanta.bhaskara32@gmail.com

<sup>2</sup>hendra.suputra@unud.ac.id

<sup>3</sup>madewidiartha@unud.ac.id

<sup>4</sup>gungde@unud.ac.id

<sup>5</sup>anom.cp@unud.ac.id

<sup>6</sup>dwidasmarā@unud.ac.id

### Abstract

*Distributed Denial of Service (DDoS) attacks can have serious impacts on your organization and can cause enormous losses. This attack works by sending a computer or server an amount of requests that exceeds the capabilities of that computer. When classifying DDoS attacks in this study, feature selection is performed using correlation-based feature selection (CFS). The dataset used by the author in this study is CSE-CIC-IDS2018. Feature selection on a dataset using CFS gets the results in the form of features related to the dataset. That is, a total of 31 features with a relationship score greater than 0.1. The average precision generated by the system using the random forest method and CFS function selection is 99.784%. Accuracy is the result of using the number of trees parameter with a value of 10. For a random forest model with no feature selection, the highest accuracy is 49.501%. This indicates that changing the random forest model parameters and selecting the CFS feature will affect high accuracy.*

**Keywords:** *Distributed Denial of Service (DDoS), Correlation-based Feature Selection, Random Forest, Classification, CSE-CIC-IDS2018, Feature Selection*

### 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang semakin pesat meningkatkan ketergantungan masyarakat terhadap penggunaan sistem komputer. Sistem komputer digunakan dalam berbagai aspek kehidupan seperti aspek keuangan, kesehatan, industri dan aspek lainnya. Sistem komputer tersebut umumnya saling terhubung satu sama lain dengan menggunakan berbagai macam jaringan. Hal itu tentu memungkinkan terjadinya risiko keamanan dalam sistem jaringan komputer. Dalam beberapa tahun terakhir, seluruh dunia telah menyaksikan sejumlah besar insiden jaringan. Beberapa dari peristiwa jaringan ini diatasi menggunakan tindakan yang dapat mendeteksi serangan jaringan dalam rangka peningkatan keamanan jaringan komputer.

Tantangan deteksi serangan jaringan saat ini adalah semakin beragamnya lalu lintas dan jenis serangan baru. Salah satu jenis serangan pada jaringan internet yang paling sering terjadi yaitu *Distributed Denial of Service* (DDoS). Serangan *Distributed Denial of Service* (DDoS) memiliki efek yang serius terhadap suatu perusahaan dan dapat mengakibatkan kerugian yang sangat besar. Cara kerja serangan ini yaitu dengan mengirimkan request terhadap sebuah komputer atau server dalam jumlah yang melebihi kemampuan komputer itu [1]. Serangan DDoS mampu melumpuhkan server dengan membanjiri lalu lintas jaringan dan mengakibatkan *server down*. Ancaman dan serangan terhadap keamanan *server* terus meningkat, banyaknya kemudahan dan ketersediaan informasi mengenai hacking yang dapat diakses dengan mudah di internet sehingga menjadikan pelaku mudah mendapatkan informasi untuk dijadikan sebagai target kejahatan [2]. *Attacker* (penyerang) dapat melakukan *crack* pada beberapa mesin yang nantinya komputer utama akan mengendalikan beberapa mesin menjadi *zombie-zombie* (botnet) yang secara terdistribusi menyerang server tujuan untuk meniadakan ketersediaan informasi dari korban. Serangan *Distributed Denial of Service* (DDoS)

menyebabkan host atau jaringan tidak dapat menerima atau memproses *request* normal secara tepat waktu sehingga gagal memberikan layanan normal kepada pengguna.

Penelitian yang dilakukan oleh Sofa & Subiyanto (2020) [3] membahas *Smart Intrusion Detection System* berbasis *Compression Header Analyzer* dalam menganalisis varian baru model routing attacks yang terdapat pada Internet of Things dengan machine learning algorithms yang digunakan untuk klasifikasi *routing attacks* ada 6, antara lain *Random Forest*, J48, *Logistic*, MLP, *Naïve Bayes*, dan SMO. Berdasarkan hasil penelitian, Dari enam machine learning algorithm tersebut, kinerja terbaik dalam mendeteksi *routing attacks* ditunjukkan oleh *Random Forest* dengan tingkat akurasi sebesar 99,4721%. Selain itu, *Random Forest* juga mencapai nilai *True Positive* (TP) tertinggi sebesar 0,995 dan nilai *Mean Absolute Error* (MAE) terendah sebesar 0,0008. Sehingga berdasarkan penelitian tersebut, penulis akan menggunakan klasifikasi *Random Forest* dengan jenis serangan yang berbeda dari routing attacks untuk membuktikan apakah *Random Forest* juga akan memiliki tingkat akurasi yang tinggi pada jenis serangan *Distributed Denial of Service* (DDoS).

Seleksi fitur merupakan salah satu teknik penting untuk dilakukan dalam preprocessing data. Proses seleksi fitur bertujuan untuk menentukan jumlah fitur yang akan digunakan dalam menentukan kelas target serta mengurangi fitur yang tidak relevan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Kurniabudi et al (2020) [4] membahas mengenai seleksi fitur dengan *Information Gain* untuk meningkatkan deteksi serangan *Distributed Denial of Service* (DDoS) menggunakan *Random Forest*. Pada penelitian tersebut menggunakan seleksi fitur *Information Gain* yang merupakan teknik *filtered-based* terhadap dataset CICIDS-2017. Berdasarkan data hasil eksperimen, dapat disimpulkan bahwa teknik seleksi fitur *Information Gain* mampu meningkatkan performa metoda klasifikasi khususnya *Random Forest* yang memiliki performa yang lebih baik dibandingkan *Naïve Bayes*. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Asmoro et al (2018) [5] membahas perbandingan kinerja seleksi fitur antara *Correlation-based Feature Selection* (CFS) dengan *Information Gain* pada prediksi kinerja akademik siswa dengan metode C4.5. Teknik seleksi fitur *Correlation-based Feature Selection* (CFS) merupakan algoritma seleksi fitur yang paling stabil dari semua pengujian skala perankingan tingkat densitas data, sedangkan algoritma seleksi fitur yang berbasis *entropy* mempunyai kecenderungan dalam memilih atribut yang sama dengan jumlah yang sama. Dari hasil penelitian, data yang diuji menggunakan algoritma C4.5 yang dikombinasikan dengan seleksi fitur CFS menghasilkan nilai akurasi yang lebih tinggi yaitu sebesar 76,92% dibandingkan dengan seleksi fitur *Information Gain* yang hanya memiliki nilai akurasi sebesar 76,19%. Maka dari itu penulis akan menggunakan seleksi fitur *Correlation-based Feature Selection* (CFS) untuk menguji apakah seleksi fitur *Correlation-based Feature Selection* (CFS) menggunakan metode *Random Forest* dapat meningkatkan akurasi atau performa *Random Forest* dibandingkan dengan *Information Gain* menggunakan metode *Random Forest*.

*Random Forest* dapat meningkatkan akurasi karena adanya pemilihan secara acak dalam membangkitkan simpul anak untuk setiap node (simpul di atasnya) dan diakumulasikan hasil klasifikasi dari beberapa pohon (tree). Keputusan akhir diambil dari hasil klasifikasi yang paling banyak muncul. Dalam pengklasifikasian serangan *Distributed Denial of Service* (DDoS) pada penelitian ini akan dilakukan seleksi fitur menggunakan *Correlation-based Feature Selection* (CFS). Dataset yang akan digunakan penulis dalam penelitian ini adalah CSE-CIC-IDS2018. Sebelum menguji dataset, terlebih dahulu akan dilakukan seleksi fitur sehingga mendapatkan fitur yang paling relevan dalam hasil data uji untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Setelah mendapatkan fitur-fitur tersebut maka data uji akan diklasifikasikan menggunakan metode *Random Forest* sehingga dapat mengetahui pola serangan *Distributed Denial of Service* (DDoS) dan dapat mencegah serangan *Distributed Denial of Service* (DDoS) lebih awal.

## 2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan data riset CSE-CIC-IDS2018 yang didapat pada situs website [www.unb.ca](http://www.unb.ca). Dalam penelitian ini menggunakan beberapa data dari dataset CSE-CIC-IDS2018 yang memiliki total 1.048.575 record data dan terdiri atas data normal dan data serangan DDoS yang dikelompokkan kedalam jenis serangan DDoS HOIC dan DDoS LOIC UDP. Namun, dalam penelitian ini penulis hanya menggunakan 2 kelas yaitu normal dan serangan DDoS HOIC (*Distributed Denial of Service*). Jumlah paket data yang terdapat pada dataset yang penulis gunakan berjumlah 3 yaitu Normal, DDoS HOIC dan DDoS LOIC UDP dan dataset CSE-CIC-IDS2018 terdiri dari 80 fitur.

## 2.1 Data Mining

Data mining dapat diartikan sebagai proses mengekstrak atau menggali knowledge yang ada pada sekumpulan data. Informasi dan *knowledge* yang didapat tersebut dapat digunakan pada banyak bidang, seperti manajemen bisnis, pendidikan, kesehatan dan sebagainya. Data *mining* adalah proses yang menggunakan teknik statistik, matematika, kecerdasan buatan, dan *machine learning* untuk mengekstraksi dan mengidentifikasi informasi yang bermanfaat dan pengetahuan yang terkait dari *database* yang besar. Istilah data mining memiliki hakikat sebagai disiplin ilmu yang tujuan utamanya adalah untuk menemukan, menggali, atau menambang pengetahuan dari data atau informasi yang kita miliki. Proses menggali informasi dalam data mining melibatkan integrasi teknik dari berbagai disiplin ilmu, seperti teknologi *database* dan data *warehouse*, statistik, *machine learning*, komputasi dengan kinerja tinggi, *pattern recognition*, *neural network*, visualisasi data dan sebagainya.

Secara garis besar, data mining dapat dikelompokkan menjadi 2 kategori utama, yaitu:

- a. *Descriptive mining*, yaitu proses untuk menemukan karakteristik penting dari data dalam satu basis data. Teknik data mining yang termasuk *descriptive mining* adalah *clustering*, *association*, dan *sequential mining*.
- b. *Predictive mining*, yaitu proses untuk menemukan pola dari data dengan menggunakan beberapa variabel lain di masa depan. Salah satu teknik yang terdapat dalam *predictive mining* adalah klasifikasi.

Data mining dibagi menjadi beberapa kelompok berdasarkan tugas yang dapat dilakukan, yaitu:

### 1. *Description*

Deskripsi adalah teknik yang dilakukan peneliti dan analis secara sederhana dalam mencari cara untuk menggambarkan pola dan kecenderungan yang terdapat dalam data. Deskripsi dari pola dan kecenderungan sering memberikan kemungkinan penjelasan untuk suatu pola atau kecenderungan.

### 2. *Classification*

Klasifikasi adalah teknik yang paling umum diterapkan pada data mining. Klasifikasi merupakan proses menemukan sebuah model atau fungsi yang mendeskripsikan dan membedakan data ke dalam kelas-kelas. Klasifikasi melibatkan proses pemeriksaan karakteristik dari objek dan memasukkan objek ke dalam salah satu kelas yang sudah didefinisikan sebelumnya. Dalam klasifikasi pengujian data dilakukan dengan menggunakan perkiraan akurasi dari aturan klasifikasi. Jika akurasi bisa diterima, maka aturan dapat diterapkan untuk data baru. Salah satu contoh yang mudah dan populer adalah dengan *decision tree*.

### 3. *Clustering*

*Clustering* bisa dikatakan sebagai identifikasi kelas objek yang memiliki kemiripan. Kluster adalah kumpulan *record* yang memiliki kemiripan satu dengan yang lainnya dan memiliki ketidakmiripan dengan *record-record* dalam kluster lain. Dengan teknik *clustering* kita bisa lebih lanjut mengidentifikasi dan menemukan secara keseluruhan pola distribusi dan korelasi antara atribut. Pendekatan klasifikasi secara efektif juga dapat digunakan untuk membedakan kelompok atau kelas objek.

### 4. *Prediction*

Prediksi hampir sama dengan klasifikasi dan estimasi, perbedaannya adalah dalam prediksi nilai dari hasil akan ada dimasa mendatang. Beberapa metode dan teknik yang digunakan dalam klasifikasi dan estimasi dapat pula digunakan untuk keadaan yang bisa diprediksi. Salah satu contoh prediksi adalah prediksi harga beras dalam tiga bulan yang akan datang.

### 5. *Association rule*

Tugas dari asosiasi adalah menemukan atribut yang muncul dalam satu waktu. Dalam dunia bisnis lebih umum disebut analisis keranjang belanja. Tugas asosiasi berusaha untuk mengungkap aturan untuk mengukur hubungan antara dua atau lebih atribut.

## 2.2 Correlation-based Feature Selection (CFS)

Seleksi fitur *correlation-based* merupakan proses seleksi fitur dengan melakukan perhitungan dan perbandingan tingkat korelasi antara atribut dengan kelas dan atribut dengan atribut lainnya. Atribut

yang dipilih merupakan atribut memiliki korelasi tinggi dengan kelasnya dan memiliki tingkat korelasi rendah dengan atribut lainnya [5]. Dengan rumus persamaan:

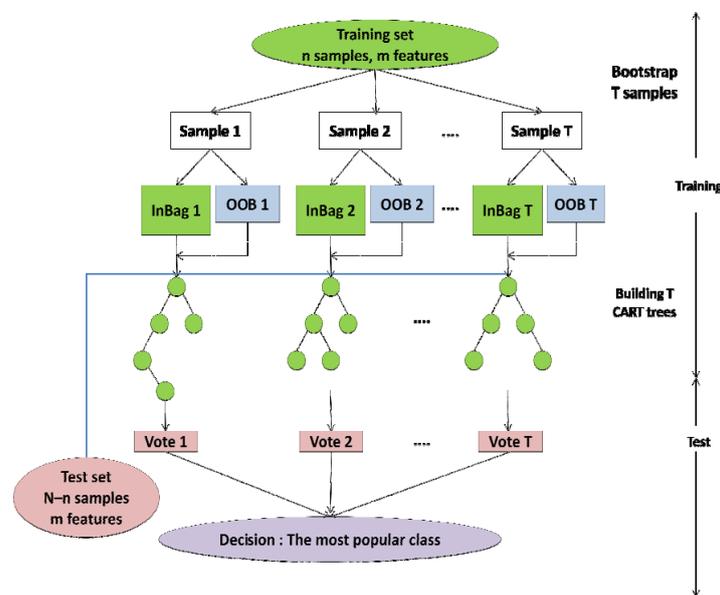
$$r_{sk} = \frac{k\bar{r}_{cf}}{\sqrt{k+k(k-1)r_{ff}}} \quad (1)$$

Dimana  $r_{sk}$  adalah hubungan antara fitur,  $k$  adalah jumlah fitur dan  $\bar{r}_{cf}$  merupakan rata-rata hubungan fitur dan kelas, sedangkan  $r_{ff}$  adalah rata-rata korelasi antara bagian fitur [6].

### 2.3 Random Forest

Algoritma *Random Forest* merupakan *ensemble classifier* jenis bagging dimana model ini terdiri dari beberapa decision tree dan kelas *output* yang dihasilkan yaitu kelas dari *individual tree* [1]. *Random Forest* merupakan metode klasifikasi yang *supervised*. Sesuai dengan Namanya, metode ini menciptakan sebuah hutan (*forest*) dengan sejumlah pohon (*tree*). Secara umum, semakin banyak pohon (*tree*) pada sebuah hutan (*forest*), maka semakin kuat juga hutan tersebut. Pada kasus yang sama, semakin banyak *tree*, maka semakin besar pula akurasi yang didapatkan [7].

Metode *Random Forest* dilakukan dengan membangun pohon keputusan (*tree*) yang terdiri dari *root node*, *internal node*, dan *leaf node* dengan mengambil atribut dan data secara acak sesuai ketentuan yang diberlakukan. *Root node* merupakan simpul yang terletak paling atas, atau biasa disebut sebagai akar dari pohon keputusan. *Internal node* adalah simpul percabangan, dimana *node* ini mempunyai *output* minimal dua dan hanya ada satu *input*. Sedangkan *leaf node* atau *terminal node* merupakan simpul terakhir yang hanya memiliki satu *input* dan tidak mempunyai *output* [8].



Gambar 1. Struktur Random Forest (Sumber: Guo, 2011)

Pada saat proses *bootstrapping*, sebanyak sepertiga dari sampel akan digunakan untuk menentukan data *Out of Bag* (OOB). Perhitungan *OOB Error* dilakukan dengan tujuan untuk mencari *Out of Bag* pada data, dimana *OOB Error* merupakan data yang tidak termuat dalam *bootstrap* pada *random forest*. Setelah membangun pohon dengan  $n$  sampel *bootstrap*, maka dapat dilakukan pengujian menggunakan masing-masing data sampel yang ditinggalkan dengan menghitung kesalahan prediksi rata-rata dari sampel tersebut. Perhitungan skor *OOB* dapat dilakukan untuk setiap pohon dan diambil rata-ratanya dari semua skor tersebut untuk mendapatkan perkiraan seberapa akurat kinerja *random forest* yang telah dibuat. Hasil *OOB error* akan memberikan perkiraan seberapa akurat model *random forest* tanpa harus menguji secara formal dengan dataset yang baru. Dengan perhitungan *OOB error* dapat diketahui perkiraan tingkat kesalahan yang sama yang akan didapatkan pada waktu pengujian.

## 2.4 Confusion Matrix

Untuk melakukan evaluasi, dilakukan pengukuran akurasi metode *Random Forest* menggunakan *Confusion Matrix*. Perhitungan menggunakan *Confusion Matrix* didapatkan dari TP, TN, FP, dan FN [1].

- *False Positive* (FP), adalah catatan yang serangan tetapi diklasifikasikan sebagai catatan normal.
- *False Negative* (FN), adalah catatan yang normal tetapi diklasifikasikan sebagai catatan serangan.
- *True Positive* (TP), adalah jumlah catatan yang normal dan diklasifikasikan sebagai catatan normal.
- *True Negative* (TN), adalah jumlah catatan yang serangan dan diklasifikasikan sebagai catatan serangan.

**Tabel 1.** Confusion Matrix

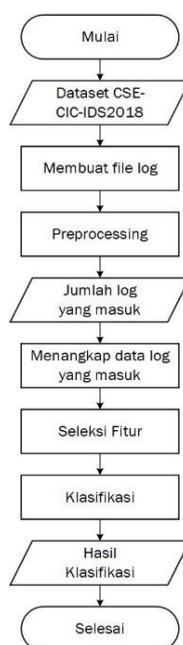
Aktual	Kelas Prediksi		Jumlah
	Normal	Serangan	
Normal	TP	FN	P
Serangan	FP	TN	N
Jumlah	P'	N'	P + N

Adapun rumus untuk mengukur akurasi sebagai berikut:

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{P+N} \quad (2)$$

## 2.5 Skenario Pengujian Sistem

Pada skenario pengujian sistem ini menjelaskan mengenai simulasi serangan DDoS secara real time. Simulasi serangan dilakukan dengan menggunakan 2 proses utama. Adapun tahapan proses dari skenario pengujian dapat dilihat dari Gambar 2 dibawah ini. Pada proses pertama akan dilakukan pembuatan file log dengan dataset CSE-CIC-IDS2018. Hal ini dilakukan agar data packet serangan memiliki fitur yang sesuai dengan data training. Kemudian akan dilakukan injeksi data log agar data dapat digunakan pada proses kedua. Pada proses kedua, data log yang telah diinjeksi akan dibaca dan sistem akan mengklasifikasikan data log yang masuk kedalam kelas serangan atau normal menggunakan model klasifikasi random forest yang telah dibangun.

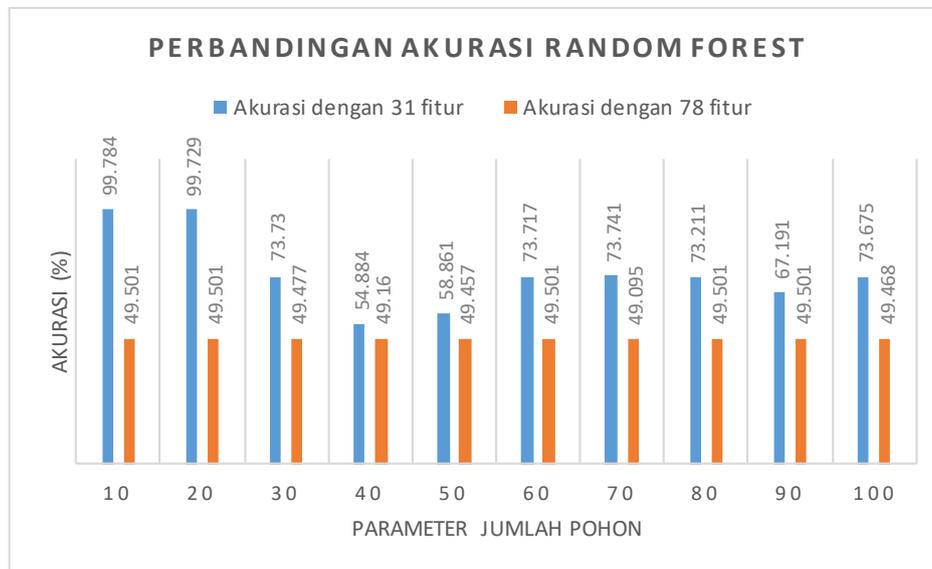


**Gambar 2.** Diagram Alir Proses Simulasi Serangan Real Time

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian hasil dan pembahasan ini, dilakukan perbandingan terhadap jumlah fitur yang digunakan yaitu perbandingan antar 31 fitur dengan 78 fitur. Nilai parameter  $n\_estimators$  atau jumlah pohon yang digunakan pada masing – masing model klasifikasi adalah  $n\_estimators = [10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100]$ .

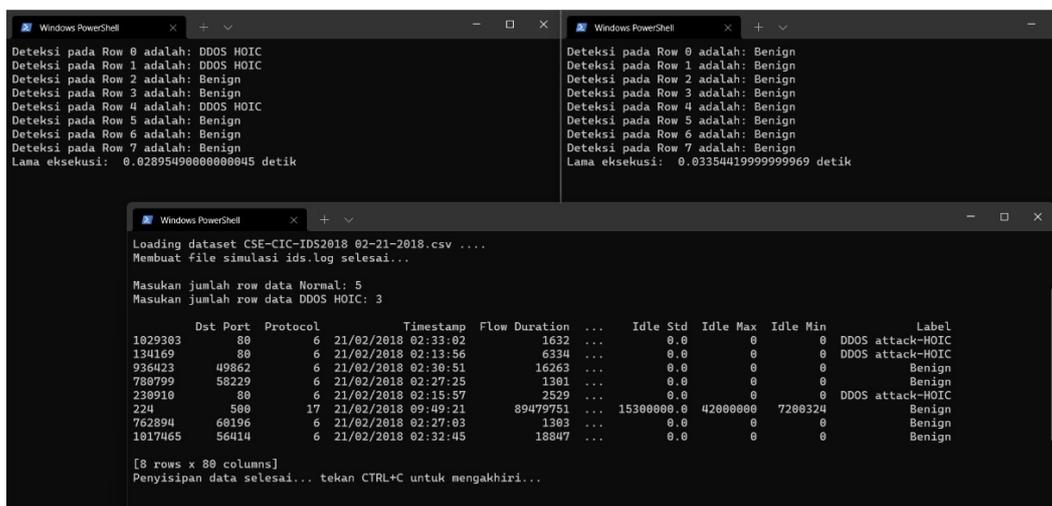
Pada Gambar 3 adalah grafik analisis perbandingan terhadap metode *Random Forest* dengan menggunakan 31 fitur dan 78 fitur.



Gambar 3. Hasil Akurasi

Pengujian dilakukan dengan menggunakan 2 jumlah fitur yang berbeda yaitu dengan 31 fitur dan 78 fitur. Jumlah 31 fitur didapatkan dengan memilih fitur yang memiliki nilai relasi diatas 0.1. Jumlah yang digunakan pada saat pengujian yaitu dengan rentang 10-100 pohon. Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa hasil pengujian tertinggi dihasilkan oleh nilai  $n\_estimators = 10$  pada kedua data. Pada data yang menggunakan 31 fitur hasil rata – rata akurasi tertinggi yaitu 99.784 % sedangkan rata – rata akurasi tertinggi pada data yang menggunakan 78 fitur adalah 49.501%.

Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai parameter  $n\_estimators$  atau jumlah pohon mempengaruhi hasil akurasi dari sistem. Nilai  $n\_estimators$  optimal dari kedua data tersebut adalah 10. Selain itu, data dengan 31 fitur menghasilkan akurasi yang lebih tinggi dari pada data yang dengan 78 fitur. Namun dapat dilihat pada Gambar 3, pola yang dihasilkan dari pengujian sistem tidak sama.



Gambar 4. Perbandingan Lama Waktu Eksekusi Simulasi Real Time

Berdasarkan waktu eksekusi yang dapat dilihat pada Gambar 4 dibutuhkan untuk melakukan testing dataset, diperoleh perbedaan waktu yang tidak berbeda jauh. Dimana waktu eksekusi sistem dengan model yang memiliki 31 fitur adalah 0.0289 detik, sedangkan waktu eksekusi sistem dengan model yang memiliki 78 fitur adalah 0.0335 detik. Dari kedua hasil tersebut, dapat dilihat bahwa perbedaan waktu eksekusi adalah kurang dari 0.005 detik yang berarti perbedaan waktu tidak terlalu besar.

#### 4. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari implementasi metode klasifikasi *Random Forest* dan seleksi fitur *Correlation-based Feature Selection* (CFS) untuk klasifikasi serangan *Distributed Denial of Service* (DDoS) dengan menggunakan dataset yang berasal dari CSE-CIC-IDS2018 adalah sebagai berikut. Setelah melakukan seleksi fitur terhadap dataset menggunakan *Correlation-based Feature Selection* (CFS), didapatkan hasil berupa nilai relasi antara fitur independen (X) dan fitur dependen (Y) untuk menentukan fitur-fitur yang relevan terhadap dataset. Seleksi fitur dilakukan dengan memilih fitur yang memiliki nilai relasi diatas 0.1 yang berjumlah 31 fitur. Untuk melakukan klasifikasi serangan *Distributed Denial of Service* (DDoS) menggunakan metode *Random Forest* dilakukan dengan mengambil *sample bootstrap* secara *random* dan membangun *tree* pada setiap *sample* yang diambil, kemudian pada proses terakhir dilakukan penentuan prediksi label dengan *majority vote* apakah log yang masuk tersebut termasuk ke dalam kelas data normal atau data serangan. Pada proses *training model*, dilakukan perubahan pada parameter *n\_estimators* dengan rentang 10-100 untuk mendapatkan jumlah pohon yang paling baik. Pada penelitian ini didapatkan nilai *n\_estimators* terbaik adalah 10. Akurasi yang dihasilkan oleh sistem dengan menggunakan metode *Random Forest* dan seleksi fitur *Correlation-based Feature Selection* (CFS) memiliki nilai rata-rata sebesar 99.784%. Akurasi tersebut diperoleh dari penggunaan parameter *n\_estimators* yang bernilai 10. Sedangkan, pada model *Random Forest* tanpa seleksi fitur diperoleh akurasi tertinggi sebesar 49.501%. Hal ini menunjukkan tingginya akurasi dipengaruhi oleh perubahan pada parameter model *Random Forest* dan seleksi fitur *Correlation-based Feature Selection* (CFS).

#### Referensi

- [1] D. B. Satmoko, P. Sukarno, and E. M. Jaded, "Peningkatan Akurasi Pendeteksian Serangan DDoS Menggunakan Multiclassifier Ensemble Learning dan Chi-Square," *e-Proceeding Eng.*, vol. 5, no. 3, pp. 7977–7985, 2018.
- [2] M. Aziz, R. Umar, and F. Ridho, "Implementasi Jaringan Saraf Tiruan untuk Mendeteksi Serangan DDoS pada Forensik Jaringan," *QUERY J. Sist. Inf.*, vol. 3, no. 1, pp. 46–52, 2019.
- [3] E. L. Sofa and S. Subiyanto, "Routing Attacks Pada Internet of Things Berbasis Smart Intrusion Detection System," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 2, pp. 329–338, 2020.
- [4] K. Kurniabudi, A. Harris, and A. Rahim, "Seleksi Fitur dengan Information Gain Untuk Meningkatkan Deteksi Serangan DDoS Menggunakan Random Forest," *Techno.Com*, vol. 19, no. 1, pp. 56–66, 2020.
- [5] A. S. B. Asmoro, W. S. G. Irianto, and U. Pujiyanto, "Perbandingan Kinerja Hasil Seleksi Fitur pada Prediksi Kinerja Akademik Siswa Berbasis Pohon Keputusan," *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 4, no. 2, pp. 84–89, 2018.
- [6] H. A. Yanti, H. Sukoco, and S. N. Neyman, "Pemodelan Identifikasi Trafik Bittorrent Dengan Pendekatan Correlation Based Feature Selection (CFS) Menggunakan Algoritme Decision Tree (C4.5)," *CESS (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.)*, vol. 6, no. 1, pp. 1–9, 2021.
- [7] S. Polamuri, "How the Random Forest Algorithm Works in Machine Learning," 2017. <http://dataaspirant.com/2017/05/22/random-forest-algorithm-machine-learning/> (accessed Apr. 05, 2021).
- [8] V. W. Siburian and I. E. Mulyana, "Prediksi Harga Ponsel Menggunakan Metode Random Forest," *Pros. Annu. Res. Semin.*, vol. 4, no. 1, pp. 144–147, 2018.

*This page is intentionally left blank*

## Penerapan Metode SAW dan TOPSIS dalam Sistem Rekomendasi Lowongan Kerja Bali

Muhammad Firdaus Zulkarnain<sup>a1</sup>, Ida Bagus Gede Dwidasmara<sup>a2</sup>, Made Agung Raharja<sup>a3</sup>, I Gede Santi Astawa<sup>a4</sup>, I Wayan Supriana<sup>a5</sup>, I Dewa Made Bayu Atmaja Darmawan<sup>a6</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Informatika, Universitas Udayana  
Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia

<sup>1</sup>muhammadfirdauszulkarnain03@gmail.com

<sup>2</sup>dwidasmara@unud.ac.id

<sup>3</sup>made.agung@unud.ac.id

<sup>4</sup>santi.astawa@unud.ac.id

<sup>5</sup>wayan.supriana@unud.ac.id

<sup>6</sup>dewabayu@unud.ac.id

### Abstract

*Job information is important for humans, because almost every human being needs a job. The more human resource vacancies in an area, the higher the demand for job vacancies. Bali is one of the areas that has experienced an increase in unemployment since the pandemic, Bali has a workforce of 2.6 million people who need work. To help Bali job seekers find jobs that match their criteria. In this study, a recommendation system for job vacancies in Bali was built based on the preferences of respondents who live in Bali. This system will apply the SAW-TOPSIS method in providing recommendations. For the development method, the Waterfall Model will be used. Job vacancies data will be collected secondarily via the internet. The criteria and weights in the recommendations are based on the results of the respondent's survey. The results of this study note that the application of the SAW-TOPSIS method on the job vacancy recommendation system in Bali gets an accuracy value of 53.57% and a usability test value of 83.39% which indicates a good usability value.*

**Keywords:** Job Vacancy, Recommendation System, SAW, TOPSIS, Waterfall, Usability

### 1. Pendahuluan

Lowongan pekerjaan merupakan posisi jabatan yang kosong sehingga dapat ditempati oleh seseorang untuk bekerja. Bekerja merupakan kegiatan untuk mendapatkan imbalan atau upah. Upah yang diberikan dari seseorang yang melakukan pekerjaan dapat digunakan sebagai pemenuhan kebutuhan hidupnya. Semakin banyak sumber daya manusia yang menganggur maka semakin tinggi juga permintaan akan informasi lowongan kerja. Salah satu daerah dengan tingkat pengangguran tertinggi adalah Bali. Bali merupakan salah satu contoh daerah di Indonesia dengan peningkatan pengangguran yang sangat signifikan selama pandemi covid-19. dilansir dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Bali, pada agustus 2020, tingkat pengangguran terbuka tercatat mencapai 5,63 persen, meningkat 4,06 persen dibandingkan dengan tingkat pengangguran terbuka pada agustus 2019 [1]. Ada beberapa faktor yang menyebabkan banyak pengangguran di Indonesia, antara lain seperti tidak ada lapangan pekerjaan yang sesuai dengan bidang keahlian pencari kerja, kurangnya pengalaman atau belum terpenuhinya persyaratan pencari kerja [2].

Saat ini untuk mendapatkan informasi lowongan kerja, pencari kerja tidak perlu menggunakan cara lama dengan mendatangi tiap-tiap perusahaan untuk menanyakan informasi lowongan. Pencari kerja dapat mencari informasi lowongan kerja melalui akses internet dan dapat menghubungi langsung perusahaan melalui surat pesan elektronik atau *E-Mail*. Informasi lowongan juga saat ini sudah disajikan di website informasi lowongan kerja ataupun media sosial untuk bisa dilihat langsung oleh pencari kerja. Meskipun terdapat banyak platform penyedia informasi lowongan kerja, namun pencari kerja tetap merasa kesulitan mencari lowongan kerja yang sesuai dengan kriteria yang dimilikinya, hal ini dikarenakan banyak informasi lowongan kerja yang disajikan.

Dengan permasalahan tersebut, penulis membuat sistem rekomendasi lowongan kerja untuk lowongan kerja yang ada di daerah Bali saja. Sistem rekomendasi ini akan menerapkan kombinasi metode SAW

dan metode TOPSIS. Metode SAW dan TOPSIS merupakan bentuk kombinasi metode yang prosesnya mengganti perhitungan pembobotan metode TOPSIS dengan perhitungan pembobotan metode SAW karena metode SAW dirasa lebih sederhana dalam perhitungannya namun tidak mengurangi keakuratan metode TOPSIS [3].

Sistem rekomendasi lowongan kerja Bali ini akan didasari atas preferensi pencari kerja dan penerima kerja yang ada di daerah Bali. Preferensi didapatkan melalui hasil survei berupa kuesioner yang akan digunakan untuk menentukan kriteria yang digunakan pada sistem dan nilai kepentingan atau bobot yang dimiliki tiap kriteria. Untuk data alternatif lowongan kerja akan dikumpulkan secara sekunder dari website informasi lowongan kerja yang khusus hanya untuk daerah Bali serta brosur online yang sudah disebar oleh beberapa akun penyebar informasi lowongan kerja daerah Bali yang ada di media sosial. Dengan adanya sistem ini diharapkan dapat memudahkan para pencari kerja Bali agar mendapatkan pekerjaan yang sesuai dengan kriteria yang dimiliki.

## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1. Metode SAW-TOPSIS

Kombinasi dua metode dilakukan dengan mengubah perhitungan pembobotan metode TOPSIS dengan metode SAW, karena perhitungan pembobotan SAW dirasa lebih mudah, sedangkan metode TOPSIS digunakan untuk perankingan karena dirasa mampu memberikan nilai preferensi yang lebih variative. Langkah-langkah perhitungan metode SAW-TOPSIS sebagai berikut [3]:

#### 1. Normalisasi Matriks R (SAW)

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\text{Max}(x_{ij})} \quad \text{Jika } j \text{ adalah kriteria } \textit{benefit}$$

$$r_{ij} = \frac{\text{Min}(x_{ij})}{x_{ij}} \quad \text{Jika } j \text{ adalah kriteria } \textit{cost} \quad (1)$$

Keterangan:

$R_{ij}$  = Matriks ternormalisasi dari tiap alternatif (i) pada tiap kriteria (j)

$\text{Max}(X_{ij})$  = Nilai maksimal dari setiap kriteria

$\text{Min}(X_{ij})$  = Nilai minimal tiap attribut atau kriteria

$X_{ij}$  = Nilai atribut yang dimiliki dari setiap kriteria.

*Benefit* = Kriteria dengan nilai terbesar adalah terbaik.

*Cost* = Kriteria dengan nilai terkecil adalah terbaik

#### 2. Normalisasi Matrkis Terbobot Y (TOPSIS)

$$y_{ij} = w_i r_{ij} \quad (2)$$

Keterangan:

$W_i$  = Nilai bobot rangking (dari setiap kriteria)

$r_{ij}$  = Nilai rating kinerja ternormalisasi..

#### 3. Menentukan Solusi Ideal Positif dan Negatif (TOPSIS)

$$A^+ = \max(Y_1^+, Y_2^+ \dots Y_m^+)$$

$$A^- = \min(Y_1^-, Y_2^- \dots Y_m^-) \quad (3)$$

Keterangan:

$A^+$  = Solusi ideal positif

$A^-$  = Solusi ideal negatif

#### 4. Menentukan Jarak Solusi Ideal Postif dan Jarak Solusi Ideal Negatif

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_{ij} - y_i^-)^2}$$

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i^+ - y_{ij})^2} \quad (4)$$

## 5. Menghitung Nilai Preferensi

$$V_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (5)$$

Keterangan:

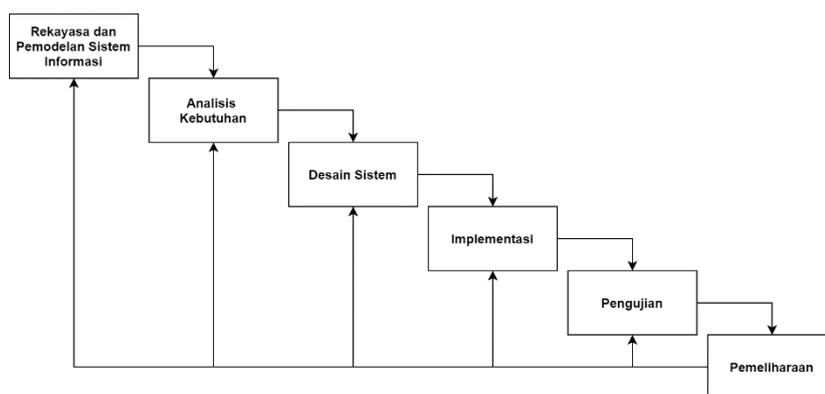
$V_i$  = Nilai Preferensi Alternatif

$D_i^+$  = Jarak alternatif dengan solusi ideal positif

$D_i^-$  = Jarak alternatif dengan solusi ideal negatif

## 2.2. Metode Pengembangan Sistem

Pada pengembangan sistem rekomendasi lowongan kerja Bali ini akan menggunakan metode pengembangan *Waterfall Model*. Metode ini dipilih karena tahapannya yang teratur dan terorganisir sehingga mudah dimengerti dan digunakan bagi para pengembang sistem [4]. Siklus hidup *Waterfall Model* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Siklus Hidup *Waterfall Model*

## 2.3. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan dua metode yaitu secara primer dan sekunder. Kedua metode ini dilakukan untuk mengumpulkan data sebagai berikut:

### a) Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan untuk mendapatkan saran kriteria serta nilai bobot yang diberikan untuk tiap-tiap kriteria. Pengumpulan data primer ini dilakukan melalui penyebaran kuesioner yang diberikan kepada responden. Responden dalam penelitian ini sendiri dibedakan menjadi responden pencari kerja dan responden penerima atau pemberi kerja. Untuk responden pencari kerja digunakan untuk mengetahui masalah pencari kerja dalam mencari lowongan kerja, sedangkan penerima kerja merupakan responden yang memberikan saran kriteria dan nilai bobot pada masing-masing kriteria

Dari hasil penyebaran kuesioner, maka terdapat 5 kriteria yang digunakan dalam perhitungan rekomendasi lowongan kerja menggunakan metode SAW dan TOPSIS. Tiap-tiap kriteria memiliki nilai bobot masing-masing yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Kriteria Rekomendasi Lowongan Kerja

Kode Kriteria	Nama Kriteria	Jenis Kriteria	Nilai Bobot
C1	Pendidikan	Benefit	4
C2	Pengalaman	Benefit	5
C3	Usia Maksimal	Benefit	3
C4	Keahlian	Benefit	5
C5	Lokasi	Cost	4

b) Data Sekunder

1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan pengumpulan data dari sumber bacaan seperti jurnal, buku dan lainnya yang digunakan untuk mendapatkan informasi terkait dengan metode yang digunakan dalam sistem rekomendasi ataupun hal lain yang berkaitan dengan sistem rekomendasi.

2. Data Alternatif Lowongan Kerja

Pengumpulan data secara sekunder juga dilakukan untuk mengumpulkan data alternatif lowongan kerja Bali yang akan direkomendasikan kepada *user*. Data ini akan diambil melalui web informasi lowongan kerja yang menginformasikan lowongan kerja yang ada di daerah Bali saja. Dari hasil pengumpulan data alternatif lowongan kerja, dikumpulkan sekitar 33 lowongan kerja dengan 5 bidang kategori pekerjaan yang berbeda. Contoh lowongan kerja yang dikumpulkan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Data Alternatif Lowongan Kerja

Nama Lowongan	Kabupaten	Kecamatan	Usia Max	Pengalaman	Keahlian
Programmer	Denpasar	Denpasar Selatan	35 Tahun	1 Tahun	PHP, YII, CodeIgniter, Git, Github, MySQL

#### 2.4. Analisis dan Perancangan Aplikasi

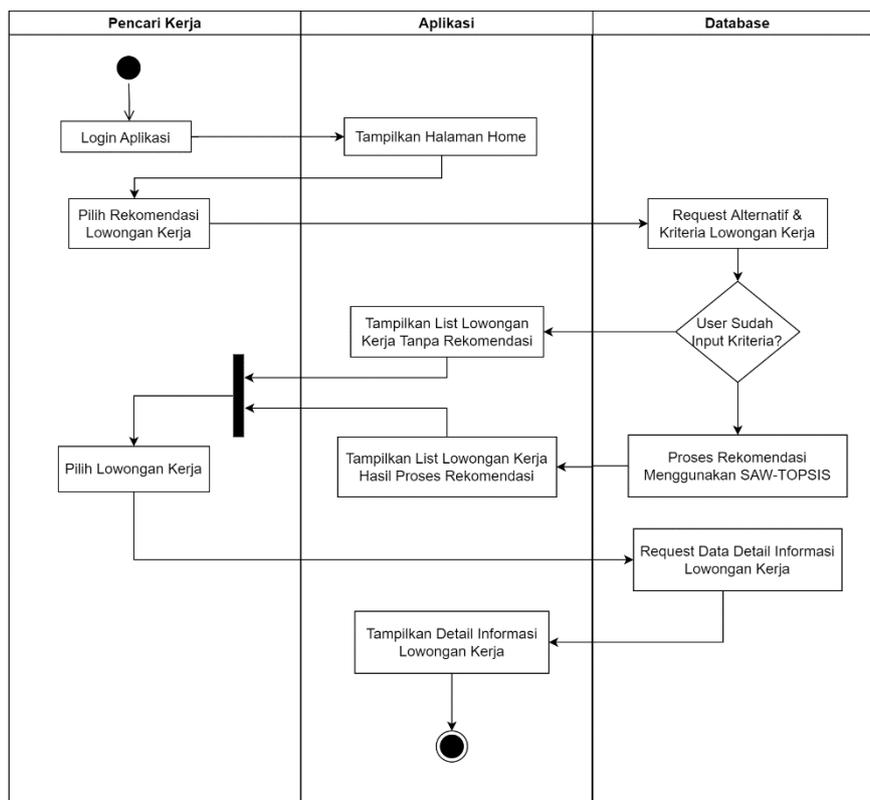
Setelah pengumpulan data dilakukan maka selanjutnya ada membuat rancangan aplikasi sistem rekomendasi lowongan kerja Bali ini. Analisis awal aplikasi dimulai dengan menentukan kebutuhan fungsional sistem, dimana kebutuhan fungsional dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kebutuhan Fungsional Sistem

No	Kebutuhan Fungsional
1	Sistem dapat memberikan rekomendasi lowongan kerja berdasarkan kriteria keahlian, pendidikan, pengalaman, usia maksimal dan lokasi
2	Sistem dapat memberikan detail informasi lowongan kerja
3	Sistem dapat menginputkan kriteria yang dimiliki pencari kerja
4	Sistem dapat menginputkan data informasi kriteria dan alternatif lowongan kerja
5	Sistem dapat melakukan pencarian informasi lowongan kerja

Setelah mengetahui kebutuhan fungsional aplikasi, selanjutnya adalah membuat desain aplikasi, desain meliputi pembuatan diagram alur sistem. Untuk alur sistem akan digambarkan menggunakan *Activity Diagram* yang bisa dilihat pada Gambar 2.

Pada alur *Activity Diagram*, *user* akan terlebih dahulu diarahkan ke halaman awal *Home* setelah *user* melakukan login. Kemudian untuk mendapatkan rekomendasi, *user* dapat memilih menu rekomendasi, kemudian apabila *user* belum menginputkan kriteria yang dimiliki, maka tampilkan lowongan kerja tanpa rekomendasi, apabila sudah menginputkan kriteria yang dimiliki, maka proses perhitungan metode SAW-TOPSIS akan diproses dan akan menampilkan hasil rekomendasi yang bisa dipilih salah satu oleh *user* untuk mendapatkan detail informasi lowongan kerja.



Gambar 2. Activity Diagram Sistem

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Perhitungan Metode SAW-TOPSIS

Pada subbab ini akan dijelaskan contoh perhitungan metode SAW dan TOPSIS dalam kasus rekomendasi lowongan kerja Bali. Terdapat 5 kriteria yang digunakan dalam perhitungan metode. Kriteria yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4, Tabel 5 dan Tabel 6:

Tabel 4 Nilai Kriteria Pendidikan & Pengalaman

Kode	Atribut	Nilai	Kode	Atribut	Nilai
C1	S3	5	C2	4 Tahun	5
C1	S2	4	C2	3 Tahun	4
C1	D3/S1	3	C2	2 Tahun	3
C1	D1/D2	2	C2	1 Tahun	2
C1	SMA/K	1	C2	Tidak Berpengalaman	1

Untuk kriteria Pendidikan dan Pengalaman akan menggunakan metode *Match Point*, dimana jika kriteria pencari kerja sama, maka akan diberikan nilai 10 dan jika kriteira pencari kerja melebihi kritiera lowongan kerja maka akan dikurangi 1, namun jika kriteria pencari kerja kurang dari kriteria lowongan kerja, maka akan dikurangi 2 peringkatnya.

Tabel 5 Kriteria Usia & Keahlian

Kode	Atribut	Nilai	Kode	Atribut	Nilai
C3	>= 32 Tahun	5	C4	Keahlian loker sesuai keahlian pencari kerja	5
C3	29-31 Tahun	4	C4	Keahlian loker kurang 1 dari keahlian pencari kerja	4
C3	26-28 Tahun	3	C4	Keahlian loker kurang 2 dari keahlian pencari kerja	3

C3	23-25 Tahun	2	C4	Keahlian loker kurang 3 dari keahlian pencari kerja	2
C3	18-22 Tahun	1	C4	Keahlian loker kurang 4 atau lebih dari keahlian pencari kerja	1

Tab Kriteria Lokasi

Kode	Atribut	Nilai
C5	Lokasi <= 5km	1
C5	Lokasi <= 10km && Lokasi > 5km	2
C5	Lokasi <= 15km && Lokasi > 10km	3
C5	.....	....
C5	Lokasi > 50km	10

Untuk kriteria lokasi akan menggunakan jarak antar kecamatan dari provinsi Bali, sebelumnya jarak antar kecamatan provinsi Bali telah disimpan dalam basis data. Dimana data jarak ini diambil melalui *Google Maps*. sehingga jarak lokasi kecamatan pencari kerja dan lokasi alternatif lowongan kerja akan diambil dalam basis data dan ditentukan nilainya. Selanjutnya adalah menentukan alternatif lowongan kerja dan kriteria user yang akan dijadikan pembanding dalam tiap-tiap nilai kriteria yang dimiliki tiap-tiap alternatif. Alternatif lowongan kerja yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 7 dan contoh kriteria user yang digunakan sebagai pembanding dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 7 Alternatif Lowongan Kerja

Alt	C1	C2	C3	C4	C5
A <sub>1</sub>	SMAK	0	35	PHP, YII, CodeIgniter, Git, Github, MySQL	Badung, Kuta
A <sub>2</sub>	S1	0	35	HTML, CSS, Javascript, JQuery, PHP, MySQL, Git, CodeIgniter	Denpasar, Denpasar Selatan
A <sub>3</sub>	S1	0	35	PHP, Javascript, PostgreSQL, MySQL, CodeIgniter	Badung, Kuta Selatan
A <sub>4</sub>	SMAK	1	35	PHP, Javascript, Python, Laravel, Django	Denpasar, Denpasar Barat
A <sub>5</sub>	SMAK	0	28	HTML, CSS, Javascript, PHP, MySQL, Laravel, Bootstrap, Vue Js	Gianyar, Sukawati
A <sub>6</sub>	D3	3	35	ReactJS, NextJS, MySQL, Bootstrap, Materialize, Tailwind, Restful API, JSON, GIT	Denpasar, Denpasar Utara
A <sub>7</sub>	D3	1	35	PHP, RESTful API, Laravel, MySQL, MongoDB, SSH, Remote Server	Denpasar, Denpasar Barat

Tabel 8 Kriteria Pencari Kerja

C1	C2	C3	C4	C5
S1	1	24	CodeIgniter, HTML, GIT, Github, MySQL, CSS, Javascript, Laravel, Bootstrap, PHP, JQuery	Denpasar, Denpasar Utara

Dari hasil alternatif lowongan kerja dan dibandingkan dengan kriteria yang dimiliki oleh pencari kerja, maka didapatkan hasil konversi nilai berdasarkan kriteria yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Hasil Konversi Nilai Kriteria

Alternatif	C1	C2	C3	C4	C5
A <sub>1</sub>	8	9	5	4	2
A <sub>2</sub>	10	9	5	5	3
A <sub>3</sub>	10	9	5	4	5

A <sub>4</sub>	8	10	5	3	2
A <sub>5</sub>	8	9	3	4	3
A <sub>6</sub>	10	6	5	1	1
A <sub>7</sub>	10	10	5	2	2

### 1. Normalisasi Matriks R (SAW)

Setelah nilai dikonversi berdasarkan aturan kriteria yang telah disebutkan pada subbab perhitungan metode SAW-TOPSIS, selanjutnya adalah mencari nilai Normalisasi Matriks R menggunakan persamaan (1). Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Hasil Perhitungan Matriks R

Alternatif	C1	C2	C3	C4	C5
A <sub>1</sub>	0,8	0,9	1	0,8	0,5
A <sub>2</sub>	1	0,9	1	1	0,33
A <sub>3</sub>	1	0,9	1	0,8	0,2
A <sub>4</sub>	0,8	1	1	0,6	0,5
A <sub>5</sub>	0,8	0,9	0,6	0,8	0,33
A <sub>6</sub>	1	0,6	1	0,2	1
A <sub>7</sub>	1	1	1	0,4	0,5

### 2. Normalisasi Matrkis Terbobot Y (TOPSIS)

Setelah menentukan matriks R, selanjutnya menghitung Normalisasi Matriks Terbobot Y yang ada dalam metode TOPSIS. Perhitungan ini menggunakan persamaan (2). Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 Hasil Perhitungan Matris Terbobot Y

Alternatif	C1	C2	C3	C4	C5
A <sub>1</sub>	0.1523809	0.21428571	0.14285714	0.19047619	0.09523809
A <sub>2</sub>	0.1904761	0.21428571	0.14285714	0.23809523	0.06349206
A <sub>3</sub>	0.1904761	0.21428571	0.14285714	0.19047619	0.03809523
A <sub>4</sub>	0.1523809	0.23809523	0.14285714	0.14285714	0.09523809
A <sub>5</sub>	0.1523809	0.21428571	0.08571428	0.19047619	0.06349206
A <sub>6</sub>	0.1904761	0.14285714	0.14285714	0.04761904	0.19047619
A <sub>7</sub>	0.1904761	0.23809523	0.14285714	0.04761904	0.09523809

### 3. Menentukan Solusi Ideal Positif dan Negatif (TOPSIS)

Selanjutnya menentukan solusi ideal positif dan solusi ideal negatif untuk mendapatkan nilai *benefit* tertinggi dan nilai *cost* terendah pada tiap kriteria. Perhitungan solusi ideal positif dan negatif ini menggunakan persamaan (3). Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12 Hasil Solusi Ideal Positif dan Negatif

Solusi Positif	Nilai	Solusi Negatif	Nilai
Y1 <sup>+</sup> (usia)	0,1904761	Y1 <sup>-</sup> (usia)	0.1523809
Y2 <sup>+</sup> (pendidikan)	0.23809523	Y2 <sup>-</sup> (pendidikan)	0.14285714
Y3 <sup>+</sup> (pengalaman)	0.14285714	Y3 <sup>-</sup> (pengalaman)	0.08571428
Y4 <sup>+</sup> (keahlian)	0.23809523	Y4 <sup>-</sup> (keahlian)	0.04761904
Y5 <sup>+</sup> (lokasi)	0.19047619	Y5 <sup>-</sup> (lokasi)	0.03809523

### 4. Menentukan Jarak Solusi Ideal Postif dan Jarak Solusi Ideal Negatif

Setelah mendapatkan solusi ideal positif dan negatif, selanjutnya dicari tiap jarak dari solusi ideal positif dan negatif dari tiap alternatif untuk mendapatkan alternatif dengan *cost* paling minimal dan

*benefit* paling maksimal. Perhitungan jarak solusi ideal positif dan negatif menggunakan persamaan (4) dan hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13 Hasil Jarak Solusi Ideal Positif dan Negatif

Solusi Positif	Nilai	Solusi Negatif	Nilai
D1 <sup>+</sup> (A <sub>1</sub> )	0.11556820	D1 <sup>-</sup> (A <sub>1</sub> )	0.17899948
D2 <sup>+</sup> (A <sub>2</sub> )	0.12919698	D2 <sup>-</sup> (A <sub>2</sub> )	0.21620539
D3 <sup>+</sup> (A <sub>3</sub> )	0.16141382	D3 <sup>-</sup> (A <sub>3</sub> )	0.17385844
D4 <sup>+</sup> (A <sub>4</sub> )	0.13997084	D4 <sup>-</sup> (A <sub>4</sub> )	0.15707069
D5 <sup>+</sup> (A <sub>5</sub> )	0.15387003	D5 <sup>-</sup> (A <sub>5</sub> )	0.16172570
D6 <sup>+</sup> (A <sub>6</sub> )	0.21295885	D6 <sup>-</sup> (A <sub>6</sub> )	0.16714217
D7 <sup>+</sup> (A <sub>7</sub> )	0.21295885	D7 <sup>-</sup> (A <sub>7</sub> )	0.13058389

### 5. Menghitung Nilai Preferensi

Setelah menentukan jarak solusi ideal positif dan negatif dari tiap alternatif, selanjutnya mencari nilai preferensi tiap alternatif menggunakan persamaan (5). Alternatif dengan nilai preferensi terbesar merupakan alternatif yang sangat direkomendasikan. Hasil nilai preferensi pada tiap alternatif dapat dilihat pada Gambar 14.

Tabel 14 Hasil Nilai Preferensi Tiap Alternatif

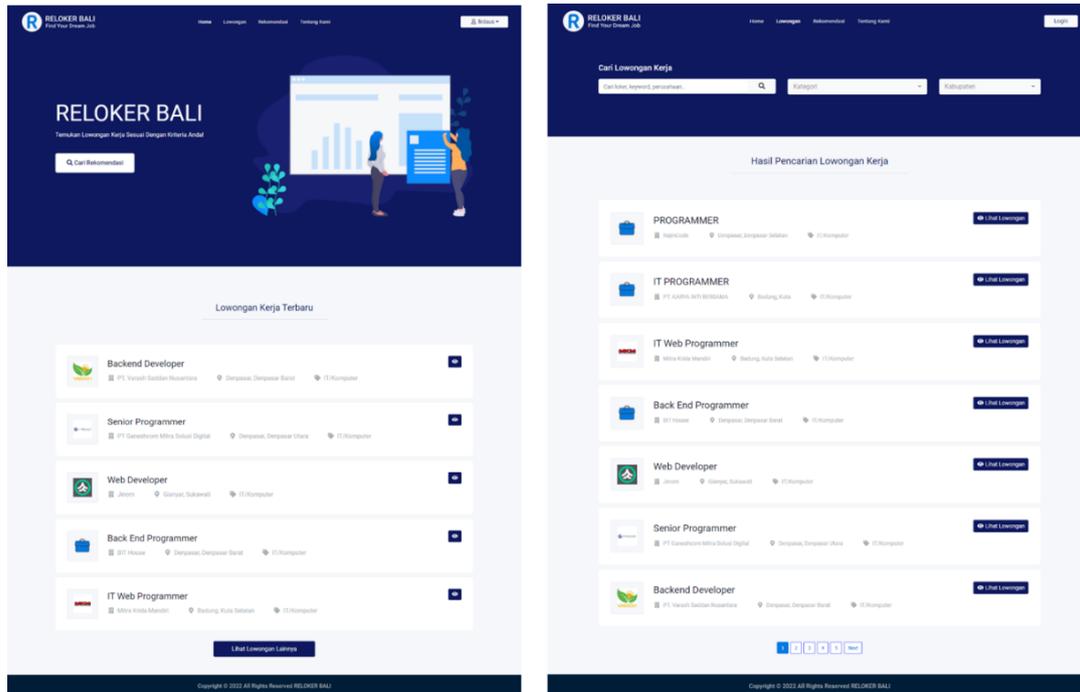
No	Kode Alternatif	Nilai Preferensi	Rangking
V1	A1	0.60766843	2
V2	A2	0.62595223	1
V3	A3	0.51855897	4
V4	A4	0.52878359	3
V5	A5	0.51244576	5
V6	A6	0.43973092	6
V7	A7	0.38010959	7

Dari hasil perhitungan metode SAW-TOPSIS dengan tujuh alternatif lowongan kerja, didapatkan bahwa alternatif A2 merupakan alternatif dengan nilai preferensi tertinggi, sehingga alternatif lowongan kerja A2 adalah alternatif lowongan kerja yang paling direkomendasikan kepada pencari kerja.

### 3.2. Tampilan Antarmuka Aplikasi

Pada sistem rekomendasi lowongan kerja Bali menggunakan metode SAW dan TOPSIS ini dibedakan menjadi halaman admin dan halaman user pencari kerja. Dalam subbab ini akan ditampilkan salah satu tampilan antarmukan sistem. Tampilan Sistem Rekomendasi Lowongan Kerja Bali dapat dilihat pada Gambar 3.

Pada Gambar 3 terdiri Halaman Home merupakan halaman awal yang ditampilkan saat *user* pencari lowongan kerja mengunjungi halaman website. Halaman ini akan menampilkan sejumlah lowongan kerja terbaru. Kemudian terdapat halaman pencarian lowongan kerja yang dapat digunakan *user* untuk mengurutkan lowongan kerja berdasarkan kategori atau kabupaten serta mencari lowonga kerja berdasarkan nama atau perusahaan penyedia lowongan kerja.



Gambar 3 Halaman Home & Pencarian Lowongan Kerja

### 3.3. Pengujian Aplikasi

Setelah aplikasi berhasil diimplementasikan selanjutnya aplikasi diujikan untuk mengetahui kesalahan yang ada dalam sistem dan mengetahui penilaian pengguna. Pengujian pada aplikasi sistem rekomendasi lowongan kerja Bali ini antara lain sebagai berikut:

a) Pengujian Akurasi

Pengujian akurasi dilakukan untuk mengetahui apakah hasil rekomendasi lowongan telah sesuai dari hasil sistem dengan hasil pilihan pengguna. Pengujian akurasi dapat dilakukan oleh dua orang maupun sumber atau lebih yang berbeda [5]. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan hasil rekomendasi sistem dengan hasil rekomendasi responden. Pada pengujian ini responden merupakan 10 pencari kerja dan 2 penerima kerja. Hasil pengujian akurasi pada responden dapat dilihat pada Tabel 15 untuk responden pencari kerja dan Tabel 16 untuk respondeen penerima kerja

Tabel 15 Hasil Pengujian Akurasi Pencari Kerja

No	ID User	Hasil Sistem	Hasil responden	Kesesuaian
1	User 1	A5	A5	Sesuai
2	User 2	A3	A3	Sesuai
3	User 3	A8	A8	Sesuai
4	User 4	A3	A2	Tidak Sesuai
5	User 5	A9	A9	Sesuai
6	User 6	A2	A1	Tidak Sesuai
7	User 7	A37	A37	Sesuai
8	User 8	A3	A2	Tidak Sesuai
9	User 9	A13	A11	Tidak Sesuai
10	User 10	A3	A1	Tidak Sesuai

Tabel 16 Hasil Pengujian Akurasi Penerima Kerja

No	Nama Perusahaan	Daftar Pencari Kerja	Kesesuaian
1	Pemberi Kerja 1	User 1	Tidak Sesuai
		User 2	Tidak Sesuai
		User 3	Sesuai
		User 4	Sesuai
2	Pemberi Kerja 2	User 1	Sesuai
		User 2	Sesuai
		User 3	Tidak Sesuai

Dari 17 data pengujian terhadap dua kriteria responden yang berbeda, yaitu pencari dan penerima kerja, terdapat 9 data sesuai dan 8 data tidak sesuai, sehingga nilai akurasi yang didapatkan adalah sebagai berikut:

$$\text{Nilai Akurasi} = \frac{9}{17} \times 100\% = 53,57\%$$

Dari pengujian akurasi untuk penerapan metode SAW dan TOPSIS dalam Sistem Rekomendasi Lowongan Kerja Bali, maka didapatkan hasil sebesar 53,57%.

b) *Usability Testing*

*Usability* memiliki makna sebagai sesuatu yang dapat digunakan dengan baik. Aplikasi dapat dikatakan bermanfaat dengan baik apabila kegagalan dalam penggunaan dapat diminimalkan atau bahkan dihilangkan serta dapatn memberikan kepuasan kepada pengguna aplikasi [6]. Didalam pengujian *Usability Testing* ini terdapat lima indikator atau variabel yang bisa digunakan untuk mengetahui seberapa baik kualitas dari website yang dibangun. Lima indikator tersebut antara lain:

a) *Learnability*

Merupakan indikator yang digunakan untuk mengetahui seberapa mudah pengguna dapat dalam mempelajari aplikasi yang digunakan.

b) *Memorability*

Merupakan indikator yang digunakan untuk mengetahui seberapa mudah pengguna mengingat tata cara penggunaan aplikasi, jika sudah sekian lama tidak digunakan.

c) *Efficiency*

Merupakan indikator yang digunakan untuk mengetahui seberapa efisien pengguna dalam menjalankan aplikasi yang diuji.

d) *Errors*

Merupakan indikator yang digunakan untuk mengetahui seberapa banyak pengguna menemukan kesalahan atau error saat menggunakan aplikasi.

e) *Satisfaction*

Merupakan indikator yang digunakan untuk mengetahui seberapa puas pengguna dalam menggunakan aplikasi.

Pengujian *Usability* ini dilakukan dengan metode penyebaran kuesioner untuk mendapatkan data. Responden yang dituju merupakan pencari kerja Bali. Total responden yang digunakan dalam pengujian ini adalah 20 responden. Nielsen menyatakan bahwa *Usability Testing* bisa dilakukan dengan minimal 5 orang dan dapat menemukan sekitar 55% permasalahan usability, untuk mendapatkan 90% permasalahan usability diperlukan minimal dengan 15 orang, sehingga dalam pengujian ini 20 orang ditentukan sebagai responden untuk melakukan pengujian usability testing [7].

a) Uji Validitas

Uji Validitas adalah pengujian yang dilakukan pada tiap-tiap pernyataan yang ada pada kuesioner yang digunakan sebagai alat pengumpul data. Dalam pengujian uji validitas isi akan menggunakan Teknik korelasi Product Moment. Dari penggunaan teknik Product Moment ini akan mengetahui apakah tiap item pernyataan dapat mampu mengungkap faktor yang akan diukur. Nilai dari uji validitas ini kemudian dibandingkan dengan tabel nilai korelasi ( $r$ ) Product Moment untuk mengetahui apakah nilai korelasi yang diperoleh signifikan atau tidak. Apabila nilai dari uji validitas memiliki nilai yang lebih besar dari nilai tabel korelasi maka item itu dinyatakan valid demikian juga sebaliknya. Uji validitas ini akan dilakukan dengan bantuan tools atau aplikasi pengolah data statistik SPSS. Hasil uji validitas dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17 Hasil Uji Validitas

Indikator Pertanyaan	$r_{hitung}$	$r_{tabel}$	Keterangan
A1 ( <i>Learnability</i> )	0,564	0,444	Valid
A2 ( <i>Learnability</i> )	0,522	0,444	Valid
A3 ( <i>Learnability</i> )	0,631	0,444	Valid
B1 ( <i>Memorability</i> )	0,548	0,444	Valid
B2 ( <i>Memorability</i> )	0,636	0,444	Valid
B3 ( <i>Memorability</i> )	0,591	0,444	Valid
C1 ( <i>Efficiency</i> )	0,445	0,444	Valid
C2 ( <i>Efficiency</i> )	0,494	0,444	Valid
C3 ( <i>Efficiency</i> )	0,626	0,444	Valid
D1 ( <i>Errors</i> )	0,488	0,444	Valid
D2 ( <i>Errors</i> )	0,600	0,444	Valid
E1 ( <i>Satisfaction</i> )	0,231	0,444	Tidak Valid
E2 ( <i>Satisfaction</i> )	0,650	0,444	Valid
E3 ( <i>Satisfaction</i> )	0,468	0,444	Valid

Dari 14 pertanyaan yang diturunkan dari 5 indikator dalam *usability testing*. Ditemukan bahwa satu item pertanyaan dari indikator *Satisfaction* tidak valid. Item pertanyaan yang tidak valid akan dilakukan *drop out*. Sehingga dalam pengujian *usability* ini akan menggunakan 13 pertanyaan.

b) Uji Realibilitas

Uji Reliabilitas merupakan pengujian untuk mengetahui tingkat kekonsistenan kuesioner. Untuk pengujian reliability akan menggunakan metode *Cronbach's alpha*. Metode *Cronbach's alpha* ini berfungsi untuk mengetahui tingkat kekonsistenan indikator yang digunakan dalam kuesioner penelitian. *Cronbach's alpha* dipilih karena pengujian ini paling sering digunakan dan dapat mencari indikator yang tidak konsisten. Hasil *Chronbach's Alpha* dengan 13 item pertanyaan dapat dilihat pada Gambar 5.

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.817	13

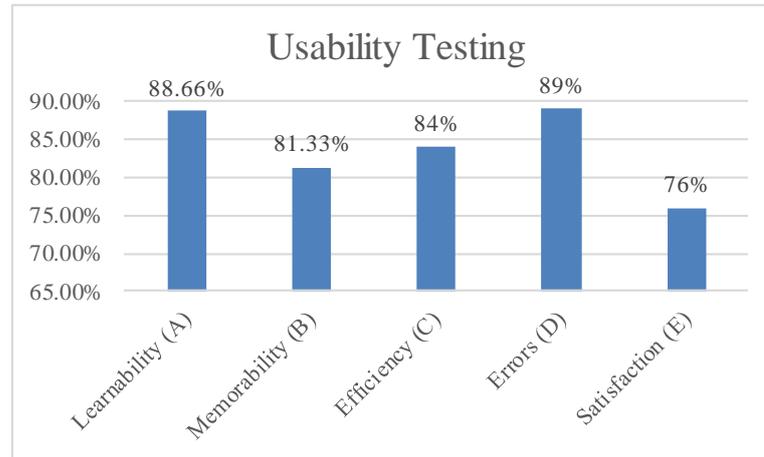
Gambar 4 Hasil Uji Reliabilitas

Dari 13 pertanyaan valid, ditemukan nilai alpha sebesar 0,817. Dalam uji reabilitas, jika nilai alpha dalam rentang 0,70 sampai 0,90 maka kuesioner dapat dikatakan memiliki reabilitas yang tinggi dan dapat dipercaya.

c) Hasil *Usability Testing*

Dari hasil *usability testing* dengan 14 pertanyaan, maka hasil *usability* dapat dilihat pada Gambar 6. Pada Gambar 6 diketahui bahwa dari lima indikator pengujian, diketahui indikator *error* merupakan indikator dengan nilai tertinggi dan menunjukkan bahwa indikator ini dapat nilai sangat baik. Kemudian diikuti dengan nilai indikator dari *Learability*, *Memorability* dan *Efficiency*

masing-masing mendapatkan nilai 88,66%, 81,33% dan 84% yang menunjukkan nilai yang sangat baik juga. Sedangkan untuk *Satisfaction* merupakan indikator dengan nilai terendah yaitu 76%, namun nilai indikator ini masih dalam kategori baik.



Gambar 5 Hasil *Usability Testing*

#### 4. Kesimpulan

Dari tiap tahapan yang meliputi analisis perancangan, implementasi, pengujian yang telah dilakukan terhadap Sistem Rekomendasi Lowongan Kerja Bali menggunakan metode SAW-TOPSIS ini, maka didapatkan kesimpulan antara lain:

1. Hasil pengujian akurasi penerapan metode SAW dan TOPSIS dalam Sistem Rekomendasi Lowongan Kerja Bali didapatkan hasil sebesar 53,57%.
2. Hasil keseluruhan Usability Testing Aplikasi menunjukkan kepuasan pengguna dengan hasil yang didapat sebesar 83,39 yang artinya sangat baik. Dengan indikator dengan nilai tertinggi yaitu errors sebesar 89% yang artinya sangat baik dan indikator dengan nilai terendah yaitu satisfaction sebesar 76% yang dapat dikatakan baik, sedangkan untuk indikator Learnability, memorability dan Efficiency masing-masing mendapatkan nilai sebesar 88,66%, 81,33% dan 84% yang menunjukkan bahwa indikator tersebut sangat baik.

#### References

- [1] BPSBali, "Keadaan Ketenagakerjaan Provinsi Bali Agustus 2020," *Bali.bps.go.id*, 2020. [https://bali.bps.go.id/pressrelease/2020/11/05/717415/keadaan-ketenagakerjaan-provinsi-bali-agustus-2020.html#:~:text=Pada Agustus 2020%2C Tingkat Pengangguran,105%2C21 ribu orang penganggur \(diakses Mar 06, 2021\).](https://bali.bps.go.id/pressrelease/2020/11/05/717415/keadaan-ketenagakerjaan-provinsi-bali-agustus-2020.html#:~:text=Pada Agustus 2020%2C Tingkat Pengangguran,105%2C21 ribu orang penganggur (diakses Mar 06, 2021).)
- [2] A. A. Sendari, "Penyebab Pengangguran dan Jenisnya yang Perlu Diketahui," *liputan6.com*, 2019. <https://hot.liputan6.com/read/3949228/penyebab-pengangguran-dan-jenisnya-yang-perlu-diketahui> (diakses Jun 11, 2021).
- [3] A. D. Wiranata, Irawan, A. Budiyantra, dan A. Sani, "PEMILIHAN KARYAWAN TELADAN MENGGUNAKAN METODE SAW DAN TOPSIS," *J. Bus. Audit Inf. Syst.*, vol. 3, no. 1, hal. 22–35, 2020, [Daring]. Tersedia pada: <http://journal.ubm.ac.id/index.php/jbase>.
- [4] A. Setiawan dan R. A. Widyanto, "Evaluasi Website Perguruan Tinggi Menggunakan Metode Usability Testing," *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 03, hal. 295–299, 2018.
- [5] F. Faidhani, Tursina, dan A. S. Sukanto, "Sistem Pendukung Keputusan Penentu Bidang Keahlian Mahasiswa Program Studi Informatika Universitas Tanjungpura dengan Metode ELECTRE," *JUSTIN (Jurnal Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 09, hal. 41–47, 2021.
- [6] M. A. Raharja, S. Purnawati, I. P. G. Adiatmika, I. N. Adiputra, dan I. B. A. Swamardika, "Usability Analysis of Tembang Sekar Alit Learning (SekARAI) Applications Using The Human Computer Interaction (HCI) Model In Bali Students," 2021.
- [7] J. Nielsen, "Why You Only Need to Test with 5 Users," *Jakob Nielsens Alertbox*, vol. 19, no. 1–4, 2000.

## Perancangan Aplikasi Augmented Reality Location Based Service Nusa Dua Tourism Guide

I Wayan Santiyasa<sup>a1</sup>, I Gede Angga Narotama<sup>a2</sup>, I Ketut Gede Suhartana<sup>a3</sup>, I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra<sup>a4</sup>, Ida Bagus Made Mahendra<sup>a5</sup>, I Made Widiartha<sup>a6</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Informatika, Universitas Udayana  
Badung, Bali, Indonesia  
<sup>1</sup>santiyasa@unud.ac.id  
<sup>2</sup>angganaro3@gmail.com  
<sup>3</sup>ikg.suhartana@unud.ac.id  
<sup>4</sup>anom.cp@unud.ac.id  
<sup>5</sup>ibm.mahendra@unud.ac.id  
<sup>6</sup>madewidiartha@unud.ac.id

### Abstrak

Nusa Dua adalah salah satu pusat pariwisata di pulau Dewata Bali, yang menjadi tujuan wisatawan berkunjung saat liburan ke Bali. Sebagai salah satu objek wisata yang sering yang dikunjungi wisatawan, Nusa Dua masih mempunyai permasalahan dalam penggunaan navigasi dan marka jalan pada area lokasi wisata. Dalam penelitian ini dirancang sebuah aplikasi objek wisata *mobile* di Nusa Dua dan memberikan navigasi dengan *Location Based Service* untuk memberikan petunjuk rute atau suatu objek wisata yang dituju menggunakan *augmented reality*. Aplikasi telah berhasil dikembangkan dengan mengintegrasikan *environment* android dan AR agar fungsi pada aplikasi dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Aplikasi ini juga dilengkapi dengan fitur rekomendasi objek wisata terdekat yang diimplementasikan menggunakan algoritma *Haversine* dengan akurasi 99.85%. Aplikasi ini dapat menjadi media untuk mengenalkan objek wisata di Nusa Dua dengan menampilkan detail informasi wisata dan bernavigasi secara interaktif dengan teknologi *augmented reality*. Berdasarkan hasil rekap skor *usability* pada pengujian *usability* dari tanggapan 32 responden terhadap 17 pertanyaan, ditemukan bahwa secara keseluruhan nilai rata-rata aplikasi 4.2, dimana menunjukkan bahwa aplikasi Nusa Dua Tourism Guide mendapatkan kategori *usability* yang sangat baik.

**Kata Kunci:** Nusa Dua, *Augmented Reality*, *Location Based Service*, *Haversine*, *Usability*

### 1. Pendahuluan

Bali merupakan daerah yang memiliki potensi pariwisata yang mempunyai daya tarik tersendiri. Bali memiliki daya tarik wisata alam yang menawarkan keindahan alam serta daya tarik budaya yang menampilkan budaya dan adat istiadat yang memiliki nilai-nilai tinggi. Bali memiliki sembilan wilayah yang terdiri dari delapan kabupaten dan kota yang masing-masing memiliki daya tarik wisata, diantaranya ialah, Jembrana, Tabanan, Buleleng, Gianyar, Klungkung, Karangasem, Bangli, Badung dan Kota Denpasar. Karena adanya daya tarik wisata yang spesifik dari setiap wilayah membuat wisatawan untuk melakukan kunjungan wisata ke Bali [1].

Salah satu tempat wisata yang sering dikunjungi oleh wisatawan adalah Nusa Dua. Nusa Dua merupakan salah satu wilayah di kawasan Bali Selatan yang memiliki banyak tempat wisata alam pantai berpasir putih, Nusa Dua juga menjadi salah satu pusat pariwisata di pulau Dewata Bali, yang menjadi tujuan wisatawan berkunjung saat liburan ke Bali.

Sebagai salah satu objek wisata yang sering dikunjungi wisatawan, Nusa Dua juga punya beberapa permasalahan, salah satu permasalahan tersebut adalah kurangnya petunjuk, arah dan tanda pada jalan untuk menuju ke lokasi objek wisata tertentu yang ada di Nusa Dua, kawasan Nusa Dua khususnya kompleks ITDC Nusa dua juga memiliki tata letak jalan yang khusus, misalnya dengan adanya *roundabout*, persimpangan, pengaturan jalan, khususnya saat wisatawan mencari tempat spesifik menjadi kesulitan untuk menuju ke objek wisata yang

hendak dituju. Kurangnya informasi mengenai deskripsi singkat terkait objek wisata yang ada di Nusa Dua serta navigasi yang interaktif dapat digunakan secara *real-time* menjadi masalah lain yang dihadapi wisatawan [2]. Masalah ini menyulitkan para wisatawan terutama bagi yang baru pertama kali mengunjungi Bali dengan memperkirakan lokasi objek wisata mana yang akan dituju, rute menuju tempat wisata tersebut, serta waktu tempuhnya.

Berdasarkan pemaparan diatas, dalam penelitian ini akan dirancang sebuah aplikasi *mobile* objek wisata di Nusa Dua dengan fitur navigasi menggunakan *Location Based Service* untuk memberikan petunjuk rute atau suatu objek wisata yang dituju menggunakan teknologi *augmented reality*. Teknologi aplikasi *mobile* dengan menggunakan *augmented reality* sebagai navigasi dapat dimanfaatkan untuk memberikan kemudahan kepada para wisatawan untuk mencari objek wisata dengan mempertimbangkan desain dan fungsi pada aplikasi agar sesuai dengan kebutuhan pengguna dan memiliki nilai *usability* yang baik [3].

## 2. Metode Penelitian

Metode SDLC (*Software Development Life Cycle*) dengan model *waterfall* digunakan dalam mengembangkan aplikasi. Metode *waterfall* merupakan metode yang melakukan pendekatan alur hidup perangkat lunak secara terurut dimulai dari tahap analisis, desain, implementasi, pengujian serta pemeliharaan [4].

### 2.1. Metode Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dalam penelitian ini diperoleh dari Google Maps dan Trip Advisor sebagai data sekunder terkait data koordinat objek wisata dan informasi objek wisata. Data – data yang digunakan pada aplikasi dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Data yang digunakan pada aplikasi

No	Name	Tipe data	Deskripsi
1	latitude	<i>Double</i>	Nilai garis lintang dari objek wisata
2	longitude	<i>Double</i>	Nilai garis bujur dari objek wisata
3	nama_wisata	<i>String</i>	Nama resmi objek wisata
4	alamat_wisata	<i>String</i>	Alamat objek wisata
5	kategori	<i>String</i>	Kategori objek wisata berdasarkan data pada TripAdvisor
6	deskripsi	<i>String</i>	Deskripsi singkat mengenai objek wisata
7	situs	<i>String</i>	Situs resmi dan tersedia dari objek wisata
8	telpon	<i>String</i>	Kontak yang dapat dihubungi dari objek wisata
9	foto	<i>String</i>	Gambar objek wisata

### 2.2. Analisis dan Perancangan Sistem

Setelah proses analisis metode pengumpulan data selesai dilakukan, maka dapat ditentukan kebutuhan fungsional sistem [5]. Kebutuhan fungsional adalah kebutuhan yang mendefinisikan fungsi dari sebuah sistem dan komponennya. Berdasarkan hasil analisis, kebutuhan fungsional bisa dilihat di tabel berikut:

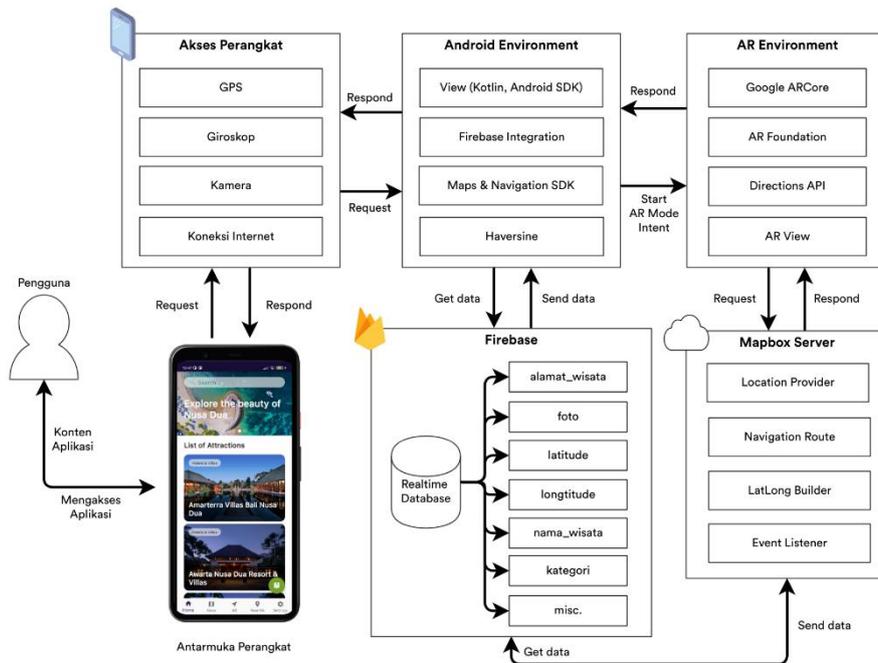
**Tabel 2.** Kebutuhan Fungsional Sistem

No	Kebutuhan	Target Pengguna
1	Aplikasi menampilkan daftar objek wisata yang ada di Nusa Dua dari berbagai jenis	Wisatawan Nusa Dua
2	Aplikasi dapat menampilkan detail informasi dari objek wisata seperti nama objek wisata, alamat, kontak, situs, serta deskripsi singkat objek wisata	Wisatawan Nusa Dua
3	Aplikasi menyediakan halaman panduan penggunaan aplikasi android maupun AR	Wisatawan Nusa Dua
4	Aplikasi menyediakan tampilan Maps agar pengguna bisa mengakses objek wisata dan melihat lokasinya secara langsung	Wisatawan Nusa Dua

5	Aplikasi menyediakan fitur rute dan navigasi menuju destinasi wisata menggunakan peta yang ada pada aplikasi	Wisatawan Nusa Dua
6	Aplikasi dapat menampilkan mode AR	Wisatawan Nusa Dua
7	Aplikasi menampilkan daftar objek wisata pada mode AR	Wisatawan Nusa Dua
8	Aplikasi dapat menampilkan navigasi menggunakan <i>augmented reality</i> pada mode AR sebagai sarana navigasi menuju destinasi wisata	Wisatawan Nusa Dua
9	Aplikasi menampilkan indikator seperti nama objek wisata, alamat, rute, arah jalan dan juga <i>step</i> saat menggunakan navigasi AR	Wisatawan Nusa Dua
10	Aplikasi menyediakan fitur yang bisa merekomendasikan pengguna objek wisata terdekat dari lokasi pengguna	Wisatawan Nusa Dua
11	Aplikasi menyediakan halaman tentang dan kontak agar saat terjadi kendala pengguna dapat menghubungi pengembang	Wisatawan Nusa Dua
12	Aplikasi menampilkan <i>alert</i> disaat pengguna berada di luar jaringan ataupun saat perangkat mengalami kendala tersambung ke internet	Wisatawan Nusa Dua

### 2.2.1 Arsitektur Sistem

Dalam perancangan aplikasi Nusa Dua Tourism Guide, sistem dirancang dengan memprioritaskan dua *environment* sebagai komponen yang esensial dalam arsitektur sistem. Kedua *environment* tersebut adalah *environment* android untuk menunjang pengembangan fitur pada Android dan *environment* unity untuk menunjang pengembangan fitur *augmented reality* yang kemudian akan diintegrasikan dengan *environment* android menjadi satu arsitektur sistem.

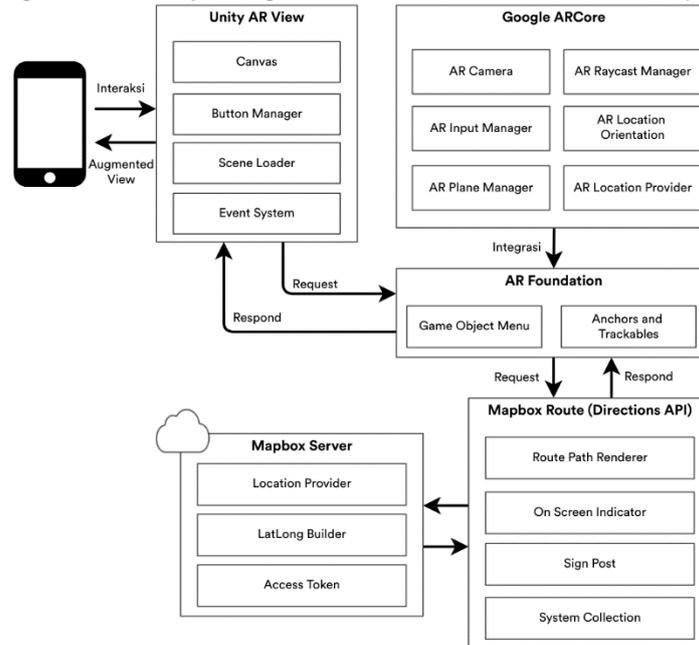


Gambar 1. Arsitektur sistem aplikasi Nusa Dua Tourism Guide

### 2.2.2 Arsitektur Environment AR

Arsitektur *environment* AR adalah lingkungan pengembangan fungsi dan program dari augmented reality pada aplikasi. Dalam rancangannya, AR *Environment* dikembangkan terlebih

dahulu pada Unity yang mana kemudian akan diintegrasikan dengan Android. Pada *environment* AR, digunakan *library* Google ARCore, ARFoundation dan Mapbox Directions API.



**Gambar 2.** Arsitektur *Environment* AR

### 2.3. Algoritma Haversine

Algoritma *Haversine* adalah persamaan yang digunakan dalam navigasi, yang memberikan jarak lingkaran besar antara dua titik pada permukaan bola (bumi) berdasarkan bujur dan lintang. Hukumnya adalah semua persamaan yang digunakan berdasarkan bentuk bumi yang bulat (*spherical earth*) dengan menghilangkan faktor bahwa bumi itu sedikit elips (*elipsoidal factor*). Ini merupakan kasus khusus dari formula umum dalam trigonometri bola, hukum *haversine* yang berkaitan dengan sisi dan sudut segitiga bola [6].

Rumus *Haversine* dituliskan dalam persamaan berikut.

$$\Delta long = (long_2 + long_1) \cdot \cos\left(\frac{lat_1 + lat_2}{2}\right) = \cos a \cdot \cos b - \sin a \cdot \sin b \quad (1)$$

$$\Delta lat = (lat_2 - lat_1) \quad (2)$$

$$a = \sin_2\left(\frac{\Delta lat}{2}\right) + \cos(lat_1) \cdot \cos(lat_2) \cdot \sin_2\left(\frac{\Delta long}{2}\right) \quad (3)$$

$$d = \sqrt{a} \cdot R \quad (4)$$

Keterangan:

R = Radius Bumi (6371 km)

1 derajat = 0,0174532925 radian

$\Delta lat$  = Nilai selisih latitude (km)

$\Delta long$  = Nilai selisih longitude (km)

d = Jarak (km)

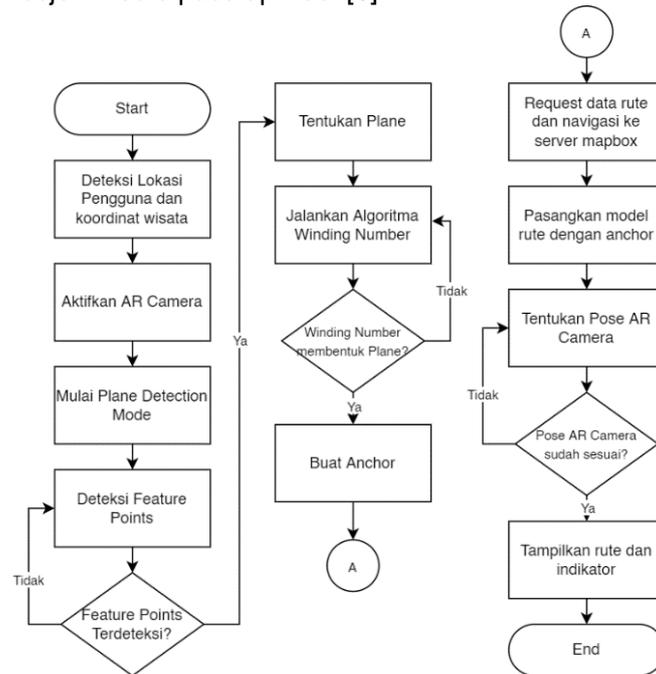
### 2.4. Desain Aplikasi

Desain perangkat lunak adalah tahap di mana *developer* memulai desain perangkat lunak untuk dapat memenuhi setiap persyaratan dari analisis sebelumnya [7]. Desain dari aplikasi ini adalah sebagai berikut:

a) Diagram Alir Metode *Location Based AR*

Metode yang digunakan pada pengembangan aplikasi adalah metode *Location Based Augmented Reality* atau juga dapat disebut sebagai AR Berbasis Lokasi. Metode ini mengkombinasikan pemanfaatan layanan berbasis lokasi dengan teknologi *augmented reality* dengan hasil agar aplikasi dapat menampilkan suatu petunjuk arah atau rute

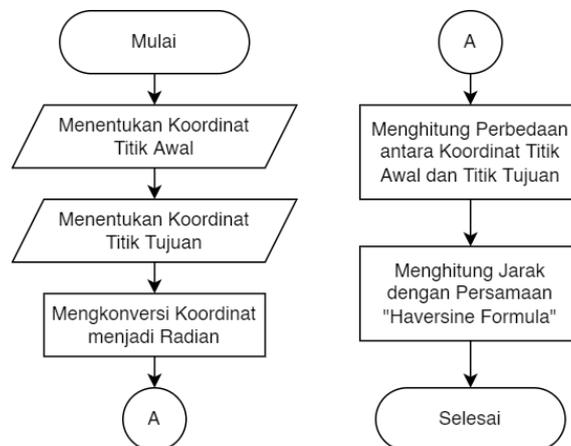
navigasi secara *augmented* pada lingkungan nyata yang mengambil data dari koordinat pengguna dan objek wisata pada aplikasi [8].



**Gambar 3.** Diagram Alir Implementasi AR

b) Diagram Alir Algoritma *Haversine*

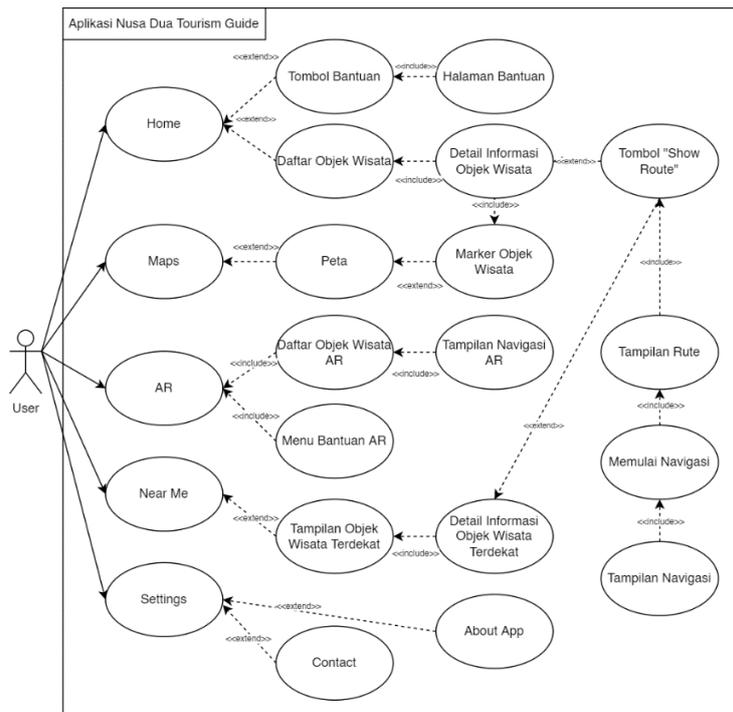
Proses algoritma *haversine* dimulai dengan menentukan koordinat (latitude, longtitude) titik awal yang mana pada kasus ini menggunakan lokasi pengguna sebagai titik awal, kemudian menentukan koordinat titik tujuan yang mana menggunakan lokasi objek wisata yang dipilih pengguna sebagai titik tujuan, kemudian mengkonversi koordinat tersebut menjadi radian, hal ini dilakukan karena dalam perhitungan jarak antara 2 titik menggunakan radian bumi sebagai acuannya [9]. Setelah koordinat dikonversi menjadi radian kemudian dihitung perbedaan antara koordinat titik awal dan tujuan. Setelah perbedaan antara koordinat titik awal dan titik tujuan didapatkan, kemudian dihitung jarak antara kedua titik tersebut dengan *haversine formula*.



**Gambar 4.** Diagram Alir Algoritma *Haversine*

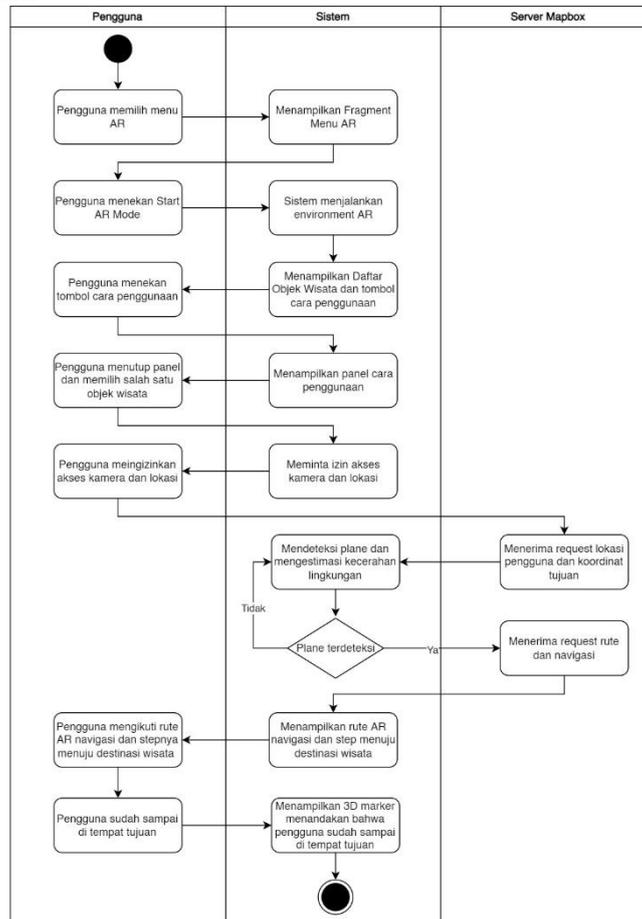
c) *Use Case Diagram*

*Use case diagram* berfungsi untuk memodelkan dan menampilkan fungsionalitas yang diharapkan dari sebuah sistem [10]. *Use Case Diagram* pada aplikasi ini dapat digambarkan sebagai berikut:



**Gambar 5.** Use Case Diagram Aplikasi

d) Activity Diagram



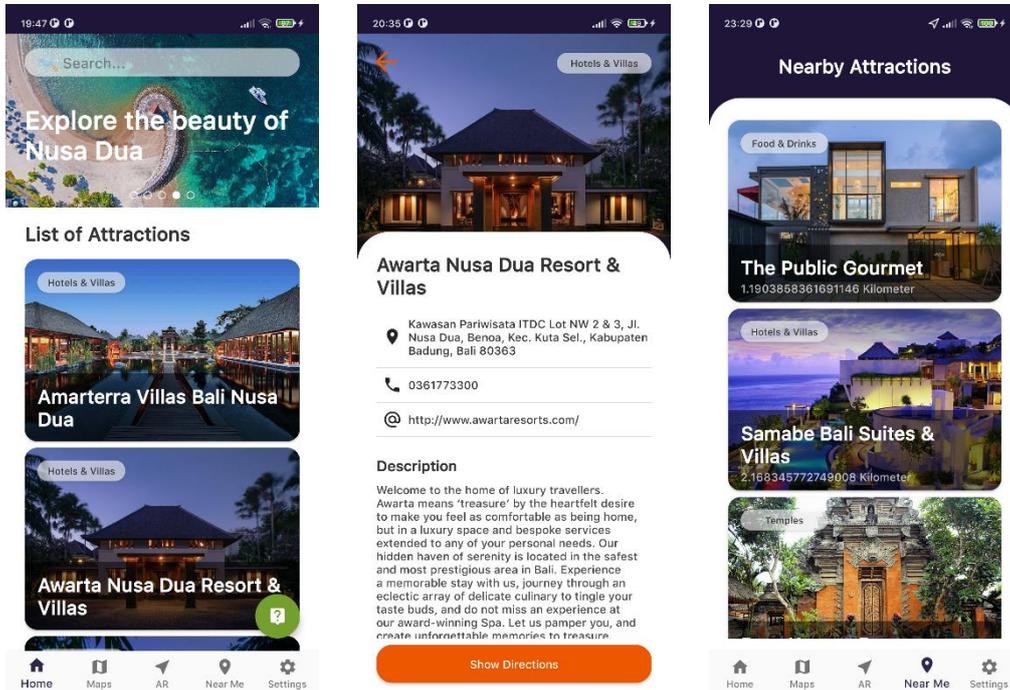
**Gambar 6.** Activity Diagram AR Mode

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Implementasi Antarmuka Pengguna

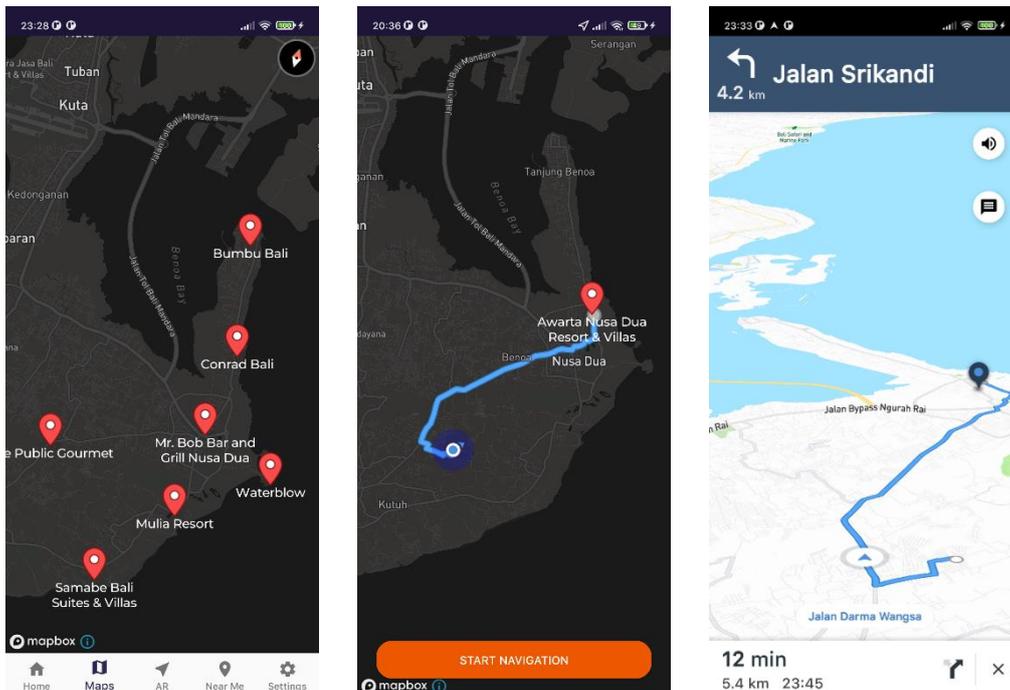
Bagian ini menjelaskan hasil implementasi dari aplikasi berupa tangkapan layar aplikasi tersebut. Adapun menu dan bagian-bagiannya:

##### 1) Tampilan Antarmuka Menu Home dan Near Me



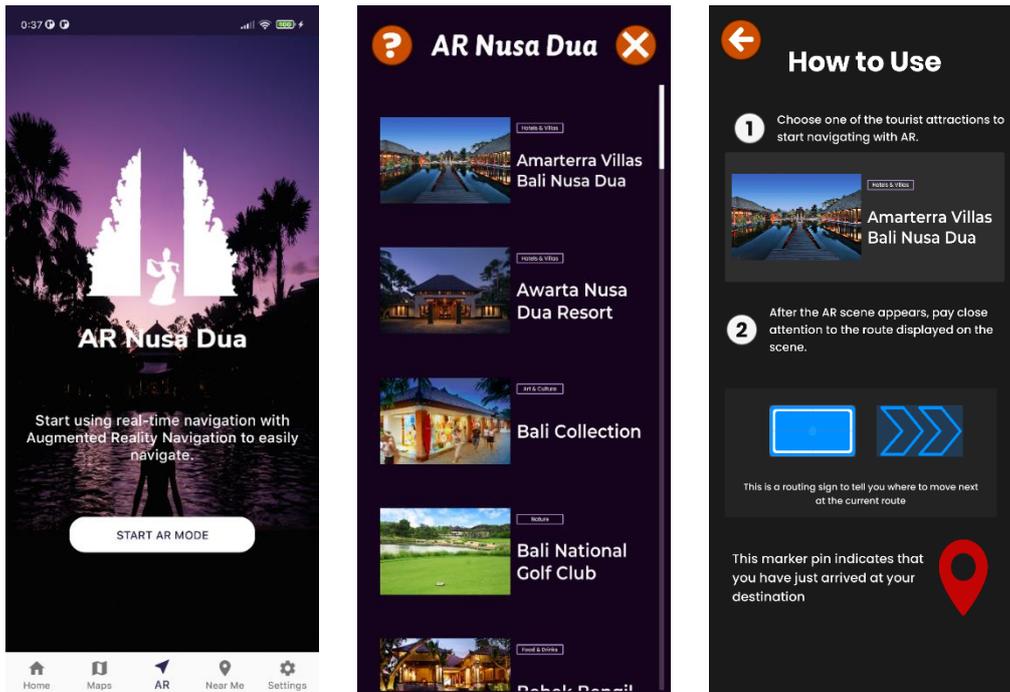
Gambar 7. Tampilan menu Home (kiri), detail objek wisata (tengah), near me (kanan)

##### 2) Tampilan Antarmuka Menu Maps dan Navigasi



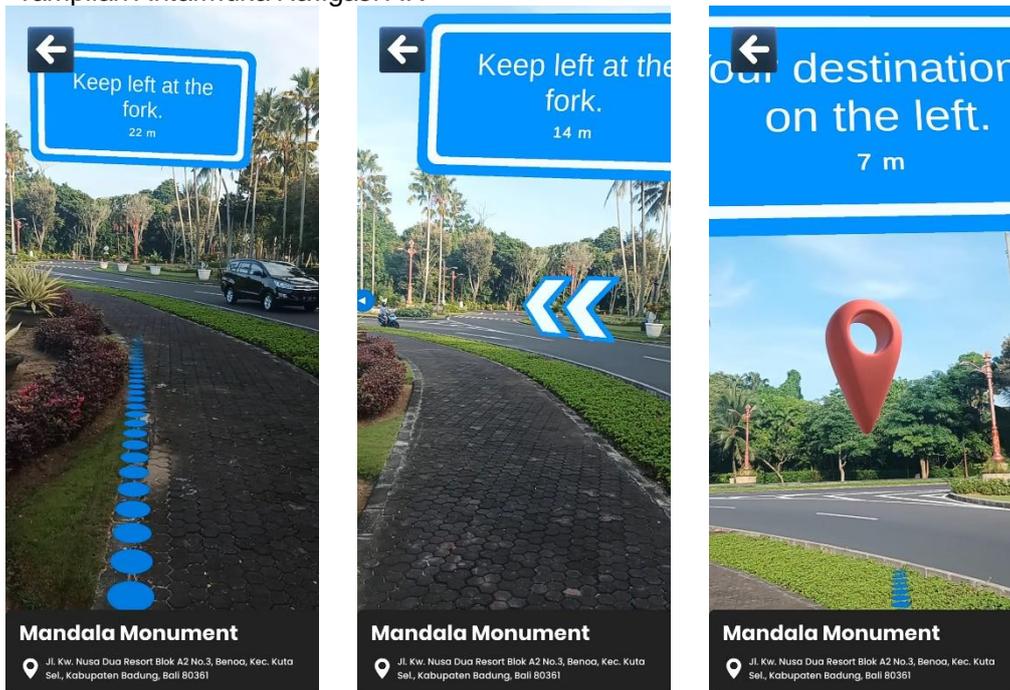
Gambar 8. Tampilan menu Maps (kiri), rute (tengah), navigasi (kanan)

### 3) Tampilan Antarmuka AR Mode



Gambar 9. Tampilan menu AR Mode (kiri), AR List (tengah), How to Use (kanan)

### 4) Tampilan Antarmuka Navigasi AR



Gambar 10. Tampilan rute navigasi AR (kiri), panah (tengah), finish marker (kanan)

## 3.2. Pengujian

Pada pengujian ini akan membahas mengenai hasil pengujian sistem yang telah dilakukan pada penelitian ini. Hasil dari pengujian ini adalah hasil pengujian akurasi algoritma *haversine*, hasil pengujian *black box* dan hasil uji *usability*.

### 3.2.1 Pengujian Algoritma *Haversine*

Pengujian algoritma *haversine* dilakukan dengan menggunakan alat *measure distance* pada Google Maps di setiap lokasi objek wisata. *Measure distance* digunakan pada nilai *zoom-in* paling tinggi agar mendapatkan hasil yang paling akurat.

**Tabel 3.** Perhitungan akurasi perbandingan *Haversine* dengan Google Maps

No	Latitude	Longitude	Haversine (km)	Google Maps (km)	Akurasi (%)
1	-8.791618968	115.2296547	4.83342	4.84	99.86
2	-8.794082084	115.2301633	4.69832	4.70	99.96
3	-8.808759919	115.2251705	3.37460	3.38	99.84
4	-8.794085421	115.2301612	4.69790	4.70	99.96
5	-8.795708545	115.2307455	4.63789	4.64	99.95
6	-8.799052619	115.2312712	4.47424	4.48	99.87
7	-8.816003733	115.2231719	2.93120	2.93	99.7
8	-8.812842189	115.2265831	3.37373	3.38	99.81
9	-8.804876079	115.2291717	3.95470	3.96	99.87
10	-8.809694879	115.2300754	3.84206	3.85	99.79
11	-8.791706586	115.2268069	4.59841	4.60	99.97
12	-8.78098344	115.2249965	5.38304	5.39	99.87
13	-8.806951178	115.2262452	3.56474	3.57	99.85
14	-8.833576821	115.2116734	2.16751	2.17	99.89
15	-8.79442016	115.2282636	4.51350	4.52	99.86
16	-8.798291485	115.2238665	3.86662	3.87	99.91
17	-8.801469179	115.2354131	4.73755	4.74	99.95
18	-8.801826989	115.2323526	4.42084	4.43	99.79
19	-8.799684173	115.2355243	4.84085	4.85	99.81
20	-8.801561572	115.2355922	4.75053	4.76	99.8
21	-8.800764866	115.222784	3.60120	3.60	99.76
22	-8.810239648	115.1943318	1.19131	1.20	99.28
23	-8.796379007	115.2195045	3.66656	3.67	99.91
24	-8.758603485	115.2203389	7.36342	7.37	99.91
25	-8.80066104	115.2338493	4.62723	4.63	99.94
26	-8.800104575	115.2307063	4.35958	4.36	99.99
27	-8.796333026	115.2278785	4.34587	4.35	99.91
28	-8.801386631	115.2313432	4.34737	4.35	99.94
29	-8.774634517	115.2235576	5.89476	5.90	99.91
30	-8.819302272	115.2246257	3.04880	3.05	99.96
31	-8.800613881	115.2141035	2.92057	2.93	99.68
32	-8.833448431	115.2131079	2.27891	2.28	99.95
33	-8.797749323	115.2368482	5.03815	5.08	99.18
34	-8.804075531	115.2385922	4.93659	4.94	99.93
35	-8.787176951	115.2284918	5.08835	5.09	99.97
36	-8.810400918	115.2247144	3.26039	3.27	99.71
37	-8.802620812	115.2389785	5.03815	5.04	99.96
38	-8.803838885	115.2398656	5.07631	5.08	99.93
39	-8.795760391	115.2328192	4.81915	4.81	99.98
40	-8.807179068	115.2318085	4.11645	4.12	99.91
Rata – Rata (%)					99.85

Perhitungan akurasi rata - rata algoritma *haversine* mendapatkan hasil sebesar 99.85%, sehingga fungsi algoritma *haversine* pada aplikasi dapat dinyatakan akurat.

### 3.2.2 Pengujian *Black Box*

Pengujian *black box* bertujuan untuk menunjukkan fungsi dari aplikasi yang telah dibuat mengenai cara pengoperasiannya. Pengujian *black box* dilakukan untuk memeriksa

fungsionalitas apakah aplikasi yang dirancang sesuai dengan hasil yang diharapkan atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan menjalankan aplikasi pada beberapa perangkat yang berbeda, perangkat yang digunakan adalah Poco M3 Pro, Samsung A52 dan Redmi Note 7 Pro. Dari proses pengujian, didapatkan hasil sebagai berikut:

**Tabel 4.** Hasil Pengujian *Black Box*

No	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian
1	Pengguna memulai aplikasi	Sistem menampilkan <i>splash screen</i> dan menu home muncul sebagai menu utama	Sesuai
2	Pengguna menggunakan <i>search bar</i> pada menu Home	<i>Search bar</i> aktif dan dapat digunakan untuk mencari objek wisata	Sesuai
3	Pengguna memilih objek wisata pada menu Home	Sistem menampilkan detail informasi objek wisata	Sesuai
4	Pengguna menekan tombol "Show Directions" pada detail informasi objek wisata	Sistem menampilkan peta mapbox beserta rute menuju destinasi wisata	Sesuai
5	Pengguna menekan tombol "Start Navigation" setelah rute pada peta ditampilkan	Sistem menampilkan navigasi menuju destinasi wisata secara <i>real-time</i> beserta indikator navigasi	Sesuai
6	Pengguna memilih menu Maps pada Bottom Navbar	Sistem menampilkan peta mapbox beserta marker objek wisata	Sesuai
7	Pengguna memilih menu AR pada Bottom Navbar	Sistem menampilkan <i>fragment AR Mode</i>	Sesuai
8	Pengguna menekan tombol "Start AR Mode" pada <i>fragment AR Mode</i>	Sistem menampilkan <i>splash screen AR</i> dan daftar objek wisata AR	Sesuai
9	Pengguna memilih tombol (?) pada AR Mode	Sistem menampilkan panel "How to Use" AR	Sesuai
10	Pengguna memilih objek wisata pada daftar objek wisata AR	Sistem menampilkan tampilan Navigasi AR (rute dan indikatornya)	Sesuai
11	Pengguna memilih tombol (←) pada Navigasi AR	Sistem mengalihkan pengguna ke menu daftar objek wisata AR	Sesuai
12	Pengguna memilih tombol (x) pada daftar objek wisata AR	Sistem mengalihkan pengguna kembali ke <i>fragment AR Mode android</i>	Sesuai
13	Pengguna memilih menu Near Me pada Bottom Navbar	Sistem menampilkan rekomendasi daftar objek wisata terdekat beserta jaraknya	Sesuai
14	Pengguna memilih menu Settings pada Bottom Navbar	Sistem menampilkan pilihan tombol About App dan Contact	Sesuai
15	Pengguna memilih About App	Sistem menampilkan halaman About App	Sesuai
16	Pengguna memilih Contact	Sistem menampilkan halaman Contact dan tombol mail:to	Sesuai
17	Pengguna menekan tombol mail:to pada halaman	Sistem menampilkan aplikasi <i>email</i> yang tersedia untuk	Sesuai

	Contact	menuliskan saran kepada pengembang	
18	Pengguna mematikan data seluler dan wifi saat menggunakan aplikasi	Sistem menampilkan <i>pop up disconnect</i>	Sesuai
19	Pengguna mematikan data seluler dan wifi sebelum menggunakan aplikasi kemudian memulai aplikasi	Sistem menampilkan alert "No Connection Available! Check your internet connection."	Sesuai

Berdasarkan pengujian *black box* pada tiap fungsi yang ada pada aplikasi, didapatkan hasil bahwa seluruh fungsi yang ada pada aplikasi sudah bekerja dengan baik dan berfungsi sesuai dengan apa yang diharapkan.

### 3.2.3 Uji Usability

Uji *usability* dilakukan kepada 32 wisatawan yang berkunjung ke Nusa Dua yang mana lingkungan pengujiannya dilakukan secara online melalui Google Form. Kuesioner pengujian dapat dilihat pada lampiran. Kemudian setelah menyebar kuesioner, dilakukan uji validitas dan reliabilitas dari rekap data hasil jawaban pada kuesioner.

Berdasarkan uji validitas yang telah dilakukan pada 17 butir pertanyaan pada kuesioner didapatkan hasil bahwa semua indikator/item pertanyaan pada instrumen telah memenuhi kriteria uji validitas dengan nilai  $r$  hitung  $>$   $r$  tabel yang bernilai 0.3494 sehingga dapat dinyatakan valid [11]. Sedangkan uji reliabilitas mendapatkan hasil *Cronbach's Alpha* dengan nilai 0.833 yang mana menunjukkan bahwa instrumen yang digunakan reliabel karena nilai *Cronbach's Alpha*  $>$  0.60 [12]. Hasil dari perhitungan rata – rata nilai *usability* dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Usability

Indikator	Kode	Rata - Rata	Mean/Indikator
<i>Learnability</i> (A)	A1	4.6	4.4
	A2	4.4	
	A3	4.5	
	A4	4.2	
<i>Efficiency</i> (B)	B1	4.1	4.0
	B2	4.2	
	B3	3.8	
<i>Memorability</i> (C)	C1	3.8	4.1
	C2	4.2	
	C3	4.4	
<i>Errors</i> (D)	D1	4.7	4.2
	D2	3.9	
	D3	4.1	
<i>Satisfaction</i> (E)	E1	4.3	4.3
	E2	4.5	
	E3	4.2	
	E4	4.2	

Berdasarkan hasil rekap skor *usability* seperti terlihat pada tabel di atas dapat dilihat bahwa dari tanggapan 32 responden terhadap 17 pertanyaan, ditemukan bahwa secara keseluruhan aplikasi mendapatkan nilai rata-rata 4.2, dimana menunjukkan bahwa aplikasi Nusa Dua Tourism Guide mendapatkan kategori *usability* yang sangat baik.

## 4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi Nusa Dua Tourism Guide dikembangkan dengan menggunakan metode *Augmented Reality Location Based Service*. Aplikasi telah berhasil dikembangkan

dengan mengintegrasikan *environment* android dan AR agar fungsi pada aplikasi dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Aplikasi juga dilengkapi dengan fitur rekomendasi objek wisata terdekat yang diimplementasikan menggunakan algoritma *Haversine* dengan akurasi 99.85%. Aplikasi ini dapat menjadi media untuk mengenalkan objek wisata di Nusa Dua dengan menampilkan detail informasi wisata dan bernavigasi secara interaktif dengan teknologi *augmented reality*.

2. Berdasarkan hasil rekap skor *usability* pada pengujian *usability* dari tanggapan 32 responden terhadap 17 pertanyaan, ditemukan bahwa secara keseluruhan aplikasi mendapatkan nilai rata-rata 4.2, dimana menunjukkan bahwa aplikasi Nusa Dua Tourism Guide mendapatkan kategori *usability* yang sangat baik.

### Referensi

- [1] D. M. Nainggolan dan I. M. A. Kampana, "STRATEGI PENGEMBANGAN PANTAI SAWANGAN SEBAGAI DAYA TARIK WISATA NUSA DUA," *JURNAL DESTINASI PARIWISATA*, vol. 3, no. 2, pp. 45–50, 2015.
- [2] R. Yung dan C. K. Lattimore, "New realities: a systematic literature review on virtual reality and augmented reality in tourism research," *Current Issues in Tourism*, vol. 22, no. 17, pp. 2056–2081, 2017.
- [3] C. Hass, "A Practical Guide to Usability Testing," *Consumer Informatics and Digital Health*, pp. 107–124, 2019.
- [4] S. Shylesh, "A Study of Software Development Life Cycle Process Models," *SSRN Electronic Journal*, vol. 1, no.1, pp.1-7, 2017.
- [5] N. M. A. E. D. Wirastuti, I. G. A. K. D. D. Hartawan, dan I. M. A. Suyadnya, "IMPLEMENTASI APLIKASI LAYANAN INFORMASI BUDIDAYA JERUK DENGAN LAYANAN INFORMASI GEOGRAFIS BERBASIS ANDROID BAGI MASYARAKAT DESA BUNUTIN KINTAMANI BANGLI," *Buletin Udayana Mengabdi*, vol. 16, no. 3, pp. 391–400, 2018.
- [6] G. H. Prakarsha, H. D. M. R. Lumbantobing & I. Prihandi, "Haversine Algorithm Design using the Google Maps API Method for Android-based Public Security Applications," *International Journal of Computer Trends and Technology*, vol. 69, no. 2, pp.53-60, 2021.
- [7] L. Punchoojit dan N. Hongwarittorm, "Usability Studies on Mobile User Interface Design Patterns: A Systematic Literature Review," *Advances in Human-Computer Interaction*, vol. 2017, no.1, pp. 1-22, 2017.
- [8] F. Lu, H. Zhou, L. Guo, J. Chen, dan L. Pei, "An ARCore-Based Augmented Reality Campus Navigation System," *Applied Sciences 2021*, vol. 11, no. 16, pp. 1-16, 2021.
- [9] P. Dauni, M. D. Firdaus, R. Asfariani, M. I. N. Saputra, A. A. Hidayat, dan W. B. Zulfikar, "Implementation of Haversine formula for school location tracking," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1402, no. 7, pp. 1-6, 2019.
- [10] E. Planas dan J. Cabot, "How are UML class diagrams built in practice? A usability study of two UML tools: Magicdraw and Papyrus," *Computer Standards & Interfaces*, vol. 67, no.1, pp. 1-39, 2020.
- [11] P. Schober, C. Boer, and L. A. Schwarte, "Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation.," *Anesth Analg*, vol. 126, no. 5, pp. 1763–1768, 2018.
- [12] D. G. Bonett dan T. A. Wright, "Cronbach's alpha reliability: Interval estimation, hypothesis testing, and sample size planning," *Journal of Organizational Behavior*, vol. 36, no. 1, pp. 3–15, 2015.

# Pengembangan Sistem Manajemen Informasi Lagu Tradisional Bali Menggunakan Pendekatan Semantik Ontologi

Ni Luh Putu Dianti Parasmitha Sari<sup>a1</sup>, I Wayan Santiyasa<sup>a2</sup>, Cokorda Rai Adi Pramatha<sup>a3</sup>,  
I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan<sup>a4</sup>, I Gede Santi Astawa<sup>a5</sup>, I Komang Ari Mogi<sup>a6</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana  
Badung, Bali, Indonesia

<sup>1</sup>putudiantips@email.com

<sup>2</sup>santiyasa@unud.ac.id

<sup>3</sup>cokorda@unud.ac.id

<sup>4</sup>gungde@unud.ac.id

<sup>5</sup>santi.astawa@unud.ac.id

<sup>6</sup>arimogi@unud.ac.id

## Abstrak

Indonesia memiliki budaya yang beragam di setiap daerahnya. Salah satu contoh di Bali, terdapat budaya yang disebut tembang atau lagu tradisional Bali. Generasi muda saat ini kurang memahami informasi lagu tradisional Bali, hal tersebut disebabkan karena kurangnya informasi lagu tradisional Bali yang terkumpul secara eksplisit. Pada penelitian ini, dilakukan pengembangan ontologi untuk mendokumentasikan informasi lagu tradisional Bali dengan menggunakan metode Methontology. Ontologi kemudian diimplementasikan ke dalam sistem manajemen informasi lagu tradisional Bali yang dibangun menggunakan metode Prototyping. Sistem yang dibangun memiliki fitur pencarian semantik dan penjelajahan semantik yang bertujuan agar informasi mengenai lagu tradisional Bali dapat dikumpulkan dan diakses secara sistematis dan relevan. Dalam memastikan fungsionalitas dan pemahaman pengguna terhadap sistem, dilakukan pengujian Black-Box yang melibatkan 30 orang peserta dengan memberikan tugas penjelajahan dan tugas pencarian. Hasil yang didapatkan adalah sistem yang memiliki fungsionalitas baik, serta rata-rata partisipan dapat menjawab semua tugas dengan benar. Hasil evaluasi sistem baik dari segi persepsi kegunaan dan kemudahan penggunaan sistem didapatkan nilai rerata masing-masing sebesar 94,20% dan 93,25%, hasil nilai tersebut menunjukkan rata-rata peserta setuju bahwa sistem yang dibangun sangat berguna dan mudah digunakan.

**Keywords:** Ontologi, Lagu Tradisional Bali, Methontology, Prototyping, Black-Box Testing

## 1. Pendahuluan

Pulau Bali adalah salah satu pulau, dimana budaya yang dimiliki telah menjadi bagian dari kehidupan bermasyarakat di Bali [1] namun, banyak generasi muda yang mulai meninggalkan budaya tradisional yang dianggap kuno dan tidak sesuai dengan perkembangan zaman. Hal ini dapat mengakibatkan hilangnya sebuah budaya asli yang sudah menjadi ciri khas sebuah daerah. Salah satu contohnya adalah kesenian tradisional yang disebut tembang Bali. Tembang Bali atau lagu tradisional Bali merupakan Budaya Bali yang sudah ada sejak jaman kerajaan kuno dan digunakan dalam kehidupan sehari – hari, terutama pada saat pelaksanaan upacara adat [2]. Lagu tradisional Bali diklasifikasikan menjadi 3 (tiga) kategori atau yang disebut dengan sekar yang diklasifikasikan menurut sifat dari tembang.

Dewasa ini, informasi pengetahuan tentang lagu tradisional Bali masih cenderung kurang terkumpul secara eksplisit. Hal tersebut menghasilkan pengetahuan warisan budaya, khususnya lagu tradisional Bali yang menantang untuk dipelajari oleh generasi muda dan masa depan Bali. Oleh karena

itu, keragaman informasi tentang lagu tradisional Bali harus didokumentasikan dan dijelaskan dengan baik, terutama dalam bentuk digital.

Dalam penelitian ini, dikembangkan ontologi yang kemudian diterapkan ke dalam sistem manajemen informasi lagu tradisional Bali berbasis web semantik. Pengembangan ontologi menggunakan metode Methontology, sedangkan pembangunan sistem menggunakan metode Prototyping. Kemudian membahas metode yang digunakan untuk merancang, mengembangkan, mengimplementasikan dan mengevaluasi sistem manajemen informasi yang diperkaya secara semantik untuk mendokumentasikan dan berbagi aspek penting dari tembang atau lagu tradisional Bali sebagai salah satu warisan budaya Bali. Sistem manajemen informasi lagu tradisional Bali menyediakan fungsi penjelajahan dan pencarian semantik agar informasi mengenai lagu tradisional Bali dapat dikumpulkan dan diakses secara sistematis dan relevan oleh pengguna.

## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan pada sistem meliputi data-data yang digunakan, pembelajaran dari referensi yang sudah ada, dan perangkat yang digunakan.

**Tabel 1.** Kebutuhan Fungsional

No.	Kebutuhan Fungsional
1.	Adanya fasilitas penjelajahan ( <i>browsing</i> ) yang memungkinkan <i>user</i> sistem untuk menelusuri informasi tentang lagu tradisional Bali yang tersedia.
2.	Adanya fasilitas pencarian ( <i>searching</i> ) yang memungkinkan <i>user</i> sistem untuk mencari informasi sesuai dengan hubungan antar konsep dan semantik dari satu konsep ke konsep lainnya dalam domain lagu tradisional Bali.

**Tabel 2.** Kebutuhan Non Fungsional

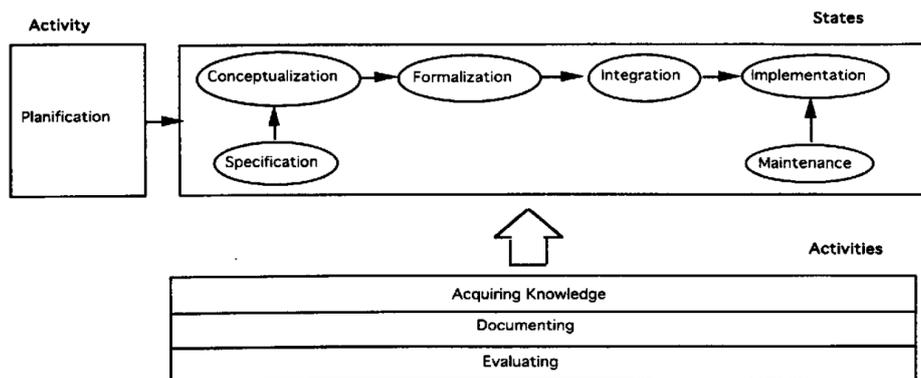
Kebutuhan Non Fungsional	
<i>Hardware</i>	<i>Software</i>
Laptop yang digunakan untuk membangun ontologi serta sistem berbasis website.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protégé 5.1.0 untuk membuat, mengedit, dan menyimpan model ontologi.</li> <li>- Apache Jena Fuseki sebagai server untuk mengeksekusi SPARQL dalam mengolah data RDF.</li> </ul>

### 2.2. Pengumpulan Data

Pada pengumpulan data, peneliti mempergunakan data sekunder yang didapatkan di berbagai sumber dari internet serta e-book. Kemudian data diproses dengan tool Protégé 5.1.0 menggunakan metode Methontology untuk membangun model ontologi pada lagu tradisional Bali. Data yang dikumpulkan adalah data tentang tembang Bali, seperti nama tembang Bali, jenis tembang Bali, laras, fungsi, aktivitas, lirik tembang Bali, serta suara tembang Bali.

### 2.3. Pembangunan Ontologi

Dalam membangun model ontologi menggunakan metode Methontology. Methontology memiliki kemampuan untuk melakukan *life cycle* ontologi yang didasarkan pada pengembangan prototype yang memungkinkan untuk melakukan penambahan, perubahan, dan penghapusan terms pada tiap versi terbarunya [3]. Beberapa tahapan yang harus dilakukan dalam metode Methontology lebih jelasnya terlihat pada diagram alur pembangunan ontologi dengan metode Methontology dibawah ini [4].



**Gambar 1.** Diagram Alur Pembangunan Ontologi dengan Metode Methontology

### 2.3.1. Tahap Spesifikasi

Dalam tahap ini, dihasilkan deskripsi dari ontologi lagu tradisional Bali sebagai berikut.

- 1). Domain : Lagu Tradisional Bali
- 2). Tujuan : Untuk membangun model ontologi sebagai representasi informasi dalam semantik ontologi pada domain lagu tradisional Bali
- 3). Tingkat Formalitas : Formal
- 4). Ruang Lingkup : Lagu Tradisional Bali
- 5). Sumber Pengetahuan : Buku, jurnal, internet

### 2.3.2. Tahap Akuisisi Pengetahuan

Dalam tahap ini, teknik-teknik yang penulis gunakan untuk mengakuisisi pengetahuan ontologi lagu tradisional Bali adalah sebagai berikut [5].

- 1). Berdiskusi dengan pembimbing terkait untuk membangun draf awal dokumen spesifikasi persyaratan.
- 2). Analisis teks informal, untuk memahami konsep-konsep utama yang tercakup dalam buku dan studi pegangan.
- 3). Analisis teks formal. Ini melibatkan identifikasi struktur yang ditemukan (definisi, penegasan, dan lain-lain) dan jenis pengetahuan yang disediakan oleh masing-masing (atribut, konsep, hubungan, dan nilai).

Data yang digunakan untuk membangun model ontologi dalam penelitian ini adalah data lagu tradisional Bali. Data tersebut didapatkan dari buku, jurnal, maupun sumber internet yang dapat dipercaya dan yang memiliki informasi mengenai lagu tradisional Bali.

### 2.3.3. Tahap Konseptualisasi

Pada tahap konseptualisasi ontologi, tujuannya adalah untuk mengatur dan mengelola pengetahuan yang diperoleh selama proses akuisisi pengetahuan [6]. Setelah model konseptual telah dibangun, metodologi yang diusulkan mengubah model konseptual menjadi model formal, yang kemudian diimplementasikan dengan bahasa implementasi ontologi.

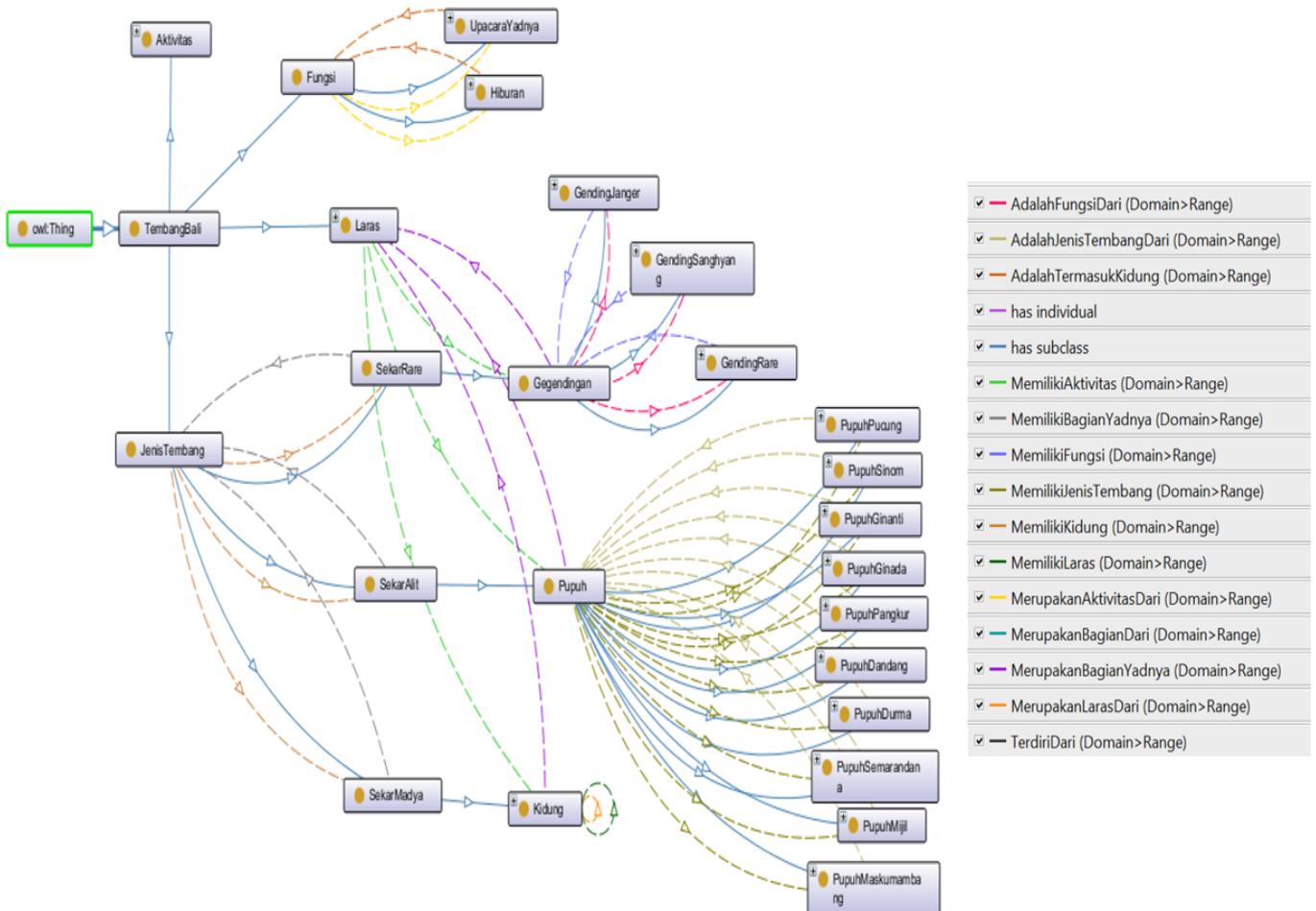
### 2.3.4. Tahap Integrasi

Dalam tahap ini, peneliti mengintegrasikan model ontologi yang dibuat kedalam kerangka yang telah dikonsepsikan bersama dengan ahli ontologi.

### 2.3.5. Tahap Implementasi

Pada tahap implementasi, perancangan konseptual ontologi menggunakan metode Methontology yang kemudian diformalisasikan menggunakan *software* Protégé [7] 5.1.0. Penggambaran *attribute property* pada diagram ontograf (hasil perancangan ontologi) lagu tradisional Bali ini didapatkan dari beberapa sumber yang berisi mengenai pembagian dari lagu tradisional Bali. Salah satu sumber menjelaskan bahwa lagu tradisional Bali memiliki ciri dan fungsi tersendiri dalam kehidupan masyarakat Bali. Sekar

Rare biasa dikenal dengan gegendingan adalah jenis tembang atau lagu tradisional yang ditujukan untuk kelompok usia anak-anak atau remaja dan tembang ini lebih banyak digunakan terutama untuk menghibur. Berbeda dengan Sekar Alit dan Sekar Madya yang juga digunakan sebagai pengiring saat diadakan upacara yadnya di Bali selain untuk hiburan [8]. Lagu tradisional Bali memiliki pelarasan yang cukup kompleks yang secara umum terdiri atas dua jenis, yaitu laras pelog dan laras selendro [9].



**Gambar 2.** Diagram Ontograf Sistem Manajemen Informasi Lagu Tradisional Bali

### 2.3.6. Tahap Evaluasi

Pada tahap evaluasi akan dilakukan proses untuk memetakan bahasa ontologi ke formalisme logis dengan melihat apakah bahasa ontologi yang dibangun sudah konsisten atau belum. Untuk itu maka dilakukanlah proses *Reasoners* dengan Hermit.

### 2.3.7. Tahap Dokumentasi

Tahap terakhir yaitu tahap dokumentasi yang dilakukan proses dokumentasi ontologi lagu tradisional Bali baik dalam kode-kode ontologi, teks-teks bahasa alami yang dilampirkan pada definisi formal, maupun artikel yang diterbitkan dalam konferensi dan jurnal yang mengatur pertanyaan-pertanyaan penting ontologi yang sudah dibangun [10].

## 2.4. Pembangunan Sistem

Metode pembangunan sistem yang digunakan untuk membuat Sistem Manajemen Informasi Lagu Tradisional Bali Berbasis Web adalah menggunakan metode *Prototyping*.

#### 2.4.1. Pengumpulan Kebutuhan

Tahapan selanjutnya adalah mengidentifikasi atau menentukan perangkat lunak dan kebutuhan sistem yang harus dipenuhi.

##### 1). Kebutuhan Fungsional

Meliputi kegunaan dari sistem: Sistem dapat melakukan proses penjelajahan (*browsing*) dan pencarian (*searching*) dengan menentukan batasan-batasan dalam melakukan pencarian sehingga didapat informasi tentang Bali yang sistematis dan saling berkaitan.

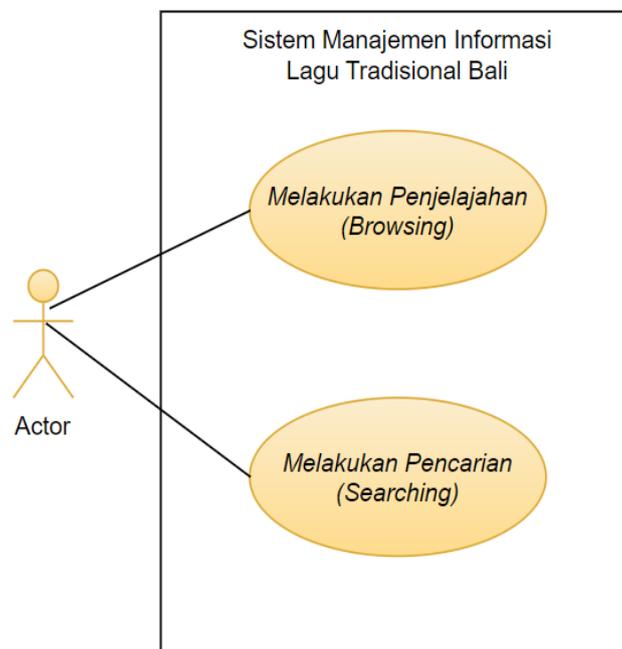
##### 2). Kebutuhan Non-Fungsional

Sistem dirancang agar menampilkan antarmuka pengguna yang mudah dipahami sehingga dapat memberikan kemudahan dan kenyamanan saat sistem digunakan oleh *user*.

#### 2.4.2. Membangun Prototyping

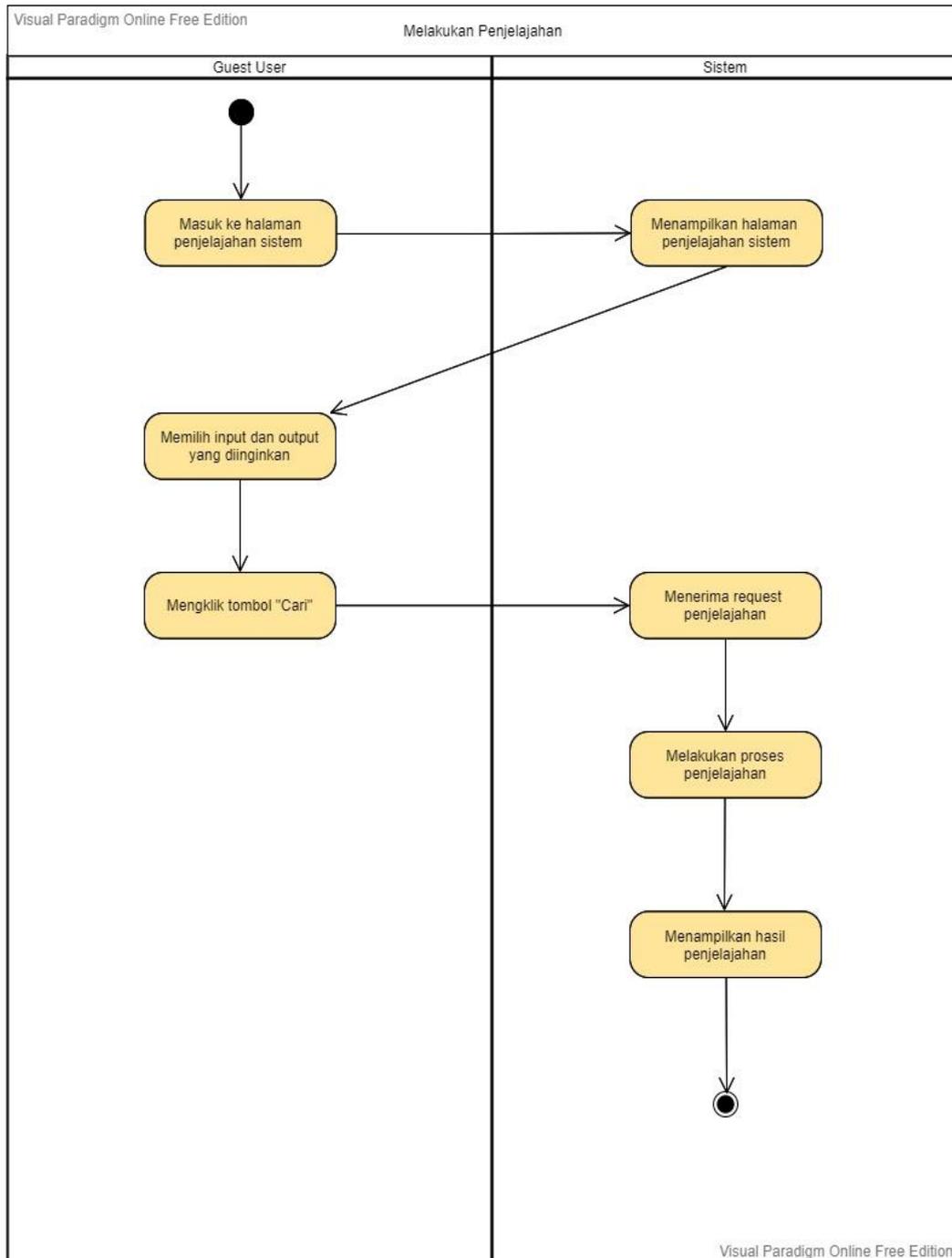
Membangun *prototype* dengan membuat perancangan desain sementara yang berfokus pada alur program kepada *user*.

#### Use Case Diagram

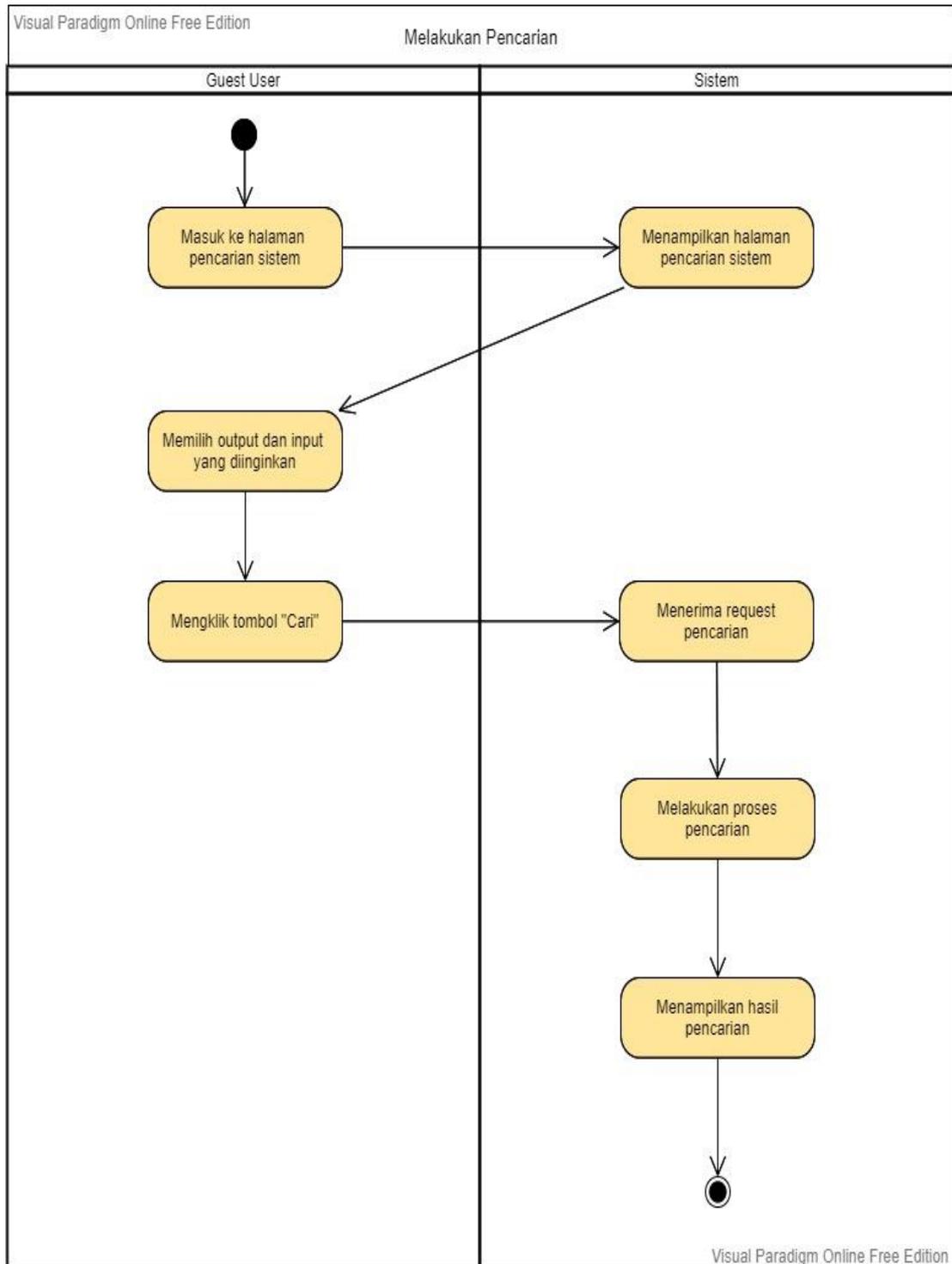


Gambar 3. Use Case Diagram Sistem Manajemen Informasi Lagu Tradisional Bali

**Activity Diagram**



**Gambar 4.** Activity Diagram Melakukan Penjelajahan



Gambar 5. Activity Diagram Melakukan Pencarian

### 2.4.3. Evaluasi Prototyping

Evaluasi dilakukan untuk mengetahui apakah model *prototype* sudah sesuai dengan harapan. Jika belum sesuai, maka dilakukan pengumpulan kebutuhan kembali.

### 2.4.4. Pembangunan Sistem

Pada tahap pembangunan sistem, diawali dengan membangun sistem yang sesuai prototyping yang sebelumnya telah dibangun. Pembangunan sistem dilakukan dengan beberapa tahapan.

1. Penyiapan basis data sistem, dalam hal ini ontologi tembang Bali yang sebelumnya telah dibangun. Dalam tahap ini, ontologi dibuat menggunakan Protégé 5.1.0 yang nantinya akan menjadi basis data dari sistem.
2. Menyiapkan *environment* sebagai tempat melakukan *deployment* sistem.
3. Pengkodean sistem. Pada tahap ini dilakukan proses pengkodean sistem dalam bahasa pemrograman PHP dan bahasa kueri SPARQL.
4. Menyiapkan *environment* sebagai tempat *running* sistem secara *online* untuk memudahkan dalam tahap pengujian sistem, dimana mengikutsertakan responden dari berbagai tempat maupun *platform* yang berbeda.

### 2.4.5. Pengujian dan Evaluasi Sistem

Tahap pengujian dan evaluasi sistem dilakukan untuk mengetes sistem perangkat lunak yang sudah dibuat. Selain dilakukan penquiiian, pada sistem juga dilakukan evaluasi untuk mengetahui dan melihat apakah sistem sudah sesuai dengan apa yang diinginkan. Jika sudah, dapat dilanjutkan ke tahap pengujian dan evaluasi. Jika tidak, ulangi tahap pengkodean sistem.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Implementasi Sistem

Antarmuka sistem diimplementasikan dalam bahasa pemrograman HTML dan CSS menggunakan *framework* Bootstrap. Berikut ini dijelaskan pada *capture* hasil implementasi rancangan antarmuka yang telah dibuat.

#### 1). Antarmuka Halaman Utama

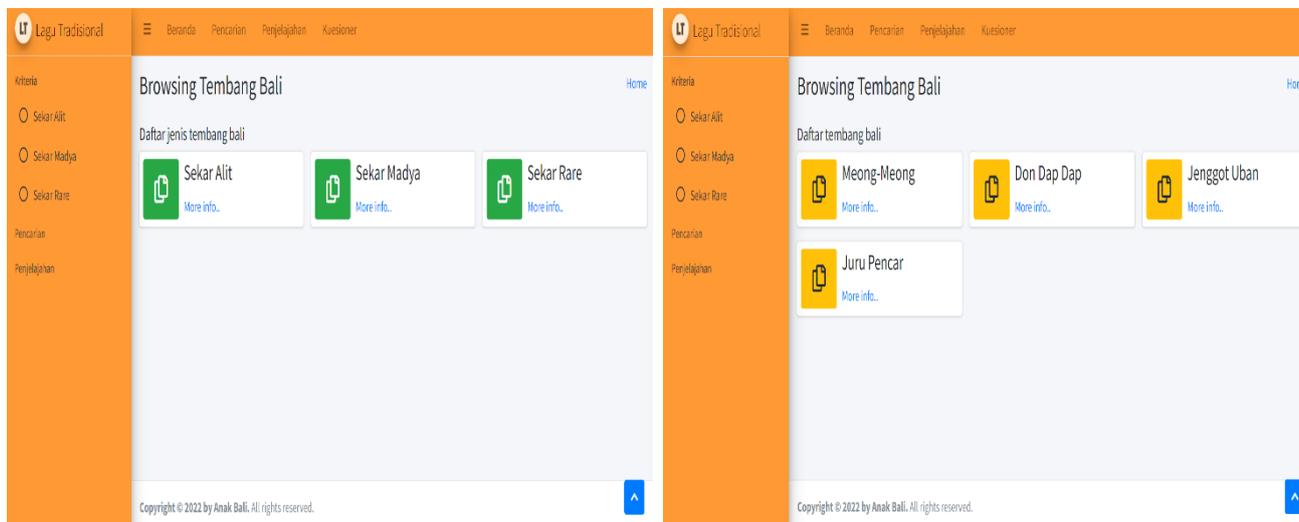
Pada halaman ini terdapat deskripsi singkat mengenai sistem dan daftar fitur-fitur yang terdapat pada sistem seperti pencarian (*searching*), penjelajahan (*browsing*), serta kuesioner. Pada halaman utama ini *user* dapat memilih tautan yang diinginkan.



**Gambar 6.** Implementasi Antarmuka Halaman Utama

## 2). Antarmuka Halaman Penjelajahan (*Browsing*)

Pada halaman ini terdapat tautan penjelajahan pada sistem yaitu kriteria yang dapat dipilih oleh *user*. Setelah *user* memilih salah satu tautan kategori aktivitas pada halaman penjelajahan maka akan ditampilkan nama lagu tradisional Bali atau tembang Bali yang dipilih sesuai kategori yang dipilih oleh *user*.

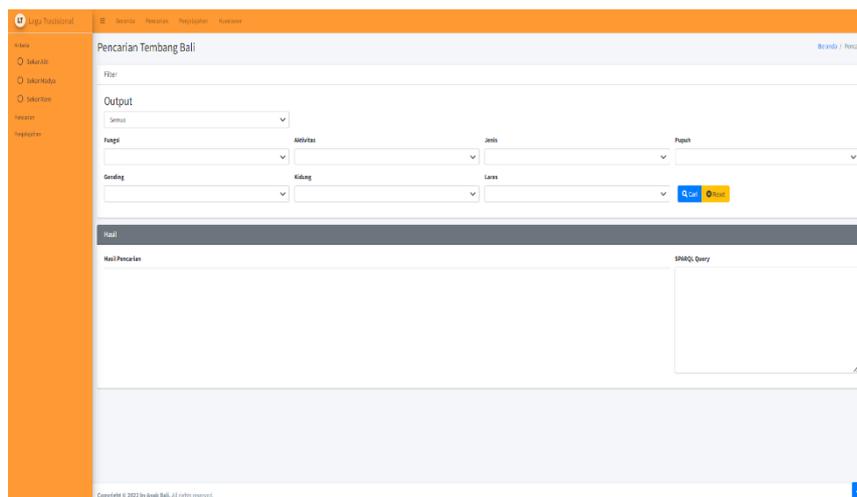


**Gambar 7.** Implementasi Antarmuka Halaman Penjelajahan

**Gambar 8.** Implementasi Antarmuka Halaman Tampilan Lagu Tradisional Bali

## 3). Antarmuka Halaman Pencarian (*Searching*)

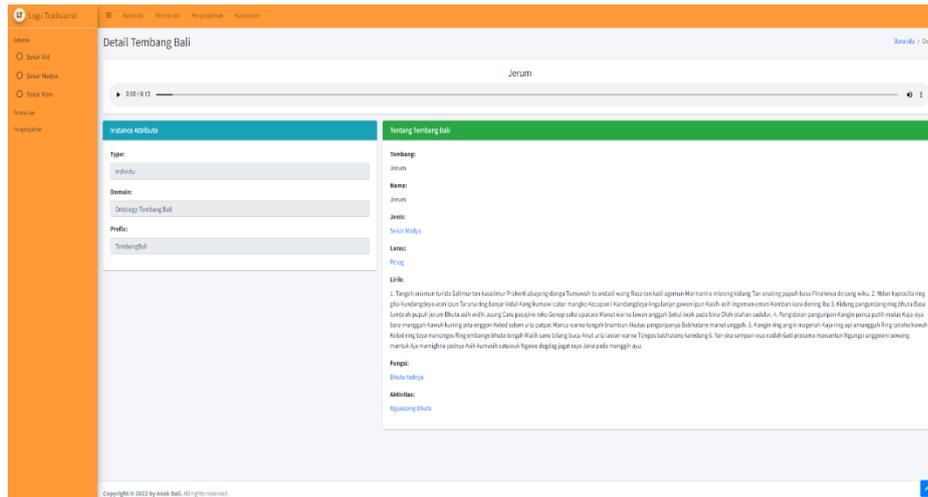
Pada halaman ini terdapat *form* untuk melakukan suatu pencarian lagu tradisional Bali atau tembang Bali berdasarkan *output* dan *input* yang dipilih oleh *user*. *User* dapat melakukan pencarian dengan mengisi *form output* maupun *form input*, lalu mengklik tombol “Cari”.



**Gambar 9.** Implementasi Antarmuka Halaman Pencarian

## 4). Antarmuka Halaman Detail

Ini menunjukkan detail dari informasi lagu tradisional Bali atau tembang Bali, dimana detail instances yang ditampilkan sesuai dengan yang sudah dipilih oleh *user* dalam melakukan penjelajahan maupun pencarian sistem.



Gambar 10. Implementasi Antarmuka Halaman Detail

### 3.2. Pengujian dan Evaluasi Sistem

#### Pengujian Fungsionalitas

Pengujian fungsionalitas terhadap sistem menggunakan *Black-Box Testing*. Pada *Black-Box Testing* akan dilakukan pengujian terhadap user interface dari sistem manajemen informasi lagu tradisional Bali yang telah dibangun, untuk mengetahui apakah hasil yang ditampilkan sesuai dengan masukan yang telah diberikan.

Tabel 3. *Black-Box Testing* Penjelajahan

Kasus: Penjelajahan			
No.	Nama Skenario	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Menampilkan halaman penjelajahan	Sistem menampilkan halaman penjelajahan	Berhasil
2.	Penjelajahan berhasil dilakukan	- Sistem menampilkan list hyperlink - Sistem berhasil melakukan penjelajahan	
3.	Hasil penjelajahan berhasil ditampilkan	Sistem menampilkan hasil penjelajahan pada halaman hasil penjelajahan	

Tabel 4. *Black-Box Testing* Pencarian

Kasus: Pencarian			
No.	Nama Skenario	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Menampilkan halaman pencarian	Sistem menampilkan halaman pencarian	Berhasil
2.	Pencarian berhasil dilakukan	- Sistem menampilkan <i>form output</i> dan <i>input</i> pencarian - Sistem berhasil melakukan query pencarian	
3.	Hasil pencarian berhasil ditampilkan	Sistem menampilkan hasil pencarian beserta <i>query</i> pencarian pada halaman yang sama	

### Pengujian Pemahaman Sistem

Setelah peserta selesai melakukan tugas penjelajahan dan pencarian, peneliti menandai masing-masing kiriman dan mengklasifikasikan skim penandaan menjadi 3 (tiga) kategori, yaitu sebagai berikut.

- 1). Salah, dengan memberi nilai skor 0 (nol).
- 2). Sebagian benar, dengan memberi nilai skor 1 (satu).
- 3). Sepenuhnya benar, dengan memberi nilai skor 2 (dua).

Pada pengujian ini, partisipan menjawab 5 (lima) buah pertanyaan pada tugas penjelajahan dan tugas pencarian. Jawaban didapatkan dari hasil melakukan tugas penjelajahan dan pencarian yang terdapat pada sistem. Berikut ini kelima pertanyaan pencarian tersebut.

**Tabel 5.** Pertanyaan Tugas Penjelajahan

No.	Pertanyaan Tugas Penjelajahan
1.	Sebutkan Jenis Tembang Bali yang terdapat pada sistem!
2.	Sebutkan 2 Nama Tembang Bali yang termasuk jenis Sekar Alit dan memiliki Aktivitas Pawiwahan!
3.	Sebutkan Fungsi yang dimiliki dari tembang Turun Tirta pada Jenis Sekar Madya dan pada Aktivitas Nunas Tirta!
4.	Sebutkan 3 Nama Tembang Bali yang termasuk jenis Sekar Rare dan memiliki Aktivitas Bermain!
5.	Sebutkan Nama Tembang Bali yang termasuk jenis Sekar Madya dan memiliki Aktivitas Malaspas!

**Tabel 6.** Pertanyaan Tugas Pencarian

No.	Pertanyaan Tugas Pencarian
1.	Sebutkan Nama Tembang Bali yang termasuk dalam pupuh Maskumambang!
2.	Sebutkan Nama Tembang Bali yang memiliki Fungsi Dewa Yadnya dan memiliki Aktivitas Nunas Tirta!
3.	Sebutkan 2 Nama Tembang Bali yang termasuk Gending Rare dan memiliki Laras Pelog!
4.	Sebutkan 3 Nama Tembang Bali yang termasuk Jenis Sekar Alit!
5.	Sebutkan 3 Nama Tembang Bali yang termasuk Kidung, memiliki Aktivitas Mepandes, dan memiliki Laras Pelog!

**Tabel 7.** Hasil Klasifikasi Skim Penandaan Tugas Penjelajahan

Kategori	Jumlah	
	Kiriman	Persen
Salah	0	0%
Sebagian benar	4	3%
Sepenuhnya benar	146	97%
<b>Total</b>	<b>150</b>	<b>100%</b>

**Tabel 8.** Hasil Klasifikasi Skim Penandaan Tugas Pencarian

Kategori	Jumlah	
	Kiriman	Persen
Salah	0	0%
Sebagian benar	2	1,33%
Sepenuhnya benar	148	98,67%
<b>Total</b>	<b>150</b>	<b>100%</b>

**Tabel 9.** Hasil Analisis Statistik Pemahaman Penjelajahan

	Statistik					Keseluruhan
	P1	P2	P3	P4	P5	
<b>Total Skor</b>	60	57	59	60	60	296
<b>Mean</b>	2	1,9	1,96667	2	2	1,97333
<b>Kategori</b>	Sepenuhnya Benar					

**Tabel 10.** Hasil Analisis Statistik Pemahaman Pencarian

	Statistik					Keseluruhan
	P1	P2	P3	P4	P5	
<b>Total Skor</b>	60	60	60	58	60	298
<b>Mean</b>	2	2	2	1,933333	2	1,986667
<b>Kategori</b>	Sepenuhnya Benar					

### Evaluasi Sistem

Evaluasi sistem dilakukan dengan menggunakan data kuesioner, dimana total responden yang mengisi kuesioner berjumlah 30 orang. Analisis ini menggunakan skala *Likert* yang menggunakan 7 indikator evaluasi atau penilaian; Sangat setuju (7 Poin), Setuju (6 Poin), Agak setuju (5 Poin), Netral (4 Poin), Agak tidak setuju (3 Poin), Tidak setuju (2 Poin), Sangat tidak setuju (1 Poin). Hasil analisis diuraikan sebagai berikut.

**Tabel 11.** Hasil Analisis Evaluasi Persepsi Kegunaan

<b>Menggunakan Sistem Manajemen Informasi Lagu Tradisional Bali akan memungkinkan saya...</b>											
No.	Pernyataan	ST	S	AS	N	ATS	TS	STS	Total Skor	Rata-rata	Kategori
1.	...menyelesaikan tugas lebih cepat.	-	-	-	-	1	8	21	200	6,666667	Sangat Setuju
2.	...meningkatkan kinerja tugas saya.	-	-	-	-	3	7	20	197	6,566667	Sangat Setuju
3.	...meningkatkan produktivitas dalam pekerjaan saya.	-	-	-	-	1	16	13	192	6,4	Sangat Setuju
4.	...meningkatkan efektivitas dalam pekerjaan saya.	-	-	-	-	1	8	21	200	6,666667	Sangat Setuju
5.	...lebih mudah untuk melakukan pekerjaan saya.	-	-	-	-	2	8	20	198	6,6	Sangat Setuju
6.	...menemukan bahwa sistem ini berguna dalam pekerjaan saya.	-	-	-	-	1	8	21	200	6,666667	Sangat Setuju
<b>Total Keseluruhan</b>		-	-	-	-	<b>9</b>	<b>55</b>	<b>116</b>	<b>1187</b>	<b>6,55944</b>	<b>Sangat Setuju</b>
<b>Persentase</b>		-	-	-	-	<b>5%</b>	<b>31%</b>	<b>64%</b>	<b>94,20%</b>	<b>Persentase</b>	

**Tabel 12.** Hasil Analisis Evaluasi Persepsi Kemudahan

<b>Saya menemukan bahwa Sistem Manajemen Informasi Lagu Tradisional Bali...</b>											
No.	Pernyataan	ST	S	AS	N	ATS	TS	STS	Total Skor	Rata-rata	Kategori
1.	...mudah untuk saya pelajari cara menggunakannya.	-	-	-	-	1	13	16	195	6,5	Sangat Setuju
2.	...mudah digunakan untuk melakukan apa yang saya inginkan.	-	-	-	-	2	15	13	191	6,366667	Sangat Setuju
3.	...jelas dan dapat dimengerti untuk berinteraksi dengan sistem.	-	-	-	-	-	16	14	194	6,466667	Sangat Setuju
4.	...adalah sistem yang jelas dan mudah dimengerti.	-	-	-	-	-	11	19	199	6,633333	Sangat Setuju
5.	...lebih mudah untuk melakukan pekerjaan saya.	-	-	-	-	2	10	18	196	6,533333	Sangat Setuju
6.	...mudah untuk digunakan	-	-	-	-	1	8	21	200	6,666667	Sangat Setuju
<b>Total Keseluruhan</b>		-	-	-	-	<b>6</b>	<b>73</b>	<b>101</b>	<b>1175</b>	<b>6,527778</b>	<b>Sangat Setuju</b>
<b>Persentase</b>		-	-	-	-	<b>3%</b>	<b>41%</b>	<b>56%</b>	<b>93,25%</b>	<b>Persentase</b>	

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Ontologi semantik lagu tradisional Bali dapat mendokumentasikan dan memberikan informasi terkait lagu tradisional Bali menggunakan data yang sesuai berdasarkan sumber yang tersedia. Ontologi lagu tradisional Bali dibangun dengan menggunakan metode Methontology. Selanjutnya ontologi diimplementasikan pada teknologi web semantik. Methontology dapat membangun Sistem Manajemen Informasi Lagu Tradisional Bali berdasarkan kebutuhan *user* dengan memiliki 2 fitur utama yaitu fitur pencarian (*searching*) dan fitur penjelajahan (*browsing*) yang dapat membantu *user* dalam mencari informasi terkait lagu tradisional Bali. Selain itu, Sistem Manajemen Informasi Lagu Tradisional Bali dapat dijadikan sebagai salah satu warisan budaya Bali yang mendokumentasikan dan berbagi informasi mengenai lagu tradisional Bali secara digital.
2. Dari pengujian yang dilakukan terhadap sistem dengan melibatkan peserta pengujian didapatkan hasil pengujian berupa nilai persentase pemahaman dari fitur penjelajahan dan pencarian yaitu masing-masing sebesar 98,60% dan 99,30%. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa hasil dari penjelajahan dan pencarian pada sistem dapat dikatakan relatif akurat, dengan rata-rata peserta dapat menjawab tugas penjelajahan dan tugas pencarian sepenuhnya benar. Sedangkan berdasarkan hasil evaluasi yang diberikan peserta terhadap sistem mendapatkan hasil evaluasi berupa nilai persentase persepsi kegunaan yang dirasakan dan persepsi kemudahan penggunaan masing-masing sebesar 94,20% dan 93,25%. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa hasil rata-rata peserta sangat setuju bahwa sistem yang dibangun merupakan sistem yang berguna dan mudah digunakan.

#### Referensi

- [1] M. Suweta, "Kebudayaan Bali dalam Konteks Pengembangan Pariwisata Budaya," *Cultoure*, hal. 14, 2020.
- [2] P. Anantha, P. Yogantara, A. A. K. O. Sudana, N. Made, dan I. Marini, "Aplikasi Sistem Informasi Tembang Bali Tradisional Berbasis Android," *Merpati*, vol. 3, no. 1, hal. 1–7, 2015.
- [3] K. D. P. Novianti dan R. A. N. Diaz, "Sistem Pencarian Program Studi Pada Perguruan Tinggi Di Bali Berbasis Semantik," *JST (Jurnal Sains dan Teknol.*, vol. 6, no. 1, hal. 93–104, 2017, doi: 10.23887/jst-undiksha.v6i1.9111.
- [4] M. Fernandez, A. Gómez-Pérez, dan N. Juristo, "Methontology: from ontological art towards ontological engineering," *Proc. AAAI97 Spring Symp. Ser. Ontol. Eng.*, no. March, hal. 33–40, 1997, [Daring]. Tersedia pada: <http://speech.inesc.pt/~joana/prc/artigos/06c>  
METHONTOLOGY from Ontological Art towards Ontological Engineering - Fernandez, Perez, Juristo - AAAI - 1997.pdf.
- [5] F. Azzahra dan C. I. Ratnasari, "Implementasi Ontologi untuk Klasifikasi atau Pencarian: Kajian Literatur," *Automata*, vol. 2, no. 2, 2021.
- [6] O. Corcho, M. Fernández-López, dan A. Gómez-Pérez, "Methodologies, tools and languages for building ontologies. Where is their meeting point?," *Data Knowl. Eng.*, vol. 46, no. 1, hal. 41–64, 2003, doi: 10.1016/S0169-023X(02)00195-7.
- [7] N. Sugihartini dan G. A. Pradnyana, "Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Teknik Informatika," *Pengukuran Kualitas E-learning di STMIK STIKOM Bali dengan Metod. PIECES Framew.*, no. September, hal. 34, 2016.
- [8] D. I. N. Sutika, "Karakteristik pengarang dan pengkarakteran teks tembang tradisional bali," hal. 81–87, 2021.
- [9] I. G. Arya Sugiarta, "Bentuk dan Konsep Estetik Musik Tradisional Bali," *Panggung*, vol. 25, no. 1, 2015, doi: 10.26742/panggung.v25i1.14.
- [10] C. Pramatha, "Pengembangan Ontologi Tujuan Wisata Bali Dengan Pendekatan Kulkul Knowledge Framework," *SINTECH (Science Inf. Technol. J.*, vol. 3, no. 2, hal. 77–89, 2020, doi: 10.31598/sintechjournal.v3i2.592.

*This page is intentionally left blank.*

## ***Augmented Reality* Kekarangan Bali dengan *Natural Feature Tracking***

I Gede Bagus Anom<sup>a1</sup>, I Wayan Santiyasa<sup>a2</sup>, I Ketut Gede Suhartana<sup>a3</sup>, I Dewa Made Bayu Atmaja Darmawan<sup>a4</sup>, Luh Gede Astuti<sup>a5</sup>, Made Agung Raharja<sup>a6</sup>

<sup>a</sup>Informatics Engineering, Faculty of Math and Science, University of Udayana  
South Kuta, Badung, Bali, Indonesia

<sup>1</sup>gusanom1503@yahoo.co.id

<sup>2</sup>santiyasa@unud.ac.id

<sup>3</sup>ikg.suhartana@unud.ac.id

<sup>4</sup>dewabayu@unud.ac.id

<sup>5</sup>lg.astuti@unud.ac.id

<sup>6</sup>made.agung@unud.ac.id

### **Abstract**

*The art of carving that developed in Bali has very distinctive characteristics and can make Balinese carvings easily recognizable, among others, from several combinations of leaf, fruit, and flower motifs in very beautiful convex and concave shapes. Balinese carvings are generally divided into three parts, namely Keketusan, Papatran and Kekarangan. Kekarangan is a Balinese carving that is placed in the corner of the building and has grown and developed in the life of the people in Bali. The lack of information about Kekarangan Bali makes people less aware of the forms and meanings contained in Kekarangan Bali due to limited distance and time to be able to study Kekarangan Bali directly. Therefore, Augmented Reality (AR) is needed as a solution to be used as a teaching aid in helping to introduce Kekarangan Bali more specifically by using the Natural Feature Tracking (NFT) method because it can directly implement feature detection and then provide descriptors at every corner detected in the target image that is visible in the real environment so that the application of Augmented Reality (AR) is not fixated on the target image that has been determined to be able to display 3D objects.*

**Keywords:** *Kekarangan Bali, Augmented Reality, Natural Feature Tracking.*

### **1. Pendahuluan**

Seni ukir yang berkembang di Bali mempunyai ciri-ciri yang sangat khas serta dapat membuat seni ukir Bali mudah dikenali antara lain dari beberapa perpaduan motif daun, buah, serta bunga dalam bentuk cembung dan cekung yang sangat indah. Seni ukir Bali secara umum terbagi menjadi tiga bagian yaitu Keketusan, Papatran serta Kekarangan [6]. Ketiga bagian seni ukir Bali tersebut memiliki pengembangan secara luas namun dalam penelitian ini difokuskan pada Kekarangan Bali. Kekarangan merupakan Seni ukir Bali yang telah tumbuh serta berkembang pada kehidupan masyarakat di Bali. Hal ini dapat dibuktikan dengan adanya seni ukiran yang melekat pada bagian tertentu arsitektur pura, alat musik serta bangunan tradisional di Bali dengan pakem yang terletak pada tatanan penempatan yang sesuai dengan bentuk-bentuk dari ukiran tersebut yang diambil dari penggabungan corak binatang dan tumbuh-tumbuhan serta tetap menonjolkan estetikanya. Informasi mengenai Kekarangan Bali yang minim membuat masyarakat khususnya yang ada di luar pulau Bali kurang mengetahui tentang bentuk dan makna yang terkandung dalam Kekarangan Bali tersebut yang dikarenakan nilai kesakralan yang tinggi pada bangunan pura yang dihiasi dengan Kekarangan ini serta terbatas dengan jarak dan waktu yang diperlukan untuk dapat mempelajari Kekarangan Bali secara langsung. Karena hal ini kita memerlukan Augmented Reality (AR) sebagai solusi untuk dijadikan alat peraga dalam membantu mengenalkan Kekarangan Bali ini secara lebih spesifik melalui objek 3D yang ditampilkan pada lingkungan nyata.

Secara umum *Augmented Reality (AR)* adalah sebuah penggabungan benda-benda virtual (maya) dua dimensi ataupun tiga dimensi dan lingkungan nyata dengan interaktif secara langsung. Dengan adanya teknologi *Augmented Reality (AR)*, proses belajar dapat dilaksanakan dengan lebih interaktif, kreatif, serta mudah karena melalui objek visual tiga dimensi yang langsung diterapkan ke dunia nyata secara virtual. Untuk mengaplikasikan *Augmented Reality (AR)* dibutuhkan image target

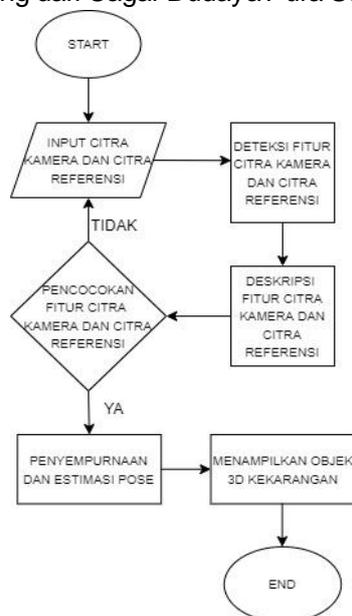
atau marker yang akan menjadi patokan dalam menampilkan objek 3D dengan menggunakan metode *Natural Feature Tracking (NFT)* yang merupakan teknik pelacakan dengan cara mendeteksi serta melacak fitur secara normal atau alami yang berupa tepi, gumpalan, sudut dan lain-lain [13].

*Natural Feature Tracking (NFT)* dipilih karena metode ini dapat langsung menerapkan deteksi fitur lalu memberi deskriptor pada setiap sudut yang terdeteksi pada image target yang terlihat di lingkungan nyata sehingga penerapan *Augmented Reality (AR)* ini tidak terpacu pada satu *image target* yang telah ditentukan untuk dapat menampilkan objek 3D Kekarangan tersebut. Ada beberapa algoritma yang bisa diterapkan dengan metode NFT yaitu ORB, SURF, BRISK, SIFT dan lainnya tetapi dalam penelitian ini menggunakan akan algoritma *ORB (Oriented Fast And Rotated Brief)* yang menurut Hamidia, Zenati-Henda, Belqhit, & Bellarbi (2015) [10] merupakan algoritma untuk melakukan deskriptor yang bersifat biner pada fitur dengan cepat serta memiliki tingkat akurasi serta ketahanan yang tinggi dalam melakukan deteksi fitur sehingga cocok untuk diterapkan pada aplikasi *Augmented Reality (AR)*. Algoritma *ORB (Oriented Fast And Rotated Brief)* digunakan untuk mendeteksi titik sudut dan menentukan deskriptor pada citra. Algoritma ini merupakan kombinasi dari *FAST (Features for Accelerated Segment Test)* serta *BRIEF (Binary Robust Independent Elementary Features)* sehingga menghasilkan efisiensi yang lebih baik jika dibandingkan dengan SIFT dalam berbagai situasi [5]. Pada penelitian ini juga menerapkan tahap pencocokan fitur menggunakan algoritma *Brute-Force Hamming* yang disebutkan Abdeen (2011) [12] merupakan algoritma pendeteksi kemiripan yang diterapkan dengan sederhana serta dapat digunakan untuk proses pencocokan pola ataupun bentuk. Algoritma *Brute-Force Hamming* digunakan untuk mencocokkan citra deskriptor lalu menambahkan variabel *hamming count* pada citra deskriptor yang terdeteksi berbeda. *Brute-Force Hamming* dipilih karena algoritma ini menghasilkan bobot persentase yang tinggi dalam mendeteksi kemiripan [1].

Jadi dalam penelitian ini akan mengimplementasikan teknologi *Augmented Reality (AR)* dengan menerapkan metode *Natural Feature Tracking (NFT)* menggunakan algoritma *ORB (Oriented Fast And Rotated Brief)* untuk melakukan deteksi serta deskripsi fitur dan algoritma *Brute-Force Hamming* untuk melakukan pencocokan fitur dalam pengenalan Kekarangan Bali.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini akan mengaplikasikan beberapa algoritma untuk menjalankan metode *Natural Feature Tracking (NFT)* antara lain algoritma *ORB (Oriented Fast And Rotated Brief)* dengan penerapan berbasis algoritma *FAST (Features for Accelerated Segment Test)* untuk proses deteksi fitur, algoritma *ORB (Oriented Fast And Rotated Brief)* yang berdasar pada algoritma *BRIEF (Binary Robust Independent Elementary Features)* untuk proses deskripsi fitur, algoritma *Brute-Force Hamming* untuk proses pencocokan fitur serta fungsi *RANSAC (Random Sample Consensus)* untuk proses penyempurnaan dan estimasi pose. Data yang digunakan untuk membuat objek 3D dalam penelitian ini diambil secara langsung dari Cagar Budaya Pura Saih. Berikut merupakan alur program dari penelitian ini.



Gambar 1. Flowchart Aplikasi

Langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan *input* citra pada kamera *realtime* dan citra referensi (marker). Lalu dilakukan proses deteksi fitur algoritma *ORB (Oriented Fast And Rotated Brief)* untuk kedua citra tersebut. Setelah fitur pada kedua citra terdeteksi dilanjutkan dengan proses deskripsi fitur algoritma *ORB (Oriented Fast And Rotated Brief)*. Kedua fitur deskriptor tersebut akan dicocokkan dengan menggunakan algoritma *Brute Force Hamming*, apabila kedua fitur tidak cocok maka proses akan diulang dari proses *input* citra kamera *realtime* lalu ketika kedua fitur deskriptor tersebut cocok maka proses akan dilanjutkan dengan proses estimasi pose citra dan terakhir menampilkan *output* berupa objek virtual 3D kedalam lingkungan nyata.

## 2.1 Data Penelitian

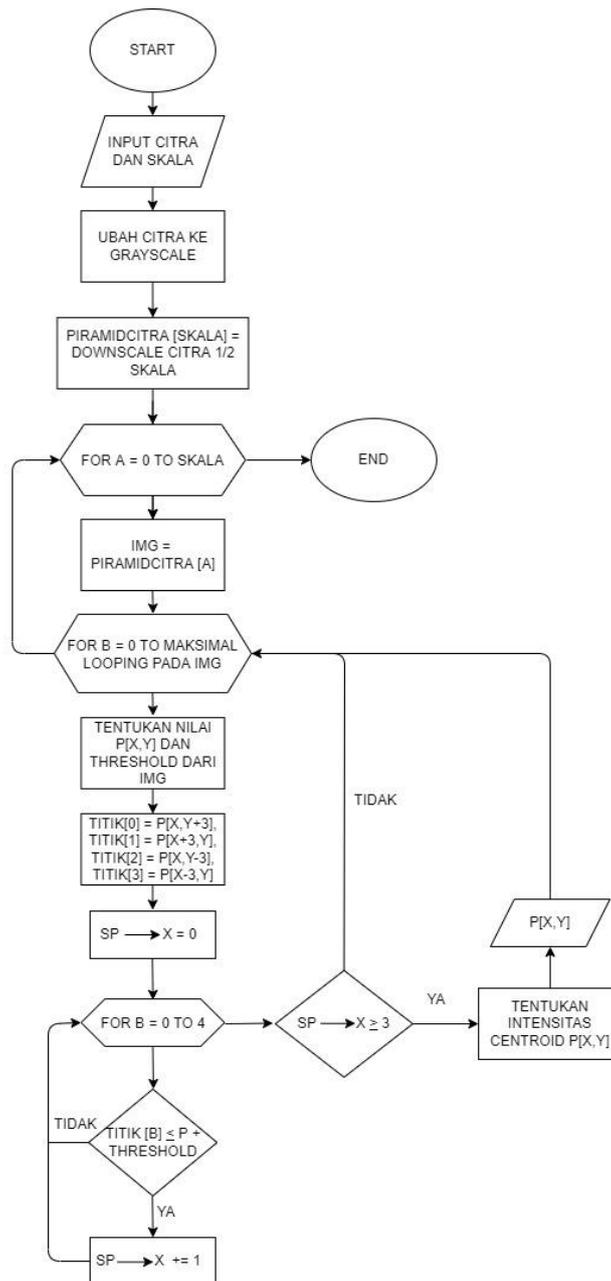
Data yang dipergunakan dalam merancang penelitian ini terbagi menjadi dua jenis yaitu data citra gambar serta data objek virtual. Data citra gambar ini dapat dikelompokkan lagi menjadi dua macam lagi yaitu citra referensi (marker) yang di *input* kan oleh *user* melalui kamera perangkat yang digunakan dan citra kamera *realtime* yang didapatkan dari *frame* kamera secara *realtime* saat menampilkan 3D. Kedua citra tersebut akan dicocokkan menggunakan algoritma pencocokan *ORB (Oriented Fast And Rotated Brief)* lalu jika kedua citra tersebut tidak cocok maka akan dikembalikan pada proses *input* citra kamera *realtime*. Apabila pada proses pencocokan fitur ditemukan kemiripan antara dua citra tersebut, maka objek 3D akan ditampilkan melalui kamera perangkat yang digunakan secara *realtime*. Data objek 3D adalah data-data dari beberapa komponen berbentuk kekarangan yang diambil dari Cagar Budaya Pura Saih yang merupakan situs Cagar Budaya yang berada dikabupaten Badung. Data ini diperoleh dengan cara melakukan peninjauan langsung yang selanjutnya akan dipergunakan untuk merancang model objek 3D. Adapun rincian dari komponen-komponen yang akan dipergunakan adalah sebagai berikut:

- a) Karang Boma  
Karang Boma merupakan kekarangan berbentuk kepala dari bhutakala yang merupakan *symbol* dari ruang dan waktu. Karang boma biasanya ditempatkan pada candi bentar (bangunan pintu masuk) yang ada di bagian tengah suatu bangunan (*bwah loka*). Karang boma mengambil ide/konsep dari cerita Bomantara yang dilahirkan dari adanya pertemuan Waraha Awatara yang digambarkan dalam bentuk babi sebagai jelmaan dari Dewa Wisnu dengan Dewi Pertiwi, atau dapat dikatakan sebagai pertemuan antara air dengan tanah yang menyebabkan terjadinya kehidupan. Karang boma ini diwujudkan dalam bentuk muka raksasa yang digabungkan dengan ornamen papatran dan keketusan dengan makna setiap diri kita menatap karang boma ini diharapkan dapat menyadari bahwa raganya dibatasi oleh ruang dan waktu [11].
- b) Karang Goak/Manuk  
Karang guak merupakan sebuah stilisasi dari kepala burung yang memiliki kaitan erat dengan mitos-mitos mengenai tugas serta sifat dari burung sebagai penguasa alam atas (*swah loka*). Mitologi yang dianut oleh masyarakat Bali disampaikan dalam ceritera lahirnya Garuda, Tantri Kamandaka serta Bhomantaka secara verbal atau oral mengenai bagaimana ketangguhan dan keperkasaan dari burung dalam menjalankan tugasnya untuk menjaga kedamaian dunia [7].
- c) Karang Tapel  
Karang tapel atau topeng ini diambil dari bentuk wajah manusia raksasa dalam motologi masyarakat bali yang digunakan sebagai penutup muka atau topeng. Bentuk wayah manusia raksasa ini lalu digubah dalam bentuk karang tapel yang juga dikombinasikan dengan beberapa keketusan serta papatran [6]. Karang tapel ditempatkan pada bagian tengah suatu bangunan (*bwah loka*). Wajah manusia raksasa dalam karang tapel diwujudkan dengan mata melotot, mempunyai gigi taring, bentuk bibir tebal, pipi bulat serta memiliki bentuk hidung layaknya manusia.
- d) Karang Gajah  
Karang Gajah merupakan ukiran yang betuk serta konsepnya diambil dari binatang gajah yang dipercaya mempunyai kekuatan magis yang besar dan diletakan di dasar suatu bangunan (*bhur loka*) pada bagian pojok bawah sebagai lambing atau simbol kekuatan atau kekokohan dari bangunan tersebut [8].

## 2.2 Deteksi Fitur (*Feature Detection*)

Deteksi fitur digunakan untuk mencari dan mengidentifikasi objek dalam citra. Algoritma untuk deteksi fitur harus efisien, yaitu dapat memperoleh hasil dalam persyaratan waktu nyata dan berulang, yaitu memastikan bahwa fitur yang sama akan ada terdeteksi di gambar yang berbeda [2]. Deteksi fitur pada penelitian ini menggunakan algoritma *ORB (Oriented Fast And Rotated Brief)* dengan

penerapan berbasis algoritma *FAST Corner Detection* dengan inputan citra awal akan proses menjadi *grayscale*. Berikut merupakan alur proses pendeteksian fitur pada algoritma *FAST Corner Detection*.

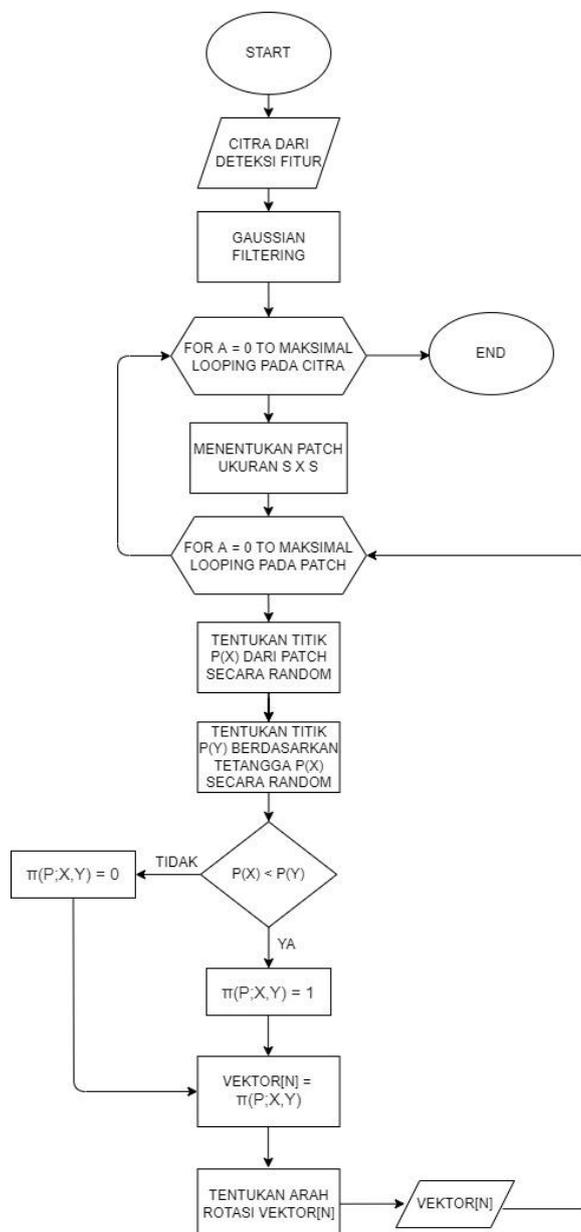


**Gambar 2.** Flowchart Deteksi Fitur

Langkah pertama pada algoritma ini adalah mengubah citra referensi (marker) dan citra kamera *realtime* menjadi *grayscale* agar menjadi 1 kanal warna untuk mempercepat pemrosesan. Selanjutnya dilakukan proses *downscale* sebanyak  $\frac{1}{2}$  skala untuk membuat *Pyramid* Citra dengan perbedaan ukuran  $\frac{1}{2}$  dari ukuran asli dari kedua citra sebelumnya untuk mendapatkan skala yang beragam agar pada proses pencocokan kedua citra tersebut menjadi invarian dengan perubahan rotasi dan skala. Lalu tentukan sebuah *pixel* untuk dijadikan acuan titik deteksi (p) serta tentukan *threshold* untuk dijadikan acuan titik agar dapat melakukan pemisahan sesuai dengan kriteria. Lakukan deteksi pada kedua citra yang terindikasi pada variabel *Pyramid* Citra lalu tentukan empat *pixel* sebagai titik uji berdasarkan radius jarak tiga *pixel* dari titik acuan (p) yang telah ditentukan sebelumnya. Periksa kesesuaian dari setiap nilai uji dengan kriteria algoritma yang digunakan. Jika terdapat paling sedikit tiga dari empat titik uji yang berwarna signifikan dari batas warna yang telah ditentukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa titik p tersebut merupakan sebuah titik sudut atau *corner*. Selanjutnya tentukan intensitas *centroid* pada setiap titik uji serta skala citra untuk dapat melakukan pemrosesan yang invarian terhadap perubahan rotasi. Proses ini akan menghasilkan titik sudut yang dideteksi dari kedua citra.

### 2.3 Deskripsi Fitur (*Feature Descriptor*)

Tahap deskriptor fitur ini bertujuan untuk mendeskripsikan sebuah wilayah pada daerah sekitar titik kunci agar dapat menghasilkan deskripsi dari vektor sebelumnya [10]. Menurut Carmigniani & Furht (2011) [9] deskriptor fitur harus memiliki skala, dapat melakukan orientasi secara invarian, harus memungkinkan untuk melakukan perhitungan dengan cepat serta harus bisa memberikan gambaran mengenai titik dengan seunik mungkin menggunakan informasi seminimal mungkin. Deskriptor fitur pada penelitian ini menggunakan algoritma *ORB (Oriented Fast And Rotated Brief)* berdasarkan pada algoritma *BRIEF (Binary Robust Independent Elementary Features)* yang selanjutnya akan dikembangkan untuk dapat menghitung jumlah deskriptor pada setiap titik poin untuk menentukan vektor dari deskriptor biner yang terdiri atas 1 dan 0. Berikut adalah alur dari proses deskriptor fitur pada algoritma *BRIEF (Binary Robust Independent Elementary Features)* [3].



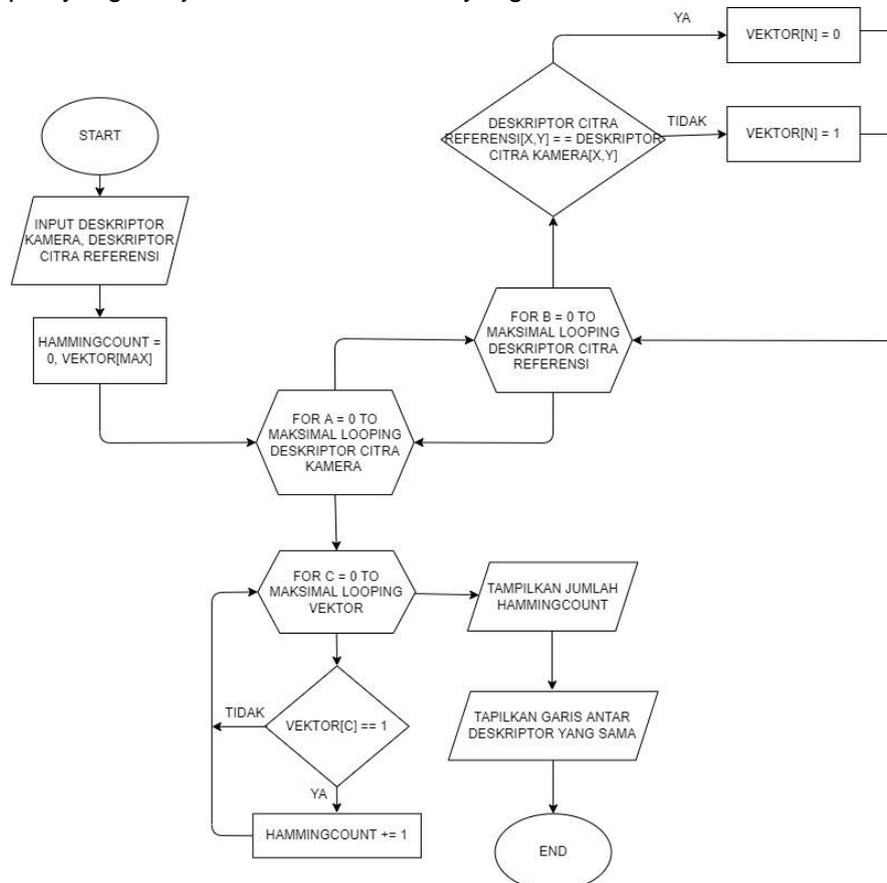
Gambar 3. Flowchart Deskriptor Fitur

Untuk meningkatkan ketahanan terhadap *digital noise* pertama-tama akan diterapkan *gaussian filter* terhadap kedua citra hasil dari deteksi fitur. Proses selanjutnya adalah menentukan ukuran *patch* berdasarkan titik hasil dari deteksi fitur untuk mendapatkan potongan dari kedua citra lalu ditentukan nilai  $p(x)$  dari titik yang berdekatan secara acak dan ditentukan nilai  $p(y)$  berdasarkan ketetanggaan dari  $p(x)$ . Bandingkan kedua titik tersebut apabila titik  $p(x)$  lebih gelap daripada  $p(y)$  maka nilai binernya 1 dan jika titik  $p(x)$  lebih terang dari  $p(y)$  maka nilai binernya 0. Nilai tersebut akan di simpan

pada variabel vektor dan intensitas *centroid* pada proses deteksi fitur akan menjadi acuan vektor untuk menyesuaikan arah dan rotasinya sehingga dapat menghasilkan arah dari setiap garis yang tergabung. Proses ini akan dilakukan secara berulang pada setiap titik hasil dari deteksi fitur pada *patch* lalu selanjutnya akan dibuatkan *patch* baru pada titik fitur lain saat *patch* sebelumnya selesai dibandingkan. Proses ini dilakukan berulang pada kedua citra dan skala citra yang lain. Proses ini akan menghasilkan vektor yang memiliki nilai biner untuk selanjutnya akan dicocokkan pada proses pencocokan fitur.

## 2.4 Pencocokan Fitur (*Feature Matching*)

Pencocokan fitur dilakukan untuk menentukan kesamaan deskriptor titik antara kedua citra. Pencocokan fitur yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan algoritma *Brute Force Hamming* yang merupakan gabungan dari dua metode pencocokan yaitu *Brute Force* dan *Hamming Distance*. Metode pencocokan dengan basis titik ini dijadikan metode utama dalam melakukan pencocokan citra karena metode ini menggunakan perhitungan sederhana dengan akurasi pencocokan tinggi, dapat invarian dengan distorsi grafis, *grayscale* ataupun pencahayaan dengan waktu yang singkat [3]. Metode *Brute-Force Matcher* akan melakukan pengukuran pada bentangan jarak titik fitur lalu akan dipilih jarak terdekat berdasarkan semua hasil pengukuran deskriptor sebagai titik pencocokan. Metode *Hamming Distance* bekerja dengan cara melakukan pengukuran terhadap jumlah karakter tidak cocok atau berbeda pada dua deskriptor *ORB (Oriented Fast And Rotated Brief)* yang memiliki panjang yang sama. Nilai *Hamming Distance* menggambarkan banyaknya jumlah perbedaan dari kedua deskriptor yang menjadi tolak ukur dari citra yang berbeda.



**Gambar 4.** Flowchart Pencocokan Fitur

Langkah pertama pada algoritma ini adalah menginput deskriptor dari kedua citra lalu buat variabel untuk menyimpan nilai total *Hamming* yang terjadi dan buat vektor untuk menyimpan hasil proses. Lakukan proses *Brute-Force* yaitu mencocokkan satu persatu dari kedua citra deskriptor tersebut secara berulang. Lalu terapkan algoritma *Hamming Distance* yaitu memberikan nilai 1 untuk setiap perbedaan deskriptor dan memberikan nilai 0 untuk setiap kesamaan deskriptor sesuai dengan aturan XOR secara berulang sampai semua deskriptor dari kedua citra tersebut habis dibandingkan lalu simpan nilai-nilai tersebut pada variabel vektor. Tentukan nilai kesalahan pada deskriptor dengan cara melakukan pengujian secara berulang pada vektor yang ada. Selanjutnya tambahkan variabel

*Hamming Count* pada setiap vektor yang bernilai 1 sebagai penanda jumlah kesalahan yang didapat pada setiap proses perbandingan deskriptor. Jika deskriptor kedua citra tersebut cocok maka akan dilanjutkan dengan proses selanjutnya dan jika tidak maka akan dikebalikan ke proses input citra kamera secara *realtime* sebelum melakukan deteksi fitur.

## 2.5 Penyempurnaan dan Estimasi Pose

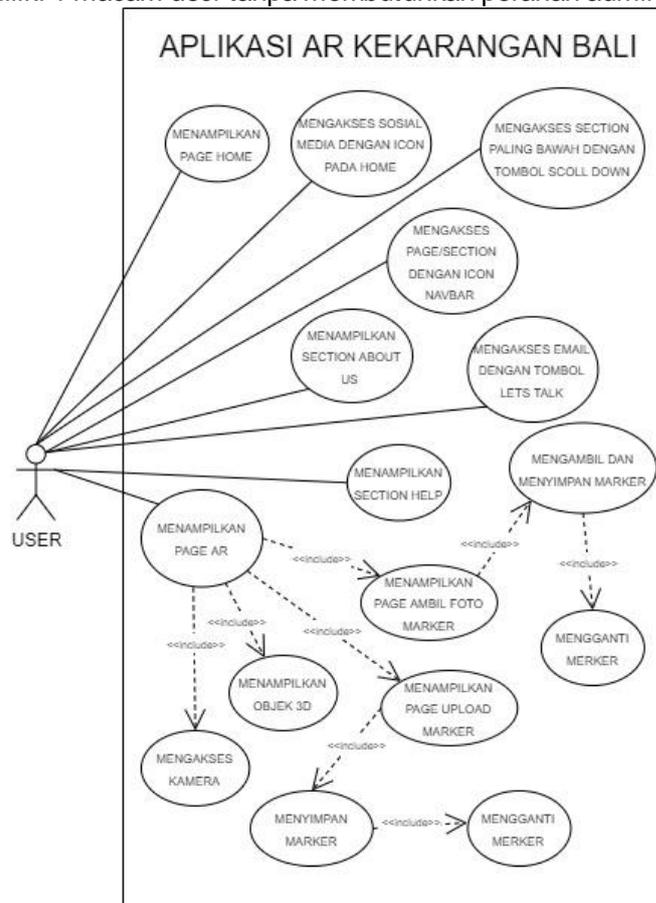
Estimasi dan penyempurnaan pose akhir ini berkaitan dengan penentuan letak posisi dari bingkai yang akan dilakukan setelah semua fitur dicocokkan. Biasanya kesalahan pencocokan (*outlier*) terjadi apabila sebagian fitur yang terdeteksi memberikan respon pasangan fitur yang tidak valid karena banyak pose yang diekstraksi. Untuk meminimalisir resiko tersebut akan diterapkan fungsi *RANSAC* (*Random Sample Consensus*) untuk menyaring *outlier* yang ada. Menurut Khoharja, Liliana, & Anita Nathania Purbowo (2017) [4] *RANSAC* (*Random Sample Consensus*) adalah suatu prosedur untuk melakukan estimasi dari transformasi yang terjadi pada suatu gambar/objek. *RANSAC* (*Random Sample Consensus*) dipergunakan sebagai alat penyaring vektor yang tidak cocok atau *false match* yang masih banyak dihasilkan pada proses pencocokan fitur. Cara kerja dari *RANSAC* (*Random Sample Consensus*) yang pertama yaitu memilih empat pasang fitur secara acak lalu dibentuk garis lurus secara vertikal ataupun horizontal yang digunakan sebagai penanda titik yang akan diseleksi. Lakukan penghitungan pada setiap titik yang telah terdeteksi diantara garis tersebut secara berulang sebanyak *n* untuk mendapatkan garis dengan nilai titik terbanyak. Titik yang berada diluar garis akan dieliminasi dan didapatkanlah garis optimasinya.

## 2.6 Desain Perancangan Aplikasi

Desain perangkat lunak merupakan tahapan *developer* memulai mendesain sebuah aplikasi untuk memenuhi setiap persyaratan dari analisis sebelumnya. Desain dari aplikasi ini adalah sebagai berikut:

### a) Usecase Diagram

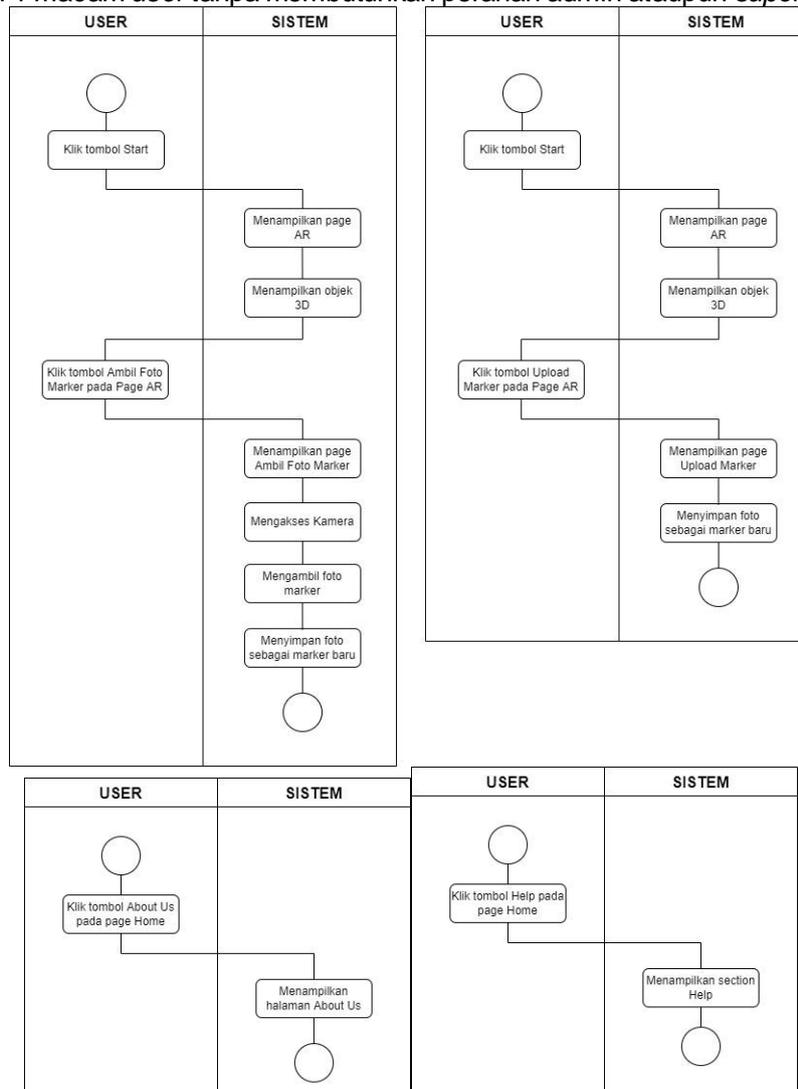
Berikut merupakan gambaran *use case diagram* aplikasi yang dipergunakan sebagai acuan dalam merencanakan tingkah laku *user* saat mengakses aplikasi ini. Pengguna aplikasi ini hanya memiliki 1 macam *user* tanpa membutuhkan peranan admin ataupun *super user*.



Gambar 5. Use Case Diagram

b) Activity Diagram

Berikut merupakan gambaran *activity diagram* aplikasi yang dipergunakan untuk memperlihatkan bagaimana siklus kerja mengakses aplikasi ini. Pengguna aplikasi ini hanya memiliki 1 macam *user* tanpa membutuhkan peranan admin ataupun *super user*.



Gambar 6. Activity Diagram

3. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian hasil dan pembahasan ini, akan membahas hasil implementasi antarmuka serta pengujian dari aplikasi ini sebagai berikut:

3.1 Implementasi Antarmuka

Implementasi antarmuka aplikasi ini terbagi menjadi 3 *page* yaitu *Home*, *Ambil Foto Marker*, *Upload Marker* dan *AR* serta terdapat 2 *section* pada *page Home* yaitu *Help* dan *About Us* dengan penjelasan sebagai berikut:

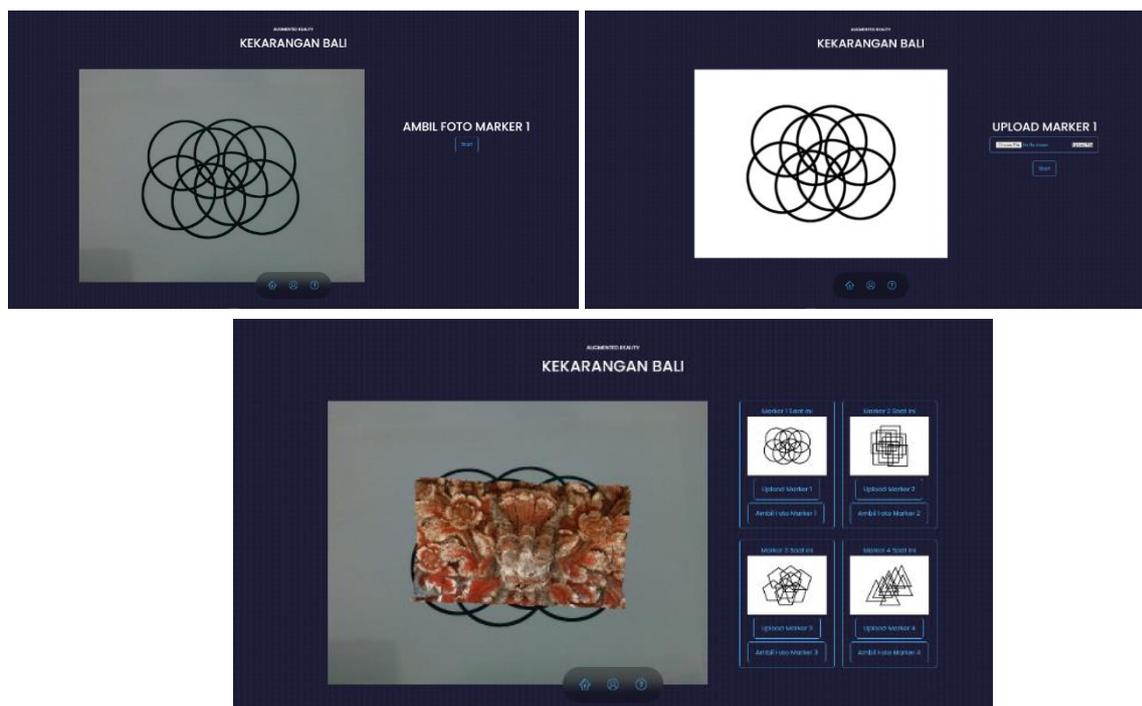
a) Tampilan Antarmuka *page Home*, *Help* dan *About Us*.





**Gambar 7.** Tampilan Antarmuka page *Home*, *Help* dan *About Us*.

b) Tampilan Antarmuka page *Upload Marker*, *Ambil Foto Marker* dan *AR*



**Gambar 8.** Tampilan Antarmuka page *Upload Marker*, *Ambil Foto Marker* dan *AR*

### 3.2 Pengujian Aplikasi

Pengujian aplikasi ini akan dilakukan dalam 3 tahap yaitu Pengujian Penampilan Objek 3D untuk mengetahui akurasi dan waktu dari penampilan objek 3D dengan jarak yang berbeda, Pengujian Citra Marker untuk mengetahui akurasi dan waktu yang dihasilkan dari proses ekstraksi citra dengan marker yang berbeda serta Evaluasi *Heuristik* untuk mengetahui tingkat kemudahan dalam menjalankan aplikasi ini.

#### 3.2.1 Pengujian Penampilan Objek 3D

Pengujian ini melakukan 2 tahapan yaitu dari Akurasi Tampil dan Waktu Tampil menggunakan 2 macam inputan marker yang berbeda dengan pola dan ukuran yang sama seperti pada gambar 4.7 yaitu dengan cara diambil foto secara langsung seperti gambar 4.5 (*Ambil Foto Marker*) serta menggunakan marker yang dibuat pada *Photoshop* lalu di *upload* seperti pada gambar 4.6 (*Upload Marker*).

##### 1) Akurasi Tampil

Pengujian akurasi tampil 4 objek 3D kekarangan dilakukan pada masing-masing 20 *frame* pada jarak 20cm, 25cm, 30cm, 35cm dengan menggunakan 2 inputan marker yaitu *Ambil Foto Marker* dan *Upload Marker*. Pengujian ini akan menghitung jumlah poin yang diperoleh lalu akan ditotal dan dibagi dengan jumlah keseluruhan pengujian (20 *frame*) lalu dikali 100% untuk mendapatkan kesimpulan yaitu jarak terbaik dalam akurasi tampil objek 3D. Berikut

merupakan tabel hasil pengujian akurasi tampil dari 4 model 3D kekarangan untuk mendapatkan jarak dengan akurasi terbaik.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Akurasi Tampil (Ambil Foto Marker)

No	Hasil	Jarak				Total Poin	Persentase
		20cm	25cm	30cm	35cm		
1	Objek tampil dengan posisi benar	6	18	20	20	64	80%
2	Objek tampil dengan posisi salah	2	2	0	0	4	5%
3	Objek tidak tampil	12	0	0	0	12	15%

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Akurasi Tampil (*Upload* Marker)

No	Hasil	Jarak				Total Poin	Persentase
		20cm	25cm	30cm	35cm		
1	Objek tampil dengan posisi benar	8	13	17	17	55	68.75%
2	Objek tampil dengan posisi salah	1	1	0	0	4	2.50%
3	Objek tidak tampil	11	6	3	3	23	28.75%

2) Waktu Tampil

Pengujian waktu tampil 4 objek 3D kekarangan akan dilakukan pada masing-masing jarak 20cm, 25cm, 30cm, 35cm dengan menggunakan 2 inputan marker yaitu Ambil Foto Marker dan *Upload* Marker. Pengujian ini akan menghitung perolehan waktu dalam menampilkan 4 objek 3D kekarangan untuk menentukan jarak tercepat dalam proses ekstraksi citra. Berikut merupakan tabel hasil pengujian waktu tampil dari 4 model 3D kekarangan untuk mendapatkan jarak dengan waktu tercepat.

**Tabel 3.** Hasil Pengujian Waktu Tampil (Ambil Foto Marker)

	20cm	25cm	30cm	35cm
Karang Boma	8.03 detik	8.36 detik	8.79 detik	9.04 detik
Karang Goak	7.59 detik	7.84 detik	8.09 detik	8.34 detik
Karang Tapel	7.21 detik	7.55 detik	7.72 detik	7.97 detik
Karang Gajah	8.22 detik	8.63 detik	9.01 detik	9.30 detik

**Tabel 4.** Hasil Pengujian Waktu Tampil (*Upload* Marker)

	20cm	25cm	30cm	35cm
Karang Boma	8.12 detik	9.08 detik	10 detik	10.70 detik
Karang Goak	7.37 detik	7.86 detik	8.42 detik	9 detik
Karang Tapel	7 detik	7.57 detik	8.16 detik	8.48 detik
Karang Gajah	8.18 detik	8.83 detik	9.44 detik	10 detik

**3.2.2 Pengujian Citra Marker**

Pengujian ini dilakukan pada 4 macam marker dengan inputan yang berbeda yaitu dengan cara diambil foto secara langsung seperti pada gambar 4.5 (Ambil Foto Marker) serta menggunakan marker yang dibuat pada Photoshop lalu diupload seperti pada gambar 4.6 (*Upload* Marker) untuk menguji akurasi kecocokan dari marker yang digunakan sehingga akan didapat marker terbaik yang dilihat dari jumlah *matches* dan *inliers* serta untuk menguji waktu yang dibutuhkan dari masing-masing marker yang digunakan sehingga akan didapat marker tercepat untuk dideteksi. Dari pengujian penampilan objek 3D sebelumnya dipilih jarak 30cm karena jarak tersebut memiliki akurasi paling besar untuk menampilkan objek 3D dengan benar serta memerlukan waktu paling sedikit. Berikut merupakan 4 macam marker yang akan digunakan dengan inputan yang berbeda.

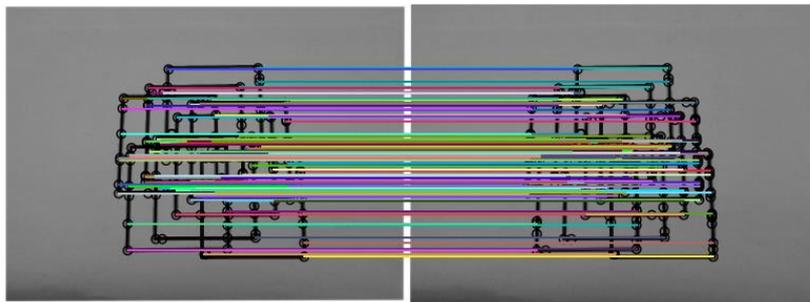
1) Pengujian Marker

Pengujian marker ini akan menghitung akurasi kecocokan serta waktu yang dibutuhkan dengan menggunakan 4 macam marker dengan menggunakan 2 inputan marker yaitu Ambil Foto Marker dan *Upload* Marker dengan jarak 30cm. Pengujian ini akan menghasilkan marker terbaik yang dilihat dari jumlah *matches* dan *inliers* serta untuk menguji waktu yang dibutuhkan dari masing-masing marker yang digunakan sehingga akan didapat marker

tercepat untuk dideteksi. Berikut merupakan tabel hasil pengujian marker dengan input Ambil Foto Marker dan *Upload Marker*.

**Tabel 5.** Hasil Pengujian Marker (Ambil Foto Marker)

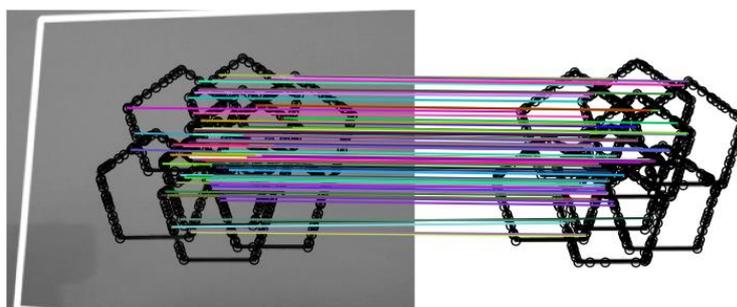
No	Hasil	Matches	Inliers	Persentase Kecocokan	Waktu
1	Marker 1	422	394	93.36%	8.79 detik
2	Marker 2	157	150	95.54%	4.32 detik
3	Marker 3	354	324	91.52%	7.61 detik
4	Marker 4	317	269	84.85%	4.87 detik



**Gambar 9.** Pengujian Marker (Ambil Foto Marker)

**Tabel 6.** Hasil Pengujian Marker (*Upload Marker*)

No	Hasil	Matches	Inliers	Persentase Kecocokan	Waktu
1	Marker 1	235	87	37.02%	10 detik
2	Marker 2	59	21	35.59%	4.20 detik
3	Marker 3	231	88	38.09%	6.32 detik
4	Marker 4	196	93	47.44%	6.09 detik



**Gambar 10.** Pengujian Marker (*Upload Marker*)

### 3.2.3 Evaluasi *Heuristik*

Evaluasi *Heuristik* bertujuan untuk mengevaluasi *design* tampilan aplikasi dengan menguji permasalahan *usability* terkait dengan tingkat kemudahan dalam menjalankan aplikasi yang ditinjau dari responden mahasiswa Informatika Udayana yang di *rating* dengan menggunakan *severity rating*.

**Tabel 7.** Hasil Evaluasi *Heuristik*

Aspek <i>Heuristik</i>	Rata-Rata <i>Severity Rating</i>	Nilai Pembulatan Skala 0-4
1	0.8	1
2	1.9	2
3	1.9	2
4	1.3	1
5	2	2
6	2.6	3
7	1.6	2
8	1.3	1
9	2.2	2
10	1.9	2
Rata-Rata	1.75	2

#### 4. Kesimpulan

- 1) Pengujian penampilan 4 objek 3D menggunakan pola yang sama dengan inputan marker yang berbeda pada masing-masing 20 *frame* dengan jarak 20cm, 25cm, 30cm, 35cm dapat dilihat bahwa jarak terbaik adalah 30cm dan 35cm dengan inputan Ambil Foto Marker dengan persentase tampil dengan posisi benar sebesar 80% pada model mamapun dengan perolehan waktu rata-rata pada setiap objek 3D adalah 8.40 detik pada jarak 30cm dan 8.66 detik pada jarak 35cm. Jarak tercepat adalah 20cm dengan inputan *Upload* Marker dengan perolehan waktu 7 detik pada model karang tapel.
- 2) Pengujian 4 citra marker menggunakan inputan marker berbeda dengan jarak yang sama yaitu 30cm dapat dilihat bahwa marker terbaik adalah marker 2 yang dibangun dengan garis berbentuk segiempat sebanyak 8 buah dengan inputan Ambil Foto Marker dengan persentase kecocokan sebesar 95.54% dengan waktu 4.32 detik. Marker tercepat adalah marker 2 dengan inputan *Upload* Marker dengan perolehan waktu 4.20 detik dengan persentase kecocokan sebesar 35.59%.
- 3) Dari evaluasi *heuristic* dapat dilihat bahwa aspek *usability* dari aplikasi termasuk kedalam skala 2 *severity rating* atau termasuk dalam kategori *minor usability problem* yang artinya permasalahan kegunaan kecil dengan prioritas yang rendah.

#### Referensi

- [1] A. Arifianto, "Rancang Bangun Aplikasi Pendeteksi Plagiarisme Kode Program Bahasa C Menggunakan algoritma Levenshtein Distance dan Brute Force," *UMN Universitas Multimedia Nusantara.*, 2011.
- [2] A. Jakubovic and J. Velagic, "Image Feature Matching and Object Detection Using Brute-Force Matchers," *Conference: 2018 International Symposium ELMAR. Zadar: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).*, 2018.
- [3] C. Luo, W. Yang, P. Huang and J. Zhou, "Overview of Image Matching Based on ORB Algorithm," *Journal of Physics: Conference Series.*, Vol. 1237, Issue 3, 2019.
- [4] G. Khoharja, M. Liliana and M. A. N. Purbowo, "Aplikasi Deteksi Nilai Uang pada Mata Uang Indonesia," *Jurnal INFRA.*, 2017.
- [5] I. G. L. T. Sumantara, I. P. A. Bayupati and N. K. A. Wardani, "Rancang Bangun Aplikasi Pengenalan Ukiran Bali dengan Metode ORB," *MERPATI: Menara Penelitian Akademika Teknologi Informasi.*, Vol 5. Hal 51-56, 2017.
- [6] I. M. J. Waisnawa and T. H. Yupardhi, "PENGEMBANGAN ORNAMEN TRADISIONAL BALI," *ISI Denpasar | Institutional Repository.*, 2014.
- [7] I. M. Suparta, "Jenis Hiasan Tatahan Bade," *IMAJI: Jurnal Seni Dan Pendidikan Seni.*, Vol. 8, Hal 81-91, 2010.
- [8] I. M. W. Permadi, "Aplikasi Desktop Pendeteksi Jenis Ukiran Khas Bali dengan Metode Invariant Moments," *e-perpus.unud.ac.id.*, 2014.
- [9] J. Carmigniani and B. Furht, "Handbook Of Augmented Reality," *Florida: Springer-Verlag.*, 2011.
- [10] M. Hamidia, N. Zenati-Henda, H. Belghit and A. Bellarbi, "Object Recognition Based on ORB Descriptor for Markerless Augmented Reality," *9ème Conférence sur le Génie Electrique.*, 2015.
- [11] N.K. Sutriyanti, "PELINGGIH PADMATIGA PENATARAN AGUNG BESAKIH (Analisis Bentuk, Fungsi, Dan Makna)," *Vidya Samhita: Jurnal Penelitian Agama.*, Hal 76-96, 2015.
- [12] R. Abdeen, "An Algorithm for String Based on Brute Force Algorithm," *Internasional Journal of Computer Science and Network Security.*, Vol. 11 : 7, 2011.
- [13] S. Čuković, M. Gattullo, F. Pankratz and G. Devedžić, "Marker Based vs. Natural Feature Tracking Augmented Reality Visualization of the 3D Foot Phantom," *ResearchGate.*, 2015.

## Implementasi Algoritma Naive Bayes Classifier (NBC) Dan Information Gain Untuk Mendeteksi DDoS

Ida Bagus Gagananta Amartya<sup>a1</sup>, I Made Widiartha<sup>a2</sup>, I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan<sup>a3</sup>,  
I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra<sup>a4</sup>, I Putu Gede Hendra Suputra<sup>a5</sup>, Cokorda Rai Adi  
Pramartha<sup>a6</sup>.

<sup>a1</sup>Informatics Engineering, Faculty of Math and Science, University of Udayana  
South Kuta, Badung, Bali, Indonesia

<sup>1</sup>ibgagananta11@gmail.com

<sup>2</sup>madewidiartha@unud.ac.id

<sup>3</sup>gungde@unud.ac.id

<sup>4</sup>anom.cp@unud.ac.id

<sup>5</sup>hendra.suputra@unud.ac.id

<sup>6</sup>cokorda@unud.ac.id

### Abstract

*In this study, feature selection was also carried out using the information gain method, the result of feature selection improve the performance of DDoS attack detection against the Naive Bayes Classifier classification algorithm. The results obtained in this study are system testing on the results of the comparison of data performance that has been selected using 17 features and without the application of information gain feature selection using 43 features of course different, there are superior results from the application of Information Gain feature selection with an average accuracy value of 75.81 %, while the results obtained without the application of feature selection are 75.57%. The average precision level system performance using 17 features is 91.61%, while average precision result using 43 features is 92.20%. For the average recall value using 17 features, it is 57.63%, and results recall uses 43 features by 57.31%. In terms of execution time, the time required to execute the program using 17 features is faster and more effective, namely 89.17 seconds, while the program execution time using 43 features is longer, namely 205.34 seconds.*

**Keywords :** Naive Bayes Classifier , Information Gain, DDoS, Classification, K-Fold Cross Validation.

### 1. Pendahuluan

Pada era globalisasi ini keamanan jaringan merupakan aspek penting dalam bidang teknologi informasi. Dari waktu ke waktu semakin banyak celah keamanan jaringan yang ditemukan dan disalahgunakan oleh para penjahat elektronik. Serangan terhadap jaringan komputer khususnya internet mengalami peningkatan. Internet tidak lagi hanya digunakan sebagai sarana bertukar informasi, dan juga mulai digunakan untuk keperluan komersial, misalnya sebagai sarana transaksi pembayaran. Hal ini tentu menyebabkan sejumlah besar data berharga semakin banyak beredar melalui jaringan komputer , salah satunya internet. Serangan yang dikirimkan terkadang susah dideteksi sehingga membuat tingkat keamanan dari jaringan komputer sangatlah tidak aman. Untuk meminimalisir resiko dari serangan, maka sistem pendeteksi serangan diperlukan untuk mendeteksi lalu lintas jaringan yang ada, dan dari klasifikasi ini dimungkinkan untuk mengetahui apakah aktivitas pada jaringan tersebut merupakan serangan.

Serangan Distributed Denial of Service (DDoS) merupakan serangan yang dikirimkan dari beberapa penyerang terhadap sebuah komputer atau server dalam jumlah yang melebihi kemampuan komputer itu sendiri [1]. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terkait mengklasifikasi *Anomaly Intrusion Detection System (IDS)* menggunakan algoritma pengklasifikasi *Naive Bayes* dan pemilihan fitur berbasis korelasi, penelitian ini menggunakan pengumpulan data sistem deteksi intrusi UNSW-NB15. Hasil evaluasi menggunakan algoritma *Naive Bayes* untuk klasifikasi anomali IDS mencapai akurasi 71,2% sebelum atribut diseleksi dengan teknik terkait. Sedangkan untuk hasil klasifikasi, jika ada atribut yang dipilih oleh teknologi terkait di depan, maka diperoleh tingkat akurasi sebesar 74,8%. [2]. Jadi penulis akan

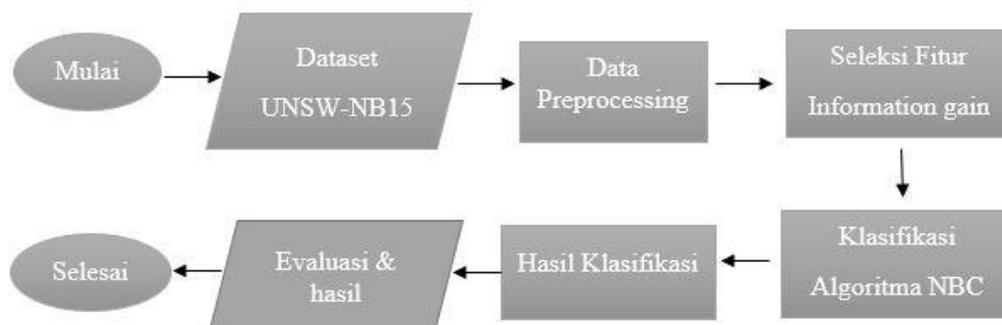
menggunakan metode *Naive Bayes Classifier* menggunakan teknik seleksi fitur untuk mendeteksi serangan DDoS agar meningkatkan performa akurasi seperti penelitian sebelumnya. Disisi lain, ini menjadi tantangan untuk deteksi serangan karena lebih banyak informasi (fitur) akan diproses. Pada dasarnya tidak semua fitur yang terdapat pada trafik akan berdampak pada algoritma pendeteksian. Namun, pengetahuan diperlukan untuk menentukan tanda tangan yang benar dan relevan untuk mendeteksi serangan seperti DDoS. Karena sulit membedakan DDoS dari trafik normal. Terlalu banyak fitur yang tidak relevan menyebabkan kategori kelas yang tidak relevan. Dikemukakan bahwa pemilihan fitur dapat meningkatkan akurasi algoritma klasifikasi,[3] sehingga penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja pendeteksian serangan DDoS menggunakan teknik pemilihan fitur perolehan informasi.

Dalam penelitian ini penulis memanfaatkan UNSW-NB15 sebagai dataset. Dataset ini dipilih karena dataset baru dikembangkan pada tahun 2015, yang terdiri dari kombinasi data serangan normal yang disintesis normal modern dan kontemporer, dimana pada penelitian sebelumnya dataset yang digunakan yaitu KDD Cup 1999 dan NSL-KDD yang merupakan dataset lama sehingga kurang akurat jika dilakukan pengujian deteksi serangan saat ini. Hasil nilai percobaan seleksi fitur dan tanpa seleksi fitur di bandingkan sehingga mendapatkan hasil akhir seberapa besar penerapan seleksi fitur terhadap *Naive Bayes Classifier* menggunakan data set UNSW-NB15 untuk mendeteksi serangan DDoS.

## 2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini dataset yang akan digunakan adalah dataset UNSW-NB15 yang diambil pada situs website <https://research.unsw.edu.au/projects/unsw-nb15-dataset>. Dataset ini dipilih karena dataset baru dikembangkan pada tahun 2015, yang terdiri dari kombinasi data serangan normal yang disintesis normal *modern* dan kontemporer. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data sekunder. Data sekunder adalah data yang sudah ada, yang dikumpulkan oleh lembaga dan organisasi penyelidik sebelumnya. Pengklasifikasian ini dimulai dengan memasukan dataset serangan DDoS, dataset tersebut kemudian diproses kedalam tahap *preprocessing*.

Pada dataset UNSW-NB 15 dibagi menjadi 70% data *train* dan 30% data *test*. Selanjutnya dilakukan seleksi fitur menggunakan teknik *Information Gain* untuk menghasilkan fitur yang relevan dan mengurangi fitur yang memiliki relevansi kecil agar meningkatkan nilai akurasi. Setelah di seleksi fitur dari dataset nya akan dilakukan proses klasifikasi dengan algoritma *Naive Bayes Classifier* (NBC). Hasil klasifikasi digunakan sebagai prediksi kelas normal dan serangan. Tahap terakhir yaitu output evaluasi yang dilakukan pada metode *naive bayes classifier* dari suatu model klasifikasi dapat diukur dengan tingkat akurasi berdasarkan *confusion matrix*.



**Gambar 1.** Flowchart alur proses penelitian

Dataset ini memiliki 175341 *records* data. Dataset akan terbagi menjadi data *training*, yang digunakan untuk menyeleksi fitur, membuat kelas dari dataset oleh metode *Information Gain*, *Naive Bayes Classifier* (NBC), dan data *testing* digunakan untuk mengevaluasi keakuratan model. Kemudian sistem membagi kumpulan data secara acak kedalam kereta dengan

menggunakan metode *K-Fold Cross Validation*. Dapat dilihat pada Tabel 1. yang merupakan jumlah *records* data serangan dan normal.

**Tabel 1.** Jumlah Paket Data

No	Nama	Jumlah <i>Records</i>
1	Normal	56000
2	Serangan	119341
<b>Total <i>Records</i></b>		175341

### 2.1 Serangan Distributed Denial of Service (DDoS)

Serangan *Distributed Denial of Service* (DDoS) merupakan serangan yang mudah dilakukan namun sulit untuk ditanggulangi. Sebelum melakukan serangan DDoS, penyerang akan menyiapkan komputer untuk membantu dalam penyerangan tersebut. Komputer-komputer yang membantu dalam penyerangan tersebut disebut dengan komputer zombie atau botnet, dimana komputer tersebut dikendalikan oleh sebuah *server* atau komputer utama untuk membantu menyerang korban dan mengakibatkan *server* menjadi *down* dan mengakibatkan *system error* [4].

### 2.2 Naive Bayes Classifier

Naive Bayes Classifier selanjutnya disebut NBC termasuk teknik prediksi berdasarkan probabilitas sederhana pada teorema Bayes. Naive bayes adalah teknik penalaran probabilitas melalui kumpulan probabilitas yang dihitung dan menjumlahkan frekuensi dan kombinasi koleksi data. Nilai probabilitas dalam metode ini digunakan sebagai penentuan keputusan karena setiap kasus terdapat proses komputasi resiko. Persamaan *Naive Bayes* diperoleh dari rumus bayes berikut (1) [5].

$$P(H|X)=P(X|H)P(H)P(X) \tag{1}$$

X = Dataset kelas tidak diketahui

H = Hipotesis kelas teridentifikasi

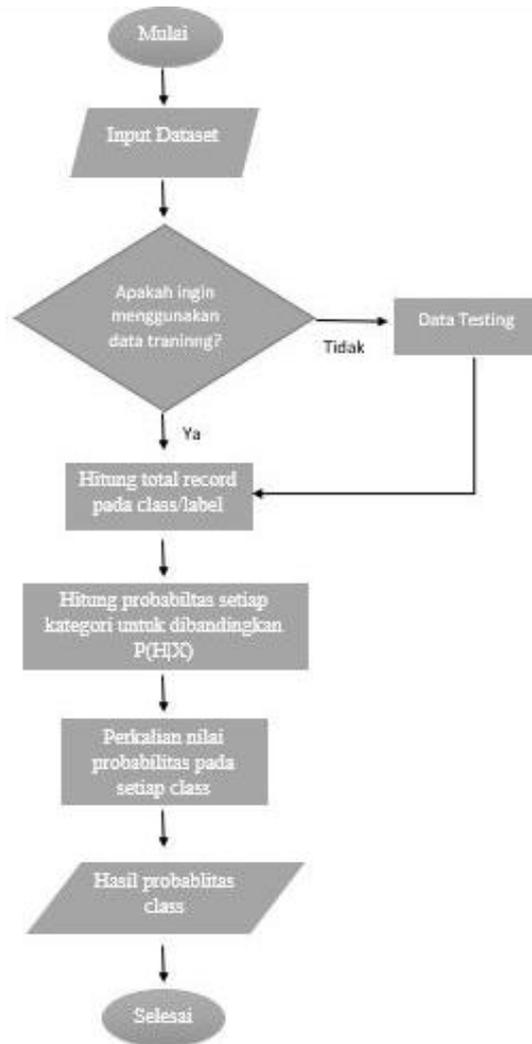
P (H | X) = Probabilitas H pada X (persentase H dalam X)

P (X | H) = Probabilitas konfirmasi X pada H (persentase bilangan X pada H)

P (H) = Probabilitas sebelum H

P (X) = Probabilitas sebelum X

Adapun flowchart dari *naive bayes* yang digunakan oleh peneliti, dapat dilihat pada Gambar 2. Berikut penjelasan flowchart *naive bayes* yaitu, tahapan pertama masukkan dataset berupa *\*csv training* dan *testing* yang akan diproses di sistem. Setelah input data *training* dan *testing*, selanjutnya menghitung total *record* pada *class/label* dataset dan kelas tersebut dihitung probabilitasnya disetiap kategori untuk dibandingkan. Setelah menghitung probabilitas disetiap kategori, akan dilakukan perkalian nilai probabilitas pada setiap kelas dan menghitung jumlah kasus perkelas disetiap kategori. Tahap terakhir menghitung nilai presentase dan bandingkan hasil per kelas.



Gambar 2. Flowchart Klasifikasi Naive Bayes Classifier

### 2.3 Klasifikasi

Klasifikasi adalah metode yang dipakai untuk mencari sekelompok model (fungsi) sebagai deskripsi dan pembeda antar kelas-kelas data agar model tersebut dapat digunakan untuk memprediksi objek yang belum diketahui kelasnya atau memprediksi kecondongan data-data yang dihasilkan di waktu mendatang [6]. Klasifikasi mempunyai dua tugas utama, yaitu membangun *model* sebagai contoh, dan melakukan identifikasi/prediksi berdasarkan *model* yang sudah dibuat terhadap objek data baru yang dihasilkan di waktu mendatang, berada pada kelas mana kah objek data baru tersebut.

### 2.4 Seleksi Information Gain

Seleksi fitur digunakan untuk menghilangkan atau mengurangi fitur yang tidak relevan dalam proses klasifikasi. Proses perhitungan *Information Gain* akan dilaksanakan pada seluruh data dengan mengukur efektifitas suatu atribut atau fitur. Atribut dengan informasi tertinggi akan dipilih. Perhitungan IG didefinisikan dengan rumus (2) [3].

$$Entropy(S) = \sum_{i=1}^n - P_i \cdot \log_2 p_i \quad (2)$$

Keterangan :

n= Jumlah nilai yang ada pada atribut target (jumlah kelas klasifikasi)

pi = Jumlah sampel untuk kelas i

Kemudian nilai *information gain* yang digunakan untuk mengukur efektifitas suatu atribut dalam pengklafikasian data dapat dihitung dengan rumus di bawah ini (3).

$$Gain (S,A) = Entropy (S) - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S|} * Entropy (S_i) \quad (3)$$

Keterangan :

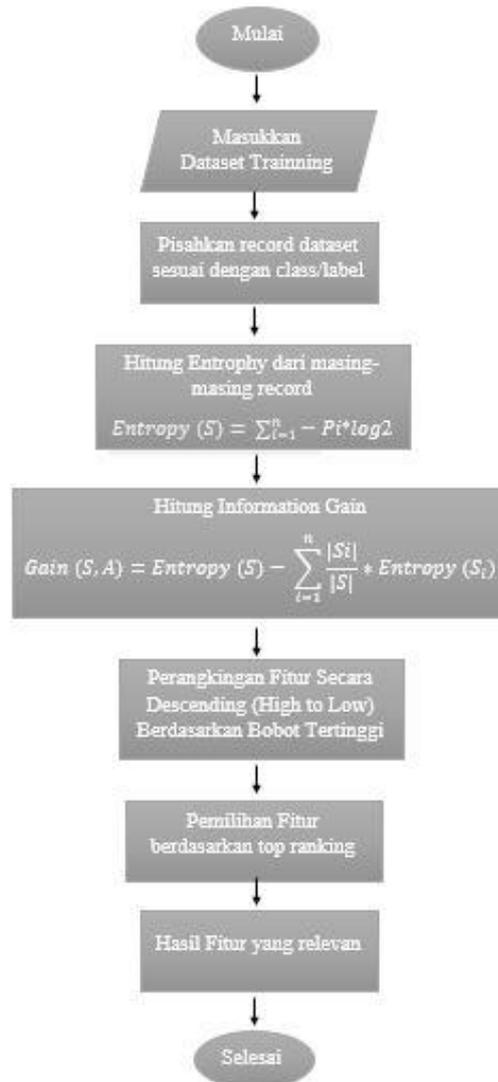
S = Himpunan kasus

A = Atribut

n = jumlah partisi atribut A

|S<sub>i</sub>| = jumlah kasus pada partisi ke-i

|S| = jumlah kasus dalam S



**Gambar 3.** Flowchart Proses Seleksi Fitur Information Gain

Teknik seleksi fitur ini dilakukan untuk mengurangi fitur yang tidak relevan dan mengurangi dimensi fitur pada data. Setelah melakukan perhitungan terhadap 49 fitur pada dataset UNSW-NB15, akan diterapkan teknik seleksi fitur *Information Gain* dengan metode perangkingan fitur terbaik setelah itu fitur yang diambil untuk melakukan klasifikasi sebanyak 49 fitur yang memiliki nilai *entropy information gain* yang tertinggi atau skor yang terbaik.

## 2.5 K-fold cross validation

*Cross validation* adalah suatu teknik validasi model yang dilakukan untuk menilai hasil analisis secara akurat [7]. Metode ini memecah data menjadi k bagian set data dengan ukuran yang sama. Penggunaan *k-fold cross validation* untuk menghilangkan bias pada data. Pelatihan dan pengujian dilakukan sebanyak k kali. Pada percobaan pertama, subset S1 diperlakukan sebagai data pengujian dan subset lainnya diperlakukan sebagai data pelatihan, pada percobaan kedua subset S1, S3, sampai Sk menjadi data pelatihan dan S2 menjadi data pengujian, dan seterusnya [8]. Contoh *K-fold Cross Validation* dengan nilai k sama dengan 10.

**Tabel 2.** *K-fold cross validation*

K-fold Cross Validation									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Data Uji

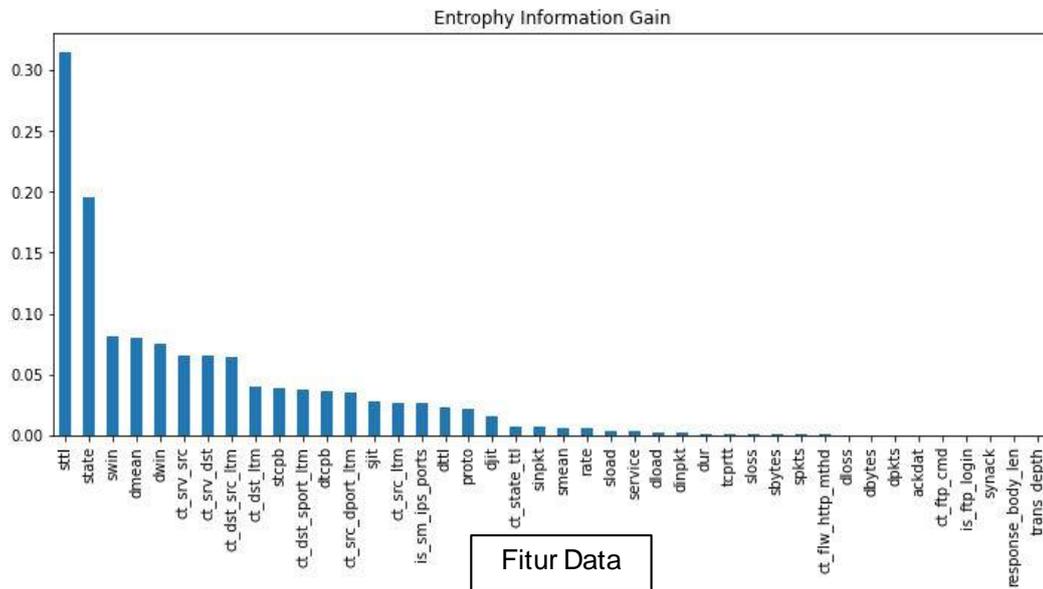
Data Latih

## 3. Hasil dan pembahasan

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan data yang berasal dari UNSW-NB15 dengan jumlah 175341 *record* data. Dataset yang digunakan dalam penelitian terdiri dari 49 fitur yang mempunyai label/class 1 data normal dan 9 *type* serangan, yaitu *fuzzers*, *analysis*, *backdoors*, *DoS*, *exploits*, *generic*, *reconnaissance*, *shellcode*, dan jenis serangan *worms*. Pada tahapan ini dibutuhkan inputan data berupa file dataset yang memiliki format \*.csv. Dalam penelitian ini mempunyai dua proses utama yang akan dijalankan. Proses pertama sistem melakukan seleksi fitur dari setiap atribut dataset yang digunakan agar menghasilkan fitur yang relevan dan mengurangi fitur yang memiliki relevansi kecil menggunakan metode *Information Gain*. Proses kedua sistem melakukan klasifikasi terhadap dataset, dimana data diklasifikasi kedalam 2 label yaitu normal dan serangan. Pada proses pembentukan klasifikasi diperlukan adanya proses diskritisasi.

Dalam proses perancangan sistem ini disebut lingkungan komputer dengan spesifikasi perangkat keras Intel Core-i7 dengan RAM 4GB, HDD storage 1TB dan Graphic NVIDIA GEFORCE. Sistem ini diimplementasikan dengan bahasa pemrograman python. Dalam perancangan dan implementasi sistem, digunakan beberapa perangkat lunak untuk memenuhi kebutuhan implementasi sistem. Berikut adalah spesifikasi perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian :

- 1 Sistem Operasi Windows 10 64 bit
- 2 Google Chrome
- 3 Google Collaboratory
- 4 Notepad



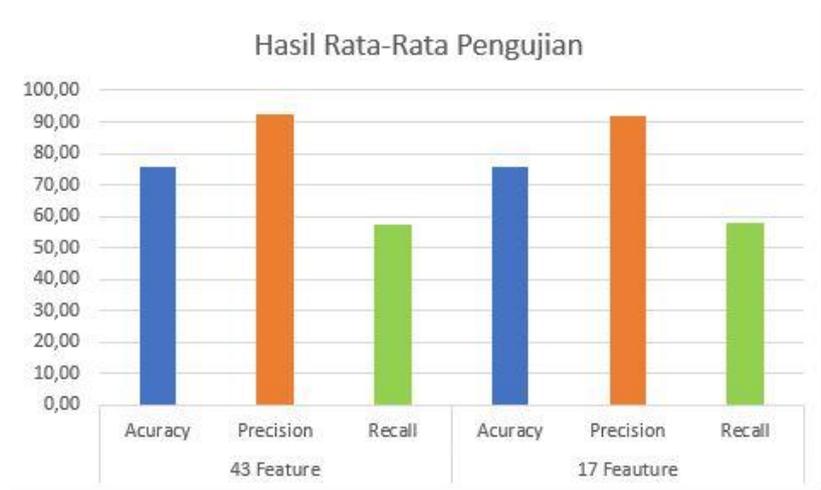
**Gambar 4.** Grafik Seleksi Fitur *Information Gain*

Dapat dilihat hasil nilai *entropy* dari *information gain* berdasarkan perankingan nilai fitur tertinggi hingga terendah. Dari hasil tersebut hanya 17 fitur bobot tertinggi yang digunakan untuk melanjutkan proses klasifikasi *Naive Bayes Classifier*. Berikut fitur-fitur yang digunakan untuk Mendeteksi serangan DDoS dengan algoritma *Naive Bayes Classifier* :

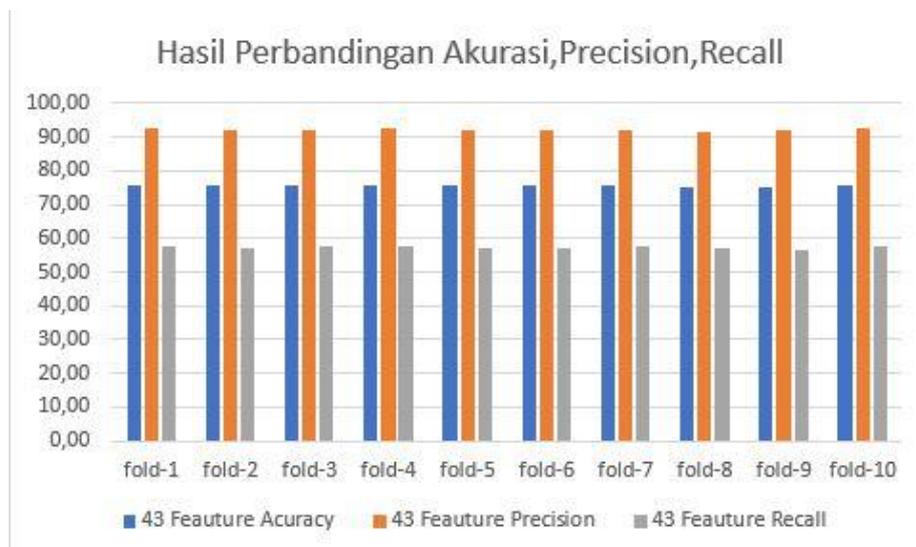
- 1 sttl
- 2 state
- 3 swin
- 4 dmean
- 5 dwin
- 6 ct\_srv\_src
- 7 ct\_srv\_dst
- 8 ct\_dst\_src\_ltm
- 9 ct\_dst\_ltm
- 10 stcpb
- 11 ct\_dst\_sport\_ltm
- 12 dtcpb
- 13 ct\_src\_dport\_ltm
- 14 sjit
- 15 ct\_src\_ltm
- 16 is\_sm\_ips\_ports
- 17 dttl

Dapat dilihat pada Gambar 5. bahwa klasifikasi kelas data “Normal” dan “Serangan” menggunakan metode *Naive Bayes Classifier* dengan dataset UNSW-NB15 menghasilkan akurasi yang cukup baik dengan metode *Cross validation* untuk teknik validasi model yang dilakukan dengan menilai hasil analisis secara akurat.

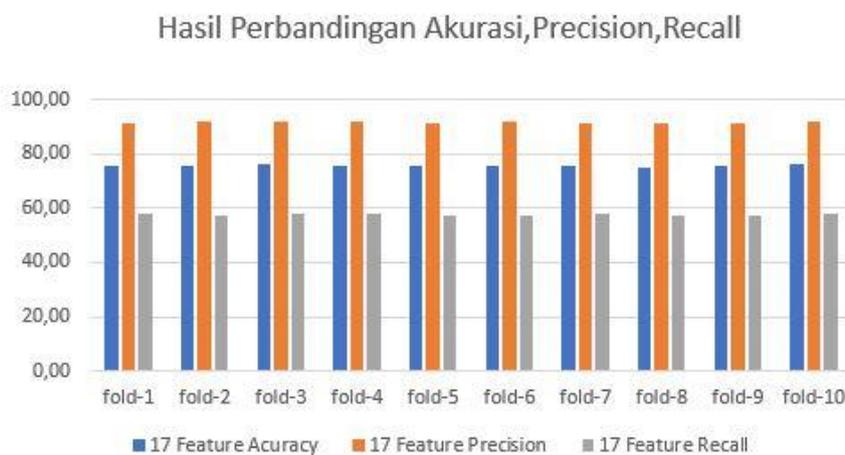
Hasil yang didapatkan oleh metode naive bayes classifier dengan penerapan seleksi fitur *information gain* menggunakan 17 fitur berdasarkan nilai entropy tertinggi, memiliki rata-rata akurasi sebesar 75.81%. Sedangkan pengujian sistem klasifikasi *naive bayes classifier* tanpa penerapan seleksi fitur *information gain* mendapatkan hasil rata-rata akurasi sebesar 75.57%. Bahwa hasil performa sistem menggunakan 43 fitur UNSW -NB15 mendapatkan nilai rata-rata *precision* sebesar 92.20%. Selain menguji parameter *precision*, parameter *recall* juga akan di hitung berdasarkan *confusion matrix*.



**Gambar 5.** Grafik Hasil Rata-Rata Pengujian



**Gambar 6.** Grafik Hasil Performa Sistem 43 Fitur



**Gambar 7.** Grafik Hasil Performa Sistem 17 Fitur

Untuk hasil nilai rata-rata *recall* didapatkan sebesar 57.31%. Pada hasil performa sistem menggunakan seleksi fitur *information gain* dengan 17 Fitur pada dataset UNSW-NB15, *precision* dan *recall* mendapatkan hasil yang sedikit berbeda dengan hasil performa menggunakan 43 fitur, tetapi untuk rata-rata hasil performa sistem menggunakan 17 fitur lebih unggul daripada performa sistem menggunakan 43 fitur. Hasil rata-rata *precision* sebesar 91.61% dan nilai rentang terendah terdapat pada fold-8 dengan nilai 91.15%, sedangkan nilai rentang tertinggi terdapat pada fold-4 dengan nilai 92.14%. Untuk hasil performa *recall* mendapatkan nilai rata-rata sebesar 57.63%, dan nilai rentang terendah terdapat pada fold-9 dengan nilai 57.03%, serta nilai rentang tertinggi terdapat pada fold-3 dengan nilai 58.27%.

**Tabel 3.** Hasil waktu eksekusi sistem menggunakan 17 fitur dan 43 fitur

Lama waktu eksekusi sistem dalam satuan detik	17 Fitur	43 Fitur
		89.17 detik

Sistem juga mengukur lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mengeksekusi program dalam hitungan detik. Waktu yang dibutuhkan untuk menjalankan program dengan 17 fitur lebih cepat dan efisien, 89.17 detik, sedangkan program dengan 43 fitur membutuhkan waktu lebih lama, 205.34 detik.

#### 4. Kesimpulan

Hasil prediksi dengan metode klasifikasi *naive bayes classifier* akan memprediksi data normal dan serangan, jika prediksi *naive bayes* menyatakan normal terhadap data normal, maka hasil prediksi sama atau bisa dikatakan (*true*) dan jika prediksi *naive bayes* menyatakan serangan terhadap data normal, maka hasil prediksi tidak sama (*false*) begitu juga sebaliknya. Maka dari itu hasil prediksi klasifikasi dapat diukur dengan tingkat akurasi, *precision* dan *recall* berdasarkan *confusion matrix*.

Hasil skenario pengujian dilakukan pengujian sistem terhadap hasil perbandingan kinerja data yang sudah diseleksi fitur menggunakan 17 fitur dan tanpa penerapan seleksi fitur *information gain* menggunakan 43 fitur dengan metode 10 *Fold Cross Validation*. Hasil yang didapatkan lebih baik hasil penerapan seleksi fitur *Information Gain* dengan nilai rata-rata akurasi 75.81%, sedangkan hasil yang didapatkan tanpa penerapan seleksi fitur sebesar 75.57%. Sistem ini juga dapat mengeksekusi program dengan menggunakan 17 fitur lebih cepat dan efektif yaitu 89.17 detik, dibandingkan dengan waktu eksekusi program yang menggunakan 43 fitur diperoleh waktu 205.34 detik.

#### Referensi

- [1] D. B. Satmoko, P. Sukarno, and E. M. Jadied, "Peningkatan Akurasi Pendeteksian Serangan DDoS Menggunakan Multiclassifier Ensemble Learning dan Chi-Square Pendahuluan Studi Terkait," vol. 5, no. 3, pp. 7977–7985, 2018.
- [2] S. Anwar, F. Septian, and R. D. Septiana, "Klasifikasi Anomali Intrusion Detection System (IDS) Menggunakan Algoritma Naïve Bayes Classifier dan Correlation-Based Feature Selection," *J. Teknol. Sist. Inf. dan Apl.*, vol. 2, no. 4, p. 135, 2019, doi: 10.32493/jtsi.v2i4.3453.
- [3] K. Kurniabudi, A. Harris, and A. Rahim, "Seleksi Fitur Dengan Information Gain Untuk Meningkatkan Deteksi Serangan DDoS menggunakan Random Forest," *Techno.Com*, vol. 19, no. 1, pp. 56–66, 2020, doi: 10.33633/tc.v19i1.2860.
- [4] D. Pratama and S. S. Polytechnic, "SERANGAN DDOS PADA SOFTWARE-DEFINED NETWORK," no. August 2019, 2021, doi: 10.31227/osf.io/a86cr.
- [5] A. Fatkhurohman and E. Pujastuti, "Penerapan Algoritma Naïve Bayes Classifier untuk Meningkatkan Keamanan Data dari Website Phising," *J. Teknol. Inf.*, vol. 15, no. 1, pp.

115–124, 2019.

- [6] A. Prasetyo, L. Affandi, and D. Arpandi, "Implementasi Metode Naive Bayes Untuk Intrusion Detection System (Ids)," *J. Inform. Polinema*, vol. 4, no. 4, p. 280, 2018, doi: 10.33795/jip.v4i4.220.
- [7] D. A. Nasution, H. H. Khotimah, and N. Chamidah, "Perbandingan Normalisasi Data untuk Klasifikasi Wine Menggunakan Algoritma K-NN," *Comput. Eng. Sci. Syst. J.*, vol. 4, no. 1, p. 78, 2019, doi: 10.24114/cess.v4i1.11458.
- [8] F. Tempola, M. Muhammad, and A. Khairan, "Perbandingan Klasifikasi Antara KNN dan Naive Bayes pada Penentuan Status Gunung Berapi dengan K-Fold Cross Validation," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 5, p. 577, 2018, doi: 10.25126/jtiik.201855983.

## Perbandingan Pengelompokan Metode PSO K-Means Dan Tanpa PSO Dalam Pengelompokan Data Alert

I Gede Made Sankhya Saiyoga Krisna<sup>1</sup>, I Wayan Supriana<sup>2</sup>, I Dewa Made Bayu Atmaja Darmawan<sup>3</sup>, Agus Muliantara<sup>4</sup>, Ngurah Agus Sanjaya ER<sup>5</sup>, Luh Gede Astuti<sup>6</sup>

<sup>a</sup>Informatics Engineering, Faculty of Math and Science, University of Udayana  
South Kuta, Badung, Bali, Indonesia

<sup>1</sup>sankhyasaiyoga@gmail.com

<sup>2</sup>wayan.supriana@unud.ac.id

<sup>3</sup>dewabayu@unud.ac.id

<sup>4</sup>muliantara@unud.ac.id

<sup>5</sup>agus\_sanjaya@unud.ac.id

<sup>6</sup>lg.astuti@unud.ac.id

### Abstract

With increasing knowledge and increasing internet crime, an Intrusion Detection System (IDS) is needed, one of which is Snort which can detect attacks. An attack notification is needed to let administrators know if an attack has occurred. The grouping of alerts uses the PSO method on K-Means and continues with the calculation of the risk value to label the threat level, namely low, medium, high in each group. The Whatsapp bot will send groups of alerts that have high and medium labels only. A notification will appear on the Whatsapp application. The results obtained in this study by grouping the attack data, namely, the accuracy obtained by the system using the Particle Swarm Optimization method on K-Means obtained better results than only using the K-Means method.

**Keyword:** *Intrusion Detection System, K-Means, Snort, Clustering, log.*

### 1. Pendahuluan

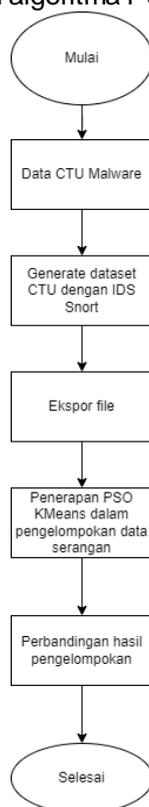
Untuk membantu seseorang administrator jaringan pada mengetahui jenis agresi yg berhasil lolos dalam sistem keamanan jaringan perlu dilakukan pengelompokan terhadap data log tadi sebagai akibatnya bisa dilakukan tindakan lebih lanjut dalam mengatasi agresi tadi oleh administrator jaringan. Tetapi, jumlah data dalam log Snort biasanya relatif *poly* sebagai akibatnya hal tadi bisa sebagai kasus lantaran buat menganalisisnya seseorang administrator jaringan membutuhkan *poly* waktu. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang dapat mengklasifikasikan data serangan menggunakan algoritma *KMeans* PSO. Tetapi agar mengetahui seberapa efektif optimasi penerapan algoritma PSO pada *K-Means* perlu adanya perbandingan dengan menerapkan algoritma pengelompokan K-Means. Analisis *log* IDS Snort pernah dilakukan untuk seleksi notifikasi serangan dengan Algoritma K-Means sehingga hanya serangan berbahaya yang akan dikirimkan melalui SMS [1].

Berdasarkan pemaparan tersebut, penulis ingin mengelompokan jenis paket data *output Snort* menerapkan metode *K-Means* PSO setelah itu dibandingkan dengan hasil pengelompokan dengan algoritma *K-Means*. Hasil perbandingan tersebut berupa hasil nilai parameter *Silhouette*, *SSE*, dan kuantisasi. Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan dataset yang berasal dari situs [www.CTUMalware.com](http://www.CTUMalware.com) yang digunakan sebagai input *Snort*. Jumlah data pada penelitian ini adalah 1040 data dengan 9 atribut diantaranya *timestamp*, *protocol*, *sig id*, *sig rev*, *port awal*, *port tujuan*, *msg*, *src* dan *dst*.

### 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan dataset yang diperoleh dari [www.CTUMalware.com](http://www.CTUMalware.com) <https://mcfp.felk.cvut.cz/publicDatasets/CTU-Malware-Capture-Botnet-54/>, jumlah data pada penelitian ini adalah 1040 data dengan 9 atribut diantaranya *timestamp*, *protocol*, *sig id*, *sig rev*, *port awal*, *port tujuan*, *msg*, *src* dan *dst*. Penelitian ini dimulai dengan pengambilan data *snort Log*, data *snort log* merupakan hasil data dari penemuan yang dilakukan oleh *snort*, dan hasilnya berupa file *log* [1]. *Snort* menggunakan algoritma *KMeans* PSO dalam pengelompokan [2] untuk mengkonversi data ke format csv untuk kemudahan pemrosesan selama fase pengelompokan. Selain itu, data *log* yang dikonversi ke format csv melewati fase *preprocessing*. Pada fase *preprocessing* berguna untuk mengubah data menjadi format yang lebih mudah diproses dengan algoritma *KMeans* PSO [3]. Selain itu, setelah melalui tahap *preprocessing*, data tersebut dikelompokkan menggunakan algoritma PSO

*KMeans*, dan pengelompokan *KMeans* pada penelitian ini dilakukan dengan *Python* [4]. Tahap terakhir melakukan perbandingan antara penerapan algoritma PSO *Kmeans* dengan *Kmeans* [5].



**Gambar 2. 1** System Flowchart

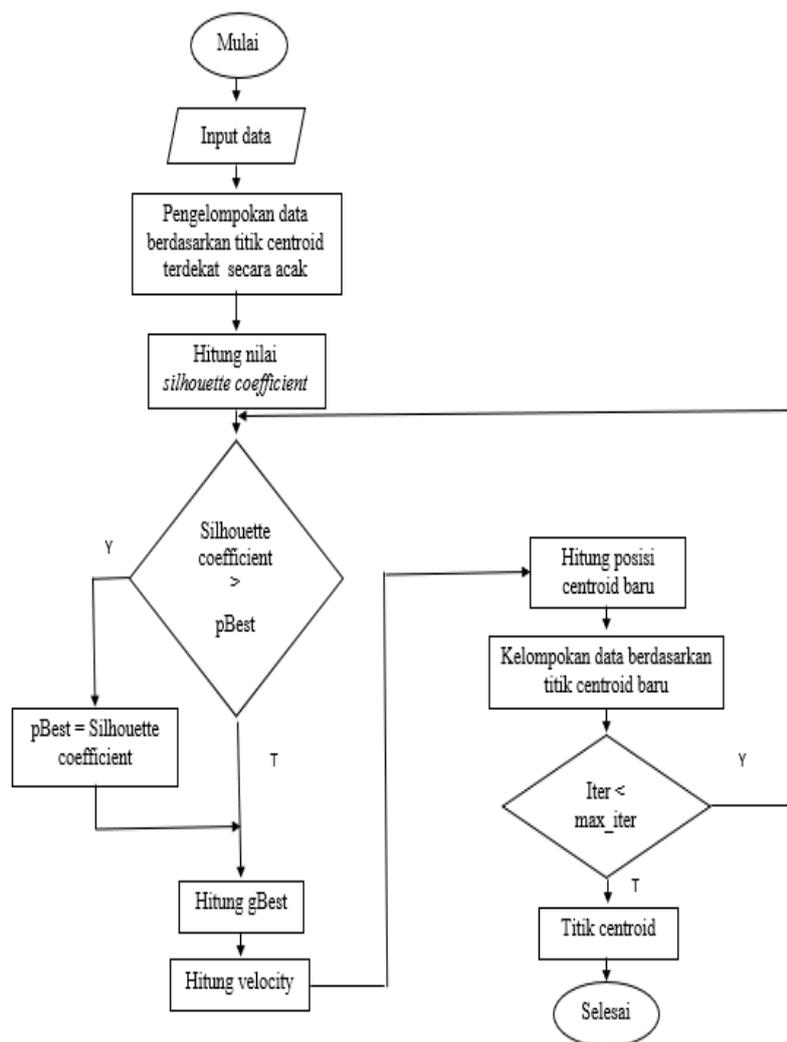
Langkah pertama dalam *preprocessing* adalah memproses nilai-nilai yang hilang. Nilai yang hilang adalah data yang tidak akurat karena informasi yang hilang membuat informasi yang terkandung di dalamnya tidak relevan. Kemudian, jika data tidak mengandung nilai yang hilang, langkah selanjutnya dalam preprocessing, data disesuaikan dengan rentang parameter dan dapat diproses oleh algoritma *Kmeans* PSO. Atribut yang digunakan pada penelitian ini adalah *port awal*, *port tujuan*, *msg*.

## 2.1 Clustering

*Clustering* adalah metode mengelompokkan data ke dalam *cluster*. Objek serupa berada di *cluster* yang sama, tetapi objek yang berbeda berada di *cluster* yang berbeda. Oleh karena itu, *clustering* adalah cara untuk mengelompokkan objek data ke dalam kelompok yang berbeda. B. Objek data yang sama yang masuk ke cluster yang sama dan objek data yang berbeda yang masuk ke *cluster* yang berbeda. Ada banyak metode pengelompokan, tergantung pada jenis data yang ingin Anda kelompokkan dan tujuan aplikasi Anda. Anda dapat menggunakan metode ini untuk mengelompokkan objek ke dalam kluster dan menggunakan hasil pengelompokan untuk mendeteksi keberadaan *outlier* dalam data Anda. Meskipun data yang digunakan adalah tipe data numerik.

## 2.2 PSO K-Means Clustering

Metode Particle Swarm Optimization (PSO) berfungsi dalam menentukan titik pusat tiap cluster atau centroid untuk digunakan dalam proses pengelompokan menggunakan algoritma K-Means. Algoritma K-Means dapat mengelompokkan ke dalam beberapa cluster atau kelompok berdasarkan kemiripan dari data tersebut. Pada penelitian ini cluster yang akan dibentuk berjumlah 4 cluster/kelompok pada penelitian ini K-Means digunakan untuk mengelompokkan alert serangan yang tertangkap oleh Snort.



**Gambar 2. 2** System Flowchart

Penjelasan flowchart :

1. Data serangan diambil dari database dari Snort yang selanjutnya akan dilakukan clustering data yang digunakan untuk clustering yaitu data msg, jenis port dan data port tujuan.
2. Tentukan banyak cluster yang digunakan.
3. Menentukan nilai centroid awal. Nilai centroid awal ditentukan dengan menggunakan metode Particle Swarm Optimization (PSO).
4. Langkah pertama pada metode PSO yang dilakukan adalah menentukan titik centroid secara random serta mengelompokkan data pada titik centroid terdekat.
5. Kemudian dalam setiap iterasinya, dihitung fitness function menggunakan dari cluster yang terbentuk tersebut menggunakan silhouette coefficient.

$$s(i) = \frac{\min(d(i,j))}{\sum_{i,j}^n(d(i,j))} \quad (1)$$

Keterangan :

s = silhouette

d = distance

n = batas akhir

i,j = index

6. Setelah itu hitung kecepatan  $v$  menggunakan persamaan (2) dan hitung partikel  $x$  berdasarkan kecepatan menggunakan (3). Iterasi berhenti apabila jumlah iterasi sudah melalui batas maksimal iterasi. Iterasi yang dilakukan penulis sebanyak 100 kali.

$$v_i^p = v_i^p + c1.r1 \left( localbest_i^p - x_i^p \right) + c2.r2 \left( globalbest_i^p \right) \quad (2)$$

Keterangan :

v = velocity

p = batas akhir

c1 = sosial komponen

c2 = kognitif komponen

r1,r2 = random

i,j = index

7. Perbarui centroid

$$x(i, j) = x(i, j) + v(i, j) \tag{3}$$

Keterangan :

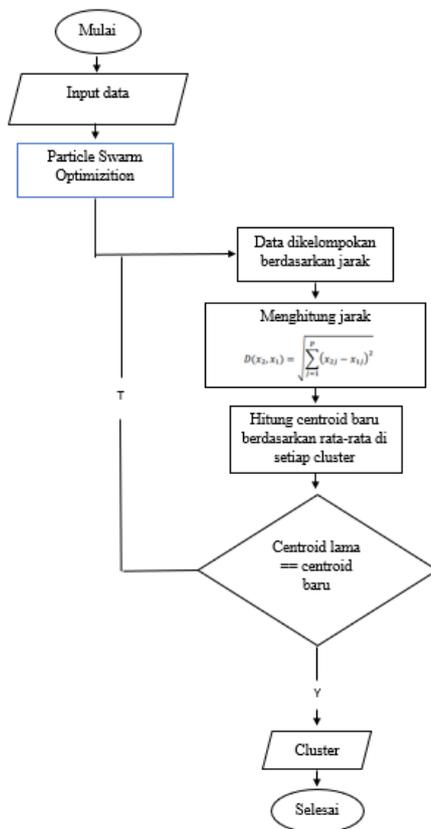
x = centroid

v = velocity

8. Hasil dari particle swarm optimization ini berupa titik centroid yang akan digunakan sebagai centroid awal dari k-means.

### 2.3 K-Means Clustering

Metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) berfungsi pada memilih titik sentra tiap *cluster* atau *centroid* buat dipakai pada proses pengelompokan memakai prosedur pemecahan *K-Means*. Algoritma *K-Means* bisa mengelompokkan kedalam beberapa cluster atau gerombolan menurut kemiripan menurut data tersebut. Pada penelitian ini *cluster* yg akan dibuat berjumlah 4 cluster/gerombolan Nantinya setiap *cluster* akan melalui proses perhitungan nilai resiko terlebih dahulu buat menerima label masing-masing. Cluster yg berlabel low akan diabaikan sedangkan cluster yg berlabel high & medium akan dikirimkan menuju admin. Pada penelitian ini K-Means dipakai buat Langkah – Langkah Algoritma K-Means [6] :



Gambar 2. 3 System Flowchart

1. Tentukan K cluster centroid yang diinginkan.
2. Hitung jarak setiap data dengan centroid dengan Persamaan (1) dimana .Nx adalah jumlah data, Nf adalah jumlah dimensi, x<sub>ij</sub> adalah data ke-l dengan atribut ke-j, dan c<sub>ij</sub> adalah klaster ke-l dengan centroid ke-j.

$$d(x_{ij}, c_{ij}) = \sqrt{\sum_{i=1}^{N_x} \sum_{j=1}^{N_f} (x_{ij} - c_{ij})^2} \quad (1)$$

3. Setiap data dikelompokan berdasarkan jarak terdekat dengan centroid
4. Perbarui centroid berdasarkan data yang telah dikelompokan dengan Persamaan (2) dimana  $x_j$  adalah atribut ke- $j$  pada suatu data,  $N_d$  adalah jumlah dimensi, dan  $N_{xc}$  adalah jumlah data dalam satu klaster.

$$C_j = \frac{\sum_{i=1}^{N_d} x_j}{N_{xc}} \quad (2)$$

5. Ulangi hingga tidak terjadi perubahan pada nilai centroid, dan nilai jarak minimal maupun maksimal data ke cluster kurang dari threshold.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pada tahapan ini, penulis menentukan atribut yang digunakan pada proses pengelompokan selain itu penulis juga wajib menentukan nilai  $K$ . Atribut yang telah ditentukan yaitu *msg*, port tujuan dan port awal. Selanjutnya akan dilakukan perbandingan hasil parameter penerapan metode PSO *Kmeans* dengan tanpa PSO. Tahap awal yaitu dilakukan tahap *preprocessing*.

#### 3.1 Preprocessing

Tahap *preprocessing* diawali dengan menangani data yang terdapat *missing value*, pada penelitian ini tidak terdapat *missing value*. Gambar 3.1 menunjukkan bahwa data tidak terdapat *missing value*. Gambar 3.2 merupakan tahap *preprocessing* selanjutnya adalah data akan disesuaikan dengan rentang parameter sehingga dapat diproses dengan algoritma K-Means. pada tahap ini dilakukannya *scaling* data, *scaling* data berguna untuk perbandingan antara angka-angka agar membentuk nilai float dari angka 0 sampai 1.

**Gambar 3. 1** Missing Value

```
df.isna().sum()
srcport    0
dstport    0
prio       0
pro        0
dtype: int64
```

**Gambar 3. 2** Hasil Scaling

	srcport	dstport	prio
0	0.674054	0.752916	1.0
1	0.619336	1.000000	1.0
2	0.865373	0.408510	1.0
3	0.865373	0.408510	0.5
4	0.926963	0.159205	0.5

#### 3.2 Clustering PSO K-Means

Pengujian tahap pertama yaitu implementasi PSO *K-Means* dalam pengelompokan data serangan. Pada Langkah pertama input jumlah kluster terlebih dahulu. Pada penelitian ini menginputkan jumlah cluster sebanyak 4. Langkah Selanjutnya jalankan program pada tabel 3.1 untuk melihat hasil dari proses clustering menggunakan algoritma PSO dan *K-Means*.

Setelah program dijalankan kemudian, dapat dilihat hasil dari proses PSO dan K-Means. Dimana tahap ini menghasilkan nilai dari Silhouette, SSE, dan Quantization. Pengujian ini dilakukan sebanyak 10 kali untuk dapat mencari rata-rata parameter hasil pengelompokan pada penerapan PSO pada K-Means.

**Tabel 3. 1** Hasil Pengujian PSO K-Means

Pengujian	Silhouette	SSE	Quantization
Proses PSO K-Means	0.7491295267000625	13.60117717042267	1.570794247818463
	0.7491295267000728	13.57117717042267	1.580794247818463
	0.7491295267002971	13.57117717042266	1.580794247818462
	0.7131168439918436	16.31232372816058	1.590100594586362
	0.7491295267001408	13.57117717042266	1.580794247818462
	0.7440149394753982	13.91259238916166	1.549488707021564
	0.7491295266989284	13.57117717042268	1.580794247818463
	0.7478081172409544	16.07639176534623	1.696054258139580
	0.7491295258787264	13.57117717042267	1.580794247818463
	0.7431168439596913	13.37912960243446	1.589770950450701

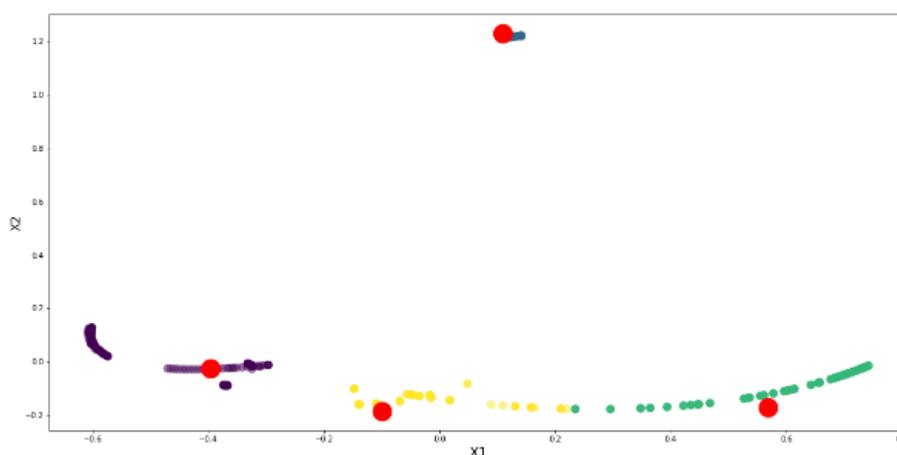
Rata – rata yang diperoleh setelah melakukan 10 pengujian, didapatkan hasil sebagai berikut.

**Tabel 3. 2** Rata-rata Hasil Pengujian PSO K-Means

Silhouette	0.744283
SSE	14.11375
Quantization	1.590018

Gambar 3.3 merupakan tampilan hasil *cluster* dengan menerapkan algoritma PSO K-Means.

**Gambar 3. 3** Gambar Hasil *Cluster* PSO K-Means



### 3.3 Clustering K-Means

Pengujian tahap kedua yaitu implementasi *K-Means* dalam pengelompokan data serangan. Pada Langkah pertama input jumlah kluster terlebih dahulu. Pada penelitian ini menginputkan jumlah cluster sebanyak 4. Setelah program dijalankan kemudian, dapat dilihat hasil dari proses *K-Means*. Dimana tahap ini menghasilkan nilai dari *Silhouette*, *SSE*, dan *Quantization*. Pengujian ini dilakukan sebanyak 10 kali untuk dapat mencari rata-rata parameter hasil pengelompokan pada penerapan *K-Means*.

**Tabel 3.3** Hasil Pengujian *K-Means*

Pengujian	Silhouette	SSE	Quantization
Proses <i>K-Means</i>	0.7150454955578257	16.36147447336842	1.603585966152606
	0.7150454955567264	16.36147447336842	1.603585966152606
	0.7150454955577925	16.36147447336840	1.603585966152605
	0.7150454951273493	16.36147447336839	1.603585966152604
	0.7150454955283128	16.36147447336840	1.603585966152605
	0.7150454951268987	16.36147447336843	1.603585966152608
	0.7150454955556501	16.36147447336843	1.603585966152607
	0.7150454955551455	16.36147447336844	1.603585966152608
	0.7150454951265661	16.36147447336841	1.603585966152606
	0.7150454950951788	16.36147447336839	1.603585966152604

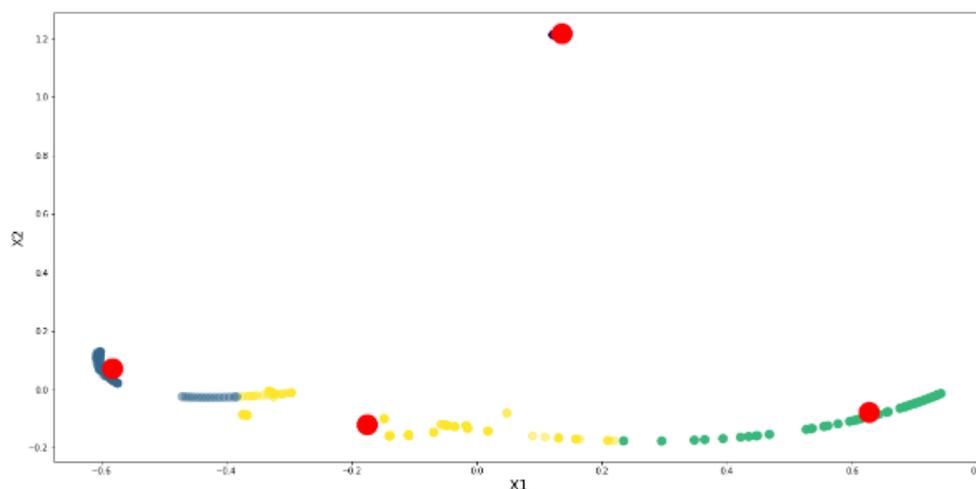
Rata – rata yang diperoleh setelah melakukan 10 pengujian, didapatkan hasil sebagai berikut.

**Tabel 3.4** Rata-rata Hasil Pengujian *K-Means*

Silhouette	0.715045
SSE	16.36147
Quantization	1.603585

**Gambar 3.4** Gambar Hasil *Cluster K-Means*

Gambar 3.3 merupakan tampilan hasil *cluster* dengan menerapkan algoritma PSO *K-Means*.



#### 4. Kesimpulan

Setelah dilakukan perbandingan akurasi pada pengelompokan data serangan menggunakan metode PSO pada K-Means dan K-Means tentunya memperoleh hasil yang berbeda, dimana penerepan metode PSO pada K-Means menghasilkan nilai Sum of Square Error (SSE), Silhouette, dan Quantization error yang lebih baik dibandingkan hanya penerapan K-Means. Nilai Sum of Square Error (SSE), Silhouette, dan Quantization error pada metode optimasi PSO pada K-Means memperoleh hasil 14.11375, 0.744283, dan 1.590018. Sedangkan nilai Nilai Sum of Square Error (SSE), Silhouette, dan Quantization error pada metode K-Means memperoleh nilai 16.36147, 0.715045, dan 1.590018.

#### Referensi

- [1] B. Alfiansyah, S. Syaifuddin, and D. Risqiwati, "Pengelompokan Notifikasi Alert Intrusion Detection System Snort Pada Bot Telegram Menggunakan Algoritma K-Means," *J. Repos.*, vol. 2, no. 3, p. 339, 2020, doi: 10.22219/repositor.v2i3.436.
- [2] A. Y. Ananta, "Seleksi Notifikasi Serangan Berbasis Ids Snort Menggunakan Metode K-Means," *SMARTICS J.*, vol. 3, no. 2, pp. 31–37, 2017, doi: 10.21067/smartics.v3i2.1954.
- [3] M. Affandi *et al.*, "Implementasi Snort Sebagai Alat Pendeteksi Intrusi Menggunakan Linux," *J. Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 2, 2013, [Online]. Available: [www.linux.org](http://www.linux.org).
- [4] M. Khalid, N. Pal, and K. Arora, "Clustering of Image Data Using K-Means and Fuzzy K-Means," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 5, no. 7, pp. 160–163, 2014, doi: 10.14569/ijacsa.2014.050724.
- [5] M. A. Ramadhan, Efendi, "Perbandingan K-Means dan Fuzzy C-Means untuk Pengelompokan Data User Knowledge Modeling," *Semin. Nas. Teknol. Informasi, Komun. dan Ind.* 9, pp. 219–226, 2017.
- [6] F. Y. Bisilisin, Y. Herdiyeni, and B. P. Silalahi, "Optimasi K-Means Clustering Menggunakan Particle Swarm Optimization pada Sistem Identifikasi Tumbuhan Obat Berbasis Citra," *J. Ilmu Komput. dan Agri-Informatika*, vol. 3, no. 1, p. 37, 2017, doi: 10.29244/jika.3.1.37-46.

## Sistem Informasi Pura Kahyangan Jagat Berbasis Ontology

I Gede Acintia Udayana<sup>a1</sup>, Cokorda Pramatha<sup>a2</sup>, Ida Bagus Made Mahendra<sup>a3</sup>, Ngurah Agus Sanjaya ER<sup>a4</sup>, I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan<sup>a5</sup>, I Gede Santi Astawa<sup>a6</sup>

<sup>a</sup>*Informatics Departement, Faculty of Mathematics and Natural Science, Universirty of Udayana  
South Kuta, Badung, Bali, Indonesia*

[1acintiaudayana74@email.com](mailto:1acintiaudayana74@email.com)

[2cokorda@unud.ac.id](mailto:2cokorda@unud.ac.id)

[3jbm.mahendra@unud.ac.id](mailto:3jbm.mahendra@unud.ac.id)

[4agus\\_sanjaya@unud.ac.id](mailto:4agus_sanjaya@unud.ac.id)

[5qunqde@unud.ac.id](mailto:5qunqde@unud.ac.id)

[6santi.astawa@unud.ac.id](mailto:6santi.astawa@unud.ac.id)

### Abstract

*Bali is one of the tourist attractions that are in great demand by tourists both from foreign tourists and from within the country because it has a diversity of arts and culture. However, many people do not know the meaning of the temple itself and the types of temples. Therefore, in this study, the development of the Kahyangan Jagat Temple information system was carried out using the Prototyping method and using the ontology as the backbone of the system. The development of the ontology model is built using the Methodology method. The system has features of browsing and searching. In evaluating the system's functionality, a Black-Box Testing test of the browsing and search features was carried out. The results obtained in the system provide good functionality testing results.*

**Keywords:** *kahyangan jagat tample, prototyping, methontology, ontology*

### 1. Pendahuluan

Bali merupakan salah satu daya tarik wisata dalam negeri maupun mancanegara yang menjadi salah satu tujuan utama untuk dikunjungi oleh para wisatawan. Bali juga dikenal memiliki banyak keberagaman seni dan budayanya. Seni dan budaya bali memiliki nilai tersendiri yang sangat diistimewakan dari segi seni dan budaya yang berbentuk benda maupun tak benda [1]. Salah satunya tempat suci agama hindu atau yang biasa disebut dengan pura yang juga merupakan ikon dari Pulau Bali [2]. Pura merupakan tempat suci yang dipergunakan sebagai tempat ibadah bagi umat yang beragama hindu sebagai tempat memuja Ida Sanghyang Widhi Wasa, para Dewa dan roh leluhur dengan cara mempersempahkan rasa baktinya dengan menghaturkan persembahan atau korban suci (yadnya). Pura juga dapat dibagi menjadi empat jenis yaitu ada pura kawitan, pura swagina, pura kahyangan desa, dan pura kahyangan jagat. Pura Kahyangan Jagat merupakan tempat beribadah umat Hindu yang bersifat umum dimana semua umat Hindu diperbolehkan beribadah di sana.

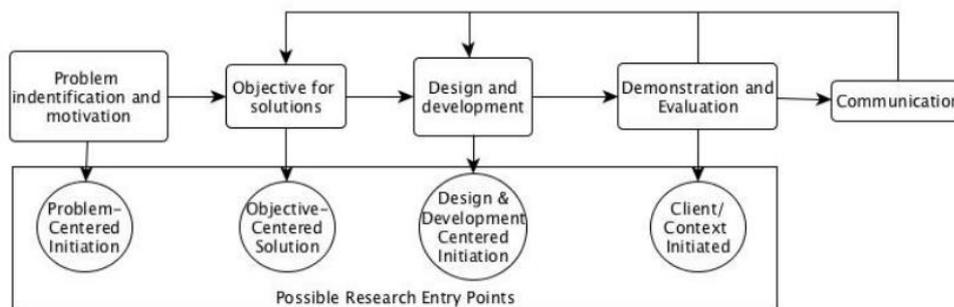
Pura Kahyangan Jagat dapat diklasifikasikan menjadi empat yang pertama ada Kahyangan Jagat yang berlandaskan konsepsi *Rwabhineda*, Kahyangan Jagat yang berlandaskan konsepsi *Catur Lokapala*, Kahyangan Jagat yang berlandaskan konsepsi *Sad Winayaka*, dan Kahyangan Jagat yang berlandaskan konsepsi *Padma Bhuana* [3]. Pura Kahyangan Jagat juga memiliki beberapa status yaitu sebagai Sad Kahyangan, dan Dang Kahyangan. Dimana pura sad kahyangan jagat di Bali merupakan kompleks pura sakral yang memiliki arti penting bagi kehidupan beragama masyarakat di pulau Bali. Sedangkan pura yang berstatus Sad Kahyangan memiliki fungsi umum sebagai stana para dewa yang ditujukan sebagai penjaga di sembilan mata angin. Dan pura yang memiliki status dang kahyangan merupakan tempat suci yang dibangun untuk mengenang jasa para pimpinan umat Hindu yang pernah

berkunjung ke Bali, seperti Rsi Markandya, Dhanghyang Dwijendra, dan Danghyang Asthapaka. Namun masih banyak yang belum mengetahui apa yang dimaksud dari pura itu sendiri dan jenis-jenis yang dimiliki pura. Sehingga dibutuhkan suatu usaha untuk membantu informasi pura secara sistematis agar pengguna lebih mudah mendapatkan informasi mengenai pura kahyangan jagat. Penggunaan konsep ontologi semantik sebagai tulang punggung sistem merupakan salah satu alternatif solusi yang akan digunakan oleh penulis. Ontologi adalah model formal yang menggambarkan domain tertentu dan menentukan arti istilah dengan menggambarkan hubungannya dengan istilah lain dalam ontologi. [4]

Model ontologi yang digunakan dibangun menggunakan metode *Methontology*. *Methontology* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengembangkan model ontologi. *Methontology* memiliki keunggulan dalam menggambarkan setiap aktivitas. Metode *Methontology* dapat menggunakan kembali ontologi yang dibangun untuk pengembangan sistem lebih lanjut [5]. Makadari itu peneliti memiliki usulan untuk membuat sebuah sistem informasi pura kahyangan jagat agar informasi pura tersebut dapat diwariskan dan didapatkan lebih mudah, dengan menggunakan teknologi *web semantic*, yang dimana aplikasi yang dibuat dapat melakukan pencarian, dan penjelajahan *semantic*.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian *DSRM (Design Science Research Methodology)*. Metode *DSRM* memberikan pendekatan yang berurutan untuk melakukan penelitian untuk membuat dan mengevaluasi desain untuk memecahkan masalah [6].



Gambar 1. Metode *DSRM (Design Science Research Methodology)*

### 2.1 Identifikasi Masalah Dan Motivasi

Tahapan ini merupakan tahapan untuk identifikasi masalah yang diangkat pada penelitian ini. Masalah dari penelitian ini yaitu kurangnya atau minimnya sumber informasi yang diketahui oleh masyarakat terhadap informasi Pura Kahyangan Jagat di Bali, baik itu sejarah dari Pura Kahyangan Jagat, pelinggih yang ada pada pura tersebut, alamat dari Pura Kahyangan Jagat, dan odalan yang berada pada Pura Kahyangan Jagat itu sendiri. Sehingga penulis memiliki usulan untuk membuat sebuah aplikasi berbasis *web* sebagai wadah untuk mendapatkan informasi dari Pura Kahyangan Jagat yang berada di Bali.

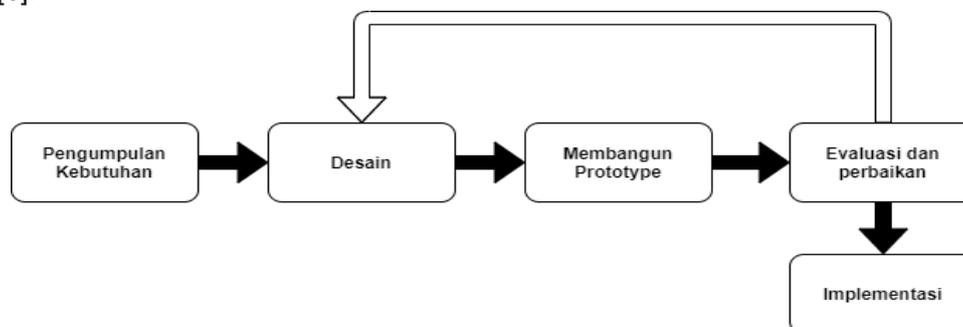
### 2.2 Solusi Objectif

Tahapan ini merupakan tahapan untuk menentukan solusi yang digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut, penulis menawarkan sebuah solusi yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan mengenai minimnya informasi yang didapatkan oleh masyarakat terhadap Pura Kahyangan Jagat, yaitu dengan membuat sebuah aplikasi berbasis *web* sebagai wadah untuk masyarakat menemukan informasi terkait dengan pura kahyangan jagat yang berada di Bali. Sehingga diharapkan tradisi serta warisan budaya ini dapat dilestarikan hingga nanti. Dalam sistem ini akan dihadirkan fitur penjelajahan dan pencarian agar memudahkan mengetahui informasi

atau data yang ada dalam sistem tersebut. Pada proses menentukan keputusan pengguna harus menentukan kriteria berdasarkan kebutuhan yang diperlukan lalu hasil yang didapatkan berdasarkan kriteria tersebut akan dicocokkan dengan sekumpulan data berdasarkan Pura Kahyangan Jagat yang cocok.

### 2.3 Perancangan dan Pengembangan

Dalam pengembangan sistem menggunakan metode *prototyping*. Metode *prototyping* merupakan metode pembangunan perangkat lunak yang memungkinkan untuk pengguna dan pengembang sistem saling berinteraksi dalam prosesnya [7]. Keuntungan dari metode ini adalah komentar yang cepat dari pengguna [8].



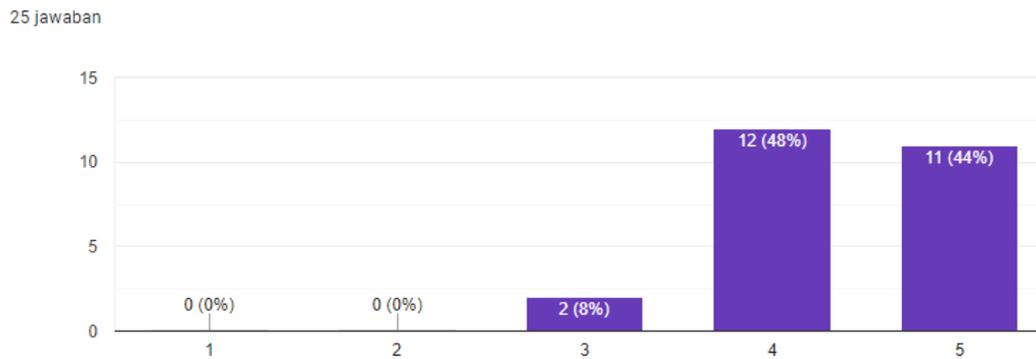
Gambar 2 Tahapan Pembangunan Sistem dengan Metode Prototyping

#### a. Analisis Kebutuhan

Langkah-langkah yang dilakukan pengembangan sistem memerlukan penilaian komponen berupa kebutuhan awal dan analisa tentang ide maupun gagasan yang digunakan dalam membangun atau mengembangkan sebuah sistem. Analisis dilakukan untuk mengetahui seperangkat kebutuhan yang dibutuhkan ataupun hal yang digunakan dalam menunjang penelitian [9]. Pada tahapan ini terdiri dari 2 yaitu analisis kebutuhan fungsional meliputi kegunaan sistem, dan analisis kebutuhan non-fungsional meliputi komponen eksternal yang digunakan dalam menunjang penelitian.

#### b. Pengumpulan data

Data yang digunakan untuk membangun model ontologi dibagi menjadi 2 yaitu data awal sebagai kriteria yang digunakan nanti dalam fitur pencarian, dan penjelajahan. Pada tahap pengumpulan data awal ini penulis telah melakukan pengambilan data awal melalui survei secara online yang melibatkan beberapa pihak melalui kuesioner yang digunakan sebagai data awal pemilihan kriteria awal untuk pura kahyangan jagat. responden kuesioner ini merupakan terdiri dari 25 responden. Kuesioner dibuat melalui media google form kemudian disebarakan ke responden, contohnya seperti pada Gambar 3 yang merupakan jawaban dari responden menyatakan setuju jika kabupaten dijadikan sebagai kriteriadari sistem pura kahyangan jagat. Dari hasil tersebut didapatkan 6 kriteria yang akan digunakan dalam fitur pencarian dan penjelajahan meliputi status pura, kabupaten, dewa, hari piodalan, warna, dan pelinggih.



**Gambar 3** Diagram Kabupaten Sebagai Kriteria

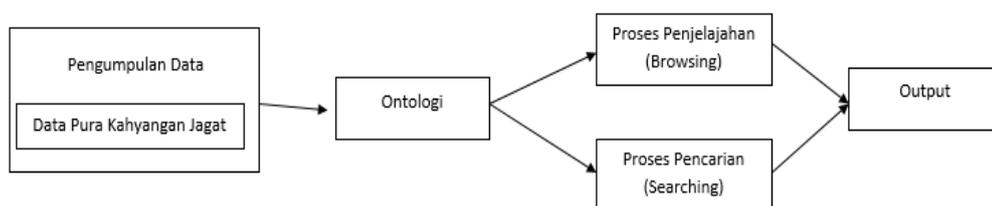
Data yang digunakan dalam pembangunan model ontologi adalah data yang mengenai kumpulan informasi Pura Kahyangan Jagat yang digunakan pada sistem. Data tersebut didapat dengan pengambilan langsung data pura pada setiap pura dan dengan literatur terkait yang termasuk dalam domain pura kahyangan jagat seperti buku maupun sumber internet yang dapat dipercaya. Data yang diambil adalah nama pura, kabupaten dari pura, kecamatan dari pura, desa dari pura, banjar dari pura, hari piodalan pura, pellingih pura, mangku yang berda di pura tersebut, alamat tinggal dari pemangku, dan dewa yang bersthana dipura tersebut.

c. Pembangunan Model Ontologi

Metode yang digunakan dalam pembangunan model ontologi untuk penelitian ini adalah methontology. Methontology ini merupakan salah satu metodologi untuk membangun model ontologi, dan memiliki keunggulan dalam memberikan gambaran rinci dari setiap aktivitas yang dilakukan. Selain itu, methontology juga memiliki kemampuan untuk menggunakan kembali ontologi yang dibuat untuk pengembangan sistem lebih lanjut [10].

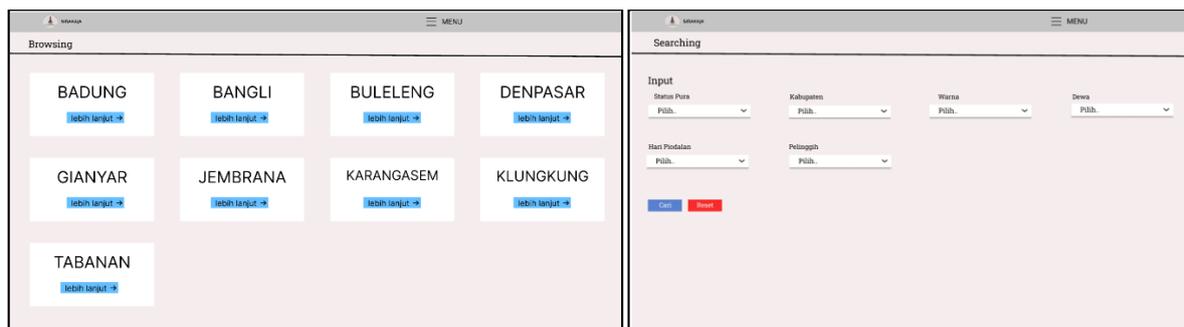
d. Desain

Desain sistem yang akan dibuat akan melalui berapa tahapan-tahapan yang akan dilalui. Dimulai dari tahapan pengumpulan dan penyimpanan data, proses penjelajahan, dan proses pencarian hingga tahap evaluasi kinerja sistem.



**Gambar 4** Desain Umum Sistem

Pada tahap pengumpulan data, peneliti mengumpulkan data mengenai informasi yang berkaitan dengan pura kahyangan jagat yang berada di pulau Bali. Lalu data akan diinputkan oleh peneliti kedalam model ontologi yang telah dibangun sebelumnya yang kemudian akan diimplementasikan kedalam sistem. Selanjutnya setelah melakukan tahap penjelajahan dan pencarian, maka sistem akan mengeluarkan hasil atau *output* sistem berupa informasi dari pura kahyangan jagat yang relevan terhadap pencarian *user* dan hasil pencarian akan saling berkaitan secara *semantik*.



Gambar 5 Desain Penjelajahan dan Pencarian sistem

## 2.4 Evaluasi Sistem

Tahapan evaluasi sistem merupakan tahapan yang dilakukan dengan pengujian dari beberapa bagian sistem atau aplikasi yang telah dikembangkan [11]. Tahap ini digunakan untuk sistem atau aplikasi yang akan dikembangkan sesuai dengan rencana desain awal. Pengujian yang dilakukan pada tahap tahapan evaluasi sitem ini yaitu *Black-box testing*.

## 2.5 Komunikasi

Tahapan terakhir dalam pengembangan aplikasi ini yaitu mendokumentasikan segala pengetahuan yang berkaitan dengan penelitian agar hasil dari penelitian dapat disimpan dalam bentuk arsip tulisan pada buku tugas akhir kemudian hasil tulisan ini dapat diterbitkan dalam jurnal ilmiah.

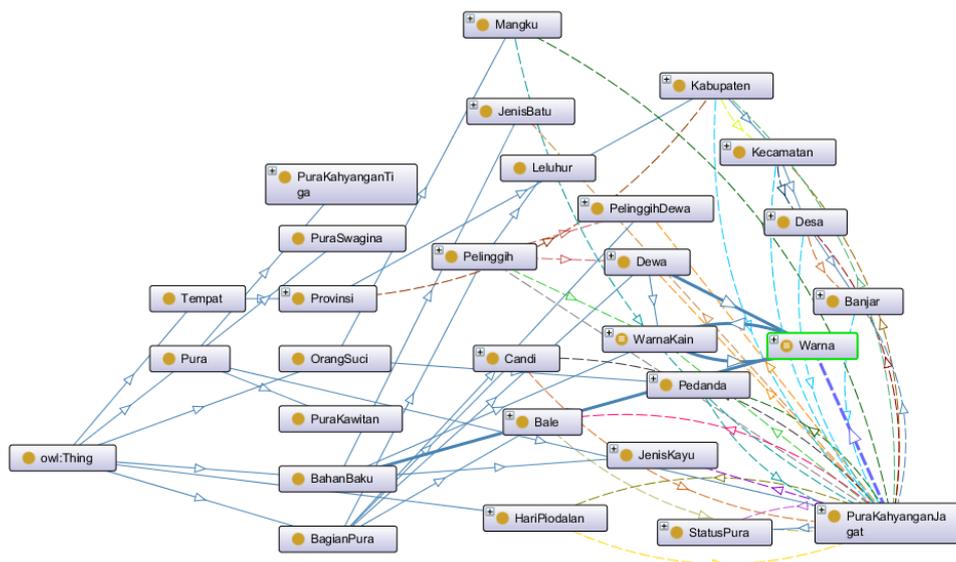
## 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan yang diuraikan dalam penelitian ini berkaitan dengan hasil pengembangan sistem informasi pura kahyangan jagat, serta hasil evaluasi sistem.

### 3.1 Desain dan Pengembangan Sistem

#### 1. Pembangunan Model Ontologi

perancangan konseptual ontologi dilakukan menggunakan metode *Methontology* kemudian diformalisasikan menggunakan perangkat lunak *Protégé 5.5.0*. Pada perangkat lunak *Protégé 5.5.0*, setiap bagian ontologi didefinisikan sesuai dengan hasil dari tiap tahapan tugas pada *Methontology*, dimana *concept* didefinisikan sebagai *class*, *ad-hoc binary relation* didefinisikan sebagai *object properties*, dan *instances* didefinisikan sebagai *individual*.



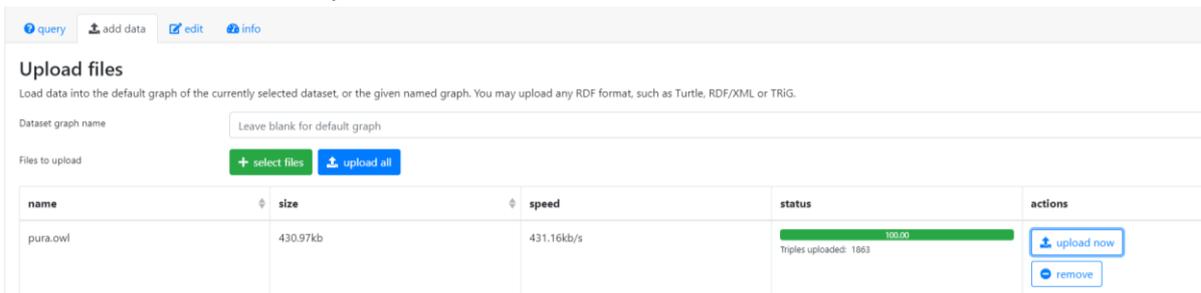
Gambar 6 Ontograf Ontologi Pura Kahyangan Jagat

## 2. Implementasi Sistem

Pada bagian implementasi sistem ini akan dijabarkan mengenai implementasi sistem sesuai dengan tahapan yang telah ditentukan. Dalam sistem akan ada 1 (satu) jenis pengguna saja yaitu *Guest User* yang akan dapat melakukan aktivitas penjelajahan, dan pencarian pura kahyangan jagat. Berikut ini merupakan implementasi sistem.

### 2.a Implementasi Ontologi ke Dalam Sistem

Dalam pembangunan sebuah *website* berbasis *Ontology* maka dibutuhkan sebuah *server* yang mampu mengelola data – data yang terdapat pada suatu *Ontology*. *Server* yang digunakan untuk mengelola sebuah Ontologi dinamakan *server Apache Jena Fuseki*. Pada Gambar 7 menunjukkan proses untuk mengunggah *file pura.owl* yang merupakan kumpulan data pura kahyangan jagat kedalam sebuah *server Apache Jena Fuseki*.



Gambar 7 Upload OWL ke server Apache Jena Fuseki

Setelah melakukan proses pengunggahan ke *server Apache Jena Fuseki*, perlu dilakukan menghubungkan antara server dengan *source code website* yang akan digunakan. Hal penting yang dapat dilakukan yaitu menuliskan *source code* pada Gambar 8 yang berisi tentang *IRI* dari *file pura.owl* yang telah di unggah dan alamat dari *server Apache Jena Fuseki*.

```
use EasyRdf\RdfNamespace;  
use EasyRdf\Sparql\Client;  
public $sparql;  
  
RdfNamespace::set('rdf', 'http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#');  
RdfNamespace::set('rdfs', 'http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#');  
RdfNamespace::set('owl', 'http://www.w3.org/2002/07/owl#');  
RdfNamespace::set('pura', 'http://www.semanticweb.org/Bali/PuraKahyanganJagat.owl#');  
  
$this->sparql = new Client('http://127.0.0.1:3030/purakhayangan/query');
```

Gambar 8 Code Penghubung Server Dengan Code Editor

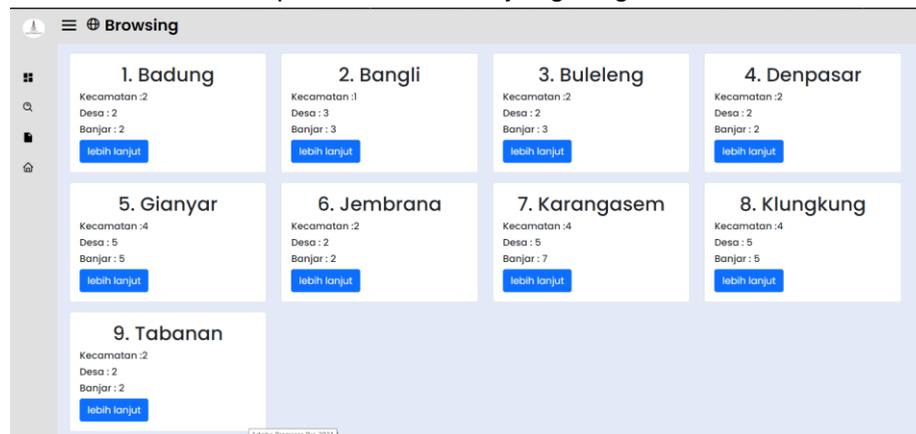
### 2.b Implementasi *User Interface* (Antarmuka) Sistem

*User interface* merupakan hal yang penting dalam sistem karena akan langsung berhubungan dengan pengguna. Berikut merupakan *user interface* dari fitur yang ada pada sistem:



Gambar 9 User Interface Halaman Utama

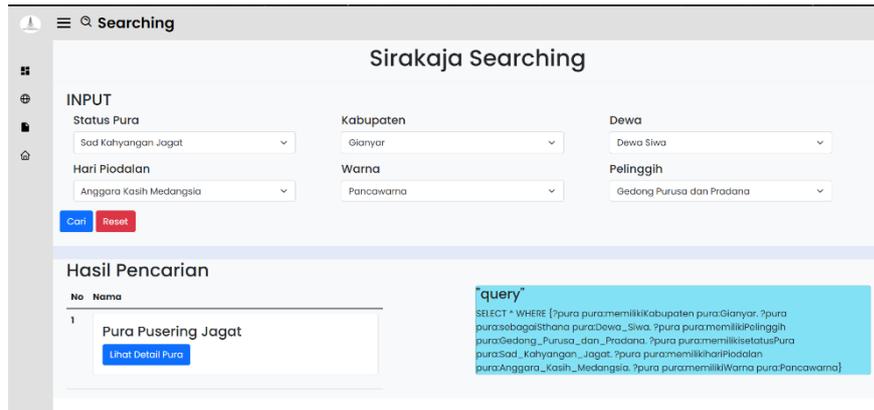
Pada Gambar 9 merupakan implementasi dari halaman utama sistem untuk *user*. Pada halaman ini akan terdapat deskripsi mengenai pura dan daftar tautan utama pada sistem, yaitu *browsing*, dan *searching*. Pada halaman ini *user* dapat memilih tautan yang diinginkan.



Gambar 10 User Interface Halaman Penjelajahan

Pada Gambar 10 adalah implementasi dari halaman penjelajahan sistem untuk *user*. Pada halaman ini akan terdapat beberapa daftar tautan penjelajahan pada sistem, yaitu kriteria-kriteria yang dapat dipilih oleh *user*.

# Udayana, Pramatha, Mahendra, Sanjaya, Kadyana, Astawa Pengembangan Sistem Informasi Pura Kahyangan Jagat Menggunakan Web Semantik



Gambar 11 User Interface Halaman Pencarian

Pada Gambar 11 merupakan tampilan fitur pencarian yang terdapat kumpulan beberapa kriteria. Pengguna mampu menggunakan lebih dari satu kriteria untuk menentukan pura yang ingin dicari. Setelah pengguna memasukkan inputan maka akan ditampilkan daftar pura yang sesuai dengan kriteria yang di *input*.



Gambar 12 User Interface Halama Detail

Pada Gambar 12 merupakan tampilan dari halaman detail pura, pada halaman ini akan terdapat informasi lengkap dari *pura* seperti nama *pura*, status pura, daerah pura, sejarah dari pura, nama dewa yang berstana, hari piodalan, titik koordinat, serta foto yang bisa dilihat oleh *user*.

## 3.2 Evaluasi Sistem

Pada tahapan evaluasi sistem dilakukan pengujian *Black-Box* bertujuan untuk melakukan pengujian fungsional pada keseluruhan fitur yang ada pada sistem. Fitur yang diuji yaitu fitur pencarian, dan penjelajahan.

Table 1 Kode pengujian Blackbox

Nama Pengujian	Kode Pengujian	Pengguna	Hasil Diharapkan
Pencarian	P1	Guest User	Berhasil
Penjelajahan	P2	Guest User	Berhasil

Pada Table 1 terdapat keterangan terkait pengujian *Black-Box* terhadap masing-masing fitur utama dari sistem. Pada tabel tersebut terdapat kode P1 untuk fitur pencarian, dan P2 untuk fitur penjelajahan dengan hasil yang diharapkan normal.

**Table 2** Pengujian Blackbox Fitur Pencarian

Nama Pengujian: Pencarian		Kode Pengujian: P1			
Pegguna: <i>Guest User</i>					
No	Kode	Nama Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil	Kesimpulan
1	P1-1	Menampilkan Halaman Pencarian	Sistem mampu menampilkan halaman pencarian	Sesuai	Berhasil
2	P1-2	<i>Input</i> Pencarian	Sistem mampu memasukan inputan kedalam fitur pencarian	Sesuai	Berhasil
3	P1-3	<i>Output</i> Pencarian	Sistem mampu menampilkan keluaran dari masukan pengguna	Sesuai	Berhasil

Pada Tabel 2 merupakan hasil dari pengujian *Black-Box* pada fitur pencarian anatra lain menguji halaman pencarian, *input* pencarian dan *output* pencarian. Hasil yang diharapkan dan hasil dari pengujian sistem sesuai makadari itu dapat di simpulan fitur berjalan normal.

**Table 3** Pengujian Blackbox Fitur Penjelajahan

Nama Pengujian: Penjelajahan		Kode Pengujian: P2			
Pegguna: <i>Guest User</i>					
No	Kode	Nama Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil	Kesimpulan
1	P2-1	Menampilkan Halaman Penjelajahan	Sistem mampu menampilkan halaman penjelajahan	Sesuai	Berhasil
2	P2-2	<i>Input</i> Penjelajahan	Sistem mampu memasukan inputan kedalam fitur penjelajahan	Sesuai	Berhasil
3	P2-3	<i>Output</i> Penjelajahan	Sistem mampu menampilkan keluaran dari masukan pengguna	Sesuai	Berhasil

Pada Tabel 3 merupakan hasil dari pengujian *Black-Box* pada fitur penjelajahan anatra lain menguji halaman penjelajahan, *input* penjelajahan dan *output* penjelajahan. Hasil yang diharapkan dan hasil dari pengujian sistem sesuai maka dari itu dapat di simpulan fitur berjalan normal.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan segala tahapan penelitian yang telah dilakukan dari awal hingga akhir, dapat dihasilkan kesimpulan yaitu sistem informasi pura kahyangan jagat dapat dibangun dengan menggunakan metode *Prototyping* dan kreteria berupa status pura, kabupaten, dewa, hari piodalan, warna, dan pelinggih. Dengan menggunakan metode *Prototyping* dapat memudahkan merancang bangun sistem informasi

pura kahyangan jagat berbasis *web* serta implementasi *ontology* pura kahyangan jagat ke dalam sistem. Dari pengujian yang dilakukan terhadap sistem dapat disimpulkan bahwa hasil yang didapat sudah berjalan sesuai dengan apa yang diharapkan.

#### Daftar Pustaka

- [1] N. F. Ariyani, A. Y. Priyanto, S. Sarwosri, and R. Sarno, "Pemodelan Granularitas Temporal Untuk Mencari Relasi Antar Objek Warisan Budaya Indonesia Dengan Menggunakan Ontologi," *JUTI J. Ilm. Teknol. Inf.*, vol. 15, no. 1, p. 72, 2017, doi: 10.12962/j24068535.v15i1.a637.
- [2] H. K. Liestiandre, "ANALISIS POSITIONING PURA ULUWATU SEBAGAI DAYA TARIK WISATA DI BALI," vol. 16, no. September 2017, 2019.
- [3] K. Budaarsa, I. K. R. Setiabudhi, A. A. N. Anom Kumbara, W. P. Windia, and W. Andiarthayasa, *Profil Pura Kahyangan Jagat di Bali*, 1st ed. Denpasar: Lembaga Penelitiandan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Udayana, 2012.
- [4] S. K. Patel and H. B. Bhadka, "Semantic Web Technology and Ontology designing for e-Learning Environments," *Int. J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 43, no. 2, pp. 88–100, 2019.
- [5] C. Pramatha and J. G. Davis, "Digital preservation of cultural heritage: Balinese Kukul artefact and practices," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 10058 LNCS, no. October, pp. 491–500, 2016, doi: 10.1007/978-3-319-48496-9\_38.
- [6] C. Paramartha, J. G. Davis, and K. K. Y. Kuan, "Digital Preservation of Cultural Heritage : An Ontology- Based Approach Australasian Conference on Information Systems Digital Preservation of Cultural Heritage Digital Preservation of Cultural Heritage : An Ontology- Based Approach Cokorda Pramatha," *Australas. Conf. Inf. Syst.*, no. December, 2017.
- [7] C. R. A. Pramatha and N. P. S. H. Mimba, "Udayana University International Student Management: A Business Process Reengineering Approach," *ComTech Comput. Math. Eng. Appl.*, vol. 11, no. 2, pp. 57–64, 2020, doi: 10.21512/comtech.v11i2.6383.
- [8] Z. Zakaria, S. Kasim, N. H. M. Hasbullah, A. A. Azadin, A. S. Ahmar, and R. Hidayat, "The development of personality ontology based on the methontology approach," *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 2.5 Special Issue 5, pp. 73–76, 2018, doi: 10.14419/ijet.v7i2.5.13955.
- [9] D. Purnomo, "Model Prototyping Pada Pengembangan Sistem Informasi," *J I M P - J. Inform. Merdeka Pasuruan*, vol. 2, no. 2, pp. 54–61, 2017, doi: 10.37438/jimp.v2i2.67.
- [10] Y. Nugraha, "Information System Development With Comparison of Waterfall and Prototyping Models," *J. RISTEC Res. Inf. Syst. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 126–131, 2020, [Online]. Available: <https://journal.institutpendidikan.ac.id/index.php/ristec/article/view/1202>.
- [11] C. Pramatha, J. G. Davis, and K. K. Y. Kuan, "A Semantically-Enriched Digital Portal for the Digital Preservation of Cultural Heritage with Community Participation," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 11196 LNCS, no. October, pp. 560–571, 2018, doi: 10.1007/978-3-030-01762-0\_49.

## Modifikasi Algoritma Ant Colony Optimization Dalam Menentukan Rute Pengisian Mesin ATM

Putu Risky Andrian<sup>1</sup>, I Made Widiartha<sup>2</sup>, Agus Muliantara<sup>3</sup>, I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra<sup>4</sup>, I Ketut Gede Suhartana<sup>5</sup>, Ngurah Agus Sanjaya ER<sup>6</sup>

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana  
Jl. Raya Kampus Unud, Indonesia

<sup>1</sup>riskiandrian31@gmail.com

<sup>2</sup>madewidiartha@unud.ac.id

<sup>3</sup>muliantara@unud.ac.id

<sup>4</sup>anom.cp@unud.ac.id

<sup>5</sup>ikg.suhartana@unud.ac.id

<sup>6</sup>agus\_sanjaya@unud.ac.id

### Abstract

The TSP problem is known as a non-deterministic polynomial-hard (NP-Hard) problem. In its solution, TSP can be solved using swarm intelligence algorithms such as Artificial Bee Colony (ABC), Partical Swarm Optimization (PSO), dan *Ant Colony Optimization* (ACO). In this study, TSP settlement was carried out using the ACO algorithm because the amount of data was less than 80 data. In addition, modifications were made to the ACO algorithm with the aim of optimizing the probability in node selection by put in Fuzzy C-Means algorithm into the ACO algorithm.

Based on the result application of the Modified Ant Colony Optimization algorithm, the distance covered is 105.087 Km when the parameter optimization has been carried out, with parameter values  $\alpha = 5$ ,  $\beta = 0.1$ ,  $\rho = 0.9$ , number of ants = 31, dan maximum iteration = 100. Where each parameter has its own role, such as the Intensity Controlling Constant ( $\alpha$ ) which makes the ants only care about the *pheromone* intensity value without caring about the distance value between points so that the diversity of the paths found gets smaller when the value ( $\alpha$ ) gets bigger, Visibility Controlling Constant ( $\beta$ ) which affects the diversity of routes produced by each ant where when ( $\beta$ ) = 0 then the route chosen by each ant varies and when ( $\beta$ ) > 0 has the possibility for the route that has been selected to be re-elected by other ants so that the diversity of routes found getting smaller, while for the Ant Track Control Constant ( $\rho$ ) it has an influence in determining the next destination point when the value of gets bigger. In addition, the Modified Ant Colony Optimization algorithm has the advantage of accelerating convergence in finding the shortest route.

**Keywords:** *Fuzzy C-Means, Modified Ant Colony Optimization, Ant Colony Optimization, Travelling Salesman Problem, Generate Route*

### 1. Pendahuluan

*Travelling Salesman Problem* (TSP) diibaratkan sebagai seorang kurir yang memiliki kewajiban dalam mengantarkan pesanan kepada pelanggan yang berada di suatu kota atau di sejumlah daerah. Dimana kurir tersebut memiliki ketentuan untuk mendatangi kota atau daerah yang menjadi tujuan hanya dapat dikunjungi tepat satu kali, dengan titik keberangkatan dan titik akhir berada ditempat yang sama. Salah satu hal yang menjadi suatu permasalahan dalam TSP ini yaitu bagaimana cara memperoleh rute tercepat berdasarkan jarak terpendek yang didapatkan dengan mempertimbangkan ketentuan yang telah ada sehingga kurir dapat mengunjungi seluruh pelanggannya. Oleh karena itu permasalahan TSP diketahui sebagai permasalahan yang bersifat *nondeterministic polynomial-hard* (NP-Hard) [1].

Permasalahan TSP dapat dilakukan dengan menggunakan algoritma Swarm Intelligence seperti Artificial Bee Colony (ABC), Partical Swarm Optimization (PSO), dan *Ant Colony Optimization* (ACO). Dimana dalam penelitian ini untuk menyelesaikan permasalahan TSP yang dihadapi adalah dengan menggunakan algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) guna memperoleh rute terpendek berdasarkan jarak yang dijadikan rute paling optimal. Algoritma ACO dipilih didasarkan pada hasil komparasi terhadap algoritma sejenis yang diterangkan pada artikel A Comparison Between Swarm Intelligence

Algorithm For Routing Problem [2]. Artikel tersebut membandingkan algoritma Swarm Intelligence yaitu Genetic Algorithm (GA), Ant Colony Algorithm (ACO), Particle Swarm Optimization (PSO), dan Artificial Bee Colony (ABC). Hasil dari perbandingan terhadap algoritma Swarm Intelligence tersebut menyatakan bahwa algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) memiliki performa terbaik diantara algoritma Swarm Intelligence lainnya apabila jumlah data yang digunakan saat pengujian kurang dari 80 data. Hal ini dikarenakan ACO memiliki memori, di mana semut yang optimal di masa lalu diarahkan kembali ke arah feromon yang disimpan.

Peningkatan performa dari algoritma ACO dilakukan dengan cara menambahkan algoritma FCM ke dalam algoritma ACO yang telah ada. Seperti penelitian yang dilakukan dengan judul "Clustering Algoritma Fuzzy Ant Untuk Optimalisasi Penentuan Rute Kemacetan Tanah Abang" [3]. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengoptimisasi probabilitas dalam pemilihan node dengan menambahkan algoritma FCM ke dalam algoritma ACO sehingga kemungkinan pemilihan jalur selama siklus berlangsung secara berkelanjutan. Hasil dari penelitian tersebut dijadikan sebagai dasar penyelesaian TSP yang dihadapi oleh penulis. Selain itu terdapat beberapa penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai acuan dalam pelaksanaan penelitian ini seperti "Modifikasi Algoritma Semut Untuk Optimalisasi Probabilitas Pemilihan Node Dalam Penentuan Jalur Terpendek"[4], "Penerapan Algoritma Ant System dalam Menemukan Jalur Optimal pada Travelling Salesman Problem (TSP) dengan Kekangan Kondisi Jalan"[5].

## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1. Data Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan data primer yang didapat dari salah satu agen pengisian mesin ATM yaitu PT. Beringin Gigantara untuk Bank BRI di wilayah Denpasar. Melalui sumber tersebut didapatkan sejumlah 31 data berupa titik latitude dan longitude untuk lokasi ATM. Berdasarkan titik-titik tersebut kemudian dilakukan perhitungan jarak dari setiap titik ATM menggunakan Google MAPS Direction API sehingga didapatkan jarak tempuh dari setiap titik. Setelah mendapatkan jarak dari setiap titiknya, kemudian dilakukan perhitungan menggunakan algoritma *Modified Ant Colony Optimization* (M-ACO). Algoritma M-ACO sendiri merupakan modifikasi terhadap Algoritma *Ant Colony Optimization* (ACO) dengan menyisipkan algoritma *Fuzzy C-Means* (FCM) kedalam algoritma ACO.

### 2.2. Travelling Salesman Problem

*Travelling Salesman Problem* (TSP) merupakan permasalahan terkenal pada teori graf. Pemberian nama *Travelling Salesman Problem* (TSP) didasari oleh permasalahan seorang pedagang yang harus mendatangi setiap tujuan tepat satu kali kemudian kembali ke tempat keberangkatannya [6]. Kota atau tujuan digambarkan sebagai simpul (*node* atau *vertex*) dari *graph*, sedangkan sisi digambarkan sebagai rute penghubung antar kota. Nilai pada sisi menyatakan jarak antar kota. Dengan kata lain, permasalahan *travelling salesman problem* (TSP) merupakan permasalahan untuk menemukan *Hamilton Circuit* yang memiliki bobot paling kecil (*minimum*) pada suatu *graph* terhubung.

Terdapat dua jenis TSP, yaitu simetris dan asimetris. TSP simetris merupakan permasalahan dimana nilai atau bobot dari suatu kota A ke kota B memiliki nilai yang sama kota B ke kota A. Sedangkan untuk TSP asimetris merupakan permasalahan dimana biaya atau bobot dari kota A ke kota B memiliki nilai yang berbeda dengan kota B ke kota A. Jumlah jalur untuk TSP asimetris adalah permutasi dari jumlah kota yang harus dikunjungi dibagi dengan jumlah kota yang harus dikunjungi, sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut [7]:

$$P_k^n = \frac{n!}{n(n-k)!} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

n = jumlah seluruh kota.

k = jumlah kota yang diseleksi.

TSP digambarkan sebagai *graph* lengkap dengan bobot  $G = (V, E)$ , dimana  $V$  merupakan himpunan titik-titik (*node* atau *vertex*) sedangkan  $E$  merupakan kumpulan dari sisi. Setiap sisi  $(a, b) \in E$  adalah nilai yang merepresentasikan jarak  $d_{rs}$  atau jarak dari titik  $a$  ke titik  $b$ , dengan  $(a, b) \in V$ . Dalam TSP simetris memiliki  $\left(\frac{n!}{((n-2)!2!)}\right)$  buah sisi, selain itu memiliki  $\frac{(n-1)!}{2}$  buah tour yang mungkin.

### 2.3. Ant Colony Optimization

Pada awalnya ACO digunakan oleh penemunya yaitu Marco Dorigo [8] untuk menyelesaikan permasalahan TSP. Dimana pada penerapannya algoritma ini meniru perilaku semut yang memiliki suatu memori yang disebut dengan *tabu list*. Tabu list ini bertugas untuk menyimpan seluruh tempat yang telah di kunjungi oleh semut sehingga semut tidak mengunjungi tempat yang sama lebih dari satu kali.

Peran utama dari penguapan *pheromone* yaitu untuk mencegahnya keadaan dimana semua semut menemukan rute yang sama secara terus menerus atau dikenal dengan stagnansi. Semua proses ini dilakukan hingga iterasi mencapai maksimum sesuai yang telah ditentukan oleh user ataupun tidak adanya lagi perubahan pada hasil yang diberikan. Perubahan keadaan oleh *Ant System* ini dinamakan sebagai *random roportional rule*, yang dapat dituliskan dengan persamaan berikut.

$$p_k(r, s) = \begin{cases} \frac{\tau(r,s)^\alpha \eta(r,s)^\beta}{\sum_{u \in M_k} \tau(r,u)^\alpha \eta(r,u)^\beta}, & \text{jika } s \notin M_k \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

- $p_k(r, s)$  = Peluang pindah kota dari semut k.
- $\tau$  = Tingkat *pheromone*.
- $\eta(r, s)$  = Kedekatan antar kota
- $\beta$  = Pengontrol visibility terhadap tingkat *pheromone*.
- $\alpha$  = Pengontrol intensitas.
- $M_k$  = Kumpulan kota-kota yang belum dikunjungi oleh semut k

Berdasarkan rumus diatas, perubahan pada *pheromone trail* atau tingkat *pheromone* dapat terjadi secara local maupun global. Perubahan *pheromone* secara global memiliki tujuan untuk menampilkan ruas-ruas yang terdapat dalam rute terpendek. Updating *pheromone* terjadi apabila semua semut telah menyelesaikan satu rute dan kembali ke sarangnya. Updating *pheromone* memiliki aturan yaitu

Dimana  $\rho \in [0, 1]$  adalah *decay factor* atau lebih dikenal dengan faktor penguapan dan  $\Delta \tau_{r,s}^k$  adalah penambahan jumlah *pheromone* pada ruas soleh semut k. Dengan tujuan meningkatkan nilai *pheromone* yang berkaitan dengan lintasan yang menjanjikan atau bagus. Adapun langkah – langkah dalam algoritma Ant Colony Optimization, yaitu :

1. Inialisasi parameter awal, dimana:
  - a. Intensitas jejak semut yang menandakan intensitas feromon ( $\tau_{ij}$ )
  - b. Visibilitas jejak semut  $\eta_{ij} = \frac{1}{d_{ij}}$
  - c. Tetapan pengendali intensitas [ $\alpha$ ]
  - d. Tetapan pengendali visibilitas [ $\beta$ ]
  - e. Tetapan pengendali jejak semut [ $\rho$ ]
  - f. Tetapan siklus semut atau max iterasi [ $Q$ ]
2. Mengisi titik tujuan kedalam tabu list yang dilakukan secara acak
3. Penyusunan rute kunjungan setiap semut ke setiap titik
4. Menjalankan semut ke titik berikutnya dengan menggunakan persamaan probabilitas, sebagai berikut:

$$P_{ij}^k = \frac{[\tau_{ij}]^\alpha [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{k \in M_k} [\tau_{ik}]^\alpha [\eta_{ik}]^\beta} \dots\dots\dots (3)$$

5. Hitung panjang rute setiap semut ( $L_k$ ) setelah satu siklus diselesaikan

$$L_k = d_{tabu_k(n), tabu_k(1)} + \sum_{s=1}^{n-1} d_{tabu_k(s), tabu_k(s+1)} \dots\dots\dots (4)$$

Dengan  $d_{ij}$  adalah jarak antara titik i ke titik j yang dihitung berdasarkan:

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \dots\dots\dots (5)$$

6. Pencarian rute terpendek.
7. Hitung perubahan intensitas jejak semut dengan meninggalkan feromon pada lintasan yang dilaluinya

$$\Delta \tau_{ij} = \sum_{k=1}^m \Delta \tau_{ij}^k \dots\dots\dots (6)$$

Setiap semut dihitung berdasarkan persamaan

$$\Delta \tau_{ij}^k = \frac{Q}{L_k} \dots\dots\dots (7)$$

8. Hitung intensitas feromon semut untuk siklus berikutnya

$$\tau_{ij} = \rho \tau_{ij} + \Delta \tau_{ij} \dots\dots\dots (8)$$

9. Pemberhentian iterasi ketika jumlah siklus sudah maksimm atau konvergensi

**2.4. Fuzzy C- Means**

Fuzzy C-Means (FCM) merupakan suatu cara pengelompokan (*clustering*) yang membenarkan bagian data memiliki lebih dari satu kelompok / *cluster*. Dimana keanggotaan sebuah data dengan nilai berupa derajat keanggotaan pada rentang nol hingga satu [9].

Fuzzy C-Means memiliki konsep dasar sebagai suatu cara untuk menentukan pusat *cluster* terlebih dahulu, dengan tujuan untuk menandai nilai rata-rata dari setiap clusternya atau dikenal dengan nilai derajat keanggotaan. Dalam Fuzzy C-Means awalnya pusat cluster belum akurat, agar nilai pusat cluster menjadi akurat dilakukan dengan cara mengupdate nilai cluster dari setiap data secara terus-menerus hingga memenuhi kriteria yang ditentukan. Perulangan dengan tujuan untuk mengupdate nilai cluster yang didasarkan pada minimisasi fungsi objektif yang menggambarkan jarak dari titik data yang diberikan ke pusat cluster yang terbobot oleh derajat keanggotaak titik tersebut [10]. Adapun algoritma *clustering* FCM, yaitu :

1. Menyiapkan data yang akan di cluster berupa matriks  $n \times p$ , dimana :  
 $n$  : jumlah sample data sedangkan  
 $p$  : atribut dari setiap data.  
 $X_{ij}$  : data sampel ke- $k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, n$ ), atribut ke- $j$  ( $j = 1, 2, 3, \dots, m$ )
2. Menentukan input yang dibutuhkan dalam perhitungan FCM, seperti :
  - a. Jumlah cluster =  $c$
  - b. Bobot pangkat =  $m$
  - c. Iterasi Maksimum = MaxIter
  - d. Batas error =  $\xi$
  - e. Fungsi objektif awal =  $P_0 = 0$

3. Pembangkitan bilangan random ( $\mu_{ik} \ i = 1,2, \dots, c; k = 1,2, \dots, n$ ), sebagai elemen matriks partisi awal U.

$$U_0 = \begin{bmatrix} \mu_{11}(x_1) & \mu_{12}(x_2) & \dots & \mu_{1c}(x_c) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \mu_{n1}(x_1) & \mu_{n2}(x_2) & \dots & \mu_{nc}(x_c) \end{bmatrix} \dots \dots \dots (9)$$

4. Matrik partisi pada fuzzy clustering harus memenuhi kondisi sebagai berikut :

$$\mu_{ik} = [0,1]; (1 \leq i \leq c; 1 \leq k \leq n) \dots \dots \dots (10)$$

$$\sum_{i=1}^n \mu_{ik} = 1; 1 \leq i \leq c \dots \dots \dots (11)$$

$$0 < \sum_{i=1}^n \mu_{ik} = 1; 1 \leq k \leq n \dots \dots \dots (12)$$

Hitung jumlah setiap kolom (atribut) :

$$Q_j = \sum_{i=1}^n (\mu_{ik}) \dots \dots \dots (13)$$

Dengan  $j = 1, 2, 3, \dots, m$ . Kemudian hitung :

$$\mu_{ik} = \frac{\mu_{ik}}{Q_j} \dots \dots \dots (14)$$

5. Hitung pusat cluster ke- $k$  :  $V_{ij}$ , dimana  $i = 1, 2, 3, \dots, c$  dan  $j = 1, 2, 3, \dots, m$ .

$$V_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n ((\mu_{ik})^m \cdot X_{kj})}{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^m} \dots \dots \dots (15)$$

$$V = \begin{bmatrix} V_{11} & \dots & V_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ V_{c1} & \dots & V_{cm} \end{bmatrix} \dots \dots \dots (16)$$

6. Hitung fungsi objektif pada iterasi ke- $t$ ,  $P_t$  dengan menggunakan persamaan :

$$P_t = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^c \left( \left[ \sum_{j=1}^m (X_{kj} - V_{ij})^2 \right] (\mu_{ik})^m \right) \dots \dots \dots (17)$$

7. Hitung perubahan matriks partisi :

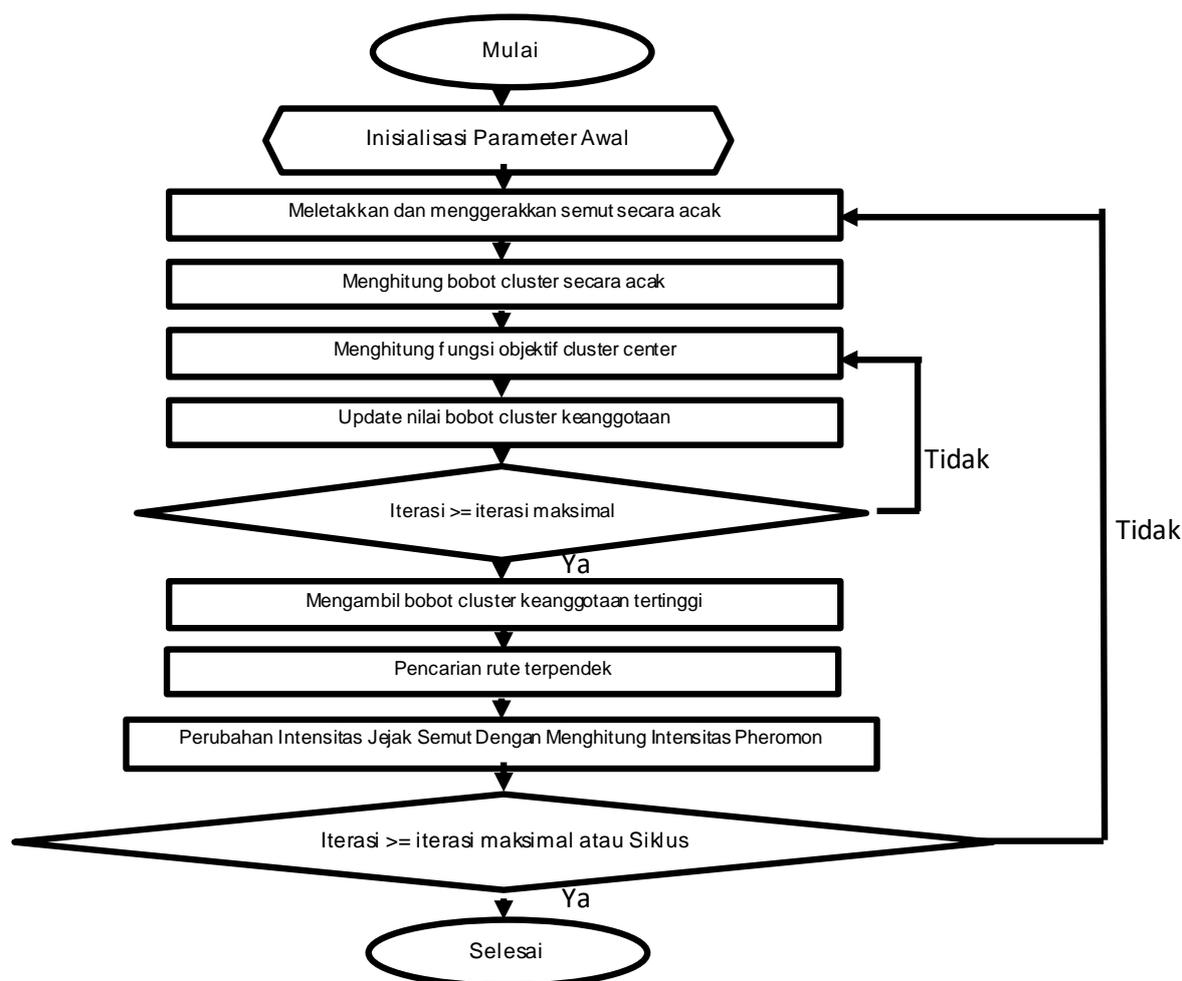
$$\mu_{ik} = \frac{\left[ \sum_{j=1}^m (X_{kj} - V_{ij})^2 \right]^{\frac{-1}{p-1}}}{\sum_{i=1}^c \left[ \sum_{j=1}^m (X_{kj} - V_{ij})^2 \right]^{\frac{-1}{p-1}}} \dots \dots \dots (18)$$

8. Melakukan pengecekan kondisi berakhir :
  - a. Jika  $(|P_t - P_{t-1}| < \xi)$  atau  $(t < \text{iterasi maksimal})$  maka berakhir;
  - b. Jika tidak, maka  $t = t + 1$  kemudian ulang langkah keempat.

**2.5. Modified Ant Colony Optimization**

Algoritma Modified Ant Colony Optimization merupakan modifikasi terhadap algoritma Ant Colony Optimization dengan menyisipkan algoritma Fuzzy C-Means kedalam algoritma Ant Colony Optimization [4]. Adapun langkah – langkah dari algoritma Modified Ant Colony Optimization yaitu :

1. Menginisialisasi parameter awal algoritma Ant Colony Optimization dan Fuzzy C-Means
2. Meletakkan dan menjalankan semut secara acak
3. Menghitung nilai bobot *cluster* secara acak menggunakan algoritma Fuzzy C-Means
4. Menghitung fungsi objektif *cluster center* Fuzzy C-Means
5. Update nilai bobot *cluster keanggotaan*
6. Melakukan pengecekan kondisi, yaitu:
  - a. Jika  $(|P_t - P_{t-1}| < \xi$  atau  $(t < \text{iterasi maksimal})$  maka lanjut langkah 7;
  - b. Jika tidak,  $t = t + 1$  kemudian ulang mulai langkah 4.
7. Mengambil bobot *cluster keanggotaan* tertinggi
8. Pencarian rute terpendek
9. Menghitung intensitas jejak semut dengan menghitung intensitas *pheromone*
10. Melakukan pengecekan kondisi kembali, yaitu :
  - a. Jika (iterasi  $\geq$  iterasi maksimal, maka berhenti;
  - b. Jika tidak, ulangi dari langkah 3.



Gambar 1. Flowchart Modified Ant Colony Optimization

### 3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan implementasi algoritma *Modified Ant Colony Optimization* yang telah dijelaskan sebelumnya, didapatkan hasil dari penelitian ini yaitu jarak tempuh untuk pengisian uang mesin ATM sejauh 143,12 Km. Hasil tersebut didapatkan sebelum dilakukan optimalisasi parameter, dimana parameter yang menghasilkan hasil tersebut yaitu jumlah cluster adalah 5, maximum iterasi untuk algoritma FCM adalah 100, dan pangkat pembobot ( $m$ ) untuk algoritma FCM adalah 2, maximum iterasi untuk algoritma ACO adalah 100, jumlah semut yang digunakan adalah 31, jumlah titik atau kota adalah

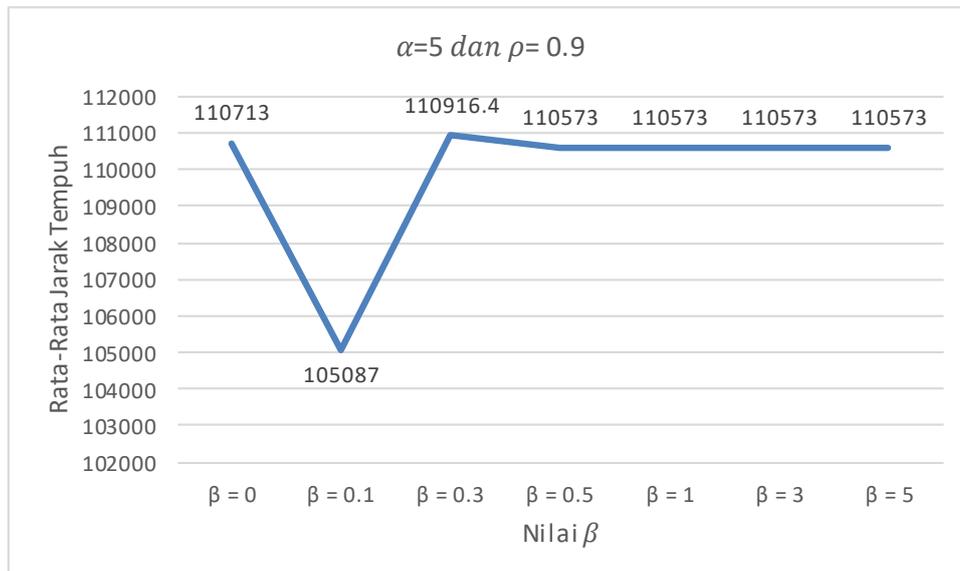
31, nilai  $\alpha$  adalah 1, nilai  $\beta$  adalah 2, dan  $\rho$  adalah 0.9. Untuk nilai  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\rho$  didapatkan melalui bilangan random dengan rentang yang telah ditentukan seperti tabel 1.

Rentang Parameter Uji	
Tetapan Pengendali Intensitas ( $\alpha$ )	0.1; 0.3; 0.5; 1; 3; 5
Tetapan Pengendali Visibilitas ( $\beta$ )	0; 0.1; 0.3; 0.5; 1; 3; 5
Tetapan Pengendali Jejak Semut ( $\rho$ )	0.1; 0.3; 0.5; 0.7; 0.9

**Tabel 1. Rentang Parameter Uji**

Setelah mendapatkan hasil tersebut, kemudian dilakukan pengujian untuk mendapatkan kombinasi parameter Tetapan Pengendali Intensitas ( $\alpha$ ), Tetapan Pengendali Visibilitas ( $\beta$ ), dan Tetapan Pengendali Jejak Semut ( $\rho$ ) sehingga hasil keluaran berupa jarak tempuh dari algoritma *Modified Ant Colony Optimization* menghasilkan hasil yang optimal yaitu jarak tempuh terpendek. Adapun setting parameter Tetapan Pengendali Intensitas ( $\alpha$ ), Tetapan Pengendali Visibilitas ( $\beta$ ), dan Tetapan Pengendali Jejak Semut ( $\rho$ ) seperti yang terdapat pada tabel 1.

Berdasarkan pengujian tersebut didapatkan hasil kombinasi untuk parameter Pengendali Intensitas ( $\alpha$ ), Tetapan Pengendali Visibilitas ( $\beta$ ), dan Tetapan Pengendali Jejak Semut ( $\rho$ ) berada pada saat nilai  $\alpha = 5$ ,  $\beta = 0.1$ , dan  $\rho = 0.9$  dengan rata-rata jarak tempuh yang dihasilkan yaitu sejauh 105.087 Km. Dimana hasil tersebut didapatkan berdasarkan pengujian yang dilakukan sebanyak lima kali dengan hasil sebagai berikut :



**Gambar 2. Grafik Uji Parameter M-ACO**

Berdasarkan grafik di atas, parameter tetapan pengendali intensitas ( $\alpha$ ) mempengaruhi algoritma M-ACO dan ACO dalam memberikan keluaran dalam hal ini jarak tempuh. Dimana semakin besar nilai tetapan pengendali intensitas ( $\alpha$ ) akan menghasilkan jarak tempuh yang semakin kecil atau semakin baik, hal tersebut dikarenakan peningkatan nilai tetapan pengendali intensitas ( $\alpha$ ) membuat semut hanya memedulikan nilai intensitas *pheromone* tanpa memedulikan nilai jarak antar titik sehingga keragaman akan jalur yang ditemukan semakin kecil. Sehingga hal tersebut mengakibatkan konvergensi dini dalam penentuan rute dan jarak tempuh

Sedangkan untuk parameter tetapan pengendali visibilitas ( $\beta$ ) mempengaruhi keragaman rute yang dipilih oleh setiap semut. Ketika nilai tetapan pengendali visibilitas ( $\beta$ ) = 0 maka rute yang dipilih oleh setiap semutnya beragam. Sedangkan apabila nilai tetapan pengendali visibilitas ( $\beta$ ) > 0 maka rute yang telah terpilih oleh suatu semut memiliki kemungkinan untuk terpilih kembali oleh semut lainnya sehingga keragaman rute yang ditemukan semakin kecil.

Parameter tetapan pengendali jejak semut ( $\rho$ ) berdasarkan pengujian tersebut memiliki pengaruh dalam menentukan titik tujuan selanjutnya. Dimana semakin besar nilai parameter tetapan pengendali

jejak semut ( $\rho$ ) maka titik tujuan selanjutnya yang terpilih merupakan jalur terpendek yang telah ditemukan dari titik keberangkatan.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian parameter yang telah dilakukan, didapatkan nilai untuk setiap parameter sehingga menghasilkan hasil yang optimal untuk algoritma *Modified Ant Colony Optimization* yaitu  $\alpha = 5$ ,  $\beta = 0.1$ ,  $\rho = 0.9$ , jumlah semut = 31, dan maksimum iterasi = 100 dengan rata-rata total jarak 105.087 Km. Dimana setiap parameter memiliki perannya masing – masing seperti Tetapan Pengendali Intensitas ( $\alpha$ ) yang membuat semut hanya memedulikan nilai intensitas *pheromone* tanpa memedulikan nilai jarak antar titik sehingga keragaman akan jalur yang ditemukan semakin kecil ketika nilai ( $\alpha$ ) semakin besar, Tetapan Pengendali Visibilitas ( $\beta$ ) yang mempengaruhi keragaman rute yang dihasilkan oleh setiap semut dimana ketika ( $\beta$ ) = 0 maka rute yang dipilih oleh setiap semutnya beragam dan ketika ( $\beta$ ) > 0 memiliki kemungkinan untuk rute yang telah terpilih akan terpilih kembali oleh semut lainnya sehingga keragaman rute yang ditemukan semakin kecil, sedangkan untuk Tetapan Pengendali Jejak Semut ( $\rho$ ) memiliki pengaruh dalam menentukan titik tujuan selanjutnya ketika nilai  $\rho$  semakin besar. Selain itu algoritma *Modified Ant Colony Optimization* memiliki kelebihan untuk mempercepat konvergensi dalam penemuan rute terpendek.

#### Daftar Pustaka

- [1] P. I. Karmila, "Algoritma Fleury Untuk Menyelesaikan Permasalahan TSP (Traveling Salesman Problem)," *J. Ilm. d'Computare*, vol. Volume 8 E, 2018.
- [2] S. Sabet, M. Shokouhifar, and F. Farokhi, "a Comparison Between Swarm Intelligence Algorithms for Routing Problems," *Electr. Comput. Eng. An Int. J.*, vol. 5, no. 1, 2016, doi: 10.14810/ecij.2016.5102.
- [3] E. W. Ambarsari and S. Khotijah, "Clustering Algoritma Fuzzy Ant Untuk Optimalisasi Penentuan Rute Kemacetan Tanah Abang," *Comput. J. Comput. Sci. Inf. Syst.*, vol. 1, no. 2, p. 187, 2017, doi: 10.24912/computatio.v1i2.1015.
- [4] E. W. Ambarsari, "Modifikasi Algoritma Semut untuk Optimasi Probabilitas Pemilihan Node dalam Penentuan Jalur Terpendek," *STRING (Satuan Tulisan Ris. dan Inov. Teknol.)*, vol. 2, no. 2, p. 193, 2017, doi: 10.30998/string.v2i2.2106.
- [5] A. A. Ismail and S. Herdjunanto, "Penerapan Algoritma Ant System dalam Menemukan Jalur Optimal pada Traveling Salesman Problem ( TSP ) dengan Kekangan Kondisi Jalan," vol. 1, no. 3, pp. 1–6, 2012.
- [6] B. P. Silalahi, N. Fathiah, and P. T. Supriyo, "Use of Ant Colony Optimization Algorithm for Determining Traveling Salesman Problem Routes," *J. Mat. "MANTIK"*, vol. 5, no. 2, pp. 100–111, 2019, doi: 10.15642/mantik.2019.5.2.100-111.
- [7] Fitiyani, Y. Away, and T. A. Gani, "Pengaruh Inialisasi Populasi Random Search Pada Algoritma Berevolusi Dalam Optimasi Travelling Salesman Problem (TSP)," *J. Nas. Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 1. No.2, pp. 49–55, 2018.
- [8] M. Dorigo and T. Stützle, *Handbook of Metaheuristics; Ant colony optimization: Overview and recent advances*, vol. 272. 2019.
- [9] W. Sanusi, A. Zaky, and B. N. Afni, "Analisis Fuzzy C-Means dan Penerapannya Dalam Pengelompokan Kabupaten/Kota di Provinsi Sulawesi Selatan Berdasarkan Faktor-faktor Penyebab Gizi Buruk," *J. Math. Comput. Stat.*, vol. 2, no. 1, p. 47, 2020, doi: 10.35580/jmathcos.v2i1.12458.
- [10] S. Tri Kismanti and A. Ard Maidah, "Penentuan Kelompok Jaringan Logistik pada Wilayah Kepulauan menggunakan Fuzzy C-Means," *Borneo Eng. J. Tek. Sipil*, vol. 2, no. 2, p. 76, 2018, doi: 10.35334/be.v2i2.615.

*This page is intentionally left blank.*

# Enkripsi Gambar Berdasarkan Modifikasi Bit Pixel Dengan Menggunakan Perpaduan Logistic Map Dan Henon Map

I Kadek Aldy Oka Ardita<sup>a1</sup>, Agus Muliantara<sup>a2</sup>, I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra<sup>a3</sup>, Ngurah Agus Sanjaya ER<sup>a4</sup>, Ida Bagus Made Mahendra<sup>a5</sup>, I Wayan Supriana<sup>a6</sup>.

<sup>a</sup>Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana  
Jl. Raya Kampus Unud, Indonesia

<sup>1</sup>aldy.ardita@gmail.com, <sup>2</sup>muliantara@unud.ac.id, <sup>3</sup>anom.cp@unud.ac.id,  
<sup>4</sup>agus\_sanjaya@unud.ac.id, <sup>5</sup>ibm.mahendra@unud.ac.id, <sup>6</sup>wayan.supriana@unud.ac.id

## Abstract

*Data theft using malware attacks in this digital era can attack smartphones and cloud servers, in 2018 there was the theft of photos belonging to Aryono Huboyo Djati. Theft can be prevented by applying cryptographic techniques. The purpose of this study was to determine the ability to combine Logistic Map and Henon Map in image encryption and decryption. These two theories were chosen because they are sensitive, with a small change in the input value will have a very significant impact on the output value. First step is changing the image into a matrix and randomizing using the Logistic Map algorithm and then continuing with the XOR process for each pixel bit using the Henon Map algorithm. in this study the encrypted image obtained an average MSE value exceeding 400 and the average PSNR value less than 10dB, this indicates that the cipher image is different from the plain image, and the decryption results show the average MSE value is 0 and the average PSNR value average is 100, this indicates that there is no difference between the description image and the original image.*

**Keywords:** Image Processing, Cryptography, Logistic Maps, Henon Map, Chaos Theory

## 1. Pendahuluan

Seiring dengan berkembangnya infrastruktur dan popularitas media internet saat ini dapat memancing kemunculan hacker. Badan Siber dan Sandi Negara (BSSN) menyatakan pada semester pertama 2021 terdapat lebih dari 741.000.000 serangan yang terjadi, serangan yang paling banyak dilakukan adalah malware. serangan malware merupakan serangan yang ditujukan untuk melakukan pencurian data, manipulasi data, dan merusak data [1], tidak hanya menyerang device komputer pada zaman ini para hacker juga mengembangkan malware untuk menyerang smartphone dan server awan (cloud server). malware dapat dimanfaatkan untuk pencurian data citra juga sudah umum terjadi salah satu kasus yang ditemukan dalam artikel kompasiana.com pada 9 Agustus 2018, foto milik Aryono Huboyo Djati. Digunakan oleh delapan media online di Indonesia tanpa izinnya. Dengan terjadinya kasus diatas dapat diketahui bahwa peningkatan keamanan citra sangat diperlukan untuk menghindari pencurian citra digital, pengamanan citra dapat dilakukan dengan ilmu kriptografi dan steganografi, kriptografi merupakan bidang ilmu yang ditujukan untuk mengamankan citra dari pencurian dengan cara merubah citra asli (plain image) menjadi citra yang sukar untuk dikenali (cipher image), sedangkan steganografi merupakan metode untuk melakukan watermarking atau penyisipan pesan tersembunyi pada suatu citra digital, metode steganografi kurang cocok dalam mengamankan citra digital [2], steganografi melakukan penyisipan pesan ke dalam citra dengan melakukan perubahan nilai bit piksel tertentu hal ini lebih cenderung untuk melakukan pembuktian keaslian pemilik citra [3]. Dari pemaparan tersebut dapat diketahui untuk metode pengamanan citra dari pencurian akan lebih baik menggunakan teknik kriptografi.

Dalam melakukan penerapan teknik kriptografi hal yang sangat penting ialah metode dalam menentukan bilangan secara acak (random number generator), dengan metode penentuan bilangan acak yang baik akan didapatkan citra yang semakin sukar untuk dikenali [4], metode yang cocok dalam

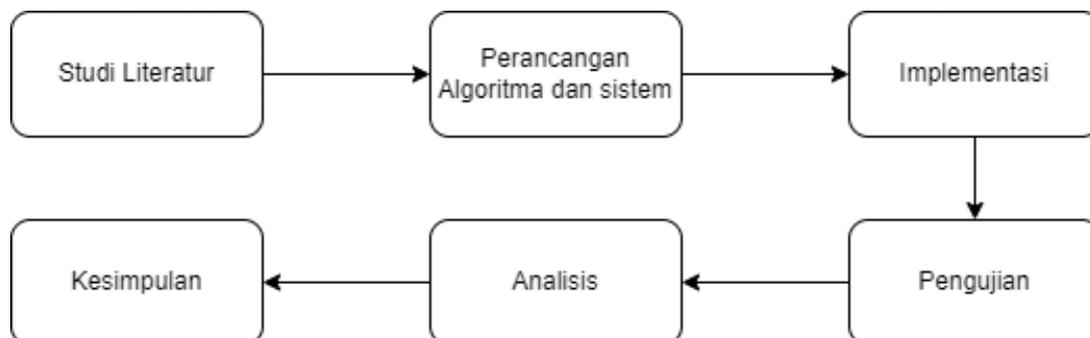
dalam menentukan bilangan acak adalah teori Chaos (Chaos Theory). dalam metode ini terdapat beberapa fungsi yang dapat digunakan dalam melakukan enkripsi citra adalah Logistic Map, Henon Map, dan Arno Cat Map (ACM) teori Logistic Map dapat membandkitnya kunci acak secara terus menerus [5] namun kriptografi berbasis Logistic Map memiliki kekurangan, ruang kunci yang terbilang kecil hingga dapat mengakibatkan mengurangi tingkat keamanan [4].

Algoritma ACM (Arno Cat Map) adalah algoritma untuk melakukan pertukaran posisi antara tiap Piksel pada citra hingga tiap iterasinya akan menghasilkan gambar yang acak, kekurangan yang dimiliki ACM dengan melakukan iterasi secara terus menerus akan dapat mengembalikan citra acak ke citra aslinya [6], selain dapat di dekripsi dengan cara menjalankan algoritma ACM terus menerus ACM juga hanya dapat mengenkripsi citra berdimensi N x N.

Henon Map dapat digunakan dalam melakukan enkripsi, Henon Map dapat memunculkan angka acak sehingga dapat digunakan untuk mendapatkan nilai acak, Henon Map yang merupakan salah satu teori dalam teori Chaos yang memiliki kepekaan terhadap nilai awal yang diberikan, keunggulan teori ini adalah hasil dari perhitungan Henon Map menghasilkan dua nilai acak yang sama sekali tidak dapat diprediksi. Dengan penjelasan diatas penulis memilih teori Logistic Map sebagai pengacak piksel citra digital dengan dikombinasi fungsi Henon Map sebagai metode dalam melakukan pembangkit dua nilai acak sehingga citra makin sukar untuk dikenali.

## 2. Metode Penelitian

Proses penelitian diawali studi literatur, dengan pengumpulan data citra, perancangan algoritma kriptografi, implementasi algoritma pada sistem, uji sistem, analisis, kesimpulan. Untuk mengetahui kemampuan enkripsi menggunakan *Logistic Map* dan *Henon Map* dilakukan perbandingan nilai MSE dan PSNR yang dihasilkan oleh perpaduan *Logistic Map* dan *Henon Map* dengan nilai MSE dan PSNR yang dihasilkan oleh enkripsi citra menggunakan *Logistic Map*, Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Desain Umum Penelitian

### 2.1 Studi Literatur

Teori Chaos adalah sebuah teori dinamis yang menunjukkan fenomena chaos atau kacau [7]. Teori Chaos memiliki kepekaan terhadap nilai masukan yang akan mengakibatkan perubahan signifikan pada hasil perhitungannya [8]. Dengan memanfaatkan teori ini proses untuk melakukan penentuan bilangan acak akan mudah untuk dilakukan. Teori Chaos dapat dimanfaatkan sebagai penentu bilangan acak (Random Number Generator), dalam bidang kriptografi kepekaan terhadap perubahan kunci sangat berguna dalam melakukan proses kriptografi itu sendiri. Terdapat metode dalam teori chaos, diantaranya adalah *Logistic Map* dan *Henon Map*.

#### a. *Logistic Map*

*Logistic Map* adalah salah satu metode dalam teori chaos yang memiliki bentuk persamaan yang paling sederhana dapat dilihat pada persamaan 1:

$$x_{n+1} = rx_n(1 - x_n) \tag{1}$$

- Keterangan :
- $x_n$  : nilai awal yang memiliki rentang nilai 0 sampai dengan 1
  - $r$  : memiliki nilai rentan 0 sampai dengan 4
  - $n$  : jumlah perulangan ke-n

Persamaan diatas akan menunjukan nilai acak saat memiliki nilai  $r > 3.75$  dan pada saat  $r$  bernilai sama dengan 4 akan didapatkan nilai acak yang tidak dapat diprediksi lagi [6]. Pada persamaan ini nilai awal adalah kunci rahasia yang dimasukan, pada metode ini dengan melakukan sedikit perubahan pada nilai awal akan merubah barisan nilai acak yang dihasilkan. Untuk mendapatkan nilai yang benar-benar tidak berpola pada setiap iterasinya dapat digunakan nilai  $r = 3.8$  dan nilai  $x_n$  sebagai kunci dengan syarat  $x_n$  kurang dari 1 dan lebih besar dari 0 agar nilai dari  $x_{(n+1)}$  tidak bernilai negatif.

b. *Henon Map*

Sistem kacau memiliki banyak sifat unik seperti ketidakpastian dan sensitivitas keadaan awal [9]. Persamaan yang digunakan dalam Henon Map ditampilkan pada persamaan 1 dan 2:

$$x_{n+1} = 1 - a x_n^2 + y_n \quad (2)$$

$$y_{n+1} = b x_n \quad (3)$$

Keterangan:

$x_n$  : nilai titik awal untuk (x)

$y_n$  : nilai titik awal untuk (y)

a : nilai parameter a

b : nilai parameter b

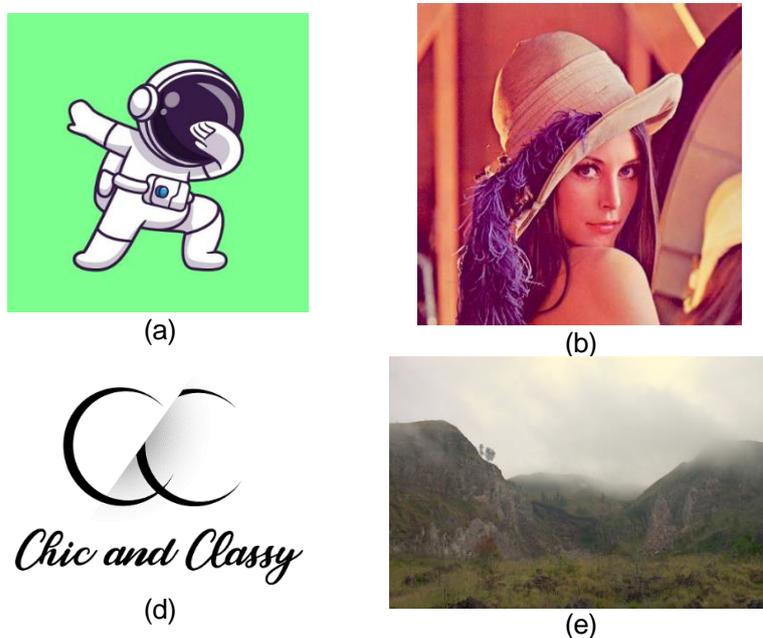
n : jumlah perulangan ke-n

Untuk persamaan yang bersifat kanonikal, titik awal yang digunakan akan mendekati kumpulan titik yang dikenal sebagai strange attractor Henon, dimana kumpulan titik tersebut mengarah ke bilangan tak terbatas. Sebagai sistem yang bersifat dinamis persamaan Henon memiliki orbitnya sederhana paling sederhana dari persamaan lain, dalam persamaan ini dapat digunakan 1,4 sebagai nilai dari parameter a dan 0.3 digunakan sebagai nilai dari parameter b.

Nilai tersebut digunakan dengan tujuan mendapatkan nilai yang acak di tiap perulangan dari metode henon map ini, jika salah satu nilai parameter menggunakan nilai yang berbeda dari 1,4 dan 0,3 maka akan diperoleh nilai yang akan mengarah ke satu hasil yang sama untuk tiap iterasinya.

## 2.2 Pengumpulan Data

Data pada penelitian menggunakan sekunder yang didapat dari internet dan jurnal lain, data citra yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Data citra

### 2.3 Perancangan Algoritma Kriptografi

Pada tahapan perancangan algoritma kriptografi dijelaskan bagaimana proses enkripsi dan dekripsi menggunakan perpaduan *Logistic map* dan *Henon Map*.

a. Enkripsi

Enkripsi citra dilakukan dengan cara melakukan perubahan terhadap nilai bit piksel pada citra digital, terdapat dua tahapan enkripsi dalam penelitian ini, tahap awal enkripsi citra adalah melakukan pengacakan bit pixel menggunakan Logistic Map dan dilanjutkan dengan melakukan xor tiap bit piksel secara acak menggunakan Henon Map, Langkah – Langkah enkripsi akan dijelaskan adalah sebagai berikut:

Langkah – Langkah enkripsi tahap 1:

1. Pada tahapan awal, diperlukannya ekstraksi bit RGB, citra akan diubah menjadi array list yang terdiri dari nilai bit RGB, contoh hasil ekstraksi sebagai berikut dengan asumsi Panjang array adalah 20.

[255, 123, 132, 56, 90, 12, 45, 64, 112, ...]

2. Setelah proses ekstraksi dilakukan akan dilanjutkan dengan proses pengacakan bit piksel, pengacakan dilakukan secara continue dimulai dari index 0 sampai dengan index n, pada tahap ini digunakan perhitungan Logistic Map sebagai penentu tujuan index yang akan ditukar. Contoh:

Index yang akan ditukar adalah index 0, kunci user (x) adalah 0.1 dan r sama dengan 3,9, maka diperoleh perhitungan Logistic Map sebagai berikut:

$$x_{n+1} = r x_n (1 - x_n)$$

$$x_2 = 3,95 \cdot 0,12_1 (1 - 0,12_1)$$

$$x_2 = 0,41712$$

Setelah nilai  $x_2$  diperoleh akan dilanjutkan dengan mengubah nilai tersebut menjadi nilai desimal dengan melakukan perkalian  $x_2$  dengan  $10^{16}$  dan mod panjang array.

$$x_2 = 0,41712 \times 10^{16} \% 20$$

$$x_2 = 12$$

Hasil perhitungan mendapatkan nilai 12, sehingga index 0 pada array akan ditukar dengan index 12, dan kedua index tersebut akan diberi penanda agar tidak ditukar lagi pada iterasi selanjutnya, enkripsi tahap 1 selesai sampai pada tahap ini dan akan dilanjutkan ke enkripsi tahap 2 menggunakan *Henon Map*.

Langkah – Langkah enkripsi tahap 2:

1. Array nilai piksel RGB yang telah di acak pada tahap 1 akan di xor dengan nilai hasil dari perhitungan *Henon Map*.

2. Pada tahap ini akan digunakan dua kunci yang didapatkan dari perhitungan *Logistic Map* dan kunci yang dimasukkan oleh user.

Contoh perhitungan *Henon Map* sebagai berikut ini.

Kunci yang dimasukkan user (x) adalah 0.1, kunci yang dibuat oleh sistem (y) adalah 0.003, a = 1.4 dan b = 0.3.

$$x_{n+1} = 1 - a x_1^2 + y_1$$

$$x_2 = 1 - 1,4 \cdot 0,1^2 + 0,3$$

$$x_2 = 0,989$$

$$y_{n+1} = b x_n$$

$$y_2 = 0,3 \cdot 0,1$$

$$y_2 = 0,03$$

Setelah nilai kedua proses perhitungan diperoleh akan dilanjutkan dengan mengubah nilai tersebut menjadi nilai desimal dengan melakukan perkalian dengan  $10^{16}$  dan nilai x akan di mod dengan Panjang array dan nilai y akan di mod dengan nilai maksimal piksel (255).

$$x = 0,989 \times 10^{16} \% 20$$

$$x = 9$$

$$y = 0,03 \times 10^{16} \% 255$$

$$y = 3$$

Setelah proses mod selesai, nilai x akan digunakan sebagai penunjuk nilai yang akan dilakukan proses xor dan nilai y akan di xor dengan nilai yang ada pada index 9 sesuai dengan nilai x.

3. Proses terakhir adalah melakukan pembentukan citra dari array list.

b. Dekripsi

Pada tahap dekripsi terdapat sedikit perbedaan dari proses enkripsi, proses dekripsi diawali dengan proses xor dan di lanjutkan dengan proses pengembalian acakan. Langkah – Langkah dekripsi sebagai berikut.

Langkah – Langkah dekripsi tahap 1:

1. Langkah awal dekripsi adalah mengubah citra menjadi array menjadi array list RGB.
2. Dilanjutkan dengan melakukan xor dengan perhitungan *Henon Map*

Langkah – Langkah enkripsi tahap 2:

1. Setelah xor selesai akan dilakukan proses mengembalikan acakan dengan perhitungan logistic map.
2. Begitu proses selesai akan dilakukan pembelian Kembali citra berdasarkan list array.

## 2.4 Implementasi sistem

Proses implementasi *Logistic Map* dan *Henon Map* ini akan dilakukan menggunakan bahasa pemrograman python dengan interpreter pycharm, proses pengacakan menggunakan *Logistic Map* dapat dilihat pada kode berikut ini.

```
def enkripsi_1(key1, key2, size, pixel):  
    r = 3.95  
    count = 0  
    x = key1  
    flat_pixel = pixel.ravel()  
    array_bantu = []  
    for i in range(size):  
        array_bantu.append(-1)  
    while count in range(size):  
        x = r * x * (1 - x) # logistik Map  
        temp = int((x * pow(10, 16)) % size)  
        if array_bantu[temp] == -1:  
            array_bantu[temp] = flat_pixel[count]  
        else:  
            count -= 1  
            count += 1  
    cipher_pixel = np.array(list(enkripsi_2(key1, key2, size,  
array_bantu)))  
    cipher_pixel = cipher_pixel.reshape((int(size/4), 4))  
    return cipher_pixel
```

Nilai hasil perhitungan logistic map berupa float yang kurang dari 1 oleh karena itu perlu dilakukan proses untuk melakukan perubahan pada nilai float tersebut menjadi nilai desimal yang dapat digunakan sebagai penunjuk index pertukaran, setelah seluruh bit piksel ditukar proses akan dilanjutkan ke proses enkripsi tahap dua, tahap enkripsi ini menggunakan teori *Henon Map* dalam menentukan nilai citra yang akan digunakan dalam proses XOR dan juga index yang akan di XOR.

```
def enkripsi_2(key1, key2, size, pixel):  
    x = key1  
    y = key2  
    kontrol = []  
    array_bantu = []  
    count = 0  
    for i in range(size):  
        array_bantu.append(-1)  
    while count in range(size):  
        x1 = 1 - 1.4 * x * x + y #henon map  
        y1 = 0.3 * x #henon map  
        x = x1  
        y = y1  
        k1 = int((x1 * pow(10, 16)) % size)  
        k2 = int((y1 * pow(10, 16)) % 256)  
        if array_bantu[k1] == -1:
```

```

        array_bantu[k1] = k2
    else:
        count -= 1
        kontrol.append(k1)
        count += 1
    for i in range(size):
        pixel[i] = pixel[i] ^ array_bantu[i]
    return pixel

```

Pada enkripsi tahap dua ini dilakukan XOR bit piksel gambar, pada tahap ini digunakan teori *Henon Map*, teori ini menghasilkan dua nilai, source kode diatas menunjukkan hasil perhitungan pertama (x) akan dijadikan penunjuk index yang ingin di XOR sedangkan nilai kedua (y) akan dijadikan nilai bit baru untuk proses XOR. proses ini digunakan dua list baru untuk membantu perhitungan XOR hal ini digunakan karena proses XOR akan dilakukan pada bit piksel acak sesuai dengan nilai k1, nilai k1 merupakan nilai x yang telah diproses menjadi nilai desimal, sedangkan nilai dari k2 akan digunakan sebagai nilai yang akan di XOR dengan nilai bit piksel, enkripsi di akhiri dengan melakukan *save image*.

## 2.5 Pengujian sistem.

Tujuan pengujian dilakukan untuk menguji kelayakan sistem dan mengecek kembali apabila terdapat kesalahan pada sistem maka sistem akan diperbaiki. Pada penelitian ini dilakukan pengujian PSNR dan MSE.

*Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) adalah metode untuk melakukan perbandingan antara nilai maksimum dari sinyal yang diukur dengan besarnya derau yang berpengaruh pada sinyal tersebut. PSNR dinyatakan dalam satuan decibel (dB). Dalam proses mendapatkan nilai PSNR diperlukan nilai MSE (Mean Square Error) terlebih dahulu. MSE adalah nilai error kuadrat rata-rata antara citra asli (*plain image*) dengan citra manipulasi (*cipher image*), Berikut merupakan rumus persamaan MSE dan PSNR. Berikut ini adalah persamaan yang digunakan dalam menentukan nilai MSE dan PSNR.

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^M (C_{xy} - P_{xy})^2 \quad (4)$$

- Keterangan :
- M dan N* : Dimensi citra yang akan diproses
  - C<sub>xy</sub>* : Nilai piksel *cipher image* pada koordinat x dan y
  - P<sub>xy</sub>* : Nilai piksel *plain image* pada koordinat x dan y

$$PSNR = 20 \log_{10} \left( \frac{\max\_pixel}{MSE} \right) \quad (5)$$

- Keterangan :
- max\_pixel* : Nilai maksimum piksel pada citra

Nilai MSE yang diperoleh pada persamaan (4) digunakan pada persamaan (5) sebagai pembagi nilai pixel maksimum pada citra asli. Nilai PSNR inilah yang menjadi pedoman apakah sebuah citra memiliki kualitas yang baik atau tidak. Nilai yang dihasilkan oleh PSNR dapat mencapai nilai tak hingga yang diakibatkan oleh nilai MSE yang sama dengan 0, oleh sebab itu nilai PSNR dibatasi hanya sampai dengan 100dB.

Nilai PSNR dibawah 30 dB mengindikasikan kualitas yang relatif rendah, dimana distorsi yang disebabkan oleh perlakuan terlihat dengan jelas [10]. Pengujian PSNR dan MSE ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan enkripsi perpaduan *Logistic Map* dan *Henon Map* pengujian ini akan dilakukan dengan membandingkan citra asli dengan citra hasil enkripsi, pengujian diawali dengan melakukan enkripsi citra dengan kunci yang sama, setelah proses enkripsi selesai proses akan dilanjutkan dengan melakukan proses perhitungan nilai PSNR dan MSE.

## 2.6 Analisis

Pada tahapan analisis akan dibandingkan nilai MSE dan PSNR yang di dapatkan oleh citra digital yang telah di enkripsi proses ini akan dilakukan dengan mengikuti pedoman nilai pada tabel berikut ini.

**Tabel 1.** Tingkat Nilai MSE

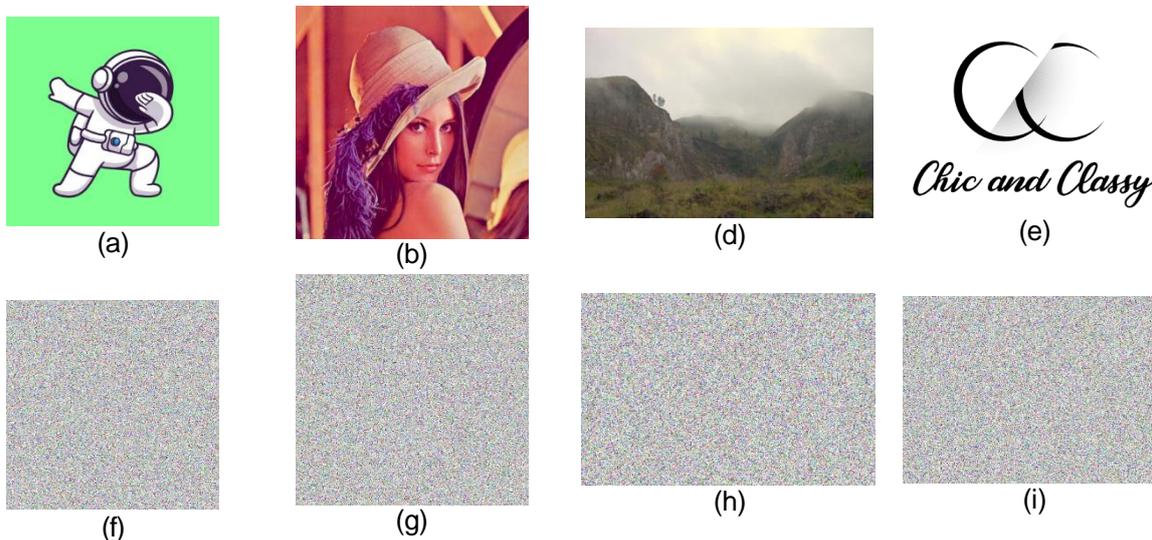
Nilai MSE	Akurasi eror
< 40	Sangat baik
41 sampai 100	Cukup baik
101 sampai 200	Baik
201 sampai 300	Sangat buruk
> 400	Buruk

**Tabel 2.** Tingkat Nilai PSNR

Nilai PSNR (dB)	Kualitas Sinyal
> 30	Sangat baik
25 sampai 30	Baik
20 sampai 24	Cukup buruk
11 sampai 19	Buruk
< 10	Sangat buruk

## 3. Result and Discussion

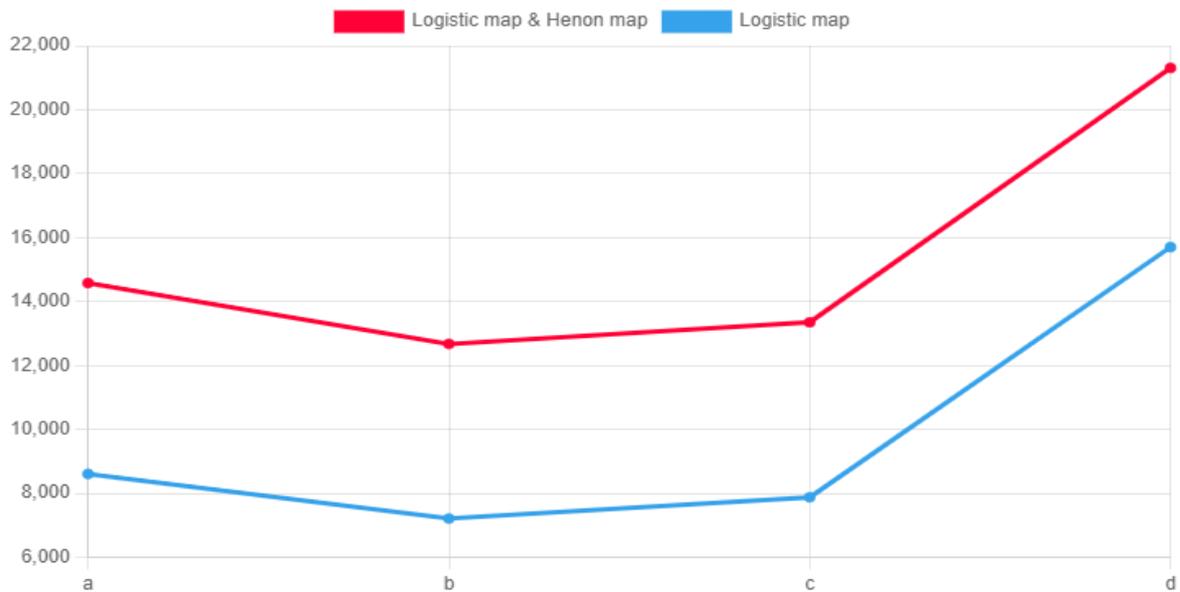
Pada bagian ini akan di tampilkan hasil dari pengujian program yang meliputi, nilai kualitas citra berdasarkan MSE dan PSNR, nilai MSE dan PSNR dari pada penelitian ini akan dibandingkan dengan nilai MSE dan PSNR dari metode enkripsi menggunakan *Logistic Map*, selain perbandingan nilai MSE dan PSNR akan dilakukan analisis perubahan citra asli dan citra yang telah melalui proses kriptografi. Hasil enkripsi citra dapat dilihat pada gambar 3.



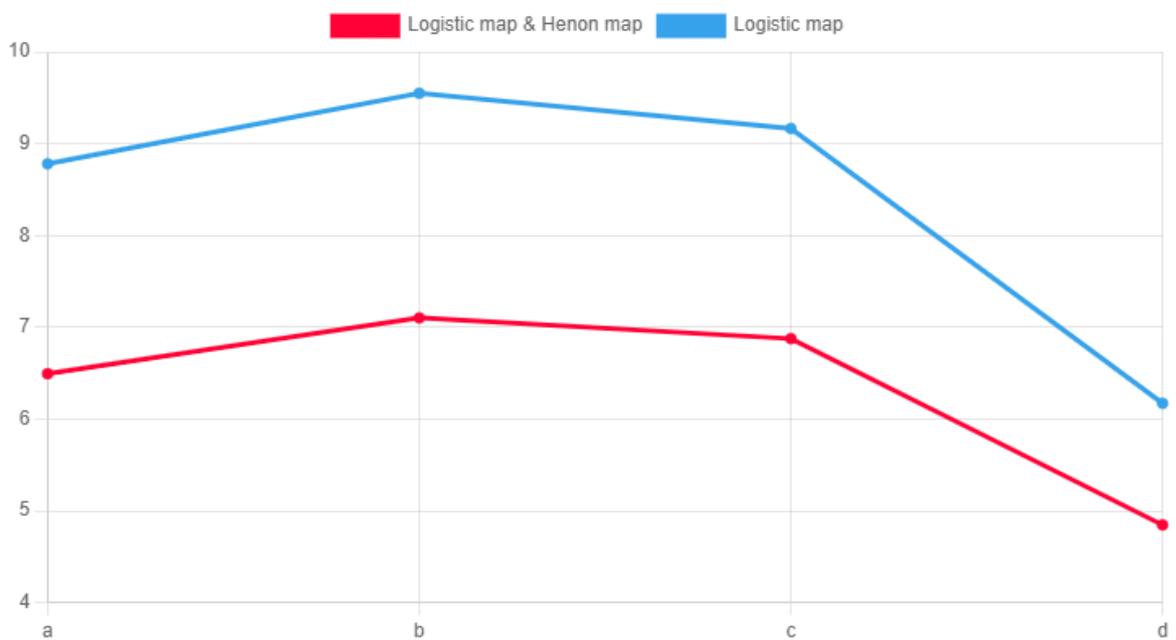
**Gambar 3.** (f) adalah hasil enkripsi (a), (b) adalah hasil enkripsi (c), (d) adalah hasil enkripsi (h), (e) adalah hasil enkripsi (i).

### 3.1. Uji MSE dan PSNR

Tahap ini adalah tahap membandingkan *cipher image* yang yang di enkripsi dengan *Logistic Map* dan pada *cipher image* yang dihasilkan dari perpaduan *Logistic Map* dan *Henon Map*, perbandingan nilai MSE dapat dilihat pada gambar 4 dan perbandingan nilai PSNR dapat dilihat pada gambar 5.



**Gambar 4.** Grafik MSE *Cipher image vs Plain image*



**Gambar 5.** Grafik PSNR *Cipher image vs Plain image*

diketahui bahwa terdapat peningkatan keamanan citra digital yang di enkripsi menggunakan perpaduan Logistic Map dan Henon Map yang dibandingkan dengan citra yang hanya di enkripsi dengan menggunakan Logistic Map. Peningkatan tersebut dibuktikan dengan rata – rata nilai MSE yang diperoleh oleh citra yang di enkripsi menggunakan perpaduan Logistic map dan Henon Map lebih besar dari rata – rata nilai MSE yang diperoleh oleh citra yang di enkripsi dengan Logistic Map saja. Sebaliknya dengan PSNR makin kecil nilai PSNR maka semakin besar banyak *noise*.

### 3.2. Analisis Luaran

Dalam pengujian metode ini diperlukan analisis lanjutan untuk mengetahui pengaruh dari enkripsi dan dekripsi terhadap *plain image*, informasi mengenai citra dapat dilihat pada tabel 3. pada tabel 3 terdapat informasi besar file, dimensi citra, dan waktu yang dibutuhkan dalam melakukan enkripsi.

**Tabel 3.** Informasi citra

No	Citra enkripsi	Waktu (seconds)	Dimensi	Besarnya file (KB)		
				Plain image	Cipher image	Decrypted image
1	a	39.0	500 × 500	132	978	120
2	b	49.13	512 × 512	459	1024	422
3	c	18.30	429 × 285	239	478	222
4	d	22.92	460 × 333	25,8	599	26,2

Pada tabel 3 dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan ukuran file diantara *plain image* dengan *cipher image* dan *plain image* dengan *decrypted image*, *cipher image* memiliki ukuran file yang lebih besar dari *plain image* namun sebaliknya untuk *decrypted image*, ukuran file yang dimiliki *decrypted image* lebih kecil dari ukuran file yang dimiliki oleh *plain image*, namun perubahan ukuran file tidak mempengaruhi kualitas citra dan ukuran dimensi citra. Selain mengetahui terdapat perbedaan ukuran file yang dihasilkan dapat dilihat juga semakin besar ukuran dimensi citra akan mempengaruhi waktu proses enkripsi dan dekripsi citra digital, untuk pembahasan lebih lanjut dilakukan pengujian pengaruh ukuran citra pada

#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah, sistem enkripsi yang memadukan *Logistic Map* dan *Henon Map* menghasilkan nilai PSNR rata-rata kurang dari 10 dB yang mengindikasikan bahwa citra hasil enkripsi memiliki *noise* yang sangat tinggi dan nilai MSE yang lebih dari 400, hal ini mengartikannya banyaknya eror sinyal dari citra asli dan *cipher image*. Lamanya proses yang diperlukan untuk melakukan proses enkripsi dan dekripsi sangat dipengaruhi oleh besarnya dimensi dan banyaknya piksel yang ada pada suatu citra digital, sistem enkripsi menggunakan perpaduan *Logistic Map* dan *Henon Map* ini memerlukan waktu lebih dari 15 detik dalam melakukan enkripsi citra yang memiliki ukuran dimensi 512×512, namun hasil enkripsi citra tidak terpengaruh oleh ukuran dimensi citra yang di enkripsi

#### References

- [1] V. A. Manoppo, A. S. M. Lumenta, and S. D. S. Karouw, "Analisa Malware Menggunakan Metode Dynamic Analysis Pada Jaringan Universitas Sam Ratulangi," *J. Tek. Elektro Dan Komput.*, vol. 9, no. 3, pp. 181–188, 2020.
- [2] R. A. Nugraha, "Sistem Steganography Dengan Metode Least Significant Bit (Lsb) & Metode Caesar Cipher Berbasis Android," *Skripsi*, 2019, doi: 10.30873/ji.v20i1.1615.
- [3] D. Pradeka, "PENYEMBUNYIAN INFORMASI DENGAN METODE CRYPTO-STEANOGRAPHY MENGGUNAKAN MEDIA GAMBAR BERBASIS MOBILE," *Pros. Semin. Nas. 2018*, 2018.
- [4] H. Gao, Y. Zhang, S. Liang, and D. Li, "A new chaotic algorithm for image encryption," *Chaos, Solitons and Fractals*, vol. 29, no. 2, pp. 393–399, 2006.
- [5] A. Susanto, "Penerapan Teori Chaos di dalam Kriptografi," *J. Tek. Inform.*, 2008.
- [6] R. Munir, "Algoritma Enkripsi Citra Digital Dengan Kombinasi Dua Chaos," Yogyakarta: 15-16 Juni, 2019.
- [7] M. Babaei, "A novel text and image encryption method based on chaos theory and DNA computing," *Nat. Comput.*, vol. 12, no. 1, pp. 101–107, 2013, doi: 10.1007/s11047-012-9334-9.
- [8] Y. Pourasad, R. Ranjbarzadeh, and A. Mardani, "A new algorithm for digital image encryption based on chaos theory," *Entropy*, vol. 23, no. 3, pp. 1–16, 2021, doi: 10.3390/e23030341.
- [9] P. Ping, F. Xu, Y. Mao, and Z. Wang, "Designing permutation–substitution image encryption networks with Henon map," *Neurocomputing*, vol. 283, pp. 53–63, 2018, doi: 10.1016/j.neucom.2017.12.048.
- [10] H. Sajati, "ANALISIS KUALITAS PERBAIKAN CITRA MENGGUNAKAN METODE MEDIAN FILTER DENGAN PENYELEKSIAN NILAI PIXEL," *J. Ilm. Bid. Teknol.*, vol. x, no. 1, pp. 41–48, 2018.

*This page is intentionally left blank.*

## Pengembangan Sistem Informasi Banten Menggunakan Web Semantik

I Kadek Anom Sukawirasa Putra<sup>a1</sup>, Cokorda Rai Adi Paramartha<sup>a2</sup>, I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra<sup>a3</sup>, I Ketut Gede Suhartana<sup>a4</sup>, I Made Widiartha<sup>a5</sup>, I Komang Ari Mogi<sup>a6</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana  
Badung, Bali, Indonesia

<sup>1</sup>anomsukawirasa@student.unud.ac.id

<sup>2</sup>cokorda@unud.ac.id

<sup>3</sup>anom.cp@unud.ac.id

<sup>4</sup>ikg.suhartana@unud.ac.id

<sup>5</sup>madewidiartha@unud.ac.id

<sup>6</sup>arimogi@unud.ac.id

### Abstract

The culture of Bali is strongly impacted by Hindu traditions and culture, as evidenced by the numerous yadnya ceremonies that Balinese people perform. Bali is one of the Indonesian islands with a diverse range of civilizations. Banten, also known as upakara, is a strategy for aiding in the execution of a ritual in Bali. However, a current problem is that many Balinese people only have a basic understanding of this cultural legacy and are only able to recognize it. As a result, a Banten information system was created for this project, and it was based on an ontology and prototyped utilizing the prototyping approach. The Methodology technique is employed in the construction of the ontology model. The system that was created has both semantic browsing and semantic searching capabilities. Black-Box Testing was used to test the system's accuracy and operation. The system functions well as a result of the outcomes.

**Kata Kunci:** Web Semantik, Banten, Ontologi, Sistem Informasi, Website

### 1. Pendahuluan

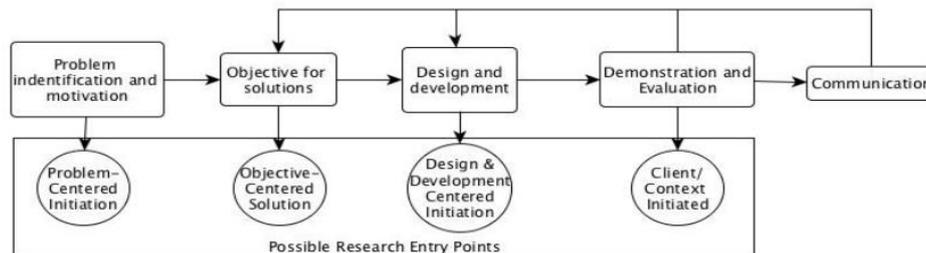
Salah satu pulau di Indonesia dengan budaya yang beragam adalah Bali. Warisan budaya adalah warisan intelektual yang diwariskan dan dilestarikan dari satu generasi ke generasi berikutnya. Itu bisa berbentuk barang berwujud atau tidak berwujud yang menggambarkan identitas dan cara hidup sebelumnya. [1][2]. Ritual Yadnya yang dipraktikkan di Bali, adalah salah satu contoh betapa kuatnya budaya dan adat Hindu diikuti. *Banten* merupakan salah satu fasilitas yang membantu pelaksanaan kegiatan yadnya. Sebagai orang yang mempersembahkan kepada yang menerimanya, banten upakara merupakan salah satu bentuk sesaji yang berusaha untuk membina kerukunan antar umat. [3]. *Banten* dapat digunakan tersendiri juga beserta banten lain yang memiliki kegunaan dan fungsi tersendiri terkait dengan upacara yang dilaksanakan. Banten memiliki beragam bentuk dan jenis yang unik dan memiliki ciri khasnya sendiri sehingga jika dilihat sekilas menimbulkan kesan unik serta rumit, Tetapi setelah diperiksa lebih dekat, menjadi jelas bahwa terlepas dari kerumitan dan orisinalitasnya, ia juga memiliki kekuatan estetika yang kuat yang kuat dan dikagumi [4]. Saat ini bentuk *upakara* atau *banten* sangat beragam, selain dari banyak fungsi dan kegunaan, ragam *upakara* atau *banten* juga dipengaruhi oleh budaya dan seni daerah setempat. Namun, belakangan banyak masyarakat Bali hanya mampu mengenal dan tanpa tahu banyak pengetahuan tentang warisan budaya ini. Itu disebabkan suatu pengetahuan tentang warisan budaya ini masih sangat sedikit yang mengetahui dan hanya disebarkan dari mulut ke mulut. Pasalnya sebagian besar pengetahuan yang dimiliki dalam bentuk tacit dan hanya beberapa masyarakat Bali saja yang mengetahuinya [5].

Ontologi adalah spesifikasi eksplisit formal dari sebuah konseptualisasi. Ontologi adalah model formal yang menggambarkan domain tertentu dan menentukan arti istilah dengan menggambarkan hubungannya dengan istilah lain dalam ontologi [6].

Berdasarkan penjelasan diatas pada penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah sistem informasi banten agar informasi banten tersebut dapat diwariskan dan dinikmati lebih mudah, dengan menggunakan teknologi web semantic, yang dimana aplikasi yang dibuat dapat melakukan pencarian, dan penjelajahan semantic.

## 2. Metode Penelitian

Metode research Design Science Research Methodology (DSRM) digunakan dalam penelitian ini. Metode DSRM memberikan pendekatan yang berguna untuk melakukan penelitian yang memiliki tujuan dalam menciptakan dan mengevaluasi suatu desain sistem yang mengatasi suatu masalah yang kompleks [7]. Gambar 1 merupakan tahapan dari metode DSRM meliputi identifikasi masalah, tujuan untuk solusi, desain dan pengembangan, demonstrasi dan evaluasi, serta komunikasi.



Gambar 1. Metode *Design Science Research Methodology*

### 2.1 Identifikasi Masalah dan Motivasi

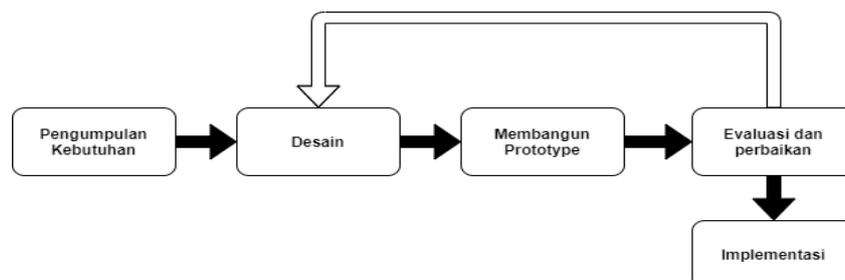
Merupakan tahapan untuk identifikasi masalah yang diangkat pada penelitian ini. Dasar Permasalahan dalam penelitian ini adalah kurangnya atau minimnya sumber informasi yang diketahui masyarakat terhadap informasi *banten* di Bali, baik itu *banten* yang digunakan saat upacara, komposisi *bantennya*, dan makna dari *banten* tersebut, hal ini diperparah dengan minimnya minat anak muda sekarang dalam belajar tentang *banten* di Bali sehingga warisan budaya leluhur ini terancam punah.

### 2.2 Tujuan untuk Solusi

Merupakan tahapan untuk menentukan solusi yang digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut, peneliti menawarkan membuat sebuah aplikasi berbasis web sebagai wadah untuk masyarakat untuk menemukan informasi terkait dengan *banten* itu sendiri. Dengan menggunakan aplikasi berbasis web peneliti berharap agar informasi tentang *banten* baik itu nama, tingkatan, unsur, alas, nama yadnya, kategori yadnya, periode yadnya, komposisi, serta makna dari *banten* itu dapat dilestarikan hingga nanti. Selain itu penggunaan web dimaksudkan agar nantinya pengetahuan *banten* dapat dengan mudah diakses baik kapan dan dimana saja. Dalam Pembuatan aplikasi ini juga peneliti ingin menerapkan model ontologi, karena model ontologi dapat digunakan dalam penyajian informasi secara semantik. Dalam sistem ini akan memiliki fitur penjelajahan dan pencarian untuk memudahkan pengguna aplikasi tersebut dalam mencari kriteria tentang *banten* tersebut.

### 2.3 Desain dan Pengembangan

Metode *prototyping* digunakan dalam pengembangan pengembangan sistem. Metode *prototyping* merupakan metode pembangunan perangkat lunak yang memungkinkan untuk pengguna dan pengembang sistem saling berinteraksi dalam prosesnya [8]. Dengan memperoleh informasi spesifik tentang kebutuhan informasi pengguna. menyajikan fitur perangkat lunak yang akan terlihat oleh pengguna atau pelanggan sebagai titik penekanan utama [9].



Gambar 2. Tahapan pembangunan sistem menggunakan metode *prototyping*

Gambar 2 merupakan tahapan dari metode *prototyping* yang dimulai dari pengumpulan kebutuhan, desain, membangun prototype, evaluasi dan perbaikan, serta implementasi

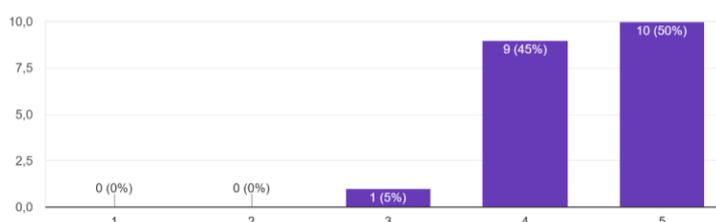
#### a. Analisis Kebutuhan

terdiri dari analisis kebutuhan non-fungsional yang mencakup komponen eksternal yang diperlukan untuk mendukung penelitian dan analisis kebutuhan fungsional yang menangani kegunaan sistem.

b. Data

Data digunakan terdiri dari dua bagian yaitu data untuk membangun model ontology dan data hasil pengujian dan evaluasi sistem. Data pembangunan model ontology dibagi menjadi 2 yaitu data awal sebagai kriteria yang digunakan nanti dalam fitur pencarian, dan penjelajahan. Pada tahap pengumpulan data awal ini penulis telah melakukan pengambilan data awal melalui survei secara online yang melibatkan beberapa pihak melalui kuesioner yang digunakan sebagai data awal pemilihan kriteria awal untuk banten. Pihak responden kuesioner ini merupakan 20 orang masyarakat bali yang beragama Hindu berumur 19 sampai 21 tahun. Kuesioner dibuat melalui media google form yang kemudian disebar ke responden, dari hasil tersebut digunakan 6 kriteria yang akan digunakan dalam fitur pencarian dan penjelajahan meliputi tingkatan banten, unsur banten, komposisi banten, tingkatan yadnya, periode yadnya, dan kategori yadnya. Hasil dari kuesioner yang dibuat dapat dilihat dalam gambar 3.

Saat membuat banten anda memperhatikan KOMPOSISI banten tersebut  
20 jawaban

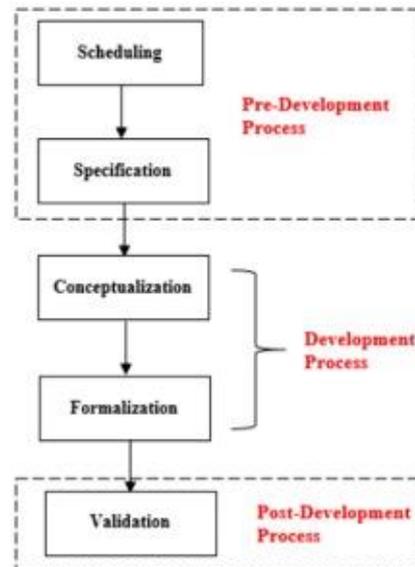


**Gambar 3.** Diagram pembuatan banten memperhatikan komposisi banten

Data pembangunan model ontology didapat dari wawancara kepada narasumber yang dirasa kompeten dan memiliki informasi banten lebih seperti sulinggih, mangku, dan sruti menggunakan teknik snowball sampling. Data yang diambil adalah kumpulan informasi banten seperti nama banten, tingkatan banten, unsur banten, alas banten, nama yadnya, kategori yadnya, periode yadnya, komposisi banten, serta makna banten. Kemudian untuk data pengujian dan evaluasi sistem didapat dari hasil pengujian dan evaluasi sistem berupa skor dari peserta yang melakukan serangkaian pengujian dan skala dari peserta yang melakukan evaluasi sistem.

c. Pembangunan Model

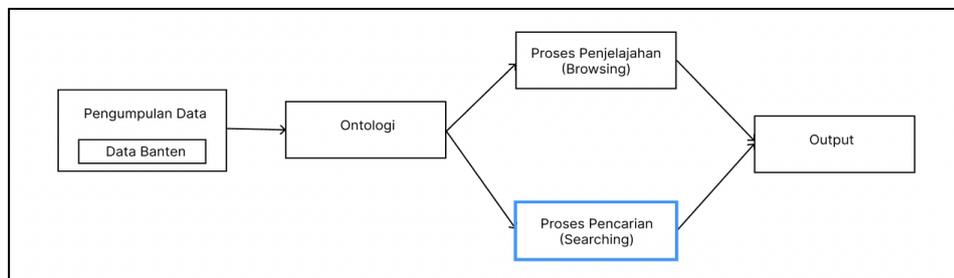
Metode yang digunakan dalam pembangunan model ontology pada penelitian ini adalah *methontology*, yang menawarkan manfaat yang terhubung dengan deskripsi menyeluruh dari setiap tugas yang perlu diselesaikan. Ontologi bawaan juga dapat digunakan untuk pengembangan sistem di masa depan berkat metodologi [10]. *Methontology* memandu bagaimana melaksanakan keseluruhan pengembangan ontology melalui tiga fase dalam *Methontology*. Setiap proses mengandung aktivitas tertentu. Gambar 4 menunjukkan proses dalam pembuatan ontology menggunakan metode *methontology*. Tiga proses luas tersebut adalah proses *Pre-development process (Scheduling and Specification)*, *Development process (Conceptualization, Formalization)* dan *Post development process (Validation)* [11].



**Gambar 4.** Proses Methontology

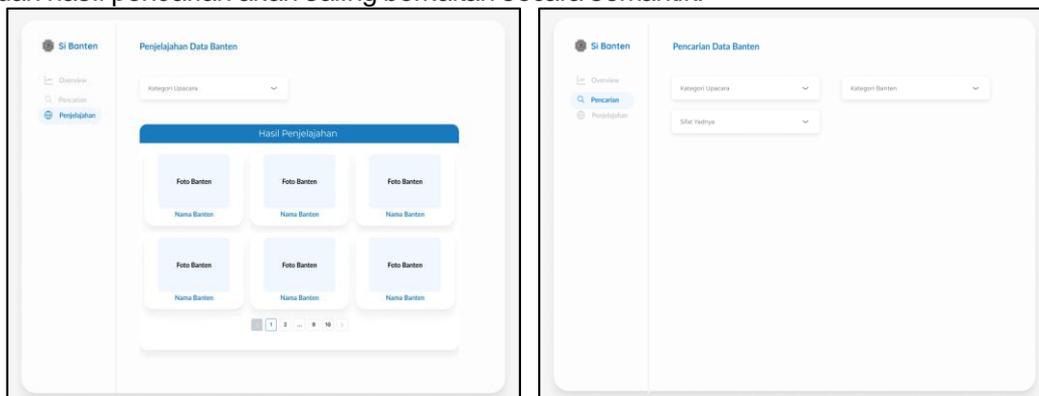
d. Desain

Desain sistem yang akan dibuat akan melalui beberapa tahapan yang akan dilalui. Dimulai dari tahapan pengumpulan dan penyimpanan data, proses penjelajahan, dan proses pencarian hingga tahap evaluasi kinerja sistem



**Gambar 5.** Desain umum sistem

Gambar 5 menjelaskan desain umum dari sistem yang dibangun, padaada tahap pengumpulan data, peneliti mengumpulkan data mengenai informasi yang berkaitan dengan banten. Lalu data akan diinputkan oleh peneliti kedalam model ontologi yang telah dibangun sebelumnya yang kemudian akan diimplementasikan kedalam sistem. Selanjutnya setelah melakukan tahap penjelajahan, dan pencarian, maka sistem akan mengeluarkan hasil atau output sistem berupa informasi dari banten yang relevan terhadap kategori pencarian *user* dan hasil pencarian akan saling berkaitan secara semantik.



**Gambar 6.** Desain Penjelajahan dan Pencarian sistem

Gambar 6 merupakan hasil desain dari fitur penjelajahan, dan pencarian dimana dalam setiap fitur tersebut user dapat memasukkan beberapa kategori pencarian dan penjelajahan.

#### 2.4 Demonstrasi dan Evaluasi

Pengujian berbagai komponen sistem atau aplikasi yang dikembangkan dilakukan selama tahap demonstrasi. Untuk memastikan bahwa sistem atau aplikasi yang dibuat sesuai dengan rencana desain asli, digunakan tahap demo. Pengujian kotak hitam digunakan dalam pengujian yang dijalankan pada saat ini.

#### 2.5 Komunikasi

Tahapan ini bertujuan untuk mendokumentasikan segala pengetahuan yang berkaitan dengan penelitian agar hasil dari penelitian dapat disimpan dalam bentuk arsip tulisan pada buku tugas akhir kemudian hasil tulisan ini dapat diterbitkan dalam jurnal ilmiah.

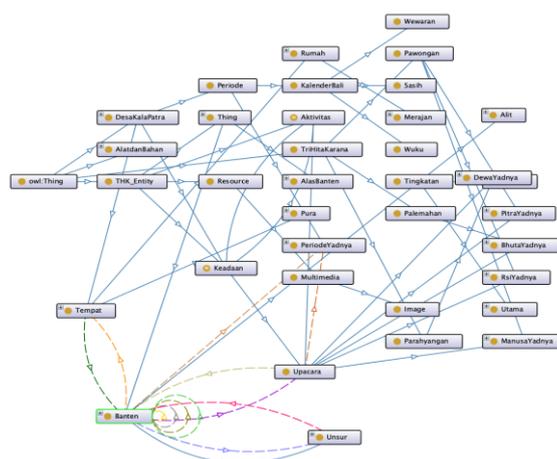
### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil serta pembahasan yang dijelaskan pada penelitian mengenai hasil pengembangan sistem informasi banten yang telah dibuat, selain itu juga dijelaskan mengenai hasil pengujian serta evaluasi sistem.

#### 3.1. Desain dan Pengembangan Sistem

##### a. Pembangunan model Ontologi

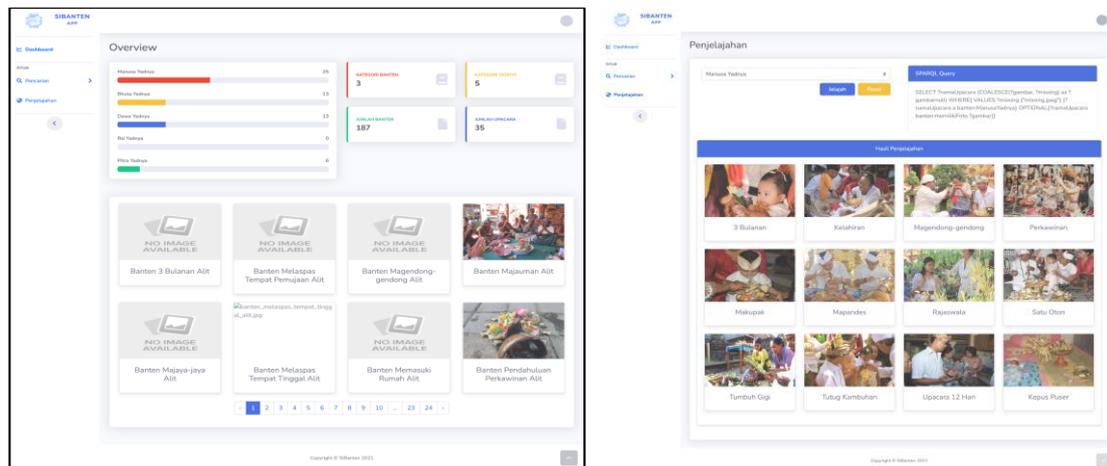
Teknik Metodologi digunakan untuk melaksanakan desain ide ontologi, dan Protégé 5.5.0 kemudian digunakan untuk memformalkannya. Hasil dari fase pekerjaan dalam Metodologi digunakan untuk mendefinisikan setiap komponen ontologi dalam perangkat lunak Protégé 5.5.0, di mana konsep didefinisikan sebagai kelas, hubungan biner ad hoc didefinisikan sebagai karakteristik objek, dan instance didefinisikan sebagai individu. Gambar 7 merupakan hasil ontologi banten yang telah dibangun menggunakan Protégé 5.5.0.



Gambar 7. Ontograf Ontologi Banten

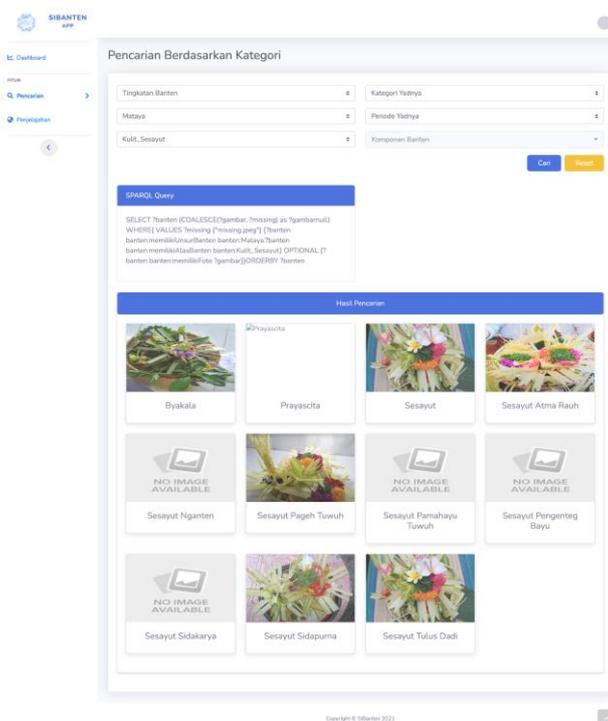
##### b. Implementasi Sistem

Pada implementasi sistem akan dijabarkan terkait penggunaan sistem sesuai dengan tahapan yang telah ditentukan. Dalam sistem akan ada 1 (satu) jenis pengguna saja yaitu *guest user* yang akan dapat melakukan aktivitas penjelajahan, dan pencarian pengetahuan banten. Dalam membangun user interface sistem informasi *banten* berbasis web ini menggunakan *framework* Laravel 9.2 dan *bootstrap-5* untuk membangun tampilan (*front-end*) halaman sistem. Dalam membangun website untuk pengolahan data menggunakan server *Apache Jena Fuseki*. Berikut merupakan tampilan *user interface* dari sistem manajemen pengetahuan *banten*.



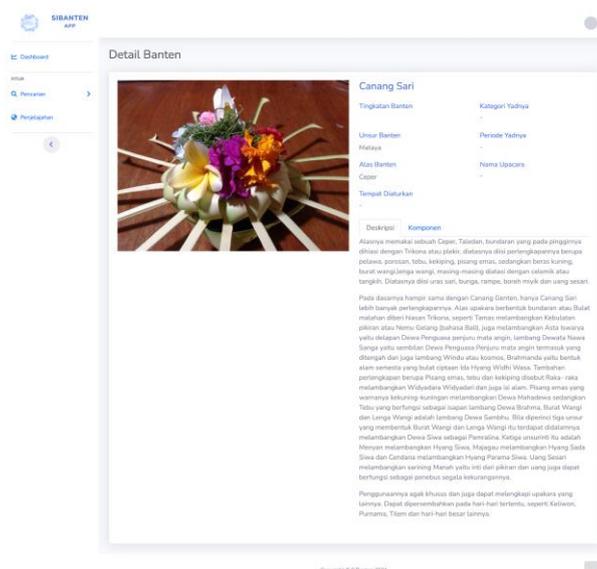
**Gambar 8.** User Interface Halaman Overview dan Penjelajahan

Gambar 8 merupakan halaman user overview dan penjelajahan dari sistem. Pada halaman overview akan ditampilkan informasi lengkap terkait banyaknya data *banten*, data *banten* per kategori *yadnya*, banyaknya *yadnya*, dan informasi *banten* itu sendiri. Pada halaman ini akan terdapat pilihan *dropdown* yang berisi kriteria-kriteria yang dapat dipilih oleh *user* lalu *user* bisa memilih tautan dari hasil penjelajahan *yadnya* yang dipilih.



**Gambar 9.** User Interface Halaman Penjelajahan

Gambar 9 merupakan halaman penjelajahan dari sistem. Pada halaman tersebut terdapat *form* untuk melakukan pencarian suatu *instances* informasi yang terkait dengan banten berdasarkan *input* yang diinginkan. Pada halaman tersebut, *user* dapat melakukan pencarian *instances* dengan cara mengisi *form output* dan minimal sebuah *form input* yang diinginkan, lalu mengklik tombol "Cari". Hasil pencarian akan ditampilkan secara *realtime* beserta *query* SPARQL yang digunakan untuk melakukan pencarian. *User* kemudian dapat mengakses tautan output yang diinginkan.



**Gambar 10.** User Interface Halaman Detail

Gambar 10 merupakan halaman detail dari sistem. Pada halaman ini akan terdapat informasi lengkap dari *banten* seperti nama *banten*, alas *banten*, unsur *banten*, kategori *yadnya* dari *banten*, nama *yadnya*, periode *yadnya*, komposisi *banten*, deskripsi *banten*, serta foto yang bisa dilihat oleh *user*.

### 3.2. Demonstrasi

Pengujian sistem dilakukan dengan Black-box testing yang bertujuan untuk melakukan pengujian fungsional pada keseluruhan fitur yang ada pada sistem. Fitur yang diuji yaitu fitur pencarian dan penjelajahan [12]. Hasil pengujian *Black-Box Testing* dari fitur pencarian (*searching*) dan fitur penjelajahan (*browsing*) ditunjukkan oleh Tabel 1 dan Tabel 2. dengan skenario pengujian seperti berikut.

**Tabel 1.** Hasil pengujian Black-box Fitur pencarian

Nama Pencarian		Pzengujian:	Kode Pengujian: P1		
Pengguna Pencarian : <i>Guest User</i>					
No	Kode	Nama Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil	Kesimpulan
1	P1-1	Menampilkan Halaman Pencarian	Sistem mampu menampilkan halaman pencarian	Sesuai	Berhasil
2	P1-2	Input Pencarian	Sistem mampu memasukan inputan ke dalam fitur pencarian	Sesuai	Berhasil
3	P1-3	Output Pencarian	Sistem mampu menampilkan keluaran dari masukan pengguna	Sesuai	Berhasil

**Tabel 2.** Hasil pengujian Black-box fitur penjelajahan

Nama Pengujian: Penjelajahan		Kode Pengujian: P2			
Pengguna Penjelajahan: <i>Guest User</i>					
No	Kode	Nama Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil	Kesimpulan
1	P2-1	Menampilkan Halaman Penjelajahan	Sistem mampu menampilkan halaman penjelajahan	Sesuai	Berhasil
2	P2-2	Input Penjelajahan	Sistem mampu memasukan inputan ke dalam fitur penjelajahan	Sesuai	Berhasil
3	P2-3	Output Penjelajahan	Sistem mampu menampilkan keluaran dari masukan pengguna	Sesuai	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian *Black-Box Testing* tersebut dapat dilihat bahwa hasil yang diberikan oleh sistem telah sesuai dan dapat dikatakan sistem telah memiliki fungsionalitas yang baik.

#### 4. Kesimpulan

Dalam pembuatan sistem informasi banten, metode Methontology dapat diimplementasikan dalam mengembangkan ontologi *banten*, terdiri atas beberapa tahapan, diantaranya tahap spesifikasi, tahap akuisisi pengetahuan, tahap konseptualisasi, tahap integrasi, tahap implementasi, tahap evaluasi, dan tahap dokumentasi. Dengan menggunakan metode Prototyping dapat memudahkan merancang bangun sistem informasi banten berbasis web serta implementasi ontologi banten ke dalam sistem. Sedangkan untuk fitur-fitur *searching* dan *browsing* pada aplikasi sudah sesuai dengan apa yang diharapkan, dimana sudah dibuktikan dengan hasil pengujian *black box* pada pembahasan diatas yang menunjukkan sistem mampu menampilkan halaman dari masing-masing fitur dan mengeluarkan input serta output yang diberikan dengan hasil yang sesuai dan memiliki kesimpulan normal. Diharapkan dengan adanya aplikasi ini dapat membantu masyarakat memberikan pengetahuan terutama bagi yang ingin mencari informasi berkaitan dengan banten..

#### Referensi

- [1] C. Pramatha and J. Davis, "Digital Preservation of Cultural Heritage: Balinese Kukul Artefact and Practices", *Digital Heritage. Progress in Cultural Heritage: Documentation, Preservation, and Protection*, pp. 491-500, 2016. Available: 10.1007/978-3-319-48496-9\_38 [Accessed 8 July 2022].
- [2] N. F. Ariyani, A. Y. Priyanto, S. Sarwosri, and R. Sarno, "Pemodelan Granularitas Temporal Untuk Mencari Relasi Antar Objek Warisan Budaya Indonesia Dengan Menggunakan Ontologi," *JUTI J. Ilm. Teknol. Inf.*, vol. 15, no. 1, p. 72, 2017, doi: 10.12962/j24068535.v15i1.a637.
- [3] N. S. Mulyani, "Prospek Bisnis Banten : Upaya Mengurangi Mental Komsumtif dan Kemiskinan di Bali," *Purwadita J. Relig. Cult.*, vol. 1, no. 1, pp. 64–70, 2017.
- [4] A. . K. S. YUDARI, "Komersialisasi Banten Dalam Wacana Penguatan Identitas Kehinduan Sebagai Implementasi Ajaran Bhakti Marga Di Bali," *Dharmasmrti J. Ilmu Agama dan Kebud.*, vol. 18, no. 2, pp. 9–15, 2018, doi: 10.32795/ds.v9i2.142.
- [5] C. Paramartha, J. G. Davis, and K. K. Y. Kuan, "Digital Preservation of Cultural Heritage : An Ontology- Based Approach Australasian Conference on Information Systems Digital Preservation of Cultural Heritage Digital Preservation of Cultural Heritage : An Ontology- Based Approach Cokorda Pramatha," *Australas. Conf. Inf. Syst.*, no. December, 2017.
- [6] S. K. Patel and H. B. Bhadka, "Semantic Web Technology and Ontology designing for e-Learning Environments," *Int. J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 43, no. 2, pp. 88–100, 2019.
- [7] C. R. A. Pramatha, "Assembly the Semantic Cultural Heritage Knowledge," *J. Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 2, p. 83, 2018, doi: 10.24843/jik.2018.v11.i02.p03.
- [8] C. Pramatha and N. Mimba, "Udayana University International Student Management: A

- Business Process Reengineering Approach", *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*, vol. 11, no. 2, pp. 57-64, 2020.  
Available: 10.21512/comtech.v11i2.6383 [Accessed 8 July 2022].
- [9] Z. Zakaria, S. Kasim, N. H. M. Hasbullah, A. A. Azadin, A. S. Ahmar, and R. Hidayat, "The development of personality ontology based on the methontology approach," *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 2.5 Special Issue 5, pp. 73–76, 2018, doi: 10.14419/ijet.v7i2.5.13955.
- [10] Y. Nugraha, "Information System Development With Comparison of Waterfall and Prototyping Models," *J. RISTEC Res. Inf. Syst. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 126–131, 2020, [Online]. Available: <https://journal.institutpendidikan.ac.id/index.php/ristec/article/view/1202>.
- [11] N. Husna, M. Hasbullah, and Z. Zakaria, "The Development of STIF in Ontology Based on The Methontology Approach," *UTM Comput. Proc. Innov. Comput. Technol. Appl.*, pp. 1–7, 2017.
- [12] C. Pramatha, J. Davis and K. Kuan, "A Semantically-Enriched Digital Portal for the Digital Preservation of Cultural Heritage with Community Participation", *Digital Heritage. Progress in Cultural Heritage: Documentation, Preservation, and Protection*, pp. 560-571, 2018. Available: 10.1007/978-3-030-01762-0\_49 [Accessed 8 July 2022].

*This page is intentionally left blank.*

# Seleksi Atribut Pada Diagnosis Penyakit Liver Menggunakan *Decision Tree* Dengan Algoritma Genetika

Aang Pangantyas Sampurna<sup>a1</sup>, I Gede Santi Astawa<sup>a2</sup>, Nqurah Aquus Sanjaya ER<sup>a3</sup>, AAIN Eka Karyawati<sup>a4</sup>, I Wayan Sanityasa<sup>a5</sup>, I Made Widiartha<sup>a6</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Udayana  
Bali, Indonesia

<sup>1</sup>aangpangantyas@gmail.com

<sup>2</sup>santi.astawa@unud.ac.id

<sup>3</sup>agus\_sanjaya@unud.ac.id

<sup>4</sup>eka.karyawati@unud.ac.id

<sup>5</sup>santiyasa@unud.ac.id

<sup>6</sup>madewidiartha@unud.ac.id

## Abstract

*Liver disease is caused by inflammation of the liver. WHO shows nearly 1.2 million people in Southeast Asia and Africa per year die from this disease. Therefore, a diagnosis is needed as soon as possible to get further treatment. To make a diagnosis, a classification algorithm is needed which in this study uses the C4.5 algorithm. However, the algorithm is not optimal for forming a decision tree because it requires loading all cases into memory. Therefore, it is necessary to optimize using genetic algorithms to form simpler rules by selecting attributes and trying various possible combinations of attributes until the most optimal combination is obtained. In the evaluation results, the rules generated by optimization are simpler, namely as many as 32 rules when compared to without optimization, which are more complex, which are 145 rules. Then in the evaluation of accuracy, the rules with optimization resulted in a better accuracy of 70,7% when compared to the accuracy of the rules without optimization of 68,9%.*

**Keywords:** *Liver Disease, Classification, Decision Tree C4.5, Optimization, Genetic Algorithm*

## 1. Pendahuluan

Penyakit Liver merupakan penyakit krusial pada organ hati di mana penyakit tersebut diakibatkan oleh inflamasi pada hati yang disebabkan infeksi virus, bahan beracun, atau bakteri sehingga hati kesulitan untuk berfungsi sebagaimana mestinya [1]. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh WHO (World Health Organization) bahwa setidaknya hampir 1.2 juta orang per tahun di kawasan Asia Tenggara dan kawasan Afrika mengalami kematian akibat terserang penyakit ini [2]. Agar penyakit tersebut tidak semakin parah, maka dari itu diperlukan diagnosis sejak dini agar penderita mendapatkan penanganan sesegera mungkin.

Beberapa penelitian terkait pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian Rahman [3] membahas tentang perbandingan antara algoritma *decision tree C4.5* dan algoritma *naïve bayes* dalam melakukan klasifikasi pada diagnosis penyakit liver menggunakan perangkat lunak *RapidMiner*. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan bahwa algoritma *naïve bayes* mendapatkan akurasi sebesar 67.05% sementara algoritma *decision tree C4.5* mendapatkan akurasi yang lebih tinggi yaitu sebesar 70.29%. Penelitian lainnya yaitu dilakukan oleh Utami [4] di mana dalam penelitian tersebut membahas tentang penggunaan teknik klasifikasi atribut menggunakan *naïve bayes*. Sebelum dilakukan klasifikasi atribut menggunakan *naïve bayes*, digunakan Algoritma Genetika dan Bagging untuk seleksi atribut yang berpengaruh agar lebih optimal untuk memprediksi penyakit liver dengan dataset yang didapatkan dari UCI Machine Learning Repository. Dari hasil analisis, didapatkan bahwa dengan hanya menggunakan algoritma klasifikasi *naïve bayes* saja, didapatkan akurasi sebesar 66,66%. Sedangkan jika algoritma *naïve bayes* tersebut dikombinasikan dengan algoritma genetika dan bagging, maka didapatkan akurasi yang lebih baik sebesar 72,02%.

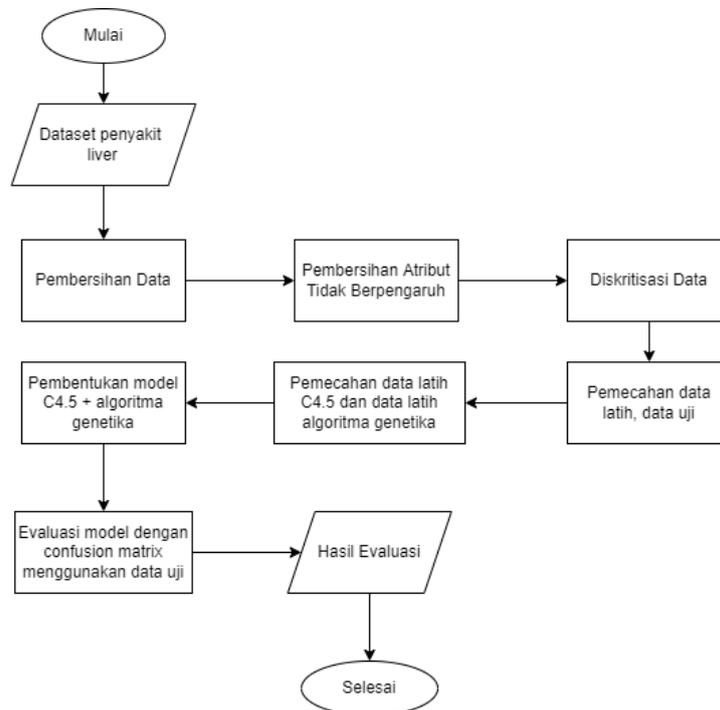
Pada penelitian ini penulis akan melakukan klasifikasi diagnosis penyakit liver menggunakan algoritma *decision tree C4.5*. Namun dikarenakan algoritma C4.5 kurang optimal dalam membentuk suatu pohon

keputusan/aturan yang mengharuskan memuat seluruh kasus ke dalam memori pohon keputusan, maka akan dilakukan kombinasi algoritma menggunakan Algoritma Genetika untuk pembentukan aturan yang lebih optimal dengan cara menyeleksi atribut. mencoba berbagai kemungkinan kombinasi atribut sampai didapatkan aturan yang paling optimal untuk dilakukan diagnosis dengan harapan akan mendapatkan akurasi yang lebih tinggi dan waktu diagnosis yang lebih cepat dibandingkan dengan diagnosis dengan Algoritma C4.5 tanpa kombinasi Algoritma Genetika untuk seleksi atribut.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Alur Penelitian

Berdasarkan diagram alur penelitian pada gambar 1, dalam penelitian ini penulis menggunakan dataset yang diperoleh dari *UCI Machine Learning Repository*. Dari data penelitian yang telah ada kemudian dilakukan proses *preprocessing data* yang mencakup pembersihan data yang mengandung *missing value*, penghilangan atribut yang tidak relevan, dan diskritisasi data. Setelah tahap *preprocessing data* selesai, dilanjutkan dengan pembangunan model C4.5 tanpa seleksi atribut menggunakan algoritma genetika dan pembangunan model C4.5 dengan seleksi atribut menggunakan algoritma genetika. Pada tahap evaluasi dilakukan dengan membandingkan jumlah *rules*, dan *confusion matrix* menggunakan data uji antara model yang telah dilakukan seleksi atribut dan belum dilakukan seleksi atribut.



**Gambar 1.** Diagram Alur Penelitian

### 2.2. Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang didapat dari *Machine Learning Repository UCI (Universitas California Invene)* bernama *Indian Liver Patient Dataset (ILPD)* dengan alamat web: <http://archive.ics.uci.edu/ml/> dalam bentuk file *comma separated value (csv)*. Data ini terdiri dari 10 atribut berisi 583 record data, 416 record untuk kelas penderita penyakit liver dan 167 record untuk kelas tidak menderita penyakit liver. Deskripsi pada setiap atribut dapat di lihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Deskripsi Data ILPD

Atribut	Deskripsi	Tipe Data
Age	Umur	Numerik
Gender	Jenis Kelamin	Kategorik
TB	Total Bilirubin	Numerik
DB	Direct Bilirubin	Numerik
Alkphos	Alkaline Phosphotase	Numerik
Sgpt	Alamine Aminotransferase	Numerik
Sgot	Aspartate Aminotransferase	Numerik
TP	Total Protiens	Numerik
ALB	Albumin	Numerik
A/G Ratio	Albumin and Globulin Ratio	Numerik
Class	Data Clases 1: Positive 2: Negative	Numerik

### 2.3. Pembersihan Atribut Tidak Berpengaruh

Pada tahap ini akan dilakukan proses seleksi atribut yang tidak berpengaruh terhadap pengambilan keputusan penyakit liver menggunakan perangkat lunak SPSS dengan metode *pearson correlation*.

### 2.4. Diskritisasi Data

Dataset yang digunakan pada penelitian ini memiliki beberapa atribut dengan data numerik yang sulit diterapkan pada algoritma *decision tree* C4.5 sehingga perlu dilakukan transformasi data dengan diskritisasi di mana pada penelitian ini menggunakan algoritma *entropy-based discretization* agar atribut dengan data numerik continyus bisa diubah menjadi data kategorikal dengan beberapa segmen atau interval. Berikut merupakan cara kerja dari algoritma ini:

- Mengurutkan data atribut yang akan dilakukan diskritisasi
- Hitung entropy dari keseluruhan dataset
- Untuk setiap split data didalam atribut yang telah diurutkan:
  - Hitung entropy di setiap bin data dengan rumus pada persamaan (1).
$$\text{Entropy}(S) = -\sum_{i=1}^n p_i \log_2(p_i) \quad (1)$$

Keterangan :  
S = Himpunan kelas  
n = jumlah kategori  
 $p_i$  = nilai probabilitas pada kategori i
  - Hitung *information gain* dengan menggunakan rumus pada persamaan (2).
$$\text{Info Gain}(S,A) = \text{Entropy}(s) - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S|} \text{Entropy}(S_i) \quad (2)$$

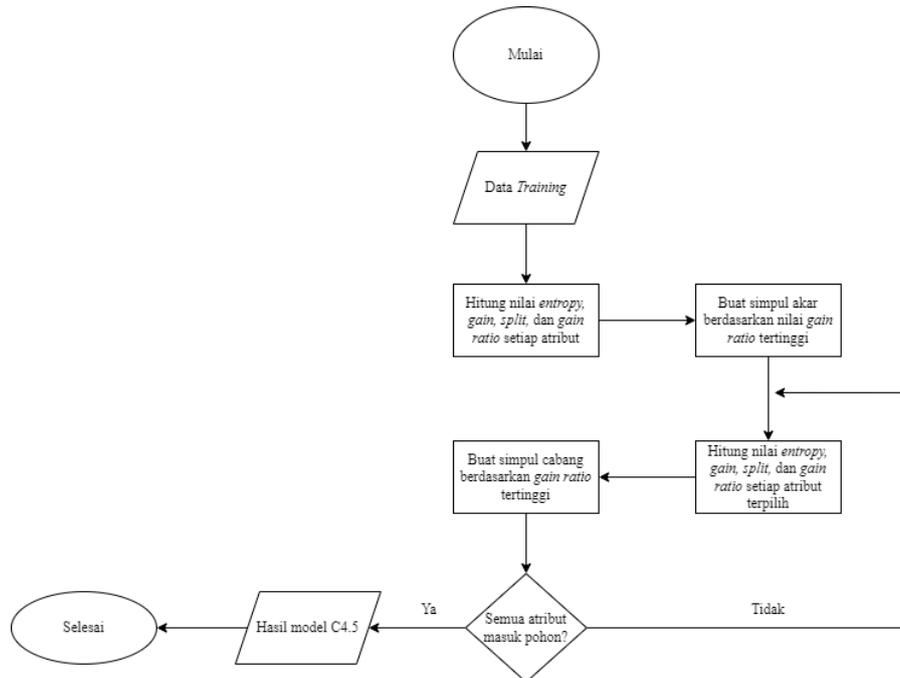
Keterangan:  
S = Himpunan kelas  
A = Atribut  
n = Jumlah kategori  
 $|S_i|$  = Jumlah kelas pada kategori ke i  
 $|S|$  = Jumlah kelas dalam S
- Pilih posisi split (bin) dengan nilai gain paling tinggi
- Lakukan proses rekursif untuk setiap split yang telah ditentukan sampai dengan kondisi terminate. Kondisi terminate bisa dilakukan jika telah mencapai bin yang ditentukan atau jika gain dibawah dari treshold tertentu.

### 2.5. Pemecahan Data Latih dan Data Uji

Pada tahap ini akan dilakukan proses untuk pemecahan data latih dan data uji dengan perbandingan 80:20. Lalu dari data latih 80% tersebut akan dibagi menjadi data latih C4.5 dan data latih algoritma genetika dengan proporsi 80:20 di mana total data latih algoritma genetika akan sama dengan total data testing. Nantinya data latih C4.5 akan digunakan untuk membentuk model *decision tree* C4.5 lalu data latih algoritma genetika akan digunakan untuk mengukur tingkat akurasi dari model C4.5 yang nantinya juga dipergunakan untuk indikator nilai fitness. Kemudian data uji akan dilakukan untuk melakukan pengujian terhadap model *decision tree* yang belum dan telah dilakukan seleksi atribut.

## 2.6. Algoritma C4.5

Algoritma C4.5 adalah salah satu algoritma klasifikasi berbentuk decision tree yang merupakan pengembangan dari algoritma ID3 [5]. Algoritma ini akan membentuk decision tree menggunakan nilai *gain ratio*. Tahapan alur kerja proses dari algoritma ini dapat diilustrasikan melalui Gambar 2 [6].



**Gambar 2.** Diagram Alur Algoritma C4.5

Berdasarkan flowchart pada gambar 2, diawali dengan proses perhitungan nilai *entropy* di mana nilai tersebut menggambarkan distribusi probabilistik untuk mengukur tingkat homogenitas distribusi kelas pada suatu dataset. Semakin tinggi nilai *entropy* berarti bahwa nilai informasi pada dataset tersebut semakin *imputrity* (tidak pasti) [7]. Rumus perhitungan *entropy* terdapat pada persamaan (1). Setelah perhitungan nilai *entropy* selesai dilanjutkan dilakukan perhitungan nilai *gain* dan *split* untuk mengukur keefektifan suatu atribut dalam melakukan klasifikasi [8] dan mengukur informasi potensial suatu *entropy* [9]. Perhitungan *gain* dan *split info* dapat dilihat pada persamaan (2) dan (3). Terakhir yaitu proses penghitungan *gain ratio* untuk menentukan keputusan di mana *gain ratio* memiliki nilai besar jika data menyebar secara rata dan bernilai kecil jika semua data masuk ke dalam satu cabang [10]. Rumus untuk menghitung *gain ratio* dapat dilihat pada persamaan (4).

$$SplitInfo(S,A) = -\sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S|} \log_2 \frac{|S_i|}{|S|} \quad (3)$$

$$GainRatio(S,A) = \frac{Gain(A)}{SplitEntropy(A)} \quad (4)$$

Keterangan :

A = Atribut

S = Himpunan kelas

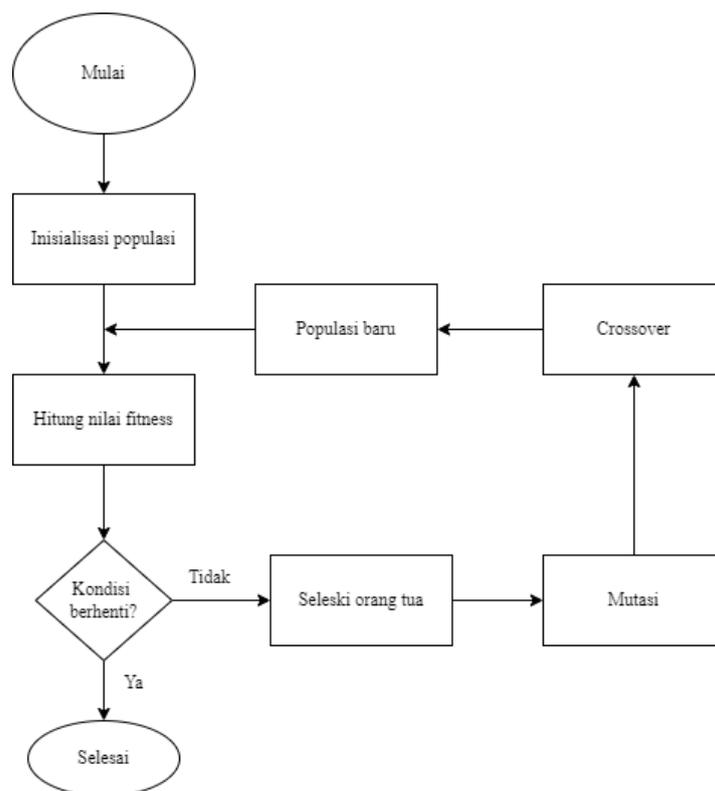
n = jumlah kategori

|S<sub>i</sub>| = Jumlah kelas pada kategori ke i

|S| = Jumlah kelas dalam S

## 2.7. Pembentukan Model Algoritma C4.5 dengan Algoritma Genetika

Algoritma genetika merupakan algoritma yang diterapkan sebagai pendekatan untuk mengidentifikasi pencarian nilai dan solusi bagi berbagai permasalahan optimasi [11].



**Gambar 3.** Diagram Alur Algoritma Genetika

Berdasarkan diagram alur algoritma genetika pada gambar 3, algoritma genetika memiliki struktur sebagai berikut [12].

#### 1. Inisialisasi populasi awal

Tahapan awal dalam algoritma genetika dimulai dengan inisialisasi populasi yang dibentuk dari sekumpulan N individu secara *random*. Setiap individu akan memiliki sebuah kromosom. Individu-individu ini mempresentasikan sekumpulan solusi yang diinginkan. Dalam penelitian ini, pembentukan kromosom menggunakan nilai biner yang merepresentasikan setiap atribut apakah digunakan atau tidak selama proses pelatihan. Lalu untuk penentuan jumlah individu pada populasi awal digunakan metode kombinasi faktorial dari atribut yang ada. Dari 10 atribut yang ada akan dilakukan kombinasi dengan menghilangkan 1 atribut pada setiap individu, maka jumlah kombinasi bisa didapatkan dengan rumus pada persamaan (5).

$$C_9^{10} = \frac{10!}{9!1!} = 10 \text{ Kombinasi} \quad (5)$$

#### 2. Perhitungan nilai *fitness*

Tahap kedua dari proses algoritma genetika ada perhitungan nilai *fitness* untuk melakukan evaluasi pada suatu individu. Pada proses perhitungan nilai *fitness* setiap individu, akan memanfaatkan nilai akurasi data latih C4.5 dari model C4.5 yang terbentuk dari individu algoritma genetika menggunakan data latih algoritma genetika.

#### 3. Seleksi orang tua

Tahap selanjutnya adalah proses seleksi orang tua yaitu memilih individu terbaik yang akan tetap berada pada populasi (*elitisme*). Pada penelitian ini, penulis menggunakan metode seleksi *Roulette-Whell* yang akan menghitung nilai probabilitas setiap individu dari nilai interval kumulatif nilai *fitness* masing masing individu dibagi dengan nilai total nilai *fitness* dari semua individu lalu memilih secara acak *parent* menggunakan bilangan random (0-1) dengan probabilitas setiap individu < bilangan random.

#### 4. Mutasi

Mutasi merupakan proses dalam Algoritma Genetika yang bertujuan untuk mengubah gen-gen tertentu dalam sebuah kromosom. Pada penelitian ini, Semua gen yang ada didalam individu akan dilakukan proses mutasi. Proses mutasi pada penelitian ini dilakukan dengan cara membalikan bilangan biner. Mutasi setiap gen akan dilakukan jika pembangkitan bilangan random di setiap gen < Probabilitas mutasi.

#### 5. Kondisi berhenti

Kriteria berhenti dari algoritma genetika yang dipakai yaitu menggunakan *steady state* atau telah konvergen dimana jika nilai *fitness* tidak mengalami perubahan selama 50 generasi dengan nilai *threshold* 0,001.

### 2.8. Confusion matrix

*Confusion matrix* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk melakukan evaluasi terhadap hasil klasifikasi. Matriks tersebut dibangun berdasarkan nilai *true positive*, *true negative*, *false positive*, *false negative*. Contoh untuk *confusion matrix* dalam mengevaluasi hasil klasifikasi 2 kelas dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2. Confusion Matrix**

Kelas Sebenarnya	Prediksi Kelas Oleh Sistem	
	Positive	Negative
Positive	TP	FN
Negative	FP	TN

Keterangan:

TP = True Positive (total prediksi benar dari data positif)

FN = False Negative (total prediksi salah dari data positif)

TN = True Negative (total prediksi benar dari data negatif)

FP = False Positive (total prediksi salah dari data negatif)

Dari *confusion matrix* pada tabel 2, maka akan didapatkan nilai *accuracy*, *precision*, *recall*, *f-1 score* dengan rumus pada persamaan 6, 7, 8, dan 9.

$$Accuracy = \frac{(TP+TN)}{(TP+FP+FN+TN)} \quad (6)$$

$$Precision = \frac{(TP)}{(TP+FP)} \quad (7)$$

$$Recall = \frac{(TP)}{(TP+FN)} \quad (8)$$

$$F - 1 \text{ Score} = \frac{(2*Recall*Precision)}{(Recall+Precision)} \quad (9)$$

### 2.9. Desain Evaluasi

Evaluasi yang akan digunakan penulis pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan *confusion matrix* dan membandingkan nilai *accuracy*, *precision*, *recall*, *f-1 score*, pada data testing dan jumlah *rules* yang terbentuk dari data *training* antara model *decision tree* yang telah dilakukan optimasi *rules* dan tanpa optimasi *rules* menggunakan algoritma genetika.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pada proses *preprocessing data* tahap pembersihan atribut tidak berpengaruh menggunakan perangkat lunak *SPSS* dengan metode *pearson correlation*, ditemukan bahwa atribut TP tidak memiliki korelasi yang signifikan terhadap atribut kelas sehingga atribut tersebut tidak akan digunakan selama proses pelatihan dan pengujian. Kemudian pada proses hasil kombinasi atribut sebelum dan setelah dilakukan seleksi dengan total waktu komputasi selama 3 menit 48 detik. Hasil kombinasi atribut tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil perbandingan kombinasi atribut

	Kombinasi Atribut
Sebelum seleksi atribut	<i>Age, Gender, TB, DB, Alkphos, SGPT, SGOT, ALB, A/G Ratio</i>
Setelah seleksi atribut	<i>Age, SGOT, ALB, A/G Ratio</i>

Setelah proses seleksi selesai, dilanjutkan proses pengujian untuk *decision tree* C4.5 dengan optimasi menggunakan algoritma genetika dan tanpa optimasi menggunakan algoritma genetika. Terdapat 2 jenis pengujian, di mana pengujian yang pertama yaitu untuk melihat perbedaan jumlah (kesederhanaan) *rules decision tree* tanpa seleksi atribut dan dengan seleksi atribut pada data latih. Lalu pengujian yang kedua yaitu untuk pengukuran evaluasi *confusion matrix* dengan data uji pada *rules* yang telah dilakukan seleksi atribut dan belum dilakukan seleksi atribut. Dari hasil perbandingan seleksi atribut menggunakan algoritma genetika, maka didapatkan atribut yang terseleksi yaitu sebanyak 5 atribut, sehingga tersisa 4 atribut kombinasi terbaik.

### 3.1. Pengujian Jumlah (Kesederhanaan) Rules

Pengujian ini dilakukan proses perbandingan jumlah (kesederhanaan) *rules decision tree* C4.5 dengan dan tanpa optimasi menggunakan algoritma genetika.

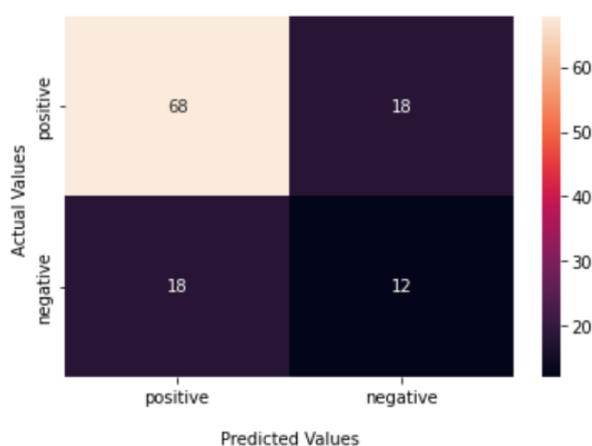
**Tabel 4.** Hasil perbandingan jumlah rules

	Jumlah Rules
Algoritma C4.5	145
Algoritma C4.5 + Algoritma Genetika	52

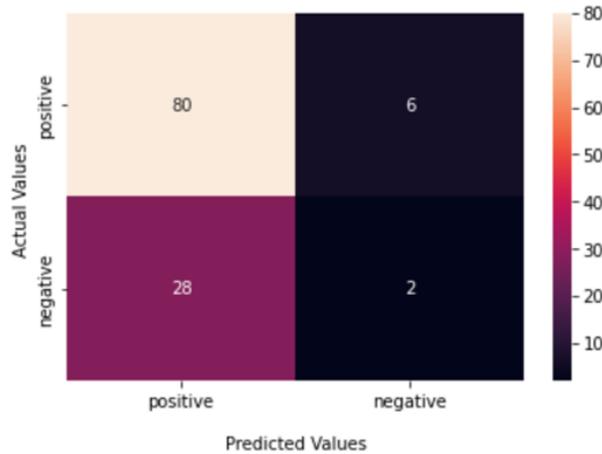
Pada Tabel 4 disajikan hasil perbandingan jumlah *rules* di mana *rules* yang dihasilkan jika menggunakan algoritma C45 tanpa optimasi yaitu sebanyak 145, sedangkan jika menggunakan algoritma C45 dengan optimasi yaitu sebanyak 52.

### 3.2. Pengujian Menggunakan Confusion Matrix

Pengujian ini dilakukan untuk melakukan evaluasi dengan membandingkan nilai akurasi, precision, recall, dan f1 score antara hasil klasifikasi model C4.5 dengan optimasi algoritma genetika dan model C4.5 tanpa optimasi algoritma genetika dengan data uji.



**Gambar 4.** Confusion matrix model C4.5



**Gambar 5.** *Confusion matrix* model C4.5 + Algoritma Genetika

Berdasarkan *Confusion matrix* hasil evaluasi data uji dengan model C4.5 tanpa optimasi dengan algoritma genetika pada Gambar 4 didapatkan nilai TP=68, FN=18, FP=18, TN=12 sedangkan model C4.5 tanpa optimasi algoritma genetika pada Gambar 5 didapatkan nilai TP=80, FN=6, FP=28, TN=2, sehingga didapatkan nilai *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f-1 score* pada Tabel 5.

**Table 5.** Hasil perbandingan evaluasi *confusion matrix*

	Accuracy	Precision	Recall	F-1 Score
Algoritma C4.5	68,9%	79%	79%	79%
Algoritma C4.5 + Algoritma Genetika	70,7%	74%	93%	82,4%

Berdasarkan hasil pengujian melalui *confusion matrix* pada Tabel 5, pembentukan model dengan algoritma genetika memiliki perbandingan cukup jauh di mana dengan dilakukannya seleksi atribut, mendapatkan akurasi sebesar 70,7%. Namun jika tanpa dilakukan seleksi atribut, didapatkan akurasi sebesar 68,9%.

#### 4. Kesimpulan

Pada skenario pengujian pertama, didapatkan bahwa jumlah rules yang telah dilakukan seleksi atribut yaitu 52 rules, sedangkan jumlah rules yang tidak dilakukan seleksi atribut yaitu 145 rules. Hal ini menunjukkan bahwa dengan dilakukannya optimasi, berhasil menyederhanakan rules yang dibentuk untuk mengambil suatu keputusan terkait dengan penyakit liver.

Sedangkan pada skenario pengujian kedua, didapatkan bahwa dengan dilakukannya seleksi atribut, dapat meningkatkan akurasi secara signifikan. Pada hasil pengujian tanpa seleksi atribut, didapatkan akurasi sebesar 68,9% kemudian pada pengujian dengan seleksi atribut, didapatkan akurasi lebih tinggi, yaitu sebesar 70,7%.

#### References

- [1] N. Musyaffa and B. Rifai, "Model Support Vector Machine Berbasis Particle Swarm Optimization Untuk Prediksi Penyakit Liver," *JURNAL ILMU PENGETAHUAN DAN TEKNOLOGI KOMPUTER*, vol. 3, no. 2, pp. 189–194, 2018.
- [2] A. P. Ayudhitama and U. Pujiyanto, "Analisa 4 Algoritma dalam Klasifikasi Penyakit Liver Menggunakan Rapidminer," *JIP (Jurnal Informatika Polinema)*, vol. 6, no. 2, pp. 1–9, 2020.
- [3] N. T. Rahman, "Analisa Algoritma Decision Tree dan Naïve Bayes pada Pasien Penyakit Liver," *JURNAL FASILKOM*, vol. 10, no. 2, pp. 144–151, 2020.

- [4] D. Y. Utami, E. Nurlelah, and N. Hikmah, "Attribute Selection in Naive Bayes Algorithm Using Genetic Algorithms and Bagging for Prediction of Liver Disease," *JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING*, vol. 4, no. 1, pp. 76–85, Jul. 2020, doi: 10.31289/jite.v4i1.3793.
- [5] A. H. Nasrullah, "PENERAPAN METODE C4.5 UNTUK KLASIFIKASI MAHASISWA BERPOTENSI DROP OUT," *ILKOM Jurnal Ilmiah*, vol. 10, no. 2, pp. 244–250, 2018.
- [6] Mirqotussa'adah, M. A. Muslim, E. Sugiharti, B. Prasetyo, and S. Alimah, "Penerapan Dizcretization dan Teknik Bagging untuk Meningkatkan Akurasi Klasifikasi Berbasis Ensemble pada Algoritma C4.5 dalam Mendiagnosa Diabetes," *Lontar Komputer : Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, vol. 8, no. 2, pp. 135–143, Aug. 2017.
- [7] Y. S. Nugroho, "PENERAPAN ALGORITMA C4.5 UNTUK KLASIFIKASI PREDIKAT KELULUSAN MAHASISWA FAKULTAS KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA," 2014.
- [8] I. Handayani, T. Yogyakarta, J. Siliwangi, R. Utara, ) Jombor, and Y. Sleman, "PENERAPAN ALGORITMA C4.5 UNTUK KLASIFIKASI PENYAKIT DISK HERNIA DAN SPONDYLOLISTHESIS DALAM KOLUMNA VERTEBRALIS," *JASIEK*, vol. 1, no. 2, 2019, doi: 10.12928/JASIEK.v13i2.xxxx.
- [9] H. Widayu, S. D. Nasution, N. Silalahi, and Mesran, "DATA MINING UNTUK MEMPREDIKSI JENIS TRANSAKSI NASABAH PADA KOPERASI SIMPAN PINJAM DENGAN ALGORITMA C4.5," *Media Informatika Budidarma*, vol. 1, no. 2, pp. 32–37, 2017.
- [10] A. Asroni, B. Masajeng Respati, and S. Riyadi, "Penerapan Algoritma C4.5 untuk Klasifikasi Jenis Pekerjaan Alumni di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta," *Semesta Teknika*, vol. 21, no. 2, 2018, doi: 10.18196/st.212222.
- [11] H. Harafani, T. Informatika, S. Nusa, and M. Jakarta, "OPTIMASI ALGORITMA GENETIKA PADA K-NN UNTUK MEMPREDIKSI KECENDERUNGAN 'BLOG POSTING,'" *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, vol. 15, no. 1, p. 20, 2018, [Online]. Available: <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPTK/issue/view/780>
- [12] N. Wahyudi, S. Wahyuningsih, F. Deny, and T. Amijaya, "Optimasi Klasifikasi Batubara Berdasarkan Jenis Kalori dengan menggunakan Genetic Modified K-Nearest Neighbor (GMK-NN) (Studi Kasus: PT Jasa Mutu Mineral Indonesia Samarinda, Kalimantan Timur) Optimization of Coal Classification Based on Calorie using Genetic Modified K-Nearest Neighbor (GMK-NN) (Case Study: PT Jasa Mutu Mineral Indonesia Samarinda, Kalimantan Timur)," *Jurnal EKSPONENSIAL*, vol. 10, no. 2, 2019.

*This page is intentionally left blank.*

## ***Text Summarization terhadap Berita Bahasa Indonesia menggunakan Dual Encoding***

Made Dwiki Budi Laksana<sup>a1</sup>, AAIN Eka Karyawati<sup>a2</sup>, Luh Arida Ayu Rahning Putri<sup>a3</sup>, I Wayan Santiyasa<sup>a4</sup>, Ngurah Agus Sanjaya ER<sup>a5</sup>, I Gusti Agung Gede Arya Kadnyanan<sup>a6</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana  
Badung, Bali, Indonesia

<sup>1</sup>budilaksana.dwiki@gmail.com

<sup>2</sup>eka.karyawati@unud.ac.id

<sup>3</sup>rahningputri@unud.ac.id

<sup>4</sup>santiyasa@unud.ac.id

<sup>5</sup>agus\_sanjaya@unud.ac.id

<sup>6</sup>gungde@unud.ac.id

### **Abstract**

*Text summarization or automatic text summarization can make readers receive information quickly without having to read the entire news text, so readers can get more time in reading other news texts. Making text summarization can use two techniques, namely, extractive and abstractive techniques. Abstractive techniques have the aim of producing summary sentences with concepts as humans take the essence of a document that is read. In this study, the author builds an abstractive summarization model using the Dual Encoding method consisting of GRU. The evaluation was carried out using K-Fold Cross Validation, the number of folds used was 5. By using K-Fold Cross Validation, the ROUGE-1, ROUGE-2, and ROUGE-L values were 0.2127749, 0.119851, dan 0.1880595, respectively. For testing when using new data ROUGE-1, ROUGE-2, and ROUGE-L values were 0.3387776, 0.2395176, dan 0.3077376, respectively.*

**Keywords:** *Recurrent Neural Network, Text Summarization, Indonesia News, Dual Encoding, Gated Recurrent Unit*

### **1. Pendahuluan**

Perkembangan informasi pada internet yang tumbuh dengan pesat, dapat menimbulkan pelimpahan informasi di dalam internet. Informasi – informasi yang terus bertambah banyak seiring dengan berjalannya waktu dapat membuat penikmat informasi semakin bingung dalam memilih informasi yang diinginkan untuk dibaca. Salah satu informasi yang terus bertambah adalah teks berita. Teks berita ini bukan ditulis secara singkat tetapi ditulis secara panjang, sehingga membuat pembaca malas dalam membaca. Untuk mempermudah dalam hal membaca, maka diperlukannya sebuah alat. Alat tersebut adalah *text summarization*. *Text summarization* atau peringkasan teks otomatis dapat membuat pembaca menerima informasi dengan cepat tanpa harus membaca keseluruhan teks berita, sehingga pembaca dapat mendapat waktu lebih dalam membaca teks berita lainnya.

Ada dua metode yang tersedia untuk meringkas teks: teknik ekstraksi dan teknik abstrak. Teknik ekstraksi menggunakan setiap kata dalam teks asli untuk meringkas, mengelompokkan dan mengatur kata-kata dalam teks asli tidak berubah. Pernyataan yang dihasilkan biasanya memiliki struktur yang sama dengan pernyataan pada dokumen aslinya [1]. Metode abstrak merangkum abstrak dengan konsep bagaimana menangkap esensi dari teks yang dibaca orang [1].

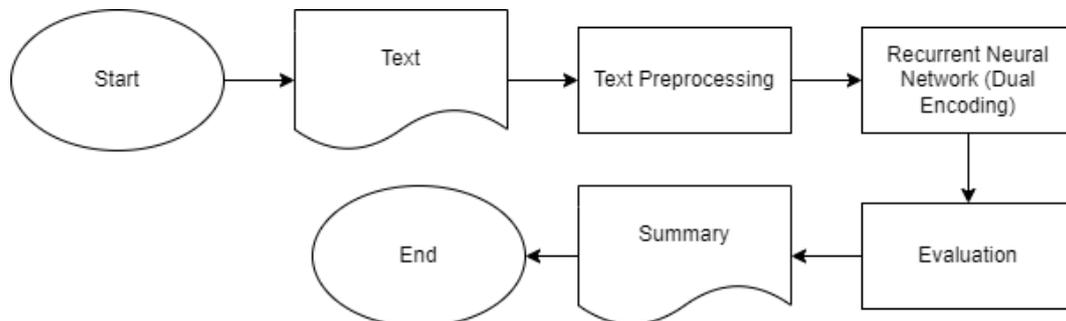
Dalam penerapan *text summarization* menggunakan abstraktif dibutuhkan pendekatan *Deep Learning*. Dengan *deep learning*, masukan akan dihitung melalui *layer* yang lebih banyak dibandingkan dengan Jaringan Syaraf Tiruan sederhana [2]. *Deep learning* yang digunakan ialah *Recurrent Neural Network* (RNN). Penelitian mengenai *text summarization* menggunakan RNN pernah dilakukan oleh beberapa

peneliti sebelumnya seperti penelitian yang dilakukan oleh Yoko, et al. (2018) menghasilkan model terbaik terhadap berita bahasa Indonesia diperoleh dari 6457 dataset dengan jumlah *word2vec* sebanyak 200 dan jumlah *hidden state* sebanyak 256 dengan *loss* sebesar 0.0006654 dan akurasi 99.8810% untuk penujian sistem dan akurasi sebesar 46.65% untuk penujian *Q&A Evaluation*. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Rajput dan Mandre (2020) menghasilkan nilai *ROUGE-1* yaitu 41.75 untuk CNN/DailyMail dan 35.12 untuk DUC 2004 terhadap berita bahasa Inggris. Penelitian yang dilakukan oleh Adelia, et al. (2019) menghasilkan model terbaik dengan menggunakan *BiGRU* dengan nilai *ROUGE-1* dan *ROUGE-2* sebesar 0.11975 dan 0.01199.

Berdasarkan paparan penelitian sebelumnya, pada penelitian ini akan melakukan *text summarization* dari berita bahasa Indonesia dengan menggunakan *recurrent neural network* dengan menggunakan *dual encoding model*. Penggunaan *dual encoding model* dapat digunakan dengan baik pada *text summarization* terhadap berita bahasa Indonesia.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan penulis terdiri dari beberapa tahapan, yaitu data berupa teks berita berbahasa Indonesia. Setelah data atau teks berita berbahasa Indonesia telah terkumpul, maka akan melalui tahap *text preprocessing*. Setelah data telah bersih maka akan masuk ke dalam arsitektur *recurrent neural network* dengan *dual encoding*. Dalam *dual encoding* ini akan menghasilkan *abstractive summarization*. Setelah menghasilkan *abstractive summarization* maka akan di evaluasi hasil tersebut. Secara umum, alur penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Alur Umum Penelitian

### 2.1 Data Penelitian

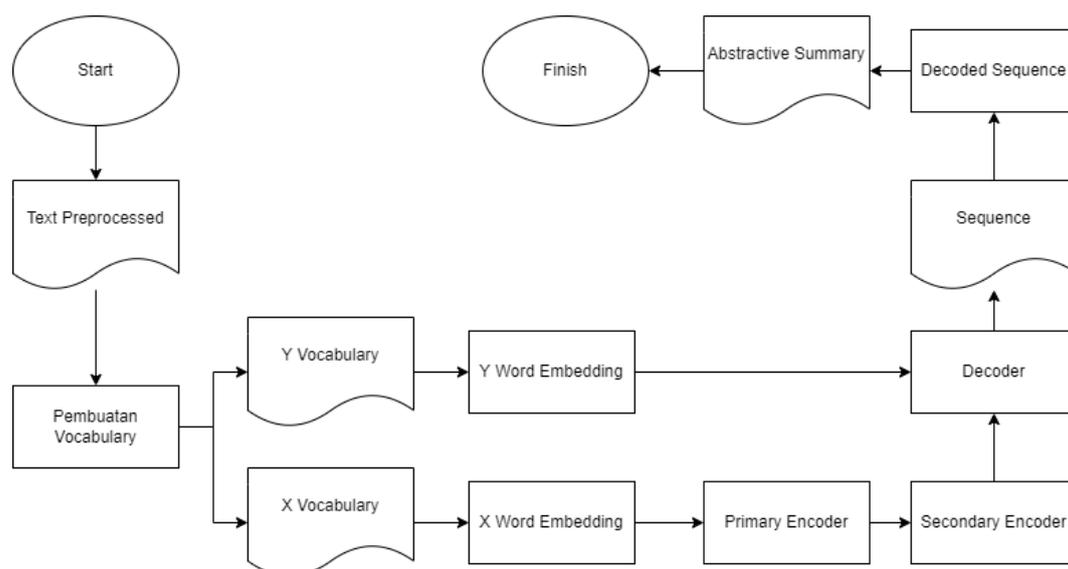
Data yang digunakan adalah data dalam bentuk dataset. Dataset yang digunakan adalah dataset *INDOSUM*. Dataset yang dikembangkan oleh Kurniawan dan Louvan dari Jurnal *INDOSUM: A New Benchmark Dataset for Indonesian Text Summarization* tahun 2018. Dataset ini terdiri dari 93.870 artikel berita. Setiap artikel mempunyai judul, kategori, sumber, URL dari berita asli, dan *abstractive summary*. Dataset ini mempunyai 6 kategori yaitu Inspirasi, Entertainment, Gosip, berita utama, Olahraga, dan Teknologi.

### 2.2 Text Preprocessing

Dalam penelitian ini, data yang diperoleh diolah sebelum masuk ke model. Data yang tidak terkait dengan data tidak terstruktur merupakan kelemahan utama dalam kumpulan data dan dapat meningkatkan waktu pelatihan. Fase ini terdiri dari beberapa langkah, termasuk *case folding*, *Remove Punctuation*, dan *tokenization*. *Case Folding* akan mengubah semua karakter menjadi huruf kecil. *Remove Punctuation* adalah teknik untuk menghilangkan tanda baca yang digunakan dalam teks untuk membedakan antara kalimat dan komponennya dan untuk memperjelas maknanya. *tokenization* untuk memecah kalimat menjadi token yang dalam hal ini berupa kata, dan *case conversion* untuk mengkonversi bentuk huruf dalam teks menjadi seragam yaitu menjadi huruf kecil [3].

### 2.3 Dual Encoding

Setelah tahap *text preprocessing* dan dihasilkan data *text preprocessed* maka data akan diolah di dalam model. Model yang digunakan yaitu *dual encoding model*. Data yang dihasilkan melalui *dual encoding model* ini adalah *abstractive summary*.



**Gambar 2.** Arsitektur *Dual Encoding*

Sebelum masuk ke *primary encoder* maka akan masuk kedalam proses pembuatan *vocabulary*. Pembuatan *vocabulary* digunakan untuk menghasilkan *x vocabulary* (*vocabulary* untuk teks) sedangkan *y vocabulary* (*vocabulary* untuk ringkasan). Setelah pembuatan *vocabulary* akan diproses di dalam *word embedding layer*. Untuk *x word embedding* akan diproses ke dalam *primary encoder* sedangkan *y word embedding* akan diproses ke dalam *decoder*. Dalam *primary encoder* dilakukannya perhitungan *hidden state*. Setelah mendapatkan *hidden state* di *primary encoder*, mulai menghitung *content representation* untuk *x*. *Primary encoder* menghasilkan *semantic vector*. *Semantic vector* berisi *hidden state* yang telah dihitung dan *content representation*. Di *primary encoder*, *hidden state representation* dibuat hanya sekali dalam model ini. Setelah itu, *semantic vector* akan diolah di *decoder* dan *secondary encoder*.

Dalam *decoder*, akan dihitung *hidden state*. Setelah menghitung *hidden state* lalu akan dihitung *content representation of partial generated sequence* dan dikirim ke *secondary encoder*. Lalu *secondary encoder* akan menghasilkan *importance weight*. Di dalam *secondary encoder*, akan dilakukan penghitungan *hidden state*. *Importance weight* akan dikirim ke *decoder*. Setelah itu akan dilakukan penghitungan *hidden state* dari *decoder* berdasarkan *hidden state* yang terakhir dan *final state* yang baru. Setelah itu akan menghasilkan *sequence* dan akan masuk ke dalam proses *decoded sequence* untuk menghasilkan *abstractive summary*.

## 2.4 Primary Encoder

Blok *primary encoder* mengandung *bidirectional Gated Recurrent Unit (Bi-GRU)* sebagai *recurrent unit*. *Primary encoder* membaca panjang variable dari *input sequence*, menghasilkan *hidden state representation* menggunakan *bidirectional GRU*. Untuk setiap posisi kata, *forward GRU* secara berurut menghitung *hidden state representation* dan *backward GRU* menghitung *hidden representation* dalam *reversed sequence*. *Content representation* untuk keseluruhan *input sequence* dibuat oleh penggabungan *hidden state representation* dan menggunakan konten untuk menunjukan setiap kata dari *input sequence*. *Primary encoder* membuat *feature representation* disebut *semantic vector* untuk setiap kata dalam *input sequence*. *Semantic vector* berisi *hidden state representation* dan *content representation* [4]. GRU bisa secara adaptif menangkap ketergantungan dari skala waktu berbeda, yang terdapat dalam persamaan (1):

$$\begin{cases} u_t = \sigma(W_u[x_t, h_{t-1}]), \\ r_t = \sigma(W_r[x_t, h_{t-1}]), \\ h'_t = \tanh(W_h[x_t, r_t \odot h_{t-1}]), \\ h_t = (1 - u_t) \odot h_{t-1} + u_t \odot h'_t, \end{cases} \quad (1)$$

Keterangan:

Wu,Wr,Wh = matrik parameter

$x_t$  = *input embedding vector* yang sesuai

$h_t$  = *hidden state vector* saat waktu ke-t

$\odot$  = operator perkalian

*Forward hidden state* dan *backward hidden state* didefinisikan dalam persamaan (2).

$$\begin{cases} \vec{h}_t^p = GRU^p(x_t, \vec{h}_{t-1}^p), \\ \overleftarrow{h}_t^p = GRU^p(x_t, \overleftarrow{h}_{t-1}^p), \\ h_t^p = [\vec{h}_t^p, \overleftarrow{h}_t^p], \end{cases} \quad (2)$$

Keterangan:

$\vec{h}_t^p$  = *hidden state representation* yang dihasilkan menggunakan *forward GRU* untuk setiap posisi kata secara sekuensial berdasarkan *current word embedding* dan *hidden state* sebelumnya

$\overleftarrow{h}_t^p$  = *hidden state representation* yang dihasilkan menggunakan *backward GRU* untuk setiap kata dari *input sentence* dalam *reversed sequence*

$h_t^p$  = gabungan *hidden state* dari *forward GRU* dan *backward GRU*

$h_t^p$  digunakan untuk menunjukkan setiap kata dalam *input sequence*. Content representation dihitung menggunakan persamaan (3).

$$C^p = \tanh(W_p \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N h_t^p + b_p) \quad (3)$$

Keterangan:

$C^p$  = *content representation*

$W_p$  dan  $b_p$  = parameter

N = panjang dari *input sequence*

## 2.5 Secondary Encoder

*Secondary encoder* terdiri dari *unidirectional GRU* sebagai *Recurrent Neural Network*. *Hidden representation*, *content representation*, dan *decoded content representation* digunakan oleh *secondary encoder* untuk menghitung *importance weight*. Menggunakan *importance weight*, *context vector* yang sesuai dihitung ulang dan diumpankan ke *decoder* untuk menghasilkan *output* yang diinginkan. *Secondary encoder* melakukan encoding lebih baik di setiap *decoding stage* [4]. *Secondary encoder* membaca *input sequence* dan menghitung *importance weight* untuk setiap langkah *decoding* berdasarkan *decoded information* dari setiap tahap. Untuk setiap kata dalam *input sequence*, *importance weight* dihitung berdasarkan informasi itu sendiri. Informasi tersebut ialah *saliency* dan *redundancy*. *Importance weight* dihitung menggunakan persamaan (4).

$$\alpha_t = \sigma \left( W_2 (\tanh(W_1 [h_t^p, C^p, C^d] + b_1)) + h_t^{pT} W_s C^p + h_t^{pT} W_s C^d - C^{pT} W_r C^d + b_2 \right) \quad (4)$$

Keterangan:

$\alpha_t$  = *importance weight*

$W_1, W_2, W_s, W_r, b_1, b_2$  = *learning parameter*

$C^p$  = *content representation* dari seluruh *input sequence*

$C^d$  = *content representation* dari seluruh *output sequence* yang dihasilkan oleh *decoder*

$h_t^{pT} W_s C^p$  = *saliency* antara setiap kata

$h_t^{pT} W_s C^d$  = seluruh konten dari teks sumber

$C^{pT} W_r C^d$  = *redundancy* antara konten teks sumber dan *decoded content* dari tahap sekarang

*Hidden state* di *encoded* oleh *secondary encoder* yang mengambil mayoritas dari informasi secara langsung dari *previous hidden* dan mengabaikan efek dari *current word* menggunakan (5).

$$h_t^S = (1 - \alpha) \odot h_{t-1}^S + \alpha_t \odot GRU^S(x_t, h_{t-1}^S) \quad (5)$$

Keterangan:

$h_t^S$  = *hidden state*

$h_{t-1}^S$  = *previous hidden*

## 2.6 Decoder

Decoder dilengkapi dengan *attention mechanism* yang menunjukkan *decoding operation* secara bertahap dan menghasilkan *partial fixed length output* pada setiap tahap. *Partial fixed length output* berisi *decoded content representation*. Decoder menghasilkan *output sequence* lebih akurat dengan menggunakan *semantic context vector* yang baru yang dihasilkan oleh *secondary encoder* [4]. *context vector* dihitung sebagai *weighted sum* dari *hidden state* menggunakan persamaan (6).

$$C_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} h_j^p \quad (2.6)$$

Keterangan:

$C_i$  = *context vector*

$a_{ij}$  dari persamaan (6) adalah *weight* yang dihitung untuk setiap *hidden state* menggunakan persamaan (7).

$$\begin{cases} a_{ij} = \frac{\exp(e_{ij})}{\sum_{k=1}^n \exp(e_{ik})} \\ e_{ij} = v_a^T \tanh(W_a h_{i-1}^d + U_a h_j^p) \\ h_i^d = GRU^d(y_i, h_{i-1}^d) \end{cases} \quad (2.7)$$

Keterangan:

$e_{ij}$  = nilai yang menunjukkan seberapa baik *input* sekitar posisi  $j$  yang cocok dengan *output* di posisi  $i$

$h_i^d$  = *hidden state*

$h_{i-1}^d$  = *hidden state* yang terakhir

$y_i$  = *target word*

*Partial fixed-length sequence* secara bertahap di *decode* menggunakan persamaan (8).

$$C^d = \tanh(W_d \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L h_i^p + b_d) \quad (8)$$

Keterangan:

$W_d$  dan  $b_d$  = parameter

$L$  = panjang dari *current decode sequence*

*Final state* yang baru dihasilkan setelah setiap *fixed length decoding* dan *decoder* yang ditulis ulang dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$h_i^d = \begin{cases} GRU^d(y_i, [h_{i-1}^d, h_m^s]), & \text{if } L \% K == 0 \\ GRU^d(y_i, h_{i-1}^d), & \text{otherwise} \end{cases} \quad (9)$$

Keterangan:

$h_m^s$  = final state

*Current context vector* dihasilkan melalui *primary encoder* dan *decoder hidden state* digabungkan dan diumpkan ke *decoder* melalui satu *linear layer* untuk menghasilkan *vocabulary distribution* menggunakan persamaan (10)

$$P_v = P(y_i | y_1, \dots, y_{i-1}; x) = \text{softmax}(W_v [h_i^d, C_i] + b_v) \quad (10)$$

Keterangan:

$W_v, b_v$  = learning parameter

$P_v$  = conditional probability distributions untuk target word atas semua kata dalam vocabulary saat time-step

## 2.7 ROUGE

*ROUGE* atau *Recall-Oriented Understudy for Gisting Evaluation* adalah pengukuran evaluasi otomatis yang diturunkan dari *BLEU* (*BiLingual Evaluation Understudy*). *ROUGE* menggunakan *n-gram* yang overlap antara *system-generated summary* dan *handwritten gold standard summaries*. Nilai dalam *DUC corpora* digunakan untuk memvalidasi sistem *ROUGE*. *ROUGE* biasanya digunakan untuk peringkasan teks karena *recall-oriented* tidak seperti *BLEU* yang fokus dalam precision. *ROUGE* adalah metrik yang umum digunakan untuk mengukur coverage dalam peringkasan. Namun, *ROUGE* mempunyai batasan yang besar. *ROUGE* tidak memperhitungkan struktur kalimat atau ketepatan tata bahasa. Ringkasan yang diberi peringkat tinggi menggunakan beberapa kombinasi parameter *ROUGE* akan tetap memiliki peringkat tinggi jika semua kata – katanya bercampur aduk yang menghasilkan kata – kata tidak berarti. *ROUGE* juga tidak memperhitungkan *lexical variations* yang memiliki kemiripan secara semantik. Namun, karena kemudahan penggunaan dan tidak adanya yang bisa diandalkan dalam teknik evaluasi otomatis sehingga *ROUGE* cukup populer [5].

*ROUGE-N* pada dasarnya adalah perhitungan penarikan berdasarkan perbandingan *N-gram* dari ringkasan standar emas dan teks ringkasan mesin. Jumlah *n-gram* yang digunakan bervariasi. Namun, *n-gram* dengan angka  $n = 1$  (*ROUGE-1*) dan  $n = 2$  (*ROUGE-2*) paling sering digunakan [6]. Maka *ROUGE-N* dapat dihitung dengan persamaan (11).

$$ROUGE - N = \frac{p}{q} \quad (11)$$

Keterangan:

$p$  = jumlah *n-gram* yang sama dengan *gold standard summary* dan teks hasil peringkasan mesin

$q$  = jumlah *n-gram* pada *gold standard summary*

*ROUGE-L* mengevaluasi ringkasan teks dengan membandingkan *common subsequence length* (LCS) atau hasil ringkasan teks mesin dengan urutan kata terpanjang yang sama antara ringkasan standar emas [6]. *ROUGE-L* dapat dihitung menggunakan persamaan (12)

$$ROUGE - L = \frac{LCS}{m} \quad (12)$$

Keterangan:

*LCS* = longest common subsequence

$m$  = jumlah kata pada *gold standard summary*

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Evaluasi *Dual Encoding* terhadap *Abstractive Summarization*

Pada penelitian ini, untuk mengetahui performa *abstractive summarization* pada teks berbahasa Indonesia menggunakan *Dual Encoding*, maka akan dilakukan pengujian atau evaluasi untuk

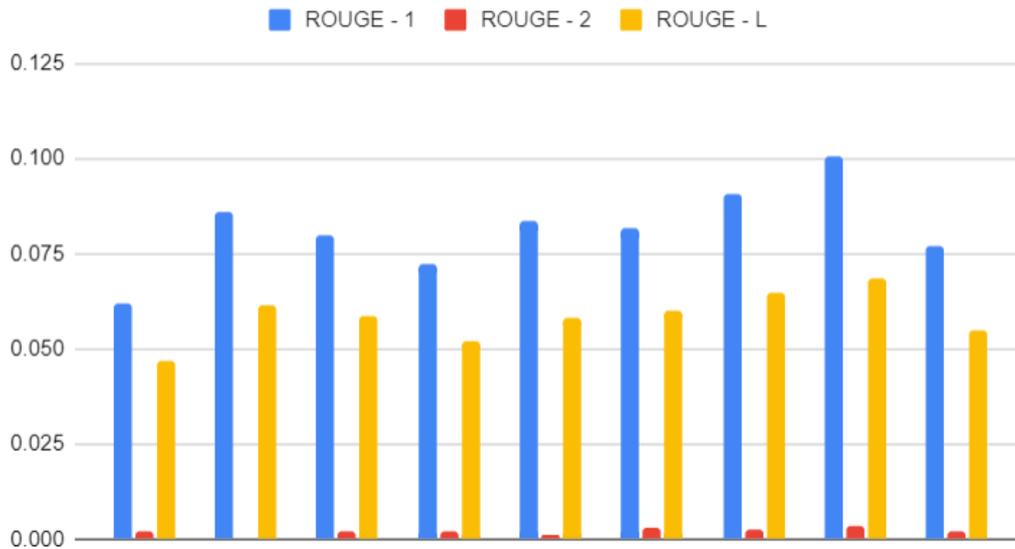
mendapatkan nilai dari *ROUGE-1*, *ROUGE-2*, dan *ROUGE-L*. Pada pengujian ini, menggunakan data artikel berita bahasa Indonesia dataset yang akan dibagi dengan perbandingan 90% untuk data training dan validasi, dan untuk 10% termasuk data testing. Selanjutnya validasi model dilakukan dengan menggunakan metode *K-Fold Cross Validation*, dengan jumlah fold sebesar 5 dan berdasarkan konfigurasi *hyperparameter* (*Learning Rate*, *Batch Size*, dan *Epoch*)

Dalam melakukan *K-Fold Cross Validation*. Jumlah unit pada *GRU* digunakan sebesar 100 dan untuk dimensi pada *word embedding* sebesar 300. *Hyperparameter* yang digunakan ialah *learning rate*, *batch size*, dan *epoch*. *Learning rate* yang diuji sebesar 0.01 dan 0.001. *Batch size* yang diuji sebesar 8, 16, dan 32. *Epoch* yang diuji sebesar 5, 10, dan 20. Parameter – parameter tersebut akan dikombinasikan dan menghasilkan 18 nilai setiap rata – rata *ROUGE-1*, rata - rata *ROUGE-2*, dan rata - rata *ROUGE-L*. Hasil dari validasi model *Dual Encoding* dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil dari *K-Fold Cross Validation*

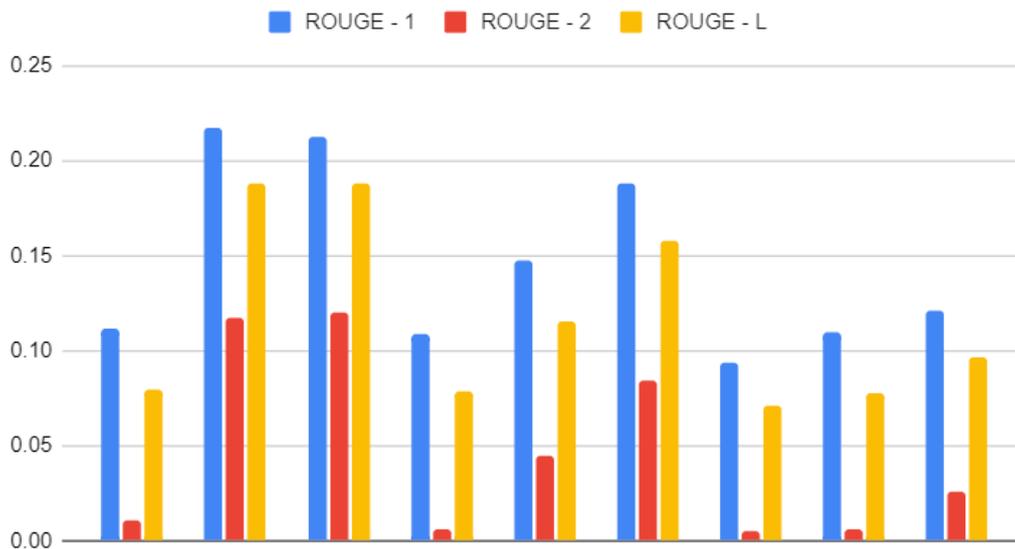
Learning Rate	Batch Size	Epoch	Avg ROUGE 1	Avg ROUGE 2	Avg ROUGE L
0.01	8	5	0.0620598	0.0020986	0.0467862
		10	0.0859643	0.0004356	0.0612732
		20	0.0799099	0.0018761	0.0585936
	16	5	0.0722505	0.001867	0.052169
		10	0.0837565	0.001233	0.0583148
		20	0.0817789	0.0028873	0.0600106
	32	5	0.090794	0.0024744	0.0647594
		10	0.100424	0.003337	0.0685092
		20	0.07696	0.002076	0.0548748
0.001	8	5	0.1113044	0.0106942	0.0794237
		10	0.2168853	0.117364	0.1879771
		20	0.2127749	0.1198551	0.1880595
	16	5	0.1091135	0.0065141	0.078212
		10	0.1473753	0.0446482	0.1151162
		20	0.1876084	0.0845609	0.1576544
	32	5	0.0937695	0.0048913	0.0712081
		10	0.1100292	0.0056799	0.0773099
		20	0.1209372	0.0261349	0.0966511

Pada Tabel 1 di atas dapat dilihat nilai *ROUGE-1*, *ROUGE-2*, dan *ROUGE-L* yang didapatkan melalui pengujian *Learning Rate*, *batch size* dan *epoch*. Selanjutnya dari hasil pengujian tersebut akan dianalisis untuk menemukan model dengan performa terbaik yang selanjutnya akan diuji kembali menggunakan data testing.



**Gambar 3.** Hasil K-Fold-Cross Validation dengan Learning Rate 0.01

Gambar 3 menunjukkan perbandingan hasil pengujian pada setiap *batch size* dan *epoch* terhadap *learning rate* 0.01. Dapat dilihat bahwa pengujian dengan *batch size* 8 dan *epoch* 5 memperoleh hasil terendah dengan nilai *Rouge-1*, *Rouge-2*, dan *Rouge-L* yaitu 0.0620598, 0.0020986, dan 0.0467862. Kemudian pengujian dengan *batch size* 32 memperoleh hasil tertinggi dengan *Rouge-1* 0.100424, *Rouge-2* 0.003337, dan *ROUGE-L* 0.0685092.



**Gambar 4.** Hasil K-Fold-Cross Validation dengan Learning Rate 0.001

Gambar 4 menunjukkan perbandingan hasil pengujian pada setiap *batch size* terhadap *learning rate* 0.001. Dapat dilihat bahwa pengujian dengan *batch size* 128 memperoleh hasil terendah dengan nilai *Rouge-1*, *Rouge-2*, dan *Rouge-L* yaitu 0.0937695, 0.0048913, dan 0.0712081. Kemudian pengujian dengan *batch size* 32 memperoleh hasil tertinggi dengan *Rouge-1* 0.2127749, *Rouge-2* 0.1198551, dan *ROUGE-L* 0.1880595.

Berdasarkan analisa diatas didapatkan bahwa setiap kenaikan *batch size* akan mengalami penurunan nilai *ROUGE*. Sehingga *batch size* yang paling baik digunakan sebesar 8 dan *epoch* 20. Untuk *learning rate* yang digunakan ialah 0.001 dapat dilihat pada Gambar 4 memiliki grafik yang paling tinggi dari pada Gambar 3.

### 3.2. Hasil Pengujian Model Terbaik dengan Data Baru

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan hasil pengujian model dengan *K-Fold Cross-Validation*, didapatkan model *abstractive summarization* menggunakan *Dual Encoding* dengan performa terbaik pada *learning rate* 0.001 dan *batch size* 32. Kemudian model terbaik ini diuji kembali menggunakan data baru yang belum pernah melewati pelatihan dan validasi sebelumnya. Hasil pengujian menggunakan data baru dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil dari Pengujian Data Baru

Pengujian	ROUGE-1	ROUGE-2	ROUGE-L
Training Validasi	0.2127749	0.1198551	0.1880595
Testing	0.3387776	0.2395176	0.3077376

### 3.3. Hasil Perbandingan Ringkasan Mesin dengan Ringkasan Asli

Berikut merupakan hasil dari ringkasan mesin dengan ringkasan aslinya dapat dilihat pada tabel 3. Hasil ringkasan dari mesin sudah meringkas dengan membuat sebuah kalimat dan kata – kata unik dari teks. Terdapat kata – kata yang sama dari *original summary* dan *generate summary* seperti Gionee pabrikan ponsel asal tiengkok telah mengumumkan. Setiap kata – kata unik akan mempengaruhi nilai *ROUGE-1* dan *ROUGE-2*.

**Tabel 3.** Hasil dari Ringkasan Mesin dengan Ringkasan Aslinya

Teks	Original Summary	Generate Summary
harus diakui smartphone dengan bezel tipis dan rasio layar 189 atau yang disebut infinity display fullvision edge to edge dan fullview memiliki daya tarik yang luar biasa gionee pabrikan ponsel asal tiengkok ini pun telah mengumumkan 8 smartphone terbaru di mana 6 smartphone menggunakan layar penuh fullview display gionee membagi 8 smartphone barunya itu dalam beberapa seri seperti seri premium m7 yang dirancang untuk para profesional series s yang ...	gionee pabrikan ponsel asal tiengkok telah mengumumkan 8 smartphone terbaru di mana enam smartphone menggunakan layar penuh fullview display gionee membagi delapan smartphone barunya itu dalam beberapa seri seperti seri premium m7 yang dirancang untuk para profesional series s yang ditunjukkan untuk kalangan muda dan series f yang hadir dengan harga terjangkau	gionee pabrikan ponsel asal tiengkok telah mengumumkan waktu dua bulan disebutkan diklaim menjadi salah satu perangkat yang diminati oleh dua perangkat yang diluncurkan dalam menu e commerce atau mini vr pengumuman tersebut dikabarkan akan meluncur ke perangkat android menegaskan ai adalah fitur bernama timeline kehadiran google kemudian bisa menerima akun pooka video maupun google assistant

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan hasil yang diperoleh selama melakukan penelitian, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut

1. *Recurrent Neural Network* menggunakan model *Dual Encoding* dalam *text summarization* terhadap berita Bahasa Indonesia untuk membuat *abstractive summary* menghasilkan nilai *ROUGE-1* sebesar 0.2127749, *ROUGE-2* sebesar 0.119851, dan *ROUGE-L* sebesar 0.1880595 setelah melalui pengujian model menggunakan *K-Fold Cross Validation*. Dengan konfigurasi *learning rate* 0.001, *batch size* 8, dan *epoch* 20 menghasilkan model terbaik.
2. Model *recurrent neural network* dengan menggunakan *dual encoding* terbaik akan diuji dengan data yang baru untuk menghasilkan *abstractive summary*. Hasil pengujian tersebut menghasilkan nilai *ROUGE-1*, *ROUGE-2*, *ROUGE-L* sebesar 0.3387776, 0.2395176, dan 0.3077376.

#### Daftar Pustaka

- [1] K. Ivnedra and M. Mustikasari, *Implementasi Metode Recurrent Neural Network pada Text Summarization dengan Teknik Abstraktif*, Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, 2019.
- [2] I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, *Deep Learning*, 2016.
- [3] A. E. Karyawati, P. A. Utomo, and I. G. A. Wibawa, "Comparison of SVM and LIWC for Sentiment Analysis of SARA," *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, vol. 16, no. 1, p. 45, 2022, doi: 10.22146/ijccs.69617
- [4] M. H. Rajput and B. R. Mandre, *Abstractive Summarization of Document using Dual Encoding Framework*, International Journal of Computer Applications, 2020, vol. 176, no. 39.
- [5] P. Mehta and P. Majumder, *From Extractive to Abstractive Summarization: A Journey*, Springer, 2019.
- [6] Yuliska and Syaliman, *Literatur Review Terhadap Metode, Aplikasi dan Dataset Peringkasan Dokumen Teks Otomatis untuk Teks Berbahasa Indonesia*, 2020, vol. 5, no. 1, pp. 19-31.

## Segmentasi Baris Lontar Dengan Metode A \* Path Planning

Anak Agung Istri Dewi Lestari<sup>a1</sup>, I Gede Santi Astawa<sup>a2</sup>, Ngurah Agus Sanjaya ER<sup>a3</sup>, I Putu Gede Hendra Suputra<sup>a4</sup>, Cokorda Rai Adi Pramatha<sup>a5</sup>, I Wayan Supriana<sup>a6</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana  
Badung, Bali, Indonesia

<sup>1</sup>gungdewi59@gmail.com

<sup>2</sup>santi.astawa@unud.ac.id

<sup>3</sup>agus\_sanjaya@unud.ac.id

<sup>4</sup>hendra.suputra@unud.ac.id

<sup>5</sup>cokorda@unud.ac.id

<sup>6</sup>wayan.supriana@unud.ac.id

### Abstract

*Historical documents in the form of ancient manuscripts are one form of the Indonesian nation's cultural heritage that deserves to be important, one of which is Lontar. Currently not many people can read the writings in palm leaves, therefore, ancient manuscript collectors have made efforts to digitize ancient manuscripts. The digitization of ancient manuscripts aims to improve the image quality of ancient manuscripts with the help of computers. Digitization requires an image quality improvement process by performing noise reduction and edge detection and line segmentation on digital images of ancient manuscripts. In this study, the noise reduction process uses the Mean Filter method, edge detection uses the Sobel operator, and line segmentation in this study uses the A \* Path Planning Algorithm. Based on research conducted on 24 lontar images, line segmentation process obtained an accuracy of 95%.*

**Keywords:** Image Processing, Lontar, Line Segmentation, A \* Path Planning, Noise Reduction

### 1. Pendahuluan

Dokumen bersejarah berupa naskah kuno merupakan salah satu bentuk warisan budaya Bangsa Indonesia yang bernilai cukup penting, salah satunya yaitu Lontar. Seiring berjalannya waktu, penggunaan daun lontar semakin jarang karena telah tergantikan dengan penggunaan kertas. Daun lontar yang disimpan memiliki usia yang sudah tidak muda lagi sehingga lontar-lontar tua mulai mengalami kerusakan dan semakin sulit untuk dibaca secara manual karena lapisan epidermisnya yang terdiri dari sel-sel serat yang berupa kultikula (lapisan kuku) yang melindunginya sudah semakin terkikis dan akan menyebabkan naskah lontar lama-lama menjadi menipis. Sisa-sisa lepuhan dari lapisan epidermisnya akan kelihatan seperti debu halus yang melekat pada naskah lontar sehingga sulit untuk dibaca [1].

Saat ini tidak banyak orang yang dapat membaca tulisan dalam daun lontar, oleh karena itu, para kolektor naskah kuno telah melakukan upaya digitalisasi naskah kuno. Digitalisasi terhadap naskah kuno bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra pada naskah kuno dengan bantuan komputer. Ketika naskah kuno telah diubah menjadi citra digital terdapat noise-noise pengganggu informasi, sehingga diperlukan perbaikan kualitas citra dengan melakukan reduksi noise pada citra digital naskah kuno. Pada saat proses reduksi noise tulisan-tulisan pada naskah kuno mengalami penipisan, sehingga setelah melakukan reduksi diperlukan proses penegasan karakter tulisan pada naskah kuno dengan deteksi tepi.

Setelah proses-proses tersebut terdapat beberapa pemrosesan citra lain, salah satunya adalah segmentasi. Segmentasi terdiri dari 2 tahap yaitu segmentasi baris dan juga segmentasi karakter. Segmentasi baris merupakan proses memisahkan baris satu dengan baris lainnya. Sedangkan segmentasi karakter merupakan proses memisahkan setiap karakter pada citra naskah kuno. Kedua proses segmentasi tersebut memiliki masalah-masalahnya tersendiri, misalnya, garis teks miring dan ketidakteraturan dalam garis seperti lebar baris, tinggi, dan jarak antar baris. Melihat karakteristik aksara Bali yang mengandung pengangge aksara berupa ulu dan gantungan, sering kali untuk

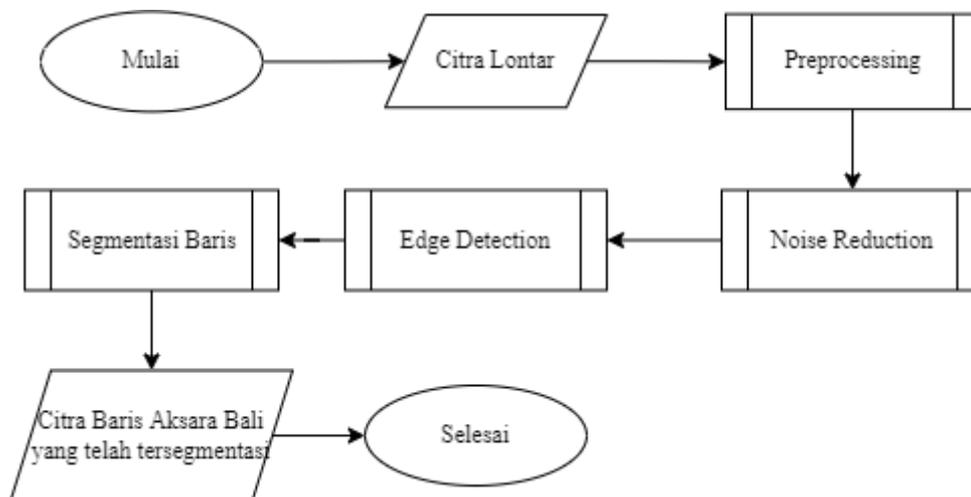
melakukan segmentasi baris pada tulisan di naskah kuno tersebut membutuhkan tantangan yang cocok untuk segmentasi baris.

Salah satu metode yang digunakan untuk proses segmentasi baris adalah metode A \* Path Planning, adalah algoritma *path finding* untuk menghitung jalur terpendek dari titik awal ke tujuannya dengan menghindari rintangan sepanjang jalan. Penelitian mengenai penerapan metode A \* Path Planning sudah pernah dilakukan sebelumnya, salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Pradnyawati [2]. pada penelitian ini dilakukan segmentasi karakter aksara Bali pada citra lontar, sebelum itu dilakukan segmentasi baris terlebih dahulu dengan akurasi sebesar 93%.

Pada penelitian yang dilakukan penulis ini, segmentasi baris dilakukan menggunakan metode A \* Path Planning pada citra lontar Bali.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahapan, diantaranya studi literatur, pengumpulan data, *preprocessing*, *noise reduction*, *edge detection*, segmentasi baris, dan testing. Pada tahap studi literatur, penulis melakukan pencarian, pengumpulan, serta pemahaman mengenai informasi dan literatur yang mendukung dalam penelitian ini. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari arsip *The Balinese Digital Library*. Tahapan selanjutnya adalah *preprocessing*, dimana pada tahapan ini terdapat proses *grayscale* dan *binarization* untuk menghasilkan citra biner atau citra hitam putih. Kemudian dilanjutkan dengan denoising atau reduksi noise dengan metode *mean filter* dan deteksi tepi menggunakan operator *sobel* pada citra biner. Terakhir adalah tahapan segmentasi baris dengan A \* Path Planning.



Gambar 1. Flowchart Metode Penelitian

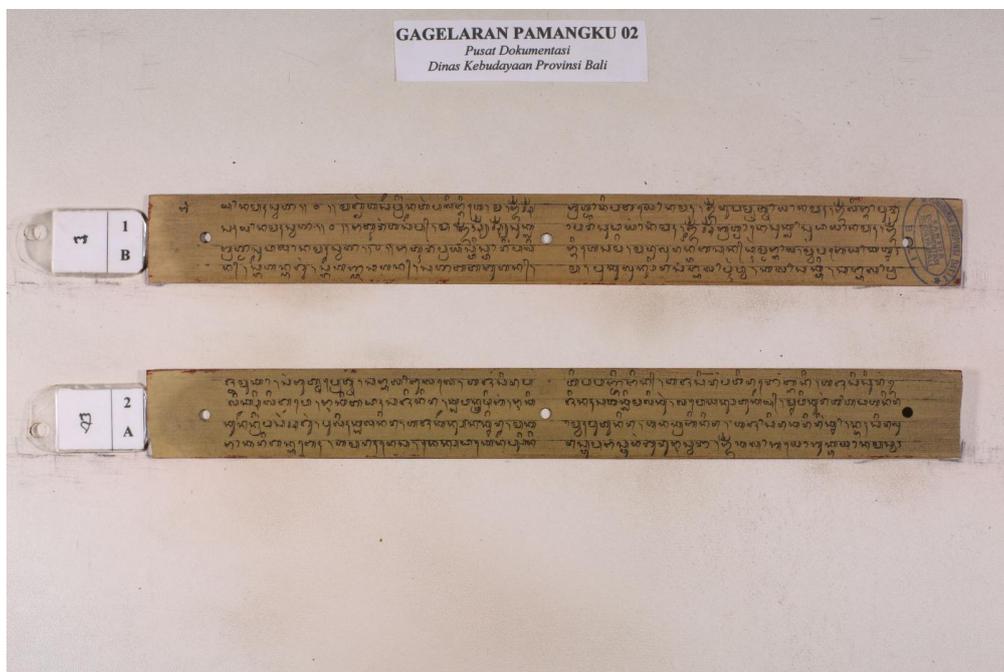
Gambar 1 merupakan desain penelitian segmentasi baris pada citra lontar Bali. Citra lontar sebagai input akan masuk pada proses *preprocessing*, dilanjutkan dengan denoising atau reduksi noise dengan metode *mean filter*, kemudian deteksi tepi menggunakan operator *sobel* pada citra biner, dilanjutkan dengan segmentasi baris menggunakan A \* Path Planning sehingga menghasilkan citra baris aksara Bali yang telah tersegmentasi.

### 2.1. Studi Literatur

Pada tahap studi literatur, penulis melakukan pengumpulan dan pencarian, serta pemahaman mengenai informasi, literatur dan teori-teori yang mendukung terkait dengan penelitian mencakup tahapan dalam pengolahan citra digital dan algoritma yang digunakan untuk segmentasi baris yaitu metode A \* Path Planning.

### 2.2. Pengumpulan Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data yang dipilih merupakan citra lontar Bali yang hanya mengandung objek aksara Bali dengan kondisi sedikit noise dan aksara yang tertulis pada lontar dapat dilihat dengan mata telanjang. Jumlah data lontar yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu 24 citra lontar yang diperoleh dari arsip *The Balinese Digital Library* pada *website* <https://archive.org/>. Gambar 2 merupakan contoh data lontar yang akan digunakan yang mana gambar akan melalui proses *cropping* terlebih dahulu.



Gambar 2. Contoh Data Lontar

### 2.3. Grayscale

Citra digital dengan nilai dari *Red* = *Green* = *Blue* merupakan citra *grayscale* yang hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap pikselnya [3]. Pada citra *grayscale* ditampilkan citra yang terdiri atas warna hitam, keabuan, dan putih. Tingkat keabuan di sini merupakan warna abu dengan berbagai tingkatan dari hitam hingga mendekati putih.

Untuk mengubah citra berwarna yang memiliki nilai matrik masing-masing *Red*, *Green*, dan *Blue* menjadi citra *grayscale*, dapat dilakukan dengan menggunakan metode *weighted* [4]. Metode ini pada elemen *green* memberikan kontribusi yang lebih besar dan pada elemen *red* dan *blue* dilakukan pengurangan kontribusi pada setiap pikselnya dengan pemberian nilai pada masing-masing elemen warna adalah sebesar 30% *red*, 59% *green*, dan 11% *blue*. Berikut merupakan persamaan dari metode *weighted*:

$$\text{Grayscale} = R * 0.299 + G * 0.587 + B * 0.114 \quad (1)$$

Keterangan:

R = intensitas warna merah/*red*

G = intensitas warna hijau/*green*

B = intensitas warna biru/*blue*

### 2.4. Binarization

*Binarization* adalah proses mengubah citra berderajat keabuan (*grayscale*) menjadi citra biner atau hitam putih sehingga dapat diketahui daerah mana yang termasuk objek dan *background* dari citra secara jelas. Citra biner merupakan citra yang hanya memiliki dua kemungkinan nilai piksel, yaitu hitam dan putih [3]. Nilai 0 menyatakan warna hitam dan nilai 1 menyatakan warna putih. Pada proses *thresholding*, akan ditetapkan suatu nilai yang disebut *threshold* yang merupakan batas nilai dalam menentukan warna pada citra apakah berada di atas nilai ambang atau di bawah.

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(x,y) \geq T \\ 0 & \text{if } f(x,y) < T \end{cases} \quad (2)$$

Keterangan :

$g(x,y)$  : citra biner dari citra grayscale  $f(x,y)$   
T : nilai ambang

Ada berbagai macam metode *thresholding*, salah satunya adalah metode *Sauvola*. Metode *Sauvola* adalah algoritma *thresholding* yang termasuk ke dalam *local thresholding*. Adapun persamaan metode *Sauvola* adalah sebagai berikut [5]:

$$T_{sauvola} = m * (1 + k * (1 - \frac{s}{r})) \quad (3)$$

Keterangan:

m : mean dari piksel tetangga di bawah area jendela  
r : rentang dinamis dari standar deviasi  
k : konstanta dari 0-1  
s : pixel yang akan diubah

## 2.5. Noise Reduction

Karakteristik derajat keabuan (*gray-level*) atau karakteristik Fungsi Probabilitas Kepadatan (*Probability Density Function* (PDF)) menyebabkan variable acak yang terjadi dapat menyebabkan noise pada sebuah citra. Untuk dapat mengekstrak fitur-fitur penting yang terkandung pada citra, maka perlu dilakukan reduksi noise. Salah satu teknik untuk mereduksi noise yaitu menggunakan *mean filter*. Menurut Hidayatullah, *Mean filter* adalah filter yang beroperasi dengan cara menginterasikan sebuah kernel dengan ukuran tertentu dari pojok kiri atas sampai pojok kanan bawah citra [6]. Setiap iterasi nilai piksel pada citra yang posisinya tepat di tengah-tengah kernel akan diganti dengan nilai rata-rata dari nilai piksel citra yang berada di dalam jendela tersebut. Luasan jumlah piksel tetangga ditentukan sebagai *masking/kernel/window* yang misalnya berukuran 2x2, 3x3, 4x4, dan seterusnya.

## 2.6 Edge Detection

Proses ini bertujuan untuk mendapatkan tepi dari area teks. Proses ini akan diterapkan dengan menggunakan operator pendeteksiian tepi yaitu operator *Sobel*. Operator *sobel* adalah operator yang menggunakan dua kernel 3x3  $G_x$  dan  $G_y$  dan untuk magnitudo gradient (G) sebagai berikut:

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad G_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad G = \sqrt{I * G_x^2 + I * G_y^2} \quad (4)$$

Penerapan operator *Sobel* dilakukan dengan mengkonvolusikan citra dengan kernel  $G_x$  dan  $G_y$ . Setelah dilakukan konvolusi dengan dua kernel yang berbeda, citra hasil konvolusi  $G_x$  dan  $G_y$  dikuadratkan kemudian dijumlahkan. Setelah dijumlahkan, hasil penjumlahan diambil akar kuadratnya. Akar kuadrat tersebut merupakan citra hasil penerapan operator *Sobel*.

## 2.7 A \* Path Planning

Algoritma A \* Path Planning menggunakan beberapa fungsi heuristik untuk mempercepat perhitungan solusi optimal untuk mencapai keadaan tujuan [7]. Tujuan dari algoritma ini adalah meminimalkan jumlah biaya pada path yang dilalui dari keadaan awal ( $s_1$ ) menuju keadaan akhir ( $s_n$ ). Misalkan terdapat serangkaian state  $s_1^a, s_2^a, \dots, s_n^a$  yang dilalui oleh path  $p^a$ , maka untuk menghitung jalur optimal  $p^*$  dengan total biaya perjalanan terendah digunakan persamaan:

$$p^* = \arg \min_{p^a} \sum_{i=1}^{n^a-1} C(s_i^a, s_{i+1}^a) \quad (5)$$

Dimana  $C(s_i, s_j)$  adalah *cost* untuk pergi dari posisi awal ke posisi akhir. Dalam menghitung  $C(s_i, s_j)$  yaitu biaya perjalanan dari suatu keadaan sampai tercapainya keadaan tujuan digunakan lima fungsi biaya. Fungsi-fungsi biaya ini digabungkan untuk menghitung biaya perjalanan dari suatu keadaan sampai keadaan tujuan tercapai [7].

- a. Fungsi biaya jarak *foreground*  $D(n)$  dan  $D(n)^2$  mengontrol jalur agar tetap berada di celah antara piksel *foreground*. Fungsi  $D(n)$  merupakan fungsi untuk melewati state  $n$ , dimana didefinisikan pada rumus di bawah:

$$D(n) = \frac{1}{1 + \min[d(n, n_{yu}), d(n, n_{yd})]} \quad (6)$$

Fungsi  $D(n)^2$  merupakan atribut biaya yang jauh lebih tinggi untuk mendekati nilai *piksel* dibandingkan dengan menjau dari piksel hitam.  $D(n)^2$  didefinisikan seperti di bawah :

$$D(n)^2 = \frac{1}{1 + \min[d(n, n_{yu}), d(n, n_{yd})]^2} \quad (7)$$

$d(n, n_{yu})$  dan  $d(n, n_{yd})$  adalah jarak antara state  $n$  dan piksel *foreground* terdekat masing-masing dalam arah ke atas dan ke bawah [8].

- b. *Map-obstacle cost function*  $M(n)$  yang memberi tanda apabila path harus melewati *piksel foreground*.  $M(n)$  akan bernilai 1 jika state  $n$  bertepatan dengan *foreground piksel*.  $M(n)$  akan bernilai 0 untuk kondisi sebaliknya.
- c. *Vertical cost function*  $V(n)$  mencegah jalan menyimpang dari posisi  $y$  dari keadaan awal dan keadaan tujuan.

$$V(n) = \text{abs}(n_y - n_y^{\text{start}}) \quad (8)$$

$n_y$  dan  $n_y^{\text{start}}$  merupakan posisi  $y$  pada *state* saat ini dan *state* awal.

- d. *Neighbor cost function*  $N(s_i, s_j)$  yaitu untuk mengatur jalur terpendek antara keadaan awal dan tujuan. Ketika berpindah ke state baru, nilai  $N(s_i, s_j)$  adalah 14 untuk arah diagonal, dan bernilai 10 untuk langkah vertikal dan horizontal.

Maka rumus untuk algoritma A \* Path Planning yaitu menggunakan fungsi biaya gabungan  $C(s_i, s_j)$  :

$$C(s_i, s_j) = c_d D(s_i) + c_{d2} D(s_i)^2 + c_m M(s_i) + c_v V(s_i) + c_n N(s_i, s_j) \quad (9)$$

$c_d, c_{d2}, c_m, c_v, c_n$  disesuaikan dengan menggunakan beberapa gambar selama percobaan pendahulu.

## 2.8 Pengujian

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian dengan menggunakan *confusion matrix* atau disebut juga matriks klasifikasi adalah suatu metode yang biasanya digunakan untuk melakukan perhitungan akurasi pada konsep data mining [9]. Format dari *confusion matrix* dapat dilihat pada Gambar 3.

		Observed	
		TRUE	FALSE
Predicted	TRUE	TRUE POSITIVE (TP)	FALSE POSITIVE (FP)
	FALSE	FALSE NEGATIVE (FN)	TRUE POSITIVE (TP)

Gambar 3. Format Confusion Matrix

Definisi dari ketentuan yang digunakan yaitu :

- True Positive* (TP) : Pengamatan positif, tetapi diperkirakan negatif.
- True Negative* (TN) : Pengamatan negatif, dan diperkirakan negatif.
- False Positive* (FP) : Pengamatan negatif, tetapi diperkirakan positif.
- False Negative* (FN) : Pengamatan positif, tetapi diperkirakan negatif.

Hasil klasifikasi mempunyai kemungkinan yang benar dalam kelasnya (TP dan TN) atau salah yang akan masuk ke kelas lainnya (FP dan FN). Hasil pengukuran dapat diperoleh dengan melihat pada format confusion matriks di atas pada Gambar 3. Akurasi dari pengklasifikasian yang merupakan jumlah record data yang diklasifikasikan (prediksi) secara benar oleh algoritma diperoleh dari formula:

$$Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (10)$$

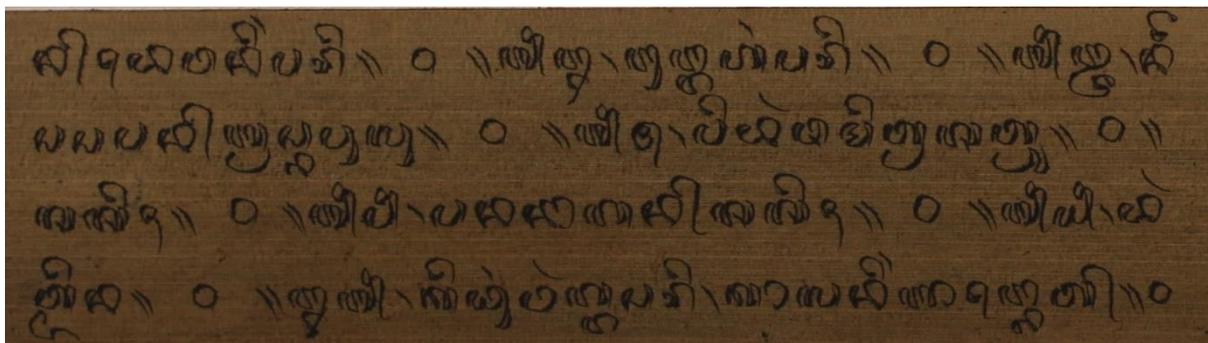
Presentase jumlah record data yang diklasifikasikan prediksi secara salah oleh algoritma disebut *Misclassification (Error) Rate*, yang dihitung dengan rumus:

$$Misclassification\ Rate = \frac{FP+FN}{TP+TN+FP+FN} \quad (11)$$

### 3 Hasil dan Pembahasan

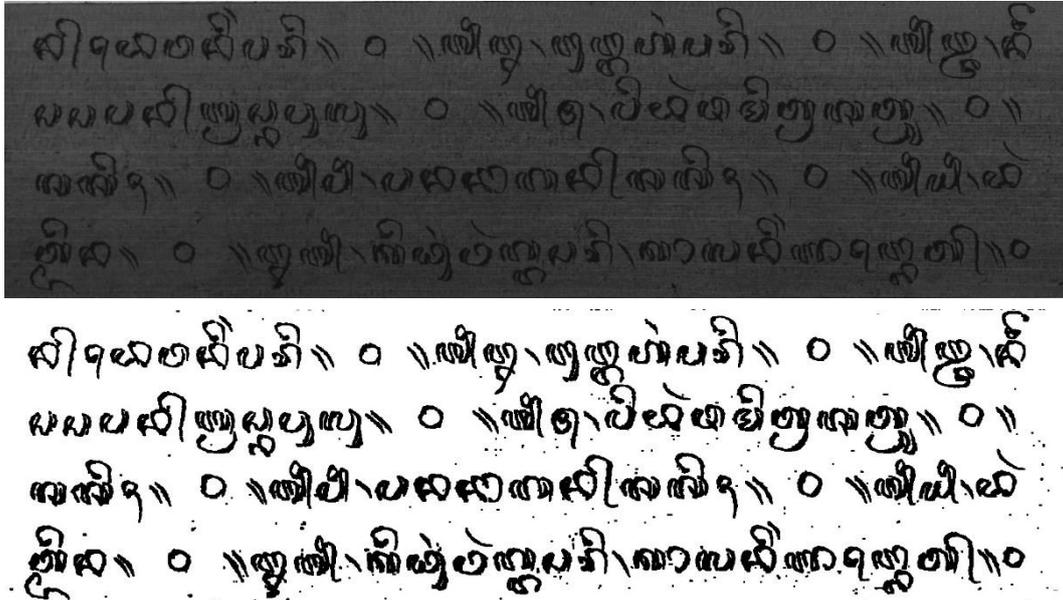
#### 3.1 Implementasi Metode

Penelitian mengenai segmentasi baris ini diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman *Python*. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah 24 citra lontar Bali dengan format JPG. Pada tahap pertama akan dilakukan proses *cropping* citra secara manual. *Cropping* dilakukan agar seluruh data citra yang digunakan sebagai citra masukan memiliki ukuran piksel yang digunakan sama. Gambar 4 menunjukkan citra lontar yang sudah melalui proses *cropping*.



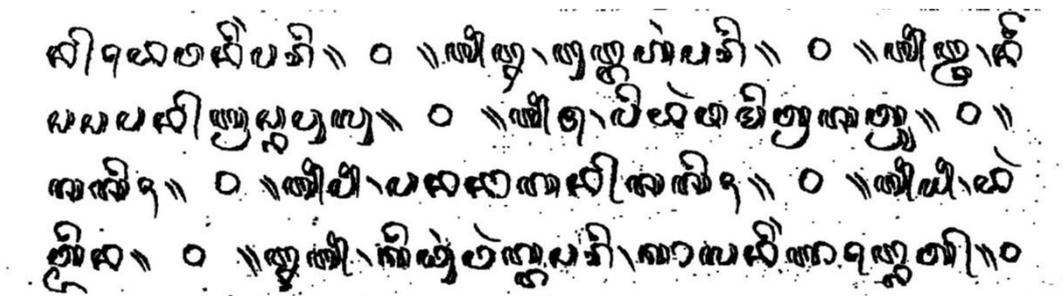
Gambar 4. Lontar yang sudah melalui proses *cropping*

Setelah itu, citra akan masuk ke tahap *preprocessing*, dimana pada tahap ini terdapat proses *grayscale* dan *binarization*. Untuk memudahkan proses *denoising*, peneliti akan mengubah citra RGB menjadi citra keabuan atau citra *grayscale* dengan menggunakan metode *weighted*. Kemudian dilanjutkan dengan proses *binarization* atau proses mengubah citra *grayscale* menjadi citra biner atau citra hitam putih. Gambar 5 adalah gambar hasil dari proses *grayscale* yaitu citra keabuan dan hasil dari proses *binarization* yaitu citra biner.



Gambar 5. Citra yang sudah melalui proses *preprocessing*

Selanjutnya citra biner akan masuk ke tahap *noise reduction* menggunakan *mean filter*. Dimana pada proses dilakukan untuk mereduksi gangguan yang ada pada citra. Setelah itu dilanjutkan dengan proses *edge detection* dengan menggunakan operator *sobel* sebagai proses pencarian tepi aksara. Gambar 6 menunjukkan citra hasil *noise reduction* menggunakan *mean filter* dan citra hasil *edge detection* dengan menggunakan operator *sobel*.





3	Lontar12	Baris 1	41	0	1	0.024	0.976	0.969
		Baris 2	42	0	0	0.000	1.000	
		Baris 3	41	2	0	0.047	0.953	
		Baris 4	37	0	2	0.054	0.946	

Berdasarkan pada pengujian 24 buah citra lontar yang telah melalui proses *cropping* terlebih dahulu maka diperoleh hasil akurasi segmentasi baris sebesar 95%. Masing-masing baris aksara yang tersegmentasi memiliki tingkat akurasi yang beragam, namun tidak ada satupun hasil pengujian yang menghasilkan akurasi dibawah 90%, dimana akurasi citra memberikan hasil pengujian antara 90% - 98%.

#### 4 Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa metode *A \* Path Planning* dapat digunakan untuk segmentasi baris pada citra lontar Bali. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan *confusion matrix* diperoleh tingkat akurasi sebesar 95%. Hal ini menunjukkan bahwa metode *A \* Path Planning* pada proses segmentasi baris sudah berjalan dengan baik. Dalam penelitian ini, terdapat beberapa hal yang bisa dilakukan di penelitian selanjutnya yaitu pemisahan latar belakang dan tulisan pada lontar ketika latar belakang tidak seperti latar belakang lontar pada umumnya. Selain itu, perlu adanya penambahan proses agar citra yang dihasilkan dapat terbaca dengan jelas dan sedikit *noise*.

#### Referensi

- [1] I. W. Suardiana, Teknik Konservasi Lontar, Denpasar: Dinas Kebudayaan Provinsi Bali, 2021.
- [2] A. Wedianto, H. L. Sari, & H. Y. Suzantri, "Analisa Perbandingan Metode Filter Gaussian, Mean Dan Median Terhadap Reduksi Noise" *Jurnal Media Infotama*, vol. 12, no. 1, p. 21–30. 2016. <https://doi.org/https://doi.org/10.37676/jmi.v12i1.269>
- [3] D. Salomon, "The Computer Graphics Manual", 2011. <https://doi.org/10.1007/978-0-85729-886-7>
- [4] D. Putra, Pengolahan citra digital, Penerbit Andi, 2010
- [5] M. P. J. Sauvola\*, & K. Inen, "Adaptive degraded document image binarization". *Pattern Recognition*, vol. 39, no. 3, p. 317–327, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2005.09.010>
- [6] P. Hidayatullah, Pengolahan Citra Digital: Teori dan Aplikasi Nyata, Informatika, 2017
- [7] O. Surinta, M. Holtkamp, F. Karabaa, J. P. Van Oosten, L. Schomaker, & M. Wiering, "A Path Planning for Line Segmentation of Handwritten Documents". *Proceedings of International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition, ICFHR, 2014-December*, p. 175–180, 2014. <https://doi.org/10.1109/ICFHR.2014.37>
- [8] Kesiman, M. W. A., Vally, D., Burie, J.-C., Paulus, E., Sunarya, I. M. G., Hadi, S., ... Ogier, J.-M. (2016). Southeast Asian palm leaf manuscript images: a review of handwritten text line segmentation methods and new challenges. *Journal of Electronic Imaging*, 26(1), 011011. <https://doi.org/10.1117/1.jei.26.1.011011>
- [9] Rahman, M. F., Alamsah, D., Darmawidjadja, M. I., & Nurma, I. (2017). *Klasifikasi Untuk Diagnosa Diabetes Menggunakan Metode Bayesian Regularization Neural Network (RBNN)*. *Jurnal Informatika*, 11(1), 36. <https://doi.org/10.26555/jifo.v11i1.a5452>

*This page is intentionally left blank.*

# Pengembangan Aplikasi Rekomendasi *Pet Shop* Berbasis Android Menggunakan Arsitektur MVVM (Model-View-ViewModel)

Ghani Rasyid Hika<sup>a1</sup>, Ida Bagus Gede Dwidasmara<sup>a2</sup>, I Gede Artha Wibawa<sup>a3</sup>, I Ketut Gede Suhartana<sup>a4</sup>, Ida Bagus Made Mahendra<sup>a5</sup>, Made Agung Raharja<sup>a6</sup>

<sup>a</sup>Informatics, Faculty of Math and Science, Udayana  
South Kuta, Badung, Bali, Indonesia

<sup>1</sup>ghanirasyidhika@gmail.com

<sup>2</sup>dwidasmara@unud.ac.id

<sup>3</sup>gede.arta@unud.ac.id

<sup>4</sup>ikg.suhartana@unud.ac.id

<sup>5</sup>ibm.mahendra@unud.ac.id

<sup>6</sup>made.agung@unud.ac.id

## Abstract

*At this time, keeping pets such as cats has become a lifestyle for pet lovers, sometimes many consider these pets as their own family. Therefore, pet owners always provide the best care for their beloved animals. Sometimes people are confused about which place is the best for their pet, which one is cheaper, which one is suitable for the type of pet, the benefits, and the location is not too far away. This system uses one of the methods in the Decision Support System. By using the Analytical Hierarchy Process (AHP) and Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) methods in a Decision Support System, it is hoped that it can help solve problems in semi-structured areas such as the problems above. This study aims to assist users in determining which pet shop they want to visit. In developing the application, the author uses the MVVM method as the Android architecture.*

**Keywords:** AHP, TOPSIS, MVVM, Android, Recommendations, Pet Shop

## 1. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan zaman dan kemaiuan kehidupan manusia, maka tingkat konsumsi masyarakat terhadap kebutuhan tersier pun semakin meningkat. Hobi merupakan salah satu kebutuhan tersier manusia. Salah satu contoh hobi yang tengah tren saat ini adalah memelihara hewan peliharaan. Memelihara hewan seperti kucing atau anjing sudah seperti gaya hidup bagi para pencintanya, terkadang banyak yang menganggap hewan peliharaan tersebut seperti keluarga sendiri[1]. Oleh karena itu pemilik hewan peliharaan selalu memberi perawatan terbaik terhadap hewan kesayangannya. Perawatan yang dilakukan adalah pengobatan hewan, penitipan hewan, salon hewan, ataupun hanya untuk membelikan makanan serta aksesoris pada peliharaan.

Untuk membantu para pemeliharaan hewan dalam mendapatkan informasi dan rekomendasi pet shop yang sesuai dengan kebutuhan dan jenis hewan peliharaan, diperlukan sebuah sistem rekomendasi yang mampu memberikan rekomendasi pet shop khususnya di daerah Badung. Maka dari itu dibangun sistem rekomendasi pet shop berbasis mobile, di mana sistem rekomendasi ini diharapkan akan membantu para pemelihara hewan untuk mendapatkan pet shop yang sesuai.

Sistem rekomendasi ini dikembangkan dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS). Menurut[2] dalam penelitiannya menyatakan bahwa metode AHP memiliki beberapa kelebihan, antara lain

adalah AHP berdasar pada matriks perbandingan pasangan dan melakukan analisis konsistensi. Sedangkan metode TOPSIS dapat menyelesaikan pengambilan keputusan secara praktis, karena konsepnya sederhana dan mudah dipahami, komputasinya efisien, serta memiliki kemampuan mengukur kinerja relatif dari alternatif-alternatif keputusan. Aplikasi ini dikembangkan dengan arsitektur MVVM yang memiliki beberapa keunggulan, antara lain arsitektur ini memisahkan *user interface logic* dari *business logic* untuk menjaga kode tampilan tetap sederhana agar mudah dikembangkan serta arsitektur ini dapat mempertahankan konsistensi data.

## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1. Sistem Rekomendasi

Menurut[3] Sistem rekomendasi adalah sistem yang dirancang dengan tujuan untuk membantu penggunanya dalam mencari sesuatu yang mungkin mereka sukai dengan cara memberikan rekomendasi kepada pengguna. Rekomendasi itu berkaitan dengan berbagai proses pengambilan keputusan, seperti barang apa yang harus dibeli, musik apa yang didengarkan, atau berita online apa yang harus dibaca.

### 2.2. Google Firebase

Firebase merupakan layanan service dari google yang biasanya digunakan untuk melakukan komunikasi antar device contohnya seperti pengiriman pesan, online/cloud database dan masih banyak lagi[4]. Pada penelitian yang dilakukan ini, digunakan firebase jenis Firebase Authentication dan Firebase Cloud Firestore.

#### 2.2.1 Firebase Authentication

Firebase Authentication adalah salah satu layanan Back-end, fitur untuk Android, iOS, SDK yang mudah untuk digunakan, dan tampilan interface yang siap pakai untuk mengautentikasi pengguna ke aplikasi yang sedang dikembangkan. Firebase Authentication juga mendukung autentikasi menggunakan email, nomor telepon, akun Google, Facebook dan masih banyak lagi[5].

#### 2.2.2 Firebase Cloud Firestore

Cloud Firestore merupakan layanan database dari google yang bersifat realtime database yang mendukung penyimpanan data dalam jumlah besar dengan konsep No-SQL yang membantu pengembangan aplikasi yang sedang dibangun menjadi lebih mudah. Cloud Firestore juga mendukung untuk platform Android, iOS dan Website[5].

### 2.3. Waterfall Lifecycle

Metode Waterfall adalah model klasik sederhana dengan aliran pengembangan perangkat lunak yang berurutan dan bersifat linier output dari setiap tahap yang merupakan input[6]. Konsep dari metode ini melakukan setiap fase secara mengalir dari fase awal yang ditempatkan pada fase paling atas dan mengalir sampai bawah seperti aliran air terjun.

#### 2.3.1 Requirement

Pada tahap requirement akan dilakukan analisa kebutuhan dari sistem yang ingin dikembangkan mencakup pengembangan dari sistem yang dibangun, batasan-batasan serta kegunaan dan data-data dari *pet shop*. Pada tahapan ini akan dilakukan proses pengumpulan informasi termasuk kebutuhan secara lengkap dan kemudian dianalisis serta didefinisikan kebutuhan apa saja yang harus dipenuhi.

#### 2.3.2 Design

Pada tahap desain akan membuat rancangan dari sistem yang akan dibangun meliputi menggambarkan desain arsitektur aplikasi yang akan dibangun, struktur data serta tampilan aplikasi rekomendasi *pet shop*.

#### 2.3.3 Implementation

Pada tahap Implementation dilakukan implementasi dari gambaran sistem yang telah dibangun kedalam bentuk kode dan pada penelitian ini akan menggunakan bahasa pemrograman Kotlin.

#### 2.3.4 Verification

Pada tahap Verification sistem yang telah dibangun akan memasuki tahap pengujian baik dari aspek logika maupun fungsional apakah sistem telah dibangun sesuai dengan fungsi yang telah direncanakan dan memastikan bahwa semua bagian sudah diuji untuk meminimalisir *error* serta

keluaran harus sesuai. Pada pengujian ini dibagi menjadi 2 pengujian yaitu pengujian fungsional dan non-fungsional.

## 2.4. Model-View-Viewmodel

MVVM adalah salah satu arsitektur pembuatan aplikasi berbasis GUI yang berfokus pada pemisahan antara kode untuk logika bisnis dan tampilan aplikasi. Dalam penerapannya, MVVM terbagi atas beberapa layer, yaitu Model, View, dan ViewModel[7].

### 2.4.1 Model

Layer ini adalah model atau entitas yang merepresentasikan data yang akan digunakan pada logika bisnis.

### 2.4.2 View

Layer ini berisi tampilan dari aplikasi untuk mengatur bagaimana informasi akan ditampilkan. Layer ini akan berisi kelas-kelas, seperti Activity dan Fragment.

### 2.4.3 Viewmodel

Layer ini yang bertugas untuk berinteraksi dengan model di mana data yang ada akan diteruskan ke layer view.

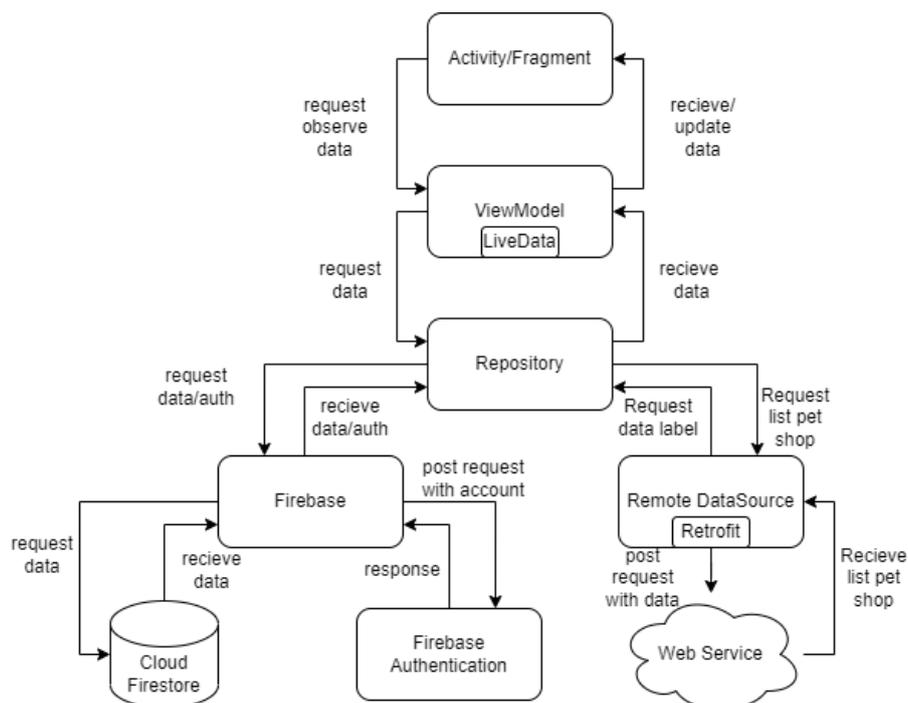
## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan merupakan gambaran cara sistem bekerja untuk menyelesaikan kebutuhan atau tugas dari pengguna saat menjalankan aplikasi. Pada pencarian *pet shop*, pengguna diminta untuk memilih jenis hewan peliharaannya. Kemudian memilih jenis kebutuhan pengguna. Setelah itu melakukan pemilihan kriteria-kriteria dari *pet shop* yang ingin dicari dan memulai mencari. Kemudian akan ditampilkan hasil rekomendasi *pet shop* dalam bentuk *list*, pengguna dapat melihat detail setiap *pet shop* dan dapat memulai petunjuk arah ke lokasi *pet shop*.

### 3.2. Desain Arsitektur

Pada aplikasi yang akan dikembangkan penulis menggunakan arsitektur MVVM (Model-View-Viewmodel) pada platform android. Adapun desain arsitektur tersebut dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur MVVM

Berdasarkan gambar 1 terdapat beberapa bagian arsitektur diantaranya *Activity/Fragment*, *Viewmodel* beserta *LiveData* di dalamnya, *Repository*, *Remote Datasource* beserta *retrofit* di

dalamnya, *Web Service*, *Firebase*, *Firebase Auth* dan *Cloud Firestore* yang memiliki peran serta tugas sebagai berikut:

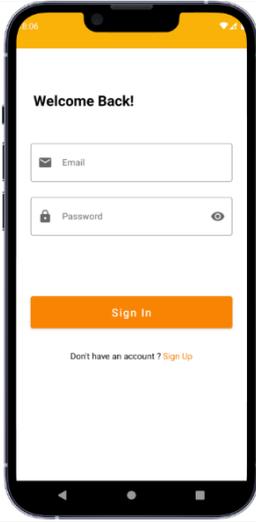
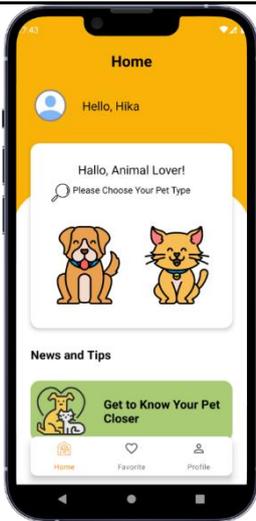
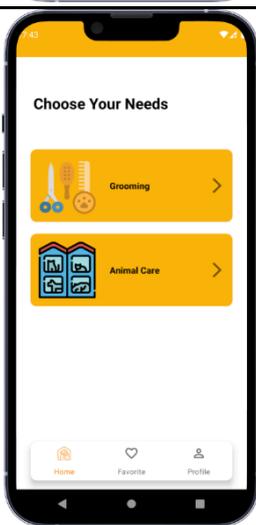
- a. *Activity/Fragment* berfungsi untuk menampilkan data ke pengguna (*View*). *View* akan meminta data serta observasi ke data. Jika ada perubahan data maka *view* akan bertugas untuk mengganti data yang ditampilkan kepada pengguna.
- b. *Viewmodel* berfungsi untuk meminta data dan berkomunikasi dengan *Repository* serta akan menyimpan data dalam bentuk *LiveData* agar *View* dapat melakukan observasi perubahan data.
- c. *Repository* berfungsi sebagai model untuk mendapatkan data serta perubahan-perubahan data dan mengatur sumber data yang dibutuhkan oleh aplikasi.
- d. *Remote Datasource* berfungsi untuk melakukan permintaan data ke *Web Service* dengan *method* tertentu untuk mengirim data pengguna sehingga *Web Service* akan memberikan *response* berupa list rekomendasi *pet shop*.
- e. *Firestore* berfungsi untuk menyimpan data pengguna menggunakan *Cloud Firestore* selain itu juga berfungsi untuk autentikasi menggunakan *Firestore Authentication*.

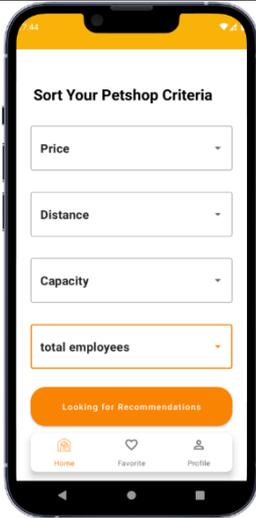
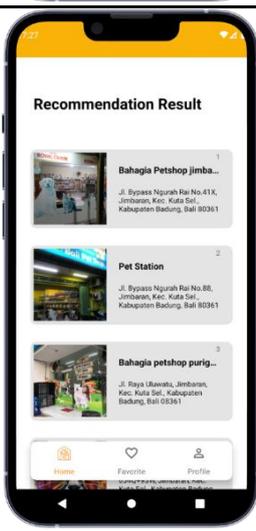
### 3.3. Implementasi

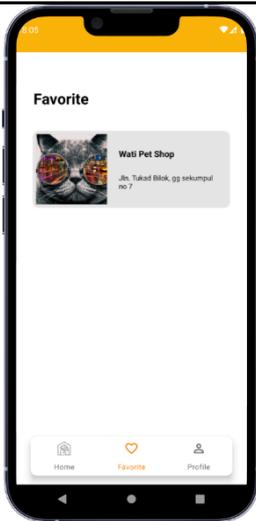
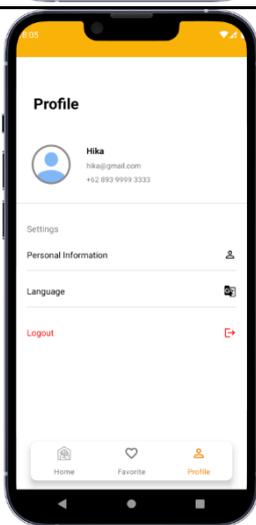
Implementasi dilakukan dengan melakukan proses pengkodean sesuai dengan rancangan yang dibangun dengan menggunakan bahasa Kotlin. Hasil dari implementasi ini dibagi menjadi beberapa bagian yaitu *splashscreen*, registrasi, *login*, halaman utama, halaman kebutuhan, halaman kriteria, halaman hasil rekomendasi, halaman detail *pet shop*, halaman *favorite*, dan halaman *profile*. Hasil *user interface* dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1.** Tampilan dari Aplikasi Rekomendasi *pet shop*

No	User Interface	Penjelasan
1		Tampilan awal ketika pengguna baru membuka aplikasi.
2		Ketika pengguna baru mengunduh aplikasi maka pengguna bisa mendaftarkan akunnya terlebih dahulu dengan cara mengetikkan <i>email</i> serta <i>password</i> nya. Jika berhasil mendaftar maka akan diarahkan ke halaman <i>Login</i> . Jika gagal akan diberikan informasi tentang kegagalan yang dilakukan oleh pengguna.

3		<p>Ketika pengguna sudah berhasil mendaftarkan akunya maka pengguna bisa mengetikkan <i>email</i> serta <i>password</i> yang sudah didaftarkan sebelumnya untuk melakukan proses <i>login</i>. Ketika berhasil pengguna akan masuk ke halaman utama dan jika gagal maka akan ditampilkan informasi kenapa kegagalan tersebut bisa terjadi.</p>
4		<p>Di halaman pertama setelah <i>login</i>, pengguna dapat memilih menu yang ada seperti memulai mencari rekomendasi dan membaca tips merawat hewan peliharaan. Aplikasi ini menggunakan <i>Bottom Navigation</i>, dimana pada navigasi tersebut terdapat tiga menu lainnya yaitu, <i>Favorite</i> dan <i>Profile</i>.</p>
5		<p>Ketika pengguna memilih menu untuk memulai pencarian rekomendasi dengan cara memilih salah satu jenis hewan yang berada di halaman utama, maka pengguna akan masuk ke halaman untuk memilih kebutuhan yaitu <i>Grooming</i> dan <i>animal care</i>.</p>

<p>6</p>		<p>Ketika sudah memilih kebutuhan makan akan masuk ke halaman pemilihan kriteria. Pengguna dapat memilih kriteria sesuai dengan keinginan dan kebutuhannya. Pada halaman ini aplikasi akan meminta izin untuk mengakses lokasi dari pengguna.</p>
<p>7</p>		<p>Ketika pengguna memilih menekan tombol mencari rekomendasi, maka akan hasil rekomendasi akan ditampilkan pada halaman hasil rekomendasi. Pengguna dapat memilih salah satu <i>pet shop</i> dan akan masuk ke halaman detail.</p>
<p>8</p>		<p>Pada halaman detail, pengguna dapat melihat informasi lengkap seperti lokasi <i>pet shop</i>, jam operasional dan daftar harga dari <i>pet shop</i> yang dipilih. Pada halaman ini juga terdapat satu tombol yang akan mengarahkan pengguna dengan bantuan <i>Google Maps</i> menuju <i>pet shop</i> yang dipilih.</p>

9		Pada halaman utama terdapat satu menu tips merawat hewan yang apabila ditekan akan menuju halaman berita.
10		Halaman <i>Favorite</i> menampilkan list <i>pet shop</i> yang disukai oleh pengguna.
11		Halaman <i>Profile</i> pengguna dapat melihat informasi akun pribadi, pengantian Bahasa serta menu untuk <i>logout</i> .

### 3.4. Pengujian

Pada tahap pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah fungsi-fungsi dari aplikasi dapat berjalan dengan baik serta untuk mengetahui pendapat dari pengguna terhadap aplikasi yang sedang dikembangkan.

**Tabel 2.** Hasil Pengujian *Black Box*

No	Pengujian	Hasil
1.	Melakukan proses <i>register</i>	Valid
2.	Melakukan proses <i>login</i>	Valid
3.	Menampilkan informasi <i>login</i> dari pengguna	Valid
4.	Melakukan klik pada tombol berita dan menampilkannya	Valid
5.	Mengambil dan mengirim data lokasi pengguna serta data kriteria	Valid
6.	Mengambil hasil pemeringkatan rekomendasi <i>pet shop</i> dari server	Valid
7.	Menampilkan hasil rekomendasi <i>pet shop</i>	Valid
8.	Menampilkan detail <i>pet shop</i>	Valid

Dari hasil pengujian fungsional menggunakan *black box* dapat disimpulkan bahwa aplikasi rekomendasi *pet shop* dapat berjalan dengan baik.

**Tabel 3.** Hasil Pengujian *Instrumentation Testing*

No	Pengujian	Hasil
1.	Halaman Registrasi Tertampil	Valid
2.	Mendaftarkan akun baru	Valid
3.	<i>Login</i> melakukan akun yang sudah didaftarkan	Valid
4.	Halaman Utama Tertampil	Valid
5.	Halaman Kebutuhan Tertampil	Valid
6.	Halaman Kriteria Tertampil	Valid
7.	Halaman Hasil Rekomendasi Tertampil	Valid
8.	Halaman Detail Tertampil	Valid
9.	Halaman Berita Tertampil	Valid
10.	Halaman <i>Profile</i> Tertampil	Valid
11.	Halaman <i>Favorite</i> Tertampil	Valid

Dari hasil pengujian fungsional menggunakan *Instrumentation Test* dapat disimpulkan bahwa aplikasi rekomendasi *pet shop* dapat berjalan dengan baik.

Pada pengujian selanjutnya merupakan pengujian UAT yaitu pengujian yang ditujukan untuk mengetahui pendapat dari pengguna dengan aplikasi yang sedang dikembangkan. Pada pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan kuisisioner yang berisi penilaian dari pengguna terhadap aplikasi. Dalam pengujian ini, terdapat 10 responden yang akan mengisi kuisisioner. Adapun pertanyaan yang akan disampaikan sebagai berikut:

- Apakah Aplikasi ini mudah untuk digunakan?
- Apakah tampilan serta tata letak dari aplikasi ini menarik?
- Apakah menu-menu yang terdapat pada aplikasi mudah untuk dipahami?
- Apakah dengan fitur rekomendasi yang terdapat didalamnya memudahkan anda untuk mencari *pet shop*?
- Apakah dengan adanya detail informasi dari setiap *pet shop* pada aplikasi dapat membantu anda untuk mengetahui harga serta lokasi dari setiap *pet shop*?

Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut terdapat 5 kriteria yang dapat dipilih oleh responden untuk menjawab pertanyaan tersebut. Adapun 5 kriteria tersebut dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4.** Kriteria Penilaian

Pernyataan	Nilai
Sangat Setuju	A

Setuju	B
Cukup	C
Tidak Setuju	D
Sangat Tidak Setuju	E

**Tabel 5.** Hasil Pengujian UAT

No	Pertanyaan	Presentase (%)				
		A	B	C	D	E
1	Apakah aplikasi ini mudah untuk digunakan?	60	30	10	0	0
2	Apakah tampilan serta tata letak dari aplikasi ini menarik?	40	50	10	0	0
3	Apakah menu-menu yang terdapat pada aplikasi mudah untuk dipahami?	60	40	0	0	0
4	Apakah dengan fitur rekomendasi yang terdapat didalamnya memudahkan anda untuk mencari <i>pet shop</i> ?	40	50	10	0	0
5	Apakah dengan adanya detail informasi dari setiap <i>pet shop</i> pada aplikasi dapat membantu anda untuk mengetahui harga serta lokasi dari setiap <i>pet shop</i> ?	50	40	10	0	0

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 5 dapat dilihat 60% responden sangat setuju dan 30% setuju bahwa aplikasi yang dikembangkan mudah untuk digunakan, 60% responden sangat setuju dan 40% setuju bahwa menu-menu di aplikasi ini mudah untuk dipahami, 40% responden sangat setuju dan 50% setuju bahwa fitur rekomendasi yang terdapat di dalam aplikasi memudahkan mereka dalam mencari *pet shop*. Dapat disimpulkan bahwa aplikasi yang dibangun dapat menjadi sistem informasi yang berguna dalam menentukan *pet shop* dan memiliki tampilan *user interface* yang mudah untuk dipahami serta fitur rekomendasi dapat membantu pengguna untuk menemukan informasi harga serta lokasi dari setiap *pet shop*.

#### 4. Conclusion

Berdasarkan hasil penelitian yang telah penulis lakukan maka dihasilkan sebuah aplikasi rekomendasi *pet shop* yang ditujukan untuk para pecinta hewan baik yang baru memulai untuk memelihara hewan maupun yang sudah lama. Melalui beberapa pengujian seperti black box dan instrumentation testing menunjukkan semua fungsional dari aplikasi dapat berjalan dengan baik. Selain itu, aplikasi yang dibangun juga mendapatkan penilaian yang positif dari responden. Dari kuisioner yang dibagikan kepada responden didapatkan hasil 60% responden sangat setuju dan 30% setuju bahwa aplikasi yang dikembangkan mudah untuk digunakan, 60% responden sangat setuju dan 40% setuju bahwa menu-menu di aplikasi ini mudah untuk dipahami, 40% responden sangat setuju dan 50% setuju bahwa fitur rekomendasi yang terdapat di dalam aplikasi memudahkan mereka dalam mencari *pet shop*. Dapat disimpulkan bahwa aplikasi yang dibangun dapat menjadi sistem informasi yang berguna dalam menentukan *pet shop* dan memiliki tampilan *user interface* yang mudah untuk dipahami serta fitur rekomendasi dapat membantu pengguna untuk menemukan informasi harga serta lokasi dari setiap *pet shop*.

## References

- [1] & I. Hamdhani, G. R., Edy, S., "Rekomendasi Lokasi *Pet Shop* Di Kota Malang Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) Simple Additive Weighting (SAW)," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 0, pp. 3086–3092, 2018.
- [2] I. Julianty, Irawan, M. I. & Mukhlas, "PEMILIHAN GURU BERPRESTASI MENGGUNAKAN METODE AHP DAN TOPSIS," in *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*, 2011, pp. M63–M68.
- [3] N. Shodik, N. Neneng, and I. Ahmad, "Sistem Rekomendasi Pemilihan Smartphone Snapdragon 636 Menggunakan Metode Simple Multi Attribute Rating Technique (Smart)," *J. Nas. Pendidik. Tek. Inform.*, vol. 7, no. 3, p. 219, 2019, doi: 10.23887/janapati.v7i3.15727.
- [4] Mahendra Rendy Aditya, "Sistem Pengumuman Berbasis Aplikasi Android Dengan Menggunakan Firebase," Universitas Muhammadiyah Magelang, 2019.
- [5] Dicoding, "Apa itu Firebase? Pengertian, Jenis-Jenis, dan Fungsi Kegunaannya," 2020. <https://www.dicoding.com/blog/apa-itu-firebase-pengertian-jenis-jenis-dan-fungsi-kegunaannya/> (accessed Jun. 10, 2022).
- [6] L. Diartara, "Rancang Bangun Aplikasi Penjualan Perumahan Berbasis Web Pada Cv. Grand Permata Residence Magetan," *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 1, no. 2017, p. 1, 2019.
- [7] Dicoding, "Tips Design Pattern MVVM pada Pengembangan Aplikasi Android," 2022. <https://www.dicoding.com/blog/tips-design-pattern-mvvm/#:~:text=MVVM adalah salah satu arsitektur,Model%2C View%2C dan ViewModel.> (accessed Jun. 10, 2022).

# Pengembangan Aplikasi Optimasi Rute Destinasi Wisata di Banyuwangi Menggunakan *Modern Android Development (MAD) Pattern*

Wahyu Ramadhan<sup>a1</sup>, I Gede Santi Astawa<sup>a2</sup>, Luh Gede Astuti<sup>a3</sup>, Luh Arida Ayu Rahning Putri<sup>a4</sup>, I Putu Gede Hendra Suputra<sup>a5</sup>, I Wayan Santiyasa<sup>a6</sup>

<sup>a</sup>Informatics, Faculty of Math and Science, Udayana University  
South Kuta, Badung Regency, Bali, Indonesia

<sup>1</sup>wahyu.wrseven@gmail.com (*Corresponding author*)

<sup>2</sup>santi.astawa@unud.ac.id

<sup>3</sup>lg.astuti@unud.ac.id

<sup>4</sup>rahningputri@unud.ac.id

<sup>5</sup>hendra.suputra@unud.ac.id

<sup>6</sup>santiyasa@unud.ac.id

## Abstract

*The closest route optimization problem is a classic problem that is still often found in everyday life, one of them is the Traveling Salesman Problem (TSP). This study aims to find solutions in the form of optimal distances to various tourist destinations in Banyuwangi. In this study, the author uses the Python programming language as the backend and the Kotlin programming language as the frontend of the Android application as part of Modern Android Development. The results of the system evaluation, namely Black Box and User Acceptance Test on the application, show that the system that has been carried out can be concluded that the functional system can work well without experiencing bugs or problems on every available feature and page. In designing the application, the author uses the Modern Android Development pattern.*

**Keywords:** TSP, Optimization, Modern, Android, Development

## 1. Pendahuluan

Permasalahan optimasi rute terdekat adalah permasalahan klasik yang sampai saat ini masih sering ditemukan dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya adalah *Travelling Salesman Problem (TSP)*. TSP adalah permasalahan umum dalam optimasi kombinatorial dimana seorang *salesman* harus mengunjungi sejumlah N kota, dengan syarat setiap kota hanya dikunjungi sekali. *Salesman* ini harus memilih rute sehingga jarak total yang dia tempuh minimum [1].

Permasalahan *Travelling Salesman* ini dapat diselesaikan dengan menggunakan berbagai algoritme optimasi, salah satunya adalah algoritme *Ant Colony Optimization (ACO)*. Algoritme ini terinspirasi dari pengamatan terhadap suatu koloni semut yang hidup sebagai satu kesatuan koloninya [2]. Solusi untuk TSP telah banyak diterapkan pada kehidupan nyata terutama pada bidang jasa seperti pemilihan rute pendistribusian barang untuk mendapatkan rute yang paling pendek sehingga dapat mengurangi biaya dan waktu transportasi dengan menggunakan berbagai algoritme optimasi.

Penelitian ini dilakukan karena dirasa perlu untuk melakukan penelitian berupa optimasi rute pada destinasi wisata khususnya di Banyuwangi karena saat ini pariwisata di Banyuwangi sudah cukup berkembang sehingga diharapkan hasil pada penelitian ini dapat bermanfaat bagi wisatawan sekaligus dapat menjadi acuan untuk penelitian-penelitian berikutnya. Penggunaan *Modern Android Development (MAD)* sebagai *pattern* dari pengembangan aplikasi dilakukan karena MAD

merupakan *blueprint* untuk para *developer* supaya bisa lebih produktif dan menghasilkan aplikasi yang jauh lebih bagus dan kompatibel untuk jutaan *device* [3].

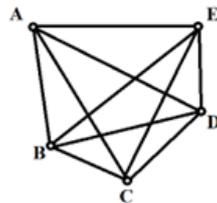
## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1. Graf

Teori Graf merupakan suatu diagram yang memuat informasi tertentu jika diinterpretasikan secara tepat. Dalam kehidupan sehari-hari graf digunakan untuk menggambarkan berbagai macam struktur yang ada. Tujuannya adalah sebagai visualisasi objek-objek agar lebih mudah dimengerti. Beberapa contoh graf yang sering dijumpai antara lain struktur organisasi, bagan alir, pengambilan mata kuliah, peta, rangkaian listrik, dan lain-lain [4].

### 2.2. Travelling Salesman Problem

Pada tahun 1800, matematikawan Irlandia William Rowan Hamilton dan matematikawan Inggris Thomas Penyngton mengemukakan permasalahan matematika yang merupakan cikal bakal dari permasalahan *Travelling Salesman Problem* (TSP). Permasalahan TSP kemudian disajikan dalam bentuk permainan yang bernama "Icosian Hamilton" yang mengharuskan pemain untuk menyelesaikan permainan dengan menghubungkan 20 titik perjalanan hanya dengan menggunakan jalur-jalur tertentu. Selanjutnya hal ini dikenal dalam matematika diskrit yang disebut dengan teori Sirkuit Hamilton [5].

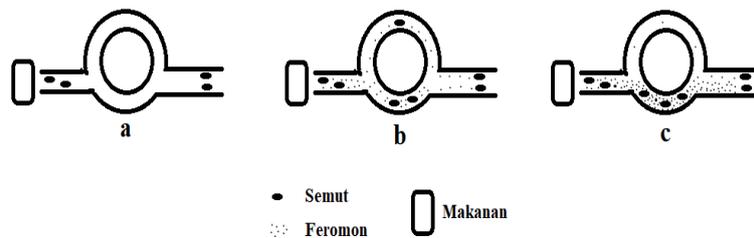


Gambar 1. Contoh Graf TSP

Menurut [6], Persoalan TSP melibatkan seorang *salesman* yang harus melakukan kunjungan pada setiap kota. Rangkaian kota-kota yang dia kunjungi dinamakan lintasan, dimana dalam lintasan tersebut terdapat batasan yaitu tidak boleh ada lebih dari satu kota yang sama. Dengan kata lain, dalam mengunjungi kota-kota, *salesman* tidak boleh singgah pada suatu kota lebih dari satu kali. Misal jika terdapat lima kota yaitu A, B, C, D dan E. Lintasan yang ditempuhnya adalah dari kota A ke kota B ke kota C ke kota D kemudian ke kota E. Penyelesaian dari persoalan ini adalah nilai optimum dari rute yang paling pendek.

### 2.3. Algoritme Ant Colony Optimization

Algoritme *Ant Colony Optimization* (ACO) merupakan algoritme yang dimunculkan sebagai suatu pendekatan multi-agen (*multi-agent approach*) terhadap optimasi berbagai permasalahan yang berkaitan dengan graf. Algoritme ini terinspirasi dari pengamatan terhadap suatu koloni semut yang hidup sebagai satu kesatuan koloninya [2].



Gambar 2. Ilustrasi perjalanan semut dari sarangnya menuju sumber makanan.

### 2.4. Android

Android adalah sistem operasi yang digunakan pada perangkat *mobile* atau selular. Android merupakan platform pemrograman *open-source* yang dikembangkan oleh Google. Sistem operasi Android dapat berjalan di berbagai macam perangkat *mobile* yang berbeda. Android

menyediakan paket pengembangan serta pasar untuk mendistribusikan aplikasi yang dikembangkan. Bahasa pemrograman yang dapat digunakan untuk membuat aplikasi Android antara lain Kotlin, Java, C++, dan lain-lain.

## 2.5. *Modern Android Development*

Perkembangan Android sangat cepat. Apa yang bagus dilakukan 5 tahun lalu, belum tentu masih bagus dilakukan sekarang. Hal itu karena banyak fitur baru yang hadir maupun karena ada *update* dari fitur yang sudah ada. Google telah merilis konsep *Modern Android Development* (MAD). MAD merupakan *blueprint* untuk para *developer* supaya bisa lebih produktif dan menghasilkan aplikasi yang jauh lebih bagus dan kompatibel untuk jutaan *device* [3]. Secara umum, terdapat 4 pilar pada *Modern Android Development* [7], antara lain:

### 2.5.1. *Language*

Dari sisi bahasa, Android telah merekomendasikan Kotlin sebagai bahasa utama setelah resmi menjadi bahasa alternatif. Hal ini merupakan kelebihan Kotlin, yakni seperti bahasanya yang ringkas, cepat, dan aman. Selain itu, karena sifatnya yang *interoperability*, banyak sekali *developer* yang dapat beralih dari bahasa Java ke Kotlin dengan cepat. Hampir 87% dari 1000 aplikasi teratas di Play Store menggunakan Kotlin [7].

### 2.5.2. *Tools*

Dari sisi *tools*, Android Studio menjadi pilihan terbaik untuk mengembangkan aplikasi Android. Hal ini karena ia telah mengakomodasi semua kebutuhan dari awal sampai akhir. Mulai dari membuat *project* dengan *template*, mendesain dengan menggunakan *Layout Editor*, *testing* menggunakan *emulator*, sampai membuat *file* APK/AAB bisa dilakukan di Android Studio.

### 2.5.3. *Distribution*

Secara umum aplikasi Android menggunakan APK sebagai format pendistribusian aplikasi. Namun, format yang terbaik saat ini adalah AAB (Android App Bundle). Sebab ukuran aplikasi yang diunduh bisa menjadi jauh lebih kecil. Hal ini karena sifatnya yang dinamis, di mana ia dapat mengunduh hanya bagian (seperti bahasa, arsitektur, dan *density*) yang diperlukan saja.

### 2.5.4. *APIs*

API pada pengembangan MAD dirangkum dalam *library* Jetpack. Pada Google I/O 2018, Google resmi mempublikasikan Android Jetpack. Jetpack merupakan kumpulan dari komponen *library*, *tools*, dan panduan untuk membuat aplikasi yang bagus

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan merepresentasikan bagaimana cara sistem bekerja untuk menyelesaikan tugas atau kebutuhan dari pengguna saat menggunakan aplikasi. Kebutuhan ini juga dapat dikatakan sebagai fitur yang ada dalam aplikasi. Dalam pengembangan aplikasi ini terdapat satu fitur utama yaitu melakukan optimasi rute wisata dengan menggunakan algoritme *Ant Colony Optimization*.

#### 3.1.1. Analisis Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional meliputi apa saja fitur-fitur yang harus ada dan merepresentasikan jalannya suatu sistem. Berikut adalah analisis kebutuhan fungsional dari sistem yang dibangun pada penelitian ini.

- a. Sistem harus dapat mengirimkan data *input* berupa *list* lokasi yang akan dilakukan optimasi menggunakan ACO ke server
- b. Server harus dapat mengolah masukan data pengguna dan mengembalikan nilai hasil proses komputasi
- c. Sistem harus dapat menangkap dan menampilkan hasil nilai *return* berupa total jarak dan *list* rute dari server yang kemudian divisualisasikan pada *maps*.

### 3.1.2. Analisis *Kebutuhan Non Fungsional*

Kebutuhan non fungsional berperan untuk membantu fungsionalitas dari sistem itu sendiri. Berikut merupakan analisis kebutuhan non fungsional untuk aplikasi yang dibangun pada penelitian ini.

#### a. *Usability*

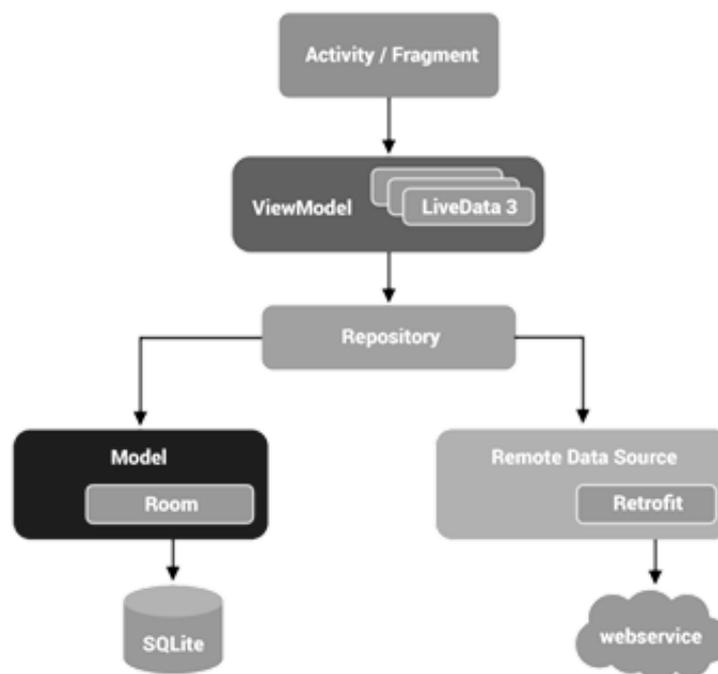
Agar dapat mudah dipahami oleh pengguna, aplikasi harus dilengkapi dengan UI yang simpel, *icon* yang mudah dipahami, serta ukuran teks dan *button* yang dapat dibaca dengan baik.

#### b. *Portability*

Agar sistem dapat berjalan dengan baik pada lintas versi Android *device*, maka sistem yang dibangun harus memerhatikan spesifikasi minimal dari *device* yang dipakai oleh pengguna.

## 3.2. Desain

Pada penelitian ini penulis mengembangkan aplikasi Android dengan menggunakan *architecture component* pada *Modern Android Development*. Adapun desain dari arsitektur aplikasi dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Desain *Architecture Component* MAD

Dapat dilihat pada Gambar 3, terdapat beberapa bagian antaranya *Activity/Fragment*, *Viewmodel* beserta *LiveData*, *Repository*, *Model* beserta *Room* *SQLite* *database*, *Remote DataSource* beserta *Retrofit* dan *Rest API* yang memiliki tugas sebagai berikut:

1. *Activity* atau *Fragment* bertanggung jawab sebagai *View*
2. *View* akan meminta data serta melakukan observasi terhadap data. Apabila terdapat perubahan terhadap data maka *View* akan bertanggung jawab untuk melakukan *update* pada tampilan sesuai dengan data terbaru.
3. *ViewModel* bertanggung jawab untuk meminta data dan berkomunikasi dengan *Repository* dan menyimpan data dalam bentuk *LiveData* agar *View* dapat melakukan observasi.
4. *Repository* bertanggung jawab sebagai *Model* untuk mendapatkan data atau perubahan data dan melakukan *update* terhadap data yang dimiliki. *Repository* juga bertanggung jawab untuk

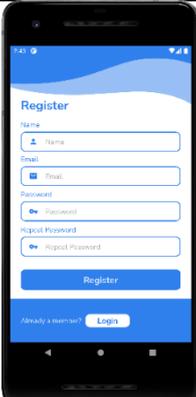
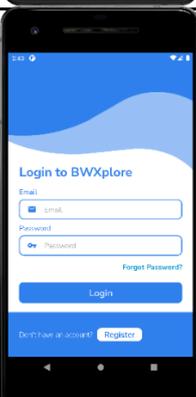
mengatur sumber data yang dibutuhkan oleh aplikasi seperti data yang berasal dari *Firebase* ataupun dari *Rest API*.

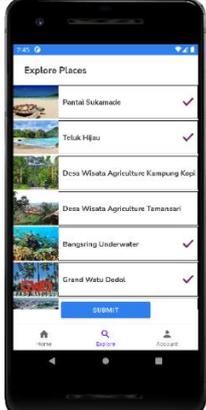
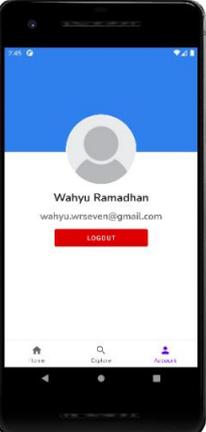
5. *Model* bertanggung jawab untuk menyimpan data riwayat hasil pencarian pengguna ke dalam *database* local agar pengguna dapat mengaksesnya tanpa melalui koneksi internet.
6. *Remote DataSource* bertanggung jawab untuk melakukan request data kepada API dengan memanfaatkan *library Retrofit*. *Request* yang dilakukan dengan metode POST dengan mengirim data melalui form berupa *text* yang berisi *list* lokasi berupa id lokasi, *latitude* dan *longitude* yang kemudian API akan memberikan *response* dengan mengirimkan data hasil nilai *return* berupa total jarak dan *list* rute.

### 3.3. Implementasi

Tahap implementasi merupakan tahap untuk merealisasikan desain yang telah dibuat. Pada penelitian ini penulis menggunakan bahasa pemrograman Kotlin untuk mengembangkan aplikasi Android dengan *pattern* MAD. Adapun tampilan aplikasi dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Tampilan Aplikasi

No	Halaman	Tampilan	Penjelasan
1	<i>Splash Screen</i>		Saat pengguna menjalankan aplikasi maka akan ditampilkan halaman <i>splash screen</i> sebagai sambutan awal kepada pengguna.
2	<i>Register</i>		Saat pengguna belum memiliki akun, maka pengguna diharuskan untuk melakukan registrasi agar dapat mengakses aplikasi dan dapat melakukan <i>login</i> . Pada halaman ini pengguna diminta untuk mengisikan data berupa nama, email, kata sandi dan konfirmasi kata sandi.
3	<i>Login</i>		Saat pengguna telah memiliki akun, maka pengguna diharuskan untuk melakukan <i>login</i> agar dapat mengakses aplikasi. Pada halaman ini pengguna diminta untuk mengisikan data berupa email dan kata sandi yang telah didaftarkan.

4	Beranda		<p>Setelah melakukan proses <i>login</i>, pengguna akan diarahkan ke <i>main menu</i> bagian <i>home</i>. Halaman ini menampilkan lokasi wisata yang populer dan menampilkan berita-berita tentang tempat wisata di Banyuwangi dan sekitarnya</p>
5	Halaman Eksplor (Pemilihan List Rute yang akan Dioptimasi)		<p>Halaman <i>explore</i> pada bagian kedua dari <i>main menu</i> menampilkan <i>list</i> semua data lokasi wisata. Pengguna dapat memilih beberapa lokasi wisata untuk dilakukan perhitungan agar mendapatkan rute optimal.</p>
6	Akun		<p>Halaman <i>account</i> adalah halaman terakhir dari <i>main menu</i>. Halaman ini memuat informasi <i>login</i> dari <i>user</i> dan halaman yang digunakan untuk melakukan <i>logout</i>.</p>
7	Hasil Optimasi Rute		<p>Halaman terakhir adalah halaman <i>maps</i> dimana halaman ini memuat hasil perhitungan dari <i>input user</i> yang berupa total jarak, rute, dan juga titik-titik lokasi pada <i>maps</i>.</p>

Selain tampilan aplikasi, penulis menggunakan algoritme *Ant Colony Optimization (ACO)* yang diimplementasikan pada *web service* sesuai dengan *development pattern* yang dapat dilihat pada Gambar 3. Algoritme ACO pada *web service* dibangun dengan menggunakan Bahasa pemrograman Python dan algoritme mampu untuk memproses *input user* yang berupa *list latitude* dan *longitude* dan mengembalikan hasil nilai berupa total jarak dan rute optimal yang dapat dilalui oleh pengguna.

### 3.4. Pengujian

Pengujian bertujuan untuk mengetahui apakah fungsional aplikasi dapat berjalan dengan baik dan untuk mengetahui persepsi dari pengguna terhadap aplikasi yang dikembangkan dengan cara memberikan kuesioner yang berisi penilaian perspektif kepada pengguna. Untuk menguji fungsional sistem penulis menggunakan *black box* dimana Pengujian *Black Box* adalah pengujian yang bertujuan untuk menunjukkan fungsi perangkat lunak [8]. Adapun hasil dari *black box testing* dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Black Box

No	Pengujian	Hasil
1.	Melakukan proses <i>register</i>	Valid
2.	Melakukan proses <i>login</i>	Valid
3.	Mengambil dan menampilkan data lokasi populer dari	Valid
4.	Melakukan klik pada item berita dan menampilkannya	Valid
5.	Mengambil dan menampilkan seluruh data lokasi populer	Valid
6.	Melakukan seleksi item lokasi dan mengirimkannya kepada server	Valid
7.	Menampilkan informasi <i>login</i> dari pengguna	Valid

Dari hasil pengujian fungsional yang telah dilakukan. Dapat disimpulkan bahwa aplikasi optimasi rute di Banyuwangi dapat beroperasi dengan baik.

Pengujian selanjutnya merupakan pengujian UAT. Pengujian UAT adalah pengujian yang dirancang khusus untuk memodelkan penerimaan pengguna terhadap suatu sistem informasi [9]. Dalam melakukan pengujian ini, terdapat 10 orang responden yang akan memberi penilaian terhadap aplikasi yang sudah dibangun. Pertanyaan yang akan diberikan kepada pengguna yang sebagai berikut:

1. Apakah aplikasi mudah untuk dioperasikan?
2. Apakah tata letak tampilan aplikasi jelas dan mudah diakses?
3. Apakah alur aplikasi mudah dipahami?
4. Apakah informasi hasil perhitungan optimasi rute sudah jelas?
5. Apakah informasi hasil perhitungan optimasi rute membantu Anda untuk mencari rute terdekat yang harus dilalui pada tiap-tiap destinasi wisata?
6. Apakah fitur detail pada aplikasi membantu Anda untuk mendapatkan informasi tentang destinasi wisata yang ingin dituju?
7. Secara umum, apakah tidak terdapat kendala saat Anda menggunakan aplikasi?
8. Apakah Anda akan menggunakan aplikasi ini untuk mencari informasi dan melakukan optimasi rute destinasi wisata di Banyuwangi di masa mendatang?

Terdapat lima kriteria Skala Likert yang digunakan oleh pengguna untuk melakukan penilaian dalam aplikasi. Skala Likert adalah suatu skala psikometrik yang umum digunakan dalam kuesioner, dan merupakan skala yang paling banyak digunakan dalam riset berupa survei [10]. Lima skala Likert sebagai kriteria penilaian dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Kriteria penilaian

Pernyataan	Nilai
Sangat Setuju	A
Setuju	B
Netral	C
Tidak Setuju	D
Sangat Tidak Setuju	E

Dari Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa standar tertinggi dari skala Likert adalah Sangat Setuju atau dengan Nilai A, dan standar terendah adalah Sangat Tidak Setuju atau Nilai E.

Hasil dari pengujian UAT yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil Pengujian UAT

No	Pertanyaan	Persentase (%)				
		A	B	C	D	E
1	Apakah aplikasi mudah untuk dioperasikan?	60	30	10	0	0
2	Apakah tata letak tampilan aplikasi jelas dan mudah diakses?	70	20	10	0	0
3	Apakah alur aplikasi mudah dipahami?	50	50	0	0	0
4	Apakah informasi hasil perhitungan optimasi rute sudah jelas?	40	50	10	0	0
5	Apakah informasi hasil perhitungan optimasi rute membantu Anda untuk mencari rute terdekat yang harus dilalui pada tiap-tiap destinasi wisata?	60	30	10	0	0
6	Apakah fitur detail pada aplikasi membantu Anda untuk mendapatkan informasi tentang destinasi wisata yang ingin dituju?	30	60	10	0	0
7	Secara umum, apakah tidak terdapat kendala saat Anda menggunakan aplikasi?	80	10	10	0	0
8	Apakah Anda akan menggunakan aplikasi ini untuk mencari informasi dan melakukan optimasi rute destinasi wisata di Banyuwangi di masa mendatang?	30	50	20	0	0
<b>Rata-rata</b>		<b>52,5</b>	<b>37,5</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa aplikasi yang telah dibangun mendapatkan nilai rata-rata 52,5% responden sangat setuju, 37,5% responden setuju, lalu sisanya netral sehingga dapat disimpulkan bahwa 90% responden setuju bahwa aplikasi yang dikembangkan dapat menjadi sarana untuk wisatawan untuk melakukan optimasi rute dengan tampilan aplikasi yang menarik yang memiliki tampilan *user interface* yang mudah dipahami.

#### 4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil penelitian berupa aplikasi Android untuk melakukan optimasi rute. Hasil evaluasi sistem yaitu *Black Box* dan *User Acceptance Test* pada aplikasi menunjukkan bahwa fungsional sistem dapat bekerja dengan baik tanpa mengalami *bug* atau masalah pada setiap fitur dan halaman yang tersedia. Aplikasi yang dibangun cukup mendapat respon positif dari responden yang bersedia membantu untuk menguji aplikasi yang dibangun berdasarkan pertanyaan dan kriteria penilaian yang telah ditentukan. Selain itu, *Modern Android Development pattern* juga dapat diterapkan dengan sangat baik pada pengembangan aplikasi Android untuk optimasi rute destinasi wisata di Banyuwangi menggunakan algoritme *Ant Colony Optimization*.

#### Referensi

- [1] B. Santosa dan T.J. Ai, *Pengantar Metaheuristik: Implementasi dengan Matlab*, Surabaya: ITS Tekno Sains, 2017.
- [2] F. Nugroho, *Tutorial Netlogo Tutorial Pembuatan Game Dengan Bahasa Pemrograman Java*, Jakarta: Direktorat Pendidikan Tinggi Islam, 2012.
- [3] Android Developers, "Modern Android Development", <https://developer.android.com/modern-android-development> (diakses pada 12 Juli 2022).
- [4] A. Hendardi, "Penerapan Algoritma Floyd-Warshall dalam Layanan Informasi berbasis Web untuk Pencarian Lintasan terpendek Antar Program Studi/Fakultas di UPN Veteran Jawa Timur", Jawa Timur, Indonesia: Universitas Pembangunan Nasional Veteran, 2012.
- [5] M. D. A. Cipta Hasibuan and L. -, "Pencarian Rute Terbaik Pada Travelling Salesman Problem (TSP) Menggunakan Algoritma Genetika pada Dinas Kebersihan dan

- Pertamanan Kota Pekanbaru,” *SATIN - Sains dan Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 1, p. 35, 2016, doi: 10.33372/stn.v1i1.11.
- [6] I. Manggolo, M. I. Marzuki, and M. Alaydrus, “Optimalisasi Perencanaan Jaringan Akses Serat Optik Fiber To The Home Menggunakan Algoritma Genetika,” *J. Telekomun. dan Komput.*, vol. 2, no. 1, p. 21, 2017, doi: 10.22441/incomtech.v2i1.1102.
- [7] Dicoding, “Modern Android Development”, <https://www.dicoding.com/academies/14/tutorials/19557> (diakses pada 12 Juli 2022).
- [8] T. Hidayat, dan M. Muttaqin, “Pengujian Sistem Informasi Pendaftaran dan Pembayaran Wisuda Online menggunakan Black Box Testing dengan Metode Equivalence Partitioning dan Boundary Value Analysis”, *Jurnal Teknik Informatika UNIS (JUTIS)*, vol. 6, pp.25-29, 2018, doi: 10.33592/jutis.Vol6.Iss1.38.
- [9] S.N.A. Fahmi, “Penerapan Technology Acceptance Test dalam Pengujian Sistem Informasi Sarana dan Prasarana Sekolah di MTs Negeri 5 Kabupaten Kediri”, Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim, 2019.
- [10] E. Suwandi, F. H. Imansyah, and H. Dasril, “Analisis Tingkat Kepuasan Menggunakan Skala Likert pada Layanan Speedy yang Bermigrasi ke Indihome,” *J. Tek. Elektro*, p. 11, 2018.

*This page is intentionally left blank.*

## Pengamanan Audio Rindik Bali Menggunakan Metode *Least Significant Bit* Berbasis Android

I Gusti Ayu Mirah Agung Jayanti<sup>a1</sup>, I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra<sup>a2</sup>, I Made Widiartha<sup>a3</sup>, Anak Agung Istri Ngurah Eka Karyawati<sup>a4</sup>, I Ketut Gede Suhartana<sup>a5</sup>, Ngurah Agus Sanjaya ER<sup>a6</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana  
Badung, Bali, Indonesia

<sup>1</sup>gekpoke@gmail.com

<sup>2</sup>anom.cp@unud.ac.id

<sup>3</sup>madewidiartha@unud.ac.id

<sup>4</sup>eka.karyawati@unud.ac.id

<sup>5</sup>ikg.suhartana@unud.ac.id

<sup>6</sup>agus\_sanjaya@unud.ac.id

### **Abstract**

*The development of an increasingly fast era makes the pace of technology is also growing which is directly proportional to the level of crime that is growing as well. Dissemination of personal or group information becomes vulnerable to attacks from other parties, so the security of data or confidential information needs to be improved. Bali has many different musical instruments in each region, both in terms of the name and the instrument itself. One of them is Rindik. Rindik is one of the percussion instruments that's still in demand because of its distinctive sound (Aristana et al., 2015). Because of Balinese Rindik is still interesting for most peoples, making its need to be secured to avoid digital crime so that the owner of the audio feels safe. One of the many security that can avoid an action crime on Balinese Rindik musical instruments is by inserting text containing personal data from the audio owner in the format (.txt) into Balinese Rindik audio in the format (.wav) using the Least Significant Bit (LSB) steganography method.*

**Keywords:** Rindik Bali, Steganography, Security, Least Significant Bit (LSB)

### **1. Pendahuluan**

Perkembangan zaman yang semakin cepat membuat laju perkembangan teknologi juga semakin berkembang yang berbanding lurus dengan tingkat kejahatan yang semakin berkembang juga. Penyebaran informasi baik pribadi ataupun kelompok menjadi rentan mengalami serangan dari pihak lain, sehingga keamanan pengiriman data atau informasi rahasia perlu lebih ditingkatkan. Seiring perkembangan teknologi, para peneliti melakukan penelitian untuk memecahkan masalah keamanan. Keamanan data dapat dilakukan dengan berbagai metode, termasuk kriptografi dan steganografi [1]. Permainan musik Bali menjadi budaya yang menciptakan keindahan dan persatuan bagi semua orang [2], Bali memiliki banyak alat musik yang berbeda pada masing-masing daerah baik dalam penyebutan maupun alat musiknya sendiri. Rindik adalah salah satunya yang merupakan alat musik perkusi yang tetap diminati karena suaranya yang unik [2]. Masih diminatinya Rindik Bali, membuatnya perlu diamankan agar terhindar dari kejahatan digital agar pemilik dari audio merasa aman. Keamanan yang dapat dilakukan untuk menghindari kejahatan pada alat musik Rindik Bali salah satunya dengan melakukan penyisipan text yang berisi data diri dari pemilik audio dalam bentuk (.txt) ke dalam audio Rindik Bali dengan bentuk (.wav) dengan teknik steganografi LSB, agar bisa menjadi bukti kepemilikan dari audio. Steganografi adalah ilmu atau teknik untuk memasukkan informasi ke dalam file yang disematkan. Teknik LSB termasuk algoritma steganografi. Hal ini dikarenakan teknik tersebut mempunyai prinsip yang mudah dipahami yaitu bit-bit pesan langsung disisipkan ke *sample cover file* [3].

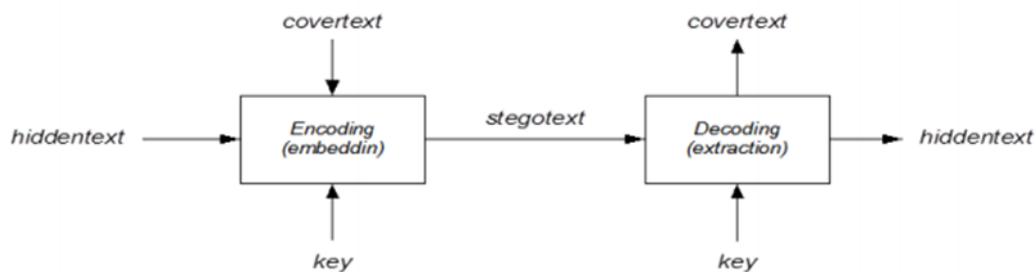
Lebih lanjut, pada penelitian sebelumnya yang berjudul "Encryption of Text Message on Audio Steganography Using Combination Vigenere Cipher and LSB (Least Significant Bit)" file dengan ekstensi (.wav) dipilih disini sebagai ekstensi file audio Rindik karena pada penelitian ini mengatakan jenis file audio gelombang 2 (.wav) dipilih untuk digunakan sebagai file sampul dengan tujuan menyembunyikan data. Keuntungan dari jenis file ini antara lain redundansi data yang tinggi yang memungkinkan kapasitas data yang lebih tinggi untuk disembunyikan di dalam file sehingga cocok untuk menerapkan LSB yang bergantung pada redundansi untuk menyembunyikan [1]. Oleh karena itu, untuk melakukan pengamanan Rindik Bali dipilihlah metode Least Significant Bit (LSB) dengan format audio adalah (.wav).

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Steganografi

Steganografi merupakan sebuah ilmu penyisipan sebuah informasi pada media atau wadah yang bisa disisipi (*carrier file*). Wadah yang umum digunakan untuk steganografi antara lain seperti suara, video, gambar maupun teks. Penyisipan data antara lain seperti artikel, gambar pesan rahasia, dan hal penting lainnya[4]. Steganografi bertujuan untuk menjaga rahasia dan merahasiakan pesan dan data dari orang lain. Realitanya proses steganografi dilakukan dengan membuat perubahan halus pada data lain yang tidak menarik perhatian orang asing yang tidak membutuhkan konten, seperti objek gambar yang terlihat lucu namun mengandung informasi penting seperti kartun [5].

#### 2.1.1 Properti Steganografi



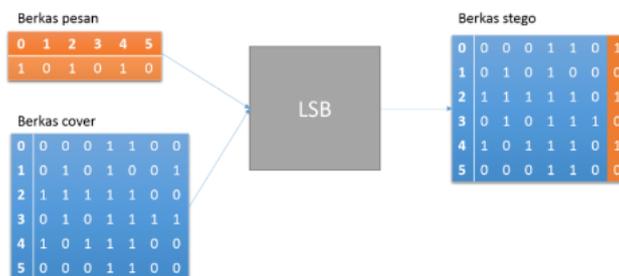
Gambar 1. Properti Steganografi

- Hiddentext*: adalah pesan yang akan disisipkan ke dalam wadah.
- Coverttext*: adalah wadah dari pesan yang akan disisipi
- Stegotext* : wadah yang telah berisi pesan yang disisipkan.
- Stego-key*: kunci yang dimasukkan untuk proses penyisipan pesan (*stegotext*).

### 2.2 Least Significant Bit (LSB)

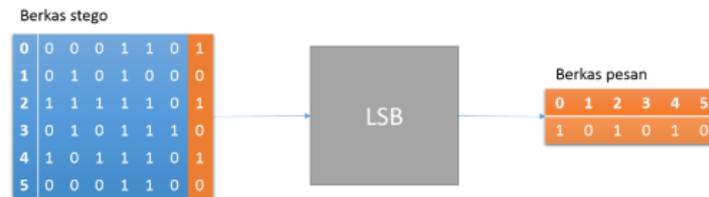
Steganografi memiliki banyak metode yang salah satunya adalah dengan metode LSB. Metode LSB dilakukan dengan mengganti bit yang disembunyikan. Karena bit yang diganti hanya pada bagian bit yang paling akhir (*End of File*), maka *file stego* yang dihasilkan hampir menyerupai *cover image* originalnya [7]. Bit yang dimodifikasi mengubah digit minimum wadah tergantung pada bit pesan yang akan Anda masukkan [8].

#### 2.2.1 Representasi Data Audio



Gambar 2. Proses Penyisipan LSB

Proses penyisipan steganografi LSB ditunjukkan pada Gambar 3 dibawah ini. Steganografi ini dilakukan dengan langsung mengganti bit pada akhir file atau *End of File* dengan bit pada *file*. Umumnya, jumlah string bit yang dapat diubah untuk musik adalah tiga. Jika perubahan jumlah kolom lebih dari nilai ini, perubahan dapat menyebabkan pendengar mendengar suara bising [3].



Gambar 3. Proses Ekstraksi LSB

Proses ekstraksi data pada metode LSB adalah dengan menggunakan posisi dengan bit paling kecil pada data dan memproses penulisan kembali bit tersebut pada berkas yang baru atau *newfile*[3]

### 2.3 Peak Signal Noise Ratio (PSNR)

Perhitungan PSNR ini digunakan guna mengetahui perbandingan kualitas audio sebelum dan sesudah disisipkan *hiddenfile*. Nilai PSNR yang semakin tinggi menandakan audio semula dengan audio stego memiliki kualitas audio semakin baik. Nilai PSNR bersifat bagus apabila nilai PSNR diatas 20 dB, namun apabila nilainya dibawah 20 dB artinya perbedaan antara *file* awal dan sesudah sangatlah besar. Adapun rumus PSNR ini adalah sebagai berikut [9]:

$$PSNR = 10 \times \log_{10} \frac{225}{MSE} \dots \dots \dots (1)$$

### 2.4 Mean Square Error (MSE)

MSE adalah nilai rerata yang digunakan yang didapat dari total kuadrat *Absolute Error* antara wadah dengan wadah yang telah disisipi. Berikut rumus merupakan salah satu rumus MSE:

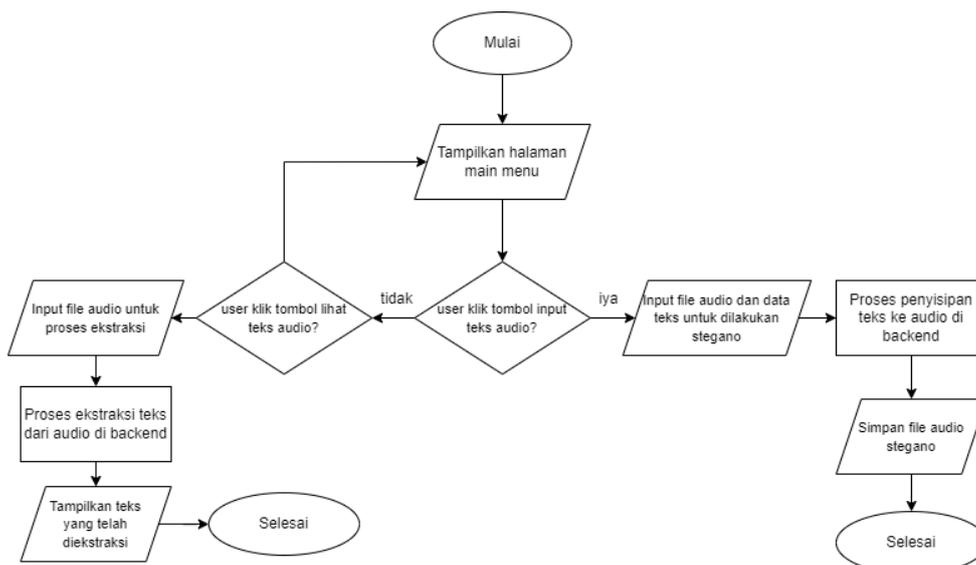
$$MSE = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} [I(i,j) - K(i,j)]^2 \dots \dots \dots (2)$$

dimana:

- m = Baris total dibagi lebarnya wadah
- n = Kolom total dibagi tingginya wadah
- I(i,j) = Nilai pixel sebelum objek dirubah
- K(i,j) = Nilai pixel dari objek yang telah dirubah (*stego object*)

### 2.5 Desain Perancangan Sistem

Desain perancangan sistem berisikan langkah pada rancangan pembuatan perangkat lunak, yang bertujuan untuk mempermudah untuk pengembangan sistem aplikasi yang dibangun. Sesuai dengan Gambar 4, sistem memiliki dua fungsi utama, stegano dan ekstraksi, dimana fungsi stegano memasukkan teks ke dalam audio untuk melakukan proses pengamanan. Fungsi ekstraksi adalah untuk melihat file teks yang telah disisipi dengan metode LSB.



Gambar 4. Alur umum sistem  
381

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Tampilan Antarmuka Sistem Pengamanan Audio

Penerapan user interface dilakukan dengan proses pengkodean sesuai dengan rancangan yang kemudian dibangun dengan menggunakan bahasa XML. Hasil dari user interface ini dibagi menjadi beberapa bagian yaitu splash screen, proses ekstraksi dan proses penyisipan. Tabel dibawah merupakan tampilan dari User Interface Aplikasi Audio Rindik Bali.

**Tabel 1.** Hasil User Interface

No	Tampilan	Penjelasan
1.		<p>Saat pengguna melakukan instalasi aplikasi dan pengguna baru pertama kali membuka aplikasinya, maka akan ditampilkan halaman onboarding page sebagai sambutan awal kepada pengguna.</p>
2.		<p>Ini adalah halaman utama setelah Splashscreen. Pada halaman ini pengguna dapat memilih dua tombol opsi. Tombol input teks audio dipilih jika pengguna ingin menagamakan audio dengan melakukan penyisipan teks. Tombol kedua dipilih jika pengguna ingin melakukan ekstraksi pesan dari audio-stegano.</p>
3.		<p>Pada halaman ini pengguna melakukan proses steganografi. Pada halaman ini pengguna bisa memasukkan identitas diri seperti nama, judul, kontak, dan alamat. Data ini akan disisipkan dalam audio Rindik yang diinginkan.</p>

4.		<p>Setelah melakukan proses steganografi, pengguna bisa memilih opsi lihat teks audio yang akan diarahkan pada halaman ini. Pada halaman ini pengguna perlu memasukkan audio yang telah disisipkan atau audio-stegano lalu di submit untuk melakukan proses ekstraksi pesan.</p>
----	---	--

### 3.2 Pengujian Kualitas Audio

Pengujian aplikasi Pengamanan Audio Rindik Bali teknik LSB adalah steganografi yang dipilih untuk mengamankan audio dengan menyisipkan teks kedalam audio. Dilakukannya pengujian untuk memastikan apakah sistem yang dikembangkan pada penelitian ini sesuai dengan kebutuhan dan berjalan sesuai dengan yang diinginkan peneliti. Untuk pengujiannya akan dilakukan beberapa seperti untuk pengujian PSNR atau kualitas penyisipan, pengujian sistem dengan metode black box. Pada penelitian ini data – data yang akan digunakan berjumlah 5. Data – data tersebut dapat dilihat pada Tabel 2. berikut ini.

**Tabel 2.** Data Audio

No.	Nama Berkas (.wav)	Durasi (detik)	Ukuran Audio Rindik (KB)	Sumber
	Audio 1	6	94.7	Observasi langsung
	Audio 2	17	267	Observasi langsung
	Audio 3	23	367	Observasi langsung
	Audio 4	43	935	Observasi langsung
	Audio 5	79	1210	Observasi langsung

#### 3.2.1 Pengujian MSE dan PSNR

Uji rasio *signal-to-noise* (PSNR) puncak biasanya digunakan untuk membandingkan kualitas audio sebelum dan sesudah penyisipan pesan. Untuk menentukan PSNR, Anda harus terlebih dahulu mencari kuadrat terkecil atau MSE. MSE adalah kuadrat rerata masalah antara audio asli (cover audio) dan audio yang dimasukkan (stego audio). Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian PSNR dan MSE sebelum dan sesudah penyisipan pesan.

**Tabel 3.** Pengujian PSNR dan MSE sesudah disisipkan pesan

No.	Berkas Gambar	Durasi (detik)	Ukuran Audio Rindik Bali (KB)	MSE	PSNR (dB)
1.	Audio 1	6	94.7	0.5863227	61.24500200351825
2.	Audio 2	17	267	0.8853178	70.04973162108568
3.	Audio 3	23	367	0.84341097	71.74405899282173
4.	Audio 4	43	935	0.921875	77.18682252505945
5.	Audio 5	79	1210	0.9235243	78.87426752005203

Untuk menentukan kualitas audio yang baik dapat dibandingkan dan diuji menggunakan MSE dan PSNR. Untuk nilai MSE harus memiliki nilai yang kecil, semakin kecil nilai MSE maka akan semakin baik kualitas audio tersebut. Untuk nilai PSNR, audio yang memiliki kualitas yang baik merupakan audio yang memiliki nilai PSNR yang besar. Pada pengujian PSNR dan MSE ini memiliki rata – rata 71.896 dB untuk PSNR dan 0,831 untuk nilai MSE. Pengujian ini dilakukan untuk menguji bagaimana kualitas audio setelah dilakukan proses penyisipan, sesuai dengan nilai PSNR yang didapat yaitu dengan rata – rata 71,896 yang merupakan nilai yang baik dan nilai MSE dengan rata – rata 0,831 yang merupakan nilai yang baik

juga. Ini memperlihatkan bahwa pada proses penyisipan pesan menggunakan teknik LSB berhasil dengan baik dalam menyisipkan data teks pada audio.

#### 4. Kesimpulan

Implementasi teknik steganografi terhadap audio wav dengan algoritma LSB telah berhasil dilakukan. Pada pengujian ini memiliki rata – rata 71.896 dB untuk PSNR dan 0,831 untuk nilai MSE. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa pada proses penyisipan pesan menggunakan teknik LSB berhasil dengan baik dalam menyisipkan data teks pada audio. Pada pengujian black box untuk menguji menghasilkan penilaian yang baik, Pada pengujiannya setiap fitur yaitu steganografi dan ekstraksi didapatkan hasil yang sesuai dengan harapan yang diinginkan. Pada pengujian UAT untuk menguji persepsi dari sisi pengguna, menunjukkan hasil yang baik dengan nilai rata-rata 94% dari tiap poin yang pertanyaan yang ada

#### Daftar Pustaka

- [1] I. Utomo *et al.*, “Enkripsi Pesan Teks pada Steganografi Audio Menggunakan Kombinasi Vigenere Cipher dan LSB ( Least Significant Bit ),” vol. 4, no. 1, 2019.
- [2] I. P. J. Aristana, I. K. Rinarta, Y. Negara, and I. N. R. Hendrawan, “Aplikasi Permainan Alat Musik Perkusi Tradisional Rindik Bali dengan Augmented Reality Berbasis Android,” *Eksplora Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2015.
- [3] R. Irfan, H. Ciptaningtyas, and H. Studiawan, “Steganografi Audio Menggunakan Metode Least Significant Bit ( Lsb ) Dan Kompresi,” 2016.
- [4] N. Nurmaesah, T. Lestari, and A. Retno Mariana, “Aplikasi Steganografi Untuk Menyisipkan Pesan Dalam Media Image,” *Technol. Accept. Model*, vol. 8, no. 1, pp. 13–17, 2017.
- [5] N. Rismawati, “Analisis dan Perancangan Simulasi Enkripsi dan Dekripsi pada Algoritma Steganografi untuk Penyisipan Pesan Text pada Image menggunakan Metode Least Significant Bit (LSB) Berbasis Cryptool2,” *Fakt. Exacta*, vol. 12, no. 2, pp. 132–144, 2019.
- [6] U. A. Anti, A. H. Kridalaksana, and D. M. Khairina, “Steganografi Pada Video Menggunakan Metode Least Significant Bit (LSB) Dan End Of File (EOF),” *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 12, no. 2, p. 104, 2017, doi: 10.30872/jim.v12i2.658.
- [7] D. Darwis, “Implementasi Teknik Steganografi Least Significant Bit (LSB) Dan Kompresi Untuk Pengamanan Data Pengiriman Surat Elektronik,” *J. Teknoinfo*, vol. 10, no. 2, p. 32, 2016, doi: 10.33365/jti.v10i2.8.
- [8] A. Binny and M. Koilakuntla, “Hiding secret information using LSB based audio Steganography,” *Proc. - 2014 Int. Conf. Soft Comput. Mach. Intell. ISCM 2014*, pp. 56–59, 2014, doi: 10.1109/ISCM.2014.24.
- [9] R. Bangun *et al.*, “DAN FILE KE DALAM IMAGE DAN AUDIO FILE DENGAN METODE LEAST SIGNIFICANT BIT ( LSB ) LAPORAN TUGAS AKHIR INTO IMAGE AND AUDIO FILE WITH LEAST SIGNIFICANT BIT ( LSB ) METHOD Graduation Ceremony Period : October 2011,” 2011.

## Rancangan dan Analisis Model Algoritma Genetika Untuk Menyelesaikan Permasalahan *Knapsack* 2 Dimensi

Devan Bramantya<sup>a1</sup>, I Gede Santi Astawa<sup>a2</sup>, I Wayan Supriana<sup>a3</sup>, Luh Gede Astuti<sup>a4</sup>, Ngurah Agus Sanjaya ER<sup>a5</sup>, I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan<sup>a6</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana  
Badung, Bali, Indonesia

<sup>1</sup>devanbramantya.3@gmail.com

<sup>2</sup>santi.astawa@unud.ac.id

<sup>3</sup>wayan.supriana@unud.ac.id

<sup>4</sup>lg.astuti@unud.ac.id

<sup>5</sup>agus\_sanjaya@unud.ac.id

<sup>6</sup>gungde@unud.ac.id

### Abstract

*The knapsack problem is problem that is still often found in everyday life, one of which is the problem of selecting goods to be transported into containers for delivery of goods. This knapsack problem can be solved by using various optimization algorithms, one of which is the genetic algorithm. This study aims to design a genetic algorithm model to solve the 2-dimensional knapsack problem. 2-dimensional knapsack problem is a knapsack problem that has 2 constraints and in this study, the constraints used were weight and volume. The evaluation results of the genetic algorithm will be compared with dynamic programming. From the evaluation results that have been carried out, it can be concluded that genetic algorithms can produce near-optimal results with faster computational times than dynamic programming.*

**Keywords:** 2-Dimensional Knapsack Problem, Optimization, Shipping Goods, Genetic Algorithm, Dynamic Programming

### 1. Pendahuluan

Kontainer atau peti kemas merupakan sebuah kotak besar yang digunakan untuk mengangkut barang yang diangkut menggunakan kapal angkut, truk atau kereta api sampai ke tempat tujuan. Menurut Kepala Badan Pusat Statistik (BPS), Suhariyanto menyampaikan bahwa jumlah barang yang diangkut kereta api pada bulan Januari-Maret 2020 mengalami peningkatan sebesar 5,10% menjadi 74,6 juta ton dibandingkan dengan periode yang sama pada tahun 2019. Dengan meningkatnya pengangkutan barang tersebut, terdapat kendala yang dihadapi oleh perusahaan peti kemas, yaitu kurangnya kontrol dalam melakukan muat barang yang menyebabkan penggunaan peti kemas tidak optimal. Permasalahan dimana orang dihadapkan pada pemilihan benda yang dapat dimasukkan ke dalam sebuah wadah yang memiliki keterbatasan ruang atau daya tampung disebut dengan *Knapsack problem* [1]. Salah satu jenis dari permasalahan *Knapsack* adalah *Multidimensional Knapsack Problem* dimana terdapat beberapa barang yang harus dipilih dengan kendala atau *constraint* lebih dari satu [2]. Kendala atau *constraint* yang ada pada kasus kontainer ini adalah kendala volume dan berat barang dimana barang-barang yang akan dimasukkan ke dalam kontainer tidak boleh melebihi kapasitas volume ataupun berat yang bisa ditampung oleh kontainer. Permasalahan *Knapsack* ini dapat diselesaikan dengan menggunakan berbagai algoritma salah satunya adalah algoritma genetika. Algoritma genetika merupakan algoritma yang menggunakan evolusi alam sebagai gagasan utamanya dalam menyelesaikan suatu permasalahan tertentu [3]. Algoritma genetika dimulai dengan membangkitkan sejumlah populasi individu awal. Populasi tersebut akan melalui beberapa proses mulai dari *Crossover* atau persilangan, Mutasi, Perhitungan Nilai *Fitness* dan Seleksi untuk mendapatkan populasi yang baru. Proses-proses tersebut akan terus diulang hingga mencapai batas generasi yang telah ditentukan atau hasil yang optimal sudah didapatkan.

Penelitian mengenai optimasi penyelesaian *knapsack problem* sudah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti lainnya seperti penelitian yang membahas mengenai bagaimana menyelesaikan masalah *knapsack multidimensi* dengan menggunakan algoritma *greedy* yang menghasilkan solusi yang memiliki rata-rata selisih 20% dari solusi optimal [4]. Kemudian penelitian yang membahas

mengenai permasalahan optimasi untuk mengangkut barang berupa pupuk dan kebutuhan pertanian dengan mempertimbangkan berat dan keuntungan dari barang yang diangkut agar dapat memperoleh keuntungan maksimal. Penelitian tersebut mengungkapkan bahwa penggunaan algoritma *dynamic programming* cukup baik digunakan karena berhasil memenuhi 99,683% dari kapasitas truk [5]. Penelitian selanjutnya adalah penelitian yang menggunakan algoritma genetika untuk menyelesaikan permasalahan *knapsack* dengan nilai *error* 0% pada ukuran populasi tertentu pada masing-masing *test problem* dan nilai parameter *Crossover rate* sebesar 0.2 dan *Mutation rate* sebesar 0.8 dengan iterasi 100 generasi [6].

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan tersebut, penggunaan algoritma *greedy* untuk menyelesaikan permasalahan *knapsack* multidimensi masih kurang baik, sehingga pada penelitian ini akan dilakukan pengimplementasian model algoritma genetika untuk mengoptimalkan penyelesaian *2-Dimensional Knapsack Problem* dengan menggunakan menggunakan *Variable-Length Chromosome*, dimana setiap kromosom dapat memiliki jumlah gen yang berbeda-beda bergantung dari banyaknya barang yang terpilih pada kromosom tersebut. Hasil dari algoritma genetika tersebut akan dibandingkan dengan hasil dari *Dynamic Programming*.

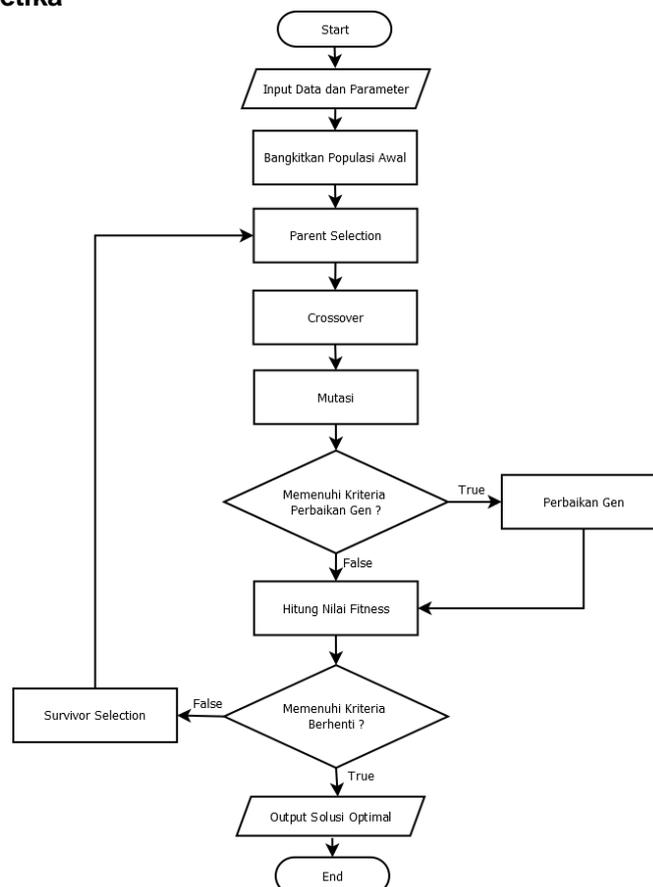
## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu, dimulai dari pengumpulan data, pengimplementasian algoritma genetika dan *dynamic programming* menggunakan bahasa pemrograman *Java* dan tahap pengujian.

### 2.1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data *dummy* dimana data-data tersebut merupakan data-data barang yang akan dikirim menggunakan kontainer. Data-data tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga mendekati data asli dimana jasa pengiriman barang menerima permintaan pengiriman barang dari orang-orang untuk dikirimkan menggunakan kontainer. Terdapat 90 data barang yang akan digunakan dalam penelitian ini. Data barang tersebut dilengkapi dengan data berat barang dalam satuan kilogram dan volume barang dalam satuan *centimeter*.

### 2.2. Algoritma Genetika



Gambar 1. Flowchart Algoritma Genetika

Gambar 1 menunjukkan *flowchart* dari algoritma genetika. *Flowchart* tersebut dimulai dari *user* yang akan diminta untuk menginputkan data-data barang dan parameter-parameter yang akan digunakan dalam proses algoritma genetika seperti *crossover rate*, *mutation rate*, jumlah maksimum generasi dan jumlah populasi. Kemudian sistem akan membangkitkan sejumlah kromosom sebagai populasi awal secara acak sesuai dengan jumlah individu yang sudah diinputkan. Selanjutnya proses *Parent Selection* dilakukan untuk memilih kromosom-kromosom yang akan digunakan untuk proses *crossover*. Metode yang akan digunakan dalam Seleksi *parent* adalah metode *Roulette Wheel*. Jumlah *parent* yang dipilih akan bergantung pada nilai dari parameter *crossover rate*. Kemudian akan dilakukan proses *crossover* dengan menggunakan kromosom-kromosom yang terpilih pada proses sebelumnya dengan metode *Uniform Crossover*. Proses selanjutnya adalah proses mutasi dengan memilih sejumlah kromosom secara acak dan mengubah gen-gen tertentu dalam kromosom tersebut. Jumlah kromosom yang dipilih akan bergantung pada nilai dari parameter *mutation rate*. Jika total volume atau berat barang melebihi kapasitas maksimal, maka akan dilakukan perbaikan gen dengan mengganti gen yang memiliki volume barang atau berat barang terbesar dengan barang lain yang memiliki volume atau berat barang yang lebih kecil secara acak. Selanjutnya adalah perhitungan nilai *fitness* dengan rumus sebagai berikut :

$$Fitness = \frac{\left( \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{V} + \frac{\sum_{i=1}^n b_i}{B} \right)}{2} \quad (1)$$

Keterangan :

*i* = barang ke-*i*

*n* = jumlah barang

*v* = volume barang

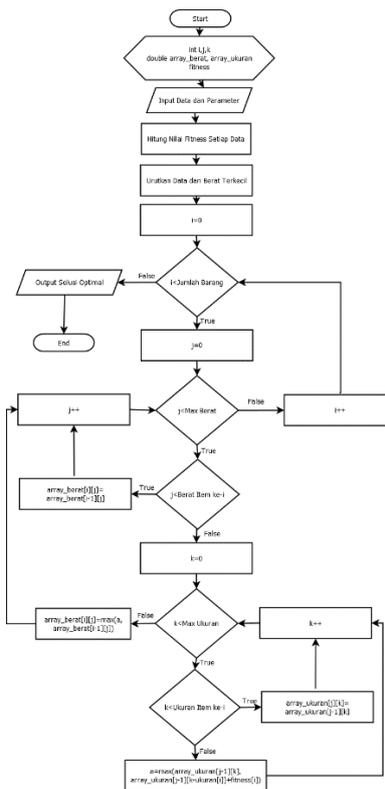
*b* = berat barang

*V* = kapasitas volume maksimum yang dapat ditampung oleh *knapsack*

*B* = kapasitas berat maksimum yang dapat ditampung oleh *knapsack*

Jika populasi tersebut sudah menemukan hasil yang optimal atau ketika generasi sudah mencapai batas generasi maksimum yang sudah ditetapkan sebelumnya, maka proses algoritma genetika akan dihentikan dan hasil optimal tersebut akan ditampilkan. Jika belum, maka akan dilakukan proses *Survivor Selection*. Proses *Survivor Selection* dilakukan untuk memilih kromosom-kromosom yang akan dipertahankan di generasi selanjutnya. Kromosom akan dipilih berdasarkan nilai *fitness* terbaik dan jumlah kromosom yang dipilih bergantung pada jumlah populasi awal.

### 2.3. Dynamic Programming



Gambar 2. Flowchart Dynamic Programming

Gambar 2 menunjukkan *flowchart* dari *dynamic programming*. *Flowchart* tersebut dimulai dengan menginisialisasi variabel-variabel yang akan digunakan, kemudian *user* akan diminta untuk menginputkan data-data barang dan parameter-parameter yang akan digunakan dalam proses *dynamic programming* yaitu maksimum berat dan maksimum volume. Setiap data barang yang diinputkan akan dihitung nilai *fitness*nya dengan rumus :

$$Fitness = \frac{\left(\frac{v_i}{V} + \frac{b_i}{B}\right)}{2} \quad (2)$$

Keterangan :

i = barang ke-i

v = volume barang

b = berat barang

V = kapasitas volume maksimum yang dapat ditampung oleh *knapsack*

B = kapasitas berat maksimum yang dapat ditampung oleh *knapsack*

Tahap selanjutnya adalah mengurutkan data barang dari yang paling ringan hingga paling berat. Kemudian akan dilakukan perulangan variabel i dari 0 sampai dengan jumlah barang. Selanjutnya lakukan perulangan variabel j dari 0 sampai dengan maksimum berat. Selama perulangan j tersebut, jika variabel j lebih kecil dari berat barang ke-i, maka nilai dari  $array\_berat[i][j] = array\_berat[i-1][j]$ . Jika tidak, maka lakukan perulangan variabel k dari 0 hingga sampai dengan maksimum volume. Selama perulangan k tersebut, jika variabel k lebih kecil dari volume barang ke-i, maka nilai dari  $array\_ukuran[j][k] = array\_ukuran[j-1][k]$ . Jika tidak, maka cari nilai yang lebih besar di antara  $array\_ukuran[j-1][k]$  dan  $array\_ukuran[j-1][k-ukuran[i]]+fitness[i]$  dan simpan nilai tersebut pada variabel a. Setelah perulangan k tersebut selesai, cari nilai yang lebih besar diantara a dan  $array\_berat[i-1][j]$  dan simpan hasilnya pada  $array\_berat[i][j]$ . Setelah perulangan j tersebut selesai, maka nilai i akan bertambah 1 dan lakukan kembali langkah f hingga j. Jika nilai i sudah melebihi jumlah barang, maka program akan menampilkan solusi optimal.

#### 2.4. Pengujian

Pengujian pertama yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- Mencari nilai *crossover rate* terbaik dengan cara mengubah-ubah nilai *crossover rate* dan melihat hasil dari setiap nilai *crossover rate* yang digunakan.
- Mencari nilai *mutation rate* terbaik dengan cara mengubah-ubah nilai *mutation rate* dan melihat hasil dari setiap nilai *mutation rate* yang digunakan.
- Mencari nilai Maksimum Generasi terbaik dengan cara mengubah-ubah nilai Maksimum Generasi dan melihat hasil dari setiap nilai Maksimum Generasi yang digunakan.
- Mencari nilai Jumlah Populasi terbaik dengan cara mengubah-ubah nilai Jumlah Populasi dan melihat hasil dari setiap nilai Jumlah Populasi yang digunakan.

Dari hasil pengujian tersebut, maka akan dilakukan penyimpulan dengan cara melihat nilai *crossover rate* terbaik, *mutation rate* terbaik, maksimum generasi dan jumlah populasi awal terbaik.

Pengujian kedua yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- Membandingkan hasil optimasi dari algoritma genetika dan *dynamic programming*.
- Membandingkan waktu komputasi dari algoritma genetika dan *dynamic programming*.

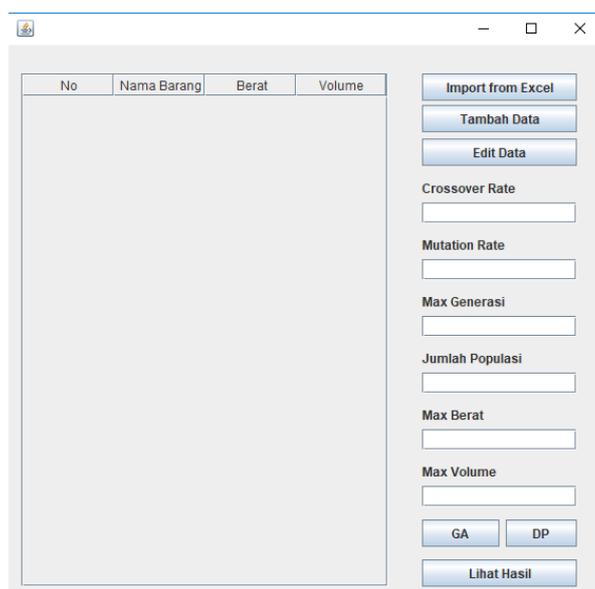
Dari hasil pengujian tersebut, akan didapat kesimpulan mengenai kinerja dari algoritma genetika dan *dynamic programming* dalam permasalahan *knapsack 2* dimensi.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini, penulis melakukan pengujian untuk mengetahui berapa nilai parameter algoritma genetika terbaik yang dapat menghasilkan hasil yang optimal atau mendekati optimal dan mengetahui bagaimana kinerja algoritma genetika jika dibandingkan dengan *dynamic programming* dalam penyelesaian *knapsack problem* dua dimensi.

#### 3.1. Implementasi Sistem

Proses pengimplementasian algoritma genetika dan *Dynamic Programming* dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman Java dengan menggunakan aplikasi *NetBeans*. Tampilan dari aplikasi *desktop* yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 3.



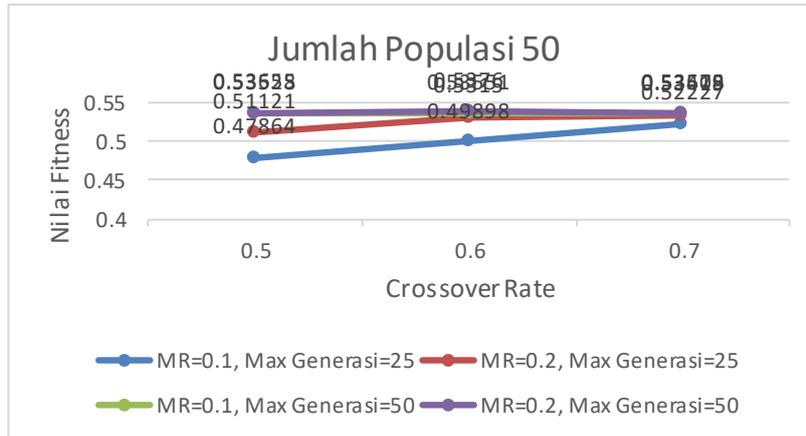
**Gambar 3.** Tampilan *Interface* aplikasi

Pada gambar 3 dapat dilihat tampilan halaman utama dari aplikasi yang sudah dibuat. Terdapat beberapa tombol pada halaman utama aplikasi tersebut yang dapat dilihat pada gambar 3 diatas. Diantaranya adalah *Import From Excel*, *Tambah Data*, *Edit Data*, *GA*, *DP* dan *Lihat Hasil*. Tombol *Import From Excel* dapat digunakan untuk menginputkan data secara otomatis dari file *excel* yang ada. Tombol *Tambah Data* dapat digunakan untuk menambahkan data secara manual. Ketika tombol ini ditekan, maka *user* akan diminta untuk memasukkan nama, berat dan volume barang, setelah itu klik tombol *Add* untuk menambahkan barang. Tombol selanjutnya adalah *Edit Data*. Tombol ini digunakan untuk mengubah data yang sudah diinputkan. *User* harus memilih salah satu data yang ada pada tabel terlebih dahulu sebelum menekan tombol *Edit Data* tersebut. Tombol selanjutnya adalah tombol *GA* dan *DP*. Tombol *GA* digunakan untuk memproses data tersebut dengan menggunakan Algoritma Genetika sedangkan *DP* digunakan untuk memproses data tersebut dengan *Dynamic Programming*. Sebelum menekan salah satu dari kedua tombol tersebut, *user* diharuskan untuk mengisi form yang tersedia terlebih dahulu seperti *Crossover Rate*, *Mutation Rate*, *Max Generasi*, *Jumlah Populasi*, *Max Berat* dan *Max Volume*. Setelah salah satu dari kedua tombol tersebut ditekan, maka anda harus menunggu hingga proses selesai dan jika sudah selesai, *user* harus menekan tombol *Lihat Hasil* untuk melihat hasil pemrosesan algoritma genetika atau *dynamic programming* tersebut.

### 3.2. Pengujian Parameter Algoritma Genetika

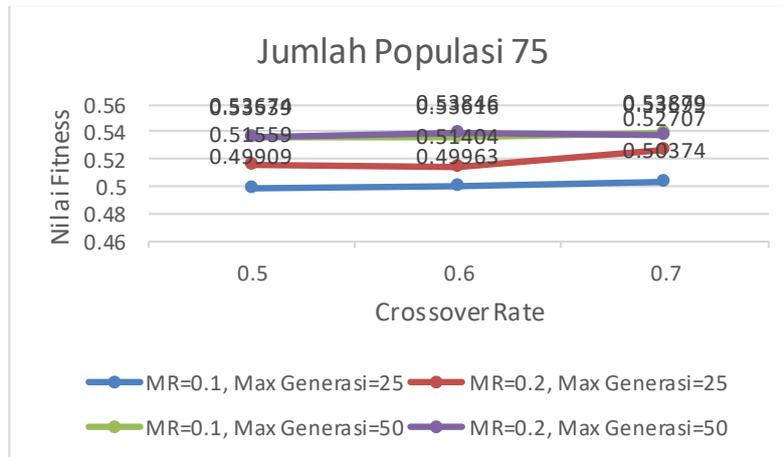
Pengujian akan dilakukan dengan menggunakan parameter Maksimum Generasi sebesar 50 dan 100, Jumlah Populasi sebesar 50, 75 dan 100, *Crossover Rate* sebesar 0.5, 0.6, dan 0.7, *Mutation Rate* sebesar 0.1 dan 0.2. Pemilihan parameter tersebut didasari oleh penelitian yang dilakukan oleh DeJong [7] yang mengatakan bahwa nilai optimal untuk jumlah populasi adalah sebesar 50 hingga 100, *mutation rate* sebesar 0.1 dan *crossover rate* sebesar 0.6. Grefenstette [8] juga mengatakan bahwa *crossover rate* yang tinggi akan berjalan selaras dengan *mutation rate* yang rendah. Maksimum Berat dan Maksimum Volume yang akan digunakan merupakan ukuran asli kontainer 20ft yaitu 5,758m x 2,352m x 2,385m yang jika diubah kedalam centimeter dan dihitung volumenya, maka akan menjadi sekitar 32.000.000cm dan memiliki kapasitas maksimum berat sebesar 21.800 kg. Pengujian juga akan dilakukan dengan menggunakan Maksimum Berat dan Maksimum Volume dari kontainer mobil *box* dengan ukuran 230cm x 160cm x 125cm yang jika dihitung volumenya adalah 4.600.000cm dengan kapasitas maksimum berat sebesar 800kg. Hasil pengujian pada kontainer 20ft dapat dilihat pada Gambar 4 hingga Gambar 6 dan pengujian pada kontainer mobil *box* dapat dilihat pada Gambar 7 hingga Gambar 9.

Gambar 4 menunjukkan hasil pengujian pada Kontainer 20ft dengan jumlah populasi 50, *crossover rate* 0.5, 0.6, 0.7, *mutation rate* 0.1, 0.2, maksimum generasi 25 dan 50. Dari pengujian tersebut, didapatkan hasil nilai *fitness* tertinggi sebesar 0.5376 dengan terpilihnya 42 dari 90 barang pada pengujian dengan jumlah populasi 50, *crossover rate* 0.6, *mutation rate* 0.2, maksimum generasi 50.



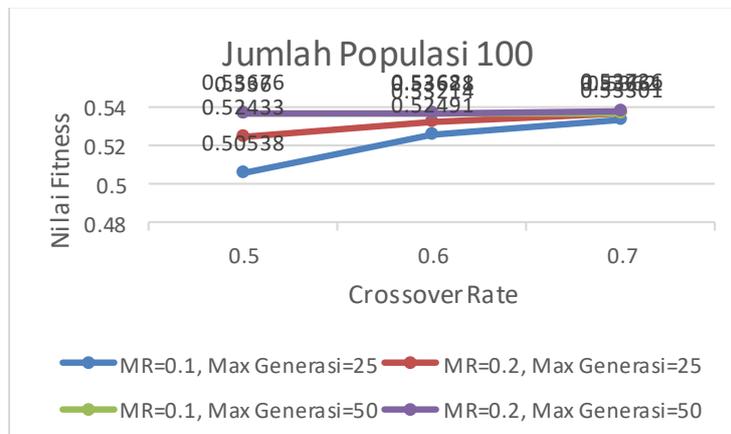
**Gambar 4.** Hasil pengujian pada Kontainer 20ft dengan Jumlah Populasi 50

Gambar 5 menunjukkan hasil pengujian pada Kontainer 20ft dengan jumlah populasi 75, *crossover rate* 0.5, 0.6, 0.7, *mutation rate* 0.1, 0.2, maksimum generasi 25 dan 50. Dari pengujian tersebut, didapatkan hasil nilai *fitness* tertinggi sebesar 0.53879 dengan terpilihnya 45 dari 90 barang pada pengujian dengan jumlah populasi 75, *crossover rate* 0.7, *mutation rate* 0.1, maksimum generasi 50.



**Gambar 5.** Hasil pengujian pada Kontainer 20ft dengan Jumlah Populasi 75

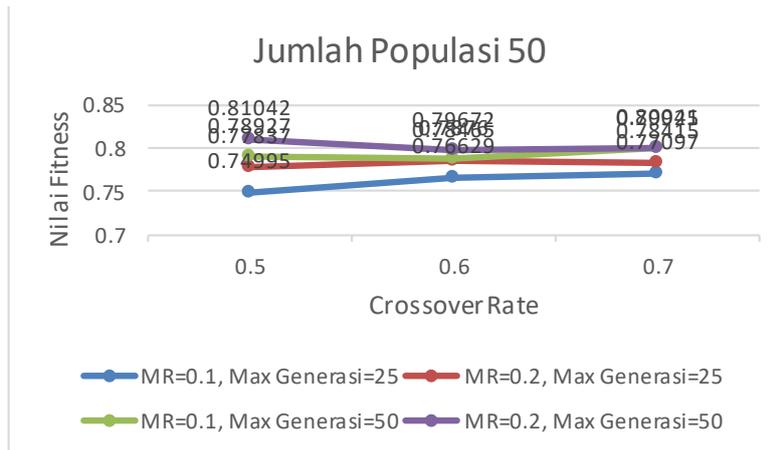
Gambar 6 menunjukkan hasil pengujian pada Kontainer 20ft dengan jumlah populasi 100, *crossover rate* 0.5, 0.6, 0.7, *mutation rate* 0.1, 0.2, maksimum generasi 25 dan 50. Dari pengujian tersebut, didapatkan hasil nilai *fitness* tertinggi sebesar 0.53736 dengan terpilihnya 41 dari 90 barang pada pengujian dengan jumlah populasi 100, *crossover rate* 0.7, *mutation rate* 0.2, maksimum generasi 50.



**Gambar 6.** Hasil pengujian pada Kontainer 20ft dengan Jumlah Populasi 100

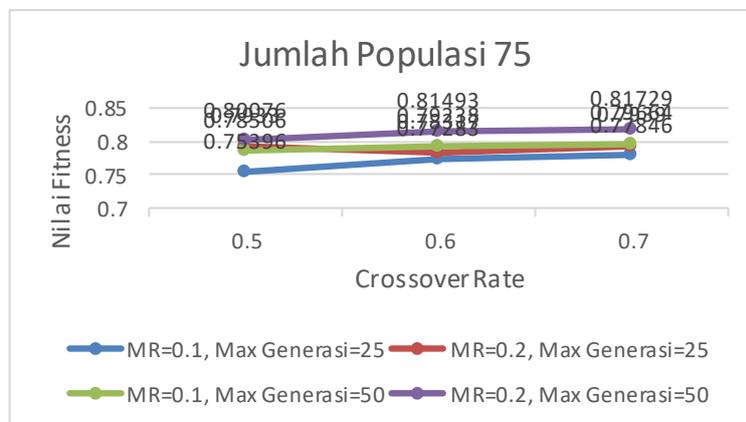
Gambar 7 menunjukkan hasil pengujian pada Mobil *Box* dengan jumlah populasi 50, *crossover rate* 0.5, 0.6, 0.7, *mutation rate* 0.1, 0.2, maksimum generasi 25 dan 50. Dari pengujian tersebut,

didapatkan hasil nilai *fitness* tertinggi sebesar 0.81042 dengan terpilihnya 24 dari 90 barang pada pengujian dengan jumlah populasi 50, *crossover rate* 0.5, *mutation rate* 0.2, maksimum generasi 50.



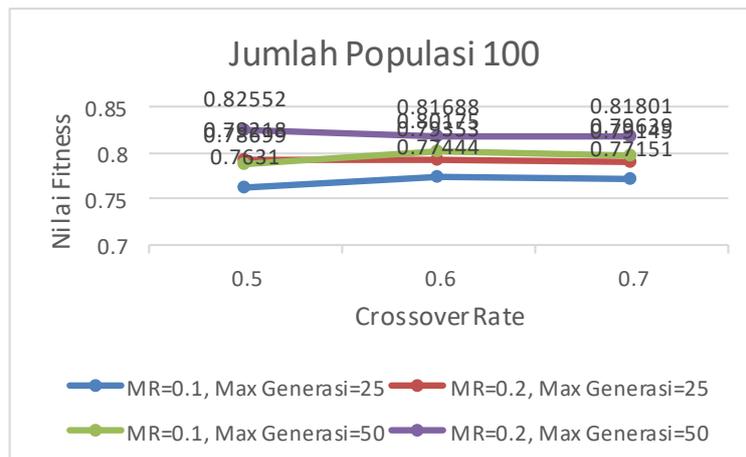
**Gambar 7.** Hasil pengujian pada Mobil *Box* dengan Jumlah Populasi 50

Gambar 8 menunjukkan hasil pengujian pada Mobil *Box* dengan jumlah populasi 75, *crossover rate* 0.5, 0.6, 0.7, *mutation rate* 0.1, 0.2, maksimum generasi 25 dan 50. Dari pengujian tersebut, didapatkan hasil nilai *fitness* tertinggi sebesar 0.81729 dengan terpilihnya 24 dari 90 barang pada pengujian dengan jumlah populasi 75, *crossover rate* 0.7, *mutation rate* 0.2, maksimum generasi 50.



**Gambar 8.** Hasil pengujian pada Mobil *Box* dengan Jumlah Populasi 75

Gambar 9 menunjukkan hasil pengujian pada Mobil *Box* dengan jumlah populasi 100, *crossover rate* 0.5, 0.6, 0.7, *mutation rate* 0.1, 0.2, maksimum generasi 25 dan 50. Dari pengujian tersebut, didapatkan hasil nilai *fitness* tertinggi sebesar 0.82552 dengan terpilihnya 25 dari 90 barang pada pengujian dengan jumlah populasi 100, *crossover rate* 0.5, *mutation rate* 0.2, maksimum generasi 50.



**Gambar 9.** Hasil pengujian pada Mobil *Box* dengan Jumlah Populasi 100

Dari hasil pengujian pada gambar 4 hingga 9, dapat dilihat bahwa Algoritma Genetika dapat menghasilkan Nilai *Fitness* paling besar sebanyak 0.53879 untuk pengujian pada kontainer 20ft (Jumlah Populasi=100, Maksimum Generasi=50, *Crossover Rate*=0.5 dan *Mutation Rate*=0.2) dan 0.82552 untuk pengujian pada mobil *box* (Jumlah Populasi=100, Maksimum Generasi=50, *Crossover Rate*=0.5 dan *Mutation Rate*=0.2). Untuk mengetahui berapa nilai parameter terbaik, maka akan dilakukan perhitungan rata-rata dari nilai *fitness* untuk setiap parameter yang digunakan. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel 1 hingga 4.

**Tabel 1.** Rata-rata Nilai *Fitness* untuk *Crossover Rate*

<b>Crossover Rate</b>	<b>Rata-Rata Nilai <i>Fitness</i> pada Kontainer 20ft</b>	<b>Rata-Rata Nilai <i>Fitness</i> pada Mobil <i>Box</i></b>
0.5	0.520913333	0.78574
0.6	0.526835	0.790430833
0.7	0.531505	0.7932025

Tabel 1 menunjukkan rata-rata nilai *fitness* untuk *Crossover Rate* yang didapatkan dari pengujian pada Kontainer 20ft dan Mobil *Box*. Rata-rata nilai *fitness* tertinggi didapatkan dari penggunaan parameter *crossover rate* sebesar 0.7.

**Tabel 2.** Rata-rata Nilai *Fitness* untuk *Mutation Rate*

<b>Mutation Rate</b>	<b>Rata-Rata Nilai <i>Fitness</i> pada Kontainer 20ft</b>	<b>Rata-Rata Nilai <i>Fitness</i> pada Mobil <i>Box</i></b>
0.1	0.521722778	0.779824444
0.2	0.531112778	0.799757778

Tabel 2 menunjukkan rata-rata nilai *fitness* untuk *Mutation Rate* yang didapatkan dari pengujian pada Kontainer 20ft dan Mobil *Box*. Rata-rata nilai *fitness* tertinggi didapatkan dari penggunaan parameter *Mutation Rate* sebesar 0.2.

**Tabel 3.** Rata-rata Nilai *Fitness* untuk Maksimum Generasi

<b>Maksimum Generasi</b>	<b>Rata-Rata Nilai <i>Fitness</i> pada Kontainer 20ft</b>	<b>Rata-Rata Nilai <i>Fitness</i> pada Mobil <i>Box</i></b>
25	0.516240556	0.777567222
50	0.536595	0.802015

Tabel 3 menunjukkan rata-rata nilai *fitness* untuk maksimum generasi yang didapatkan dari pengujian pada Kontainer 20ft dan Mobil *Box*. Rata-rata nilai *fitness* tertinggi didapatkan dari penggunaan parameter maksimum generasi sebesar 50.

**Tabel 4.** Rata-rata Nilai *Fitness* untuk Jumlah Populasi

<b>Crossover Rate</b>	<b>Rata-Rata Nilai <i>Fitness</i> pada Kontainer 20ft</b>	<b>Rata-Rata Nilai <i>Fitness</i> pada Mobil <i>Box</i></b>
50	0.524463333	0.7848375
75	0.523474167	0.790223333
100	0.531315833	0.7943125

Tabel 4 menunjukkan rata-rata nilai *fitness* untuk jumlah populasi yang didapatkan dari pengujian pada Kontainer 20ft dan Mobil *Box*. Rata-rata nilai *fitness* tertinggi didapatkan dari penggunaan parameter jumlah populasi sebesar 100.

Dari tabel 1 hingga 4 dapat disimpulkan bahwa nilai *Crossover Rate* terbaik adalah 0.7 (rata-rata nilai *fitness* = 0.531505 dan 0.7932025), nilai *Mutation Rate* terbaik adalah 0.2 (rata-rata nilai *fitness* = 0.531112778 dan 0.799757778), nilai Maksimum Generasi terbaik adalah 50 (rata-rata nilai *fitness* =



nilai *fitness* tertinggi sebesar yaitu 0.53879 dan 0.82552 yang jika dibandingkan dengan hasil dari *dynamic programming*, maka bisa disimpulkan bahwa algoritma genetika dapat menyelesaikan permasalahan *knapsack problem* 2 dimensi dengan cukup baik dikarenakan algoritma genetika dapat menghasilkan hasil sebesar 99% pada kasus kontainer 20ft dan 97.5% pada kasus mobil *box* dari hasil yang optimum yang didapatkan dari *dynamic programming*. Algoritma Genetika juga memakan waktu yang jauh lebih sedikit (kurang dari 0.2 detik) untuk mendapatkan hasil tersebut jika dibandingkan dengan *dynamic programming* (37 hingga 40 detik).

## References

- [1] K.D. KW, M. Fadhli, C. Sutanto, "Penyelesaian Knapsack Problem Menggunakan Algoritma Genetika" *Seminar Nasional Informatika (semnasIF)*, Vol 1, no 4. 2010.
- [2] Y.D. Regita, K.A. Santoso, A. Kamsyakawuni, "Algoritma Elephant Herding Optimization: Permasalahan Multiple Constraints Knapsack 0-1". *Majalah Ilmiah Matematika dan Statistika*, [S.l.], v. 18, n. 1, p. 13-22, 2018.
- [3] R. Erama, R. Wardoyo. "Modifikasi Algoritma Genetika untuk Penyelesaian Permasalahan Penjadwalan Pelajaran Sekolah". *IJCCS*, 8(2): 111-120. 2014.
- [4] N. Marina, "Algoritma untuk Masalah *Knapsack* Multidimensi" *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, 22(3). Jakarta. 2017.
- [5] Irmeilyana, P.B.J. Bangun, D. Pratomawati, W.H Septiani. "Penerapan Algoritma *Dynamic Programming* Pada Permasalahan Knapsack 0-1" *SEMIRATA BKS PTN Bid. MIPA Indonesia Barat, Jambi*, 2017.
- [6] Aristoteles, Wardiyanto, A. Dwiastuti. "Evaluasi Kinerja Genetic Algorithm (GA) dengan Strategi Perbaikan Kromosom Studi Kasus: Knapsack Problem" *Jurnal Komputasi Unila*, vol 3, no 2. 2015.
- [7] K. DeJong. "Analysis of the Behavior of a Class of Genetic Adaptive". Ph.D. Thesis, University of Michigan, Ann Arbor, MI, USA. 1975.
- [8] J. Grefenstette. "Optimization of control parameters for genetic algorithms" *IEEE Trans. Syst. Man Cybern*, 16, 122–128. 1986.

## Identifikasi Topeng Bali Dengan Metode KNN (*K Nearest Neighbor*)

Ni Made Elvina Aryadhika Putri<sup>a1</sup>, I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan<sup>a2</sup>, I Wayan Supriana<sup>a3</sup>,  
Cokorda Rai Adi Pramatha<sup>a4</sup>, Anak Agung Istri Ngurah Eka Karyawati<sup>a5</sup>, Ida Bagus Gede  
Dwidasmara<sup>a6</sup>

<sup>a</sup>Informatics, Faculty of Math and Science, Udayana  
South Kuta, Badung, Bali, Indonesia

<sup>1</sup>Madeelvina12@gmail.com

<sup>2</sup>Gungde@unud.ac.id

<sup>3</sup>Wayan.supriana@unud.ac.id

<sup>4</sup>Cokorda@unud.ac.id

<sup>5</sup>Eka.karyawati@unud.ac.id

<sup>6</sup>Dswidasmara@unud.ac.id

### **cAbstract**

*Mask art is art with the form of a face covering that has various forms such as humans and animals and is an important element in dance and mask drama. Unfortunately, many tourists and also the public cannot know the name of the Balinese mask they see. To overcome this problem, a system was built to help people who want to know information about Balinese masks but do not know the names or types of Balinese masks. In developing a system that able to identify Balinese masks, KNN classification method is implemented as a method that helps identify Balinese masks. The image entered by the user is processed until a classification result is obtained which is then sent back to the system so that it can be displayed to the user. The results of the system evaluation show the percentage accuracy of the KNN algorithm is 85% with value of  $k = 3$ .*

**Keywords:** Balinese Mask, Classification, KNN, System, K Value

### **1. Pendahuluan**

Seni topeng adalah sebuah seni dengan berbentuk penutup wajah dengan bentuk berbagai wujud seperti wajah manusia hingga berbentuk binatang [1]. Dalam kebudayaan di Bali, topeng memiliki peran yang vital dalam kehidupan sehari-hari. Selain memiliki peran dalam dunia hiburan, topeng juga menjadi komponen yang melengkapi beragam ritual keagamaan di Bali. Dengan beragamnya fungsi topeng di Bali, membuatnya memiliki banyak ragam serta variasi.

Dengan keberagaman jenis topeng yang terdapat di Bali, tidak menjadikan masyarakat Bali mengetahui jenis-jenis topeng yang mereka lihat dan pada umumnya mereka tidak mengetahui, dan mulai meninggalkan seni topeng tersebut [2]. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk membentuk sebuah sistem yang mampu mengidentifikasi jenis topeng Bali berdasarkan gambar yang dimasukkan.

Fokus dari penelitian ini adalah pengembangan sebuah sistem yang mampu mengidentifikasi jenis topeng Bali. Sistem ini akan menerapkan sistem klasifikasi berdasarkan pengenalan gambar yang diberikan oleh pengguna. Dalam penelitian ini diimplementasikan metode klasifikasi KNN (*K Nearest Neighbor*). Pemilihan KNN sebagai metode klasifikasi ini dikarenakan KNN memiliki tingkat akurasi sebesar 98,85% pada klasifikasi wajah manusia [3]. Diharapkan dengan melakukan pengembangan sebuah sistem yang mampu mengidentifikasi jenis topeng Bali dengan implementasi metode klasifikasi KNN dapat membantu melestarikan budaya bangsa sekaligus menerapkannya kedalam bentuk teknologi yang dapat membantu orang-orang untuk mengetahui jenis topeng Bali dimasa depan.

## 2. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi beberapa proses yaitu akuisi data, dan skema sistem yang terbagi menjadi preprocessing, ekstraksi fitur, dan klasifikasi.

### 2.1 Akuisisi Data

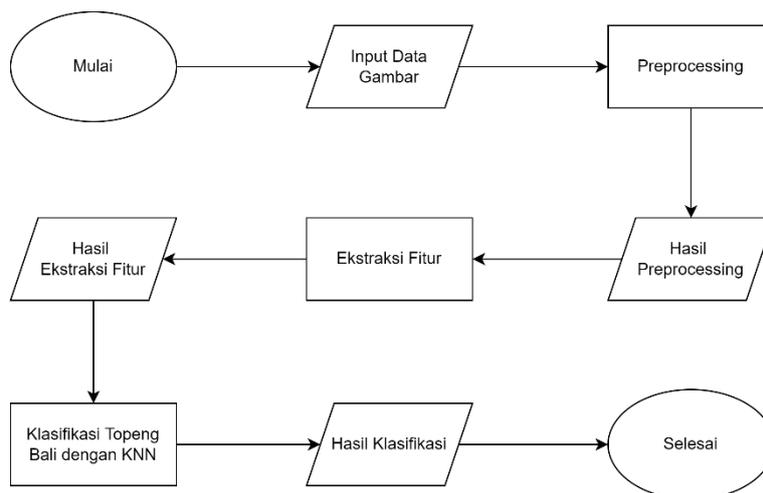
Data yang dikumpulkan adalah data citra berformat .jpg yang diambil dengan kamera *smartphone*. Foto diambil di Galeri Topeng Astina di desa Mas ubud dan didampingi oleh Bapak Ida Bagus Anom Suryawan sebagai pengrajin topeng pada galeri tersebut. Dalam penelitian ini digunakan 26 jenis topeng Bali. Selain itu, pengambilan gambar juga dilakukan pada objek yang bukan topeng. Setiap jenis topeng diambil gambarnya sebanyak 100 kali pada perangkat yang sama dan 10 kali pada perangkat yang berbeda. Untuk objek yang bukan merupakan topeng Bali akan diambil gambarnya sebanyak 100 kali dengan device yang sama. Adapun jumlah total data yang digunakan dalam penelitian ini adalah 2960 data. Adapun contoh dari data yang dikumpulkan dapat dilihat pada Gambar 1 yang merupakan gambar dari topeng Tua.



Gambar 1. Contoh Data Topeng Bali

### 2.2 Skema Sistem

Penelitian ini mengambil topik mengenai pengembangan sistem identifikasi topeng Bali. Sistem akan mengimplementasikan proses-proses yang ada pada pengenalan citra, alur skema sistem dapat dilihat pada Gambar 2.

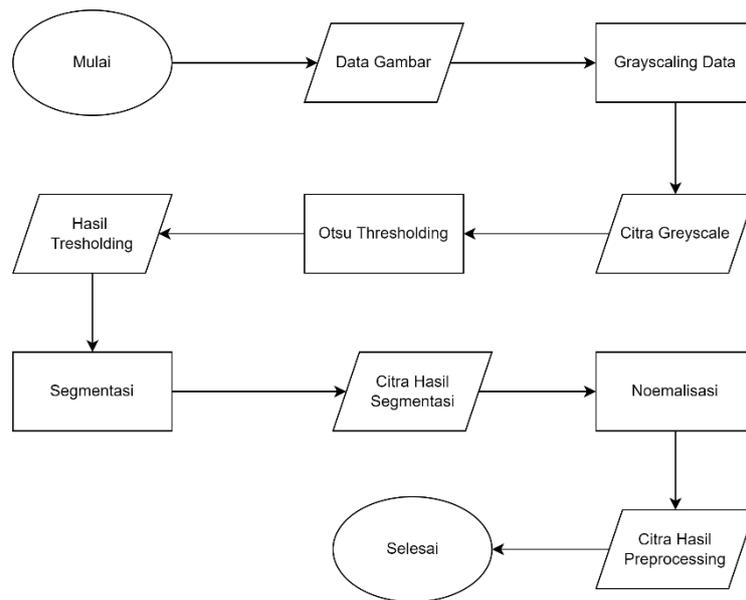


Gambar 2. Alur Skema Sistem

Proses-proses tersebut meliputi input gambar sebagai data citra, *preprocessing*, ekstraksi ciri, dan klasifikasi. Klasifikasi data untuk penelitian ini menggunakan metode klasifikasi KNN.

#### 2.2.1 Preprocessing

Proses ini akan dilakukan pada data latih maupun data uji. Masukan dari proses ini adalah citra gambar yang dimasukkan oleh pengguna. Alur dari tahap *preprocessing* dapat dilihat pada Gambar 3.

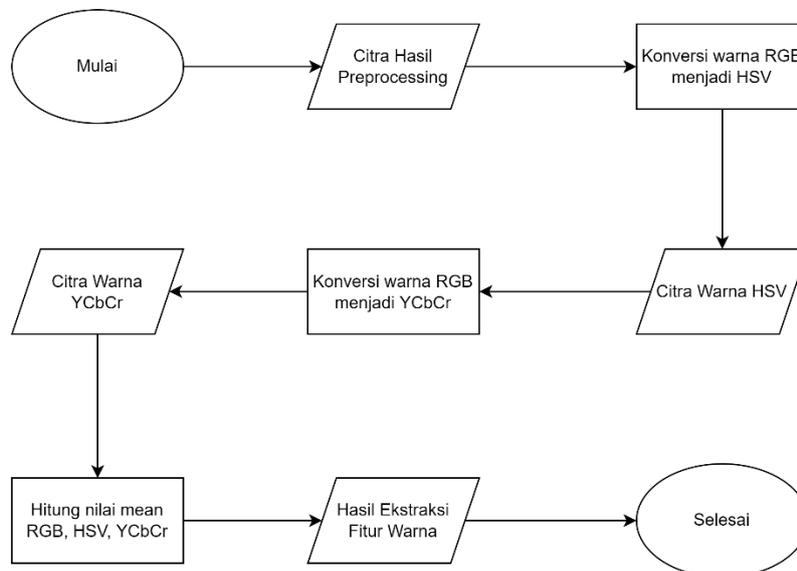


**Gambar 3.** Alur *Preprocessing*

Setelah data citra dimasukkan, citra melalui proses grayscale. Citra grayscale ini selanjutnya mengalami proses otsu thresholding sebagai bagian dari segmentasi citra. Hasil segmentasi ini selanjutnya akan mengalami proses normalisasi berupa *cropping* dan penskalaan. Hasil yang didapatkan dari proses preprocessing ini adalah sebuah citra dengan ukuran 64x128 piksel.

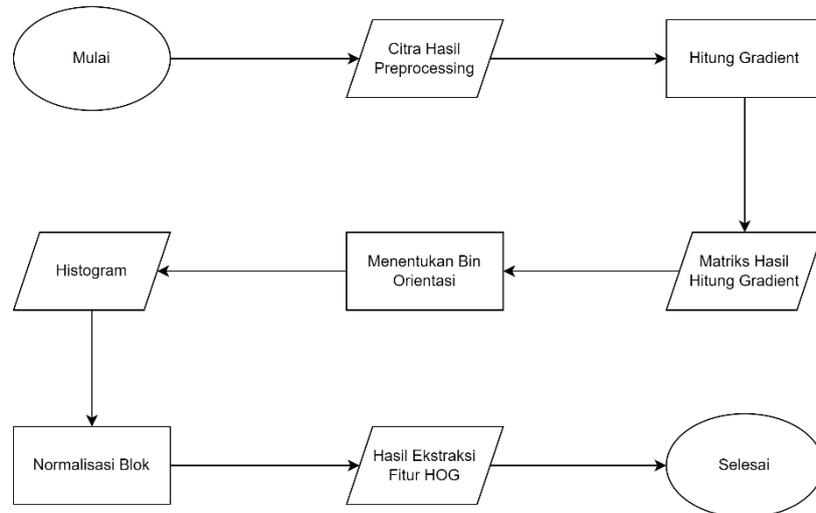
### 2.2.2 Ekstraksi Fitur

Setelah proses preprocessing selesai, citra hasil preprocessing tersebut akan mengalami proses ekstraksi fitur. Adapun fitur yang digunakan dalam penelitian ini adalah fitur warna topeng dan fitur gradient topeng. Fitur warna dari citra didapatkan melalui proses perhitungan rata-rata warna model RGB, HSV, dan YCbCr. Fitur gradient didapatkan melalui proses ekstraksi fitur HOG (*Histogram of Oriented Gradient*). Metode HOG ini menggunakan Teknik perhitungan nilai gradient dalam suatu daerah dalam sebuah gambar [4]. Alur dari tahap ekstraksi fitur warna dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Alur Ekstraksi Fitur Warna

Proses ekstraksi ciri dimulai dengan menangkap hasil preprocessing berupa citra warna RGB yang dinormalisasi. Citra warna RGB kemudian diubah menjadi citra warna HSV dan YCbCr. Setelah semua model warna diperoleh, dilanjutkan dengan menghitung rata-rata untuk setiap model warna sehingga dilakukan ekstraksi ciri warna. Alur dari tahap ekstraksi fitur HOG dapat dilihat pada Gambar 5.

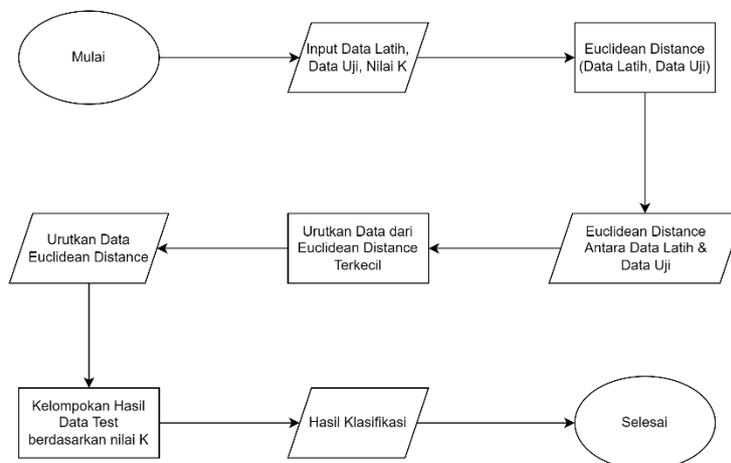


**Gambar 5.** Alur Ekstraksi Fitur HOG

Setelah citra grayscale dari citra topeng Bali diperoleh, maka langkah selanjutnya adalah menghitung nilai gradient untuk setiap piksel citra grayscale tersebut. Proses ini akan menghasilkan sebuah matriks yang digunakan untuk menghitung besaran *magnitude* dan *direction*. Langkah selanjutnya dalam adalah mencari nilai histogram yang didapat dari arah gradien setiap *cell*. Setiap *cell* memiliki nilai histogram tersendiri sesuai nilai yang diperoleh saat perhitungan *gradient*. Langkah selanjutnya dalam proses ini adalah normalisasi setiap blok citra. Gabungkan nilai normal dari blok ini untuk membuat fungsi HOG.

### 2.2.3 Klasifikasi

Hasil dari ekstraksi fitur digunakan untuk melakukan proses klasifikasi. Proses klasifikasi dilakukan dengan mengimplementasikan metode klasifikasi KNN (*K Nearest Neighbor*). Metode KNN merupakan metode klasifikasi mencari jarak terdekat antar data uji dengan K tetangga terdekatnya yang merupakan data latih [5]. Untuk mengetahui jarak terdekat antar data digunakan algoritma euclidean distance. Adapun gambaran dari alur pada tahap klasifikasi dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Alur Klasifikasi KNN

Pada tahap klasifikasi diawali dengan menginputkan data latih, data uji, dan nilai parameter untuk k. Langkah selanjutnya adalah mencari Euclidean distance, yaitu jarak antara data latih dan data uji. Hasil penentuan jarak Euclidean diurutkan secara ascending atau dari minimum ke maksimum. Nilai

jarak Euclidean pada data uji terurut kemudian dikelompokkan berdasarkan nilai k. Kelompok-kelompok ini menentukan hasil klasifikasi yang diperoleh.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini pengujian yang dilakukan yaitu pengujian akurasi sistem. Pengujian ditujukan untuk mengetahui apakah fungsi-fungsi dari aplikasi dapat bekerja dengan benar. Pengujian akurasi dilakukan untuk mengetahui ketepatan dari pengenalan topeng Bali yang dilakukan oleh sistem. Adapun dalam pengujian ini terdapat 2 skenario pengujian.

Skenario pertama adalah skenario dimana data uji dan data latih diambil melalui device yang sama dan kemudian dibagi menjadi 80% untuk data latih dan 20% untuk data uji. Skenario kedua adalah skenario saat keseluruhan data pada skenario pertama dijadikan sebagai data latih dan data uji merupakan data yang diambil dari device yang berbeda. Hasil yang didapatkan dari klasifikasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Klasifikasi

Nilai k	Akurasi	Nilai k	Akurasi
1	84,2%	7	72,5
2	84,8%	8	71,2
3	85%	9	70
4	80%	10	69
5	77,7%	11	67,2
6	73,8	12	64

Dari pengujian akurasi dengan skenario pertama didapatkan bahwa nilai akurasi tertinggi dimiliki oleh  $k=3$  yaitu sebesar 85%. Dengan hasil pengujian skenario pertama menunjukkan bahwa nilai k yang menghasilkan akurasi tertinggi adalah  $k=3$  maka pengujian pada skenario kedua akan menggunakan nilai  $k=3$ . Hasil pengujian skenario kedua dengan nilai  $k=3$  yang dilakukan dengan data yang berasal dari device yang berbeda mendapatkan nilai akurasi sebesar 51,3%. Dari kedua pengujian terlihat terdapat perbedaan akurasi. Perbedaan akurasi ini terjadi karena adanya perbedaan kondisi pengambilan gambar seperti intensitas keramaian latar belakang, kemampuan kamera, dan cahaya.

### 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan didapatkan hasil berupa nilai akurasi dari metode KNN (*K-Nearest Neighbor*) dalam mengklasifikasikan jenis topeng Bali. Nilai akurasi ini digunakan untuk mengukur persentase kemampuan algoritma KNN dalam melakukan klasifikasi terhadap topeng Bali. Adapun persentase akurasi dari algoritma KNN saat pengujian dengan skenario pertama yaitu mulai dari yang terendah sebesar 64% dengan nilai  $k=12$  hingga yang tertinggi sebesar 85% dengan nilai  $k=3$ . Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan nilai  $k=3$  ini menghasilkan nilai akurasi tertinggi, dan semakin tinggi nilai k, semakin rendah akurasinya. Selain itu didapatkan juga persentase akurasi sebesar 51,3% saat dilakukan pengujian dilakukan dengan skenario kedua dimana pada skenario kedua data uji berasal dari device yang berbeda dan nilai  $k=3$ .

### Referensi

- [1] I. W. Suardana, "STRUKTUR RUPA TOPENG BALI KLASIK," *IMAJI*, vol. 4, no. 1, pp. 80-94, 2008.
- [2] M. L. Nugraha, P. N. Crisnapati, I. M. G. Sunarya and M. W. A. Kesiman, "AUGMENTED REALITY BOOK PENGENALAN TOPENG BALI KLASIK," *Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika (KARMAPATI)*, vol. 2, no. 7, pp. 987-995, 2013.
- [3] R. A. Nugrahaeni and K. Mutijarsa, "Comparative analysis of machine learning KNN, SVM, and random forests algorithm for facial expression classification," in *2016 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (ISemantic)*, Semarang, 2016.
- [4] D. Retnowati, Ernawati and K. Anggriani, "PENERAPAN SUPPORT VECTOR MACHINE UNTUK

PENDETEKSIAN DAN KLASIFIKASI MOTIF PADA CITRA BATIK BESUREK MOTIF GABUNGAN BERDASARKAN FITUR HISTOGRAM OF ORIENTED GRADIENT," *Jurnal Pseudocode*, vol. 5, no. 2, pp. 75-84, 2018.

- [5] S. Hartiningtyas, I. Ruslianto and R. Hidayati, "KLASIFIKASI JENIS MANGGA BERDASARKAN BENTUK BUAH DENGAN METODE K-NEAREST NEIGHBOR BERBASIS ANDROID," *Jurnal Coding*, vol. 06, no. 1, pp. 12-23, 2018.

## Rancang Bangun Website E-Learning Menggunakan Metode *User-Centered Design* dan Evaluasi Heuristik

Nathanael Richie Thomas<sup>a1</sup>, I Wayan Santiyasa<sup>a2</sup>, I Ketut Gede Suhartana<sup>a3</sup>, Anak Agung Istri Ngurah Eka Karyawati<sup>a4</sup>, I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan<sup>a5</sup>, I Wayan Supriana<sup>a6</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Udayana  
Bali, Indonesia

<sup>1</sup>nathanaelrichie@gmail.com

<sup>2</sup>santiyasa@unud.ac.id

<sup>3</sup>ikg.suhartana@unud.ac.id

<sup>4</sup>eka.karyawati@unud.ac.id

<sup>5</sup>gungde@unud.ac.id

<sup>6</sup>wayan.supriana@unud.ac.id

### Abstract

*The practice of using the internet in everyday life makes online learning more flexible than face-to-face learning. The online learning process is implemented through e-learning websites at various universities. The e-learning website used in online learning is still minimal attention in evaluating and does not apply elements of user experience and usability in it. We can find out whether a user is satisfied by testing the e-learning website to get feedback from the user. The research was conducted using a user-centered design (UCD) method which focuses on solving problems experienced by a user. Questionnaires will be distributed to users who need a new way of learning through Google Forms to get information about the actual problems experienced by users. This study found that the LearningKu website satisfies users with an average heuristic evaluation score of 1.04 or a scale of 1 included in the cosmetic problem category, which means that the problem does not need to be fixed unless there is time left in project work.*

**Keywords:** E-Learning, User-Centered Design, Heuristic Evaluation, Website, Usability Testing

### 1. Pendahuluan

Di zaman yang serba digital ini, sebagian besar orang menggunakan internet dalam kehidupan kesehariannya. Salah satu contohnya adalah sekarang kita bisa belajar secara *online* dan nyatanya lebih fleksibel dibandingkan dengan belajar secara tatap muka. Di berbagai universitas terdapat media pembelajaran *online* yang biasanya berbasis *web*. *Website* yang ada di berbagai universitas ini biasanya adalah sebuah *website E-Learning* yang bisa digunakan oleh para mahasiswa dan dosen untuk membantu proses belajar secara *online*.

*Website E-Learning* ini digunakan untuk menjadi fasilitas tambahan yang dapat mendukung proses pembelajaran di kelas baik *offline* maupun *online*. *User experience* digunakan untuk mengetahui jasa dan sistem, dan pencapaian berhasil atau kegagalan produk [1]. Hingga saat ini banyak *website E-Learning* yang belum mendapatkan evaluasi yang dikaji dari tingkat *user experience* dan juga dari tingkat *usability*, oleh karena itu belum diketahui apakah *website E-Learning* yang ada saat ini sudah memenuhi kriteria mulai dari poin efektif, efisiensi, dan juga memberikan kepuasan terhadap pengguna *E-Learning* tersebut. sebuah aplikasi dapat dikatakan baik atau tidak dipengaruhi oleh faktor *usability* [2].

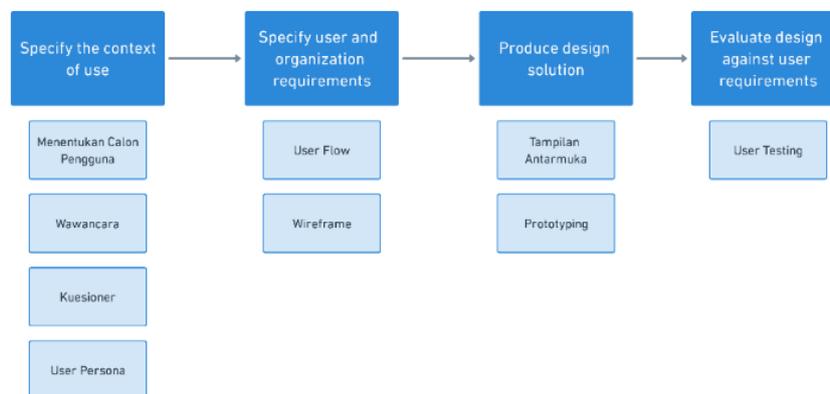
*User experience* yang baik diperlukan untuk kepentingan desain antarmuka dalam berbagai macam sistem. Dalam dunia desain antarmuka aplikasi tidak terlepas dari kedua komponen utama dalam suatu aplikasi, yaitu *User Interface* (UI) dan *User Experience* (UX). *User interface* merupakan bagian visual dari suatu *website*, aplikasi *software* atau *device hardware* yang memastikan seorang *user* berinteraksi dengan aplikasi atau *website* tersebut dan bagaimana suatu informasi ditampilkan di layar [3]. Maka, dibutuhkan *testing* terhadap *website* agar dapat mengetahui apakah *website* sudah memenuhi kebutuhan pengguna atau belum.

Kemudahan pengguna dalam menggunakan *website* merupakan salah satu faktor keberhasilan dalam sebuah *website*. Metode Evaluasi Heuristik merupakan metode yang digunakan pada sebuah sistem yang sedang diteliti untuk mengetahui permasalahan *usability* [4]. Untuk memenuhi kemudahan pengguna menggunakan *website* tersebut maka kita harus melakukan *testing* pada *website* yang telah dibuat dan dari situ kita bisa mengetahui apakah *website* yang dibuat sudah sesuai atau belum. Konsep UCD adalah pengguna sebagai pusat dari proses pengembangan sistem dan tujuan/sifat-sifat, dan juga pengalaman pengguna mendasari konteks dan lingkungan sistem [5]. Pada penelitian ini penulis membuat rancang bangun sebuah *website E-Learning* bernama LearningKu menggunakan metode *User-Centered Design* dan Evaluasi Heuristik.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Metode Pengembangan Sistem

*User-Centered Design* (UCD) digunakan dalam penelitian ini melalui penerapan *user interface* dan *user experience* pada tampilan *website*. Metode UCD digunakan berdasarkan pertimbangan bahwa pengguna merupakan fokus utama pengembangan sistem, dimana kebutuhan pengguna dianalisis, kemudian solusi atas kebutuhan tersebut dirancang, dan evaluasi dilakukan agar pengguna merasa puas terhadap sistem tersebut. Metode UCD bertujuan untuk menciptakan sistem yang dapat digunakan dengan baik oleh pengguna. Pada gambar 2.1 dijelaskan tentang tahapan metode UCD.



**Gambar 2.1** Tahapan Metode UCD

### 2.2 Menentukan Calon Pengguna

Calon pengguna dapat ditentukan dengan melihat kondisi masyarakat sekitar daerah penelitian yang membutuhkan cara belajar baru, misal secara daring sehingga hasil penelitian dapat membantu calon pengguna tersebut untuk mempelajari materi dengan cara yang lebih baik lagi, kriteria calon pengguna nantinya bisa dilihat pada tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Kriteria Calon Pengguna

<i>Demographics</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Usia: 17-25 tahun</li> <li>▪ Laki-laki atau Perempuan</li> </ul>
<i>Geographics</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tinggal di daerah perkotaan</li> </ul>
<i>Psychographics</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pengguna laptop, PC, atau <i>smartphone</i></li> </ul>
<i>Behavior</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pernah belajar online</li> <li>▪ Suka belajar secara online</li> </ul>

### 2.3 Wawancara

Wawancara yang digunakan adalah menggunakan teknik wawancara semi terstruktur. Wawancara ini menggunakan sebuah panduan pertanyaan dan pertanyaan yang ada bisa berkembang dengan

menyesuaikan topik yang akan dibahas. Hasil dari wawancara ini juga akan digunakan untuk membuat *user persona* yang mewakilkan pengguna *website* LearningKu nantinya.

## 2.4 Kuesioner

Metode pada penelitian ini menggunakan kuesioner sebagai pengumpulan data yang nantinya akan diolah. Kuesioner akan dirancang secara digital melalui *platform Google Form*, dengan pertanyaan-pertanyaan yang sudah ditetapkan sebelumnya yang mengarah kepada poin-poin permasalahan calon pengguna mengenai platform pembelajaran. Kuesioner diukur berdasarkan skala *likert* dengan skala 1 sampai 5 yang dijelaskan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Skala *Likert*

Jawaban	Skor
Sangat Setuju (SS)	5
Setuju (S)	4
Netral (N)	3
Tidak Setuju (TS)	2
Sangat Tidak Setuju (STS)	1

## 2.5 User Persona

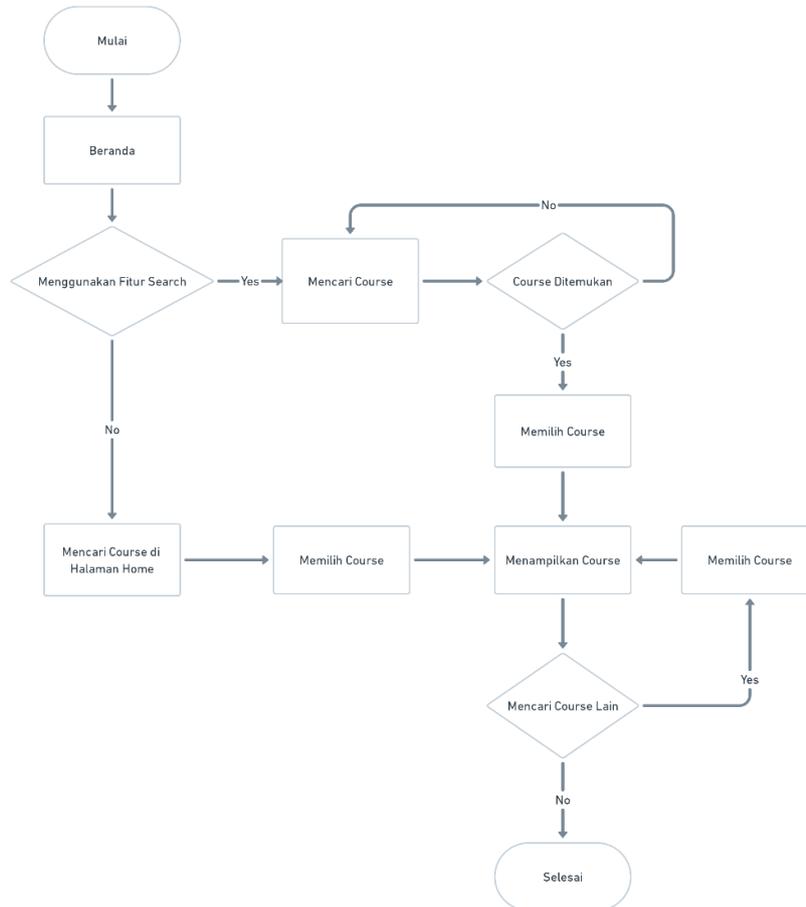
*User persona* adalah suatu karakter fiksi yang dibuat berdasarkan dengan calon pengguna *website* LearningKu. *User persona* ini memiliki profil dari calon pengguna yang menjadi dasar dari rancangan tampilan sehingga tampilan dapat menyesuaikan dengan kebutuhan pengguna. *User persona* didapatkan melalui wawancara yang telah dilakukan sebelumnya kepada lima partisipan yang telah memenuhi kriteria. Lalu dari kelima partisipan tersebut terbuatlah sebuah *user persona* yang mewakilkan kelima partisipan tersebut yang nanti diharapkan merupakan gambaran dari pengguna *website* LearningKu. Gambar 2.2 merupakan hasil *user persona* kriteria pengguna *website* LearningKu.



Gambar 2.2 *User Persona*

## 2.6 User Flow

*User flow* merupakan suatu proses yang menjelaskan langkah-langkah yang di visualisasikan dan dengan mudah bisa diikuti oleh pengguna melalui aplikasi yang sudah dibuat untuk menyelesaikan satu atau beberapa tugas. *User flow* memegang peranan penting untuk meminimalisir permasalahan yang dialami pengguna dan untuk meningkatkan *usability* pengguna. *User Flow* dalam penelitian ini dapat digambarkan melalui gambar 2.3.



Gambar 2.3 User Flow Website LearningKu

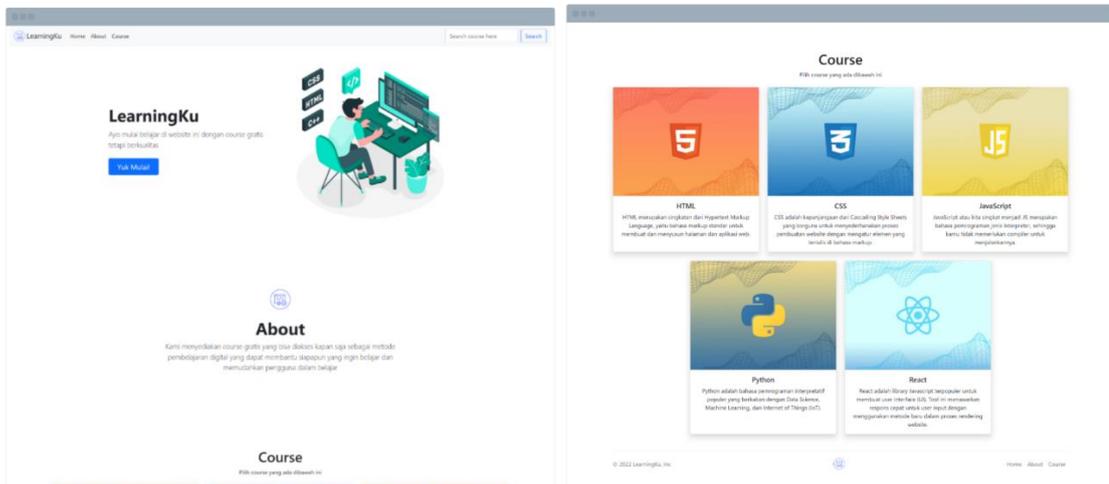
### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Desain Antarmuka

Berikut adalah tampilan antarmuka dari *website* LearningKu. Warna utama yang digunakan dalam antarmuka adalah warna biru dan putih.

- Tampilan Antarmuka *Website* Halaman *Home*

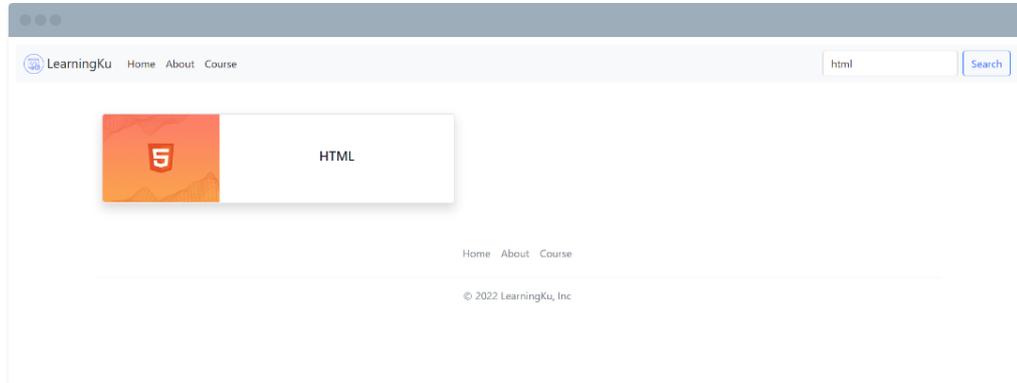
Tampilan *Home* menyambut pengguna dengan sambutan ajakan agar pengguna bisa langsung menggunakan *website* LearningKu untuk belajar. Berikut merupakan tampilan antarmuka *website* halaman *home* pada gambar 3.1.



**Gambar 3.1** Tampilan Antarmuka *Website* Halaman *Home*

- Tampilan Antarmuka *Website* Hasil Pencarian

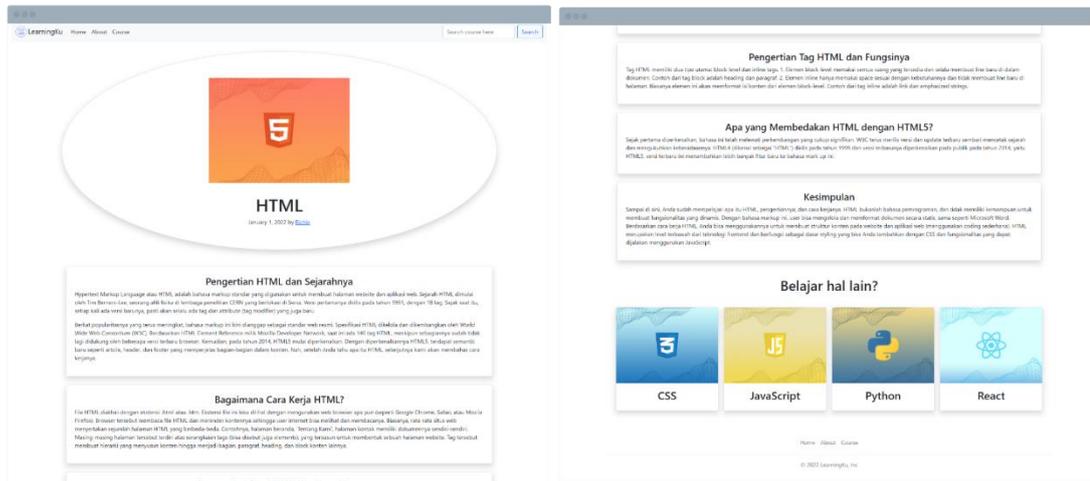
Pada tampilan hasil pencarian ini pengguna bisa melihat hasil dari *course* yang ingin dipelajari. Berikut merupakan tampilan antarmuka *website* hasil pencarian pada gambar 3.2.



**Gambar 3.2** Tampilan Antarmuka *Website* Hasil Pencarian

- Tampilan Antarmuka *Website* Halaman *Course*

Pada tampilan *course* ini pengguna bisa belajar tentang *course* yang telah dipilih dan pengguna bisa langsung belajar. Berikut merupakan tampilan antarmuka *website* halaman *course* pada gambar 3.3.



**Gambar 3.3** Tampilan Antarmuka *Course Website*

### 3.2 Pengujian Evaluasi Heuristik

Evaluasi heuristik bertujuan untuk mengevaluasi *design* tampilan *website* LearningKu dengan menguji permasalahan *usability* terkait dengan tingkat kemudahan dalam menjalankan perintah yang ditinjau dari lima partisipan yang di *rating* dengan menggunakan *severity rating*. Berikut merupakan hasil perhitungan evaluasi heuristik yang dapat dilihat pada tabel 3.1 dan tabel 3.2.

**Tabel 3.1** Perhitungan Evaluasi Heuristik 1

Aspek Heuristik	Sub-aspek Heuristik	Severity Rating					Jumlah Severity Rating	Nilai Severity Rating
		0	1	2	3	4		
1	1	1	3	1	0	0	5	1
	2	2	3	0	0	0	3	0.6
	3	0	4	1	0	0	6	1.2
	4	0	4	1	0	0	6	1.2
	5	1	3	1	0	0	5	1
Total		4	17	4	0	0		5
		0	17	8	0	0		1
2	1	3	2	0	0	0	2	0.4
	2	1	3	1	0	0	5	1
	3	2	2	1	0	0	4	0.8
	4	2	2	1	0	0	4	0.8
	5	1	2	2	0	0	6	1.2
Total		9	11	5	0	0		4.2
		0	11	10	0	0		0.84
3	1	3	2	0	0	0	2	0.4
	2	1	3	1	0	0	5	1
	3	2	2	1	0	0	4	0.8
	4	0	2	3	0	0	8	1.6
	5	3	0	1	1	0	5	1
Total		9	9	6	1	0		4.8
		0	9	12	3	0		0.96
4	1	3	1	0	1	0	4	0.8
	2	1	3	1	0	0	5	1
	3	3	1	1	0	0	3	0.6
	4	0	3	2	0	0	7	1.4
	5	3	2	0	0	0	2	0.4
Total		10	10	4	1	0		4.2
		0	10	8	3	0		0.84

**Tabel 3.2** Perhitungan Evaluasi Heuristik 2

5	1	0	3	2	0	0	7	1.4
	2	1	2	2	0	0	6	1.2
	3	0	2	2	1	0	9	1.8
Total		1	7	6	1	0		4.4
		0	7	12	3	0		1.47
6	1	2	3	0	0	0	3	0.6
	2	1	4	0	0	0	4	0.8
	3	3	2	0	0	0	2	0.4
	4	2	2	1	0	0	4	0.8
	5	4	1	0	0	0	1	0.2
Total		12	12	1	0	0		2.8
		0	12	2	0	0		0.56
7	1	3	2	0	0	0	2	0.4
	2	1	3	1	0	0	5	1
	3	0	3	1	1	0	8	1.6
Total		4	8	2	1	0		3
		0	8	4	3	0		1.00
8	1	2	3	0	0	0	3	0.6
	2	1	4	0	0	0	4	0.8
	3	3	1	1	0	0	3	0.6
	4	0	3	2	0	0	7	1.4
	5	3	1	1	0	0	3	0.6
Total		9	12	4	0	0		4
		0	12	8	0	0		0.8
9	1	3	2	0	0	0	2	0.4
	2	0	1	2	2	0	11	2.2
	3	1	2	0	2	0	8	1.6
	4	0	3	0	2	0	9	1.8
	5	1	2	0	2	0	8	1.6
Total		5	10	2	8	0		7.6
		0	10	4	24	0		1.52
10	1	0	4	1	0	0	6	1.2
	2	1	2	1	1	0	7	1.4
	3	0	3	1	1	0	8	1.6
	4	1	3	1	0	0	5	1
	5	0	2	2	1	0	9	1.8
Total		2	14	6	3	0		7
		0	14	12	9	0		1.4

Setelah dilakukan evaluasi heuristik pada lima partisipan maka didapatkan hasil skor yang ada pada tabel 3.3.

**Tabel 3.3** Hasil Evaluasi Heuristik

Aspek Heuristik	Nilai Rata-rata Severity Rating	Nilai Pembulatan Skala 0-4
1	1	1
2	0.84	1
3	0.96	1
4	0.84	1
5	1.47	1
6	0.56	1
7	1	1
8	0.8	1
9	1.52	2
10	1.4	1
Rata-Rata	1.04	1

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa pengujian evaluasi heuristik pada *website* LearningKu menghasilkan nilai *severity rating* sebesar 1.04 atau skala 1 yang menunjukkan bahwa tingkatan *usability* pada *website* ini termasuk dalam kategori *cosmetic problem* yang artinya masalah tidak perlu diperbaiki kecuali ada waktu tersisa dalam pengerjaan *project*.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang didapat dari tahap perancangan hingga pengujian pemodelan *user interface* dan *user experience* dengan menggunakan *user-centered design* (UCD) yang memudahkan dan membantu pengguna untuk menggunakan *website* LearningKu sudah baik dengan mendapatkan nilai evaluasi heuristik yang memuaskan ditandai dengan nilai rata-rata yang didapatkan dari evaluasi heuristik yaitu dengan nilai 1.04 atau skala 1 yang termasuk dalam kategori *cosmetic problem* yang artinya masalah tidak perlu diperbaiki kecuali ada waktu tersisa dalam pengerjaan *project*.

Pada pengujian evaluasi heuristik ini juga dapat diketahui bahwa *website* LearningKu memiliki nilai skala tertinggi yaitu skala 2 pada aspek indikator H - 9 *Help User Recognize, Diagnose and Recover from Errors* sehingga sistem yang ada bisa dikembangkan lebih lagi agar sesuai dengan kebutuhan pengguna sehingga pengguna *website* LearningKu bisa digunakan lebih nyaman oleh pengguna.

#### References

- [1] I. G. Ayu, A. Diah, I. P. A. Bayupati, and I. M. S. Putra, "Analisis Usability Aplikasi iBadung Menggunakan Heuristic Evaluation Method," vol. 8, no. 2, pp. 89–100, 2020.
- [2] K. R. Hadi, H. M. Az-zahra, and L. Fanani, "Analisis Dan Perbaikan Usability Aplikasi Mobile KAI Access Dengan Metode Usability Testing Dan Use Questionnaire," vol. 2, no. 9, pp. 2742–2750, 2018.
- [3] L. D. Sagala, R. Fauzi, and A. Syahrina, "PERANCANGAN USER INTERFACE PADA APLIKASI INFORMASI BERBASIS WEBSITE UNTUK TINDAKAN PERBAIKAN LAYANAN ANGKUTAN UMUM DI KOTA BANDUNG MENGGUNAKAN METODE USER CENTERED DESIGN DESIGNING USER INTERFACE IN THE WEBSITE BASED INFORMATION APPLICATION FOR IMPROVEMENT OF PUBLIC TRANSPORT SERVICES IN," vol. 7, no. 2, pp. 7596–7609, 2020.
- [4] A. Kurniawan, R. I. Rokhmawati, and A. Rachmadi, "Evaluasi User Experience dengan Metode Heuristic Evaluation dan Persona ( Studi pada : Situs Web Dalang Ki Purbo Asmoro )," vol. 2, no. 8, pp. 2918–2926, 2018.

- [5] D. Pratiwi, M. C. Saputra, and N. H. Wardani, "Penggunaan Metode User Centered Design ( UCD ) dalam Perancangan Ulang Web Portal Jurusan Psikologi FISIP Universitas Brawijaya," vol. 2, no. 7, pp. 2448–2458, 2018.

*This page is intentionally left blank.*

# Optimization Of WSN Deployment Using PSO Algorithm For Forest Fire Detection

I Made Suastika<sup>a1</sup>, I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan<sup>a2</sup>, Ngurah Agus Sanjaya ER<sup>a3</sup>,  
Made Agung Raharja<sup>a4</sup>, I Komang Ari Mogi<sup>a5</sup>, Agus Muliantara<sup>a6</sup>

<sup>a</sup>Informatics Engineering, Faculty of Math and Science, University of Udayana  
South Kuta, Badung, Bali, Indonesia

<sup>1</sup>soeastika98@email.com

<sup>2</sup>gungde@unud.ac.id

<sup>3</sup>agus\_sanjaya@unud.ac.id

<sup>4</sup>made.agung@unud.ac.id

<sup>5</sup>arimogi@unud.ac.id

<sup>6</sup>muliantara@unud.ac.id

## Abstract

*Forest fires are disasters that have often occurred in recent years. This has a huge impact on both the environment and society itself. Delayed handling of fires is one of the triggering factors for the large losses caused by the disaster. The use of a Wireless Sensor Network is one solution so that information related to fires is conveyed to the authorities quickly so that the handling can be done more quickly. In this study, a simulation was made to determine the optimal position of a node to detect fires optimally. This simulation is run on NS3 Software on Ubuntu 18.04 Linux Operating System. In the optimization process, the PSO algorithm is run with Google Colab. The results of each iteration on the PSO will be simulated in NS3 and the communication between nodes will be seen. There are 12 iterations of the maximum 30 iterations specified, and there are 12 simulations according to the number of iterations. From 12 simulations that have been carried out, it is known that in the last iteration of the 10 nodes installed, all nodes communicate. Communication between nodes can be seen through .pcap files and graphs on NetAnim, the communication is characterized by sending fire messages to each installed node. In the last iteration, 10 nodes received a fire message.*

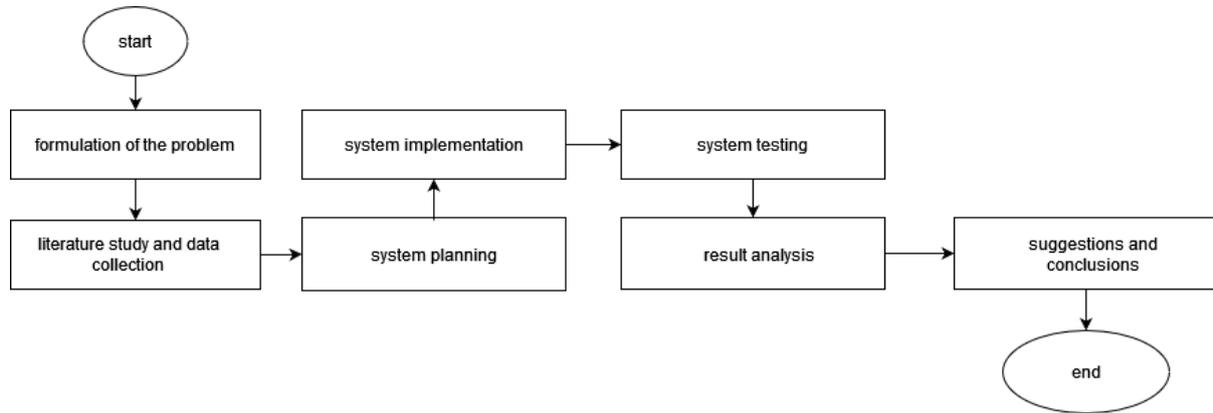
**Keywords:** *Wireless Sensor Network, Forest fires, Particle swarm optimization*

## 1. Introduction

Forest fires are one of the natural disasters that have recently occurred in Indonesia. According to the Ministry of Environment and Forestry, based on Landsat satellite imagery, as of September 2019, forest and land fires reached 857,755 hectares [1]. In addition to causing environmental damage, the impact of forest fires is the high cost of handling them and the relatively long post-fire recovery process. A wireless sensor network (WSN) is a distributed autonomous device that uses sensors to monitor physical or environmental conditions such as temperature, sound, vibration, pressure, and movement at different locations. Recently, WSN has been widely used to monitor a location or place that is prone to a disaster [2]. By using the WSN device to monitor forest environmental conditions, when there is a potential fire, it is hoped that the device will be able to detect it and send a message to the nearest forest supervisor. However, in the process of placing the sensor, of course, you must pay attention to the distance between the sensors so that communication between sensors can run more efficiently. To get around this, an optimization algorithm called particle swarm optimization (PSO) is used. PSO is one of the optimization algorithms that are quite popular and is inspired by the behavior of groups of fish or birds in foraging [4]. In its application, after the sensor is placed by the optimization coordinates of the PSO algorithm, it is expected that the sensor will collect data in real-time so that in the event of a potential fire the system will respond in the form of a message so that related parties can deal with fires quickly. Based on this, the system design "Optimization of Deployment WSN Using the PSO Algorithm for Detecting Forest Fires was made". The system will be made by simulation, this is done to minimize unwanted things such as errors in sensor placement or other errors.

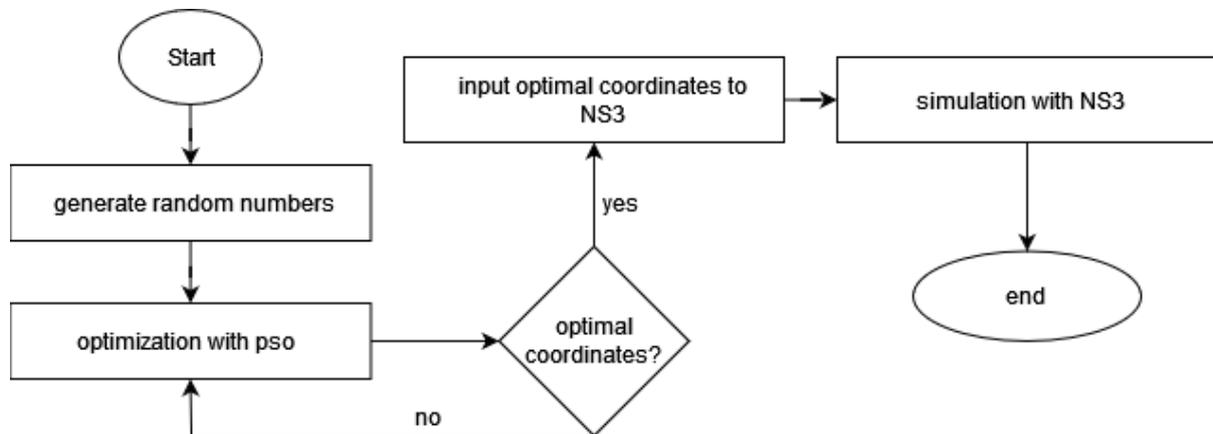
## 2. Research Methods

In this section, the general flow of the research that will be carried out by the author will be described, namely starting with determining the problem and then collecting data and information.



**Figure 1.** Research Flow

The system to be built is an implementation in a simulation. The simulation will be run with the software NS3 on Ubuntu 18.04 Linux Operating System.



**Figure 2.** Simulation Flow

In this study, the simulation will be carried out using NS3 while the PSO optimization will be carried out using Google Colab.

### 2.1 Particle Swarm Optimization (PSO)

Particle Swarm Optimization (PSO) was first introduced in 1995. The idea of PSO stems from the natural behavior of birds foraging for food. When a group of birds forages for food together, each bird will look around the area close to itself[2]. The following is a mathematical formulation that describes the position and velocity of particles in a certain dimension of space:

$$X_i(t) = x_{i1}(t), x_{i2}(t), \dots, x_{iN}(t) \dots\dots\dots(1)$$

$$V_i(t) = v_{i1}(t), v_{i2}(t), \dots, v_{iN}(t) \dots\dots\dots(2)$$

Where:

- X = Particle position
- V = Particle velocity i = Particle index
- t = Iteration to -t
- N = Dimensions of space

The following is a mathematical model that describes the mechanism for updating the state of the particle Kennedy and Eberhart [1995]:

$$V_i(t) = v_i(t - 1) + c_1 r_1 (X_i^L - X_i(t - 1)) + c_2 r_2 (X^G - X_i(t - 1)) \dots\dots\dots(3)$$

$$X_i(t) = V_i(t) + X_i(t - 1) \dots\dots\dots(4)$$

Where  $X_i^L = x_{i1}^L, x_{i2}^L, \dots, x_{iN}^L$  represents the local best of the particle. While  $X^G = x_{i1}^G, x_{i2}^G, \dots, x_{iN}^G$  represents the global best of the entire herd. While c1 and c2 are constants that have positive values which are usually referred to as learning factors. Then r1 and r2 are random numbers with values from 0 to 1. Equation (3) is used to calculate the new particle velocity based on the previous velocity, the distance between the current position and the local best position, and the distance between the current position. with the best position of the herd (global best). Then the particle flies to a new position based on equation (4). After the PSO algorithm is run with a certain number of iterations until it reaches the termination criteria, a solution that lies in the global best will be obtained[5].

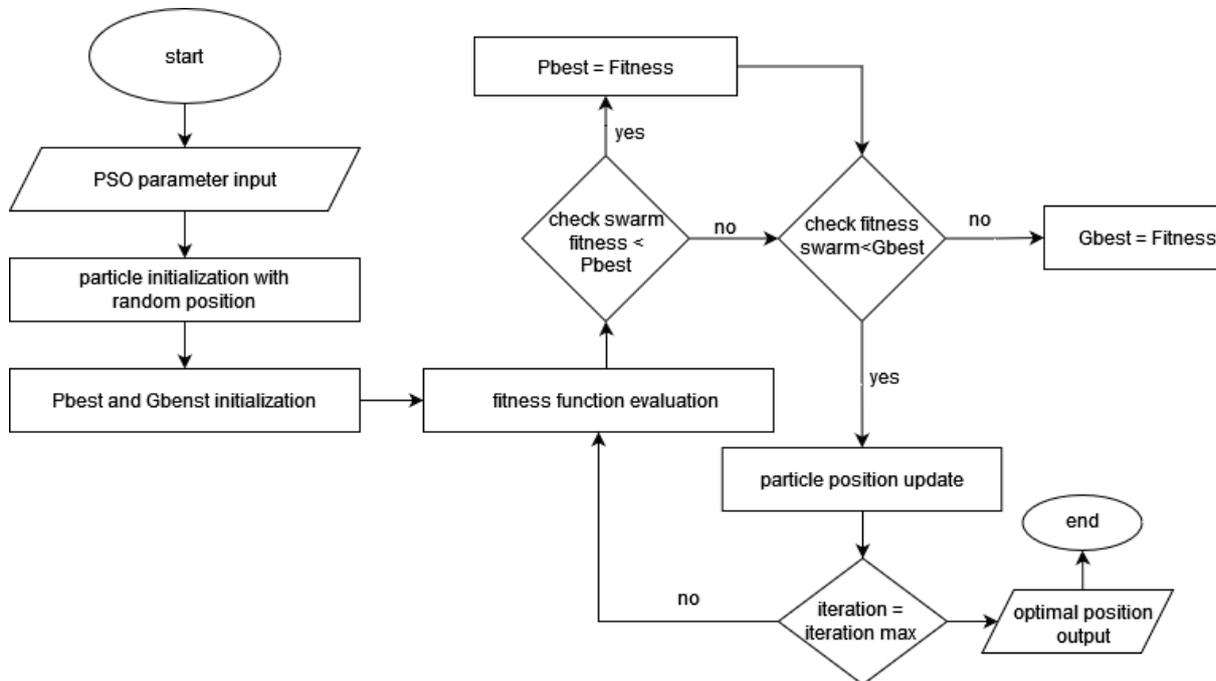


Figure 3. PSO Algorithm

In the figure, it can be seen that the optimization process begins by inputting several parameters such as the number of particles, the maximum number of iterations, and several other parameters. After determining the number of particles, the initialization of the position (X, Y) of each particle with random numbers is carried out using a linear congruential generator (LCG). From the position of each particle that has been determined, then initialized the Pbest and Gbest values. After all the values are obtained, the fitness value of each particle will be evaluated, and then the results are used to determine the Pbest and Gbest values in the next iteration. After that, the next process is to update the latest position of each particle based on the latest Pbest and Gbest values. At the final stage, it will be checked whether the iteration has reached the maximum iteration, if it has not eaten, an evaluation of the particle fitness function will be carried out and the process will be carried out as before. If the iteration reaches the maximum then the results of each iteration will be printed and the optimization process is declared

complete. The results of the optimization process for each iteration will then be tested in a simulation with NS3.

## 2.2 Simulation

The simulation stage is carried out to test the connection between sensor nodes, testing is done by creating a hotspot node that sends fire messages to the nearest node. The fire message will then be sent to each sensor node and it will be seen which nodes are connected and which are not[3]. The simulation was carried out for 1500 seconds with the sensor coverage radius set at 100 meters. The number of nodes used in this simulation is 10 sensor nodes and 1 fire node. The simulation will be run per iteration until it reaches the maximum iteration, so there will be several simulations until it reaches the maximum iteration.

## 3. Result and Discussion

### 3.1 PSO Calculation Results

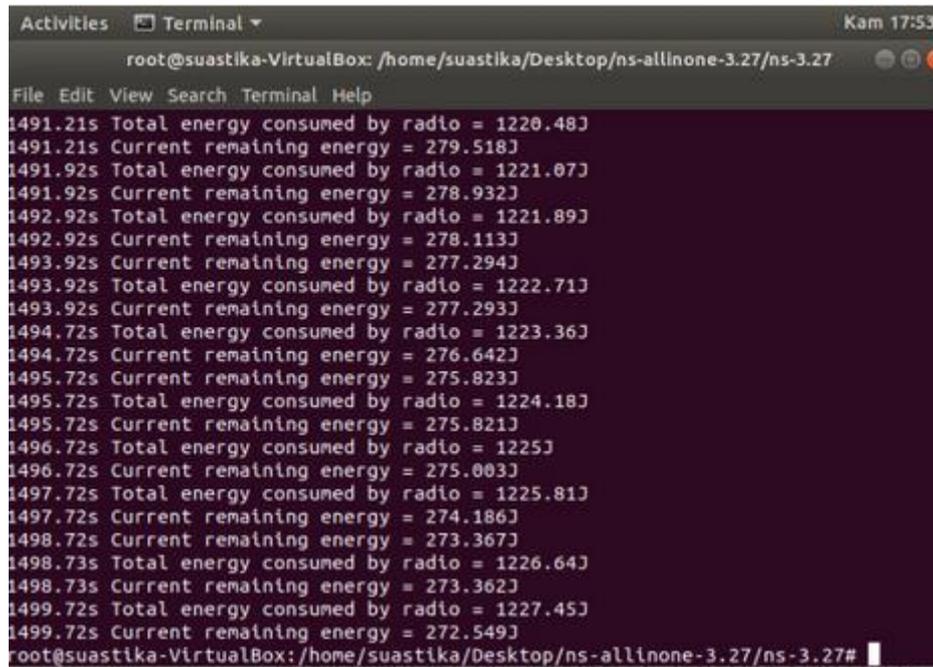
The results of the PSO calculation reach the maximum results in the 12th iteration of 30 iterations. The following is the result of the 12th iteration.

**Table 1.** The most optimal PSO results in iteration 12

Iteration	Node Sensor	X	Y
12	Sensor 1	22.590523	34.094393
	Sensor 2	40.471378	29.488389
	Sensor 3	20.5098	34.668839
	Sensor 4	28.421732	30.019085
	Sensor 5	17.184822	22.696669
	Sensor 6	25.440409	38.304829
	Sensor 7	24.444198	44.115399
	Sensor 8	43.317781	7.871107
	Sensor 9	16.623386	39.321243
	Sensor 10	31.836154	0

### 3.2 Simulation with NS3

After the implementation of making the program is complete, then the program will be run with certain commands that have been previously configured. These commands will adapt to the simulation scenario being run. Before running the simulation, the program must be built and compiled first.



```
Activities Terminal
root@suastika-VirtualBox: /home/suastika/Desktop/ns-allinone-3.27/ns-3.27
File Edit View Search Terminal Help
1491.21s Total energy consumed by radio = 1220.48J
1491.21s Current remaining energy = 279.518J
1491.92s Total energy consumed by radio = 1221.07J
1491.92s Current remaining energy = 278.932J
1492.92s Total energy consumed by radio = 1221.89J
1492.92s Current remaining energy = 278.113J
1493.92s Current remaining energy = 277.294J
1493.92s Total energy consumed by radio = 1222.71J
1493.92s Current remaining energy = 277.293J
1494.72s Total energy consumed by radio = 1223.36J
1494.72s Current remaining energy = 276.642J
1495.72s Current remaining energy = 275.823J
1495.72s Total energy consumed by radio = 1224.18J
1495.72s Current remaining energy = 275.821J
1496.72s Total energy consumed by radio = 1225J
1496.72s Current remaining energy = 275.003J
1497.72s Total energy consumed by radio = 1225.81J
1497.72s Current remaining energy = 274.186J
1498.72s Current remaining energy = 273.367J
1498.73s Total energy consumed by radio = 1226.64J
1498.73s Current remaining energy = 273.362J
1499.72s Total energy consumed by radio = 1227.45J
1499.72s Current remaining energy = 272.549J
root@suastika-VirtualBox: /home/suastika/Desktop/ns-allinone-3.27/ns-3.27#
```

Figure 4. NS3 Run Results

After compiling, simulate NetAnim, by going to the NetAnim folder and running the command.  
(./NetAnim).

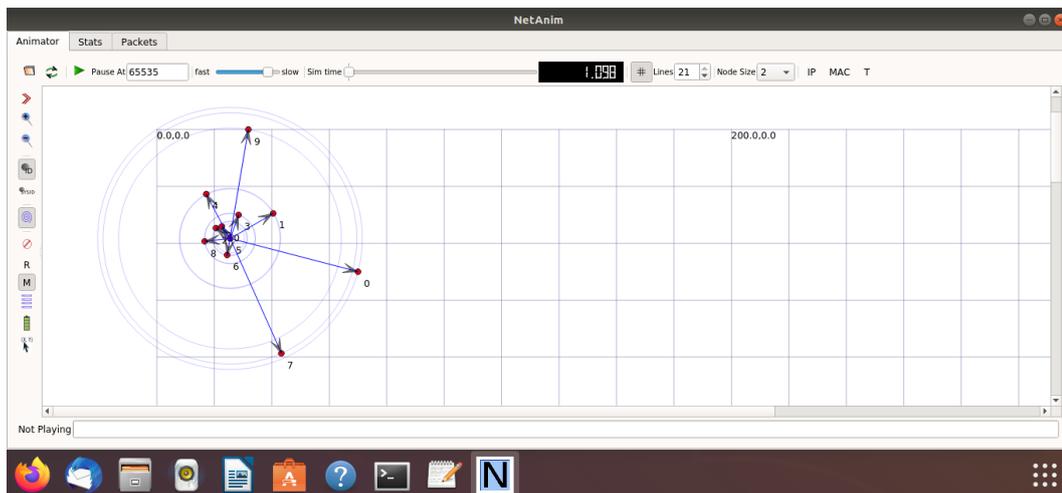


Figure 5. 12th Iteration Node Position

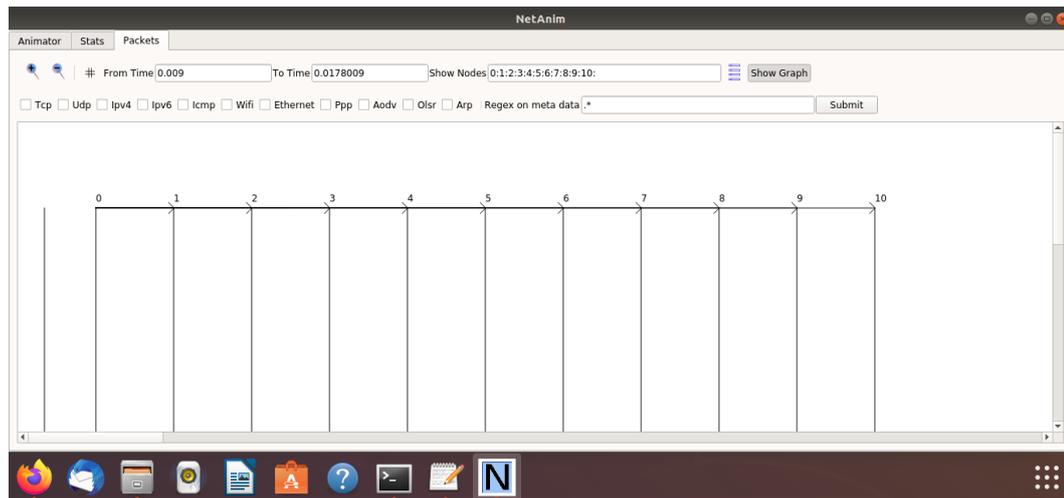


Figure 6. Iteration node communication

From the figure, it can be seen that all of the 10 nodes set up received the message. Based on this, of the 12 iterations carried out the 12th iteration is the most there are communicating nodes, namely 10 sensor nodes, it can be concluded that the results in this iteration can be considered the most optimal.

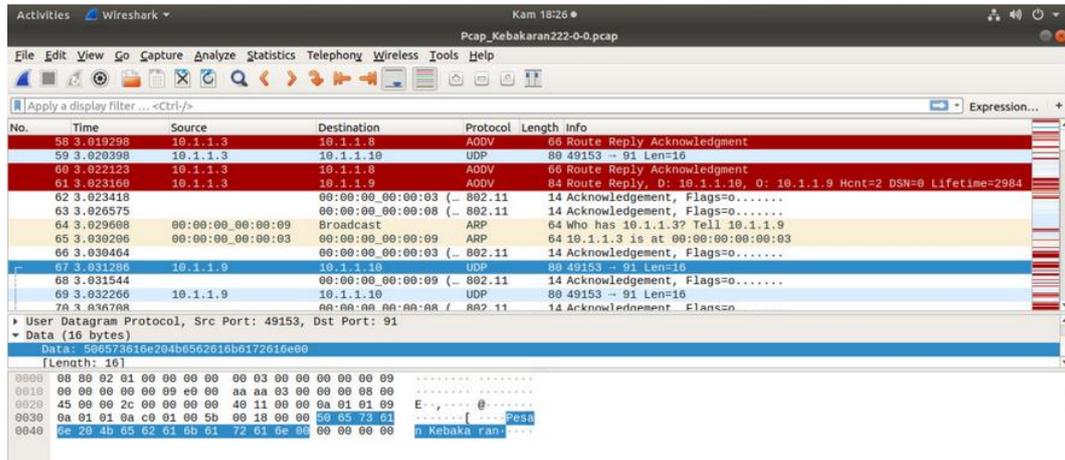
### 3.3 Pcap Results

After the program is finished executing, it will produce output in the form of a .pcap file, the file is a file created for network analysis with Wireshark. Here is what the .pcap file looks like when run with Wireshark.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
688	549.683999	10.1.1.2	10.1.1.255	AODV	84	Route Reply, D: 10.1.1.2, H: 0, Hcnt=0 DSN=276 Lifetime=2000
689	550.688999	10.1.1.2	10.1.1.255	AODV	84	Route Reply, D: 10.1.1.2, H: 0, Hcnt=0 DSN=276 Lifetime=2000
690	551.688999	10.1.1.2	10.1.1.255	AODV	84	Route Reply, D: 10.1.1.2, H: 0, Hcnt=0 DSN=276 Lifetime=2000
691	552.691999	10.1.1.2	10.1.1.255	AODV	84	Route Reply, D: 10.1.1.2, H: 0, Hcnt=0 DSN=276 Lifetime=2000
692	553.689999	10.1.1.2	10.1.1.255	AODV	84	Route Reply, D: 10.1.1.2, H: 0, Hcnt=0 DSN=276 Lifetime=2000
693	553.968000	10.1.1.2	10.1.1.255	AODV	88	Route Request, D: 10.1.1.10, O: 10.1.1.2 Id=277 Hcnt=0 DSN=0 OSN...
694	554.207000	10.1.1.2	10.1.1.255	AODV	88	Route Request, D: 10.1.1.10, O: 10.1.1.2 Id=278 Hcnt=0 DSN=0 OSN...
695	554.634000	10.1.1.2	10.1.1.255	AODV	88	Route Request, D: 10.1.1.10, O: 10.1.1.2 Id=279 Hcnt=0 DSN=0 OSN...
696	555.116000	10.1.1.2	10.1.1.255	AODV	88	Route Request, D: 10.1.1.10, O: 10.1.1.2 Id=280 Hcnt=0 DSN=0 OSN...
697	555.886000	10.1.1.2	10.1.1.255	AODV	88	Route Request, D: 10.1.1.10, O: 10.1.1.2 Id=281 Hcnt=0 DSN=0 OSN...
698	556.886000	10.1.1.2	10.1.1.255	AODV	84	Route Reply, D: 10.1.1.2, H: 0, Hcnt=0 DSN=281 Lifetime=2000
699	557.898000	10.1.1.2	10.1.1.255	AODV	84	Route Reply, D: 10.1.1.2, H: 0, Hcnt=0 DSN=281 Lifetime=2000
700	558.641999	10.1.1.2	10.1.1.255	AODV	88	Route Request, D: 10.1.1.10, O: 10.1.1.2 Id=282 Hcnt=0 DSN=0 OSN...

Figure 7. Pcap file node not receiving fire message

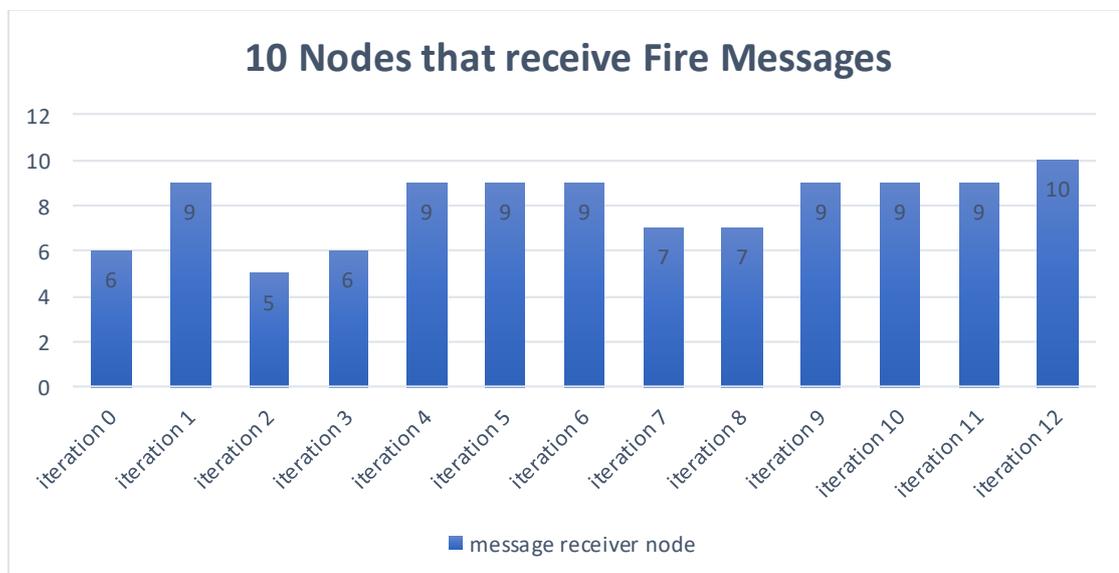
The image is a pcap file for the sensor node which is out of reach of other nodes so that the node does not receive any messages.



**Figure 8.** Pcap file node receiving fire message

From the two images, it can be seen that nodes connected to other nodes will communicate by sending text messages in the form of "Fire Messages".

### 3.4 Effect of Number of Iterations on Nodes receiving Fire messages



**Figure 9** Graph of fire message receiving nodes

From the graph, it can be seen that the number of iterations affects the node that receives the fire message. In the implementation of the simulation in NS3, the distance of nodes that are too far is the main factor that affects node communication, the farther the distance between nodes, the more difficult or even impossible it is to communicate with other nodes. From the diagram, it can be seen that the last iteration, namely the 12th iteration, is the maximum iteration, this is evidenced by the number of nodes that can communicate, all of which are sensor nodes.

## 4. Conclusion

Based on the research and simulations that have been carried out, the following conclusions can be drawn:

- he sensor node Deployment Simulation process can run well on NS3 on Ubuntu 18.04 Linux Operating System. Simulations are carried out to determine the number of connected sensor nodes so that fire messages can be sent properly. The simulation visualization is shown using the NetAnim application, while the fire message delivery details are shown via a .pcap file.

- In the testing phase, each iteration of data on the PSO will be simulated so that it can be seen the number of nodes that are connected and which are not. The optimal level will be seen from how many nodes are connected in the iteration, the more nodes connected, the more optimal the results in that iteration.

## References

- [1] Mubarok, F. (2019, November 16). Retrieved from [www.mongabay.co.id:https://www.mongabay.co.id/2019/11/16/kebakaran-hutan-dan-lahan-terus-terjadi-bagaimana-solusinya/](https://www.mongabay.co.id/2019/11/16/kebakaran-hutan-dan-lahan-terus-terjadi-bagaimana-solusinya/)
- [2] Christofer, G., Sujaini, H., & Irwansyah, M. (2015). Rancang Bangun Aplikasi Early Warning dengan pemanfaatan Pengukuran Suhu Ruang Berbasis Arduino Mega 2560.
- [3] Marbun, Y., Nikentari, N., & Bettiza, M. (2015). Perbandingan Algoritma Genetika dan Particle Swarm Optimization dalam Optimasi Penjadwalan Matakuliah. *Jurnal Jurusan Teknik Informatika*.
- [4] Murdiansyah, D. T. (2016). Optimasi Jaringan Sensor Nirkabel Menggunakan Algoritma Two Sub-Swarm PSO Diskrit. *Journal On Computing*.
- [5] Rubiani, H., & Mulyatum, S. (2016). *Deployment* Jaringan Sensor Nirkabel Berdasarkan Cakupan Area Sensor *Node* Menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization. *Semnar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI)*.

# Perancangan Sistem Keamanan Lingkungan Pengenal Suara Kukul dengan Menggunakan Metode Deep Learning

I Putu Adi Yuda<sup>1</sup>, I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra<sup>2</sup>, I Ketut Gede Suhartana<sup>3</sup>, I Komang Ari Mogi<sup>4</sup>, Made Agung Raharja<sup>5</sup>, Luh Arida Ayu Rahning Putri<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Teknik Informatika, Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana  
Jimbaran, Badung, Indonesia

adiyuda418@gmail.com  
anom.cp@unud.ac.id  
ikg.suhartana@unud.ac.id  
arimogi@gmail.com  
made.agung@unud.ac.id  
rahningputri@unud.ac.id

## Abstract

*Advances in information technology provide benefits for people's lives today. Before the existence of information technology, people still use traditional communication media called kukul. Kukul is a communication tool that is used by hitting. Over time, people began to leave this culture because of the many other information systems used as communication media. However, nowadays people in their teens still do not know what the sound of the kukul means. This is due to the absence of a kukul voice recognition website. The method of data collection in this study was the observation method of a kukul worker located in Denjalan Subvillage, Batubulan, Sukawati, Gianyar. To build a kukul voice recognition system, the author uses a deep learning method. In this system there are 2 processes, namely training and classification. The training is used for the system to learn to recognize the sound of the kukul and the classification to determine the category of the kukul sound. Based on the classification carried out, the results obtained is testing accuracy 85%.*

**Keywords:** Kukul, Deep Learning, Sistem Pengenal Suara Kukul, CNN, MFCC

## 1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi informasi memberikan manfaat untuk kehidupan masyarakat saat ini. Teknologi informasi dapat digunakan untuk meningkatkan keamanan masyarakat. Sebelum adanya teknologi informasi, masyarakat masih menggunakan media komunikasi secara tradisional yang disebut kukul. Kukul merupakan alat komunikasi yang digunakan dengan cara dipukul. Cara memukul kukul memberikan pertanda bahwa sedang terjadi sesuatu di lingkungan tersebut. Seiring berjalannya waktu, masyarakat mulai meninggalkan kebudayaan tersebut karena adanya banyak sistem informasi lain yang digunakan sebagai media komunikasi. Namun sekarang bagi kalangan masyarakat di usia remaja masih belum mengenal apa arti suara kukul tersebut. Hal tersebut dapat menghambat dalam upaya menciptakan lingkungan masyarakat yang aman dan damai. Sehingga dibutuhkan suatu sistem yang dapat mengenali arti dari suara kukul agar masyarakat lebih cepat menanggapi suatu kejadian yang sedang terjadi di masyarakat. Belum adanya sistem yang dapat mengklasifikasikan suara kukul untuk melakukan pengenalan suara kukul

Hal tersebut membuat penulis untuk membuat suatu sistem yang digunakan untuk penerjemah suara kukul. Dalam sistem ini akan dibuat berfungsi sebagai mengolah suara hasil rekaman ke suara yang lebih jernih tanpa adanya suara lain selain suara kukul.

Dengan menerapkan sistem keamanan lingkungan pengenal suara kulkul *metode deep learning* diharapkan dapat membantu mengenali suara kulkul sehingga lebih cepat dalam menanggapi suatu pertanda jika terdengar bunyi kulkul. Selain itu, dengan teknologi ini diharapkan melestarikan kebudayaan tradisional yang sudah diwariskan turun-temurun oleh leluhur dalam pengenalan suara kulkul.

## **2. Metode Penelitian**

Metode penelitian ini dilakukan secara sistematis sebagai acuan untuk melakukan penelitian agar memperoleh hasil yang dapat menjadi suatu solusi untuk menyelesaikan permasalahan yang akan diteliti.

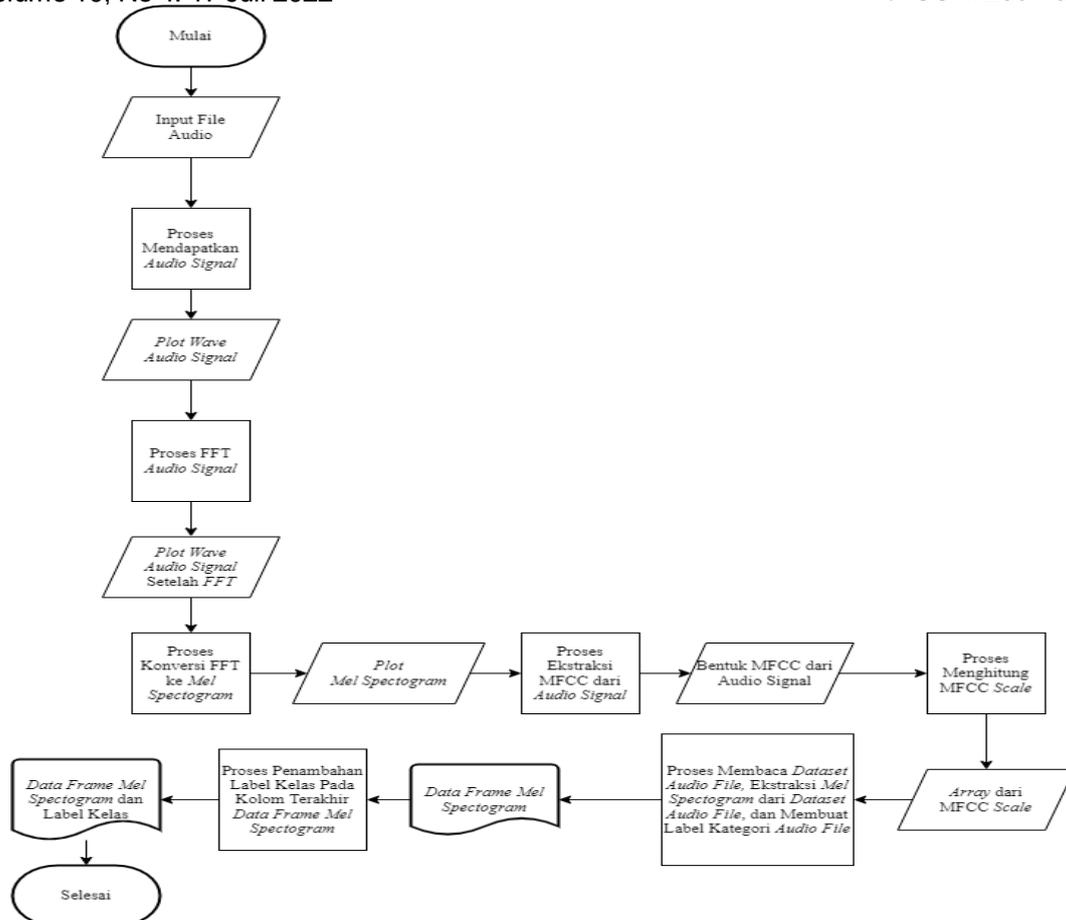
### **2.1. Pengumpulan Data**

Data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dengan metode observasi, dengan bekerja sama dengan pihak kelurahan Banjar untuk memperoleh data *audio* serta informasi suara kulkul tersebut. Data tersebut berupa file *audio* berformat *.wav* dengan jumlah *dataset* suara kulkul berjumlah 50 dengan masing – masing kategori berjumlah 10. Data tersebut diperoleh dari seorang tukang kulkul yang berada di Banjar Denjalan, Batubulan, Sukawati, Gianyar.

### **2.2. Proses Ekstraksi Ciri**

Proses ekstraksi ciri adalah proses untuk mengetahui ciri dari file audio dengan mencari bentuk sinyal audionya. Metode yang digunakan untuk melakukan proses ekstraksi ciri adalah MFCC (*Mel Frequency Cepstral Coefficient*). MFCC adalah salah satu teknik fitur ekstraksi yang dapat menyerupai pendengaran manusia dalam bentuk digital. Keunggulan MFCC adalah kemampuan untuk mengenali suara sangat penting bagi pengenalan suara dan menghasilkan data seminimal mungkin tanpa menghilangkan informasi penting. [1]

Sebelum mendapatkan hasil MFCC dari suatu *audio*, dilakukan proses pengambilan *audio signal*, *Fast Fourier Transform* (FFT), dan *Mel Spectrogram*. Pada hasil ekstraksi fitur yang digunakan pada proses klasifikasi menggunakan CNN adalah *Mel Spectrogram*. Berikut ini merupakan alur dari penelitian yang dilakukan:



**Gambar 1.** Proses Ekstraksi Ciri

Berdasarkan proses ekstraksi ciri pada gambar 1 digunakan metode MFCC dimana diawali dengan memasukkan file suara kulkul dengan ekstensi .wav. Lalu akan dilakukan proses ekstraksi ciri dengan MFCC. Proses MFCC memiliki 4 proses. Proses tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Audio Signal  
*Audio Signal* adalah bentuk konversi file *audio* dalam bentuk gelombang. Pada gelombang terdapat amplitudo dan waktu.
2. Fast Fourier Transform (FFT)  
*Fast Fourier Transform* (FFT) adalah pemrosesan *audio signal* dimana akan dilakukan konversi dari waktu ke frekuensi.
3. Mel Spectrogram  
*Mel Spectrogram* adalah proses untuk mengkonversikan *audio signal* dari amplitudo ke *decibel* (dB). Nilai *decibel* ditentukan berdasarkan warna pada *mel spectrogram*.
4. MFCC  
MFCC merupakan proses terakhir yang digunakan pada proses ekstraksi ciri setelah dilakukan proses untuk mendapatkan *mel spectrogram*. Setelah didapatkan bentuk MFCC dari audio signal, maka akan dilakukan untuk menghitung MFCC Scale dan akan mendapatkan keluaran dalam bentuk array. Lalu, dilakukan proses untuk membaca dataset dan melakukan proses ekstraksi mel spectrogram dan hasil data frame akan diekspor ke dokumen dalam format .xml. Setelah dilakukan proses ekspor, akan dilakukan proses penambahan label kelas pada kolom terakhir yang akan diekspor lagi ke dokumen .xml sebelumnya.

### 2.3. Kecerdasan Buatan

Kecerdasan Buatan merupakan salah satu bidang dalam ilmu komputer yang ditujukan pada pembuatan *software* dan *hardware* yang dapat berfungsi sebagai sesuatu yang dapat berpikir seperti manusia. Kecerdasan buatan banyak digunakan untuk memecahkan berbagai masalah seperti bisnis, robotika, bahasa alami, matematika, game, persepsi, diagnosis medis, teknik, analisis keuangan, analisis sains, dan penalaran.

Pada awal diciptakannya, komputer hanya difungsikan sebagai alat hitung saja. Namun seiring dengan perkembangan jaman, maka peran komputer semakin mendominasi kehidupan umat manusia. Komputer tidak lagi hanya digunakan sebagai alat hitung, lebih dari itu, komputer diharapkan untuk dapat digunakan untuk mengerjakan sesuatu yang seperti halnya yang dilakukan oleh manusia pada umumnya. Manusia menjadi pandai dalam menyelesaikan permasalahan yang ada pada hidupnya karena manusia mempunyai pengetahuan dan pengalaman pengetahuan diperoleh dari belajar. Semakin banyak pengetahuan dan pengalaman yang di dapat oleh manusia, maka manusia lebih mampu dalam menyelesaikan permasalahan. Namun bekal pengetahuan saja tidak cukup, manusia harus menggunakan akal nya untuk melakukan penalaran, mengambil kesimpulan dan keputusan berdasarkan pengetahuan dan pengalaman yang mereka miliki. Tanpa memiliki kemampuan untuk menalar dengan baik, manusia dengan segudang pengalaman dan pengetahuan tidak akan dapat menyelesaikan masalah dengan baik. Demikian pula, dengan kemampuan menalar yang sangat baik, namun tanpa bekal pengetahuan dan pengalaman yang memadai, manusia juga tidak akan bisa menyelesaikan masalah dengan baik. [2]

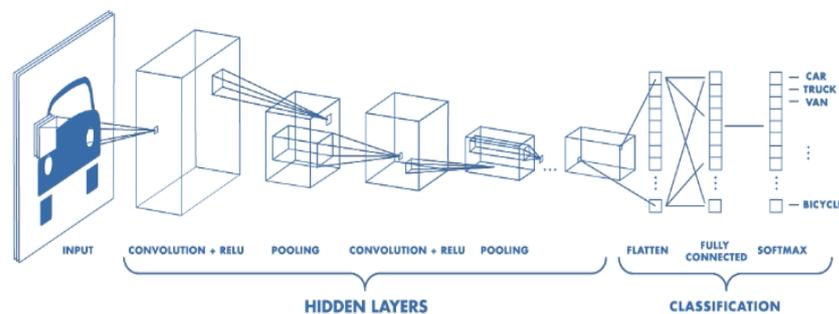
#### 2.4. Deep Learning

*Deep Learning* adalah salah satu bagian dari *machine learning*. *Deep Learning* menerapkan jaringan saraf tiruan dimana memiliki fungsi layaknya pada sistem saraf pada manusia. Dalam metode ini mesin mempelajari *dataset* yang didapat sebagai pengalaman sistem. [3]

*Deep Learning* digunakan untuk mengembangkan aplikasi seperti halnya pengenalan *genre music*. Dimana sistem mempelajari secara mendalam dataset yang ada dengan melakukan melakukan proses ekstraksi data dan analisa data. Dalam melakukan pengenalan dibutuhkan data uji seperti data musik untuk nantinya diketahui *genrenya*. Dalam klasifikasi data uji menggunakan suatu probabilitas dimana data tersebut lebih memungkinkan ke arah *genre* apa musik tersebut.

#### 2.5. Convolutional Neural Network (CNN)

*Convolutional Neural Network* merupakan salah satu jenis *neural network* yang biasanya digunakan dalam pengolahan data *image* maupun *audio*. *Convolutional* berfungsi melakukan *filter* pada gambar maupun *audio*. *Convolutional Neural Network* memiliki beberapa *layer* yang difungsikan untuk melakukan *filter* pada setiap prosesnya. Pada proses *training* terdapat 3 tahapan yaitu *Convolutional layer*, *Pooling layer*, dan *Fully connected layer*.



**Gambar 2.** Proses *Convolutional Neural Network*

Pada gambar 2 merupakan arsitektur dari CNN. Pada tahapan pertama, yaitu *convolutional layer*. Pada *convolutional layer*, seluruh data yang menyentuh lapisan konvolusional akan mengalami proses konvolusi. lapisan akan mengkonversi setiap *filter* ke seluruh bagian data masukan dan menghasilkan sebuah *activation map* atau *feature map 2D*. *Filter* yang terdapat pada *Convolutional Layer* memiliki panjang, tinggi (*pixels*) dan tebal sesuai dengan *channel* data masukan. Setiap *filter* akan mengalami pergeseran dan operasi “*dot*” antara data masukan dan nilai dari *filter*. Lapisan konvolusional secara signifikan mengalami kompleksitas model melalui optimalisasi *outputnya*.

*Pooling Layer* merupakan tahap setelah *Convolutional Layer*. *Pooling Layer* terdiri dari sebuah *filter*

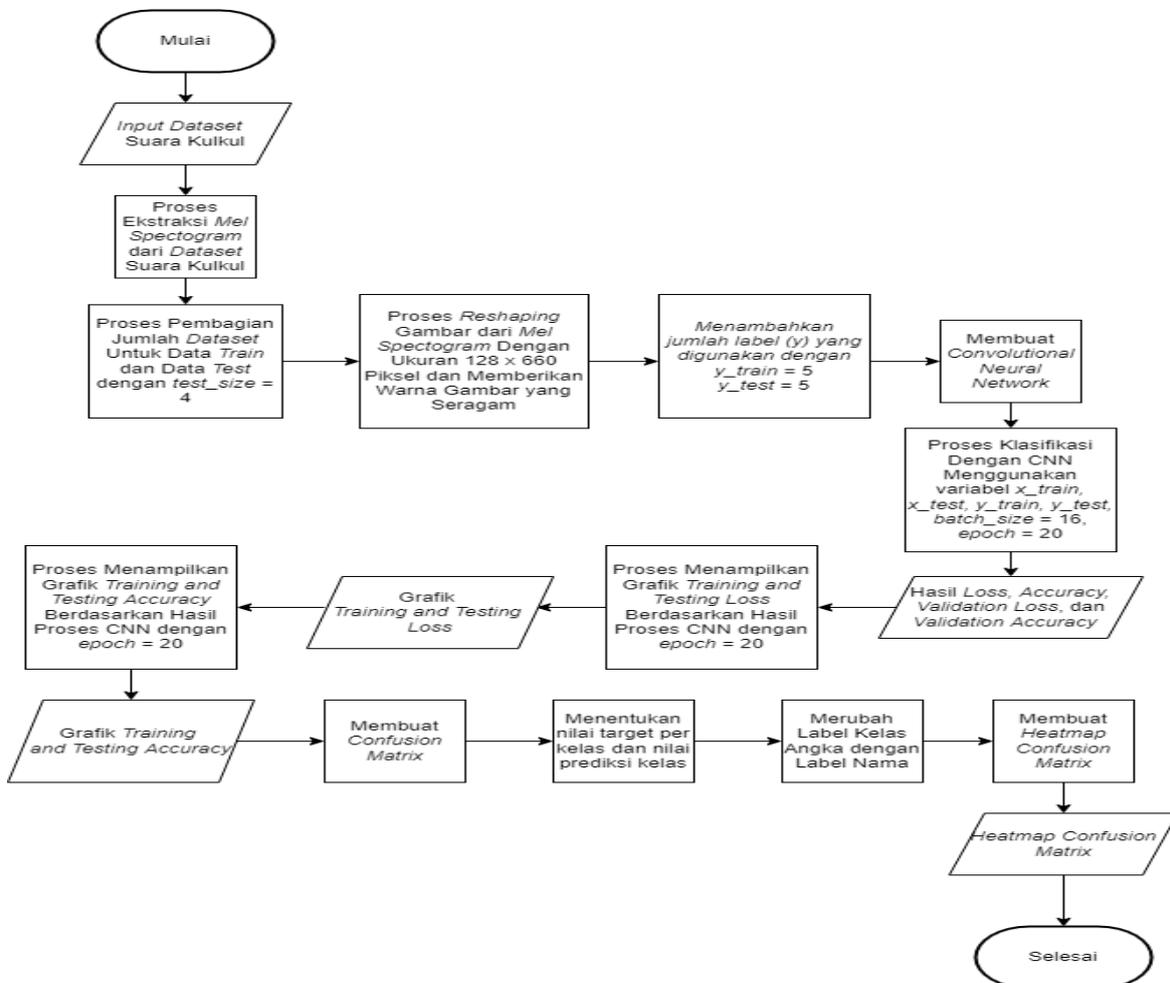
dengan ukuran dan *stride* tertentu. Setiap pergeseran akan ditentukan oleh jumlah *stride* yang akan digeser pada seluruh *area feature map* atau *activation map*. Dalam penerapannya, *pooling Layer* yang biasa digunakan adalah *Max Pooling* dan *Average Pooling*.

*Feature map* yang dihasilkan oleh tahap sebelumnya berbentuk *multidimensional array*. Sehingga, Sebelum masuk pada tahap *Fully Connected Layer*, *Feature Map* tersebut akan melalui proses “*flatten*” atau *reshape*. Proses *flatten* menghasilkan sebuah vektor yang akan digunakan sebagai *input* dari *Fully Connected Layer*. *Fully Connected Layer* memiliki beberapa *Hidden Layer*, *Action Function*, *Output Layer* dan *Loss Function*.

*Dropout* merupakan salah satu usaha untuk mencegah terjadinya *overfitting* dan juga mempercepat proses *learning* pada sistem klasifikasi *audio*. *Overfitting* adalah kondisi dimana hampir semua data yang telah melalui proses *training* mencapai persentase yang baik, tetapi terjadi prediksi yang tidak sesuai. Dalam sistem kerjanya, *Dropout* menghilangkan sementara suatu *neuron* yang berupa *Hidden Layer* maupun *Visible Layer* yang berada didalam jaringan. (Santoso & Ariyanto, 2018)

Dalam *convolutional neural network*, menggunakan *Epoch* pada proses *training* maupun *testing*. *Epoch* adalah ketika seluruh dataset sudah melalui proses *training* pada *Neural Network* sampai dikembalikan ke awal dalam satu putaran. Dalam *Neural Network* satu *epoch* itu terlalu besar dalam proses pelatihan karena seluruh data diikutkan kedalam proses *training* sehingga akan membutuhkan waktu cukup lama. Agar mempermudah dan mempercepat proses *training*, biasanya data *rate* dibagi *per batch* (*Batch Size*). Penentuan nilai dari *batch size* biasanya tergantung banyak sampel. [4]

CNN digunakan untuk proses klasifikasi dari jenis audio. Jenis masukan yang akan digunakan pada proses CNN adalah *mel spectrogram* dari audio. Pola *audio signal* pada *mel spectrogram* akan digunakan sebagai pembanding jenis audio. Berikut merupakan alur proses CNN.



**Gambar 3.** Flowchart Proses Klasifikasi Menggunakan CNN

Pada gambar 3 merupakan flowchart dari proses klasifikasi menggunakan CNN. Pertama,

memasukan *dataset* suara kulkul. Lalu, akan dilakukan proses untuk mengekstrak *mel spectrogram* dari *dataset* suara kulkul berdasarkan *data frame* yang tersimpan pada dokumen berekstensi .xml. Setelah itu, dilakukan proses pembagian dataset menjadi 2 jenis data, yaitu *data train* dan *data test* dimana *data test* yang digunakan pada masing – masing kelas adalah berjumlah 4. Lalu, dilakukan proses *reshaping mel spectrogram* dengan warna yang seragam. Setelah dilakukan *reshaping*, dilakukan proses untuk membuat kelas dengan  $y_{train} = 5$  dan  $y_{test} = 5$  dimana  $y_{train}$  adalah label *training* dan  $y_{test}$  adalah label *testing*. Lalu, membuat CNN dengan variable  $x_{train}$ ,  $y_{train}$ ,  $x_{test}$ ,  $y_{test}$ ,  $batch\_size = 16$  dan  $epoch = 20$ . Setelah membuat CNN, akan dilakukan proses klasifikasi untuk mendapatkan keluaran berupa nilai *loss*, *accuracy*, *validation\_loss*, dan *validation accuracy*. Nilai *loss* dan *accuracy* merupakan hasil *training*. Sedangkan *validation\_loss* dan *validation\_accuracy* merupakan hasil *testing*. Hasil *training* dan *testing* akan dipresentasikan 2 jenis grafik, yaitu grafik *training and testing loss* dan *training and testing accuracy*. Setelah dilakukan proses membuat grafik, akan dilakukan pengujian model dengan *confusion matrix* dengan membuat target per kelas dan merubah nama label menjadi label sesuai jenis suara kulkul. Setelah itu, dilakukan proses untuk membuat dan menampilkan *heatmap confusion matrix* sebagai keluaran terakhir dari proses klasifikasi.

## 2.6 Confusion Matrix

*Confusion matrix* sering digunakan sebagai metode untuk melakukan evaluasi model yang digunakan untuk melakukan klasifikasi data. *Confusion matrix* merupakan *matrix* yang berisikan nilai aktual dan prediksi dari proses klasifikasi. [5] Dalam *confusion matrix*, terdapat 4 istilah, yaitu *true positive* (TP), *True Negative* (TN), *False Positive* (FP), dan *False Negative* (FN). *True Positive* adalah data *positive* yang terprediksi benar. *True Negative* adalah data *negative* yang terprediksi benar. *False Positive* adalah data *negative* tetapi terprediksi sebagai data *positive*. *False Negative* adalah data *positive* yang terprediksi *negative*. Dibawah ini merupakan tabel dari *confusion matrix*.

Tabel 1. Confusion Matrix

	Prediksi (+)	Prediksi (-)
Aktual (+)	TP	FN
Aktual (-)	FP	FN

Pada *confusion matrix* terdapat perhitungan *precision*, *recall*, dan akurasi. Berikut merupakan beberapa persamaan yang digunakan dalam perhitungan *precision*, *recall*, dan akurasi.

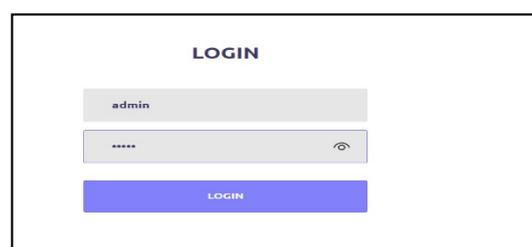
$$\text{Precision} = \text{TP} / (\text{TP} + \text{FP}) \quad (1)$$

$$\text{Recall} = \text{TP} / (\text{TP} + \text{FN}) \quad (2)$$

$$\text{Akurasi} = \text{TP} / \text{Jumlah Data Test} \quad (3)$$

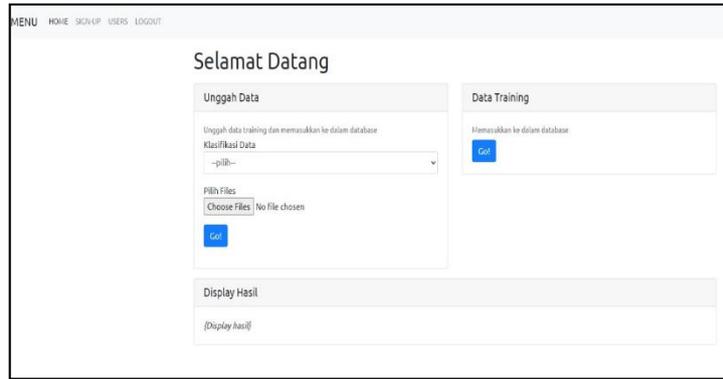
## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Implementasi Antarmuka Sistem



Gambar 4. Tampilan Antarmuka Login

Pada gambar 4 di atas merupakan tampilan menu *login*. Pada menu tersebut disediakan kotak *input username* dan *password*. Untuk melakukan *login* pada menu tersebut, pastikan *user* telah memiliki akun untuk mengakses sistem pengenal suara kulkul.



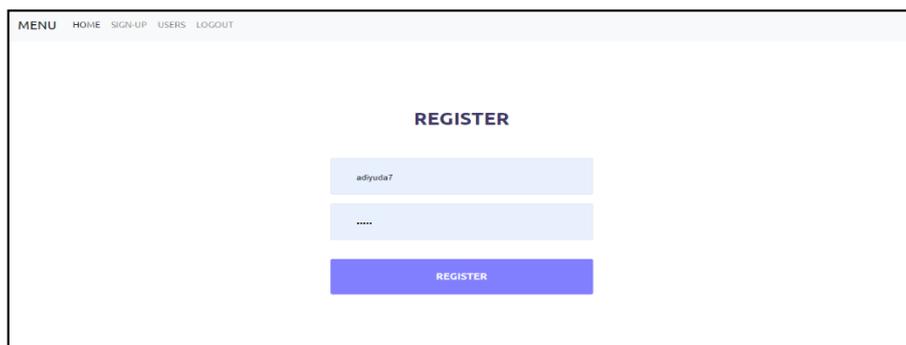
**Gambar 5.** Tampilan Antarmuka Menu Utama Admin

Gambar 5. merupakan tampilan menu utama dari sistem pengenalan suara kulkul. Pada menu utama terdapat fitur klasifikasi data untuk memilih kategori suara kulkul. Setelah memilih kategori, lalu pilih *file* dengan mengklik tombol “Choose File”. Setelah *file* suara kulkul di *upload*, terdapat 2 fitur yang bisa digunakan, yaitu *training* dan *classify*. Fitur *training* digunakan untuk sistem dapat menganalisa file yang diupload dan akan ditampilkan hasil *training dataset* suara kulkul pada kotak “Display Hasil”. Fitur *classify* digunakan untuk melakukan klasifikasi terhadap *file* yang dipilih. Hasil tersebut berupa kategori suara kulkul.



**Gambar 6.** Tampilan Antarmuka Kelola Akun

Gambar 6 diatas merupakan tampilan dari Kelola akun. Pada menu tersebut ditampilkan *username* dan *password*. Untuk melakukan perubahan klik tombol “Del” untuk menghapus akun.



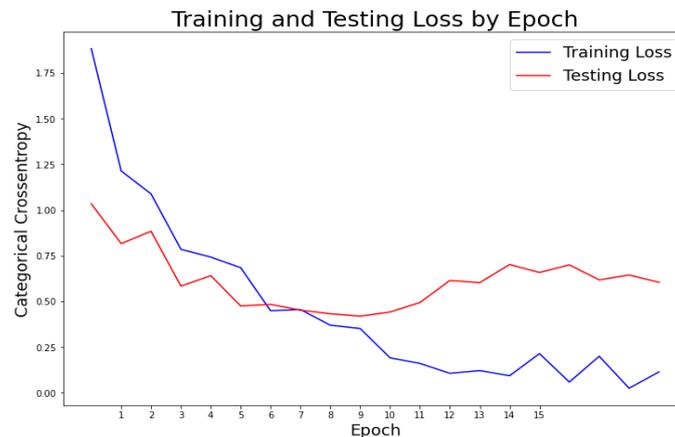
**Gambar 7.** Tampilan Antarmuka Daftar Akun

Gambar 7 merupakan tampilan daftar akun. Pada menu tersebut disediakan kotak untuk memasukkan *username* dan *password*. Setelah memasukkan *username* dan *password*, *user*

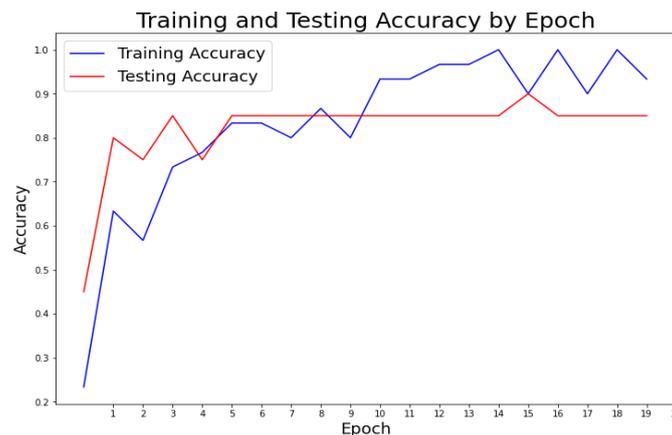
dapat melakukan klik pada tombol "Register".

### 3.2 Klasifikasi

Pada bagian ini berisikan tentang hasil dari proses klasifikasi pengenalan suara kukul. Terdapat 5 kategori suara kukul, yaitu kukul bulus, kukul kemalingan, kukul kematian, kukul orang mengamuk, dan kukul pura. Jumlah data yang digunakan adalah 50 dengan masing – masing kategori berjumlah 10. Untuk data *train* digunakan 6 file setiap kelas dan data *test* digunakan 4 file setiap kelas. Proses klasifikasi terdiri dari *training* dan *testing*. Metode yang digunakan untuk proses klasifikasi adalah *Convolutional Neural Network (CNN)* dengan *epoch* yang digunakan adalah 20. Hasil dari proses klasifikasi menggunakan CNN dapat diperhatikan pada gambar berikut.



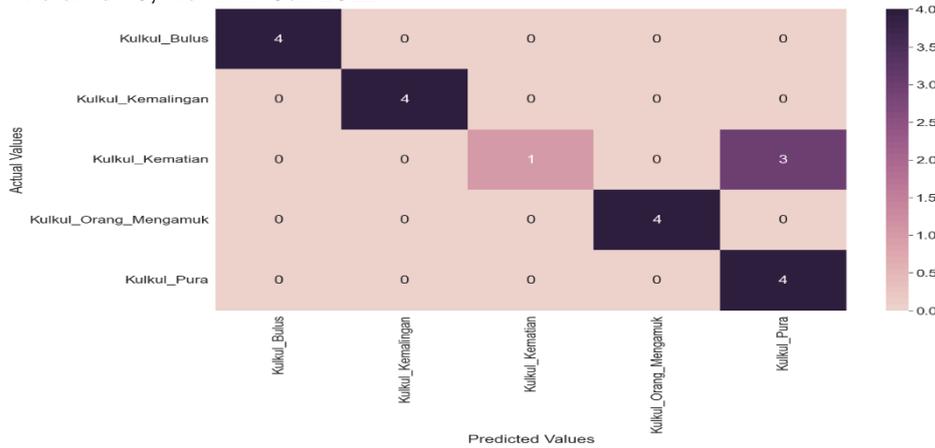
Gambar 8. Grafik *Training and Testing Loss*



Gambar 9. Grafik *Training and Testing Accuracy*

Berdasarkan grafik pada gambar 8, hasil dari *training loss* adalah 11,48% dan hasil *testing loss* adalah 60,51%. Pada gambar 9, hasil dari *training accuracy* adalah 93,33% dan hasil *testing accuracy* adalah 85%.

Pengujian model CNN dilakukan menggunakan *confusion matrix*. Hasil dari *confusion matrix* berisikan nilai *precision*, *recall*, dan *accuracy*. *Precision* dan *recall* dihitung pada masing – masing kelasnya. Sedangkan untuk *accuracy* dihitung berdasarkan jumlah data *test* yang benar dari keseluruhan data *test*. Berikut merupakan hasil pengujian model CNN dengan *confusion matrix*.



**Gambar 10.** Confusion Matrix

Berdasarkan *confusion matrix* pada gambar 10, diperoleh data yang termasuk *True Positive* (TP) atau jumlah data benar adalah kukul bulus berjumlah 4, kukul kemalingan berjumlah 4, kukul kematian berjumlah 1, kukul orang mengamuk berjumlah 4, dan kukul pura berjumlah 4. Data test yang digunakan adalah 20. Hasil *accuracy* dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Accuracy} &= \text{jumlah data benar (TP)} / \text{jumlah data test} \\
 &= (4 + 4 + 1 + 4 + 4) / 20 \\
 &= 17 / 20 \\
 &= 85\%
 \end{aligned}$$

**Tabel 2.** Hasil *Precision* dan *Recall* dari Pengujian Model CNN

Kategori Suara Kukul	Precision	Recall
Kukul Bulus	100%	100%
Kukul Kemalingan	100%	100%
Kukul Kematian	100%	33,33%
Kukul Orang Mengamuk	100%	100%
Kukul Pura	57,14%	100%

Pada tabel 2, terdapat hasil *precision* dan *recall* dari masing – masing kategori suara kukul. Hasil dari rata – rata *precision* adalah 91,42% dan rata – rata *recall* adalah 86,6%.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Untuk membangun sistem pengenalan suara kukul berbasis web diperlukan data suara kukul, kebutuhan fungsional dan non – fungsional, program untuk melakukan ekstraksi ciri, program untuk melakukan proses klasifikasi menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN), dan program untuk tampilan antarmuka yang berbasis *web*.
2. Berdasarkan hasil klasifikasi suara kukul menggunakan metode CNN, diperoleh hasil *accuracy* 85% dan tergolong baik dalam mengenali suara kukul.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Heriyanto, H., Hartati, S., & Putra, A. E. (2018). EKSTRAKSI CIRI MEL FREQUENCY CEPSTRAL COEFFICIENT (MFCC) DAN RERATA COEFFICIENT UNTUK PENGECEKAN BACAAN AL-QUR'AN. *Telematika*, 15(2).
- [2] Jaya, H., Sabran, Idris, M. M., Djawad, Y. A., Iham, & Ahmar, A. S. (2018). Kecerdasan Buatan.
- [3] Santoso, A., & Ariyanto, G. (2018). *Implementasi Deep Learning Berbasis Keras Untuk Pengenalan Wajah*, 18, `15–21.
- [4] Thohari, A., & Hertantyo, G. B. (2018). *Implementasi Convolutional Neural Network untuk Klasifikasi Pembalap MotoGP Berbasis GPU. Proceedings on Conference on Electrical Engineering, Telematics, Industrial Technology, and Creative Media*, 50–55.

- [5] Candra, D. P. (2021). *Klasifikasi Suara Dengan Ekstraksi Ciri Mel Frequency Cepstral Coefficients Menggunakan Machine Learning*. JAKARTA.

## Pengembangan Sistem *Supply Chain Management* Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) di Bali

Anak Agung Ngurah Franky Kusumanegara<sup>a1</sup>, Cokorda Rai Adi Pramatha<sup>a2</sup>,  
I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra<sup>a3</sup>, Dr. Ir. I Ketut Gede Suhartana<sup>a4</sup>,  
I Gede Arta Wibawa<sup>a5</sup>, I Komang Ari Mogi<sup>a6</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Udayana  
Bali, Indonesia

<sup>1</sup>gungfranky1996@gmail.com

<sup>2</sup>cokorda@unud.ac.id

<sup>3</sup>anom.cp@unud.ac.id

<sup>4</sup>ikg.suhartana@unud.ac.id

<sup>5</sup>gede.arta@unud.ac.id

<sup>6</sup>arimogi@unud.ac.id

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem *supply chain management*, mengurangi kejadian-kejadian seperti menumpuknya stok dan kehilangan beberapa stok di gudang Besek Bali. Penelitian ini juga mampu membantu semua UMKM yang masih menghitung semuanya secara konvensional menjadi memakai sistem *supply chain management*. Jenis data pada penelitian merupakan jenis data kuantitatif dan kualitatif karena merupakan data tertulis mengenai stok barang bulan November sampai Desember 2021 dari Besek Bali yang berupa angka dan hasil wawancara dengan pemilik Besek Bali. Metode pengambilan data dilakukan melalui metode observasi yang mana data dari Besek Bali dan wawancara akan diobservasi. Pengujian penelitian dilakukan dengan mengobservasi data yang didapat dari Besek Bali dan hasil wawancara dengan pemilik Besek Bali. Setelah data diobservasi untuk mengetahui faktor penyebab keterlambatan dan penumpukan stok, maka akan dibuatkan sistem *supply chain management* dengan metode prototype. Sistem tersebut dilakukan untuk membantu mengurangi terjadinya keterlambatan dan penumpukan stok serta mengurangi hilangnya stok di gudang.

**Kata Kunci:** Pengembangan, *Supply Chain Management*, UMKM, *Prototype*

### 1. PENDAHULUAN

Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) memiliki peranan penting dalam peningkatan perekonomian daerah maupun perekonomian suatu negara. Sebagai contoh menurut UMKM dapat mengatasi akibat dan dampak dari krisis ekonomi yang terjadi pada tahun 1997 yang mana banyak dari perusahaan-perusahaan besar mengalami kebangkrutan, sedangkan UMKM mampu bertahan dengan kondisi krisis tersebut [5]. Hal tersebut dikarenakan UMKM sebagai sektor ekonomi masyarakat dengan skala lokal, sumber daya lokal dan proses produksi sederhana yang produknya dijual secara lokal. Selain itu, sektor ini mampu meningkatkan pendapatan per kapita masyarakat karena mampu menyerap tenaga kerja yang cukup banyak.

UMKM sendiri sudah diatur oleh undang-undang yaitu undang-undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2008, yang berisi pasal 1 dinyatakan bahwa usaha mikro adalah usaha produktif milik orang perorangan dan/atau badan usaha perorangan yang memenuhi kriteria usaha mikro sebagaimana diatur dalam undang-undang tersebut [6]. Usaha kecil adalah usaha ekonomi produktif yang berdiri sendiri yang dilakukan oleh orang perorangan atau

badan usaha yang bukan merupakan anak perusahaan atau bukan cabang perusahaan yang dimiliki, dikuasai, atau menjadi bagian baik langsung maupun tidak langsung dari usaha mikro atau usaha besar yang memenuhi kriteria usaha kecil sebagaimana dimaksud dalam undang-undang tersebut. [5]

Para masyarakat berjuang untuk bersaing dalam lingkungan bisnis yang sangat dinamis. Menanggapi tekanan yang kompetitif, banyak wirausaha UMKM menggunakan platform digital untuk meningkatkan strategi bisnis mereka. Platform digital adalah teknologi yang memungkinkan perusahaan untuk mengedit dan mendistribusikan data pada skala yang belum pernah terjadi sebelumnya. Dengan adanya platform digital perusahaan dapat membangun keunggulan yang lebih kompetitif. Faktanya, platform digital memainkan peran dalam hal meningkatkan informasi [1]. Penelitian ini akan difokuskan pada salah satu UMKM di Bali yang bernama Besek Bali yang bergerak dibidang besek/tempat makan, serta sarana upacara di Bali. Pengamatan awal yang telah dilakukan oleh peneliti dengan mempelajari proses bisnis yang ada, UMKM ini belum menggunakan platform digital atau masih manual dalam penjualan, penghitungan stok dan laba. Hal tersebut menyebabkan Besek Bali sering mengalami kesulitan dalam proses penghitungan stok setiap bulannya. Selain itu, dengan proses yang masih tergolong konvensional menyebabkan Besek Bali mengalami kesimpangsiuran jumlah stok yang mengakibatkan menumpuknya stok di gudang Besek Bali. Tidak hanya itu juga, dengan tidak adanya sistem yang terstruktur Besek Bali juga sering kali mengalami kehilangan stok yaitu tidak diketahui apakah stok yang tidak ada tersebut hilang, telah terjual, atau telah dikembalikan ke pengerajin.

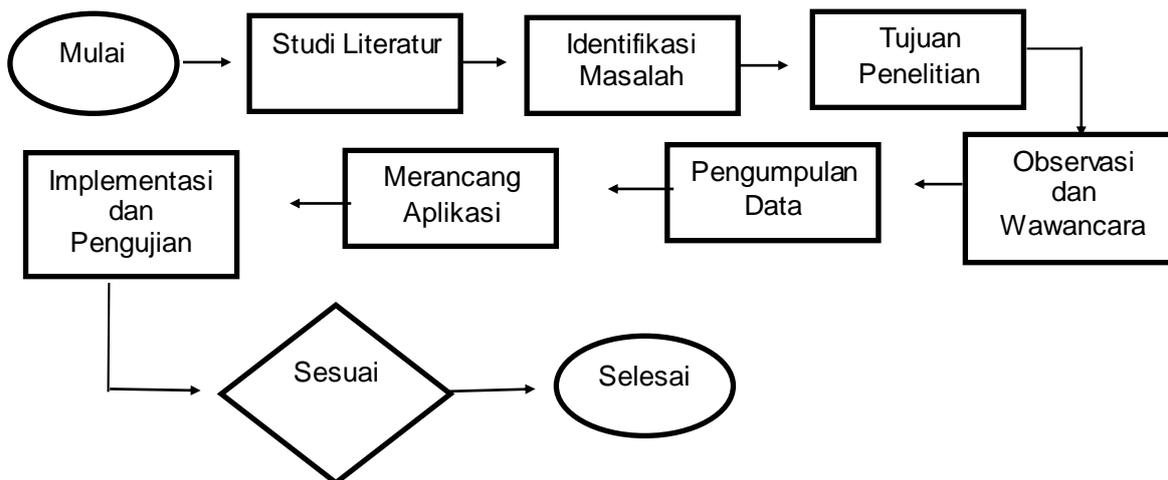
Menanggapi hal tersebut, dibutuhkan pengembangan sistem digital untuk mengantisipasi terjadinya kejadian-kejadian seperti di atas. Salah satu sistem yang dapat digunakan adalah sistem *supply chain management*. Sistem *supply chain management* merupakan sistem yang dapat mengetahui berapa kebutuhan stok yang harus dicari setiap bulannya sesuai dengan kondisi permintaan konsumen dari bulan ke bulan, mengantisipasi keterlambatan kedatangan stok tersebut, serta dapat menghitung stok [3]. Sistem ini sangat tepat digunakan di dalam gudang Besek Bali sehingga stok dapat terhitung secara tertata dan tersistematis.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan menggunakan pendekatan kualitatif yang mana dijelaskan dengan kata-kata secara deskriptif mengenai faktor penyebab keterlambatan dan penumpukan stok, pengembangan, dan pengaruh sistem *supply chain management* di UMKM Besek Bali. Penelitian ini akan menjelaskan bagaimana pengembangan dan pengaruh sistem supply chain management untuk meminimalkan faktor penyebab keterlambatan dan penumpukan stok. Metode pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan metode prototype dengan cara membuat rancangan, sampel, atau model dengan tujuan pengujian konsep atau proses kerja dari produk. Prototype merupakan sesuatu sistem potensial yang disediakan untuk pengembang serta calon pengguna yang bisa membagikan cerminan gimana kira-kira sistem tersebut hendak berperan apabila sudah disusun dalam wujud yang lengkap, dalam prosesnya diucap dengan prototyping [2].

Selain itu, penelitian ini juga menggunakan metode First In First Out (FIFO). Tata cara First In First Out (FIFO) merupakan tata cara yang menyangka barang yang dibeli lebih dahulu hingga hendak dijual lebih dahulu, sehingga harga perolehan benda yang dibeli awal kali hendak dibebankan lebih dulu selaku harga pokok penjualan [4].

Pengumpulan data dilakukan dengan data primer yaitu melalui proses observasi data yang didapat dari Besek Bali dan wawancara dengan pemilik Besek Bali. Dari data yang diperoleh kemudian dilakukan pengolahan data berdasarkan kebutuhan penelitian yaitu untuk mengetahui faktor penyebab keterlambatan dan penumpukan stok.



Gambar 1. Alur Metode Penelitian

Berdasarkan alur metode penelitian di atas, penelitian ini dimulai dari studi literatur. Studi literatur berisi referensi dan teori-teori yang dibutuhkan. Dalam hal ini lebih difokuskan pada metode supply chain management. Berikutnya dilakukan identifikasi permasalahan yang terdapat pada objek riset sekaligus merumuskan tujuan riset. Identifikasi permasalahan didapat dari hasil analisis riset pada waktu riset lapangan serta data-data diambil dari hasil wawancara dengan bagian pemilik Besek Bali. Hasil perumusan masalah ini sekaligus dijadikan tujuan dalam penelitian yang dilakukan.

Tahap selanjutnya dilakukan pengumpulan data-data yang diperlukan sebagai bahan untuk memecahkan masalah. Setelah data terkumpul, dilakukan perancangan aplikasi yang akan digunakan pada penelitian ini. Aplikasi tersebut diimplementasikan dan diuji dengan tujuan untuk mempelajari masalah-masalah yang ada dan mengambil kesimpulan dari masalah tersebut. Berikut adalah gambar dari model penelitian ini.

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah laporan penjualan dan pembelian bulan November dan Desember dari UMKM Besek Bali. Laporan penjualan tersebut berisi data yang diambil untuk kebutuhan sistem yang meliputi data barang dan jumlah stok, data harga jual dan harga beli per barang, dan data pembeli. Semua data tersimpan ke file excel yang dipecah per bulan transaksinya. Adapun atribut data yang ditambahkan yaitu minimum stok yang digunakan agar sistem dapat menjalankan fungsi memberi notifikasi atau pemberitahuan ke user saat stok suatu barang yang telah dijual mencapai batas minimum.

Tabel 1. Karakteristik Data

Field Name	Data Type	Ket.
No	Integer	Nomor Row
Tanggal	Date	Tgl Transaksi
Nama	String	Nama Barang
Masuk	Integer	Jml Masuk
Keluar	Integer	Jml Keluar
Stock	Float	Jml Stok
Harga	Float	Harga Satuan
Total Harga	Float	Harga Total
Keuntungan	Float	Laba

Metode yang akan digunakan untuk penerapan SCM pada penelitian ini adalah metode FIFO. Untuk menerapkan metode FIFO, maka data persediaan wajib memiliki atribut tanggal masuk. Namun sebelum itu, diperlukan data master barang terlebih dahulu.

### 3. HASIL DAN ANALISIS

Hasil dan analisis dalam penelitian akan dijabarkan dalam sub bab dibawah ini.

#### 3.1 Pengujian

Metode pengujian black box adalah metode yang digunakan untuk menguji sistem yang dibangun pada penelitian ini. Metode black box akan dilakukan dengan cara yang bertentangan dengan kebutuhan sistem dan memastikan sistem dapat menangani semua masukan yang tidak sesuai. Pengujian ini akan berusaha menemukan kesalahan dari sistem, misalnya:

- Fungsi-fungsi yang salah atau tidak ditemukan pada sistem
- Kesalahan dalam interface
- Kesalahan dalam struktur data
- Kesalahan dalam akses database
- Permasalahan kinerja sistem
- Inisialisasi dan kesalahan terminasi system

Skenario dan hasil pengujian sistem dirancang sebagai berikut.

#### 3.2 Hasil

**Tabel 2.** Skenario dan Hasil Pengujian *Blackbox*

Scenario	Result
Tambah data barang	Normal
Tambah data stok	Normal
Tambah data penjualan	Normal
Tambah data pembelian	Normal
Edit data barang	Normal
Edit data stok	Normal
Edit data penjualan	Normal
Edit data pembelian	Normal
Hapus data barang	Normal
Hapus data stok	Normal
Hapus data penjualan	Normal
Hapus data pembelian	Normal

Dari hasil pengujian yang dipaparkan pada tabel di atas , dapat disimpulkan bahwa sistem telah berjalan normal sesuai dengan kebutuhan yang harus dipenuhi oleh sistem ini. Ada pun pengujian sistem yang dilakukan dengan memasukkan data penjualan dan pembelian ke database dan membandingkan hasil distribusi barang yang tercatat pada sistem dengan laporan distribusi barang dari narasumber.

### 4. KESIMPULAN

Sistem berbasis web *Supply chain management* adalah sistem yang dibutuhkan untuk mengatasi permasalahan keterlambatan serta penumpukan stok datang pada UMKM Besek Bali. Dengan adanya fitur notifikasi stok barang minimum, pihak UMKM Besek Bali dapat melakukan order barang ke supplier lebih dini sehingga mencegah adanya keterlambatan. Adapun menu untuk melihat data stok per barang dan fitur penjualan yang menggunakan metode First In First Out (FIFO) agar pihak UMKM Besek Bali dapat mengetahui persediaan mereka di gudang dan mencegah terjadinya penumpukan barang-barang lama. Sistem *supply chain management* telah dibangun dengan fitur master barang, master stock, master gudang/member, master supplier, pembelian dan penjualan. Hasil pengujian *blackbox* menyatakan semua fungsi dapat berjalan dengan baik.

## REFERENSI

- [1] Falgenti, K. (2011). "Transformasi UKM ke bisnis online dengan internet marketing tools". *Jurnal Ilmiah Faktor Exacta*, 4 (1), 62-73.
- [2] O'Brien, W. J., Formoso, C. T., Vrijhoef, R., dan London, K. A. (2011). *Construction Supply chain management Handbook*. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, Amerika Serikat, 9-21.
- [3] Pujawan, I., N., dan Mahendrawathi. (2010). *Supply chain management Edisi Kedua*. Guna Widya, Surabaya.
- [4] Riswan, & Fasa, R. 2016. Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pemilihan Metode Penilaian Persediaan pada Perusahaan Dagang yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia Periode 2010-2014. *Jurnal Akuntansi dan Keuangan*. Vol. 7, No. 2.
- [5] Tambunan, Tulus. (2012). *Usaha Mikro Kecil dan Menengah di Indonesia*. Jakarta: LP3ES
- [6] Undang Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2008 Tentang Usaha Mikro, Kecil dan Menengah.

*This page is intentionally left blank.*

# Perancangan Sistem Informasi Pengelolaan Data Penjualan Pada UD Memeri

I Gede Surya Rahayuda<sup>a1</sup>, Ni Putu Linda Santiari<sup>b1</sup>

<sup>a</sup> Program Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Udayana, Bali  
<sup>1</sup>igedesuryarahayuda@unud.ac.id

<sup>b</sup> Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Informatika dan Komputer,  
Institut Teknologi dan Bisnis STIKOM Bali  
<sup>2</sup>linda\_santiari@stikom-bali.ac.id

## Abstract

*UD Memeri is one of the SMEs that sells various types of ducks. As long as this UKM is running, the quality of the ducks is sold by UD Memes are never bad. Currently, UD Memeri's sales transactions per day can reach 50 to 100 individuals. start recording sales of ducks. With manual sales and recording, it is possible for errors can occur in recording transactions. Transaction activities and product data management are still carried out in a conventional way which makes the work process take a lot of time because in the transaction process in sales, therefore an information system is needed to manage sales transaction data at UD Memeri. Making an information system cannot be developed immediately before there is a needs analysis and system described in the form of a design. The results of the analysis of user needs, there are three users of the information system, namely admin, owner, and staff. The system design is based on the analysis of user needs by designing Data Flow Diagrams (DFD) and designing databases using Entity-Relationship Diagrams (ERD), and designing an information system interface that will be built based on a website. Interface design includes admin page interface design, staff page interface design, and owner page interface design. With this design made, UD Memeri has an overview of the information system that will be built and adjusted to needs*

**Keywords:** *Planning, System, Information, Manajement, Selling.*

## 1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi membuat perubahan yang sangat signifikan terhadap penyebarannya suatu informasi. Dengan adanya era industry 4.0 ini segala informasi yang dahulunya sulit dijangkau masyarakat menjadi lebih mudah dijangkau oleh masyarakat luas dalam hitungan detik [1]. Saat ini semua sistem informasi bisa diakses dimanapun dan kapanpun selama masyarakat menggunakan teknologi yang terhubung ke internet. Dengan teknologi yang sangat maju ini berpengaruh besar terhadap teknik pemasaran yang awalnya dilakukan dengan cara manual yang hanya mengandalkan informasi yang diterima masyarakat dari masyarakat satu dengan yang lainnya. Kini dengan adanya teknologi informasi pemasaran suatu produk menjadi lebih mudah dan efisien dan lebih efektif.

UKM (Usaha Kecil dan Menengah) adalah penyangga utama perekonomian Negara Indonesia. UKM mempunyai peranan penting dalam mengurangi tingkat kemiskinan dan pengangguran dalam perekonomian Indonesia. UKM juga berperan dalam pertumbuhan ekonomi nasional, Produk Domestik Bruto (PDB) yang diciptakan, nilai tambah nasional serta penyerapan tenaga kerja. UKM berkontribusi terhadap penyerapan tenaga kerja, pembentukan. Produk Domestik Bruto (PDB), nilai ekspor dan investasi nasional. Tahun 2011, UKM di Indonesia berjumlah 55,2 juta unit atau 99,99% dari total perusahaan bisnis, mempekerjakan 101,7 juta milyar orang atau 97,24% dari total tenaga kerja, pangsa PDB nasional menurut harga berlaku sebesar Rp 4,3 triliun atau 57,9%, nilai ekspor non-migas sebesar Rp 187,4 milyar atau 16,4%

dan nilai investasi menurut harga berlaku sebesar Rp 992,2 milyar atau 50% [2]. Karena pekerjaan yang masih menggunakan sistem manual kadang kurang efektif dalam proses kerjanya.

Teknologi saat ini memiliki peran yang cukup besar dalam kehidupan manusia modern, salah satunya dalam pengelolaan transaksi penjualan dan pemasaran. UD Memeri merupakan salah satu UKM yang menjual bermacam- macam jenis itik. Selama UKM ini berjalan kualitas itik yang dijual oleh UD Memeri tidak pernah buruk. Saat ini transaksi penjualan UD Memeri perharinya bisa mencapai 50 hingga 100 ekor. mulai pencatatan penjualan itik. Dengan cara penjualan dan pencatatan yang bersifat manual tidak menutup kemungkinan akan terjadinya kesalahan dalam pencatatan saat adanya transaksi, Kegiatan di atas masih dilakukan dengan cara konvensional yang membuat proses pekerjaan memakan waktu banyak karena dalam proses transaksi dalam penjualan, maka dari itu diperlukanlah sebuah sistem informasi untuk mengelola data transaksi penjualan pada UD Memeri.

Pembuatan sistem informasi tidak dapat langsung dikembangkan sebelum adanya analisis kebutuhan dan gambaran sistem berupa rancangan. Dengan adanya rancangan sistem informasi pengelolaan data transaksi penjualan pada UD Memeri, akan membuat gambaran dari sistem informasi pengelolaan data penjualan yang sebelumnya hanya dilakukan secara manual menjadi terkomputerisasi. Hal ini akan meningkatkan kinerja dan kemudahan pegawai dalam melakukan pengelolaan data penjualan, mengurangi terjadinya tingkat resiko kesalahan dan memudahkan pemilik dalam melihat laporan pengelolaan data penjualan yang tepat dan aktual [3].

Perancangan dapat diartikan sebagai perencanaan, penggambaran, dan pembuatan sketsa atau pengaturan yang berasal dari berbagai subsistem - subsistem yang terpisah ke dalam satu sistem yang berfungsi dan utuh[4]. Pada saat membuat sistem dan membuat sub sistem yang akan digunakan pada suatu perusahaan. Sebelum membuat sistem yang ingin dibuat, pengembang aplikasi diharuskan membuat gambaran dari sistem yang akan dibangun[5]. Tujuan dari gambaran sistem ini adalah untuk memberikan gambaran umum dari sistem yang akan dibuatkan atau dikembangkan kepada setiap pengguna. Dalam pembuatan rancangan perlu adanya analisis kebutuhan yang diperlukan untuk kesesuaian kebutuhan diperlukan[6]. Pada perancangan sistem informasi pengelolaan data penjualan pada UD Memeri, diperlukan analisis kebutuhan pengguna dalam pembuatan gambaran dari sistem yang akan dikembangkan.

Penelitian sebelumnya tentang pembuatan sistem informasi pengelolaan data penjualan yaitu pertama Sistem Informasi Penjualan Pakaian Pada UD Slashrock Gear Menggunakan Framework *Laravel*. Penelitian ini dilakukan oleh Haris Dwi Prasyo tahun 2018. Pada penelitian ini perancangan dilakukan dengan menganalisis kebutuhan dan perancangan sistem dengan UML. Dengan perancangan yang dilakukan maka dihasilkanlah suatu sistem informasi penjualan pakaian pada Slashrock gear menggunakan bahasa pemrograman PHP dan framework *Laravel*. Penelitian berikutnya dengan judul Sistem Informasi Penjualan Pupuk Berbasis *E-commerce* oleh Rice Novita, Novita Sari tahun 2015. Perancangan sistem yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu perancangan dengan DFD dengan perancangan database menggunakan ERD. Dari perancangan yang dilakukan dihasilkan sistem informasi penjualan pupuk yang dapat membantu dan memudahkan pekerjaan. Penelitian ketiga dengan judul Sistem informasi pengenalan dan penjualan seni lukis wayang kamasan klungkung berbasis web oleh Ni Putu Yuliantari tahun 2018. Perancangan sistem dilakukan dengan DFD dan perancangan basis data menggunakan ERD. Hasil dari perancangan yang dilakukan dihasilkan sistem informasi web pengenalan dan penjualan wayang kamasan klungkung. Dengan sistem ini, pihak toko dapat terbantu memasarkan produk secara online, dan memperkenalkan seni lukis wayang kamasan klungkung ke masyarakat umum.

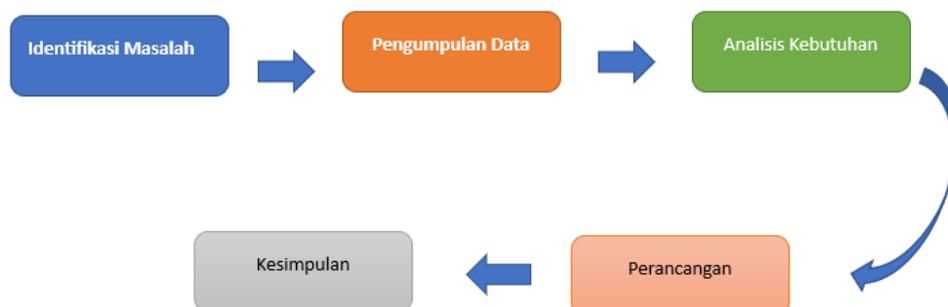
Dari beberapa penelitian yang membahas tentang pengelolaan data penjualan dengan perancangan dan implementasi sistem informasi pengelolaan data penjualan dan melihat dari permasalahan pada UD Memeri maka penulis melakukan penelitian untuk menyelesaikan permasalahan pengelolaan data penjualan pada UD Memeri. Dengan adanya pengelolaan data penjualan yang akan dilakukan akan terkumpul seluruh data dan memudahkan proses pengelolaan data dan pelaporan. Pengelolaan data ini dilakukan dengan membuat sistem pengelolaan data penjualan sesuai dengan permasalahan yang terjadi dengan merancang suatu sistem yang menghasilkan *output* yang dapat memberikan informasi mengenai data penjualan yang dimiliki oleh UD Memeri. Perancangan nantinya akan dijadikan gambaran dalam membangun sistem informasi pengelolaan data penjualan. Dengan adanya perancangan ini, UD

Memeri mempunyai gambaran atas sistem informasi yang akan dibangun dan menyesuaikan dengan kebutuhan.

## 2. Metode Penelitian

Tahap pertama dari penelitian ini adalah dengan melakukan identifikasi masalah dan dilanjutkan dengan pengumpulan data[7]. Setelah pengumpulan data dilanjutkan dengan analisis kebutuhan, perancangan dan kesimpulan. Untuk metode penelitian dapat dilihat pada gambar 1. Tahap awal yang dilakukan adalah identifikasi masalah, dalam penelitian ini yaitu melakukan pengecekan permasalahan pada UD Memeri. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data dengan studi literatur, observasi, dan wawancara yang bertujuan mengumpulkan data pendukung dalam perancangan sistem informasi pengelolaan data penjualan [8]. Pengumpulan data ini bermanfaat dalam proses perancangan agar sesuai dengan kebutuhan perusahaan. Tahapan selanjutnya yaitu analisis kebutuhan merupakan tahap menganalisis semua kebutuhan yang diperlukan dalam membangun sistem berdasarkan masalah yang telah dipaparkan pada rumusan dan batasan masalah. Analisis kebutuhan adalah tahapan yang diperlukan oleh pengguna untuk memecahkan permasalahan dalam segi sistem [9]. Tahapan ini bertujuan untuk mengumpulkan kebutuhan yang diperlukan untuk perancangan sistem informasi pengelolaan data penjualan pada UD Memeri. Proses perancangan dilakukan berdasarkan hasil dari analisis kebutuhan sistem yang telah dibahas sebelumnya. Perancangan sistem dirancang untuk mengetahui data, proses, serta alur yang ada dalam sistem yang akan dibuat [10]. Pada perancangan sistem ini menggunakan, *Data Flow Diagram* (DFD), *Entity Relationship Diagram* (ERD). Pada tahap perancangan *Data Flow Diagram* digambarkan bagaimana sistem yang dibangun berjalan secara umum.

DFD merupakan aliran data yang dapat membantu dalam memberikan informasi. Analisis sistem perlu didokumentasikan agar dapat dengan mudah dalam mengkomunikasikan informasi dan koordinasi kebutuhan data dengan pengguna sistem sehingga sistem yang akan dirancang dapat terimplementasi dengan baik sesuai dengan kebutuhan perusahaan dan pengguna sistem [11]. Adapun manfaat dari penggunaan DFD yaitu memudahkan analisis atau perancang sistem dalam memahami hubungan antara subsistem satu dengan subsistem yang lainnya pada perancangan karena sistem digambarkan secara terstruktur sehingga dapat mempermudah pengguna dalam mengkomunikasikan [12]. Perancangan *Entity Relationship Diagram* (ERD) dilakukan perancangan database sistem berdasarkan perancangan yang telah dibuat pada DFD. Perancangan database menggunakan Entity Relationship Diagram (ERD) digunakan untuk menginterpretasikan, menentukan, dan mendokumentasikan kebutuhan-kebutuhan untuk sistem pemrosesan database[13]. Proses pada ERD merupakan model data berupa notasi grafis dalam pemodelan data konseptual yang menggambarkan hubungan antara penyimpan satu dengan penyimpan yang lain [14]. ERD menyediakan bentuk untuk menunjukkan struktur keseluruhan kebutuhan data dari pemakai. Dalam ERD, data tersebut digambarkan dengan menggunakan simbol entitas. Tahapan berikutnya yaitu perancangan database secara konseptual. Berikutnya yaitu perancangan desain antarmuka sistem informasi yang akan dibangun berbasis website. Perancangan desain antarmuka ini merupakan gambaran dari antarmuka sistem informasi yang akan dibangun. Tahapan terakhir pada perancangan yaitu menarik kesimpulan dari perancangan yang dilakukan. Metode perancangan sistem informasi pengelolaan data penjualan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Analisis Kebutuhan

Analisis dalam sistem ini merupakan tahapan dalam membangun sebuah sistem yang bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan-permasalahan yang ada pada sistem tersebut. Adapun hasil analisis tersebut terdiri dari yaitu sebagai berikut:

##### 1. Analisis pengguna

Dalam hasil analisis ini, terdapat pengguna yang mengakses sistem ini terdiri dari 3 (tiga) jenis hak akses pengguna yaitu pengguna admin, pengguna staff dan pengguna owner. Ketiga pengguna ini mempunyai hak akses yang berbeda. Analisis pengguna dapat di lihat pada tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Analisis Pengguna

No.	Pengguna	Keterangan
1	Admin	Pengguna yang memiliki hak akses untuk mengelola data pengguna, data kategori, dan data barang.
2	Staff	Pengguna yang memiliki hak akses untuk mengelola transaksi penjualan dan laporan penjualan.
3	Owner	Pengguna yang memiliki hak akses untuk melihat laporan penjualan, laporan barang, dan data penjualan.

##### 2. Analisis Data

Dalam hasil analisis terdapat beberapa data yang di akses oleh pengguna. Analisis data terdiri dari data pengguna, data kategori, data barang, data penjualan, data penjualan barang. Analisis data dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2.** Analisis Data

No	Data	Keterangan
1	Pengguna	Data yang berisikan informasi mengenai data pengguna dan data yang digunakan untuk <i>login</i> ke sistem.
2	Kategori	Data yang berisikan informasi kategori dari barang.
3	Barang	Data yang berisikan informasi mengenai barang.
4	Penjualan	Data yang berisikan informasi mengenai transaksi penjualan.
5	Penjualan barang	Data yang berisikan informasi barang dan transaksi penjualan.

##### 3. Analisis Proses

Dalam analisis proses ini, terdapat beberapa proses pada sistem ini yaitu proses login, kelola data master, kelola transaksional dan cetak laporan. Analisis proses dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3.** Analisis Proses

No	Proses	Keterangan	Pengguna
1	<i>Login</i>	Merupakan proses awal yang harus dilakukan oleh semua pengguna agar dapat mengoperasikan sistem. <i>Login</i> pengguna dibedakan berdasarkan level guna memberikan hak akses yang berbeda kepada setiap pengguna sistem ini	Admin, staff Dan owner
2	Kelola Data Master	Merupakan proses pengelolaan data yang pada Kelola data pengguna, data kategori, dan data barang	Admin
3	Kelola Data Transaksional	Merupakan proses pengelolaan data yang dilakukan pada transaksi penjualan.	Staff.
4	Cetak Laporan	Merupakan proses laporan yang berupa laporan penjualan dan laporan barang	Staff dan owner

### 3.2 Perancangan Sistem

Pada tahapan ini dilakukan sebuah perancangan sistem berdasarkan hasil analisis yang telah dibahas sebelumnya. Pada tahapan ini akan dilakukan perancangan sistem dengan menggambarkan Diagram Konteks dan *Data Flow Diagram (DFD)* level 0.

#### 1. Diagram Konteks

Diagram konteks ini menggambarkan struktur dasar dari pada sistem informasi penjualan pada UD Memeri. Pada diagram konteks ini, terdapat 3 *Eksternal Entity*, yaitu Admin, Staff dan owner. Diagram konteks dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini.

#### 2. *Data Flow Diagram (DFD)* level 0

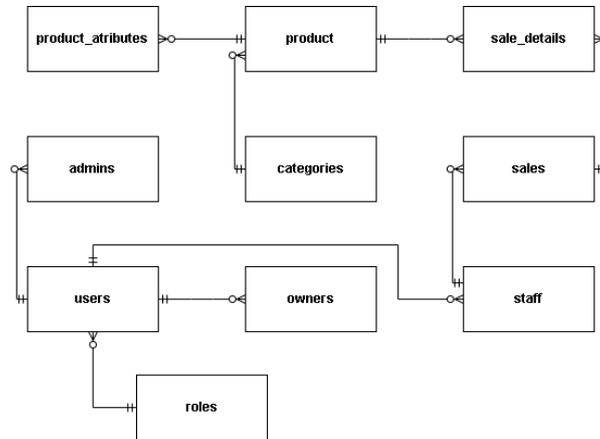
*Data Flow Diagram (DFD)* level 0 merupakan penjabaran dari diagram konteks, yang menjabarkan arus data dan proses apa saja yang akan dilakukan pada sistem dengan lebih jelas dan detail. Pada DFD level 0 ini terdapat 4 (empat) proses yaitu proses *login*, kelola data master, kelola data transaksi penjualan dan cetak laporan. Selain itu, juga terdapat 4 (empat) *data store* yaitu pengguna, kategori, barang dan penjualan. *Data Flow Diagram (DFD)* level 0 dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini.



### 3.3 Perancangan Basis Data

#### 1. ERD *Entity Relationship Diagram (ERD)*

Berikut adalah gambar *Entity Relationship Diagram (ERD)* yang menjelaskan mengenai relasi antar tabel dari Sistem informasi penjualan pada UD Memeri. Gambar *Entity Relationship Diagram (ERD)* dapat dilihat pada gambar 4 di bawah ini.



**Gambar 4.** *Entity Relationship Diagram ERD*

Atribut-atribut dari masing-masing entitas pada *Entity Relationship Diagram (ERD)* pada gambar 4 yaitu *users, admins, Staff, product\_attributes, product, categories, owners, sales, sale\_detail* dan *roles*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4.** Atribut-Atribut ERD

No	Entitas	Atribut
1	Users	Id, email, password, role_id, image, created_at, updated_at
2	Admins	Id, user_id, name, place_of_birth, date_of_birth, gender, phone, address, is_active, created_at, updated_at
3	Staff	Id, user_id, name, gender, phone, address, is_active, created_at, updated_at
4	Product_attributes	Id, product_id, stock, product_rejected, created_at, updated_at
5	Products	Id, category_id, name, price, image, created_at, updated_at
6	Categories	Id, name, created_at, updated_at
7	Owners	Id, user_id, name, place_of_birth, date_of_birth, gender, phone, address, created_at, updated_at
8	Sale_details	Id, sale_id, product_id, quantity, created_at, updated_at
9	Sales	Id, transaction_code, staff_id, discount, total, sale_date, created_at, updated_at
10	Roles	Id, name, created_at, updated_at

### 3.4 Perancangan Antar Muka

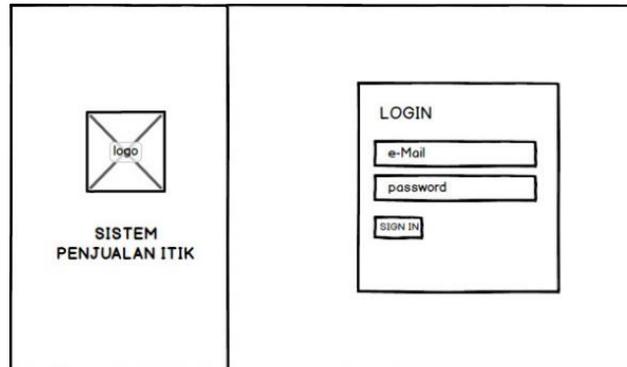
Perancangan antar muka ini akan memberikan gambaran tentang bagaimana bentuk dari tampilan sistem. Pada perancangan ini akan dibagi menjadi beberapa kelompok perancangan antar muka berdasarkan pengguna sistem, yaitu perancangan antar muka admin, staff, dan owner. Perancangan ini dibagi karena perbedaan hak akses yang dimiliki masing-masing pengguna terhadap sistem.

A. Desain Halaman Admin

Berikut ini tampilan halaman Admin sistem informasi penjualan pada UD Memeri. Pada halaman admin dimulai dari halaman login, halaman dashboard, halaman product, dan halaman transaksi.

1. Desain Halaman Login

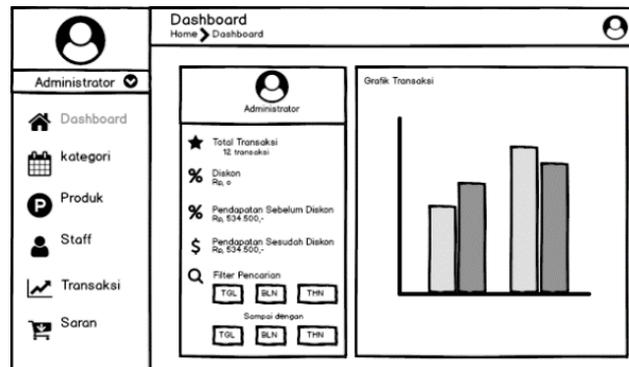
Desain halaman login untuk admin merupakan desain login yang dipergunakan oleh admin untuk sebelum masuk ke dalam sistem pengelolaan data penjualan. Ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Desain Halaman Login

2. Desain Halaman Dashboard

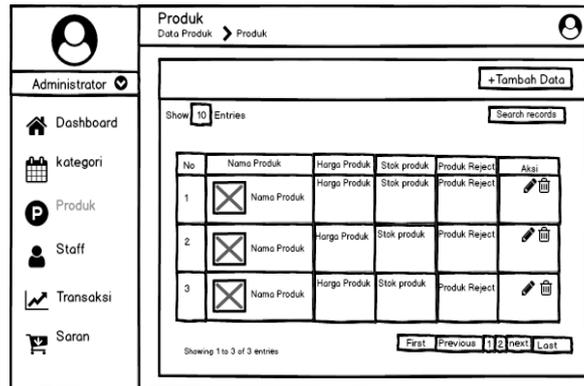
Berikut adalah desain halaman dashboard untuk admin, halaman ini muncul ketika admin berhasil login ke sistem. Ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Desain Halaman Dashboard

3. Desain Halaman Produk

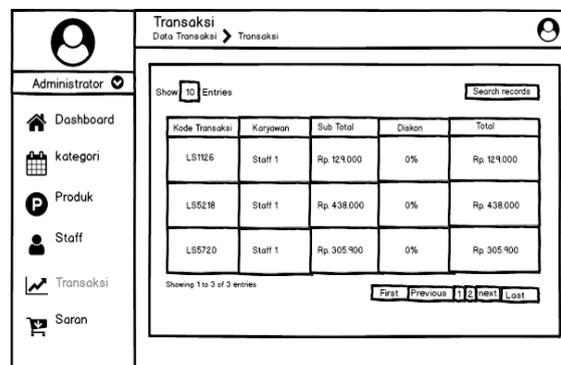
Halaman ini merupakan desain halaman produk halaman ini berisi semua produk yang dijual dan admin bisa menambah stok barang ketika admin memilih menu produk. Pada halaman produk, admin juga dapat menambah dan menghapus produk yang dijual. Desain halaman produk ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Desain Halaman Produk

#### 4. Desain Halaman Transaksi

Halaman ini merupakan desain dari halaman transaksi ketika admin memilih menu transaksi. Desain halaman transaksi ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Desain Halaman Transaksi

#### B. Desain Halaman Staff

Berikut ini tampilan halaman staff sistem informasi penjualan pada UD Memeri. Pada halaman staff akses yang bisa dilakukan yaitu halaman dashboard, halaman penjualan, dan halaman transaksi.

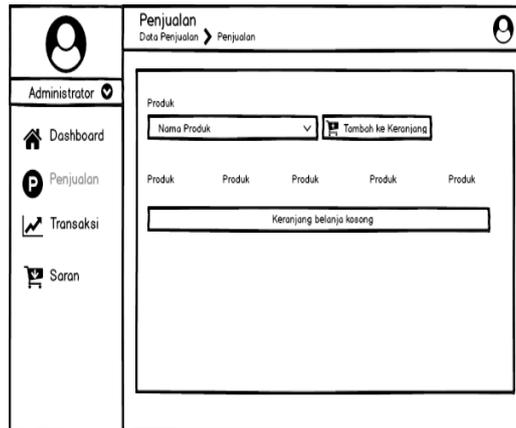
##### 1. Desain Halaman Penjualan

Halaman ini merupakan desain halaman dari menu penjualan ketika staff memilih menu penjualan. Desain halaman penjualan pada staff dapat dilihat pada gambar 9.

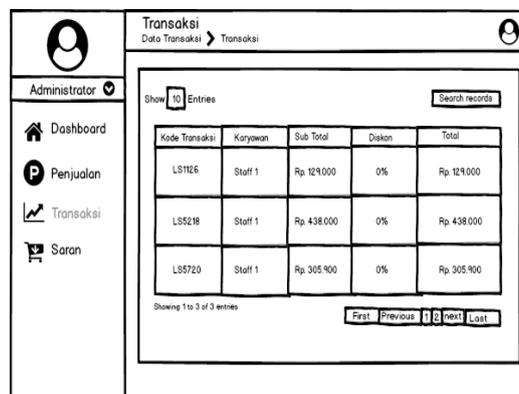
##### 2. Desain Halaman Transaksi.

Halaman ini merupakan desain dari halaman transaksi ketika staff memilih menu transaksi. Desain halaman transaksi staff dapat dilihat pada gambar 10.

I Gede Surya Rahayuda, Ni Putu Linda Santiari  
Perancangan Sistem Informasi Pengelolaan Data Penjualan Pada UD Memeri



Gambar 9. Desain Halaman Penjualan Staff



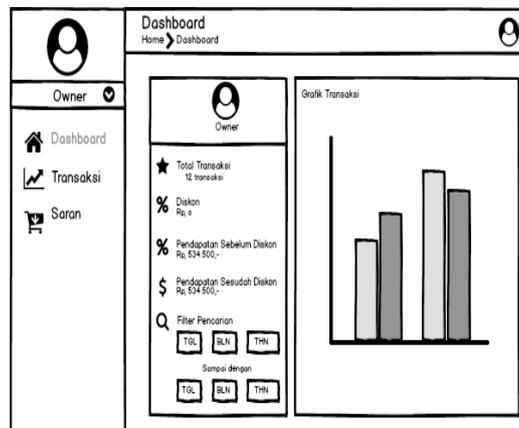
Gambar 10. Desain Halaman Transaksi

C. Desain Halaman Owner

Berikut ini tampilan halaman owner sistem informasi penjualan pada UD Memeri. Pada halaman owner akses yang bisa dilakukan yaitu halaman dashboard, halaman penjualan, dan halaman transaksi.

1. Desain Halaman Dashboard Owner

Halaman ini merupakan desain dari halaman utama dari owner. Desain halaman dashboard dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Desain Halaman Dashboard Owner

## 2. Desain Halaman Transaksi Owner

Halaman ini merupakan desain dari halaman transaksi ketika owner memilih menu transaksi. Desain halaman transaksi owner dapat dilihat pada gambar 12.

Kode Transaksi	Karjawannya	Sub Total	Diskon	Total
LS1126	Staff 1	Rp. 121.000	0%	Rp. 121.000
LS5218	Staff 1	Rp. 438.000	0%	Rp. 438.000
LS5720	Staff 1	Rp. 305.900	0%	Rp. 305.900

Gambar 12. Desain Halaman Transaksi Owner

## 4. Kesimpulan

Perancangan sistem informasi pengelolaan data penjualan pada UD Memeri dapat dilakukan dengan melakukan analisa kebutuhan. Analisis kebutuhan yang dilakukan yaitu analisis kebutuhan pengguna. Kebutuhan pengguna (user) yang dipergunakan dalam perancangan ini yaitu admin, staff, dan owner dari kebutuhan pengguna dilanjutkan dengan perancangan sistem dengan DFD (*Data Flow Diagram*) dan ERD (*Entity Relationship Diagram*). Pada perancangan DFD, terdapat tiga pengguna yaitu admin, staff dan owner dengan empat proses. Empat proses tersebut pertama yaitu login, kelola data master, kelola data transaksional, dan cetak laporan. Pada perancangan ERD, Terdapat 11 entitas dengan atribut-atribut dari masing-masing entitas pada *Entity Relationship Diagram (ERD)* yaitu users, admins, Staff, product\_attributes, product, categories, owners, sales, sale\_detail dan roles. Untuk perancangan desain antarmuka merupakan gambaran desain antarmuka halaman sistem informasi yang akan dibangun berdasarkan pengguna meliputi desain antarmuka halaman login, desain antarmuka halaman admin, desain antarmuka halaman staff dan desain antarmuka halaman owner. Sesuai perancangan sistem informasi pengelolaan data penjualan telah dilakukan pada UD Memeri yang telah dilakukan diharapkan dapat dikembangkan dan diimplementasikan sesuai kebutuhan perusahaan dan dapat mempermudah proses pengelolaan data penjualan pada UD Memeri.

## Daftar Pustaka

- [1] D. Krisnawati, "Peran perkembangan teknologi digital pada strategi pemasaran dan jalur distribusi UMKM di Indonesia," *J. Manaj. Bisnis Krishnadwipayana*, vol. 6, no. 1, pp. 69–74, 2018.
- [2] Y. R. Suci, "Perkembangan UMKM (Usaha mikro kecil dan menengah) di Indonesia," *J. Ilm. cano Ekon.*, vol. 6, no. 1, pp. 51–58, 2017.
- [3] D. Pratama and T. Sugiharto, "Analisis Dan Perancangan Sistem Informasi Akuntansi Penggajian Pada PT Karya Murni Indah," *Pros. KOMMIT*, 2014.
- [4] A. Saragih, E. R. Simarmata, and J. Maslan, "Perancangan Aplikasi E-Library Menggunakan Bahasa Pemrograman PHP Pada Universitas Methodist Indonesia," *J. Times*, vol. 4, no. 1, pp. 31–35, 2015.
- [5] I. H. Santi, *Analisa perancangan sistem*. Penerbit NEM, 2020.
- [6] M. Azam, M. Azinar, and A. I. Fibriana, "Analisis Kebutuhan dan Perancangan 'Ronda Jentik' sebagai Model Pemberdayaan Masyarakat dalam Pemberantasan Sarang Nyamuk," *Unnes J. Public Heal.*, vol. 5, no. 4, pp. 294–305, 2016.
- [7] S. Lnu, "Identifikasi Masalah, Rumusan Masalah Dan Tujuan Masalah, Kegunaan Penelitian," 2020.
- [8] T. Rachmawati, "Metode Pengumpulan Data dalam Penelitian Kualitatif," *UNPAR Press. Bandung*, 2017.
- [9] N. A. Rahmawati and A. C. Bachtiar, "Analisis dan perancangan sistem informasi perpustakaan sekolah berdasarkan kebutuhan sistem," *Berk. Ilmu Perpust. dan Inf.*, vol.

- 14, no. 1, pp. 76–86, 2018.
- [10] M. P. Sari, S. Setiawansyah, and A. Budiman, “Perancangan Sistem Informasi Manajemen Perpustakaan Menggunakan Metode Fast (Framework For The Application System Thinking)(Studi Kasus: SMAN 1 Negeri Katon),” *J. Teknol. Dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 69–77, 2021.
- [11] D. E. F. E. Febriyanti and N. Mukarromah, “PERANCANGAN SISTEM Informasi Aplikasi Petir (Pengaduan, Kritik Dan Saran) Mahasiswa Berbasis Digital,” *J. Ind. Eng. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 36–46, 2020.
- [12] K. Hapsari and Y. Priyadi, “Perancangan Model Data Flow Diagram Untuk Mengukur Kualitas Website Menggunakan Webqual 4.0,” *J. Sist. Inf. Bisnis*, vol. 1, pp. 66–71, 2017.
- [13] I. G. S. Widharma, “Perancangan Simulasi Sistem Pendaftaran Kursus Berbasis Web Dengan Metode Sdlc,” *Matrix J. Manaj. Teknol. dan Inform.*, vol. 7, no. 2, pp. 38–41, 2017.
- [14] E. A. Muharyanto and M. Rasyid, “Perancangan Framework Sistem Informasi Pengisian Kartu Rencana Studi Akademik,” *Syntax Lit. J. Ilm. Indones.*, vol. 6, no. 6, pp. 2768–2781, 2021.



ISSN



E-ISSN