



FRAMEWORK REBA UDAYANA SEBAGAI METODE ANALISIS RESIKO KERJA DINAMIS SECARA PREVENTIF MENGGUNAKAN SIMULASI KOMPUTER

¹Pande Ketut Sudiarta

²Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Badung, Bali, Indonesia
sudiarta@unud.ac.id

²Made Sudarma, ³Rukmi Sari Hartati, ⁴Ida Bagus Alit Swamardika
^{2,3,4} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Badung, Bali, Indonesia
²msudarma@unud.ac.id
³rukmisari@unud.ac.id
⁴gusalit@unud.ac.id

Abstract— Posture yang salah dalam bekerja akan mengakibatkan resiko kecelakaan akibat kerja diantaranya MsD. Posture kerja dapat dianalisis menggunakan Konsep Biomekanik. Reba salah satu metode analisis Biomekanik meliputi seluruh bagian tubuh. *Reba Employee Worksheet Assessment* digunakan untuk mendapatkan hasil analisis resiko kerja. Untuk mempercepat analisis dan dapat dilakukan secara preventif diperlukan *computer method in Biomechanics*. Pada analisis preventive membutuhkan simulator sehingga pekerja tidak terlibat langsung dalam pengujian stasiun kerja. Framework Reba-Udayana adalah model analisis kerja dinamis yang dapat diterapkan secara preventif. Menggunakan simulator *Digital Human Modeling (DHM) Tecnomatix Jack ver. 9* dan software yang dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman PHP. Framework Laravel dan database MySQL Hasil analisis ditampilkan dalam bentuk grafik resiko kerja sebagai fungsi waktu sesuai perubahan posture selama bekerja. Optimasi dapat dilakukan dengan merubah posture simulasi dan atau stasiun kerja sampai diperoleh hasil yang optimal. Validitas software diuji menggunakan metode *black box analysis*. Validasi software menunjukkan hasil sesuai dengan yang diharapkan. Framework diujikan pada pekerjaan memindahkan 4 unit CPU dari rak inventory ke meja kerja. Hasil menunjukkan Framework Reba Udayana mendapatkan hasil analisis sesuai metode Reba. Optimasi dapat dilakukan dengan cepat karena hanya merubah posture simulasi. Framework Reba-Udayana dapat dilakukan secara preventif, sehingga pekerja terhindar dari resiko kecelakaan akibat kerja.

Kata Kunci— DHM, MSD, Reba, Simulasi

I. PENDAHULUAN

Postur tubuh pada saat bekerja menentukan risiko akibat bekerja [1]. Postur tubuh yang salah mengakibatkan risiko terjadinya Musculoskeletal Disorders (MSDs) [2]. Ilmu yang mempelajari tentang interaksi fisik seorang pekerja dengan mesin, perkakas, dan material lainnya, dimana tujuannya adalah untuk menjaga kinerja pekerja dan mencegah cedera atau meminimalkan dampak yang akan timbul dari aktivitas fisik tersebut, merupakan biomekanik kerja [3]. Beberapa metode analisis risiko terkait pekerjaan antara lain Niosh, Reba, Reba dan Owass [4]. Reba memberikan analisa pada seluruh bagian tubuh [5]. Untuk melakukan analisis risiko pada metode REBA digunakan Reba Employee Worksheet Assessment [6]. Cara ini cocok untuk mengamati satu postur tubuh saat bekerja. Hal ini tidak cocok jika seseorang ingin mengamati risiko terkait pekerjaan dalam pekerjaan dinamis di mana postur tubuh berubah seiring fungsi waktu. Banyak lembar kerja penilaian diperlukan untuk menentukan skor risiko sebagai fungsi dari perubahan postur. Teknologi informasi diperlukan untuk dapat menganalisa risiko dari setiap pergerakannya. Untuk mendapatkan data postur tubuh saat bekerja ada beberapa metode yang telah digunakan,

diantaranya adalah dengan menggunakan virtual reality [7]. Penggunaan teknologi Kinect juga bertujuan untuk mendapatkan data postur saat bekerja [8]. Virtual Reality dan Kinect Usage dapat dilakukan untuk stasiun kerja dan atau pekerja yang sudah bekerja. Untuk mendapatkan hasil analisis desain stasiun kerja preventif diperlukan metode simulasi [9]. Simulasi proses kerja akan memudahkan perbaikan stasiun kerja dan proses kerja. Selain itu, analisisnya dapat dilakukan secara preventif. Saat ini, sejumlah aplikasi Digital Human Modeling dapat digunakan untuk mensimulasikan proses pergerakan manusia [10] [11]. Siemens sebagai salah satu pengembang Digital Human Modeling mengembangkan Tecnomatix Jack yang mampu mensimulasikan postur kerja [12]. Siemens bahkan merilis produk Program Akademik sehingga lisensinya dapat diperoleh secara gratis [13]. Saat ini Tecnomatix Jack sudah mampu mengeluarkan output berupa posture saat pekerja sedang bekerja. Antropometri pekerja dapat menggunakan data yang tersedia di tecnomatix Jack, atau dari data sekunder seperti yang terdapat pada antropometri Indonesia yang dipublikasikan di website <https://antropometriindonesia.org> [14], atau juga dapat melakukan pengukuran sendiri dengan menggunakan antropometer. Salah satu file keluaran yang dihasilkan oleh tecnomatix Jack adalah prediksi strength statis (SSP.csv). Dibutuhkan teknologi informasi untuk mengolah file tersebut sehingga dapat dihasilkan suatu analisis kerja yang dinamis dengan menggunakan metode REBA. Proses kerja mulai dari survei, data postur tubuh hingga perolehan hasil analisis menurut metode Reba digabungkan dalam bentuk kerangka yang disebut kerangka Reba-Udayana. Dengan adanya Framework Reba-Udayana diharapkan dapat mempermudah dalam melakukan analisis pekerjaan dinamis dengan metode REBA. Selain itu dengan penggunaan simulasi analisis risiko dapat dilakukan sejak disain dan bersifat preventif. Gambar 1 menunjukkan lembar kerja penilaian Reba yang dikembangkan dalam analisis kerja dinamis.

The image shows a detailed 'REBA Employee Assessment Worksheet'. It is divided into two main sections: 'A. Neck, Trunk and Leg Analysis' and 'B. Arms and Wrist Analysis'. Each section contains diagrams of the human body with numbered points for assessment, followed by a grid for recording scores. The worksheet includes instructions for each step, such as 'Step 1: Locate Neck Position' and 'Step 11: Add Coupling Score'. At the bottom, there are tables for 'Table C Scores' and 'Activity Score', which are used to calculate the 'Final REBA Score'. A legend at the bottom left explains the risk levels: 2 = negligible risk, 3 = low risk, 4 = moderate risk, 5 = high risk, and 6 = very high risk. The worksheet also includes fields for 'Task name', 'Date', and 'provided by Practical Experience'.

GAMBAR 1. REBA EMPLOYEE WORKSHEET ASSESSMENT

II. METODE DAN PROSEDUR

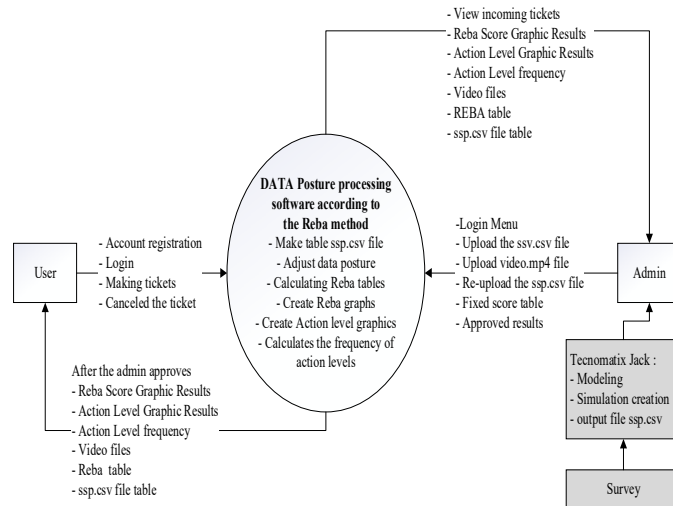
Metode pembuatan Framework Reba Udayana meliputi 3 tahapan, yaitu : Survey dimana pada penelitian ini dilakukan di Ruangan kerja teknisi PT Baliyona Saguna yang bertempat di jalan Batanghari Denpasar-Bali. Survey untuk mendapatkan data antropometri pengguna, data objek dan data lingkungan. Data survey digunakan untuk membuat model manusia, model objek dan model lingkungan menggunakan DHM Tecnomatix Jack versi 9. Dilanjutkan pembuatan simulasi menggunakan menu *Task Simulation Builder* (DHM) pada DHM Tecnomatix Jack. Hasil simulasi berupa file data posture selama bekerja yang disimpan dalam file ssp.csv. Ada sejumlah output file yang diperoleh tetapi dalam penelitian ini hanya menggunakan file ssp.csv dan file video proses kerja. Untuk mendapatkan hasil analisis resiko kerja maka dibuat software pengolah data menggunakan bahasa pemrograman PHP [15]. Framework yang digunakan adalah Laravel [16]. Database menggunakan mysql [17]. Input dari software pengolah data adalah file ssp.csv dan file video yang diperoleh dari output simulasi. Setelah upload file hasil simulasi, software secara otomatis melakukan perhitungan untuk mendapatkan faktor resiko dalam bentuk grafik resiko kerja sebagai fungsi waktu. Jika dibutuhkan optimasi maka dengan cara merubah data posture simulasi dan atau stasiun kerja, kemudian memasukkan kembali ke software pengolah data sampai mendapatkan hasil yang paling optimal. Software diujikan dengan metode *black box analysis*. Pengujian Framework Reba

Udayana pada pekerjaan memindahkan 4 unit CPU dari rak inventory yang ditempatkan dari atas ke bawah menuju ke meja kerja. Pada proses kerja tersebut akan dilihat faktor resiko yang muncul.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Model:

Flowchart pada Framework Reba Udayana ditampilkan dalam bentuk model seperti yang diperlihatkan pada gambar 2. Komponen utama pada model ini ada 3 yaitu Proses Survey, proses pembuatan simulasi dan proses pengolahan data menggunakan software yang dibuat.



GAMBAR 2. MODEL FRAMEWORK REBA UDAYANA

Proses dimulai dengan survey untuk mengetahui proses kerja, antropometri pekerja, objek dan lingkungsn. Hasil survey digunakan untuk pembuatan model model manusia, objek dan lingkungan menggunakan DHM Tecnomatix Jack ver.9. Dari model dibuatkan simulasi menggunakan menu *Task Simulation Builder* (TSB) dan diperoleh file ssp.csv dan file video yang nantinya sebagai input pada software yang dibuat. Pada bagan kedua tahapan yaitu survey dan pembuatan simulasi diberikan warna abu-abu. Hal ini menyatakan kedua proses tersebut diluar software analisis yang dibuat. Software analisis dibuat menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan framework Laravel dan database MySQL. Proses pada software dimulai dengan regiatriasi user ke domain <https://kerjadinamis.web.id>. Dilanjutkan dengan pembuatan tiket sebagai permohonan ke admin untuk dilakukan pengujian terhadap stasiun kerja. Saat admin login maka tiket akan diterima oleh admin sehingga admin dapat menghubungi user untuk membuat kesepakatan kapan akan dikunjungi. Admin melakukan survey terhadap proses kerja, data pekerja dan lingkungan kerja. Hasil survey digunakan untuk membuat model dan simulasi pada DHM Tecnomatix Jack ver. 9. Proses ini untuk mendapatkan file ssp.csv dan file video yang nantinya digunakan admin sebagai input software yang dibuat. Setelah admin melakukan submit terhadap file ssp.csv maka software akan menghitung data posture perkerja dalam proses kerja sesuai metode Reba. Hasilnya akan ditampilkan dalam bentuk grafik Reba dan Grafik resiko. Disamping itu software juga menampilkan frekuensi masing-masing resiko beserta video proses kerja untuk membandungkan hasil yang diperoleh. Jika diperoleh score resiko yang tinggi maka proses dapat kembali merubah posture kerja atau stasiun kerja dan diolah kembali menggunakan software analisis sampai diperoleh hasil yang optimal.

3.2 Validitas Software dengan metode Black Bock Analisis

Pengujian validitas dari software menggunakan metode *black box analysis*. Hasil pengujian menunjukkan sesuai dengan yang diharapkan. Contoh tabel pengujian diperlihatkan pada pada Tabel 1.

3.3 Pengujian Framework Reba Udayana pada proses kerja

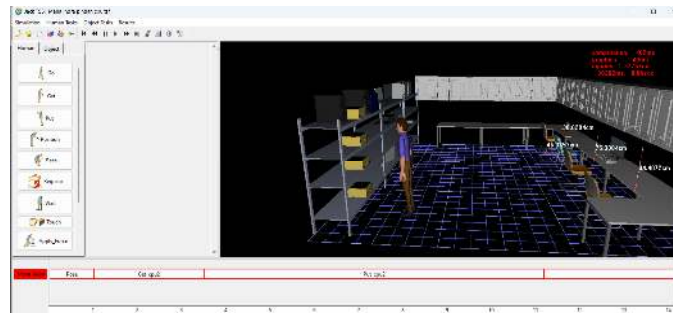
Setelah software pengolah data diujikan dan mendapatkan hasil valid, selanjutnya dilakukan pengujian kinerja framework Reba Udayana pada proses kerja teknisi PT. Baliyoni Saguna memindahkan CPU dari rak ke meja kerja. Skenario pada proses kerja adalah teknisi memindahkan 4 unit CPU pada ketinggian berbeda pada rak inventory. Akan dilakukan analisis terhadap proses kerja tersebut

TABEL 1. TEST ITEMS : ADMIN OUTPUT MENU

User Acceptance test Document		Doc No: 4	
Posture data processing software		Tester : Software Developer	
		Test Items: User Output Menu	
ID	OUTPUT MENU		Results
	Test description	Results obtained	Received
4.1	Displaying analyzed work process data	Analyzed work process data	Received
4.2	Displaying Reba Graphics	Reba Graphics	Received
4.3	Displaying Action Level Graphics	Action Level Graphics	Received
4.4	Displays Action Level Frequency	Action Level frequency	Received
4.5	Showing Simulation Video	Video Simulation	Received
4.6	Displaying Reba Table	Reba Table and Action Level Filters	Received
4.7	Displaying ssp.csv	ssp.csv tabel	Received

Tiket yang dibuat user secara otomatis akan diterima admin pada saat admin login ke domain tersebut. Urutan tiket yang diterima admin sesuai dengan waktu pembuatan tiket oleh user. Admin dapat menghubungi user untuk menentukan waktu proses survey dilakukan. Survey ditujukan untuk mendapatkan data antropometri, data objek dan lingkungan. Data antropometri dapat pula menggunakan data sekunder dari web antropometri orang indonesia. Antropometri juga dapat menggunakan data antropometri yang terdapat pada DHM Tecnomatix Jack ver.9 walaupun jumlah datanya terbatas. Hasil survey dibuatkan model manusia pada tecnomatix Jack. Model manusia kemudian dilanjutkan pembuatan model tempat kerja dan lingkungan. Dari model dilanjutkan dengan pembuatan simulasi pada menu task simulation builder seperti yang terdapat pada gambar 3.

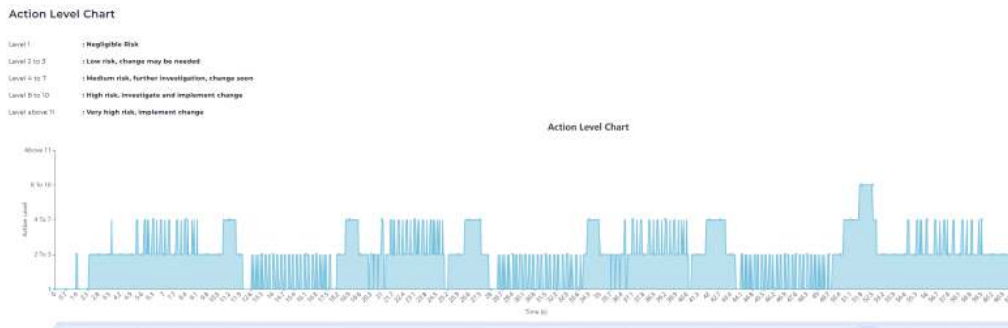
Sampai disini proses penggunaan DHM Tecnomatix Jack sudah selesai. Hasil yang diperoleh berupa file ssp.csv dan file video yang digunakan sebagai input pada software analisis data. Pengisian form upload CSV file. Beberapa variabel yang penting diisi diantaranya nama analist, jenis pergerakan, berat benda yang dibawa, file video yang sudah di convert ke mp4 dan file ssp.csv yang berisi perubahan posture simulasi selama proses kerja. Dibagian paling bawah terdapat pilihan metode yang digunakan. Pada penelitian ini dipilih metode Reba. Setelah berhasil melakukan upload file maka software secara otomatis melakukan perhitungan sesuai dengan worksheet metode Reba. Setiap posture dilakukan perhitungan selama proses kerja.



GAMBAR 3. SIMULASI KERJA PADA TASK SIMULATION BUILDER

Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik untuk memudahkan melihat perbandingan hasilnya pada proses kerja. Hasil perhitungan grafik Reba dihitung tingkat Resiko yang mungkin terjadi seperti diperlihatkan pada gambar 4. Tingkat Resiko sesuai dengan metode Reba.

Frekuensi kemunculan dari masing-masing resiko juga ditampilkan seperti yang terlihat pada gambar 5. Frekuensi kemunculan ini penting jika dilakukan optimasi. Pada optimasi akan dilihat pengurangan tingkat kemunculan resiko yang lebih tinggi. Proses optimasi dengan mengulang proses simulasi kerja dan memasukkan kembali file ssp.csv sampai diperoleh hasil yang optimal.



GAMBAR 5. GRAFIK ACTION LEVEL

Hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk grafik untuk memudahkan melihat perbandingan hasilnya pada proses kerja. Hasil perhitungan grafik Reba dihitung tingkat Resiko yang mungkin terjadi seperti diperlihatkan pada gambar 4. Tingkat Resiko sesuai dengan metode Reba.

Frekuensi kemunculan dari masing-masing resiko juga ditampilkan seperti yang terlihat pada gambar 5. Frekuensi kemunculan ini penting jika dilakukan optimasi. Pada optimasi akan dilihat pengurangan tingkat kemunculan resiko yang lebih tinggi. Proses optimasi dengan mengulang proses simulasi kerja dan memasukkan kembali file ssp.csv sampai diperoleh hasil yang optimal.

Action Level Frequency

Score	Frequency
1	114
2 To 3	1684
4 To 7	331
8 To 10	26
Above 11	0

GAMBAR 5. GAMBAR FEKUENSI KEMUNCULAN RESIKO KERJA

Dari uraian pada proses pengujian diperoleh hasil Framework Reba Udayana mampu mensimulasikan proses kerja dinamis dan software telah menunjukkan hasil analisis sesuai dengan metode Reba dalam bentuk grafik. Penggunaan simulasi pada framework Reba Udayana menjadikan framework ini dapat dilakukan secara preventif. Manusia, Objek dan lingkungan dapat dibuat secara simulasi sehingga pekerja terhindar dari kecelakaan setelah bekerja. Para Desainer stasiun kerja maupun proses kerja dapat melihat faktor resiko dari stasiun kerja yang ada dan dapat melakukan optimasi dengan merubah stasiun kerja atau posture saat bekerja. Seperti pada gambar 8, grafik pada saat mengambil CPU pada posisi terendah menunjukkan score resiko yang tinggi. Permasalahan ini setelah dianalisis ternyata pengambilan CPU dilakukan dengan membungkuk. Jika simulasi dirubah dengan posture menjengkok maka score resiko yang dihasilkan lebih rendah. Posis meja kerja juga terlalu rendah sehingga saat meletakkan CPU score resiko lebih tinggi. Hal ini dapat diatasi dengan menambah tinggi meja kerja. Dari uraian ini bahwa optimasi dapat dilakukan tanpa membuat mock-up sehingga biaya produksi menjadi lebih rendah.

Dari sejumlah kemampuan yang telah didapatkan masih terdapat beberapa kekurangan dalam penerapan Framework Reba Udayana, diantaranya : DHM yang digunakan hanya mampu memberikan analisis pada satu orang saat bekerja. Jika pekerjaan dilakukan lebih dari satu orang bersamaan maka analisis tidak dapat dilakukan. Hal kedua adalah pada file ssp.csv belum dapat memperlihatkan data kapan benda yang dipegang pekerja diletakkan atau dibawa. Untuk itu perlu penyempurnaan lagi.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah penerapan computer method pada analisis kerja dinamis menggunakan metode Reba dapat dilakukan secara Preventif dengan menggunakan Framework Reba-Udayana. Preventif berarti

pekerja akan terhindar dari kecelakaan akibat kerja. Framework ini juga akan menghemat biaya desain akibat dari optimasi dapat dilakukan secara simulasi

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diucapkan pada Siemens Software Industries yang telah memberikan grant software Digital Human Modeling Tecnomatix Jack Versi 9 pada Fakultas Teknik Universitas Udayana sehingga dapat peneliti gunakan sebagai DHM pada pembuatan Framework Reba Udayana.

Daftar Pustaka

- [1] Y. Thamrin, S. Pasinringi, A. M. Darwis, and I. S. Putra, "Relation of body mass index and work posture to musculoskeletal disorders among fishermen," *Gac. Sanit.*, vol. 35, 2021, doi: 10.1016/j.gaceta.2020.12.022.
- [2] V. S. Redivo and B. Olivier, "Time to re-think our strategy with musculoskeletal disorders and workstation ergonomics," *South African J. Physiother.*, vol. 77, no. 1, 2021, doi: 10.4102/sajp.v77i1.1490.
- [3] F. Ghezalbash, A. Shirazi-Adl, A. Plamondon, and N. Arjmand, "Comparison of different lifting analysis tools in estimating lower spinal loads – Evaluation of NIOSH criterion," *J. Biomech.*, vol. 112, p. 110024, Nov. 2020, doi: 10.1016/J.JBIOMECH.2020.110024.
- [4] D. Kee, "An empirical comparison of OWAS, RULA and REBA based on self-reported discomfort," *Int. J. Occup. Saf. Ergon.*, vol. 26, no. 2, pp. 285–295, Apr. 2020, doi: 10.1080/10803548.2019.1710933.
- [5] M. Hita-Gutiérrez, M. Gómez-Galán, M. Díaz-Pérez, and Á. J. Callejón-Ferre, "An overview of reba method applications in the world," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 17, no. 8, MDPI AG, Apr. 02, 2020, doi: 10.3390/ijerph17082635.
- [6] S. Anwar, "Penilaian Resiko Aktivitas Manual Material Handling dengan Pendekatan Penilaian Resiko Aktivitas Manual Material Handling dengan Pendekatan Postural di Industri Pengolahan Teh Orthodox," *J. Saini*, vol. 12, no. 1, 2015.
- [7] F. Caputo, A. Greco, M. Fera, G. Caiazzo, and S. Spada, "Simulation techniques for ergonomic performance evaluation of manual workplaces during preliminary design phase," in *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2019, vol. 822, doi: 10.1007/978-3-319-96077-7_18.
- [8] V. M. Manghisi, A. E. Uva, M. Fiorentino, M. Gattullo, A. Boccaccio, and A. Evangelista, "Automatic ergonomic postural risk monitoring on the factory shopfloor -The Ergosentinel tool," in *Procedia Manufacturing*, 2020, vol. 42, pp. 97–103, doi: 10.1016/j.promfg.2020.02.091.
- [9] D. Ahmad, S. Hashem, K. Abbady, and S. Kasap, "Digital human modeling and simulation to correct work postures in dentistry," 2018.
- [10] P. Alipour, H. Daneshmandi, M. Fararuei, and Z. Zamanian, "Ergonomic design of manual assembly workstation using digital human modeling," *Ann. Glob. Heal.*, vol. 87, no. 1, 2021, doi: 10.5334/aogh.3256.
- [11] A. R. Mohammed, M. O. Mohamed, Y. A. Alhubaishy, K. A. Nasser, and I. S. Fahim, "Ergonomic analysis of a working posture in steel industry in Egypt using digital human modeling," *SN Appl. Sci.*, vol. 2, no. 12, 2020, doi: 10.1007/s42452-020-03872-y.
- [12] D. P. Boros and K. Hercegf, "Digital Human Modelling in Research and Development – A State of the Art Comparison of Software," 2020, doi: 10.1007/978-3-030-27928-8_82.
- [13] S. PLM, "Academic partner grant." Siemens Industry Software Inc., US, 2020, [Online]. Available: <https://www.sw.siemens.com/en-US/academic/academic-partner-grant/>.
- [14] PEI, "Antropometri Indonesia," 2013. <https://antropometriindonesia.org/>.
- [15] A. H. Odeh, "Analytical and comparison study of main web programming languages-ASP and PHP," *TEM J.*, vol. 8, no. 4, 2019, doi: 10.18421/TEM84-58.
- [16] Z. Subecz, "Web-development with Laravel framework," *Gradus*, vol. 8, no. 1, 2021, doi: 10.47833/2021.1.csc.006.
- [17] W. Nugraha and M. Syarif, "Penerapan Metode Prototype Dalam Perancangan Sistem Informasi Penghitungan Volume Dan Cost Penjualan Minuman Berbasis Website," *JUSIM (Jurnal Sist. Inf. Musirawas)*, vol. 3, no. 2, 2018, doi: 10.32767/jusim.v3i2.331.