

DESAIN PERBAIKAN POSTUR KERJA OPERATOR MAINTENANCE PADA PT MININDO MENGGUNAKAN SOFTWARE SOLIDWORK DENGAN PENDEKATAN ANTROPOMETRI

¹Marulan Andivas, ²Dimaz Harits, ³Agus Hindarto Wibowo, ⁴Riandimas Nursava Putra

^{1,2,4}Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Balikpapan

³Teknologi Industri, Program Pendidikan Vokasi, Institut Sains dan Teknologi AKPRIND

Jl. Pupuk Raya Gn. Bahagia Balikpapan

Jl. Kalisahak No.28 Kompleks Balapan, Yogyakarta, 55222

Email: andivas@uniba-bpn.ac.id, dimaz.harits@uniba-bpn.ac.id, bagushind@akprind.ac.id, riandimas98@gmail.com

ABSTRACT

When working on diesel engine repairs, operators at PT. Minindo mostly does its job by sitting on the machine it is working on. The operator's job analysis was carried out using the REBA method, based on the analysis a score of 11 was obtained which means that the risk is very high so that work methods are needed to be improved. The proposed improvement is to make a staircase design using Indonesian anthropometric data. The ladder design is made so that the operator does not have to be on top of the machine when working, because there is a risk of falling and musculoskeletal disorders Based on data processing, the height of the ladder is 137cm, the height of the top rung is 115cm, the width of the ladder is 177cm, the width of the steps is 20cm, the depth of storage for tools is 81cm, the width for storing tools is 47cm. The ladder is expected to reduce the risk of accidents, as well as improve the work posture of PT. Minindo. The stairs sizes obtained are then applied to Solidwork software

Keywords: Anthropometry, Musculoskeletal Disorders, REBA, Working Posture, Solidwork Software.

1 PENDAHULUAN

PT Minindo merupakan perusahaan perbaikan dan perawatan mesin diesel kendaraan artik. Dalam perbaikan/perawatan mesin perusahaan melakukan yang terbaik dan tidak membutuhkan waktu yang lama dalam pengerjaan untuk menjaga kepercayaan pelanggan. Perusahaan wajib memperhatikan keselamatan [1] dikarenakan operator melakukan perbaikan secara manual serta melakukan gerakan berulang dalam periode waktu 9 jam /hari 6 hari kerja. Saat melakukan pekerjaan operator berharap meminimalkan tenaga untuk hasil yang maksimal [2], faktor internal dan external menyebabkan hal tersebut tidak tercapai [3] [4]. Dalam penelitiannya disampaikan bahwa biaya produktivitas hilang sebesar 2% disebabkan oleh MSDs [5]. Postur kerja tidak sesuai dengan operator menjadi penyebab utama tidak tercapainya hasil maksimal dalam melakukan pekerjaan [6].

Dalam wawancara, pengakuan operator mengalami nyeri dan pegal pada bagian pinggang serta kaki yang sering disebut dengan gangguan *Musculoskeletal disorder* [7], permasalahan tersebut wajib ditangani guna mencegah cedera yang berkelanjutan [8] bahkan dapat berdampak kesehatan mental karena bekerja tidak dengan semestinya [9]. Operator melakukan pekerjaannya di atas mesin (ketinggian) dimana dalam peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2016 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Dalam Pekerjaan Pada Ketinggian, menetapkan pekerja wajib menggunakan Alat Pelindung Diri agar terhindarkan dari hal yang tidak diinginkan [10]. Adapun kegiatan operator PT Minindo dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Operator Melakukan Perbaikan

Berdasarkan permasalahan tersebut maka, akan dilakukan perbaikan menggunakan metode REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) terhadap pekerja yang menangani *maintenance* PT Minindo. Metode REBA merupakan alat untuk menganalisa gambar disaat pekerja melakukan pekerjaannya [11]. Data yang terdapat pada metode REBA ialah sudut pada posisi kerja yang di ukur menggunakan busur [12] [13]. Hasil akhir dalam penelitian ini mendesign alat bantu bekerja dengan data antropometri menggunakan software solidwork, dalam penelitiannya antropometri membantu desain produk yang ergonomis [14] [15].

2 TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian sebelumnya telah melakukan penelitian yang sama, seperti penelitian yang bertujuan untuk membandingkan tiga metode observasi dari Sistem Analisis Postur Kerja Ovako (OWAS), Rapid Upper Limb Assessment (RULA), dan Rapid Seluruh Tubuh Assessment (REBA) berdasarkan ketidaknyamanan seluruh tubuh. Ketidaknyamanan diukur oleh lima belas siswa percobaan.

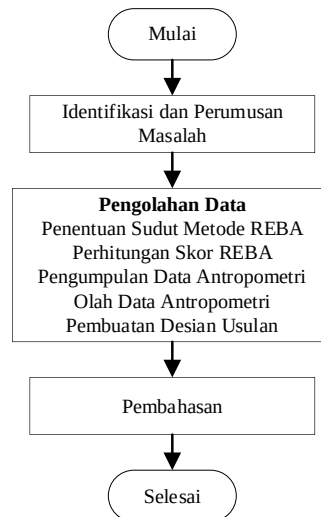
Sebagai variabel independen, beban eksternal, tinggi, dan jarak tangan digunakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hanya dua variabel independen, yaitu tinggi dan jarak tangan, memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kategori tindakan OWAS. Sebaliknya, ketiga variabel independen, yaitu beban eksternal, memberikan pengaruh yang signifikan terhadap skor ketidaknyamanan, RULA grand, dan REBA.

Dibandingkan dengan kategori tindakan OWAS dan REBA, skor besar lebih linier berkorelasi dengan ketidaknyamanan. RULA biasanya menilai beban postur untuk postur yang diuji lebih tinggi daripada OWAS dan REBA. Berdasarkan temuan ini, disimpulkan bahwa dari tiga metode yang tersedia untuk memperkirakan tekanan postur dalam konteks penelitian ini, RULA mungkin yang terbaik [16].

Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi bagian tubuh tertentu yang disebabkan oleh metode konvensional dan intervensi (bantuan mesin) pemanenan dengan menggunakan evaluasi Rapid Upper Limb (RULA) dan Evaluasi Rapid Seluruh Tubuh (REBA). Survei menunjukkan bahwa teknik panen konvensional mungkin meningkatkan risiko nyeri punggung bawah (LBP) karena postur membungkuk yang berulang. Selain itu, dampak gaya dan beban biomekanik belakang tidak diperhitungkan dengan baik [17].

3 METODE PENELITIAN

Penelitian ini melakukan pengukuran langsung bertujuan untuk analisa postur kerja operator *maintenance* PT Minindo. Penelitian ini menggunakan metode *Rapid Entire Body Assessment* (REBA), REBA merupakan metode yang dikembangkan dalam bidang ergonomi dan dapat menilai posisi kerja atau postur kerja leher, punggung, lengan, pergelangan tangan, dan kaki operator dengan cepat [18]. Adapun alur penelitian dapat dilihat pada gambar 2.

**Gambar 2 Alur Penelitian**

3.1 Keluhan Musculoskeletal

Musculoskeletal Disorders (MSDs) masih belum mendapatkan perhatian serius, padahal berpengaruh terhadap produktivitas Perusahaan [19]. MSDs sendiri ialah penyakit yang disebabkan oleh salah satu faktor yaitu faktor fisik, faktor fisik berkaitan dengan peralatan, tempat kerja tidak tepat, postur kerja, pengalaman kerja, waktu kerja dan waktu istirahat [20]

3.2 REBA (Rapid Entire Body Assessment)

Postur kerja dalam penelitian ini dianalisa menggunakan REBA yang memiliki kriteria risiko [21] seperti pada tabel 1

Tabel 1 Kriteria Risiko

Kriteria Risiko	Skor
Sangat Rendah	1
Rendah	2-3
Sedang	4-7
Tinggi	8-10
Sangat Tinggi	11-15

3.3 Antropometri

Perbaikan desain kursi pernah dilakukan, dalam penelitiannya menggunakan data antropometri untuk menentukan kisaran ketinggian, kedalaman, dan sudut sandaran [22]. Menerapkan antropometri ke dalam desain dapat membantu meningkatkan produktivitas dan efisiensi [23]. Adapun beberapa rumus pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut:

Kecukupan data

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{(N \sum X^2) - (\sum X)^2}}{\sum^2} \right]^2$$

Penelitian melakukan pengujian kecukupan data Dengan tingkat kepercayaan 95% atau $k=1,96$. Keseragaman data

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - X_i)^2}{N-1}}$$

Rumus diatas digunakan untuk menentukan batas kontrol atas/batas kontrol bawah

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dari penelitian analisis postur kerja operator maintenance PT Minindo dengan metode REBA dan Antropometri sebagai Berikut:

4.1 REBA (Rapid Entire Body Assessment)

Langkah awal dalam metode REBA yaitu melakukan penentuan sudut saat melakukan pekerjaan menggunakan busur, sehingga diperoleh seperti gambar berikut:



Gambar 3 Sudut Postur Kerja

Hasil penentuan sudut operator maintenance PT Minindo diperoleh *Trunk* 35°, *neck* 25°, *legs* 92°, *upper arm* 0°, *lower arm* 0°, *wrist* 15°.

Tabel 2 Grup A Perbaikan Mesin

Tabel A		Trunk				
		1	2	3	4	5
Legs						
Neck = 1	1	1	2	2	3	4
	2	2	3	4	5	6
	3	3	4	5	6	7
	4	4	5	6	7	8
Legs						
Neck = 2	1	1	3	4	5	6
	2	2	4	5	6	7
	3	3	5	6	7	8
	4	4	6	7	8	9
Legs						
Neck = 3	1	3	4	5	6	7
	2	3	5	6	7	8
	3	5	6	7	8	9
	4	6	7	8	9	9

Pada skor grup A diperoleh *trunk* 4, *neck* 2, *legs* 4 dan jika nilai *trunk*, *neck* dan *legs* dimasukkan kedalam tabel grup A, maka akan diperoleh hasil akhir yaitu sebesar 8

Tabel 3 Grup B Perbaikan Mesin

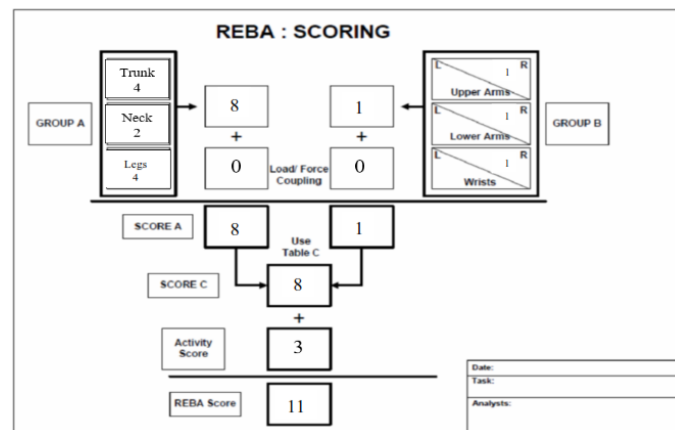
Tabel B		Upper Arm					
		1	2	3	4	5	6
Wrist							
Lower Arm = 1	1	1	1	3	4	6	7
	2	2	2	4	5	7	8
	3	3	3	5	5	8	8
Wrist							
Lower Arm = 2	1	1	2	4	5	7	8
	2	2	3	5	6	8	9
	3	3	4	5	7	8	9

Hasil skor grup B diperoleh upper arm 1, lower arm 1, wrist 1 dan jika nilai upper arm, lower arm dan wrist dimasukkan kedalam tabel grup B, maka akan diperoleh hasil skor akhir yaitu 1.

Tabel 4 Skor A dan B

Skor A	Tabel C											
	Skor B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	11	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Dapat dilihat pada Tabel 4. Skor A dan B, skor A dengan nilai 8 dan skor B dengan nilai 1 sehingga nilai akhir yang diperoleh pada tabel C yaitu 8. Sehingga REBA scoring dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 REBA Scoring

Pekerjaan perbaikan mesin pada PT Minindo beraktivitas tubuh statis, gerakan berulang dan pergeseran tubuh sehingga diberikan skor 3. Dengan demikian, skor tabel C dijumlahkan dengan activity score memiliki skor akhir 11.

4.2 Antropometri

Data antropometri diperoleh dengan menggunakan bank data antropometri Indonesia sebanyak 10 sebagai sampel, dapat dilihat pada tabel 4.

a. Pengolahan Data Antropometri

Tabel 5 Uji Kecukupan dan Keseragaman Data

	Tbb	Tsb	Rt	Ptlk	Jt	Lb
N'	1,45	2,37	0,99	2,8	3	1,4
BKA	153	117	185	20	88	48
BKB	135	100	167	17	74	42

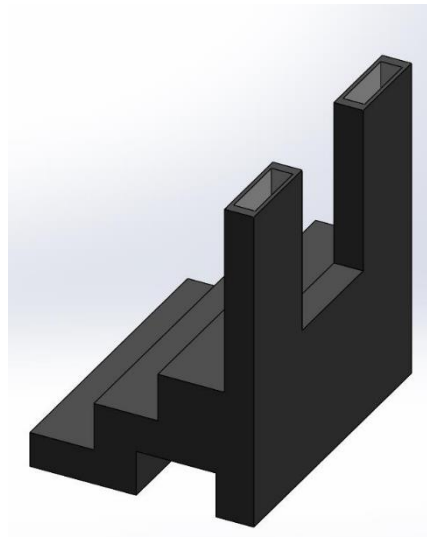
Berdasarkan tabel 5, data dinyatakan cukup karena $N' < N$ serta data dinyatakan seragam karena tidak melebihi BKA dan BKB.

b. Hasil Perancangan

Usulan yang di ajukan dalam penelitian ini ialah dengan membuat desain tangga untuk operator *maintenance* yang memperbaiki mesin

Desain Tangga

Desain tangga dibuat untuk membantu memperbaiki mesin, sehingga tidak mengharuskan operator bekerja di atas mesin. Desain tangga yang di usulkan dapat membantu mengurangi resiko kecelakaan. Desain tangga yang dibuat menggunakan solidowork dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Desain Tangga

Produk tangga dirancang memiliki desain ergonomis, sehingga operator dapat bekerja dengan nyaman, efisien, ukuran yang di sesuaikan dengan operator serta memungkinkan untuk dipindahkan karna relatif ringan.

Produk tangga dibuat berbeda karena menyesuaikan kebutuhan operator pengerjaan mesin artic PT Minindo dengan membuat kantong/tempat penyimpanan alat disetiap sisi anak tangga paling atas dan terdapat lubang dibawah anak tangga yang bertujuan agar memudahkan menyesuaikan penempatan anak tangga disamping mesin yang akan diperbaiki. Adapun ukuran yang digunakan pada produk tangga tersebut dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6 Perhitungan Persentil Antropometri

No	Dimensi Komponen	Dimensi Antropometri	Persentil	Ukuran (cm)
1	Tinggi Tangga	Tinggi Bahu Berdiri (TBB)	5	137,2
2	Tinggi anak tangga paling atas	Tinggi Siku Berdiri (TSB)	95	115
3	Lebar Tangga	Rentang Tangan (RT)	50	177
4	Lebar anak tangga	Panjang Telapak Lengan Kaki (PTLK)	95	20
5	Kedalaman penyimpanan alat – alat	Jangkauan Tangan (JT)	50	81
6	Lebar penyimpanan alat - alat	Lebar Bahu (LB)	95	47

5 KESIMPULAN

Berdasarkan pengamatan, olah data serta analisa, maka dapat disimpulkan, terdapat permasalahan postur kerja operator bagian *maintenance* PT Minindo, hal tersebut diketahui setelah dilakukan analisa menggunakan *Rapid Entire Body Assesment* (REBA) dengan posisi kerja operator yang memiliki skor akhir 11 (level risiko sangat tinggi). Untuk mengurangi risiko tersebut

perancangan produk diberikan sebagai solusi, antropometri digunakan dalam penentuan dimensi ukuran produk tangga yang dirancang.

Ukuran produk tangga dibuat dengan enam dimensi komponen, tinggi tangga persentil 5 yaitu 137,2cm, tinggi anak tangga paling atas persentil 95 yaitu 115cm, lebar tangga persentil 50 yaitu 177cm, lebar anak tangga yaitu persentil 50 yaitu 20cm, kedalaman penyimpanan alat-alat persentil 50 yaitu 81, dan lebar penyimpanan alat-alat persentil 95 yaitu 47cm. Produk tangga dirancang memiliki desain sangat membantu bagi operator operator pengerjaan mesin artic PT Minindo untuk mengurangi risiko saat bekerja serta meningkatkan efisiensi.

REFERENSI

- [1] S. O. Baek and D. Wee, "Influence of personal cooling at local body parts on workers' thermal comfort levels under thermal environments with elevated ambient temperatures: A model study," *Int J Ind Ergon*, vol. 95, no. May, p. 103456, 2023, doi: 10.1016/j.ergon.2023.103456.
- [2] G. Aiello, P. Catania, M. Vallone, and M. Venticinque, "Worker safety in agriculture 4.0: A new approach for mapping operator's vibration risk through Machine Learning activity recognition," 2022, doi: 10.1016/j.compag.2021.106637.
- [3] Y. Liu, P. Wang, H. Fang, and N. Ma, "Mitigation of residual stress and deformation induced by TIG welding in thin-walled pipes through external constraint," *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 15, pp. 4636–4651, 2021, doi: 10.1016/j.jmrt.2021.10.035.
- [4] A. Chakraborty, M. Al Amin, and R. Baldacci, "Analysis of internal factors of green supply chain management: An interpretive structural modeling approach," *Cleaner Logistics and Supply Chain*, vol. 7, no. February, p. 100099, 2023, doi: 10.1016/j.clscn.2023.100099.
- [5] P. Andriani, M. Tejamaya, B. Widanarko, and A. A. Putri, "Ergonomic assessment in metal-based small industries in Bogor Regency, Indonesia, 2019," *Gac Sanit*, vol. 35, pp. S360–S363, 2021, doi: 10.1016/j.gaceta.2021.10.051.
- [6] T. S. Ogedengbe et al., "Ergonomics Postural Risk Assessment and Observational Techniques in the 21st Century," *Procedia Comput Sci*, vol. 217, pp. 1335–1344, 2023, doi: 10.1016/j.procs.2022.12.331.
- [7] F. Beuß, J. Sender, and W. Flügge, "Ergonomics simulation in aircraft manufacturing – Methods and potentials," *Procedia CIRP*, vol. 81, no. March, pp. 742–746, 2019, doi: 10.1016/j.procir.2019.03.187.
- [8] P. Paisant et al., "Content validity of a novel resistance training program for secondary prevention of work-related shoulder musculoskeletal disorders," 2022, doi: 10.1016/j.rehab.2021.101585.
- [9] M. Andivas, D. Harits, A. H. Wibowo, E. A. Thoriq, and I. Ghazali, "The Mental Workload Analysis on Female Educators During Covid-19 Pandemic Using Nasa-TLX Method," *Spektrum Industri*, vol. 21, no. 1, pp. 32–40, 2023, doi: 10.12928/si.v21i1.87.
- [10] Permenaker No. 9 Tahun, "Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 9 tahun 2016 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Dalam Pekerjaan Pada Ketinggian," *Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Dalam Pekerjaan Pada Ketinggian*, vol. 4, no. 2. pp. 200–207, 2016.
- [11] 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, pp. S79–S82, 2021, doi: 10.1016/j.gaceta.2020.12.022.

- [12] M. QURTHUBY, R. Rayendra, and J. Manik, “Analisis Postur Kerja di Pt. Toba Pulp Lestari Menggunakan Metode Rapid Entire Body Assessment (REBA),” *Jurnal Surya Teknik*, vol. 9, no. 2, pp. 416–422, 2022, doi: 10.37859/jst.v9i2.4357.
- [13] J. Erwin and M. Viki, “Mengukur Resiko Ergonomi Pemindahan Tabung Gas Di Operasi Onshore Receiving Facility (Orf)Pt Abc Sebelum Dan Sesudah Intervensi Dengan Metode Reba,” *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, vol. 4, no. 2, pp. 265–273, 2023.
- [14] Ahmat Abdul Muis, Dwiky Kurniawan, Fauzan Ahmad, and Tri Atmaja Pamungkas, “Rancangan Meja Pengatur Ketinggian Otomatis Menggunakan Pendekatan Antropometri Dengan Metode Quality Function Deployment (QFD),” *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, vol. 1, no. 2, pp. 114–122, 2022, doi: 10.55826/tmit.v1i2.26.
- [15] K. Alex, W. I. Kurnia, D. Harits, and Misrianto, “Usulan Perbaikan Sistem Kerja Membatik dengan Pendekatan Ergonomi Makro untuk Mengurangi Keluhan Musculoskeletal Disorders,” vol. 10, pp. 662–667, 2023.
- [16] D. Kee, S. Na, M. C.-I. J. of I. Ergonomics, and undefined 2020, “Comparison of the Ovako working posture analysis system, rapid upper limb assessment, and rapid entire body assessment based on the maximum holding times,” *Elsevier*, Accessed: Sep. 28, 2023. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169814119303919>
- [17] M. K. F. Abd Rahman et al., “Comparative Study of Rapid Upper Limb Assessment (RULA) and Rapid Entire Body Assessment (REBA) between Conventional and Machine Assisted Napier Grass Harvest Works,” *Applied Mechanics and Materials*, vol. 786, pp. 275–280, 2015, doi: 10.4028/www.scientific.net/amm.786.275.
- [18] A. H. Wibowo and A. Mawadati, “The analysis of employees’ work posture by using Rapid Entire Body Assessment (REBA) and Rapid Upper Limb Assessment (RULA),” in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing Ltd, Apr. 2021. doi: 10.1088/1755-1315/704/1/012022.
- [19] P. Mangiring, “Literatur Review Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Keluhan Musculoskeletal Disorders (Msd) Pada Pekerja Bagian Packing Tahun 2020,” vol. 01, pp. 117–125, 2023.
- [20] P. Srirug, K. Jongjit, O. Muansri, Y. Somton, N. Kongbankhong, and P. Sengsoon, “Prevalence and factor associated work-related musculoskeletal disorders of students in virtual classroom,” *Heliyon*, vol. 9, no. 8, p. e18461, 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e18461.
- [21] F. Mallapiang, Azriful, Nildawati, Syarfaini, M. Muis, and Adriansyah, “The relationship of posture working with musculoskeletal disorders (MSDs) in the weaver West Sulawesi Indonesia,” *Gac Sanit*, vol. 35, pp. S15–S18, 2021, doi: 10.1016/j.gaceta.2020.12.005.
- [22] G. Shan, “Exploring the intersection of equipment design and human physical ability: Leveraging biomechanics, ergonomics/anthropometry, and wearable technology for enhancing human physical performance,” *Advanced Design Research*, vol. 1, no. 1, pp. 7–11, 2023, doi: 10.1016/j.ijadr.2023.04.001.
- [23] H. Castellucci et al., “Applied anthropometry for common industrial settings design: Working and ideal manual handling heights,” *Int J Ind Ergon*, vol. 78, no. April, 2020, doi: 10.1016/j.ergon.2020.102963.