

ANALISIS POSTUR KERJA PADA PROSES PRODUKSI DI UMKM TEMPE MURNI AS SOLIHIN

Aprilia Arianti Lestari; Raden Danang Aryo Putro Satriyono

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

UMKM Tempe Murni As Solihin dalam melakukan beberapa proses produksi masih belum menggunakan alat bantu sehingga postur kerja kurang ergonomis yang berpotensi menimbulkan gangguan *musculoskeletal disorders* (MSDs). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat keluhan MSDs dan menilai risiko ergonomis pada pekerja, sehingga dapat memberi rekomendasi pembuatan alat bantu dalam postur kerja untuk meningkatkan kenyamanan dan lebih ergonomis. Penelitian dilakukan pada tiga pekerja di UMKM tersebut dengan menggunakan metode NBM, WERA dan QFD serta ada data antropometri untuk membantu dalam mengukur alat bantu yang dibuat. Metode *Nordic Body Map* (NBM) digunakan untuk mengidentifikasi keluhan MSDs, metode *Workplace Ergonomic Risk Assessment* (WERA) untuk menilai tingkat risiko ergonomi, serta *Quality Function Deployment* (QFD) diterapkan untuk mengidentifikasi keinginan pekerja dalam merancang desain alat bantu. Hasil penilaian dari metode NBM menunjukkan bahwa stasiun kerja pada aktivitas pengayakan memiliki keluhan tertinggi dengan total skor 62,33. Sedangkan untuk hasil metode WERA didapatkan skor tertinggi dari stasiun kerja pengayakan sebesar 48 (High) dimana dikategorikan sebagai risiko tinggi sehingga menjadi prioritas utama untuk diperbaiki. Metode QFD dapat mengidentifikasi permintaan pekerja dengan merancang alat bantu desain meja troli *adjustable* yang dapat meningkatkan ergonomi dan mengurangi risiko keluhan MSDs. Hasil simulasi menunjukkan bahwa terjadi penurunan tingkat risiko WERA pada stasiun kerja pengayakan dari skor 48 (High) menjadi 27 (Low).

Kata Kunci: Ergonomi, MSDs, NBM, QFD, WERA

Abstract

The Tempe Murni As Solihin MSME still does not use assistive devices in several of its production processes, resulting in less-than-ergonomic work postures that have the potential to cause musculoskeletal disorders (MSDs). This study aims to analyze the prevalence of MSD complaints and assess ergonomic risks among workers, thereby providing recommendations for the development of assistive devices to improve work postures, enhance comfort, and promote greater ergonomics. The study was conducted on three workers at the SME using the NBM, WERA, and QFD methods, and anthropometric data was collected to assist in sizing the assistive devices. The Nordic Body Map (NBM) method was used to identify MSD complaints, the Workplace Ergonomic Risk Assessment (WERA) method to assess the level of ergonomic risk, and Quality Function Deployment (QFD) was applied to identify workers' preferences in designing the assistive devices. The results of the NBM assessment showed that the workstation for sifting activities had the highest number of complaints, with a total score of 62.33. As for the results of the WERA method, the highest score of 48 (High) was obtained from the screening workstation, which is categorized as high risk and thus becomes a top priority for improvement. The QFD method can identify worker needs by designing an adjustable trolley table that improves ergonomics and reduces the risk of MSDs. Simulation results show that the WERA risk level at the screening workstation decreased from a score of 48 (High) to 27 (Low)..

Keywords: Ergonomics, MSDs, NBM, QFD, WERA

1. PENDAHULUAN

Tempe dianggap sebagai makanan tradisional Indonesia yang tinggi akan kandungan protein, dibuat dengan cara fermentasi kedelai dengan bantuan jamur *Rhizopus oligosporus*, dan telah menjadi sumber utama protein dalam makanan sehari-hari masyarakat Jawa sejak abad ke-16 (Ningtyas & Amaliah, 2023). Dari berbagai jenis tempe, tempe kedelai adalah yang paling terkenal dan umum dikonsumsi oleh masyarakat sehari-hari karena rasanya yang lezat, teksturnya yang padat, harganya yang terjangkau dan ketersediaannya yang melimpah (Aryanta, 2023). *Work Musculoskeletal Disorders* (WMSDs) adalah salah satu jenis gangguan yang memengaruhi bagian tubuh manusia. Faktor penyebab dari gangguan ini adalah postur kerja yang belum memenuhi prinsip ergonomis pada para pekerja (Fathimahhayati et al., 2021). Jika aspek ergonomi diabaikan dalam perancangan metode kerja, stasiun kerja, dan peralatan, hal ini dapat mengakibatkan penurunan hasil produksi, peningkatan biaya operasional, serta risiko yang lebih tinggi terhadap kecelakaan kerja dan cedera pada pekerja (Annisah et al., 2025). Selain itu, penerapan ergonomi menghasilkan suasana yang mendukung produktivitas jangka panjang serta kesejahteraan pekerja secara keseluruhan (Kee, 2022). Salah satu usaha pembuatan tempe yang mengalami permasalahan *musculoskeletal* yaitu di UMKM Tempe Murni As Solihin Gedangan Kaliwuluh. Proses produksi pada pembuatan tempe tidak menggunakan alat bantu sehingga mengakibatkan keluhan *musculoskeletal disorders*, yang ditunjukkan pada Gambar 1. Permasalahan postur kerja pada proses pengayakan.



Gambar 1. Permasalahan Postur Kerja

Dalam pelaksanaan proses produksi, para pekerja tidak memperhatikan postur kerja yang baik dan benar. Ketidaksesuaian pada postur kerja dapat mengakibatkan kelelahan bahkan keluhan yang merujuk pada bagian tubuh tertentu. Pada gambar diatas menunjukkan bahwa proses pembuatan tempe pada aktivitas pengayakan tidak menggunakan alat bantu sehingga memiliki keluhan pada bagian leher, punggung, kaki dan pergelangan tangan.

Hasil dari wawancara para pekerja menunjukkan bahwa aktivitas pengayakan menimbulkan keluhan sakit paling sering dibandingkan aktivitas lainnya. Akibatnya para pekerja merasakan keluhan pada punggung, leher, kaki dan pergelangan tangan. Hal tersebut diperkuat dengan adanya hasil NBM pada tiga pekerja yang ada. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa aktivitas pengayakan pada proses pembuatan tempe tergolong mengalami gangguan *musculoskeletal disorders* yang dapat digolongkan kurang ergonomis.

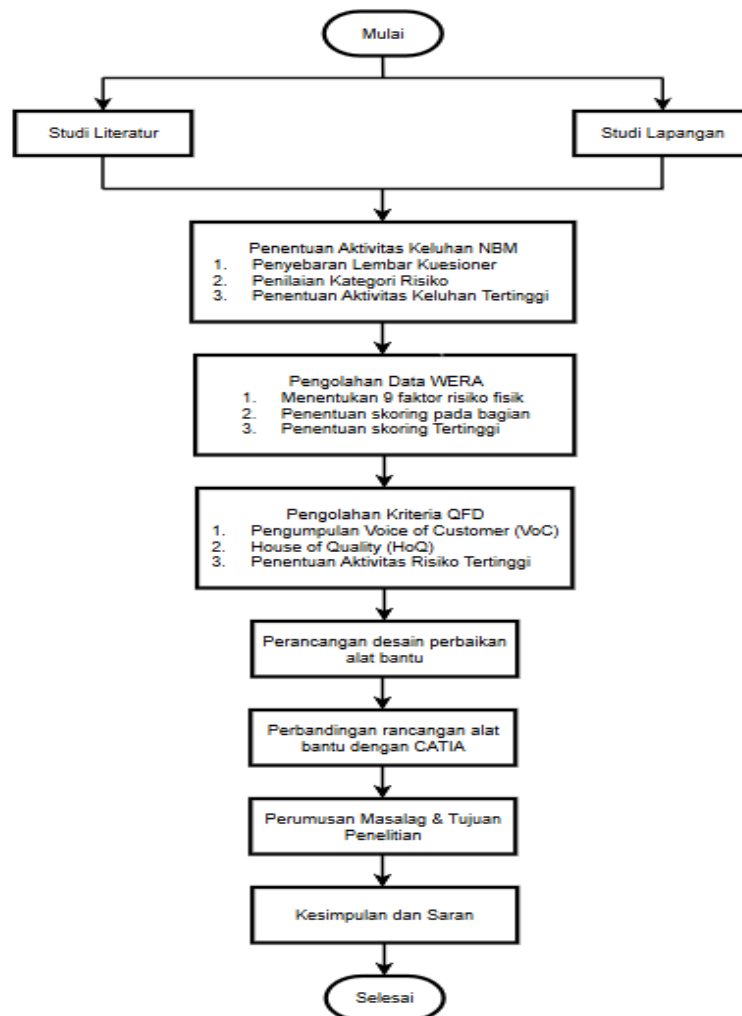
Permasalahan serupa pernah diteliti oleh B. E. Heriyo (Heriyo et al., 2024), yang dalam studinya menyatakan bahwa gangguan *musculoskeletal* dapat ditangani tidak hanya dengan mengaplikasikan metode ergonomi, tetapi juga dengan menggunakan QFD. Dengan demikian, penerapan QFD dan metode ergonomi berhasil mengamati permasalahan tersebut dengan hasil yang memuaskan. Selain itu, A. K. A. Pratama (Pratama et al., 2024), dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa penerapan metode NBM dan WERA dapat digunakan untuk mengetahui gangguan WMSDs. Walaupun sudah ada beberapa penelitian sebelumnya yang membahas analisis postur kerja dan risiko ergonomi di industri pangan kecil, penelitian yang secara khusus menggambarkan metode NBM dan WERA pada industri tempe UMKM serta menghubungkannya dengan perancangan alat bantu yang berdasarkan kebutuhan pekerja masih tergolong sedikit. Berdasarkan permasalahan yang dihadapi UMKM Tempe Murni As Solihin, diperlukan perbaikan postur kerja agar memenuhi aspek ergonomi. Keluhan fisik yang dialami pekerja dianalisis menggunakan metode NBM. Pendekatan WERA digunakan untuk mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi dan metode QFD diterapkan untuk merancang alat bantu yang sesuai dengan kebutuhan pekerja (Leony et al., 2025).

Penerapan ergonomi dalam lingkungan kerja juga sejalan dengan nilai-nilai islam menekankan bahwa setiap tugas harus dilaksanakan dengan memperhatikan keselamatan dan kesehatan para pekerja. Allah SWT berfirman dalam QS. An-Nisa [4]: 29 “...Dan janganlah kamu bunuh diri. Sesungguhnya Allah Maha Penyayang kepadamu.” Makna dari hadis tersebut pekerja tidak boleh dipaksa untuk bekerja dalam posisi yang berisiko, karena kondisi semacam itu dapat menyebabkan cedera dan membahayakan kesehatan. Oleh karena itu, merancang fasilitas kerja yang ergonomis merupakan salah satu cara untuk menjamin keselamatan pekerja sesuai dengan ajaran Islam. Dalam nilai tajdid Muhammadiyah mendorong pemanfaatan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Sejalan dengan prinsip ini, penelitian mengenai perancangan alat bantu ergonomis dapat bertujuan untuk meningkatkan produktivitas sekaligus menjadi upaya untuk menjaga kesehatan para pekerja, sesuai dengan nilai-nilai Islam.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan di UMKM Tempe Murni As Solihin yang bertempat di Gedangan Kaliwuluh, RT 01 RW 19, Kebakkramat Kab. Karanganyar. Observasi dan wawancara dilakukan dari bulan

Oktober sampai Desember 2025. Adapun subjek penelitian ini adalah pekerja di UMKM Tempe Murni As Solihin Gedangan, mulai dari pekerja aktivitas perebusan, penggilingan, pengayakan, pemerasan, peragian dan pengemasan. Alur penelitian ini diawali aktivitas studi literatur sampai kesimpulan. Berikut alur penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 2. dibawah ini.



Gambar 2. Flowchart Alur Penelitian

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan meliputi NBM, WERA, dan QFD. NBM merupakan salah satu bentuk kuesioner *checklist* ergonomi yang dirancang untuk mengukur nyeri otot secara subjektif pada pekerja (Widodo et al., 2020). WERA merupakan alat observasional dikembangkan untuk mengidentifikasi gerakan dan postur kerja yang menjadi penyebab permasalahan *musculoskeletal disorders* (Siswanto et al., 2020). Sedangkan QFD adalah metode yang bertujuan merepresentasikan harapan dan kebutuhan dari konsumen untuk kompleksitas produk (Heriyo et al., 2024).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Analisis Kuesioner NBM

NBM adalah sebuah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi 27 keluhan otot pada berbagai tingkat intensitas dari ketidaknyamanan ringan hingga nyeri parah (Talarima et al., 2022). NBM bertujuan untuk mengidentifikasi bagian tubuh yang paling sering terkena dampak aktivitas kerja, sehingga menjadi dasar untuk menentukan kebutuhan akan perbaikan ergonomis di tempat kerja. Kuesioner tersebut telah distandarisasikan dan tervalidasi kan sehingga layak dipakai, memungkinkan para responden untuk menandai area tubuh yang terasa nyeri saat menjalankan aktivitas pekerjaan, disertai skala rasa sakit yang mendetail (Dewi, 2020). Hasil pengumpulan data dapat dilihat pada Tabel 1. dibawah ini.

Tabel 1. Tingkat Keluhan Metode NBM

NO		JENIS KELUHAN		TINGKAT KELUHAN																		Total	Persentase Keluhan
				Pekerjaan			Pekerjaan			Pekerjaan			Pekerjaan			Pekerjaan			Pekerjaan				
				Perebusan			Penggilingan			Pengayakan			Pengilesan			Peragian			Pengemasan				
				Pekerja 1	Pekerja 2	Pekerja 3	Pekerja 1	Pekerja 2	Pekerja 3	Pekerja 1	Pekerja 2	Pekerja 3	Pekerja 1	Pekerja 2	Pekerja 3	Pekerja 1	Pekerja 2	Pekerja 3	Pekerja 1	Pekerja 2	Pekerja 3		
0	Leher atas	2	2	3	2	2	2	3	3	3	1	2	2	1	2	2	1	2	2	37	69%		
1	Leher bawah	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	21	58%		
2	Bahu kiri	2	3	2	3	3	3	3	3	3	1	2	2	1	2	2	1	1	2	39	72%		
3	Bahu kanan	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	2	1	2	2	1	2	2	42	78%		
4	Lengan atas kiri	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2	2	1	2	2	42	78%		
5	Punggung	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	56%		
6	Lengan atas kanan	2	2	2	2	3	3	2	3	3	2	2	3	2	2	2	1	2	2	40	74%		
7	Pinggang	3	3	3	1	1	1	3	4	4	1	1	1	2	2	3	1	2	2	38	53%		
8	Bokong	2	2	2	1	1	1	1	3	3	1	2	2	1	1	1	1	2	2	29	54%		
9	Pantat	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	56%		
10	Siku kiri	1	1	1	2	2	2	1	1	2	3	3	3	2	2	3	2	1	1	33	61%		
11	Siku kanan	1	1	1	2	2	2	1	1	1	3	3	3	2	2	3	2	1	1	32	59%		
12	Lengan bawah kiri	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2	1	2	2	25	69%		
13	Lengan bawah kanan	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2	1	2	2	25	46%		
14	Pergelangan tangan kiri	1	2	2	2	2	2	4	4	4	2	3	3	1	2	1	2	3	3	43	60%		
15	Pergelangan tangan kanan	1	1	1	2	2	2	4	4	4	3	3	3	1	2	2	2	3	3	43	60%		
16	Tangan kiri	1	1	1	1	1	1	3	4	4	2	2	2	1	1	1	1	2	3	32	44%		
17	Tangan kanan	1	1	1	1	1	1	3	4	4	2	2	2	1	1	1	1	2	3	32	44%		
18	Paha kiri	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	56%		
19	Paha kanan	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	56%		
20	Lutut kiri	1	2	2	2	3	3	2	2	2	2	3	2	1	1	1	1	2	2	34	63%		
21	Lutut kanan	1	2	2	2	3	3	2	2	3	2	3	3	1	1	1	1	2	2	36	67%		
22	Betis kiri	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	22	61%		
23	Betis kanan	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	56%		
24	Pergelangan kaki kiri	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	22	41%		
25	Pergelangan kaki kanan	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	22	41%		
26	Kaki kiri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	100%		
27	Kaki kanan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	100%		
Jumlah		37	42	41	41	45	45	53	66	68	41	51	53	33	40	42	32	46	49				
Rata-rata		40,0			43,7			62,3			48,3			38,3			42,3			825	825		

Tabel 1. menunjukkan bahwa pekerjaan yang menimbulkan keluhan sakit rata-rata pada aktivitas pengayakan didapatkan skor sebanyak 62,33 kemudian disusul pekerja pengilesan dengan rata-rata skor sebesar 48,33 sehingga disimpulkan bahwa pekerja pada aktivitas pengayakan dan pengilesan memiliki tingkat risiko lebih tinggi dari aktivitas lain dan perlu di analisis postur kerja ditahap selanjutnya.

3.2 Hasil Analisis Kuesioner WERA

WERA merupakan metode yang menjelaskan pengembangan penilaian risiko ergonomi tempat kerja guna mendeteksi faktor risiko fisik yang terkait dengan gangguan *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada pekerjaan (Farenza et al., 2025). Pada aspek postur tubuh, WERA mengamati bagaimana posisi tubuh pekerja saat melakukan tugas, misalnya apakah tubuh dalam posisi membungkuk, memutar, atau mengangkat dengan cara yang kurang ergonomis. Posisi tubuh yang kurang tepat ini dapat menyebabkan tekanan berlebih pada otot, persendian serta tulang punggung, sehingga dapat menyebabkan cedera *muskuloskeletal* seperti nyeri punggung, leher, atau bahu (Siswanto et al., 2020). Dalam menentukan penilaian pengukuran sudut pada segmen tubuh menggunakan *CorelDraw*. Berikut ini hasil penilaian WERA ketiga sub-proses disajikan pada Tabel 2. dibawah ini.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Keenam Penilaian WERA

FAKTOR RISIKO WORKPLACE ERGONOMIC RISK ASSESSMENT (WERA)												
No	Aktivitas	Bahu	Pergelangan Tangan	Punggung	Leher	Kaki	Kekuatan	Getaran	Contact Stress	Durasi Waktu	Final Score	Risk Level
1	Perebusan	4	2	3	4	4	4	2	2	4	29	Medium
2	Penggilingan	4	2	3	3	2	3	2	3	2	24	Low
3	Pengayakan	6	6	6	5	6	4	5	5	5	48	High
4	Pengilesan	6	5	5	5	5	5	4	3	4	42	High
5	Peragian	5	3	4	4	4	5	2	2	2	31	Medium
6	Pengemasan	5	5	5	5	5	4	3	3	6	41	Medium

Berdasarkan hasil Penilaian Risiko Ergonomi pada metode WERA untuk enam stasiun kerja produksi tempe, tingkat risiko ergonomi bervariasi. Stasiun kerja pengayakan memperoleh skor tertinggi, yaitu 48, yang dikategorikan sebagai risiko tinggi. Oleh karena itu, kondisi kerja dalam proses ini tidak dapat diterima dan menjadi prioritas utama untuk diperbaiki. Sedangkan stasiun kerja pengilesan dengan skor 42, stasiun kerja pengemasan dengan skor 41, stasiun kerja peragian dengan skor 31, dan stasiun kerja perebusan dengan skor 29, dimana dikategorikan sebagai risiko sedang,

yang menunjukkan bahwa perbaikan ergonomis diperlukan untuk mengurangi potensi gangguan *muskuloskeletal* pada pekerja. Sementara itu, stasiun kerja penggilingan mendapatkan skor 24 dimana dikategorikan sebagai risiko rendah, yang menunjukkan bahwa kondisi kerja dalam proses ini dapat diterima dan tidak memerlukan perbaikan mendesak.

Secara keseluruhan, hasil WERA menunjukkan bahwa 5 dari 6 stasiun kerja masih memerlukan perbaikan ergonomis, dengan stasiun pengayakan menjadi prioritas utama karena tingkat risikonya yang tertinggi. Oleh karena itu, diperlukan desain stasiun kerja yang lebih ergonomis untuk mengurangi risiko cedera serta meningkatkan kenyamanan dan produktivitas pekerja.

3.3 Hasil Analisis QFD

Metode QFD menitikberatkan pada kebutuhan pelanggan (Tambunan Maniur et al., 2026). Secara keseluruhan, penerapan QFD dalam perancangan ergonomis membantu menciptakan produk atau lingkungan kerja yang tidak hanya memenuhi standar teknis, tapi juga benar-benar sesuai dengan ekspektasi pengguna, meningkatkan kenyamanan, keselamatan, serta kepuasan kerja. Sedangkan HoQ merupakan bagian QFD yang bertujuan untuk mengetahui keinginan pelanggan beserta tingkat kepentingannya (Suseno & Huvat, 2020).

3.3.1 Customer Requirements

Tahapan awal yang dilaksanakan pada QFD yakni mengenali kebutuhan pengguna terhadap atribut produk meja troli *adjustable* yang akan dirancang. Atribut ini didapatkan dari pengambilan data dengan menyebarkan kuesioner terbuka (Prabowo & Zoelangga, 2019). Atribut kebutuhan pelanggan ditunjukkan pada Tabel 3. dibawah.

Tabel 3. *Customer Requirements*

Desain	Material meja terbuat dari bahan yang ringan
	Material meja mendukung postur kerja yang ergonomis
	Mudah untuk dipindahkan
Kinerja	Ketinggian meja bisa diatur atau <i>adjustable</i>
Keistimewahan Tambahan	Dilengkapi pegangan yang dapat memudahkan mendorong
	Dilengkapi rak bawah untuk penyimpanan alat

Tabel 3. *Customer Requirements* diperoleh dari proses identifikasi *Voice of Customer* (VoC) melalui wawancara dan kuesioner terbuka kepada tiga pekerja pada aktivitas pengayakan. Seluruh jawaban pekerja kemudian direkap, dikelompokkan berdasarkan kesamaan kebutuhan, dan dirumuskan menjadi enam atribut kebutuhan pelanggan yang selanjutnya digunakan sebagai input dalam penyusunan *House of Quality* (QFD).

3.3.2 Technical Requirements

Langkah selanjutnya yakni menerjemahkan keinginan konsumen ke dalam bahasa teknik yang dapat

diukur. Parameter teknik dan arah perbaikan ditunjukkan pada Tabel 4. dibawah ini.

Tabel 4. *Technical Requirements*

No	Atribut	Parameter Teknik	Target
1	Material meja terbuat dari bahan yang ringan	Kapasitas beban maksimum	50 kg
2	Material meja mendukung postur kerja yang ergonomis	Sudut Siku	90 - 120°
3	Mudah untuk dipindahkan	Sistem Penggerak	Roda berputar 360°
4	Dilengkapi pegangan yang dapat memudahkan mendorong	Posisi pegangan	Sejajar sisi belakang meja
5	Ketinggian meja bisa diatur atau adjustable	Mekanisme pengaturan	Manual dengan pengunci
6	Dilengkapi rak bawah untuk penyimpanan alat	Jenis material	<i>Stainless steel</i> atau aluminium

Tabel 4. diatas menunjukkan hasil spesifikasi desain yang diterapkan pada meja troli *adjustable* pada pengguna VoC menjadi parameter teknik desain. Tujuannya adalah untuk memastikan desain meja tersebut memenuhi kebutuhan pekerja, ergonomis, mudah digunakan, dan aman, serta mendukung kegiatan kerja secara optimal

3.3.3 Matriks Perencanaan

Matriks perencanaan terdiri dari derajat kepentingan (DK), nilai target (NT), rasio perbaikan (RP), *sales point* (SP), *raw weight* (RW), dan *normalized raw weight* (NRW) (Mustikasari, 2022). Hasil perhitungan matriks perencanaan tertera pada Tabel 5. dibawah.

Tabel 5. Matriks Perencanaan

No	Atribut Customer Need	DK	NT	RP	SP	RW	NRW
1	Material meja terbuat dari bahan yang ringan	4,0	4	1,0	1,5	6,0	19%
2	Material meja mendukung postur kerja yang ergonomis	3,3	4	1,2	1,5	6,0	19%
3	Mudah untuk dipindahkan	3,3	4	1,2	1,5	6,0	19%
4	Dilengkapi pegangan yang dapat memudahkan mendorong	2,7	3	1,13	1,2	3,6	12%
5	Ketinggian meja bisa diatur atau <i>adjustable</i>	4,0	4	1,0	1,5	6,0	19%
6	Dilengkapi rak bawah untuk penyimpanan alat	2,7	3	1,13S	1,2	3,6	12%

Tabel 5. Menunjukkan bahwa persentase *normalized raw weight* tertinggi sebesar 19% pada atribut material meja terbuat dari bahan yang ringan, material meja mendukung postur kerja yang

ergonomis, mudah untuk dipindahkan, dan ketinggian meja bisa diatur atau *adjustable*. Keempat atribut tersebut menjadi kepentingan utama dalam merencanakan pembuatan produk.

3.3.4 Menentukan Prioritas Kebutuhan

Prioritas kebutuhan dipakai sebagai panduan untuk merancang serta mengembangkan meja troli *adjustable* sesuai urutan prioritas. Prioritas kebutuhan tertera pada Tabel 6. dibawah

Tabel 6. Prioritas Kebutuhan

No	Parameter Teknik	Absolute Importance Value (AIV)			Relative Importance	Urutan Prioritas
		relationship matriks	normalized raw weight	Hasil		
1	Kapasitas beban maksimum	32	19%	6,15	22%	2
2	Sudut Siku	30	19%	5,77	20%	3
3	Sistem Penggerak	28	19%	5,38	19%	4
4	Posisi Pegangan	17	12%	1,96	7%	6
5	Mekanisme pengaturan	34	19%	6,54	23%	1
6	Jenis material	22	12%	2,54	9%	5

Tabel 6. diatas menunjukkan urutan prioritas semua parameter teknik. Parameter teknik berat per rangka menjadi prioritas utama disusul oleh parameter mekanisme pengaturan. Prioritas terakhir yakni pada parameter dilengkapi rak bawah untuk penyimpanan alat.

3.3.5 Technical Benchmarking and Competitive Assessment

Langkah selanjutnya yakni membandingkan produk yang akan dirancang dengan produk sejenis lainnya yang ditunjukkan pada Tabel 7. dibawah.

Tabel 7. Spesifikasi Produk Kompetitor

Spesifikasi	Target	
	Meja Pengayakan	Meja ayak kayu
Kapasitas beban maksimum	50 kg	40 kg
Sudut Siku	90 - 120°	-
Sistem Penggerak	Roda berputar 360°	Stabil tanpa penggerak
Posisi Pegangan	Sejajar sisi belakang meja	-
Mekanisme pengaturan	Manual dengan pengunci	Tidak <i>adjustable</i>

Berdasarkan Gambar 3. matriks QFD menggambarkan hubungan antara kebutuhan staf dan spesifikasi teknis dalam perancangan meja troli yang dapat disesuaikan. Hasil analisis menunjukkan bahwa elemen mekanisme penyesuaian menjadi fokus utama, diikuti oleh kapasitas beban maksimum dan sudut siku, karena hal tersebut memiliki dampak signifikan terhadap peningkatan postur tubuh saat bekerja. Oleh karena itu, desain yang dihasilkan telah disesuaikan dengan kebutuhan pekerja, sehingga diharapkan dapat meningkatkan kenyamanan kerja dan mengurangi risiko masalah *musculoskeletal disorders*.

Tabel 8. Penerapan Hasil QFD pada Desain

Hasil QFD	Penerapan Desain
Kapasitas beban maksimum 50kg	Rangka meja menggunakan besi hollow yang kuat untuk menopang beban hingga 50kg.
Sudut Siku 90 - 120°	Tinggi meja dapat diatur (<i>adjustable</i>) sehingga postur kerja tetap ergonomis.
Sistem Penggerak Roda berputar 360°	Menggunakan 4 roda yang dapat berputar 360° sehingga mudah untuk dipindahkan.
Posisi Pegangan sejajar sisi belakang meja	Pegangan dipasang pada bagian belakang meja agar mudah didorong saat digunakan
Mekanisme pengaturan manual dengan pengunci	Menggunakan mekanisme baut/pengunci untuk mengatur dan mengunci tinggi meja.
Jenis material stainless steel atau aluminium	Seluruh rangka menggunakan stainless steel/aluminium sedangkan top table menggunakan papan kayu sebagai permukaan kerja.

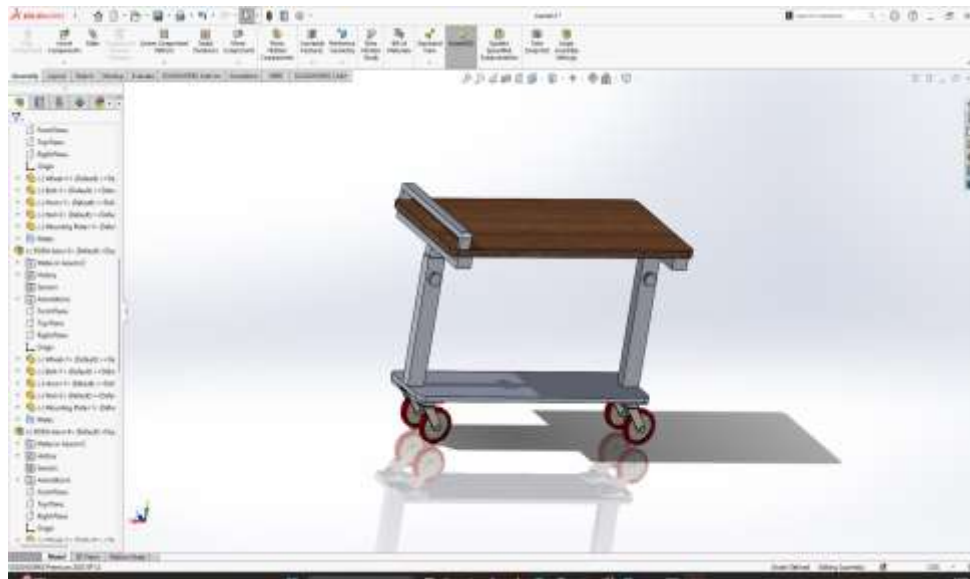
3.4 Usulan Desain

Antropometri adalah ilmu yang mempelajari ukuran, bentuk, kekuatan, dan kapasitas tubuh manusia untuk keperluan desain yang sesuai dengan kondisi fisik (Lee et al., 2021). Antropometri statis merupakan pengukuran bagian tubuh dalam posisi tegak standar (Pattiasina et al., 2021). Data yang digunakan tertera pada Tabel 9.

Tabel 9. Data Antropometri

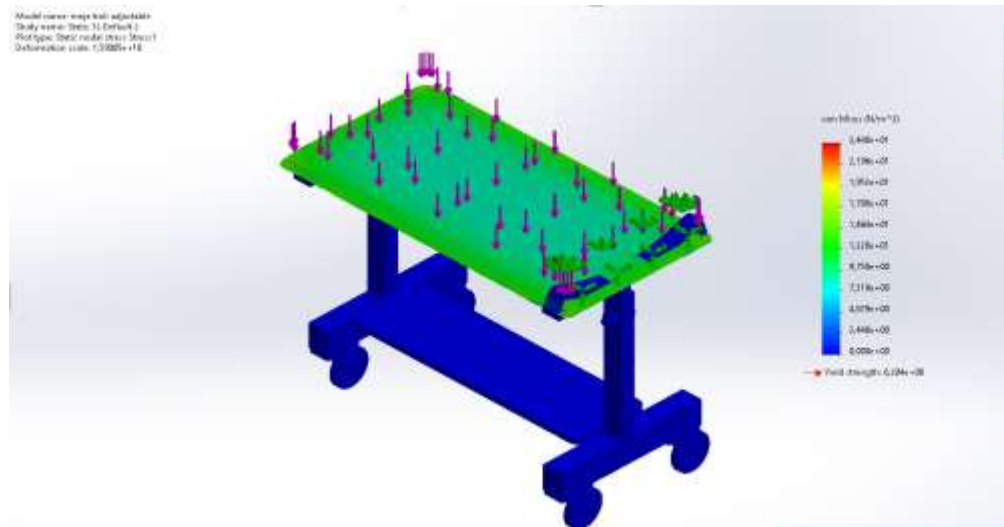
Dimensi	Keterangan	Persentil ke- 05	Persentil ke- 50	Persentil Ke-95	Allowance
D4	Tinggi siku	74	96	118	2
D18	Lebar bahu bagian atas	16	32	47	3
D24	Panjang rentang tangan ke depan	49	67	84	3
D29	Lebar tangan	4	9	15	1
D32	Panjang rentang tangan ke samping	113	153	194	7
D36	Panjang gengaman tangan ke depan	46	65	84	2

Berdasarkan hasil tabel antropometri Indonesia dapat digunakan untuk pembuatan alat bantu dimana bertujuan untuk memperbaiki postur kerja yang memiliki tingkat risiko ergonomis tinggi berdasarkan keluhan yang dirasakan oleh pekerja serta diharapkan dapat menghilangkan rasa sakit dan nyeri yang diakibatkan gangguan (MSDs). Berikut merupakan desain alat bantu meja troli *adjustable* yang dirancang untuk membandingkan postur kerja yang kurang ergonomis. Pemilihan dimensi dilakukan berdasarkan antropometri operator agar aktivitas kerja dapat dilakukan dengan postur yang lebih stabil dan mendekati posisi netral (Fitriadi et al., 2023). Berikut merupakan Gambar 4. Desain Alat Bantu Meja Troli *Adjustable* dibawah ini.



Gambar 4. Desain Alat Bantu Meja Troli *Adjustable*

Desain meja troli *adjustable* hasil dari perancangan menggunakan *software SolidWorks*. Desain tersebut digunakan sebagai alat bantu oleh pekerja pengayakan, tetapi dengan adanya *requirements* dari para pekerja sehingga meja tersebut bisa digunakan untuk beberapa aktivitas kerja. Desain ini dibuat dengan mempertimbangkan bentuk tubuh manusia pada data Antropometri Indonesia dengan persentil sebesar 50 yang berarti dapat digunakan oleh ukuran rata-rata pengguna.



Gambar 5. *SolidWorks Simulation*

Berdasarkan Gambar 5., hasil simulasi *SolidWorks* menunjukkan bahwa desain meja troli *adjustable* telah memenuhi spesifikasi teknis hasil QFD, baik dari segi dimensi, mekanisme pengaturan ketinggian, maupun konstruksi rangka. Simulasi ini digunakan untuk memastikan bahwa rancangan dapat berfungsi sesuai kebutuhan pekerja sebelum diterapkan di lapangan, sehingga diharapkan mampu mendukung postur kerja yang lebih ergonomis dan mengurangi risiko gangguan *musculoskeletal disorders*.

3.5 Perbandingan Rancangan dengan *software* CATIA

CATIA merupakan perangkat lunak desain ergonomis yang berfungsi untuk menganalisis lingkungan kerja beserta faktor-faktor ergonominya (Hartini et al., 2026). Aspek ergonomi dalam perancangan sangat penting karena berperan dalam mendukung proses dan hasil akhir dari suatu produk. Ergonomi digunakan untuk meningkatkan efisiensi dan keselamatan kerja, dengan mempertimbangkan kesesuaian antara alat dan pengguna yang akan mengoperasikannya (Sgarbossa et al., 2020).

Perbandingan tanpa menggunakan alat bantu dengan menggunakan alat bantu dilakukan menggunakan metode WERA untuk menentukan faktor risiko apa saja dan QFD untuk mengidentifikasi alat bantu yang dibutuhkan oleh para pekerja. Tujuan dari perbandingan ini adalah untuk memastikan bahwa desain yang dirancang memberikan postur kerja yang lebih ergonomis (Ackermann et al., 2025). Dengan *software* CATIA dapat digunakan untuk memberikan visualisasi postur kerja. Berikut gambar 6. dan 7. perbandingan menggunakan alat bantu dan tidak menggunakan alat bantu.



Gambar 6. Postur Sebelum Ada Alat Bantu



Gambar 7. Postur Sesudah Ada Alat Bantu

Meskipun terdapat perbedaan antara fitur digital pada CATIA dan kondisi riil, penggunaan data yang mendekati tetap dilakukan agar hasil analisis tidak jauh berbeda dan tetap relevan digunakan (Rodrigo et al., 2023). Sehingga analisa postur kerja menggunakan ukuran tubuh manekin diambil populasi Jepang dan menggunakan persentil 50% karena paling dekat untuk mewakili penduduk Indonesia secara umum. Derajat postur kerja pada desain alat bantu meja troli *adjustable* ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. penilaian scoring sebelum

Kondisi	Final Score WERA	Risk Level	Tindakan Yang Diperoleh
Sebelum	48	High	Tidak diterima, perubahan segera
Sesudah	27	Low	Dapat diterima

Secara keseluruhan, penurunan sudut postur pada aktivitas pengayakan menunjukkan bahwa rancangan stasiun kerja yang diusulkan mampu memperbaiki posisi kerja pekerja menjadi lebih mendekati postur netral. Setelah usulan perbaikan diterapkan, terjadi penurunan risiko pada bagian pergelangan tangan, leher, kaki, dan punggung sehingga tekanan pada sistem *musculoskeletal* selama aktivitas kerja berulang dapat diminimalkan. Penyesuaian ketinggian area kerja dan jangkauan kerja memberikan kontribusi terhadap berkurangnya pembebanan statis pada tubuh pekerja dan mendukung terciptanya kondisi kerja yang lebih ergonomis (Alves et al., 2025).

Hasil tersebut juga memperkuat temuan penelitian ini bahwa aktivitas pengayakan merupakan stasiun kerja dengan tingkat keluhan dan risiko ergonomi tertinggi. Berdasarkan hasil *Nordic Body Map* (NBM), pekerja mengalami keluhan dominan pada leher, bahu, pergelangan tangan, punggung bawah, dan kaki akibat postur membungkuk, gerakan berulang, serta durasi kerja yang cukup lama. Selanjutnya, penilaian *Workplace Ergonomic Risk Assessment* (WEA) menunjukkan bahwa aktivitas pengayakan berada pada kategori risiko tinggi sehingga memerlukan tindakan perbaikan segera. Dengan demikian, kombinasi metode NBM dan WERA terbukti mampu memberikan gambaran yang komprehensif mengenai hubungan antara keluhan subjektif pekerja dengan tingkat

risiko ergonomi pada proses produksi tempe (Santos et al., 2025).

Selain itu, penerapan *Quality Function Deployment* (QFD) dalam penelitian ini tidak hanya digunakan untuk merancang usulan perbaikan, tetapi juga untuk menerjemahkan kebutuhan pekerja ke dalam karakteristik teknis yang sesuai dengan kondisi kerja di UMKM Tempe Murni As Solihin. Pendekatan tersebut memastikan bahwa rekomendasi yang dihasilkan didasarkan pada kebutuhan nyata pekerja dan hasil analisis risiko ergonomi. Berdasarkan simulasi dan evaluasi postur kerja, skor WERA pada aktivitas pengayakan mengalami penurunan dari kategori *High* menjadi *Low*, yang menunjukkan bahwa usulan perbaikan memiliki potensi efektif dalam menurunkan risiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDs).

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penelitian usulan perancangan alat bantu berupa Meja Troli *Adjustable* berhasil menunjukkan bahwa identifikasi keluhan menggunakan NBM, penilaian risiko menggunakan WERA, dan analisis kebutuhan menggunakan QFD merupakan pendekatan yang saling terintegrasi dalam mengevaluasi dan memperbaiki kondisi kerja pada industri tempe skala UMKM. Perbaikan kondisi kerja yang dihasilkan tidak hanya berpotensi mengurangi keluhan *musculoskeletal* dan risiko cedera, tetapi juga dapat meningkatkan kenyamanan, keamanan, serta efektivitas proses produksi sehingga mendukung keberlanjutan dan produktivitas UMKM Tempe Murni As Solihin.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan bahwa, Hasil analisis keluhan pada metode NBM pada enam jenis aktivitas pembuatan tempe oleh tiga pekerja menunjukkan bahwa aktivitas pengayakan memiliki tingkat risiko keluhan tertinggi. Rata-rata skor keluhan tertinggi tercatat pada aktivitas pengayakan sebesar 62,33, diikuti aktivitas pengilesan sebesar 48,33 dan pada aktivitas penggilingan sebesar 43,67. Dimana ketiga aktivitas tersebut memiliki nilai kategori tertinggi dari keenam aktivitas pada stasiun kerja yang dilakukan. Serta berdasarkan hasil penilaian menggunakan metode WERA di enam stasiun kerja, diperoleh tingkat risiko ergonomi yang bervariasi. Stasiun kerja pengayakan memiliki skor WERA tertinggi, yaitu 48 (*high*) sehingga dikategorikan sebagai risiko tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa postur kerja di stasiun pengayakan kurang ergonomis dan berpotensi menyebabkan gangguan *musculoskeletal disorders* (MSD) jika dilakukan secara terus-menerus. Oleh karena itu, stasiun kerja pengayakan menjadi prioritas utama untuk diperbaiki melalui perancangan stasiun kerja yang lebih ergonomis. Usulan perbaikan yang dapat diberikan yaitu dengan memberikan rekomendasi perancangan alat bantu berupa meja troli *adjustable* berdasarkan hasil NBM dan WERA. Hasil

evaluasi ulang menggunakan WERA menunjukkan penurunan skor dari 48 menjadi 27, sehingga hasil dari simulasi menggunakan *Software SolidWorks* dan *Software CATIA* mengidentifikasi adanya perubahan postur kerja menjadi lebih ergonomis dan meningkatkan kenyamanan pekerja

4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, maka diharapkan UMKM Tempe Murni As Solihin dapat mengimplementasikan rekomendasi perbaikan yang telah diberikan guna mengurangi risiko terjadinya *musculoskeletal disorders* (MSDs) pada pekerja. Selain itu, pekerja diharapkan dapat menerapkan prinsip ergonomi dalam melakukan aktivitas kerja dengan memperhatikan keselarasan sikap dan posisi tubuh agar dapat meminimalkan risiko timbulnya keluhan *musculoskeletal disorders* (MSDs). Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan desain meja troli *adjustable* yang lebih fleksibel dan multifungsi sehingga dapat digunakan pada berbagai stasiun kerja sesuai dengan kebutuhan pekerja.

Daftar Pustaka

- Ackermann, A., Wischniewski, S., Bonin, D., Gaida, A., & Jaitner, T. (2025). Validation of a 3D whole-body scanning system to collect anthropometric data from a working-age population for ergonomic design. *International Journal of Industrial Ergonomics*. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2025.103698>
- Alves, J., Lima, T. M., & Gaspar, P. D. (2025). Novel approach for ergonomic assessment of musculoskeletal risks for OHS in high-demand and complex manual tasks – case study of polishing industry. *Safety Science*. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2025.106969>
- Annisah, D. N., Andarini, D., & Fujianti, P. (2025). Media Kesehatan Masyarakat Indonesia Analisis Ergonomis Pengembangan Desain Stasiun Kerja Pekerja Pemanggang Kemplang dengan Metode Posture Evaluation Index dalam Virtual Environment. *MEDIA KESEHATAN MASYARAKAT INDONESIA*, 24(2), 110–116. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/mkmi.24.2.110-116>
- Aryanta, I. W. R. (2023). Manfaat tempe untuk kesehatan. *E-Jurnal Widya Kesehatan*, 2(1), 44–50. <https://doi.org/10.32795/widyakesehatan.v5i2.4828>
- Dewi, N. F. (2020). Jurnal Sosial Humaniora Terapan IDENTIFIKASI RISIKO ERGONOMI DENGAN METODE NORDIC BODY MAP TERHADAP PERAWAT POLI RS X. *Jurnal Sosial Humaniora Terapan*, 2(2).
- Farenza, D. A., Hutabarat, J., & Galuh, J. H. (2025). ANALISIS POSTUR KERJA DENGAN METODE WORKPLACE ERGONOMIC RISK ASSASSEMENT (WERA) UNTUK MENGURANGI MUSCULOKELETAL DISORDERS (MSDs) PADA BAGIAN

- PALLETING DI CV. TIRTA INDO MEGAH. *Jurnal Valtech (Jurnal Mahasiswa Teknik Industri)*, 8(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.36040/valtech.v8i2.15974>
- Fathimahhayati, L. D., Pawitra, T. A., Tambunan, W., Hartono, M., & Sari, F. R. (2021). (Application of the AWBA method in oyster mushroom farmers to reduce work-related musculoskeletal disorders). *Journal of Applied Industrial Engineering*, 13(3), 330–341. <https://doi.org/10.22441/oe.2021.v13.i3.031>
- Fitriadi, R., Syach, A. F., Fahmi, A. A., & Muslimah, E. (2023). *Ergonomic Approach : Posture Analysis and Design of Activity Aids for the Elderly*. Atlantis Press International BV. <https://doi.org/10.2991/978-94-6463-284-2>
- Hartini, D., Junaidin, B., Santoso, D. W., Pratiwi, E. A., Studi, P., Dirgantara, T., Kedirgantaraan, F. T., & Adisutjipto, D. (2026). DESIGN TRAINING USING CATIA SOFTWARE TO DEVELOP TECHNOLOGICAL COMPETENCIES OF AL MUTHI'IN ISLAMIC BOARDING SCHOOL STUDENTS IN YOGYAKARTA. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 44–49. <https://doi.org/10.58184/mestaka.v5i1.857>
- Heriyo, B. E., Sujana, I., & Budiman, R. (2024). RANCANG BANGUN MEJA POTONG PLYWOOD DENGAN MENGGUNAKAN METODE QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD), NORDIC BODY MAP (NBM) DAN RAPID UPPER LIMB ASSESSMENT (RULA) DI WORKSHOP PAK JEF. *Industrial Engineering and Management System*, 8(1), 9–18.
- Kee, D. (2022). Participatory Ergonomic Interventions for Improving Agricultural Work Environment : A Case Study in a Farming Organization of Korea. *Applied Sciences*, 12, 1–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/app12042263>
- Lee, S., Barros, F. C. D. E., Shinohara, C., Castro, M. D. E., & Sato, T. D. E. O. (2021). Effect of an ergonomic intervention involving workstation adjustments on musculoskeletal pain in office workers — a randomized controlled clinical trial. *ERGONOMIC INTERVENTION ON PAIN*, 78–85. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2020-0188>
- Leony, F., Halim, W., Suhada, K., Tjahjadi, K., Cerdas, R., Sarjana, P., Industri, T., & Maranatha, U. K. (2025). Perancangan Stasiun Menyetrika yang Ergonomis untuk Penyedia Jasa Penatu Rumahan dengan Pendekatan Antropometri dan Quality Function Deployment. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 14(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.26593/jrsi.v14i1.7912.60-75>
- Mustikasari, A. (2022). Perancangan Usulan Desain Kemasan Produk “Macaroni Ngehe” dengan Quality Function Deployment (QFD). *Jurnal Sinar Manajemen*, 09(02), 192–197. <https://doi.org/https://doi.org/10.56338/jsm.v9i2.2548>
- Ningtyas, D. R., & Amaliah, R. (2023). Intervensi Ergonomi pada Pengrajin Tempe dengan

- Pendekatan REBA dan OWAS (Studi Kasus di PRIMKOPTI Jakarta Selatan). *Jurnal Media Teknik & Sistem Industri*, 7(1), 47–55. <https://doi.org/https://doi.org/10.35194/jmtsi.v7i1.2148>.
- Pattiasina, N. H., Markus, P., & Pattiselanno, S. R. R. (2021). KAJIAN ANTROPOMETRI PENGRAJIN TENUN IKAT KHAS MALUKU. *JURNAL SIMETRIK*, 11(2), 495–503. <https://doi.org/https://doi.org/10.31959/js.v11i2.849>
- Prabowo, R., & Zoelangga, M. I. (2019). Pengembangan Produk Power Charger Portable dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD). *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 8(1), 55–62. <https://doi.org/https://doi.org/10.26593/jrsi.v8i1.3187.55-62>
- Pratama, A. K. A., Khoiriyah, N., & Marlyana, N. (2024). PENILAIAN POSTUR KERJA PADA AKTIVITAS PEKERJA PEMBUATAN ROSTER DENGAN MENGGUNAKAN METODE WORKPLACE ERGONOMIC RISK ASSESSMENT (WERA). *Jurnal Teknik Industri (JURTI)*, 3(1), 19–26.
- Rodrigo, R., Siswanto, A. T., & Anggoro, P. W. (2023). Perancangan gerobak sampah berbasis ergonomi untuk meminimalkan risiko low back pain dalam memobilisasi sampah. *Jurnal Teknik Industri Dan Manajemen Rekayasa*, 1(2), 90–101. <https://doi.org/https://doi.org/10.24002/jtimr.v1i2.7544>
- Santos, W., Rojas, C., Isidoro, R., Lorente, A., Dias, A., Mariscal, G., Benlloch, M., & Lorente, R. (2025). *Efficacy of Ergonomic Interventions on Work-Related Musculoskeletal Pain : A Systematic Review and Meta-Analysis*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/jcm14093034>
- Sgarbossa, F., Grosse, E. H., Neumann, W. P., Battini, D., & Glock, C. H. (2020). Human factors in production and logistics systems of the future. *Annual Reviews in Control*, 49, 295–305. <https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2020.04.007>
- Siswanto, Pusporini, P., & Ismiyah, E. (2020). ANALISIS POSTUR KERJA OPERATOR SABLON KARUNG DENGAN METODE RULA DAN WERA. 1(4), 591–608. <https://doi.org/10.30587/justicb.v1i4.2835>
- Suseno, & Huvat, T. T. T. (2020). PERANCANGAN ALAT PANGGANGAN OTOMATIS MENGGUNAKAN METODE QFD (QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT). *Jurusan Teknik Industri, Fakultas Sains Dan Teknologi*, 12(2), 123–129. <https://doi.org/https://doi.org/10.3415/jurtek.v12i2.2468>
- Talarima, C. B., Rusdijjati, R., Raliby, O., & Manan, A. (2022). Meminimalkan Keluhan Subyektif Pekerja Pembelah Tahu Pada Industri Kerupuk Tahu. *Borobudur Engineering Review*, 02(01), 45–55. <https://doi.org/https://doi.org/10.31603/benr.6880>
- Tambunan Maniur, E. B., Sabilah, A. I., Fauzan, A., & Astrianto, A. P. (2026). Perancangan Meja Kerja pada Proses Produksi Valve di PT VM Menggunakan Metode NBM dan QFD dengan

Pendekatan Antropometri. *BLEND SAINS JURNAL TEKNIK*, 4(4).

<https://doi.org/https://doi.org/10.56211/blendsains.v4i4.1423>

Widodo, L., Sukania, I. W., & Hendri, M. (2020). Ergonomic Intervension to Improve Work Efficiency (Case Study : Small and Medium Enterprise of Tofu Industry). *JOURNAL OF MODERN MANUFACTURING SYSTEMS AND TECHNOLOGY (JMMST)*, 6(1), 32–40.

<https://doi.org/https://doi.org/10.15282/jmmst.v6i1.6928>

