

Optimasi Postur Kerja dan Pencegahan Keluhan Muskuloskeletal melalui Perancangan Meja Kerja Ergonomis

Nofry Austin Panjaitan¹, Berty Dwi Rahmawati^{1*}

Program Studi Teknik Industri, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 20 Desember 2025

Revised: 10 Januari 2026

Accepted: 18 Januari 2026

Keywords:

Quality Function Deployment
Desain

Rapid Upper Limb Assesment
Keluhan Muskoloskeletal

Published by

Impressio : Jurnal Teknologi dan Informasi

Copyright © 2025 by the Author(s) | This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



ABSTRACT

Ketidaksesuaian postur kerja merupakan faktor determinan terhadap munculnya keluhan muskuloskeletal yang berdampak pada penurunan produktivitas. Penelitian ini bertujuan untuk memitigasi risiko ergonomi pada stasiun kerja *gluing* di salah satu Usaha Kecil Menengah (UKM) manufaktur kotak karton kemasan di Yogyakarta, yang selama ini beroperasi dengan fasilitas kerja non-ergonomis. Metodologi penelitian diawali dengan analisis kuantitatif postur kerja menggunakan metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) melalui simulasi perangkat lunak CATIA V5R20. Hasil penilaian awal mengidentifikasi skor risiko kritis sebesar 7 pada elemen kerja pengeleman dan pelipatan, yang mengindikasikan perlunya intervensi segera. Solusi desain dikembangkan melalui pendekatan *Quality Function Deployment* (QFD) untuk mentransformasikan kebutuhan subjektif pekerja menjadi parameter teknis fasilitas kerja. Hasil penelitian menghasilkan rancangan meja kerja ergonomis dengan 10 atribut berdasarkan preferensi pekerja. Implementasi desain baru menunjukkan perbaikan pada tingkat risiko ergonomi; skor RULA pada proses pengeleman menurun dari 7 menjadi 4, sementara pada proses perakitan turun dari 7 menjadi 3. Temuan ini membuktikan bahwa redesain fasilitas kerja berbasis antropometri dan kebutuhan pengguna efektif dalam mereduksi risiko gangguan muskuloskeletal dan menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman.

Improper work posture is a determinant factor for musculoskeletal disorders, leading to decreased productivity in the manufacturing industry. This study aims to mitigate ergonomic risks at the gluing workstation of a carton box manufacturing Small and Medium Enterprise (SME) in Yogyakarta, which currently utilizes non-ergonomic facilities. The research methodology employs a quantitative analysis of work posture using the *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) method via CATIA V5R20 software simulation. Initial assessments identify a critical risk score of 7 for both gluing and folding elements, indicating an urgent need for intervention. This study develops a design solution using the *Quality Function Deployment* (QFD) approach to transform subjective worker needs into technical specifications for the work facility. The results yield a final ergonomic workbench design that incorporates 10 key attributes based on worker preferences. Implementing the new design demonstrates significant improvements in ergonomic risk levels; RULA scores for the gluing process decrease from 7 to 4, while scores for the assembly process fall from 7 to 3. These findings demonstrate that anthropometry-based facility redesign effectively reduces the risk of musculoskeletal disorders and establishes a safer working environment

Corresponding Author:

Berty Dwi Rahmawati

Department of Industrial Engineering, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta, Indonesia

Jl. Padjajaran/SWK 104 Condongcatur, Sleman, Yogyakarta, 55283, Indonesia

Email: berty.dr@upnyk.ac.id

PENDAHULUAN

Postur kerja merupakan manifestasi fisik dari interaksi antara pekerja dengan tugasnya, yang mencakup aktivitas seperti berdiri, membungkuk, hingga berjalan (Bridger, 2003). Secara ergonomis, keselarasan antara dimensi tubuh pekerja dengan fasilitas kerja sangat menentukan efisiensi sistem produksi. Menurut (Charles et al., 2018; Tang, 2022; Wu et al., 2022), postur kerja yang tidak alamiah (*awkward posture*) yang dilakukan secara repetitif dalam durasi lama akan menyebabkan stres mekanik pada otot, saraf, dan sendi. Hal ini secara analitik berkorelasi dengan penurunan vitalitas dan produktivitas, di mana hasil kerja menjadi tidak optimal akibat kelelahan prematur.

Urgensi dari penelitian ini didasarkan pada risiko kesehatan jangka panjang yang dihadapi pekerja di salah satu Usaha Kecil Menengah (UKM) manufaktur kotak karton kemasan di Yogyakarta. UKM ini menggunakan sistem *make to order* (MTO), yang menuntut fleksibilitas dan kecepatan tinggi di lima stasiun kerjanya (SK) yakni SK pemotongan, SK *creasing*, SK *gluing* (pengeleman), SK *printing*, dan SK *finishing*. Dari kelima stasiun tersebut, stasiun kerja *gluing* menunjukkan kerentanan tertinggi terhadap keluhan kesehatan kerja. Berdasarkan survei awal, pekerja melaporkan nyeri pada otot lengan, punggung, hingga kaki. Kondisi ini mengarah pada indikasi *Work-related Musculoskeletal Disorders* (WMSDs), yaitu gangguan pada bagian otot lurik yang disebabkan oleh beban statis dan dinamis secara terus-menerus (Bridger, 2003).

Bukti empiris menunjukkan bahwa masalah di stasiun *gluing* sudah mencapai tahap kritis. Pengukuran menggunakan metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA); sebuah instrumen survei yang digunakan untuk menyelidiki gangguan ekstremitas atas (Namwonga et al., 2018; Widiyawati et al., 2020) dengan bantuan perangkat lunak CATIA V5R20 menghasilkan skor akhir 7. Secara metodologis, skor 7 berada pada level risiko tertinggi yang mengindikasikan investigasi dan perubahan diperlukan segera. Jika intervensi tidak segera dilakukan, risiko cedera permanen atau *Cumulative Trauma Disorders* (CTDs) pada pekerja akan meningkat, yang pada akhirnya akan merugikan perusahaan dalam bentuk absensi pekerja, biaya kompensasi kesehatan, dan penurunan kualitas produk secara masif.

Urgensi perbaikan ini tidak hanya terbatas pada kesehatan fisik, tetapi juga pada optimalisasi fasilitas kerja. Saat ini, pekerja terpaksa bekerja dengan posisi bersila atau membungkuk karena ketiadaan meja kerja yang memadai. Untuk menjawab tantangan tersebut, diperlukan perancangan fasilitas kerja berupa meja kerja ergonomis menggunakan pendekatan *Quality Function Deployment* (QFD). Menurut (Cohen, 2005; Ficalora & Cohen, 2010; Joseph P. Louis, 2015; Tan et al., 2003), QFD adalah metode terstruktur untuk menerjemahkan kebutuhan pelanggan (dalam hal ini adalah pekerja) ke dalam persyaratan teknis desain (Cohen, 2005; Rahmawati et al., 2025). Penggunaan QFD dalam penelitian ini sangat krusial karena memungkinkan desainer untuk mengintegrasikan aspek antropometri dan keluhan subjektif pekerja menjadi parameter desain yang nyata. Dengan demikian, luaran dari penelitian ini diharapkan dapat mereduksi risiko cedera secara signifikan sekaligus menciptakan lingkungan kerja yang lebih manusiawi dan produktif.

KAJIAN TEORI

Quality Function Deployment (QFD) didefinisikan sebagai metodologi terstruktur yang digunakan dalam proses perancangan dan pengembangan produk untuk menetapkan kebutuhan pelanggan serta mengevaluasi kapabilitas produk secara sistematis dalam memenuhi kebutuhan tersebut (Tan et al., 2003). Secara analitik, QFD berfungsi sebagai mekanisme transformasi yang menerjemahkan atribut subjektif dari "Suara Pelanggan" (*Voice of Customer*) menjadi parameter teknis yang terukur. Dalam konteks ergonomi industri, "pelanggan" diinterpretasikan sebagai operator atau pekerja yang berinteraksi langsung dengan fasilitas kerja (Ficalora & Cohen, 2010; Joseph P. Louis, 2015; Tan et al., 2003). Penggunaan QFD bertujuan untuk memastikan bahwa setiap elemen desain yang dikembangkan memiliki korelasi langsung dengan kebutuhan fungsional dan kenyamanan pengguna, sehingga

meminimalisir gap antara rancangan teknis dengan ekspektasi ergonomis di lapangan (Rianmora & Werawatganon, 2021).

Penerapan QFD dalam desain fasilitas kerja melampaui sekadar pemenuhan aspek fungsional; ia mencakup integrasi prinsip antropometri dan biomekanika (Pheasant, 2003). Desain fasilitas yang non-ergonomis merupakan determinan utama munculnya risiko RULA yang tinggi. Dalam perspektif analitik, QFD menyediakan jembatan konseptual antara data kuantitatif antropometri (seperti tinggi siku atau jangkauan tangan) dengan preferensi subjektif pekerja terhadap kenyamanan meja kerja (Cimino et al., 2008; Francis, 2016; Ismianti et al., 2019).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa desain yang berbasis QFD memiliki efektivitas lebih tinggi dalam menurunkan skor risiko postur kerja dibandingkan pendekatan desain intuisi (Ginting et al., 2020). Hal ini dikarenakan QFD memaksa desainer untuk mempertimbangkan variabel interaksi manusia-mesin secara komprehensif, mulai dari dimensi fisik meja hingga kemudahan akses alat pada proses pengeleman dan pelipatan. Dengan demikian, redesain stasiun kerja bukan hanya sekadar pembaruan fisik, melainkan upaya mitigasi risiko cedera yang didasarkan pada pemetaan kebutuhan teknis yang presisi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada sebuah industri manufaktur pengemasan karton yang berlokasi di Yogyakarta. Objek utama dalam penelitian ini berfokus pada analisis postur kerja dua orang operator di Stasiun Kerja (SK) *gluing*. Pemilihan subjek didasarkan pada observasi awal yang menunjukkan bahwa operator pada unit ini memiliki intensitas kerja manual paling tinggi, terutama pada dua elemen kerja kritis: pemberian lem (*glue giving*) dan pelipatan kotak karton (*folding*).

Secara analitik, penelitian ini dirancang untuk mereduksi risiko *Work-related Musculoskeletal Disorders* (WMSDs) melalui intervensi desain fasilitas kerja. Data primer dikumpulkan melalui observasi langsung terhadap aktivitas operator untuk mengidentifikasi postur kerja yang menyimpang dari prinsip ergonomi. Kondisi faktual postur kerja operator pada SK *gluing* saat ini, yang ditandai dengan posisi duduk tanpa penopang dan gerakan membungkuk repetitif, disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Kondisi Pelipatan dan postur pekerja

Prosedur penelitian dibagi menjadi dua tahap utama. Tahap pertama adalah evaluasi risiko menggunakan metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) dengan bantuan perangkat lunak CATIA V5R20 untuk mendapatkan data kuantitatif mengenai tingkat bahaya postur. Tahap kedua adalah pengembangan solusi melalui perancangan meja kerja ergonomis dengan metode *Quality Function Deployment* (QFD). Pendekatan QFD digunakan untuk memastikan bahwa spesifikasi teknis meja yang dirancang mampu mengakomodasi kebutuhan nyata operator, sehingga hasil perancangan secara efektif dapat memitigasi risiko cedera dan kecelakaan kerja di masa depan. Pendekatan analitik yang digunakan mengombinasikan penilaian risiko fisik, identifikasi ekspektasi pengguna, dan pemetaan data antropometri pekerja

1. Penilaian Postur Kerja (RULA)

Analisis awal dilakukan untuk menguantifikasi tingkat risiko ergonomi pada dua elemen kerja utama di SK *gluing*. Pengukuran dilakukan menggunakan metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) dengan bantuan perangkat lunak CATIA V5R20 untuk meningkatkan presisi pemodelan postur. Hasil analisis pada kondisi eksisting menunjukkan skor RULA sebesar 7 untuk kedua elemen kerja tersebut. Secara analitik, skor ini mengonfirmasi adanya risiko ergonomi kritis yang memerlukan intervensi desain segera guna mencegah cedera muskuloskeletal lebih lanjut.

2. Identifikasi Kebutuhan Fasilitas Kerja

Guna memastikan meja kerja yang dirancang relevan dengan kebutuhan operator, dilakukan pengumpulan data mengenai atribut keinginan dan kebutuhan pengguna. Data ini merupakan input krusial dalam metode *Quality Function Deployment* (QFD). Terdapat 10 atribut kunci yang berhasil diidentifikasi sebagaimana disajikan dalam Tabel 1:

Tabel 1 Kebutuhan Pelanggan

No	Pernyataan
1.	Meja kerja mudah dioperasikan
2.	Meja kerja mudah dalam perawatan
3.	Meja kerja tidak menimbulkan kebisingan
4.	Mekanisme kerja meja (metode kerja manual)
5.	Meja kerja mampu menopang beban berat
6.	Meja kerja dapat diatur ketinggiannya (<i>adjustable</i>)
7.	Meja kerja mudah dipindahkan (mobilisasi)
8.	Struktur meja kerja kokoh
9.	Meja kerja aman bagi pengguna
10.	Meja kerja memiliki desain yang menarik

3. Data Antropometri Pekerja

Untuk menentukan dimensi presisi dari rancangan meja kerja, dilakukan pengukuran data antropometri terhadap operator di SK *gluing*. Dimensi yang diukur meliputi Jangkauan Tangan ke Depan (**Jtd**), Tinggi Pinggang Berdiri (**Tpgb**), dan Rentangan Tangan (**Rt**). Data ini sangat krusial agar rancangan akhir memiliki kesesuaian (*fit*) dengan profil fisik pekerja, sehingga meminimalisir postur canggung. Hasil pengukuran antropometri disajikan pada Tabel 2

Tabel 2 Data Antropometri

Pekerja	Jtd	Tpgb	Rt
1	75	92	156
2	68	83	149

Integrasi antara skor risiko RULA, atribut QFD, dan data antropometri ini menjadi dasar dalam perumusan spesifikasi teknis desain meja kerja ergonomis yang diusulkan dalam penelitian ini.

HASIL PENELITIAN

Bagian ini memaparkan temuan empiris yang diperoleh dari serangkaian pengujian dan proses perancangan ulang fasilitas kerja pada Stasiun Kerja (SK) *gluing*. Alur pembahasan akan dimulai dengan tahap validasi instrumen penelitian, pengembangan matriks *House of Quality* (HOQ), hingga evaluasi komparatif mengenai efektivitas meja kerja baru dalam mereduksi risiko ergonomi serta dampaknya terhadap performa produksi perusahaan.

Uji Validitas dan Reliabilitas Atribut Desain

Analisis data dimulai dengan melakukan uji validitas dan reliabilitas terhadap 10 atribut kebutuhan operator pada **Stasiun Kerja (SK) *gluing***. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa instrumen yang digunakan dalam menangkap aspirasi pengguna memiliki akurasi dan konsistensi yang tinggi. Berdasarkan Tabel 3, seluruh atribut pernyataan menunjukkan nilai $R_{count} > R_{table}$ (0,3), sehingga variabel penelitian dinyatakan valid. Selanjutnya, hasil uji reliabilitas pada Tabel 4 menunjukkan nilai *Cronbach's Alpha* (α) di atas 0,6 untuk tingkat kepentingan (0,960), persepsi (0,959), dan ekspektasi (0,953).

Table 3 Uji Validitas

Pernyataan	R.table	R.hitung			Hasil
		Tingkat Kepentingan	Persepsi	Ekspektasi	
Atribut 1	0,3	0,985	0,975	0,998	Valid
Atribut 2	0,3	0,640	0,975	0,998	Valid
Atribut 3	0,3	0,768	0,955	0,554	Valid
Atribut 4	0,3	0,985	0,735	0,832	Valid
Atribut 5	0,3	0,985	0,955	0,554	Valid
Atribut 6	0,3	0,985	0,679	0,998	Valid
Atribut 7	0,3	0,985	0,975	0,554	Valid
Atribut 8	0,3	0,640	0,975	0,998	Valid
Atribut 9	0,3	0,985	0,975	0,998	Valid
Atribut 10	0,3	0,939	0,679	0,832	Valid

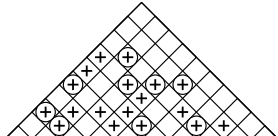
Konsistensi internal instrumen dalam mengukur dimensi kepentingan, persepsi, serta ekspektasi pekerja diverifikasi melalui uji reliabilitas dengan hasil yang terangkum secara komprehensif pada Tabel 4:

Tabel 4 Reliability Test

Attributes	Crosbanch (α)	Rcount	Keterangan
Kepentingan	0,6	0,960	Reliability
Persepsi	0,6	0,959	Reliability
Ekspektasi	0,6	0,953	Reliability

Pengembangan Matriks *House of Quality* (HOQ)

Tahap selanjutnya adalah mengonversi kebutuhan operator menjadi persyaratan teknis melalui matriks *House of Quality* (HOQ) yang disajikan pada Gambar 2. Dalam pengembangan ini, faktor kompetitor sengaja tidak diperhitungkan karena desain meja kerja ini bersifat khusus untuk kebutuhan internal perusahaan. Hasil matriks HOQ mengidentifikasi prioritas teknis utama, di mana fitur *adjustable* (dapat diatur ketinggiannya) menjadi atribut dengan peringkat kepentingan tertinggi (peringkat 1) untuk mengakomodasi variasi antropometri operator.

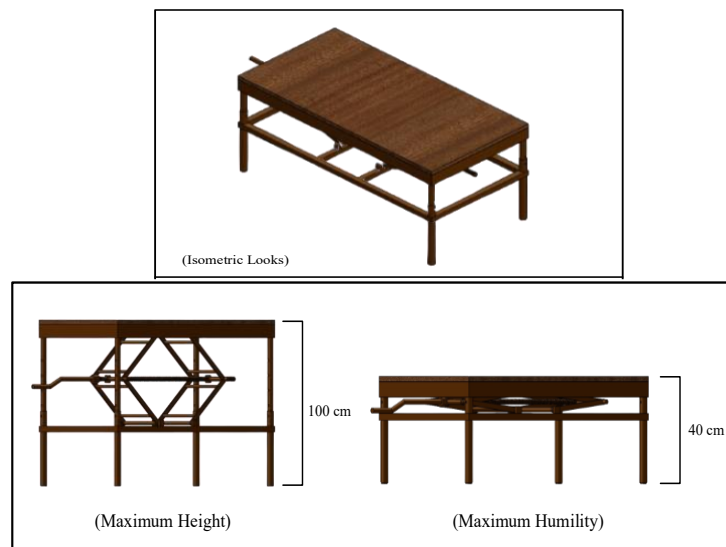
																
		Importance to Customer 1. The work table is made of holo iron 2. The table base is made in the form of an iron frame 3. The table can carry loads up to 100 kg 4. Simple table building components 5. Added height cog 6. The table does not have a machine, manual operation 7. The legs on the table are given rubber pads 8. Simple work desk design 9. The drive wheels are made of threaded solid iron 10. Adding color to the work desk														
No	Statement Attribute (Whats)											Improvement Rasio	Sales Point	Raw Weight	Normalized Raw Weight	Order of priority
1.	Easy to operate workbench	3,67				●	●	△	△			1,00	1,5	3,67	0,102	3
2.	Work table that is easy to maintain	3,33	△			△	△		●	●	●	1,00	1,5	3,33	0,092	7
3.	A quiet work desk	3,00	△	●	△	●	●	●		△		1,11	1,5	3,33	0,092	8
4.	Mechanical workbench (manual work method)	3,67				●			●			1,00	1,5	3,67	0,102	4
5.	The workbench can support heavy loads	3,67	△		●							1,11	1,5	4,07	0,113	2
6.	Adjustable work table (height adjustable)	3,67	●	△	△	●	●			●		1,22	1,5	4,48	0,124	1
7.	Easy to move work desk	3,67				●			●			0,91	1,5	3,33	0,092	9
8.	Sturdy work table	3,33	●	●	●	△		●		●		1,10	1,5	3,67	0,102	5
9.	Safe work desk	3,67	●	●	△	●	●			●		1,00	1,5	3,67	0,102	6
10.	Work desk with an attractive design	3,00		●	●	●	△		●	●	●	0,90	1,5	2,70	0,075	10
Amount		95,07	85,58	75,70	56,91	151,71	92,14	31,00	51,77	75,44	34,30					
Percentage		12,63%	11,77%	10,06%	7,56%	20,16%	12,24%	4,12%	6,88%	10,02%	4,56%					

Gambar 2 Matrix House of Quality (HOQ)

Perancangan Fasilitas Kerja Ergonomis

Dimensi meja kerja ergonomis ditentukan melalui integrasi antara dimensi produk kotak karton dan data antropometri pekerja. Panjang dan lebar meja ditetapkan masing-masing sebesar 160 cm dan 80 cm untuk memberikan ruang kerja yang memadai bagi produk. Sementara itu, tinggi meja dirancang fleksibel menggunakan perhitungan persentil ke-5 (P5) dan ke-95 (P95) dari data Tinggi Pinggang Berdiri (Tpgb) pekerja.

Berdasarkan perhitungan, didapatkan rentang tinggi meja antara 77,03 cm hingga 97,06 cm, yang kemudian dibulatkan menjadi maksimal 100 cm untuk memberikan kenyamanan optimal saat bekerja. Visualisasi rancangan 3D yang dibuat menggunakan perangkat lunak *SolidWorks* ditunjukkan pada Gambar 3, yang mencakup mekanisme pengatur ketinggian serta struktur yang kokoh untuk menopang beban kerja.



Gambar 3 Desain meja kerja ergonomis

Analisis Perbandingan Risiko Postur Kerja dan Produktivitas

Efektivitas dari penerapan meja kerja baru di *SK gluing* dievaluasi dengan membandingkan skor RULA dan waktu proses sebelum dan sesudah perbaikan. Hasil evaluasi postur menggunakan simulasi manekin pada CATIA V5R20 disajikan pada Tabel 5 dan Gambar 5.



Gambar 4 Kondisi Pekerja setelah menggunakan meja kerja yang didesain



Gambar 5 Skor RULA setelah perbaikan

Berikut perbandingan nilai RULA sebelum dan sesudah perbaikan

Tabel 5 Perbandingan Nilai RULA sebelum dan setelah

Bagian	Kondisi Sebelum		Nilai setelah perbaikan	
	Glue giving	Folding	Glue giving	Folding
Lengan Atas (<i>Upper Arm</i>)	4	3	3	1
Lengan Bawah (<i>Forearm</i>)	3	2	2	2
Pergelangan Tangan (<i>Wrist</i>)	1	3	3	2
Putaran Pergelangan Tangan (<i>Wrist Twist</i>)	2	1	1	1
Skor Postur A	4	4	4	2
Aktivitas Otot (<i>Muscle</i>)	1	1	1	1
Beban / Tenaga (<i>Force/Load</i>)	0	0	0	0
Skor Pergelangan & Lengan	5	5	5	3
Leher (<i>Neck</i>)	3	4	1	1
Batang Tubuh (<i>Trunk</i>)	4	5	2	2
Kaki (<i>Leg</i>)	1	1	1	1
Skor Postur B	5	7	2	2
Skor Leher, Batang Tubuh & Kaki	6	8	3	3
Skor Akhir	7	7	4	3

Secara analitik, penurunan skor dari level kritis (7) menjadi level 4 dan 3 membuktikan bahwa meja kerja baru mampu mengeliminasi posisi membungkuk dan transisi duduk-berdiri yang tidak alamiah. Perbaikan postur ini secara langsung berdampak pada peningkatan efisiensi operasional. Waktu proses produksi menurun signifikan dari 74 detik/karton menjadi 51 detik/karton. Hal ini memicu peningkatan output produksi dari 340 unit menjadi 494 unit dalam periode waktu yang sama. Hasil ini menegaskan bahwa intervensi ergonomis pada SK *gluing* tidak hanya melindungi kesehatan fisik pekerja tetapi juga memberikan keuntungan kompetitif bagi perusahaan melalui peningkatan produktivitas.

PEMBAHASAN

Realisasi desain meja kerja ergonomis pada SK *gluing* mengintegrasikan tujuh komponen struktural utama yang meliputi rangka bawah, penyangga bawah, penyangga atas, poros mur (*nut axle*), poros berulir putar (*swivel threaded axle*), braket bawah, dan alas meja. Pemilihan material berupa besi holo, besi pipa, pelat strip, besi 8 mm, besi as, dan *plywood* dilakukan untuk menjamin durabilitas serta kekuatan struktur dalam menghadapi beban kerja kontinu. Implementasi fitur *adjustable* memungkinkan fleksibilitas ketinggian meja dengan rentang operasional antara 40 cm hingga 100 cm, yang secara analitik bertujuan untuk mengakomodasi variasi dimensi antropometri Tinggi Pinggang Berdiri (Tpgb) pekerja.

Analisis fungsional menunjukkan bahwa kapasitas beban meja kerja mampu menopang hingga 100 kg, nilai yang jauh melampaui beban operasional riil sebesar 42,85 kg (estimasi 100 tumpukan karton dimensi terbesar). Mekanisme penyesuaian tinggi menggunakan sistem engkol (*crank system*) dioperasikan secara manual pada awal proses kerja untuk menyinkronkan posisi meja dengan volume material dan postur operator. Konfigurasi optimal ditemukan pada tumpukan 50 lembar karton dengan ketinggian meja 57,5 cm, yang secara ergonomis selaras dengan rata-rata Tpgb pekerja sebesar 87,5 cm. Hal ini membuktikan bahwa rancangan meja berhasil mentransformasikan atribut kebutuhan pengguna dalam matriks QFD ke dalam spesifikasi teknis yang aplikatif.

Dampak intervensi ergonomis ini tercermin secara signifikan pada perbaikan skor RULA dan efisiensi produksi di SK *gluing*. Penurunan skor RULA dari level kritis 7 menjadi level 4 pada elemen kerja pemberian lem dan level 3 pada elemen pelipatan menandakan keberhasilan reduksi risiko dari kategori tinggi ke kategori rendah/sedang. Perbaikan postur kerja tersebut memicu akselerasi waktu proses produksi dari 74 detik/unit menjadi 51 detik/unit. Secara akumulatif, peningkatan kecepatan proses ini mendongkrak output produksi harian dari 340-unit menjadi 494 unit, atau mengalami kenaikan sebesar 45,3%.

Validasi subjektif terhadap penggunaan meja kerja baru mengonfirmasi hilangnya keluhan nyeri pada otot lengan, siku, pergelangan tangan, punggung, tulang ekor, hingga kaki yang sebelumnya dilaporkan oleh pekerja. Pernyataan kenyamanan dari operator mempertegas bahwa meja kerja ergonomis ini efektif dalam memitigasi gangguan muskuloskeletal sekaligus menciptakan lingkungan kerja yang lebih produktif. Hasil ini menegaskan bahwa pendekatan desain berbasis kebutuhan pengguna dan data antropometri merupakan strategi yang tepat dalam menyelesaikan permasalahan ergonomi di industri manufaktur pengemasan.

PENUTUP

Penelitian mengenai optimasi postur kerja pada SK *gluing* di industri manufaktur pengemasan karton menyimpulkan bahwa implementasi meja kerja ergonomis berbasis *Quality Function Deployment* (QFD) secara signifikan memperbaiki mekanika tubuh operator. Analisis menggunakan metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) membuktikan adanya penurunan tingkat risiko dari skor kritis 7 pada kedua elemen kerja menjadi skor 4 untuk proses pemberian lem dan skor 3 untuk proses pelipatan. Penurunan skor ini mengonfirmasi perubahan kategori risiko dari tingkat tinggi yang memerlukan tindakan segera menjadi tingkat rendah hingga sedang.

Intervensi desain meja kerja yang bersifat *adjustable* terbukti efektif dalam memitigasi keluhan kesehatan kerja secara komprehensif. Pekerja tidak lagi melaporkan adanya nyeri muskuloskeletal pada area otot lengan, siku, pergelangan tangan, punggung, tulang ekor, hingga kaki. Selain perbaikan aspek kesehatan, efisiensi operasional di SK *gluing* turut meningkat secara linear melalui reduksi waktu proses menjadi 51 detik/unit, yang pada akhirnya mendongkrak output produksi harian mencapai 494 unit. Hasil penelitian ini memberikan rekomendasi bagi industri serupa untuk menerapkan fasilitas kerja yang adaptif terhadap antropometri pekerja guna menjamin keberlanjutan produktivitas dan kesejahteraan tenaga kerja.

REFERENSI

- Bridger, R. S. (2003). Introduction to Ergonomics. In *International Journal of Industrial Ergonomics* (Vol. 13, Issue 2). London: Routledge. [https://doi.org/10.1016/0169-8141\(94\)90083-3](https://doi.org/10.1016/0169-8141(94)90083-3)
- Charles, L. E., Ma, C. C., Burchfiel, C. M., & Dong, R. G. (2018). Vibration and Ergonomic Exposures Associated With Musculoskeletal Disorders of the Shoulder and Neck. In *Safety and Health at Work* (Vol. 9, Issue 2, pp. 125–132). Elsevier Science B.V. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2017.10.003>
- Cimino, A., Curcio, D., Longo, F., & Mirabelli, G. (2008). Workplaces effective ergonomic design: A literature review. *20th European Modeling and Simulation Symposium, EMSS 2008, January*, 853–862.
- Cohen, L. (2005). *Quality Function Deployment: How to Make QFD Work of You*. New York: Wesley Publishing Company.
- Ficalora, J. P., & Cohen, L. (2010). *Quality Function Deployment and Six Sigma, A QFD Handbook* (Second). Indiana: Pearson Education, Inc.
- Francis, F. (2016). Engineering Approach with Quality Function Deployment for an ABET Accredited Program: A Case Study. *American Journal of Mechanical Engineering*, 4(2), 65–70. <https://doi.org/10.12691/ajme-4-2-4>
- Ginting, R., Ishak, A., Fauzi Malik, A., & Satrio, M. R. (2020). Product Development with Quality Function Deployment (QFD): A Literature Review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1003(1), 012022. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1003/1/012022>
- Ismianti, I., Herianto, H., & Ardiyanto, A. (2019). Studi Antropometri Mahasiswa Indonesia Bersuku Batak Dan Jawa. *Jurnal Ergonomi Indonesia (The Indonesian Journal of Ergonomic)*, 5(2), 47. <https://doi.org/10.24843/jei.2019.v05.i02.p01>
- Joseph P Louis, F. C. (2015). Quality Function Deployment and SIX SIGMA: A QFD Handbook Second Edition. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. (Vol. 1, Issue April).
- Namwongsa, S., Puntumetakul, R., Neubert, M. S., Chaiklieng, S., & Boucaut, R. (2018). Ergonomic risk assessment of smartphone users using the Rapid Upper Limb Assessment (RULA) tool. *PLoS ONE*, 13(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203394>
- Pheasant, S. (2003). Bodyspace: Ergonomics, Anthropometry and the Design of Work. In *Paraplegia* (Second Edi, Vol. 27, Issue 5). Philadelphia: Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1038/sc.1989.63>
- Rahmawati, B. D., Pradana, I. B. P., & Rachman, B. R. (2025). A Quality Function Deployment model: Application design for sauce bottle washer. *OPSI*, 18(1), 101–111. <https://doi.org/10.31315/opsi.v18i1.14659>
- Rianmora, S., & Werawatganon, S. (2021). Applying quality function deployment in open innovation engineering. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(1), 1–20. <https://doi.org/10.3390/joitmc7010026>
- Tan, K. C., Xie, M., & Ngee, Goh, T. (2003). *Advanced QFD Applications*. Amerika Serikat: ASQ Quality Press.
- Tang, K. H. D. (2022). The Prevalence, Causes and Prevention of Occupational Musculoskeletal Disorders. *Global Academic Journal of Medical Sciences*, 4(2), 56–68. <https://doi.org/10.36348/gajms.2022.v04i02.004>
- Widiyawati, S., Lukodono, R. P., Lustyana, A. T., & Pradana, I. A. (2020). Investigation of the risk of daily officer work posture based on rapid upper limb assessment (rula) method. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 8(1), 24–31. <https://doi.org/10.13189/saj.2020.080103>
- Wu, K.-S., Varmazyar, S., & Nagaraj Kakaraparthi, V. (2022). Association between long-term static postures exposure and musculoskeletal disorders among university employees: A viewpoint of inflammatory pathways. <http://www.rula.co.uk>.