

Artikel Penelitian (Teknik Industri)

Perancangan Meja Kerja pada Proses Produksi Valve di PT VM Menggunakan Metode NBM dan QFD dengan Pendekatan Antropometri

Erwin Barita Maniur Tambunan, Ade Irpan Sabilah^{*}, Ahcmad Fauzan, Alfian Putra Astrianto

Fakultas Teknik, Teknik Industri, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Jakarta, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 05 Desember 2025
Revisi Akhir: 18 Februari 2026
Diterbitkan Online: 02 April 2026

KATA KUNCI

Antropometri
Ergonomi
Meja Kerja
NBM
QFD

KORESPONDENSI^(*)

Phone: +62 821-1342-8200
E-mail: ade.irpan@dsn.ubharajaya.ac.id

A B S T R A K

Penelitian ini bertujuan merancang ulang meja kerja pada proses produksi valve di PT VMI dengan pendekatan ergonomi untuk menurunkan risiko keluhan muskuloskeletal dan meningkatkan kenyamanan kerja operator. Metode yang digunakan adalah pendekatan campuran melalui observasi postur kerja, penyebaran kuesioner Nordic Body Map kepada 50 operator, pengukuran antropometri, serta pengolahan kebutuhan pengguna menggunakan Quality Function Deployment. Hasil identifikasi menunjukkan mayoritas operator berada pada tingkat risiko sedang dengan keluhan dominan pada punggung, bahu, dan pinggang akibat ketidaksesuaian dimensi meja kerja terhadap karakteristik tubuh. Analisis QFD menempatkan kebutuhan utama pada pencegahan postur membungkuk dan kesesuaian desain ergonomis sementara hasil antropometri menghasilkan rekomendasi tinggi meja mendekati persentil tinggi siku operator. Desain usulan berbentuk menyudut dengan dimensi yang sesuai jangkauan kerja berpotensi mengurangi beban biomekanik, memperbaiki postur serta meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja secara berkelanjutan di lingkungan manufaktur.

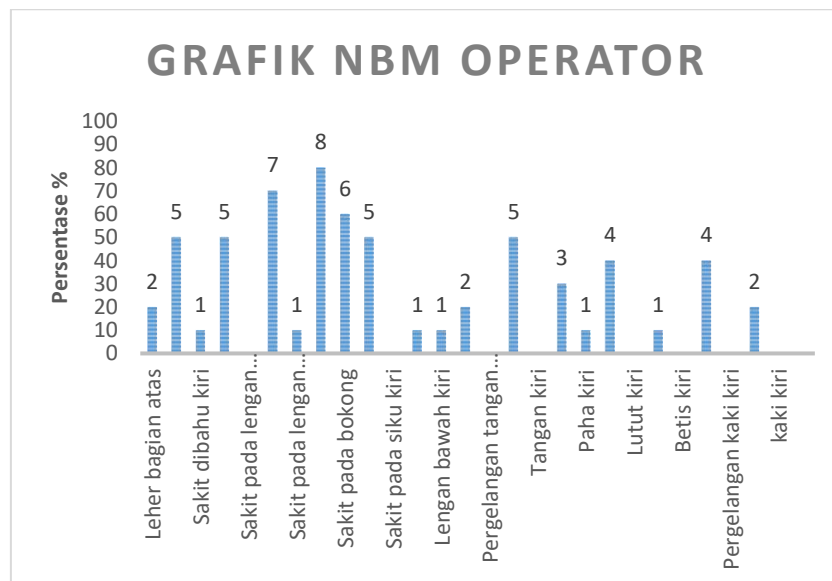
PENDAHULUAN

Industri manufaktur merupakan sektor strategis yang memiliki kontribusi besar terhadap pertumbuhan ekonomi nasional. Upaya dalam meningkatkan daya saing di tengah arus globalisasi perusahaan perlu terus mengembangkan dan menyempurnakan sistem produksinya. Salah satu faktor penting agar proses produksi berjalan optimal adalah terciptanya lingkungan kerja yang nyaman, aman serta ergonomis. Hal ini karena tingkat produktivitas tenaga kerja sangat dipengaruhi oleh kenyamanan, efisiensi serta keamanan yang mereka rasakan selama menjalankan aktivitas kerja[1]. Terciptanya persaingan global yang semakin ketat, sektor manufaktur Indonesia terus berkembang sebagai pendorong utama pertumbuhan ekonomi nasional. Namun, pencapaian produktivitas tinggi sering kali dihadapkan pada tantangan kesehatan dan keselamatan kerja, khususnya gangguan muskuloskeletal disorders (MSDs) yang disebabkan oleh desain fasilitas kerja yang kurang ergonomis [2]. Kondisi ini tidak hanya menurunkan efisiensi kerja dan meningkatkan absensi, tetapi juga berpotensi menimbulkan biaya ekonomi signifikan akibat klaim kesehatan dan penurunan kinerja jangka panjang[3]. Oleh karena itu, pendekatan ergonomi yang mengintegrasikan prinsip antropometri, evaluasi keluhan subjektif, serta penerjemahan kebutuhan pengguna menjadi spesifikasi teknis menjadi semakin relevan untuk menciptakan *workstation* yang “*fit for the worker*” dalam konteks industri manufaktur lokal.

Keluhan muskuloskeletal pada pekerja manufaktur merupakan isu ergonomi yang banyak dilaporkan karena berhubungan langsung dengan postur kerja statis, gerakan berulang, serta beban kerja fisik yang tinggi. Berbagai

penelitian menunjukkan bahwa gangguan pada punggung, bahu, dan leher menjadi keluhan dominan pada operator produksi karena area tersebut menanggung beban biomekanik terbesar selama aktivitas kerja berlangsung [4]. Gangguan muskuloskeletal merupakan salah satu penyebab utama penurunan kapasitas kerja dan produktivitas di sektor industri. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian ergonomi yang dipublikasikan pada jurnal *Applied Ergonomics* yang menyatakan bahwa paparan postur tidak netral dan repetisi tinggi meningkatkan risiko keluhan pada tubuh bagian atas pekerja manufaktur [5]. Berdasarkan hasil identifikasi menggunakan pendekatan Nordic Body Map (NBM), distribusi keluhan operator menunjukkan konsentrasi tertinggi pada bagian punggung, bahu, dan pinggang, yang mengindikasikan adanya ketidaksesuaian antara tuntutan kerja dengan kemampuan fisik pekerja. Fenomena ini juga diperkuat oleh pedoman ergonomi dari National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) yang menegaskan bahwa desain kerja yang tidak ergonomis berkontribusi signifikan terhadap peningkatan prevalensi gangguan muskuloskeletal di lingkungan industri. Oleh karena itu, analisis terhadap jenis dan jumlah keluhan pekerja menjadi langkah awal yang penting untuk merumuskan strategi intervensi ergonomi guna meningkatkan keselamatan, kenyamanan serta produktivitas kerja [6].

Perusahaan yang bergerak di sektor manufaktur peralatan industri, PT VMI memiliki karakteristik proses kerja yang menuntut ketelitian tinggi, aktivitas manual handling serta interaksi intensif antara operator dan peralatan produksi. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan beban fisik pada pekerja, terutama pada bagian punggung, bahu, dan lengan, sehingga aspek ergonomi menjadi faktor penting dalam menjaga kesehatan dan kinerja operator. Sejalan dengan temuan penelitian ergonomi yang menunjukkan bahwa lingkungan kerja manufaktur memiliki risiko tinggi terhadap gangguan muskuloskeletal, analisis keluhan pekerja di PT VMI menjadi langkah krusial untuk mengidentifikasi titik kritis ketidaknyamanan kerja. Observasi lapangan awal secara sederhana mengindikasikan bahwa meja kerja *existing* memiliki tinggi 89 cm hal ini jauh lebih rendah dari tinggi siku rata-rata operator yang berkisar 109 cm dan juga serta lebar yang melebihi rentang jangkauan tangan optimal sehingga memaksa operator mengadopsi postur membungkuk, jongkok atau menjulurkan tubuh secara berlebihan.



Gambar 1. Grafik NBM Sakit Pada Operator

Berdasarkan Gambar 1. Grafik NBM Sakit Pada Operator teridentifikasi terdapat 19 jenis keluhan muskuloskeletal yang dialami operator dengan total akumulasi 64 keluhan. Keluhan dengan jumlah tertinggi berada pada bagian punggung sebanyak 8 operator dengan nilai persentase sebesar (12,5%), diikuti sakit pada bagian bahu/punggung atas sebanyak 7 operator dengan nilai persentase sebesar (10,9%), serta keluhan pada pinggang sebanyak 6 operator dengan nilai persentase sebesar (9,4%). Sementara itu, beberapa keluhan lain seperti leher bagian bawah, lengan kanan, dan pergelangan tangan kanan masing-masing tercatat sebanyak 5 operator dengan nilai persentase sebesar (7,8%), yang menunjukkan bahwa area tubuh bagian atas merupakan titik dominan terjadinya ketidaknyamanan kerja. Secara keseluruhan, distribusi keluhan menunjukkan pola konsentrasi pada segmen tubuh yang berhubungan langsung dengan aktivitas kerja statis dan gerakan berulang, terutama pada punggung, bahu, dan lengan. Keluhan dengan frekuensi lebih

rendah, seperti pada paha, lutut, betis, serta pergelangan kaki sebanyak 1 sampai 4 operator atau dengan nilai persentase sebesar 1,6 sampai 6,3%, mengindikasikan bahwa beban kerja pada ekstremitas bawah relatif lebih kecil dibandingkan bagian atas tubuh. Temuan ini menegaskan bahwa risiko ergonomi utama pada operator berfokus pada postur kerja dan desain fasilitas yang belum optimal, sehingga diperlukan intervensi perbaikan ergonomi untuk menurunkan prevalensi keluhan dan meningkatkan kenyamanan serta produktivitas kerja.

Permasalahan terkait ergonomi di lingkungan manufaktur umumnya berfokus pada identifikasi keluhan *muskuloskeletal* dan evaluasi postur kerja namun masih terbatas pada tahap analisis tanpa diikuti perancangan solusi yang terstruktur. Selain itu, sebagian studi perancangan fasilitas kerja belum sepenuhnya mengintegrasikan kebutuhan spesifik operator sebagai dasar utama dalam menentukan karakteristik teknis desain. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang mampu menjembatani kebutuhan pengguna dengan spesifikasi teknis secara sistematis agar solusi ergonomi yang dihasilkan lebih tepat sasaran dan aplikatif [7]. Metode *Quality Function Deployment* (QFD) merupakan pendekatan sistematis yang digunakan untuk menerjemahkan kebutuhan dan harapan pengguna ke dalam karakteristik teknis produk atau fasilitas kerja. Dalam konteks ergonomi, QFD memungkinkan identifikasi kebutuhan operator secara terstruktur melalui pemetaan *voice of customer* ke dalam parameter desain yang terukur, sehingga solusi yang dihasilkan lebih tepat sasaran. Penerapan metode ini dalam berbagai penelitian menunjukkan bahwa integrasi aspek kenyamanan, keamanan, dan kemudahan penggunaan ke dalam proses perancangan mampu menghasilkan fasilitas kerja yang lebih adaptif terhadap kondisi pekerja serta berpotensi menurunkan risiko gangguan muskuloskeletal (MSDs)[8].

Pada industri manufaktur khususnya pada lingkungan produksi yang memiliki aktivitas material handling atau pemindahan beban secara manual maupun semi-mekanis. Mini crane biasanya digunakan di area perakitan, gudang, atau lini produksi untuk membantu pekerja mengangkat komponen berat agar lebih aman dan efisien. Methods QFD digunakan sebagai tahap lanjutan setelah analisis risiko ergonomi. Metode ini berfungsi untuk mengintegrasikan kebutuhan perusahaan dan pekerja ke dalam spesifikasi desain alat mini crane, seperti aspek ergonomi, kapasitas, dan jangkauan alat. Dengan pendekatan tersebut, QFD memastikan bahwa solusi perancangan tidak hanya mengurangi risiko cedera, tetapi juga dapat diimplementasikan secara praktis di lapangan karena selaras dengan kebutuhan operasional dan pengguna [9]. Hal ini dikaitkan dengan kondisi kerja di PT VMI, penggunaan QFD dapat menjadi pendekatan strategis untuk merancang atau mengevaluasi fasilitas kerja berdasarkan kebutuhan nyata operator di lingkungan produksi katup industri. Melalui penyusunan *House of Quality* perusahaan dapat memprioritaskan atribut ergonomi yang paling berpengaruh terhadap kenyamanan dan performa kerja, seperti postur duduk, dukungan tubuh serta kemudahan operasional. Dengan demikian penerapan QFD tidak hanya berfungsi sebagai alat perancangan tetapi juga sebagai kerangka pengambilan keputusan berbasis kebutuhan pengguna untuk meningkatkan keselamatan, kenyamanan, dan produktivitas kerja secara berkelanjutan di lingkungan manufaktur.

TINJAUAN PUSTAKA

Ergonomi dan Nordic Body Map (NBM)

Ergonomi dipahami sebagai ilmu yang mempelajari keterkaitan antara manusia dengan sistem kerjanya, yang meliputi aspek biologis, fisiologis, peralatan atau mesin, lingkungan kerja, organisasi, hingga pola kebiasaan kerja. Fokus utama ergonomi adalah menyesuaikan pekerjaan dengan kemampuan dan keterbatasan manusia sehingga aktivitas kerja dapat dilakukan secara tepat waktu, efisien, aman, dan efektif. Dengan pendekatan ini, desain tempat kerja, alat, maupun metode kerja tidak hanya berorientasi pada produktivitas, tetapi juga pada kesejahteraan pekerja sehingga risiko kelelahan dan cedera dapat diminimalkan [10]. Sementara itu, *Nordic Body Map* (NBM) merupakan instrumen ergonomi berbentuk kuesioner yang digunakan untuk mengidentifikasi tingkat ketidaknyamanan atau keluhan nyeri pada bagian tubuh pekerja. NBM berperan penting dalam mendeteksi indikasi *Work-related Musculoskeletal Disorders* (WMSDs), yaitu gangguan sistem otot dan rangka yang disebabkan oleh aktivitas kerja berulang, postur tidak alami, maupun beban kerja berlebih. Dengan menggunakan NBM, perusahaan dapat memperoleh gambaran awal kondisi kesehatan pekerja sehingga dapat menjadi dasar dalam perancangan perbaikan kerja atau intervensi ergonomi yang lebih tepat sasaran [11].

Perancangan

Perancangan (*Design*) adalah kemampuan untuk menciptakan berbagai pilihan dalam menyelesaikan masalah, di mana saran dan input berasal dari penelitian dan pengembangan isu yang dapat membantu menghasilkan solusi. Dalam

perancangan, diperlukan sarana untuk menemukan informasi yang berfungsi sebagai alat dalam mengolah data masukan yang digunakan [12]. Perancangan dapat dipahami sebagai proses sistematis untuk merencanakan dan mengembangkan suatu alat atau sistem kerja dengan mempertimbangkan kebutuhan pengguna, kondisi kerja, serta tujuan operasional perusahaan. Proses ini biasanya dimulai dari identifikasi masalah di lapangan, pengumpulan data kebutuhan pekerja, analisis ergonomi, hingga pengembangan alternatif desain yang paling sesuai [13].

Quality Function Deployment (QFD)

Quality Function Deployment (QFD) merupakan metode yang digunakan untuk memahami apa yang diinginkan oleh konsumen. Metode ini membantu mengubah keinginan konsumen menjadi rencana produksi (Khodijah & Fitriani, Metode QFD sangat cocok untuk mengeliminasi semua aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah dan mengetahui tingkat sigma dalam menganalisis jenis cacat pada proses pencampuran. [14].

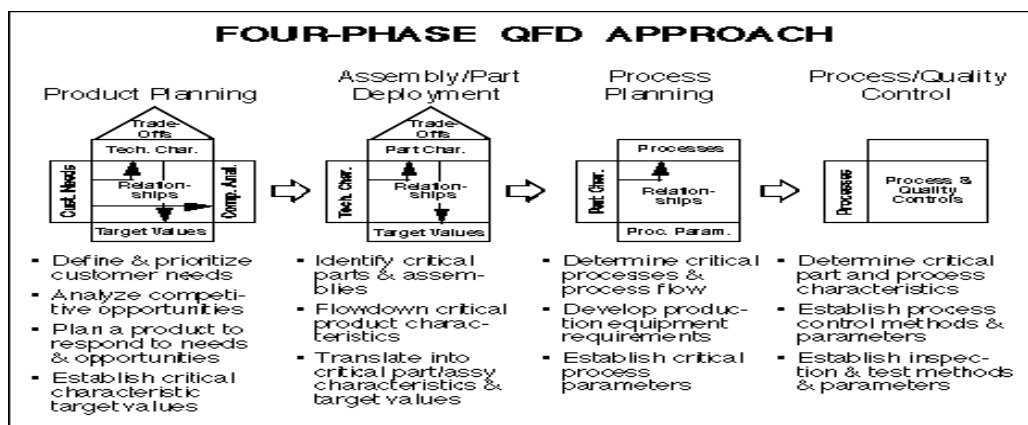
Quality Function Deployment (QFD) adalah sebuah metodologi dalam proses perancangan dan pengembangan produk yang mampu mengintegrasikan voice of customer ke dalam proses perancangannya. Quality Function Deployment (QFD) adalah sebuah metodologi dalam proses perancangan dan pengembangan produk yang mampu mengintegrasikan voice of customer ke dalam proses perancangannya [15]. Quality Function Deployment (QFD) sangat erat terkait dengan para konsumen yaitu diantaranya:

1. Mengidentifikasi kebutuhan konsumen yang dikenal dalam Quality Function Deployment (QFD) yang diterjemahkan melalui Voice of Customer (VoC).
2. Mengidentifikasi atribut produk yang paling memuaskan Voice of Customer (VoC).
3. Menetapkan pengembangan produk dan menguji target dan prioritas yang akan menghasilkan produk atau layanan yang memenuhi Voice of Customer (VoC).

Four-Phase QFD (Quality Function Deployment)

Approach Four-phase QFD adalah metode yang digunakan dalam QFD untuk mengintegrasikan kebutuhan dan keinginan pelanggan dengan proses desain produk atau layanan. Metode ini terdiri dari empat fase utama yang saling terkait dan setiap fase memiliki tujuan dan kegiatan spesifik. Berikut adalah penjelasan tentang setiap fase dalam Four-phase QFD approach:

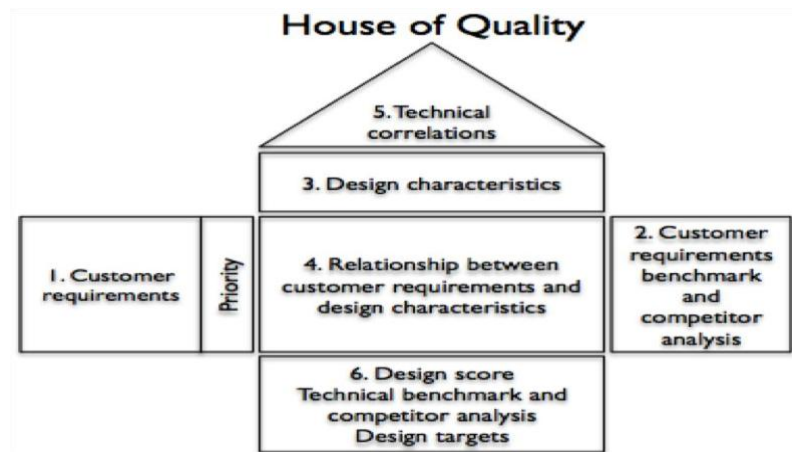
1. Fase Pertama
Fase pertama adalah Voice of Customer (VoC) akan didapatkan keinginan dan kebutuhan konsumen.
2. Fase Kedua
Fase kedua selanjutnya yaitu penentuan karakteristik dimana dapat diketahui kepentingan dari tiap karakteristik dari produk yang akan dirancang.
3. Fase Ketiga
Fase yang ketiga adalah penentuan tingkat kepentingan dari tiap karakteristik.
4. Fase Keempat
Fase yang keempat adalah penentuan prioritas dari karakteristik. Four-phase QFD approach membantu dalam memastikan bahwa kebutuhan pelanggan dipahami dan terintegrasi dengan baik dalam proses desain dan produksi.



Gambar 2. Four-phase QFD approach

Struktur House of Quality (HoQ)

Dipergunakan sebagai peta yang menerjemahkan suara konsumen menjadi keputusan teknis dalam perancangan meja kerja proses produksi valve.



Gambar 3. House of Quality (HoQ)

Bagian pertama dimulai dari *Customer Needs* (WHAT), yaitu daftar kebutuhan operator seperti kenyamanan postur, kemudahan jangkauan, dan stabilitas meja. Kebutuhan ini kemudian diprioritaskan dalam *Planning Matrix*, yang membantu melihat tingkat kepentingan dan posisi dibanding kondisi kerja yang ada.

Pertama, *Customer Needs* berisi kebutuhan operator seperti meja yang nyaman, aman serta yang mudah dijangkau. Kebutuhan ini kemudian dianalisis pada *Planning Matrix* untuk melihat masalah pada meja kerja saat ini serta menentukan prioritas perbaikan. Selanjutnya, kebutuhan tersebut diterjemahkan menjadi *Technical Requirements*, misalnya tinggi meja, ukuran permukaan kerja, dan kekuatan material.

Setelah itu, pada *Interrelationship Matrix* dilihat hubungan antara kebutuhan operator dan spesifikasi teknis untuk mengetahui faktor yang paling berpengaruh. *Correlation Matrix* digunakan untuk mengecek apakah antarspesifikasi saling mendukung atau justru bertentangan. Terakhir, seluruh hasil dirangkum kedalam *design target*. Maksud dari *design target* yaitu spesifikasi akhir meja kerja yang siap dijadikan acuan pembuatan sehingga kebutuhan operator dapat diwujudkan dalam bentuk desain yang nyata dan aplikatif [16].

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan campuran (*mixed-methods*) dengan desain eksploratif dan deskriptif yang diarahkan untuk merancang ulang meja kerja proses produksi valve di PT VMI. Teknik pengolahan data penelitian ini meliputi:

1. Observasi langsung terhadap postur kerja operator pada tiga stasiun utama (marking, assembling, grinding)
2. Survei keluhan *musculoskeletal* menggunakan kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) yang disebarakan kepada 50 operator.
3. Wawancara terstruktur untuk menggali Voice of Customer (VoC) terkait tingkat kepentingan dan kepuasan terhadap atribut meja kerja.
4. Selanjutnya data VoC diolah melalui *matriks Quality Function Deployment* (QFD) dan (*House of Quality*).
5. Pengukuran antropometri langsung pada 50 operator laki-laki menggunakan alat ukur standar untuk memperoleh enam dimensi kunci yaitu tinggi tubuh, tinggi bahu, tinggi siku, lebar pinggang, panjang rentang tangan depan, dan panjang rentang tangan samping setelah itu perhitungan persentil (P5, P50, P95) untuk data antropometri menggunakan rumus distribusi normal sebagai dasar dari perancangan meja kerja produksi.
6. Melakukan Validasi desain dilakukan melalui perbandingan visual dan dimensi dengan meja *existing* serta estimasi biaya produksi sederhana sehingga menghasilkan rekomendasi *workstation* yang inklusif, berbasis bukti empiris serta sesuai dengan prinsip ergonomi partisipatif di lingkungan industri manufaktur skala menengah Indonesia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan informasi yang terdapat di tabel 1, langkah selanjutnya adalah menghitung skor akhir NBM untuk setiap operator. Tujuan dari proses ini adalah untuk menentukan tingkat risiko yang dimiliki oleh setiap operator. Di bawah ini adalah data mengenai skor akhir NBM.

Tabel 1. Skor NBM Operator

No	Nama	Jenis Kelamin	Usia (Thn)	Lama Bekerja (Bln)	Skor Akhir NBM	Tingkat Risiko
1	K1	LK	38	48	47	Rendah
2	K2	LK	33	39	50	Sedang
3	K3	LK	39	36	50	Sedang
4	K4	LK	46	51	49	Sedang
5	K5	LK	32	56	51	Sedang
6	K6	LK	32	55	53	Sedang
7	K7	LK	46	34	58	Tinggi
8	K8	LK	40	40	52	Sedang
9	K9	LK	31	48	52	Sedang
10	K10	LK	38	56	51	Sedang
11	K11	LK	31	38	45	Rendah
12	K12	LK	31	42	51	Sedang
13	K13	LK	36	31	52	Sedang
14	K14	LK	20	30	60	Tinggi
15	K15	LK	21	54	51	Sedang
16	K16	LK	30	60	52	Sedang
17	K17	LK	26	43	51	Sedang
18	K18	LK	36	56	48	Rendah
19	K19	LK	27	48	55	Sedang
20	K20	LK	23	36	54	Sedang
21	K21	LK	45	48	54	Sedang
22	K22	LK	32	62	48	Rendah
23	K23	LK	35	44	56	Sedang
24	K24	LK	23	62	47	Rendah
25	K25	LK	30	13	53	Sedang
26	K26	LK	35	54	59	Tinggi
27	K27	LK	25	45	48	Rendah
28	K28	LK	37	40	50	Sedang
29	K29	LK	30	45	52	Sedang
30	K30	LK	32	21	50	Sedang
31	K31	LK	30	41	46	Rendah
32	K32	LK	48	48	52	Sedang
33	K33	LK	34	61	48	Rendah
34	K34	LK	26	38	53	Sedang
35	K35	LK	40	34	48	Rendah
36	K36	LK	25	38	57	Tinggi
37	K37	LK	36	55	49	Sedang
38	K38	LK	20	48	50	Sedang

39	K39	LK	24	38	54	Sedang
40	K40	LK	36	50	47	Rendah
41	K41	LK	40	45	52	Sedang
42	K42	LK	35	55	56	Sedang
43	K43	LK	33	36	46	Rendah
44	K44	LK	32	40	52	Sedang
45	K45	LK	23	39	52	Sedang
46	K46	LK	29	27	54	Sedang
47	K47	LK	31	47	47	Rendah
48	K48	LK	42	47	47	Rendah
49	K49	LK	37	44	53	Sedang
50	K50	LK	21	41	52	Sedang

Data *Nordic Body Map* pada 50 operator, mayoritas responden (66%) mengalami tingkat risiko sedang dengan skor rata-rata sekitar 52, menunjukkan adanya keluhan muskuloskeletal yang cukup sering namun belum mencapai tingkat parah. Sekitar 26% operator berada pada kategori risiko rendah dengan skor rata-rata 47, sementara 8% lainnya tergolong berisiko tinggi dengan skor rata-rata dengan nilai 58,5 yang memerlukan intervensi ergonomi segera guna mencegah gangguan kronis sehingga hal ini mengindikasikan bahwa sebagian besar operator mengalami beban muskuloskeletal moderat akibat kondisi *workstation* yang tidak optimal.

Perhitungan Hubungan Atribut Whats

Fungsi utama dari Tabel Perhitungan Hubungan Atribut *WHATs* (*Relationship Matrix*) adalah sebagai jembatan kuantitatif antara kebutuhan pelanggan (*WHATs / Voice of Customer*) dengan spesifikasi teknis yang bisa diukur dan direalisasikan (*HOWs / Technical Responses*).

Tabel 2. Perhitungan Hubungan Atribut *Whats*

No	Customer Needs (WHATs)	Avg IC (Importance to Customer)	Avg CS (Customer Satisfaction saat ini)	Avg Goal	Avg IR (Improvement Ratio)	Avg SP (Sales Point)	Avg Raw Weight	Normalized Raw Weight (%)	Prioritas
1	Meja nyaman digunakan (tidak cepat lelah)	4.32	1.58	4.18	3.05	1.12	15.02	13.62	5
2	Desain ergonomis sesuai postur tubuh	4.66	1.56	4.44	3.29	1.13	17.64	16	2
3	Mudah menjangkau peralatan kerja di meja	4.66	1.56	4.54	3.26	1.04	15.95	14.46	4
4	Terdapat ruang penyimpanan peralatan kerja	4.14	1.62	4.14	2.97	1.11	13.67	12.4	6
5	Tidak membungkuk saat bekerja	5	1.22	5	4.45	1.37	30.6	27.75	1

6	Cukup ruang gerak saat bekerja	4.66	1.72	4.62	3.17	1.19	17.4	15.78	3
---	--------------------------------	------	------	------	------	------	------	-------	---

Perhitungan Hubungan Atribut Whats and Hows

Langkah perhitungan ini dilakukan pembuatan *Relationship Matrix* untuk menerjemahkan kebutuhan pelanggan (*WHATs*) yang telah diperoleh dari *Voice of Customer* (VoC) menjadi spesifikasi teknis yang dapat diukur (*HOWs*). Matriks hubungan ini terdiri dari enam atribut kebutuhan pelanggan (*WHATs*) yang diprioritaskan berdasarkan hasil *Planning Matrix* dan tujuh respon teknis (*HOWs*). Nilai hubungan antar atribut dinyatakan dalam skala standar QFD yaitu 9 (hubungan sangat kuat), 3 (hubungan sedang), 1 (hubungan lemah), dan 0 (tidak ada hubungan signifikan)

Tabel 3. Notasi Perhitungan Hubungan Atribut *Whats and Hows*

WHATs	HOWs						
	Tinggi meja sesuai siku (1)	Lebar & kedalaman sesuai rentang tangan (2)	Bentuk menyudut ergonomis (3)	Rak/laci penyimpanan (4)	Tepi membulat & anti-slip (5)	Pencahayaan tambahan (6)	Rangka kokoh simetris (7)
1. Nyaman (13.62%)	○ (3)	△ (1)	○ (3)	△ (1)	● (9)	○ (3)	○ (3)
2. Desain ergonomis (16.00%)	● (9)	○ (3)	● (9)	○ (3)	○ (3)	△ (1)	○ (3)
3. Mudah jangkau (14.46%)	○ (3)	● (9)	● (9)	● (9)	△ (1)	○ (3)	△ (1)
4. Ruang penyimpanan (12.40%)	△ (1)	○ (3)	△ (1)	● (9)	△ (1)	△ (1)	○ (3)
5. Tidak membungkuk (27.75%)	● (9)	○ (3)	○ (3)	△ (1)	○ (3)	△ (1)	● (9)
6. Ruang gerak (15.78%)	○ (3)	● (9)	● (9)	○ (3)	○ (3)	○ (3)	○ (3)

Tabel 4. Hasil Prioritas Perhitungan Hubungan Atribut *Whats and Hows*

WHATs	NRW (%)	HOW 1	HOW 2	HOW 3	HOW 4	HOW 5	HOW 6	HOW 7	Tech. Imp. per WHAT	Prioritas WHAT
Meja nyaman digunakan	13.62	3	1	3	1	9	3	3	5.37	5
Desain ergonomis sesuai postur tubuh	16.00	9	3	9	3	3	1	3	7.68	2
Mudah menjangkau peralatan kerja	14.46	3	9	9	9	1	3	1	6.88	4
Terdapat ruang penyimpanan	12.40	1	3	1	9	1	1	3	3.78	6
Tidak membungkuk	27.75	9	3	3	1	3	1	9	13.88	1

saat bekerja										
Cukup ruang gerak saat bekerja	15.78	3	9	9	3	3	3	3	7.89	3
Technical Importance (Total per HOW)	537.73	454.23	552.67	378.45	328.03	187.73	437.61			
Prioritas HOW	2	3	1	5	6	7	4			

Analisis matriks hubungan menunjukkan bahwa prioritas kebutuhan pelanggan (WHATs) berdasarkan Technical Importance per WHAT dari tertinggi ke terendah adalah: (1) Tidak membungkuk saat bekerja (13,88), (2) Desain ergonomis sesuai postur tubuh (7,68), (3) Cukup ruang gerak saat bekerja (7,89), (4) Mudah menjangkau peralatan kerja di meja (6,88), (5) Meja nyaman digunakan (5,37), dan (6) Terdapat ruang penyimpanan (3,78). Sementara itu, prioritas respon teknis (HOWs) berdasarkan Total Technical Importance per HOW adalah: (1) Bentuk menyudut ergonomis mengikuti arah lengan (552,67), (2) Tinggi meja disesuaikan dengan tinggi siku (537,73), (3) Lebar dan kedalaman meja sesuai rentang tangan (454,23), (4) Rangka kokoh dan simetris (437,61), (5) Rak/laci penyimpanan samping atau bawah (378,45), (6) Tepi meja membulat serta permukaan anti-slip (328,03), dan (7) Pencahayaan tambahan di area kerja (187,73). Temuan ini mengindikasikan bahwa bentuk menyudut ergonomis dan penyesuaian tinggi meja menjadi dua elemen teknis paling kritis, karena keduanya memberikan kontribusi tertinggi terhadap pemenuhan kebutuhan utama operator, khususnya pencegahan postur membungkuk dan peningkatan ruang gerak.

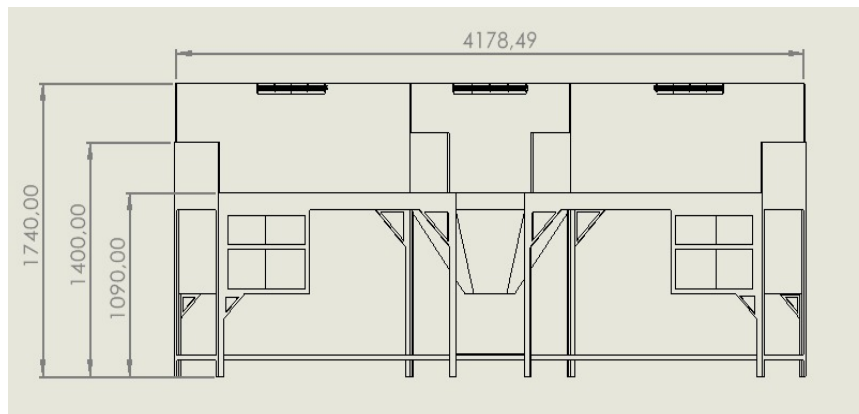
Perhitungan Data Antropometri

Analisis antropometri untuk merancang ulang meja kerja yang mendukung postur netral, meminimalkan beban fisik serta meningkatkan kenyamanan dan produktivitas operator secara berkelanjutan di lingkungan industri lokal. Observasi awal menunjukkan bahwa meja kerja existing dengan tinggi 89 cm memaksa operator mengadopsi postur membungkuk dan overreaching secara berulang, yang selaras dengan keluhan dominan pada punggung, pinggul, dan tangan. Secara konseptual pengukuran terhadap 50 operator ini didapatkan data besaran persentil yang bervariasi. Variasi persentil (P5–P95) mencerminkan distribusi normal dimensi tubuh dalam populasi range ini mengakomodasi 90% individu sambil mengakui outlier (P 95%), sehingga mendorong desain yang adaptif.

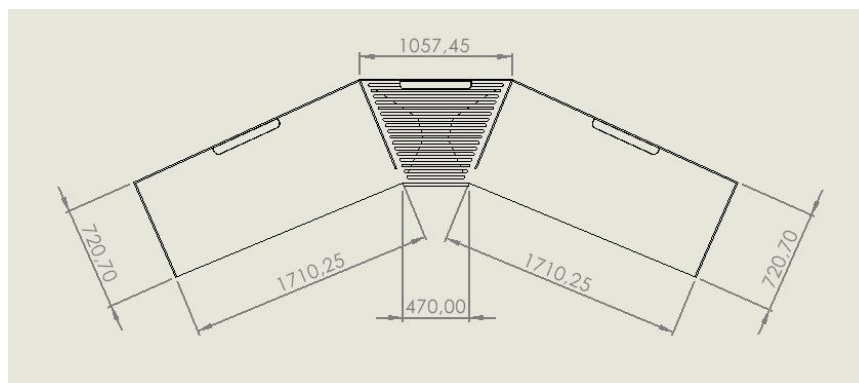
Tabel 5. Perhitungan Data Persentil

No.	Dimensi Tubuh	Rata-rata	Std.Dev	BKA	BKB	Persentil		
						P5	P50	P95
1	Tinggi Tubuh (TT)	168,4	3,340	178,42	158,38	162,91	168,4	173,89
2	Tinggi Bahu (TB)	139,8	2,936	148,61	130,99	134,97	139,8	144,62
3	Tinggi Siku (TS)	109,1	2,424	116,37	101,83	105,12	109,1	113,08
4	Lebar Pinggang (LP)	44,1	1,370	48,21	39,99	41,84	44,1	46,36
5	Panjang Rentang Tangan ke Depan (PRTD)	72,7	1,636	77,61	67,79	70,1	72,7	75,39
6	Panjang Rentang Tangan ke Samping (PRTS)	166,9	2,644	174,83	158,97	162,55	166,9	171,25

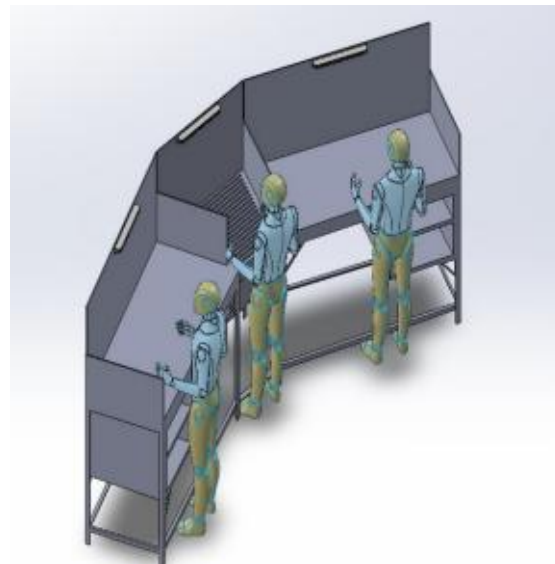
Berdasarkan data antropometri yang telah didapatkan dari para operator produksi di PT VMI dan dilakukan perhitungan secara manual, maka dibuatlah usulan perancangan meja kerja operator produksi.



Gambar 2. Tampak Depan Meja Kerja Operator



Gambar 3. Tampak Depan Meja Kerja Operator



Gambar 4. Perbandingan Meja Kerja Lama dengan Usulan Perbaikan

Gambar 4 menunjukkan perbandingan langsung antara kondisi kerja saat ini memaksa fleksi punggung dan pinggul yang berlebihan, sesuai dengan keluhan dominan pada area punggung bawah dan pinggul dalam hasil NBM serta meningkatkan risiko gangguan muskuloskeletal disorders (MSDs). Usulan perbaikan dengan desain meja berbentuk menyudut (V-shape) dan tinggi yang disesuaikan mendekati tinggi siku P50–P95 (109,1–113,08 cm) memungkinkan operator berdiri dengan postur tegak, tangan berada pada zona jangkauan optimal, serta mengurangi beban biomekanik secara signifikan. Dengan demikian, perancangan baru ini tidak hanya menjawab ketidaksesuaian dimensi tubuh yang teridentifikasi dari data persentil tetapi juga secara langsung mengatasi akar masalah ergonomi yang teramati pada gambar tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini membuktikan bahwa kondisi meja kerja pada proses produksi valve di PT VMI belum ergonomis dan berkontribusi terhadap munculnya keluhan muskuloskeletal pada operator yang didominasi risiko sedang berdasarkan hasil identifikasi Nordic Body Map. Integrasi metode NBM, antropometri serta Quality Function Deployment berhasil menerjemahkan kebutuhan operator menjadi spesifikasi teknis yang terukur dengan prioritas utama pada pencegahan postur membungkuk, kesesuaian tinggi meja terhadap tinggi siku, serta konfigurasi bentuk meja menyudut yang mengikuti arah jangkauan kerja. Usulan desain meja kerja dimensi yang menyesuaikan jangkauan tangan menunjukkan potensi signifikan dalam memperbaiki postur, mengurangi beban biomekanik serta meningkatkan kenyamanan dan efisiensi kerja sehingga pendekatan ergonomi berbasis kebutuhan pengguna terbukti efektif sebagai dasar perancangan *workstation* di lingkungan manufaktur. Perusahaan disarankan melakukan implementasi prototipe meja kerja usulan secara langsung di lini produksi untuk menguji dampak nyata terhadap penurunan keluhan muskuloskeletal dan peningkatan produktivitas melalui evaluasi periodik serta mengintegrasikannya dengan program ergonomi berkelanjutan seperti pelatihan postur kerja dan pengaturan waktu istirahat aktif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. I. Sabilah and A. Abdurrafi, "Analisa Perbaikan Sistem Kerja Menggunakan Metode Ergonomic Analysis untuk Mengurangi Risiko Musculoskeletal Disorders di PT. MHA," *J. Jaring SainTek*, vol. 6, no. 2, pp. 65–70, 2024, doi: 10.31599/3bgtpd45.
- [2] Maulidatul Masudha, S. Enik, and S. Rizky, "Identifikasi Ergonomi Postur Kerja dengan Metode Nordyc Body Map (NBM) dan Rapid Entire Body Assessment (Reba) di UMKM Mandiri Furnitur Pasuruan," *J. Teknol. dan Manaj. Sist. Ind.*, vol. 3, no. 2, 2024, doi: 10.56071/jtmsi.v3i2.1038.
- [3] P. S. Muslimah, E., Choirunnisa, H., Munawir, H., & Raden Danang Aryo, "Integration of quality function deployment (QFD) and ergonomic work posture analysis to redesign the dyeing table at batik mahkota laweyan.," *Spektrum Ind.*, vol. 23, no. 2, pp. 118–132, 2025, doi: doi:https://doi.org/10.12928.
- [4] M. G. Kinfе, S. D. Wami, and D. G. Yenealem, "Prevalence and associated risk factors of work related musculoskeletal disorders among Building construction workers in Shire Endaslassiae town, Northern Ethiopia," *Sci. Rep.*, pp. 1–12, 2026, doi: 10.1038/s41598-025-34261-3.
- [5] E. S. Lee *et al.*, "Synergy and Attenuation of Work-Related Factors in Musculoskeletal Disorders: The Combined Risk Based on Data from the Korean Working Conditions Survey," *Med.*, vol. 61, no. 11, pp. 1–18, 2025, doi: 10.3390/medicina61111969.
- [6] F. Oyama, T. Du, and K. Iwakiri, "Inadequate lumbar protection with load weight limits based on body weight percentages: An experimental and simulation study of the weight limits set by the Japanese guidelines for preventing low back pain," *PLoS One*, vol. 20, no. 6 June, pp. 1–14, 2025, doi: 10.1371/journal.pone.0327175.
- [7] Puji Priyono and F. Yuamita, "Pengembangan Dan Perancangan Alat Pemotong Daun Tembakau Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD)," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, no. 3, pp. 137–144, 2022, doi: 10.55826/tmit.v1i3i3.45.
- [8] G. D. Rembulan and S. Maratama, "Perancangan Alat Bantu Dengan Metode Conjoint Analysis Dan Quality Function Deployment (Qfd) Berdasarkan Prinsip Ergonomi," *JIEMS (Journal Ind. Eng. Manag. Syst.*, vol. 15, no. 1, pp. 35–44, 2022, doi: 10.30813/jiems.v15i1.3602.
- [9] M. F. Chaerudin and F. Khair, "Sustainable Environment Strategy: Mini-Crane Tools Design and Work Posture Analysis Using REBA, OWAS, And QFD Methods For Handling Waste In Indonesia Reservoir," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1488, no. 1, pp. 1–11, 2025, doi: 10.1088/1755-1315/1488/1/012015.
- [10] Y. Kurnia and E. Aristriyana, "Menggunakan Metode Antropometri Di Ikm Keripik Pisang Cipaku, Ciamis," *J. Eng. Sustain. Technol.*, vol. 10, no. 01, pp. 961–966, 2023.
- [11] Maulidatul Masudha, S. Enik, and S. Rizky, "Identifikasi Ergonomi Postur Kerja dengan Metode Nordyc Body Map (NBM) dan Rapid Entire Body Assessment (Reba) di UMKM Mandiri Furnitur Pasuruan," *J. Teknol. dan Manaj. Sist. Ind.*, vol. 3, no. 2, pp. 112–125, 2024, doi: 10.56071/jtmsi.v3i2.1038.
- [12] G. S. Bobby Bernard Siahaan, "PERANCANGAN MEJA KERJA DAN PENYANGGA KOMPONEN MOTOR PADA UKM SBS GARAGE AND PAINT," *Comasie J.*, vol. 6, no. 2, pp. 40–51, 2022, [Online]. Available: [http://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/comasiejournal%0AJurnal Comasie ISSN \(Online\) 2715-6265%0APERANCANGAN](http://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/comasiejournal%0AJurnal%0AComasie%0AISSN%0A(Online)%0A2715-6265%0APERANCANGAN)
- [13] S. S. Regent Montororing Yuri Delano, "Perancangan Alat Bantu Kerja Dengan Prinsip Ergonomi Pada Bagian <https://doi.org/10.56211/blendsains.v4i4.1423>

- Penimbangan Di Pt. Bpi,” *J. Inkofar*, vol. volume 1, no. 2, pp. 47–56, 2020, [Online]. Available: <http://www.politeknikmeta.ac.id/meta/ojs/>
- [14] E. B. M. Tambunan and A. Nuryono, “Implementation of the Quality Function Deployment (QFD) Method to Improve Mixing Machine Battery Cover Products in the Automotive Industry,” *JSTI Unpar Bandung*, vol. 14, no. 1, 2025.
- [15] K. T. Ulrich and S. D. Eppinger, *Product design and development*. New York: McGraw-Hill Education, 2016.
- [16] J. &Render B. Heizer, *Principle of Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management*, 10th ed. England: Pearson Education Limited, 2017.