

RANCANGAN MATERIAL HANDLING EQUIPMENT (MHE) UNTUK MENCEGAH GANGGUAN OTOT DAN RANGKA PADA KEGIATAN PALLETIZING KARDUS BOTOL AIR MINUM MENGGUNAKAN METODE QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD) DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI

Daffa Adhimas Nuryawan¹, Denny Nurkertamanda²

^{1,2}Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

Air minum berkualitas sangat penting bagi kesehatan, terutama dengan pertumbuhan penduduk Indonesia yang diperkirakan mencapai 281 juta jiwa pada 2024, sehingga diperlukan 562 juta liter air minum per hari. Konsumsi air minum dalam kemasan meningkat dari 13% pada 2009 menjadi 36% pada 2018. Salah satu produsen air minum, AMDK PDAM Kota Semarang, menghadapi tantangan musculoskeletal disorders (MSDs) pada pekerja akibat material handling manual (MMH) saat pengemasan. Penelitian ini mengidentifikasi keluhan MSDs dan menganalisis postur pekerja menggunakan metode REBA, dengan skor 10 yang menunjukkan risiko tinggi. Untuk mengatasi masalah ini, dirancang alat bantu ergonomis menggunakan metode QFD dan data antropometri. Simulasi penggunaan alat bantu melalui software CATIA menunjukkan penurunan skor REBA dari 10 menjadi 6, yang menunjukkan perbaikan postur pekerja dan pengurangan risiko MSDs.

Kata kunci: Material Handling; Postur Bekerja; Muculoskeletal Disorders; Quality Function Deployment; House of Quality

Abstract

[Title: Design of Material Handling Equipment (MHE) to Prevent Musculoskeletal Disorders in Palletizing Activities of Bottled Water Boxes Using the Quality Function Deployment (QFD) Method With an Ergonomic Approach] High-quality drinking water is essential for health, especially with Indonesia's population expected to reach 281 million by 2024, necessitating 562 million liters of drinking water per day. The consumption of bottled water increased from 13% in 2009 to 36% in 2018. One of the bottled water producers, AMDK PDAM Kota Semarang, faces challenges related to musculoskeletal disorders (MSDs) among workers due to manual material handling (MMH) during packaging. This study identifies MSD complaints and analyzes workers' postures using the REBA method, with a score of 10 indicating high risk. To address this issue, ergonomic assistive tools were designed using the QFD method and anthropometric data. Simulation of the assistive tool usage through CATIA software showed a reduction in the REBA score from 10 to 6, indicating improved worker posture and reduced MSD risk.

Keywords: Material Handling; Working Posture; Muculoskeletal Disorders; Quality Function Deployment; House of Quality

1. Pendahuluan

Air minum berkualitas yang bebas dari bau, warna, dan rasa penting untuk kesehatan masyarakat. Industri air minum kemasan di Indonesia berkembang pesat sebagai solusi praktis dan aman, mengatasi kebutuhan air minum yang bebas bakteri dan virus. Pada tahun 2024, populasi Indonesia mencapai 281 juta jiwa (Badan Pusat Statistik,

2024). Dengan anjuran konsumsi 2 liter per orang per hari, berarti kebutuhan air minum mencapai 562 juta liter sehari (Permenkes No. 75 tahun 2013).

Kemasan air minum mempermudah distribusi, menjaga kebersihan, dan menawarkan alternatif efisien untuk kebutuhan harian. Konsumsi air kemasan di Indonesia meningkat dari 13% pada 2009 menjadi lebih dari 36% pada 2018 (Lestari, 2021). AMDK PDAM Kota Semarang memproduksi air minum dalam botol ukuran 250 ml, 330 ml, dan 500 ml, dengan proses *manual material handling* (MMH) di mana pekerja mengangkat

*Penulis Korespondensi.

E-mail: daffadhimas@students.undip.ac.id

kardus secara manual dengan jarak 3-10 meter. Rata-rata produksi harian pada tahun 2023 sampai 2024 mencapai 169 kardus.

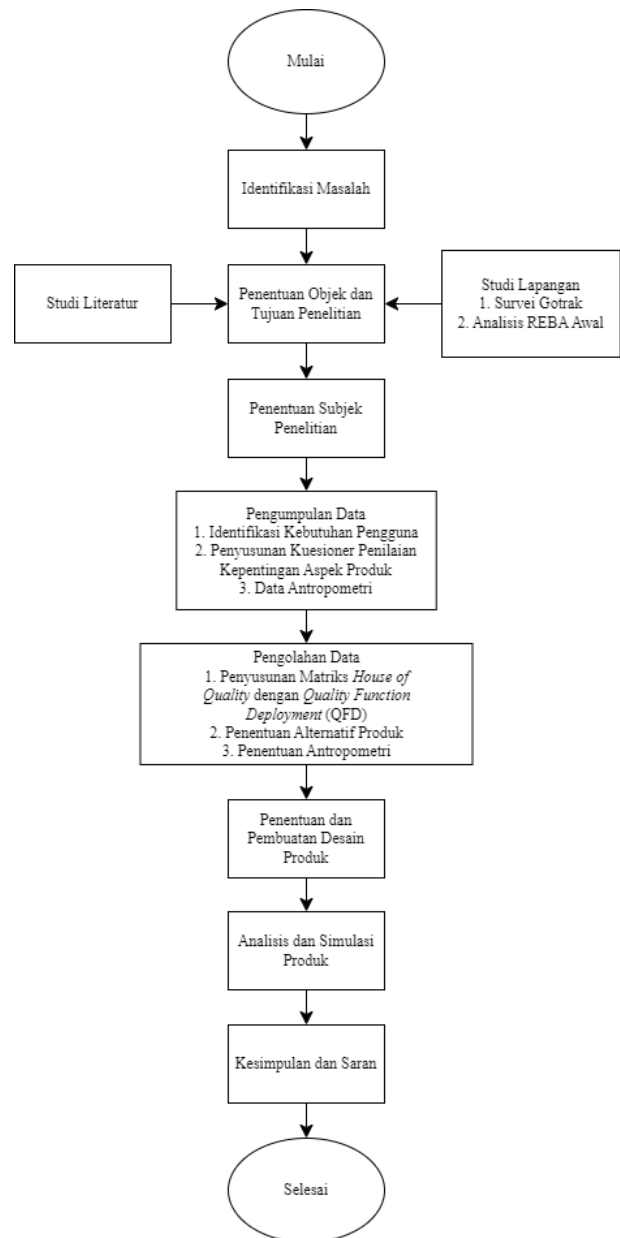
Namun, kegiatan MMH sering menyebabkan masalah *musculoskeletal disorders* (MSDs), gangguan kesehatan akibat tekanan berlebih pada otot, tulang, ligamen, dan sendi (Shobur dkk., 2019). Survei menggunakan alat Gotrak pada dua pekerja menunjukkan nyeri pada bahu, punggung atas, punggung bawah, lengan kanan, dan betis. Skor REBA sebesar 10 menunjukkan risiko tinggi dan kebutuhan untuk intervensi segera. Postur kerja dalam proses *palletizing* menyebabkan keluhan, terutama pada punggung atas, punggung bawah, dan lengan kanan.

Material handling mencakup transportasi bahan baku, barang setengah jadi, atau barang jadi di perusahaan industri (Mashabai dkk., 2021). Untuk meningkatkan efisiensi dan kesehatan pekerja dalam produksi air minum kemasan botol, desain alat bantu material handling atau *Material Handling Equipment* (MHE) sangat diperlukan. MHE bertujuan mengurangi masalah terkait manual handling, menurunkan risiko *musculoskeletal disorders* (MSDs), dan meningkatkan kesejahteraan pekerja.

Penelitian dan pengembangan MHE di PDAM Kota Semarang adalah langkah strategis untuk mengurangi beban kerja pekerja dan dampak kesehatan. MHE akan dirancang dengan metode *Quality Function Deployment* (QFD) sesuai kebutuhan pelanggan. Alat bantu ini diharapkan memperbaiki postur kerja dan mengurangi risiko MSDs. Penelitian ini menggunakan alat Gotrak untuk menganalisis keluhan MSDs dan pendekatan QFD serta alat REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) untuk menilai perbaikan postur kerja. REBA adalah teknik ergonomi yang cepat untuk mengevaluasi posisi kerja pada leher, punggung, lengan, pergelangan tangan, dan kaki, serta mempertimbangkan faktor seperti coupling dan beban eksternal (Sulaiman dan Sari, 2018). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keluhan *musculoskeletal disorders* (MSDs) dan menganalisis postur tubuh pekerja pada aktivitas *palletizing* kardus air minum botol, menentukan dan merancang alat bantu material handling dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD) dan pendekatan ergonomi, melakukan simulasi penggunaan alat bantu tersebut pada *software* CATIA serta membandingkan postur tubuh menggunakan *Rapid Entire Body Assessment* (REBA), dan memberikan rekomendasi desain alat bantu *material handling* yang mempertimbangkan fungsi serta aspek ergonomis.

2. Metode Penelitian

Berikut ini adalah *flowchart* dari penelitian yang dilakukan.



Gambar 1. Alur Penelitian

Berikut ini merupakan penjelasan alur penelitian dalam penelitian ini.

1. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan dengan cara observasi lapangan dan menganalisis aktivitas yang dilakukan oleh pekerja saat aktivitas *palletizing* kardus air minum botol.

2. Studi Literatur dan Lapangan

Studi lapangan dilakukan dengan observasi lebih lanjut dilengkapi dengan survei gangguan otot dan rangka terhadap pekerja yang terlibat di dalam aktivitas *manual palletizing* kardus air minum botol serta penilaian postur tubuh pekerja sebagai berikut:

- Survei Gangguan Otot dan Rangka

Data yang sudah didapatkan dari survei gangguan otot dan rangka atau Gotrak diolah sesuai dengan

tingkat keparahan dan tingkat frekuensinya (Badan Standardisasi Nasional, 2021). Bila didapatkan bagian tubuh yang mempunyai tingkat risiko tinggi untuk terjadi gangguan otot dan rangka maka perlu dilakukan tindakan untuk menghilangkan atau meminimalisir risiko tersebut.

- *Rapid Entire Body Assessment* (REBA)

Rapid Entire Body Assessment (REBA) adalah metode yang digunakan untuk mengevaluasi postur kerja di industri layanan kesehatan dan layanan lainnya. Data yang dikumpulkan meliputi posisi tubuh, kekuatan yang diterapkan, jenis gerakan, gerakan berulang, dan gerakan berurutan. Skor akhir REBA digunakan untuk menunjukkan tingkat risiko dan area mana yang memerlukan tindakan pencegahan (Sinaga dan Susanto, 2022). Berikut merupakan Langkah-langkah untuk melakukan evaluasi REBA menurut Purwaningsih dan Wicaksono (2007):

1. Menentukan sudut-sudut dari bagian tubuh pekerja.
 2. Menentukan berat benda yang diangkat, *coupling*, dan aktivitas pekerja.
 3. Perhitungan skor REBA untuk postur yang bersangkutan.
4. Penentuan Objek dan Tujuan Penelitian
- Berdasarkan masalah yang telah teridentifikasi, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:
1. Mengidentifikasi keluhan *musculoskeletal disorders* (MSDs) dan menganalisis postur tubuh pekerja pada aktivitas *palletizing* kardus air minum botol.
 2. Menentukan dan membuat desain alat bantu *material handling* menggunakan metode QFD dengan pendekatan ergonomi.
 3. Melakukan simulasi penggunaan alat bantu *material handling* pada *software* CATIA dengan membandingkan postur tubuh menggunakan REBA.
 4. Memberikan rekomendasi desain alat bantu *material handling* yang mempertimbangkan fungsi dan aspek ergonomis.
5. Penentuan Subjek Penelitian
- Subjek penelitian adalah pekerja yang rutin melakukan kegiatan *palletizing* kardus air minum botol. Sesuai dengan *jobdesk*-nya, ada dua orang setiap harinya yang melakukan proses *palletizing* kardus air minum botol. Berdasarkan hal tersebut, maka ditetapkan terdapat dua orang pekerja sebagai subjek penelitian ini.
6. Pengumpulan Data
- Berikut merupakan metode pengumpulan data untuk beberapa data yang diperlukan:
- Identifikasi Kebutuhan Pengguna
- Identifikasi kebutuhan pengguna dilakukan melalui wawancara mendalam yang dimulai dari

pertanyaan umum hingga pertanyaan yang lebih spesifik terkait produk yang akan dirancang. Hasil wawancara ini akan digunakan sebagai masukan untuk menyusun atribut matriks *House of Quality* (HOQ) di mana matriks HOQ tersebut akan digunakan dalam *Quality Function Deployment* (QFD).

- Penyusunan Kuesioner *Quality Function Deployment* (QFD)

Kuesioner *Quality Function Deployment* terdiri dari dua kuesioner yaitu kuesioner tentang penilaian kepentingan relatif atau harapan pengguna terhadap produk yang akan didesain dan penilaian kepuasan produk yang ada saat ini. Kedua kuesioner tersebut akan dikumpulkan dan disajikan dalam bentuk skala *likert*.

- Data Antropometri

Data antropometri diambil dari data antropometri Indonesia yang menggambarkan data postur tubuh populasi pekerja di Indonesia untuk dapat diambil persentil terkecil dan terbesarnya.

7. Pengolahan Data

Setelah pengumpulan data, langkah selanjutnya adalah mengolah data menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD). Proses ini melibatkan analisis dan prioritas kebutuhan pengguna, penyusunan *House of Quality* (HOQ) dengan menghitung tingkat kepentingan konsumen (ItC) dan kepuasan konsumen (CSP), serta penentuan target dan rasio perbaikan. Poin penjualan digunakan untuk mengukur pengaruh atribut, sementara *Raw Weight* dan *Normalized Raw Weight* (NRW) digunakan untuk pembobotan atribut. Selanjutnya, analisis hubungan teknis dilakukan untuk menentukan prioritas, dan kontribusi relatif dihitung. *Benchmarking* dilakukan untuk membandingkan produk dengan yang ada di pasar. Dimensi antropometri digunakan untuk memastikan desain sesuai dengan berbagai ukuran pengguna.

8. Penentuan Produk dan Pembuatan Desain Produk

Pada tahapan ini, alternatif produk dipilih menggunakan kuesioner *morphology chart* dan kemudian dirancang dalam bentuk 3D menggunakan *software SolidWorks*.

9. Analisis dan Simulasi Produk

Setelah desain produk selesai, tahapan analisis dan simulasi dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan produk dalam memenuhi kebutuhan dan aspek ergonomis pengguna. Produk dianalisis dan disimulasikan menggunakan *software* CATIA dengan fitur *human task analysis* dan REBA untuk menilai kesesuaian antara produk dan postur tubuh manusia.

10. Kesimpulan dan Saran

Tahap terakhir mencakup kesimpulan dari seluruh proses penelitian dan saran untuk penelitian saat ini atau di masa depan.

3. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisis maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan survei gangguan otot dan rangka, pekerja mengalami beberapa keluhan MSDs dalam melakukan proses *palletizing*. Analisis postur tubuh menggunakan REBA juga menunjukkan bahwa pekerja masih belum menggunakan postur tubuh yang baik dan harus segera ada perbaikan.
2. Perancangan desain alat bantu *material handling* menggunakan metode QFD serta pendekatan ergonomi berupa antropometri. Respon teknis yang digunakan ada 17. Terdapat 3 alternatif yang terbentuk dari *morphological chart* dengan spesifikasi, kelebihan, dan kekurangan yang berbeda-beda. Alternatif alat bantu yang terpilih adalah alternatif ketiga dengan bentuk *stacker*. Perancangan desain dilakukan di *software Solidworks* untuk membuat desain 3 dimensi.
3. Simulasi dilakukan di *software CATIA* dan hasil analisis postur tubuh akhir dinilai menggunakan metode REBA dan mendapatkan skor 6.
4. Analisis menunjukkan penurunan signifikan skor REBA setelah penggunaan alat bantu pada simulasi, sehingga alat tersebut dapat direkomendasikan.

4. Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik. (2024). *Jumlah Penduduk Pertengahan Tahun (Ribu Jiwa), 2022-2024*. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTk3NSMy/jumlah-penduduk-pertengahan-tahun--ribu-jiwa-.html>
- Badan Standardisasi Nasional. (2021). Pengukuran dan Evaluasi Potensi Bahaya Ergonomi di Tempat Kerja. *Sni 9011:2021*, 1–45.
- Ficalora, J. P., dan Cohen, L. (2016). *Quality Function Deployment and Six sigma*. Pearson Education, Inc.
- Hidayati, F., Iftadi, I., dan Rochman, T. (2013). Design and Development of Vegetable Seller's Bike by Using Anthropometry Approach and Quality Function Deployment Method (QFD). *Performa*, 12(2), 137–146.
- Horvath, P. G., Kovacs, Z., dan Denes, L. (2013). Ergonomic Design Using Quality Function Deployment and Design of Experiments. *Forest Product Journal*, 63(7/8).
- Kumar, S. (2015). Biomechanis in Ergonomics. In *CRC Press, Taylor & Francis* (Vol. 1). <http://ebooks.cambridge.org/ref/id/CBO9781107415324A009>
- Lestari, L. (2021). Konsumsi Air Kemasan Indonesia. *Jurnal Litbang Sukowati : Media Penelitian dan Pengembangan*, 4(2), 110–119. <https://doi.org/10.32630/sukowati.v4i2.210>
- Lin, T., Dayasoma, T., Ubesiri, V. A., dan Wickramaratne, V. (2016). Ergonomics Product Development of Park Bench in CAD Environment. *International Journal of Automation Technology*, 10(2), 153–162. <https://doi.org/10.20965/ijat.2016.p0153>
- Mashabai, I., Adiasa, I., dan Ardiansyah, S. (2021). Analisis Material Handling Pada Pekerjaan Pembuatan Paving Blok Di Suryatama Beton. *Jurnal Industri & Teknologi Samawa*, 2(1), 32–37. <https://doi.org/10.36761/jitsa.v2i1.1021>
- Rahmawati, K., Suhartini, dan Mollah, M. K. (2021). Pengembangan Produk Kursi Produksi Menggunakan Metode Quality Function Deployment dengan Mempertimbangkan Aspek Ergonomis. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan IX*.
- Shobur, S., Maksuk, M., dan Sari, F. I. (2019). Faktor Risiko Musculoskeletal Disorders (MSDs) pada Pekerja Tenun Ikat di Kelurahan Tuan Kentang Kota Palembang. *Jurnal Medikes (Media Informasi Kesehatan)*, 6(2), 113–122. <https://doi.org/10.36743/medikes.v6i2.188>
- Sulaiman, F., dan Sari, Y. P. (2018). Analisis Postur Kerja Pekerja Proses Pengeasahan Batu Akik Dengan Menggunakan Metode Reba. *Jurnal Optimalisasi*, 1(1), 16–25. <https://doi.org/10.35308/jopt.v1i1.167>
- Zein, R. M., Nugraha, R. A., dan Iqbal, M. (2018). Perancangan Produk Rasional Material Handling Equipment Pada Proses Manual Palletting Galon Air Mineral Untuk Mengurangi Beban Kerja. *e-Proceeding of Engineering*, 5(3), 6809–6819.