



Analisis Risiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) pada Pekerjaan Pengangkutan Galon Air Mineral

Anang Suhendar, Aldo Brayan Sinaga, Ari Firmansyah, Supriyadi, Wyke Kusmasari*
 Program Studi Teknik Industri, Universitas Serang Raya, Jl. Raya Cilegon No.Km. 5, Kota Serang, Banten 42162, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Artikel Masuk: 05 November 2022

Artikel direvisi: 05 Maret 2023

Artikel diterima: 17 Maret 2023

Kata kunci

Biomekanika
Data Antropometri
Intervensi Ergonomi
Kuesioner Nordic

Keywords

Biomechanics
Anthropometry Data
Ergonomic Intervention
Nordic Questionnaire

ABSTRAK

Kegiatan pengangkutan galon air mineral di AQUA Home Service Cilegon masih dilakukan secara manual tanpa menggunakan alat bantu. Pada saat pekerja menangani galon-galon air, masih terdapat postur kerja yang berisiko. Hal ini menyebabkan beberapa pekerja mengalami keluhan Musculoskeletal Disorders (MSDs). Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu mengidentifikasi prevalensi keluhan MSDs, mengetahui tingkat risiko postur kerja, dan memberikan usulan perbaikan yang berpotensi menurunkan risiko MSDs. Pengukuran tingkat risiko postur kerja menggunakan metode RULA dan REBA serta diolah dengan bantuan software ErgoFellow. Dari hasil kuesioner Nordic yang dibagikan pada total empat pekerja, diketahui bahwa keluhan pada punggung bawah dan bahu dirasakan oleh semua pekerja. Hasil penilaian risiko postur kerja pada proses pengangkutan dan membawa galon, menunjukkan perlunya perubahan pada postur kerja (skor RULA 7 (risiko tinggi); skor REBA 8 (risiko tinggi)). Perbaikan yang diusulkan yaitu alat bantu angkut galon berupa trolley yang sesuai dengan ukuran antropometri sehingga nyaman digunakan, memperbaiki postur kerja, dan berpotensi menurunkan MSDs. Hasil simulasi menggunakan CATIA V5R21, menunjukkan bahwa penggunaan alat bantu angkut galon menurunkan level risiko RULA dari 7 ke 3 (risiko rendah). Rancangan alat bantu galon yang diusulkan diharapkan dapat diimplementasikan di lapangan dan membantu menurunkan risiko MSDs.

ABSTRACT

Transporting gallons of mineral water at AQUA Home Service Cilegon is still done manually without using tools. When workers handle gallons of water, there are still risky work postures. It caused some workers to experience musculoskeletal complaints. This study aimed to identify the prevalence of MSDs complaints among workers, determine the risk level of work postures, and provide some recommendations for improvements. The measurement was conducted using RULA, REBA, and Ergo Fellow software. According to the findings of the Nordic questionnaire, which was distributed to a total of four workers, all workers experienced pain in their lower back and shoulders. The work posture risk assessment results in the process of lifting and carrying gallons show that changes in work posture are required (RULA score 7; REBA score 8). We proposed a novel trolley to improve the methods for handling the gallons. Trolley was designed with anthropometric measurements to improve work posture and potentially reduce MSDs. The CATIA V5R21 simulation results show that using a gallon trolley reduces the RULA risk level from 7 to 3 (low risk). The proposed gallon tool design is expected to be implemented in the field and help reduce the risk of MSDs.

* Penulis Korespondensi

Wyke Kusmasari

E-mail:
kusmasari.wyke@gmail.com

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



© 2023. Some rights reserved

1. PENDAHULUAN

Manual material handling dapat didefinisikan sebagai aktivitas memindahkan atau menangani suatu barang, aliran material, produk jadi, atau benda-benda yang menggunakan tenaga manusia (Hanifah et al., 2019). Alasan pemilihan tenaga manusia ini tidak lain karena gerakan yang fleksibel saat menangani barang secara manual sehingga memudahkan pemindahan barang pada ruang terbatas dan pekerjaan yang tidak beraturan (Marpaung, 2020).

Manual material handling merupakan penyebab secara primer keluhan *musculoskeletal disorders* karena dampaknya sangat signifikan terhadap kesehatan pekerja (Sanjaya et al., 2018). *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) adalah keluhan yang dirasakan oleh seseorang pada bagian-bagian otot skeletal yang apabila otot menerima beban statis secara berulang dan waktu yang lama, akan menyebabkan kerusakan pada tendon, ligamen, dan sendi. Kerusakan yang ditandai dengan rasa sakit ringan hingga sangat sakit ini yang dinamakan MSDs (Budiman, 2015).

Kegiatan *manual material handling* banyak terlihat pada pekerjaan yang berkaitan dengan galon mineral. AQUA Home Service Cilegon merupakan agen penyalur air mineral galon bermerek AQUA yang didistribusikan ke rumah tangga dan perkantoran. AQUA Home Service Cilegon memiliki empat pekerja pada bagian pemindahan galon (bongkar-muat). Dari hasil observasi yang dilakukan selama pekerjaan berlangsung, pengangkutan galon air dilakukan secara manual tanpa alat bantu. Aktivitas yang dilakukan yaitu mengangkat dan membawa galon air mineral ke pelanggan. Berdasarkan wawancara saat survei awal terhadap empat responden diketahui adanya keluhan pada pinggang dan lengan bagian kanan. Kondisi ini menyebabkan ketidaknyamanan dalam bekerja dan mudah merasa lelah. Dengan demikian, pengangkatan manual yang terus menerus dengan beban yang berat dan postur kerja yang tidak ergonomis dikhawatirkan akan menyebabkan cedera MSDs.

Analisis perbedaan penilaian postur kerja dapat dilakukan dengan menggunakan metode RULA dan REBA. Metode RULA maupun REBA mengukur bagian postur yang hampir sama. Setelah dilakukan penilaian, metode RULA ataupun REBA menghasilkan skor keluaran yang relatif sama, sehingga cocok digunakan untuk mengukur risiko postur kerja khususnya pada pekerjaan *manual material handling* angkat-angkut. Oleh karena itu, penilaian postur kerja pengangkutan galon menggunakan metode RULA dan REBA (Nurcahyani & Tarwaka, 2021).

Nugroho et al. (2021) menggunakan lembar

kerja REBA saja untuk menilai risiko postur kerja pengangkutan galon. Hasilnya menunjukkan level risiko yang tinggi (8 sampai 10) dan perlu adanya perbaikan segera. Pratiwi (2010) menyatakan hasil penilaian postur kerja menggunakan RULA pada pengangkutan galon menunjukkan nilai 7 dan perlu perbaikan segera. Miswari et al. (2021) menilai risiko postur pengangkutan galon di Gedung bertingkat. Hasilnya juga menunjukkan skor 7 yang masuk dalam kategori risiko tinggi sehingga perlu adanya perbaikan segera. Setiawan et al. (2019) juga menyatakan postur pengangkutan galon pada depot air berisiko berdasarkan lembar penilaian REBA. Penilaian postur kerja pada proses pengangkutan galon sebelumnya hanya menggunakan lembar kerja RULA atau REBA. Sedangkan pada penelitian kali ini, penilaian postur menggunakan RULA dan REBA akan dibantu dengan *software* ErgoFellow.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat risiko cedera otot-rangka atau MSDs yang disebabkan oleh postur tubuh pekerja selama proses pengangkutan galon air mineral pada AQUA Home Service Cilegon. Hasil penelitian diharapkan memberikan usulan perbaikan metode kerja untuk meminimalisasi risiko MSDs pekerja selama pekerjaan mengangkut galon air mineral.

2. METODE PENELITIAN

Responden yang dilibatkan dalam penelitian ini adalah pekerja angkut galon air mineral di AQUA Home Service Cilegon yang berjumlah empat orang dengan rentang usia 26-30 tahun. Rata-rata dari mereka telah bekerja selama 4 tahun di AQUA Home Service Cilegon.

Penelitian ini menggunakan instrument kuesioner *Nordic*, kamera *smartphone*, *Software* ErgoFellow, dan *Software Computer Aided Three Dimensional Interactive Applications* (CATIA). Kuesioner *Nordic* digunakan untuk memperoleh data prevalensi keluhan otot-rangka yang dirasakan oleh responden yang disebabkan oleh pekerjaan mengangkut galon air mineral. Kuesioner yang digunakan yaitu kuesioner *Nordic* yang dirilis oleh Perhimpunan Ergonomi Indonesia (Widanarko et al., 2016) dengan jumlah empat responden. Kamera *smartphone* digunakan untuk mendokumentasikan postur kerja selama pekerjaan mengangkut galon air mineral. *Software* ErgoFellow digunakan untuk menilai postur kerja selain menggunakan lembar penilaian postur kerja. Skor akhir yang dihasilkan menunjukkan tingkat risiko postur kerja yang dilakukan oleh pekerja. CATIA merupakan salah satu sistem CAD/CAM/CAE yang berfungsi merancang suatu produk, mensimulasikan suatu proses dan analisis suatu produk dan manusia (Tamala,

2020). Pada penelitian ini, CATIA V5R21 digunakan untuk mensimulasikan penggunaan rancangan troli. sehingga dapat diketahui nilai postur kerja saat pekerja menggunakan troli angkut galon yang baru.

2.1. Kuesioner Nordic

Kuesioner *Nordic* yang dirilis oleh PEI berupa lembar isian yang terdiri dari dua bagian, yaitu bagian A (data demografi) dan bagian B (data prevalensi). Pada bagian A, responden diminta untuk mengisi data diri, data perusahaan, dan data pekerjaan. Pada bagian B, responden menjawab pernah atau tidak merasakan keluhan pada beberapa bagian tubuh. Selain itu, responden juga diminta menilai rasa sakitnya dengan melingkari angka antara 0 sampai 10 (Achiraeniwati & Rejeki, 2017)

Tujuan pengisian kuesioner ini untuk mengetahui bagian-bagian tubuh (pergelangan kaki, lutut, paha, pergelangan tangan, punggung bawah, bahu, dan leher) yang mengalami keluhan. Tingkat keluhan mulai dari rasa tidak nyaman (agak sakit) sampai sangat sakit pada pekerja (Akbar et al., 2020). Untuk memperoleh data prevalensi keluhan otot-rangka yang dialami pekerja, dilakukan langkah-langkah berikut:

1. Pengumpulan kuesioner *Nordic* yang telah diisi oleh responden.
2. Mengolah data dengan menggunakan bantuan Microsoft Excel. Persentase prevalensi dihitung untuk mengetahui tingkat keluhan pada otot-rangka.

$$\% \text{ prevalensi} = \frac{p}{n} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana, p: jumlah responden yang menyatakan adanya keluhan pada setiap bagian tubuh dan n: jumlah responden

3. Menghitung rata-rata nilai rasa sakit yang dirasakan pada masing-masing bagian tubuh.

$$\bar{X} \text{ nilai rasa sakit} = \frac{\sum \text{nilai rasa sakit}}{n \text{ responden}} \quad (2)$$

2.2. Metode RULA

Metode *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) berfokus pada postur leher, tulang belakang, lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, putaran pergelangan tangan, dan kaki pekerja. Metode RULA dipilih karena cocok digunakan ketika pekerjaan tersebut mengharuskan pekerja diam pada suatu tempat tertentu (Tiogana & Hartono, 2020). Prosedur penggunaan RULA dijelaskan dalam tiga langkah (Yassierli et al., 2020):

1. Pemilihan sikap kerja yang akan dinilai dari dokumentasi yang didapat.
2. Penilaian sikap kerja yang telah dipilih

menggunakan lembar penilaian RULA, untuk mendapatkan skor keseluruhan dari suatu sikap kerja.

3. Mengkonversi skor keseluruhan ke salah satu dari empat level tindakan terkait cedera MSDs.

2.3. Metode REBA

Metode *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) adalah metode yang digunakan untuk menilai tingkat risiko postur kerja dengan memfokuskan penilaian pada leher, tulang belakang, lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, dan kaki pekerja. Metode REBA dipilih untuk mengevaluasi postur kerja yang dinamis, memiliki gerak tubuh yang cepat, maupun gerakan yang tidak stabil pada pekerja (Stanton et al., 2004). Prosedur penggunaan REBA memiliki enam tahapan (Yassierli et al., 2020):

1. Mengobservasi pekerjaan dan mendokumentasikannya,
2. Memilih postur kerja yang akan dievaluasi dan dinilai,
3. Memberi skor pada postur kerja menggunakan lembar penilaian REBA,
4. Memproses perhitungan skor, dan
5. Menginterpretasikan skor REBA ke salah satu dari lima level tindakan terkait cedera MSDs

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Observasi awal perlu dilakukan untuk mengetahui keluhan pekerja pada saat pekerjaan berlangsung. Responden yang dilibatkan semuanya berjenis kelamin laki-laki dan berpengalaman selama empat tahun (Tabel 1).

Tabel 1. Profil Responden

Responden	L/P	Usia (tahun)	Lama Bekerja (tahun)	BMI (kg/m ²)
1	L	26 th	4 th	22,95
2	L	30 th	4 th	21,19
3	L	28 th	4 th	22,49
4	L	27 th	4 th	21,61

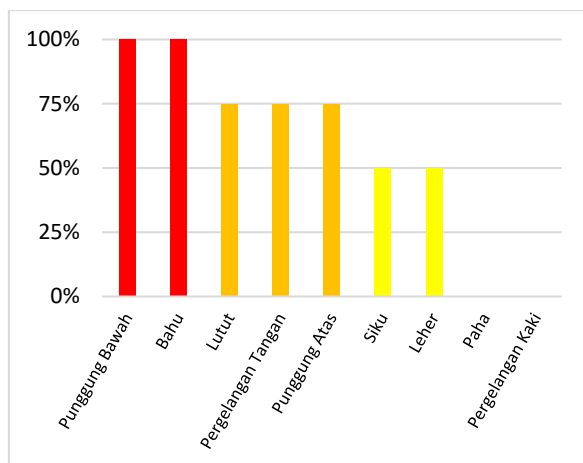
Selanjutnya dilakukan analisa postur untuk mengetahui seberapa besar tingkat risiko cedera otot-rangka pada pekerja (Bintang & Dewi, 2017). Selama observasi, diketahui bahwa pada satu siklus pekerjaan pengangkutan galon, terdiri dari 2 aktivitas yaitu aktivitas mengangkat galon, yang diambil dari tumpukan galon di lantai, dan aktivitas membawa galon, dari tumpukan galon ke atas mobil *pick up*.

Mengacu pada prosedur metode RULA dan REBA, postur kerja yang dipilih untuk dinilai dapat merupakan postur yang paling lama dilakukan atau postur yang paling buruk (Murti et al., 2013). Berdasarkan hasil wawancara, selama

mengangkat galon, pekerja merasakan keluhan di bagian bahu dan punggung. Keluhan ini dirasakan karena otot leher dan pinggang menopang beban galon yang memiliki berat sekitar 19 kg secara berulang setiap hari. Disamping itu, postur kerja membungkuk selama mengangkat galon, leher, dan punggung memiliki beban yang besar (Dzikrillah & Yuliani, 2015).

3.1. Kuesioner Nordic

Berdasarkan hasil kuesioner *Nordic* yang telah diisi oleh empat orang responden, diperoleh data prevalensi keluhan MSDs dan rata-rata tingkat keluhan yang dirasakan. Prevalensi Keluhan MSDs antara lain sakit pada punggung bawah dan bahu dialami oleh semua responden (100%). Kemudian disusul dengan sakit pada punggung atas (75%), pergelangan tangan (75%), dan lutut (75%) dirasakan oleh tiga responden. Dua orang mengeluh sakit pada bagian siku dan leher (50%). Selain itu, diketahui bahwa semua responden tidak merasakan sakit pada bagian paha dan pergelangan kaki (Gambar 1).



Gambar 1. Prevalensi Keluhan MSDs Selama 12 Bulan Terakhir

Penyebab tingginya hasil prevalensi keluhan MSDs pekerja dipengaruhi oleh kinerja otot dan frekuensi pekerjaan. Aktivitas pengangkutan galon berisi air penuh memiliki berat setidaknya 19 kg. Pengangkutan galon membutuhkan pergerakan otot lengan dan pinggang yang sangat besar. Ditambah dengan faktor frekuensi pekerjaan yang sering, berulang, dan tanpa diselingi istirahat yang cukup, membuat kinerja otot pada tubuh menjadi berlebihan. Kedua faktor inilah yang dapat menyebabkan cedera pada otot, sendi, dan urat syaraf akibat gerakan ekstrem pada bagian punggung bawah dan bahu (Bintang & Dewi, 2017)

Setelah dilakukan rekapitulasi terhadap

tingkat rasa sakit yang dirasakan, selanjutnya adalah menghitung nilai rata-rata. Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, rasa sakit yang paling tinggi dikeluhkan pada punggung bawah, disusul dengan bahu, lutut, dan juga bagian pergelangan tangan (Tabel 2).

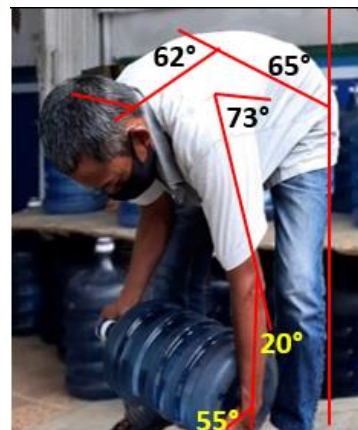
Tabel 2. Rata-Rata Penilaian Keluhan

No	Bagian Tubuh	Rata-rata nilai rasa sakit
1	Punggung Bawah	7
2	Bahu	6,25
3	Lutut	5
4	Pergelangan Tangan	4,5
5	Punggung Atas	2,25
6	Siku	1,75
7	Leher	1,75
8	Paha	0
9	Pergelangan Kaki	0

Besarnya rasa sakit yang dialami pekerja khususnya pada punggung bawah dan bahu, dikarenakan titik berat beban galon yang diangkat lebih terfokus pada kedua bagian tubuh tersebut. Bahkan apabila aktivitas tersebut dilakukan secara berulang tanpa istirahat yang cukup setiap hari, dapat membuat rasa sakit akan lebih parah. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa pekerjaan yang sehari-harinya erat kaitannya dengan mengangkat beban, membungkuk, dan menarik beban secara manual, paling banyak menjadi penyebab nyeri yang cukup tinggi pada bagian punggung bawah (Ihsan et al., 2015).

3.2. Tingkat Risiko RULA dan REBA

Penilaian dilakukan pada 2 aktivitas pemindahan galon air mineral yaitu pengangkutan/penu-runan (Gambar 2) dan membawa galon (Gambar 3). Perhitungan penilaian postur kerja menggunakan *Software ErgoFellow*.



Gambar 2. Postur Kerja Mengangkat Galon



Gambar 3. Postur Kerja Membawa Galon

Aktivitas pengangkatan galon menghasilkan skor RULA 7 yang masuk dalam kategori risiko tinggi. Selain itu, hasil skor REBA adalah 8 yang juga dikategorikan sebagai postur yang memiliki tingkat risiko tinggi. Penyebab tingginya hasil skor RULA dan REBA yaitu postur kerja yang tidak alamiah. Pada posisi mengangkat galon, postur tubuh yang paling berisiko yaitu tubuh pekerja yang membungkuk sebesar 75°. Selain itu, posisi membungkuk juga disertai pengangkatan galon seberat 19 kg. Kedua hal ini yang berpotensi mengakibatkan tingginya hasil RULA dan REBA. Pada penelitian sebelumnya, menyatakan bahwa jika sikap membungkuk saat bekerja dilakukan secara repetitif dalam kurun waktu yang lama maka bisa menimbulkan kerusakan lumbar dan penekanan pembuluh saraf (Damayanti et al., 2014). Selain itu, posisi pekerja saat memegang galon (*coupling*) yang buruk dapat disebabkan oleh bentuk galon yang sulit untuk digenggam. Hal ini juga berakibat pada peningkatan skor akhir REBA.

Hasil skor RULA kedua aktivitas tersebut masuk kedalam level tindakan 4 (risiko tinggi). Hal ini menunjukkan perlunya investigasi dan perubahan metode kerja secepatnya untuk mencegah terjadinya cedera. Selain itu, berdasarkan hasil asi perhitungan REBA, kedua aktivitas tersebut masuk kategori level tindakan 4 (risiko tinggi), yang berarti lakukan investigasi lebih lanjut dan perubahan metode kerja perlu dilakukan (Tabel 3).

Tabel 3. Klasifikasi Tingkat Risiko Postur Kerja

No	Postur Kerja	Skor RULA	Skor REBA
1	Mengangkat Galon	7 (Risiko Tinggi)	8 (Risiko Tinggi)
2	Membawa Galon	7 (Risiko Tinggi)	8 (Risiko Tinggi)

Berdasarkan hasil relasi antara metode

RULA dan REBA, dapat disimpulkan bahwa pekerjaan pengangkatan galon air mineral ini masuk ke dalam klasifikasi tingkat risiko yang tinggi yang berarti perlu adanya perubahan metode kerja yang diharapkan dapat menurunkan risiko MSDs.

Penelitian terdahulu menjelaskan bahwa kegiatan pengangkutan galon air oleh pekerja di UPN Veteran Jakarta mengalami keluhan terbesar (kategori sangat sakit) pada bagian lengan kanan atas dan bawah, serta pada pergelangan tangan kanan (Marpaung, 2020). Selain itu, hasil penilaian dengan metode RULA menunjukkan bahwa postur kerja mengangkat dan menuangkan galon menghasilkan skor 7 (risiko tinggi). Kelemahan alat angkut galon yang dirancang yaitu alas yang masih belum menyesuaikan dengan bentuk galon yang silinder. Sebagai perbaikan dari hasil penelitian sebelumnya, pada penelitian ini dilakukan intervensi ergonomi dengan merancang ulang alat bantu berupa troli angkut galon. Alat yang dirancang mempertimbangkan ukuran berdasarkan data antropometri dan bentuk yang ergonomis. Perancangan alat dapat mengurangi beban yang diangkat secara manual sehingga mengurangi terjadinya MSDs (Tarwaka & Sudiajeng, 2004).

3.3. Usulan Konsep Alat Bantu

Alat bantu ergonomi yang diusulkan oleh peneliti diharapkan mampu menurunkan risiko cedera MSDs dan memperbaiki postur kerja pada pekerja (Kusmasari & Mustaqim, 2017). Alat bantu ini berupa troli angkut galon. Dalam prinsip perancangan produk, data antropometri dapat dimanfaatkan untuk menetapkan dimensi ukuran produk yang akan dirancang (Sunarso, 2010). Penerapan ukuran antropometri bertujuan agar rancangan produk dapat digunakan dengan nyaman oleh penggunanya.

Tabel 4. Data Antropometri Indonesia (cm)

Kode Dimensi	Nama Dimensi	5 th	50 th	95 th	SD
D4	Tinggi Siku	94,02	102,9*	111,78	5,4
D17	Lebar Sisi Bahu	34,33*	44,21	54,1	6,01
D29	Lebar Tangan	7,82	12,17*	16,52	2,64

*Data persentil yang digunakan

Adapun dimensi tubuh yang diperlukan dalam merancang troli angkut galon dapat dilihat pada Tabel 4. Data antropometri yang diambil yaitu Suku Jawa berjenis kelamin laki-laki dengan rentang usia 23 hingga 45 tahun (Antropometri

Indonesia, 2013). Data antropometri yang digunakan yaitu tinggi siku, lebar sisi bahu, dan lebar tangan.

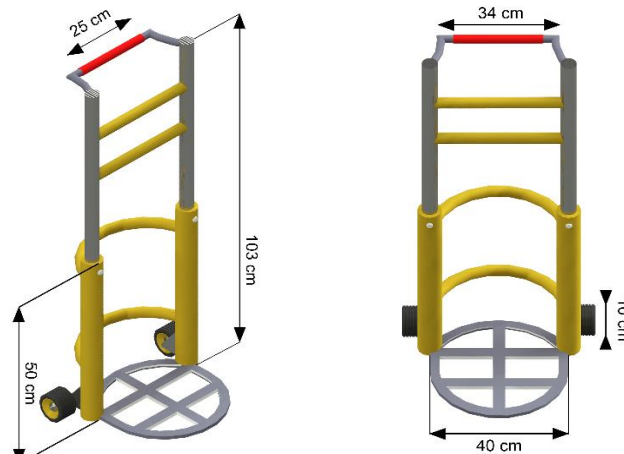
Persentil yang digunakan diantaranya adalah 5 dan 50. Persentil ini menunjukkan jumlah bagian dari per seratus orang dari satu populasi, yang memiliki dimensi tubuh yang berbeda (Iskandar & Janari, 2021). Ukuran tinggi siku dan lebar tangan yang digunakan adalah persentil 50. Hal ini dipilih agar populasi dengan persentil 5 dan 95 dapat tetap nyaman saat menggunakan alat. Ukuran lebar sisi bahu menggunakan persentil 5 agar populasi persentil 50 dan 95 dapat dengan mudah menyesuaikan.

Desain troli angkut galon yang telah disesuaikan dengan dimensi antropometri (Gambar 4). Perbedaan alat rancangan ini dengan alat bantu yang sudah ada di pasaran, yaitu adanya penambahan fitur baru, berupa *adjustable height* atau

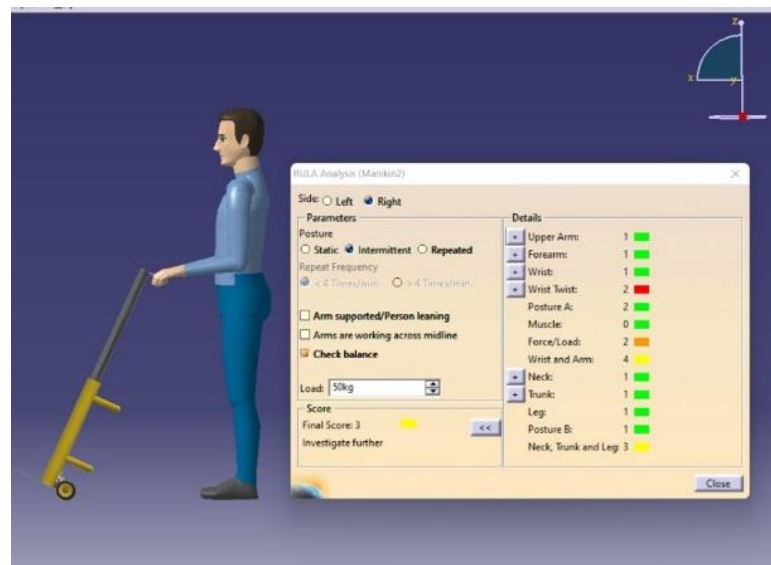
tinggi pegangan yang dapat diatur sesuai keinginan pengguna.

Tahap selanjutnya adalah melakukan simulasi untuk mengetahui nilai postur kerja pekerja saat menggunakan rancangan troli angkut galon yang baru. Simulasi menggunakan bantuan *software* CATIA V5R21. Penilaian postur kerja saat simulasi penggunaan alat menggunakan RULA (Gambar 5).

Pada simulasi penggunaan troli angkut galon baru menghasilkan skor RULA 3 (risiko rendah). Hal ini menunjukkan adanya penurunan dari penilaian sebelumnya yaitu 7 (risiko tinggi). Adanya penurunan level risiko RULA sebanyak 4 poin mengartikan bahwa rancangan troli angkut galon baru ini berpotensi mengurangi risiko cedera MSDs yang selama ini dirasakan oleh pekerja angkut galon di AQUA Home Service Cilegon.



Gambar 4. Desain Troli Tampak Depan dan Samping



Gambar 5. Simulasi Penggunaan Troli Galon Menggunakan CATIA V5R21

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan keempat pekerja mengalami keluhan pada punggung bawah dan bahu. Berdasarkan hasil analisis perhitungan RULA dan REBA pada aktivitas pengangkatan dan membawa galon, diperoleh hasil RULA yaitu 7 (risiko tinggi) dan hasil REBA yaitu 8 (risiko tinggi). Hasil kedua metode tersebut menunjukkan bahwa postur kerja membawa dan mengangkat galon memiliki tingkat risiko tinggi. Upaya untuk menurunkan risiko MSDs dan memperbaiki postur kerja dengan membuat alat bantu berupa troli angkut galon dengan mempertimbangkan dimensi data antropometri Indonesia. Selain itu, terdapat fitur tambahan *adjustable height* yang membedakan dengan rancangan yang pernah ada. Salah satu bentuk pengujian terhadap rancangan alat dengan simulasi menggunakan CATIA V5R21. Hasil simulasi menunjukkan bahwa adanya potensi penurunan level risiko RULA dari 7 ke 3 (risiko rendah).

Untuk penelitian selanjutnya, perlu dilakukan analisis lanjutan terhadap rancangan troli seperti analisis penentuan material, biaya produksi, dan pembuatan prototipe troli. Selain itu, prototipe rancangan troli yang diusulkan perlu diuji lebih lanjut di laboratorium dan lapangan. Pengukuran di laboratorium dapat menggunakan *Electromyography* (EMG) untuk mengetahui perbedaan aktivitas otot sebelum dan sesudah menggunakan alat bantu. Selain EMG, dapat dilakukan juga analisis *range of motion* dan gerakan dinamis serta statis dengan menggunakan *motion capture*. Berbagai metode pengukuran yang objektif perlu digunakan agar usulan alat bantu dapat terbukti berpotensi kuat untuk menurunkan risiko cedera MSDs.

DAFTAR PUSTAKA

- Achiraeniwati, E., & Rejeki, Y. S. (2017). Identifikasi Keluhan dan Keinginan Mahasiswa terhadap Kursi Kuliah di Universitas Islam Bandung (Studi Kasus: Unisba Jl. Tamansari No. 1). *Prosiding Teknik Industri*, 375–382. <https://karyailmiah.unisba.ac.id/index.php/industri/article/view/8491>
- Akbar, I., Emra, D., Prasetyo, D. E. A., & Lantai, G. A. (2020). Analisis Postur Kerja Operator Washing dengan Metode Nordic Body Map dan Reba PT. XYZ. *Inovisi*, 16(1), 7–12. <https://ejournal.esaunggul.ac.id/index.php/inovisi/article/view/4045>
- Antropometri Indonesia. (2013). *Antropometri Indonesia*. http://antropometriindonesia.org/index.php/detail/artikel/4/10/data_antropometri
- Bintang, A. N., & Dewi, S. K. (2017). Analisa Postur Kerja Menggunakan Metode OWAS dan RULA. *Jurnal Teknik Industri*, 18(1), 43–54. <https://doi.org/10.22219/JTIUMM.Vol18.No1.43-54>
- Budiman, F. (2015). Hubungan Posisi Kerja Angkat Dengan Keluhan Musculoskeletal Disorder Pada Nelayan Tangkap Di Muara Angke Pluit Jakarta Utara. *Forum Ilmiah Indonesia*, 12(1), 23–32. <https://ejournal.esaunggul.ac.id/index.php/FoRmil/article/view/1146>
- Damayanti, R. H., Iftadi, I., & Astuti, R. D. (2014). Analisis Postur Kerja pada PT. XYZ menggunakan Metode ROSA (Rapid Office Strain Assessment). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 13(1), 1–7. <https://journals.ums.ac.id/index.php/jiti/article/view/302>
- Dzikrillah, N., & Yuliani, E. N. S. (2015). Analisis Postur Kerja Menggunakan Metode Rapid Upper Limb Assessment (Rula) Studi Kasus Pt Tj Forge Indonesia. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 3(3), 150–155. <https://journal.untar.ac.id/index.php/industri/article/view/466>
- Hanifah, S. D., Astuti, R. D., & Jauhari, W. A. (2019). Perancangan Meja Kerja Produksi Tahu Berdasarkan Analisis NBM, QEC, dan RULA. (Studi Kasus: Industri Pengolahan Tahu Tradisional Kampung Krajan Surakarta). *Seminar Nasional Teknik Industri. Departemen Teknik Mesin Dan Industri UGM*, 47–54. <https://repository.ugm.ac.id/id/file/676946>
- Ihsan, M. Z., Laode, L., & Burhanuddin, M. (2015). Gambaran Sikap Ergonomi dan Proporsi Keluhan Muskuloskeletal pada Tenaga Kerja Bongkar Muat di Pelabuhan Bongkar Muat Barang Jalan Tanjung Batu Kecamatan Lima Puluh Kota Pekanbaru. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Kedokteran*, 2(2), 1–15. <https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFDOK/article/view/5934>
- Iskandar, M. N., & Janari, D. (2021). Usulan Desain Troli Barang Menggunakan Pendekatan Antropometri Dan Ergonomi Partisipatori (Studi Kasus PT. Mataram Tunggal Garment). *Industry Xplore*, 6(2), 57–66. <https://doi.org/10.36805/teknikindustri.v6i2.1745>
- Kusmasari, W., & Mustaqim, U. M. (2017). Analisis Risiko Cedera Otot-Rangka Pada Pekerjaan Menganyam Keset. *Jurnal Sistem*

- Industri: Jurnal Keilmuan Teknik & Manajemen Industri*, 11(1), 29–36.
<https://teknik.univpancasila.ac.id/industri/jsi/index.php/12345/article/view/198>
- Marpaung, R. R. A. (2020). *Usulan Perancangan Troli Sebagai Alat Angkut Galon Dengan Pendekatan Ergonomi* [Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta].
<https://repository.upnvj.ac.id/6268/>
- Miswari, N., Aulia, L., & Wahyudi, R. (2021). Penilaian Postur Kerja Manual Material Handling (MMH) pada Gedung Bertingkat Menggunakan Metode Rapid Upper Limb Assessment (RULA). *Sebatik*, 25(1), 262–270.
<https://doi.org/10.46984/sebatik.v25i1.1160>
- Murti, A., Nurtjahyo, M. B., & Muslim, E. (2013). *Penentuan Ergonomic Assessment Method untuk mengidentifikasi dan menilai ergonomic hazards di pekerjaan yang paling berisiko menimbulkan Musculoskeletal Disorders: studi kasus perusahaan Tambang Batubara yang menerapkan OHSAS 18001:2007* [Universitas Indonesia].
<https://lib.ui.ac.id/detail?id=20337020&lokasi=lokal>
- Nugroho, A., Nugroho, S., & Mulyono, K. (2021). Analisis Penanganan Postur Kerja Manual Material Galon Menggunakan Metode Rapid Entire Body Assessment. *JENIUS: Jurnal Terapan Teknik Industri*, 2(2), 75–88.
<https://doi.org/10.37373/jenius.v2i2.145>
- Nurchayani, W. F., & Tarwaka, Pgd. (2021). *Perbedaan Penilaian Postur Kerja Antara Metode Rula, Reba, Dan Owas Terhadap Gangguan Muskuloskeletal Pada Pekerja Kuli Panggul Wanita Pasar Legi Surakarta* [Universitas Muhammadiyah Surakarta].
<http://eprints.ums.ac.id/91289/>
- Pratiwi, S. D. A. (2010). *Analisis postur kerja manual material handling menggunakan metode rapid upper limb assessment (RULA) pada area produksi 5 galon di PT. Tirta Investama Klaten Jawa Tengah* [Sebelas Maret University].
<https://digilib.uns.ac.id/dokumen/detail/15836>
- Sanjaya, K. T., Wirawan, N. H., & Adenan, B. (2018). Analisis Postur Kerja Manual Material Handling Menggunakan Biomekanika dan Niosh. *JATI UNIK: Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, 1(2), 70–80.
<https://doi.org/10.30737/jatiunik.v1i2.114>
- Setiawan, M. S., Kirana, I. W., Cahyani, A. D., & Suryoputro, M. R. (2019). Penilaian Postur Pekerja Pengangkatan Galon Dengan Metode REBA dan Biomekanika. In *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC* (pp. 1-8).
<https://idec.ft.uns.ac.id/wp-content/uploads/2019/05/ID136.pdf>
- Stanton, N. A., Hedge, A., Brookhuis, K., Salas, E., & Hendrick, H. W. (2004). *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*. CRC Press.
<https://books.google.co.id/books?id=RApSg5ShPc8C>
- Sunarso, S. (2010). *Perancangan Troli Sebagai Alat Bantu Angkut Galon Air Mineral Dengan Pendekatan Antropometri* [Universitas Sebelas Maret].
<https://digilib.uns.ac.id/dokumen/detail/15706>
- Tamala, A. (2020). Pengukuran Keluhan Musculoskeletal Disorders (Msd) Pada Pekerja Pengolah Ikan Menggunakan Nordic Body Map (Nbm) dan Rapid Upper Limb Assessment (Rula). *Jurnal TIN Universitas Tanjungpura*, 4(2), 144–148.
<https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jtinUNTA/article/view/42641>
- Tarwaka, S. H. A., & Sudiajeng, L. (2004). *Ergonomi untuk keselamatan, kesehatan kerja dan produktivitas*. Surakarta: Uniba Press.
<https://ftp.idu.ac.id/wp-content/uploads/ebook/ip/BUKU/ERGONOMI/Buku-Ergonomi.pdf>
- Tiogana, V., & Hartono, N. (2020). Analisis Postur Kerja dengan Menggunakan REBA dan RULA di PT X. *Journal of Integrated System*, 3(1), 9–25.
<https://doi.org/10.28932/jis.v3i1.2463>
- Widanarko, B., Kusmasari, W., Yassierli, Y., & Iridiastadi, H. (2016). *Instrumen Survey Gangguan Otot Rangka*.
<https://pei.or.id/survey-keluhan-gangguan-otot-rangka>
- Yassierli, Y., Pratama, G. B., Pujiartati, D. A., & Yamin, P. A. R. (2020). *Ergonomi Industri*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
<https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=1449905>