

## **Analisis Risiko *Manual Material Handling* pada Aktivitas Pemindahan Karung Menggunakan Metode *Composite Lifting Index***

**Diva Arianti<sup>1\*</sup>, Haidar Natsir Amrullah<sup>2</sup> dan Mochammad Choirul Rizal<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

\*E-mail: [haidar.natsir@ppns.ac.id](mailto:haidar.natsir@ppns.ac.id)

### **Abstrak**

Aktivitas *Manual Material Handling* (MMH) masih banyak dijumpai pada industri yang mengandalkan tenaga kerja manual, salah satunya pemindahan karung secara berulang. Jika tidak dilakukan sesuai prinsip ergonomi, aktivitas ini berisiko menimbulkan gangguan muskuloskeletal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat risiko ergonomi pada aktivitas pemindahan karung menggunakan metode *Composite Lifting Index* (CLI) berdasarkan pedoman *Revised NIOSH Lifting Equation*. Penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan data variabel tugas seperti berat beban, jarak horizontal, posisi vertikal, jarak angkat, sudut asimetri, frekuensi pengangkatan, dan kualitas pegangan. Sebelumnya, telah dilakukan penyebaran kuesioner Gangguan Otot dan Rangka Akibat Kerja (GOTRAK) kepada operator untuk mengidentifikasi keluhan fisik, dengan hasil menunjukkan bahwa keluhan tertinggi dialami pada punggung bawah, pinggul, dan punggung atas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai CLI yang diperoleh adalah tak terhingga ( $\infty$ ), yang berarti tingkat risiko pengangkatan kumulatif sangat tinggi dan jauh melebihi batas aman ( $CLI \geq 3$ ). Terdapat beberapa faktor penyebabnya, antara lain frekuensi angkat yang tinggi, kualitas pegangan buruk (karung tidak memiliki handle), serta sudut dan posisi pengangkatan yang tidak ideal. Rekomendasi perbaikan diberikan sesuai dengan hierarki pengendalian risiko, meliputi pengaturan ulang ketinggian palet, pelatihan postur kerja, penggunaan alat bantu seperti *hand stacker* dan meja hidrolik, serta penggunaan APD seperti sabuk penyangga punggung. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar perbaikan stasiun kerja untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman, ergonomis, dan produktif.

**Kata Kunci:** Ergonomi, *Manual Material Handling*, *Musculoskeletal Disorders Composite Lifting Index*, NIOSH

### **Abstract**

*Manual Material Handling (MMH) activities are still widely found in industries that rely on manual labor, one of which is repetitive sack lifting. If not performed according to ergonomic principles, this activity can lead to musculoskeletal disorders. This study aims to analyze the ergonomic risk level of sack-lifting activities using the Composite Lifting Index (CLI) method based on the Revised NIOSH Lifting Equation guidelines. The research began by collecting task variables such as load weight, horizontal distance, vertical position, lifting distance, asymmetry angle, lifting frequency, and coupling quality. Prior to measurement, the Work-Related Musculoskeletal Disorders (WMSDs) questionnaire was distributed to operators to identify physical complaints, with results showing that the highest complaints occurred in the lower back, hips, and upper back. The findings showed that the CLI value obtained was infinite ( $\infty$ ), indicating a very high cumulative lifting risk, far exceeding the safe limit ( $CLI \geq 3$ ). Several contributing factors were identified, including high lifting frequency, poor coupling quality (sacks without handles), and non-ideal lifting angles and positions. Improvement recommendations were made in accordance with the hierarchy of risk control, including adjusting pallet height, providing lifting posture training, using mechanical aids such as hand stackers and hydraulic tables, and providing personal protective equipment (PPE) such as back support belts. The results of this study are expected to serve as a basis for workstation improvements to create a safer, more ergonomic, and productive working environment.*

**Keywords:** Ergonomics, *Manual Material Handling*, *Musculoskeletal Disorders*, *Composite Lifting Index*, NIOSH

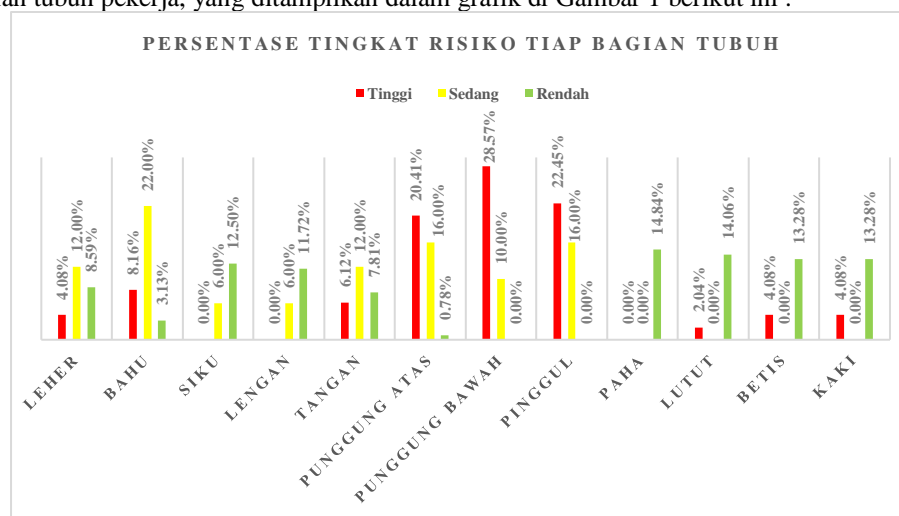
## 1. PENDAHULUAN

Dalam dunia industri, penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) menjadi prioritas utama, dan ergonomi menjadi salah satu aspek penting di dalamnya (Wulandari dkk., 2023). Menurut (Tarwaka & Bakri, 2004), Ergonomi merupakan ilmu, seni, dan penerapan teknologi yang bertujuan menciptakan keselarasan antara fasilitas yang digunakan saat bekerja maupun beristirahat, dengan memperhatikan kemampuan serta keterbatasan manusia baik secara fisik maupun mental. Permasalahan ergonomi di sektor Industri dapat menimbulkan dampak besar, terutama disebabkan oleh tingginya intensitas pekerjaan manual yang masih bergantung pada tenaga manusia (Farmizan dkk., 2024). Salah satu wujud aktivitas manual tersebut adalah pemindahan material tanpa bantuan alat, atau yang dikenal dengan istilah *Manual Material Handling* (MMH) (Margaretha, 2022).

*Manual Material Handling* (MMH) merupakan salah satu aktivitas yang sering dilakukan dalam berbagai sektor industri, terutama di bidang manufaktur, pergudangan dan logistik. Menurut Purnomo (2017), MMH mencakup proses pengangkatan, membawa, mendorong, menarik, serta memindahkan objek secara manual. Meskipun perkembangan industri modern sudah mulai diterapkan, mayoritas negara berkembang masih mengandalkan penanganan material secara manual sebagai rutinitas. Hal ini disebabkan oleh pertimbangan biaya, kegiatan manual dinilai lebih ekonomis dibandingkan dengan penggunaan mesin atau alat berat yang membutuhkan investasi tinggi (Sri dkk., 2024). Meski memiliki keunggulan dari segi fleksibilitas dan efisiensi biaya, kegiatan MMH memiliki kekurangan dalam aspek keselamatan dan kesehatan kerja.

Salah satu contoh dari aktivitas MMH yaitu proses pemindahan karung yang dilakukan secara manual dan berulang oleh pekerja. Apabila dilakukan secara terus-menerus tanpa penyesuaian ergonomis, aktivitas tersebut berpotensi menimbulkan keluhan muskuloskeletal (Sari & Meriyanti, 2021). Keluhan muskuloskeletal merupakan gangguan pada bagian sistem otot rangka, mulai dari ketidaknyamanan ringan hingga nyeri yang parah dan berpotensi menimbulkan cedera. Keluhan yang menyebabkan cedera akibat aktivitas kerja tersebut dikenal sebagai *Work-Related Musculoskeletal Disorders* (WMSDs) (Tarwaka & Bakri, 2004). Menurut SNI 9011:2021, WMSDs atau Gangguan Otot dan Rangka Akibat Kerja (GOTRAK) merupakan keluhan yang ditandai dengan rasa nyeri akibat gangguan pada otot, tendon, sendi, saraf, dan jaringan lunak lainnya (BSN, 2021). Aktivitas MMH yang paling sering menyebabkan cedera adalah 61,3% dari aktivitas mengangkat (*lifting*) dan 60% dari aktivitas membawa (*carrying*) beban. Dari jumlah tersebut, sebagian besar mengalami cedera atau keluhan nyeri pada bagian punggung (Ardiansyah & Widanarko, 2021). Menurut Data dari PT. X menunjukkan peningkatan kasus MSDs selama tahun 2023 dengan total 63 kasus yang tercatat dari Juli hingga Oktober 2023, dan jumlah tertinggi terjadi pada bulan Oktober dengan 12 kasus (Linggi *et al.*, 2024).

Untuk mengidentifikasi keluhan yang dialami oleh pekerja, telah dilakukan kuesioner GOTRAK sesuai dengan standar SNI 9011:2021. Hasil dari kuisisioner tersebut menunjukkan persentase tingkat risiko pada setiap bagian tubuh pekerja, yang ditampilkan dalam grafik di Gambar 1 berikut ini :



Gambar 1. Grafik persentase tingkat risiko tiap bagian tubuh

Berdasarkan Gambar 1, keluhan pekerja dengan tingkat risiko tinggi terdapat pada tubuh bagian punggung atas (20,41%), pinggul (22,45%), dan punggung bawah (28,57%). Temuan ini mengindikasikan bahwa diperlukan analisis lebih lanjut terhadap aktivitas pengangkatan manual untuk mengetahui dampak terhadap pekerja. Untuk menanggapi keluhan yang dirasakan oleh pekerja, penting dilakukan penilaian apakah beban kerja

yang dijalankan saat ini masih dalam batas yang direkomendasikan atau justru berisiko menimbulkan gangguan kesehatan (Anggraini & Daus, 2016). Apabila kondisi tersebut terus dibiarkan tanpa adanya perbaikan, maka keluhan fisik yang dirasakan pekerja berpotensi berkembang menjadi gangguan yang lebih serius dan dapat berdampak negatif terhadap performa kerja mereka secara keseluruhan (Primasari & Kurnianingtyas, 2022).

*International Labour Organization* menegaskan bahwa setiap pekerja berhak mendapatkan perlindungan dan risiko penyakit dan cedera akibat aktivitas kerja (Indriati Paskarini, 2023). Sejalan dengan prinsip tersebut, untuk mengevaluasi potensi risiko yang muncul dari aktivitas kerja manual, digunakan metode *Composite Lifting Index* (CLI) yang dikembangkan untuk menilai aktivitas pengangkatan berulang dalam siklus kerja yang kompleks dan *multi-task*. Metode CLI dinilai sesuai karena mampu memperhitungkan variabel penting seperti posisi beban, frekuensi, dan durasi pengangkatan, sehingga memberikan gambaran menyeluruh mengenai tingkat risiko ergonomi yang dihadapi oleh pekerja (Thomas R. Waters dkk., 2021). Dengan demikian, CLI memberikan hasil yang lebih akurat dibandingkan metode pengukuran tunggal, terutama untuk pekerjaan kompleks seperti pemindahan karung secara berulang.

## 2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Composite Lifting Index* (CLI) yang sesuai dengan pedoman *Revised National Institute Occupational for Safety and Health* (NIOSH). Metode ini digunakan untuk menganalisis risiko ergonomi pada aktivitas pemindahan beban yang melibatkan lebih dari satu tahapan pengangkatan secara manual.

Analisis dilakukan dengan mengumpulkan data variabel tugas dari setiap langkah pekerjaan pada posisi awal (*origin*) dan posisi tujuan (*destination*), antara lain *Load Weight* (L), *Horizontal* (H), *Vertical* (V), *Vertical Travel Distance* (D), *Asymmetry Angle* (A), *Lifting Frequency* (F), dan *Coupling Classification* (C).

Setelah semua data variabel terkumpul, perhitungan CLI dilakukan melalui beberapa tahapan berikut:

1. Menghitung *Frequency Independent Recommended Weight Limit* (FIRWL)

$$FIRWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times CM$$

2. Menghitung *Single Task Recommended Weight Limit* (STRWL)

$$STRWL = FIRWL \times FM$$

3. Menghitung *Frequency Independent Lifting Index* (FIL<sub>I</sub>)

$$FIL_I = \frac{\text{Load weight (L)}}{FIRWL}$$

4. Menghitung *Single Task Lifting Index* (STLI)

$$STLI = \frac{\text{Load weight (L)}}{STRWL}$$

5. Mengurutkan STLI dari yang terbesar sampai yang terkecil

6. Menghitung *Composite Lifting Index* (CLI)

$$CLI = STLI_1 + \Sigma \Delta LI$$

Dimana :

$$\Sigma \Delta LI = (FIL_{I2} \times (\frac{1}{FM_{1,2}} - \frac{1}{FM_1})) + (FIL_{I3} \times (\frac{1}{FM_{1,2,3}} - \frac{1}{FM_{1,2}})) + \dots + (FIL_{In} \times (\frac{1}{FM_{12..n}} - \frac{1}{FM_{123..(n-1)}}))$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas yang diteliti dalam analisis *Manual Material Handling* (MMH) ini adalah pemindahan karung dengan berat 25 kg. Karung tersebut dipindahkan dari 10 tumpukan karung di atas palet menuju ke keranjang *lift* dengan 6 tumpukan. Proses pemindahan ini berlangsung selama 1 jam dalam 1 *shift*, dengan frekuensi pengangkatan mencapai 4 kali per menit.

Analisis *Manual Material Handling* dilakukan dengan variabel tugas, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1. Tabel tersebut menunjukkan adanya 12 pekerjaan pengangkatan yang berbeda-beda. Variabel horizontal *origin* adalah 20 cm, sedangkan untuk variabel horizontal *destination* adalah 36 cm untuk jarak dekat dan 46 cm untuk jarak jauh. Variabel vertikal *origin* dan *destination* memiliki ketinggian yang berbeda-beda dikarenakan menyesuaikan dengan tinggi tumpukan yaitu 15 cm, 25 cm, 35 cm, 45 cm, 55 cm, 80 cm, 90 cm, 100 cm, 110 cm, dan 120 cm, diperoleh dari tinggi palet 5 cm ditambah kelipatan tebal karung 10 cm, sedangkan untuk variabel vertikal *destination* yaitu 4 cm, 14 cm, 24 cm, 34 cm, 44 cm, dan 54 cm. Variabel *distance* adalah selisih jarak vertikal *origin* dan *destination*. Untuk sudut asimetri *origin* yaitu 65° dan *destination* yaitu 45°. Selain itu, berdasarkan Permenaker No. 5 Tahun 2018, kualitas pegangan (C) pada karung tergolong dalam kategori *poor*, karena sulit dipegang atau tidak adanya pegangan yang memadai, sehingga pekerja harus menggenggam dan meremas permukaan karung yang berisi bahan tidak stabil (BSN, 2021).

Tabel 1. Variabel *Multi-Task* Pemindahan Karung

No Pekerjaan	Berat Beban (Kg)	Lokasi Tangan (cm)				Jarak Vertikal (cm)	Sudut Asimetri		Frekuensi Rata- Rata (Lift/min)	Durasi	Kualitas Pegangan
		Origin		Destination			Origin	Destination			
		L	H	V	H		V	D			
1.	25	20	120	46	4	116	65°	0°	4	1	Poor
2	25	20	110	36	4	106	65°	45°	4	1	Poor
3	25	20	100	46	14	86	65°	0°	4	1	Poor
4	25	20	90	36	14	76	65°	45°	4	1	Poor
5	25	20	80	46	24	56	65°	0°	4	1	Poor
6	25	20	120	36	24	96	65°	45°	4	1	Poor
7	25	20	55	46	34	21	65°	0°	4	1	Poor
8	25	20	45	36	34	11	65°	45°	4	1	Poor
9	25	20	35	46	44	9	65°	0°	4	1	Poor
10	25	20	25	36	44	19	65°	45°	4	1	Poor
11	25	20	15	46	54	39	65°	0°	4	1	Poor
12	25	20	55	36	54	1	65°	45°	4	1	Poor

Setelah mendapatkan nilai variabel tugas, maka dilanjutkan dengan menghitung faktor pengali atau *multiplier* dari variabel tugas. Berikut merupakan perhitungan *multiplier* dari setiap variabel :

- a. Perhitungan *Horizontal multiplier* (HM)

$$HM_1 = \frac{25}{46} = 0,54$$

$$HM_2 = \frac{25}{36} = 0,69$$

- b. Perhitungan *Vertical Multiplier* (DM)

$$VM_1 = 1 - (0,003[120 - 75]) = 0,87$$

- c. Perhitungan *Distance Multiplier* (DM)

$$DM_1 = (0,82 + (\frac{4,5}{116})) = 0,86$$

- d. Perhitungan *Asymetry Multiplier* (AM)

$$AM = 1 - (0,0032 \times 65) = 0,79$$

- e. Perhitungan *Coupling Multiplier* (CM)

Nilai dari variabel CM ditentukan sesuai dengan tabel *Revised* NIOSH pada kolom yang menunjukkan kondisi *Poor* (buruk). Untuk jarak vertikal < 75 cm maupun >75 cm, nilai CMnya sama yaitu 0,90.

- f. *Frequency Multiplier* (FM)

Nilai dari variabel FM juga ditentukan sesuai dengan tabel *Revised* NIOSH. Aktivitas pemindahan karung melakukan pengangkatan sebanyak 4 kali dalam satu menit dengan durasi waktu kerja 1 jam. Maka didapatkan nilai *frequency multiplier* 0,84.

Berdasarkan perhitungan variabel tersebut, selanjutnya dilakukan perhitungan FIRWL, STRWL, FILI, dan STLI sebagaimana ditampilkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Perhitungan FIRWL, STRWL, FILI, dan STLI

No Pekerja	LC	HM	VM	DM	AM	CM	FIRWL	FM	STRWL	FILI	STLI	Urutan Baru	F
1	23	0,54	0,87	0,858793	0,792	0,9	6,614501	0,84	5,556181	3,779575	4,499494	1	4
2	23	0,69	0,9	0,862453	0,792	0,9	8,780565	0,84	7,375675	2,847197	3,38952	7	4
3	23	0,54	0,93	0,872326	0,792	0,9	7,18209	0,84	6,032956	3,480881	4,143906	3	4
4	23	0,69	0,96	0,879211	0,792	0,9	9,547919	0,84	8,020252	2,618372	3,117109	8	4
5	23	0,54	0,99	0,900357	0,792	0,9	7,891132	0,84	6,628551	3,168113	3,771564	4	4
6	23	0,69	0,87	0,866875	0,792	0,9	8,531401	0,84	7,166377	2,930351	3,488513	5	4
7	23	0,54	0,94	1,034286	0,792	0,9	8,607116	0,84	7,229978	2,904573	3,457825	6	4
8	23	0,69	0,91	1,229091	0,792	0,9	12,65232	0,84	10,62795	1,975923	2,352289	11	4
9	23	0,54	0,88	1,32	0,792	0,9	10,28362	0,84	8,638238	2,431051	2,894109	10	4
10	23	0,69	0,85	1,056842	0,792	0,9	10,16187	0,84	8,535971	2,460177	2,928782	9	4
11	23	0,54	0,82	0,935385	0,792	0,9	6,790369	0,84	5,70391	3,681685	4,382959	2	4
12	23	0,69	0,94	5,32	0,792	0,9	56,56973	0,84	47,51857	0,441932	0,52611	12	4

Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan FIRWL. Nilai FIRWL ini kemudian digunakan untuk menghitung STRWL dengan cara mengalikannya dengan variabel FM. Setelah STRWL diperoleh, langkah selanjutnya adalah menghitung indeks beban. Nilai FILI ditentukan dengan membagi berat beban (L) dengan FIRWL dan nilai STLI ditentukan dengan membagi berat beban (L) dengan STRWL. Setelah nilai STLI didapatkan, nilai-nilai tersebut diurutkan dari yang tertinggi hingga terendah, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Urutan STLI ini penting untuk perhitungan *Composite Lifting Index* (CLI) selanjutnya.

Nilai CLI dihitung dengan menggunakan metode akumulasi dari STLI tertinggi ( $STLI_1$ ) ditambah dengan penyesuaian risiko pada pekerjaan berikutnya ( $\Delta LI$ ). Hasil lengkap perhitungan nilai CLI disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan CLI dengan menggunakan urutan pekerjaan baru

STLI1	ΔLI		CLI
4,499494	ΔLI2	1,753183	∞
	ΔLI3	3,606318	
	ΔLI4	∞	
	ΔLI5	∞	
	ΔLI6	∞	
	ΔLI7	∞	
	ΔLI8	∞	
	ΔLI9	∞	
	ΔLI10	∞	
	ΔLI11	∞	
	ΔLI12	∞	

Berdasarkan hasil pada Tabel 3, nilai *Composite Lifting Index* (CLI) yang diperoleh pada aktivitas pemindahan karung adalah ∞ (tak terhingga). Hal ini menunjukkan bahwa tingkat risiko pengangkatan secara keseluruhan berada pada kategori sangat tinggi dan jauh melebihi batas aman. Menurut standart *Revised* NIOSH dan mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh (Annaufal et al., 2025), nilai CLI  $\geq 3$  dikategorikan berbahaya dan tidak boleh dilakukan. Nilai tak terhingga (∞) terjadi karena beberapa faktor ergonomis, antara lain nilai FM 0 pada perhitungan karena frekuensi pengangkatan yang terlalu tinggi, kualitas pegangan yang buruk karena karung tidak memiliki *handle*, jarak pengangkatan dan sudut asimetri yang tidak ideal, serta tidak adanya alat bantu untuk menurunkan beban biomekanik.

Tanpa adanya perbaikan, kondisi kerja ini dapat meningkatkan risiko gangguan muskuloskeletal seperti nyeri punggung bawah, bahu, dan kelelahan otot. Hal tersebut juga diperkuat oleh hasil kuesioner GOTRAK (SNI 9011:2021). Oleh karena itu, diperlukan rekomendasi yang sesuai dengan hierarki pengendalian, antara lain dengan pengurangan ketinggian pada tumpukan palet, penggunaan alat bantu seperti *hand stacker* dan meja hidrolik, pemberian pelatihan postur kerja aman dan pemberian APD *back support belt*. Selain itu, untuk mencegah sudut asimetri saat pengangkatan (*Asymmetric Multiplier*), pekerja disarankan melakukan pengangkatan beban dengan teknik yang benar, yakni menggerakkan seluruh tubuh secara menyeluruh, bukan hanya memutar tulang belakang (Salsabila & Muslimah, 2022). Dengan demikian, diharapkan aktivitas pengangkatan dapat dilakukan dengan sudut  $A=0^\circ$  atau tanpa adanya rotasi tubuh (Mayangsari dkk., 2020).

Dengan penerapan rekomendasi tersebut, diharapkan dapat menurunkan nilai CLI secara signifikan serta mengurangi risiko terjadinya gangguan muskuloskeletal (MSDs) pada pekerja.

#### 4.KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *Composite Lifting Index* (CLI) terhadap aktivitas pemindahan karung secara manual, diperoleh bahwa aktivitas tersebut mengandung risiko ergonomi yang sangat tinggi. Perhitungan CLI menghasilkan nilai ∞ (tak terhingga), hal ini menunjukkan bahwa beban pengangkatan jauh melebihi ambang batas aman dikarenakan nilai CLI  $\geq 3$ . Penyebab utama dari tingginya risiko ini adalah frekuensi pengangkatan yang tinggi, kualitas pegangan karung yang buruk, serta posisi vertikal dan sudut asimetri tubuh yang tidak ideal. Temuan ini didukung oleh hasil kuesioner GOTRAK (SNI 9011:2021), di mana punggung bawah, pinggul, dan punggung atas menjadi area dengan keluhan tertinggi yang dilaporkan oleh pekerja.

Untuk menurunkan tingkat risiko tersebut, diperlukan intervensi berdasarkan hierarki pengendalian risiko, seperti pengurangan jumlah tumpukan palet (eliminasi), penambahan alat bantu berupa meja hidrolik dan modifikasi *hand stacker* (rekayasa teknik), serta pengendalian administratif dan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD). Penggunaan metode CLI dalam penelitian ini terbukti efektif dalam mengevaluasi risiko ergonomi secara menyeluruh pada aktivitas pengangkatan manual yang bersifat kompleks dan *multi-task*. Hasil ini dapat dijadikan dasar perbaikan stasiun kerja untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman, ergonomis, dan produktif.

## 5. DAFTAR NOTASI

$H$  = variabel horizontal (cm)

$V$  = variabel vertikal (cm)

$D$  = variabel *distance* (cm)

$A$  = variabel sudut asimetri

## DAFTAR PUSTAKA

Anggraini, D. A., & Daus, R. A. (2016). Analisis Beban Kerja dengan Menggunakan Metode Recommended Weight Limit (RWL) di PT. Indah Kiat Pulp and Paper. Tbk. *Jurnal Surya Teknik*, 2(04), 49–55. <https://doi.org/10.37859/jst.v2i04.208>

Annaufal, S. S., Natsir, H., & Yusuf, M. (2025). *Evaluasi Gangguan Otot Rangka pada Pekerjaan Manual Material Handling dengan Pendekatan Composite Lifting Index*. 3(1), 50–56.

Aradiansyah, D. R., & Widanarko, B. (2021). Analisis prevalensi dan faktor pekerjaan terhadap terjadinya gangguan otot tulang rangka akibat kerja pada pekerja perancah di PT X. *PREPOTIF : Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5(2), 635–640. <https://doi.org/10.31004/prepotif.v5i2.1911>

BSN. (2021). *SNI 9011: Pengukuran dan Evaluasi Potensi Bahaya Ergonomi*. <http://www.nber.org/papers/w16019>

Farmizan, K. F., Nofirza, N., Hamdy, M. I., Melfa Yola, & Misra Hartati. (2024). Evaluasi Postur Dan Manual Handling Pekerja Di Unit Pandai Besi Roni Menggunakan Metode Workplace Ergonomic Risk Assesment (Wera) Dan Ovako Work Posture Analysis System (Owas). *Jurnal Perangkat Lunak*, 6(1), 137–144. <https://doi.org/10.32520/jupel.v6i1.3065>

Indriati Paskarini, E. D. (2023). *Faktor yang Berhubungan dengan Kelelahan Kerja: Studi pada Petani di Desa Dolok Gede, Bojonegoro Indriati Paskarini*. 14(April), 351–354.

Linggi, S. A., Fifi Nirmala G, & Arum Dian Pratiwi. (2024). Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Musculoskeletal Disorders (MSDs) Pada Pekerja Station Mill House dan Machine di PT. X Kabupaten Bombana Tahun 2024. *ARKESMAS (Arsip Kesehatan Masyarakat)*, 9(1), 10–17. <https://doi.org/10.22236/arkesmas.v9i1.14630>

Margaretha, N. (2022). Analisis Kegiatan Manual Material Handling Terhadap Gejala Musculoskeletal Disorder pada Operator Gudang. *Jurnal Indonesia Sosial Sains*, 3(2), 167–190. <https://doi.org/10.36418/jiss.v3i2.539>

Mayangsari, D. P., Sunardi, S., & Tranggono, T. (2020). Analisis Risiko Ergonomi Pada Pekerjaan Mengangkat Di Bagian Gudang Bahan Baku PT.XYZ Dengan Metode Niosh Lifting Equation. *Juminten*, 1(3), 91–103. <https://doi.org/10.33005/juminten.v1i3.109>

Primasari, M. S., & Kurnianingtyas, C. D. (2022). Analisis Postur Kerja Dan Manual Material Handling Pada Aktivitas Pemandangan Material Di Bengkel Bubut Bp. *Jurnal PASTI (Penelitian Dan Aplikasi Sistem Dan Teknik Industri)*, 16(2), 124. <https://doi.org/10.22441/pasti.2022.v16i2.001>

Purnomo, H. (2017). Manual Materials Handling. In *Physical and Biological Hazards of the Workplace*. <https://doi.org/10.1002/9781119276531.ch3>

Salsabila, N., & Muslimah, E. (2022). ANALISIS MANUAL MATERIAL HANDLING DAN POSTUR KERJA PADA BAGIAN PACKING MENGGUNAKAN METODE NIOSH MULTITASK DAN REBA DI PT. SARI WARNA ASLI V KUDUS. *Simposium Nasional RAPI XXI*, 73–79.

Sari, S., & Meriyanti, D. (2021). Analisis Perhitungan Recommended Weight Limit dan Lifting Index Pada Bagian Consumer Packing (CP) PT. Bogasari. *Jurnal Ergonomi Indonesia*, 7(2), 31–43. <https://doi.org/10.24843/JEI.2021.v07.i02.p03>

Sri, D., Pradita, A., Zikri, K., Waruwu, T., Rahman, A. N., & Natalia, S. C. (2024). Analisis dan Perbaikan Manual Material Handling Mengangkat Beban Galon dengan Metode Recommended Weight Limit dan Lifting Index TALENTA Conference Series Analisis dan Perbaikan Manual Material Handling

*Mengangkat Beban Galon dengan Metode Recommended Weig.* 7(1).  
<https://doi.org/10.32734/ee.v7i1.2313>

Tarwaka, & Bakri, S. H. A. (2004). *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. <http://shadibakri.uniba.ac.id/wp-content/uploads/2016/03/Buku-Ergonomi.pdf>

Thomas R. Waters, P. D., Vern Putz–Anderson, P. D., & Arun Garg, P. D. (2021). *REVISED NIOSH LIFTING EQUATION*.

Wulandari, R., Rachmat, A. N., & Handoko, L. (2023). Analisis Pekerjaan Manual Material Handling Menggunakan SNI 9011:2021 dan Composite Lifting Index. *7 Th CONFERENCE ON SAFETY ENGINEERING AND IT'S APPLICATION*, 2581.