

Analisis Risiko Pengangkatan Beban Dengan Metode NIOSH dan JSA pada Gudang Barang Jadi

Redha Abdillah Faqih¹, Deny Andesta²

^{1,2}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik

Jl. Sumatera No. 101 GKB Gresik 61121, Jawa Timur

Email: abdillahredha6@gmail.com, deny_andesta@umg.ac.id

ABSTRAK

Aktivitas loading barang pada bagian gudang barang jadi memiliki risiko tinggi terhadap gangguan keselamatan dan kesehatan kerja, terutama yang berkaitan dengan postur kerja dan pengangkatan beban secara manual. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko pekerjaan loading barang di PT XYZ menggunakan metode *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) dan *Job Safety Analysis* (JSA). Metode NIOSH digunakan untuk menghitung *Recommended Weight Limit* (RWL) dan *Lifting Index* (LI) guna mengetahui tingkat risiko pengangkatan beban terhadap pekerja, sedangkan JSA digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya pada setiap tahapan pekerjaan serta menentukan langkah pengendalian yang tepat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *Lifting Index* (LI) pada beberapa aktivitas loading melebihi batas aman ($LI > 1$), yang mengindikasikan adanya risiko tinggi terhadap terjadinya *musculoskeletal disorders* (MSDs). Analisis JSA juga mengidentifikasi potensi bahaya seperti postur membungkuk, frekuensi angkat yang tinggi, serta risiko terpeleset dan tertimpa barang. Berdasarkan hasil analisis tersebut, direkomendasikan perbaikan postur atau posisi kerja untuk meminimalisir adanya risiko ergonomi, serta penerapan prosedur operasi standar yang harus dipatuhi semua pekerja agar mencegah terjadinya kecelakaan kerja.

Kata kunci: Ergonomi, NIOSH, JSA, Musculoskeletal Disorders, Loading Barang

ABSTRACT

Loading activities in finished goods warehouses pose a high risk of occupational safety and health problems, particularly those related to work posture and manual lifting. This study aims to analyze the risks of loading jobs at PT XYZ using the National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) and Job Safety Analysis (JSA) methods. The NIOSH method is used to calculate the Recommended Weight Limit (RWL) and Lifting Index (LI) to determine the level of lifting risk to workers, while the JSA is used to identify potential hazards at each stage of the work and determine appropriate control measures. The results show that the Lifting Index (LI) values for several loading activities exceed the safe limit ($LI > 1$), indicating a high risk of musculoskeletal disorders (MSDs). The JSA analysis also identified potential hazards, including hunched postures, high lifting frequency, and the risk of slipping and being struck by objects. Based on the analysis, it is recommended to improve posture and work position to minimize ergonomic risks and to implement standard operating procedures that all workers must follow to prevent work accidents.

Keywords: Ergonomics, NIOSH, JSA, Musculoskeletal Disorders, Loading Goods.

Pendahuluan

Aktivitas loading barang pada gudang barang jadi merupakan salah satu pekerjaan dengan tingkat risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang relatif tinggi karena melibatkan pengangkatan beban secara manual, frekuensi kerja berulang, serta postur kerja yang tidak selalu ergonomis [1]. Pada PT XYZ, proses loading masih didominasi oleh manual material handling karena keterbatasan alat bantu angkat dan tuntutan fleksibilitas operasional gudang. Berdasarkan observasi awal yang dilakukan pada area gudang barang jadi PT XYZ, ditemukan beberapa keluhan subjektif, berikut adalah hasil data keluhan yang dialami pekerja pada saat melakukan observasi.

Tabel 1. Data Keluhan Pekerja

Pekerja	Jenis keluhan
Pekerja 1	Sakit pada area punggung, tangan, kaki, dan pinggang
Pekerja 2	Sakit pada area lengan bawah, bahu, punggung, dan pergelangan tangan
Pekerja 3	Sakit pada area pinggang, betis, punggung, dan kaki
Pekerja 4	Sakit pada area perut, lengan atas, dan punggung

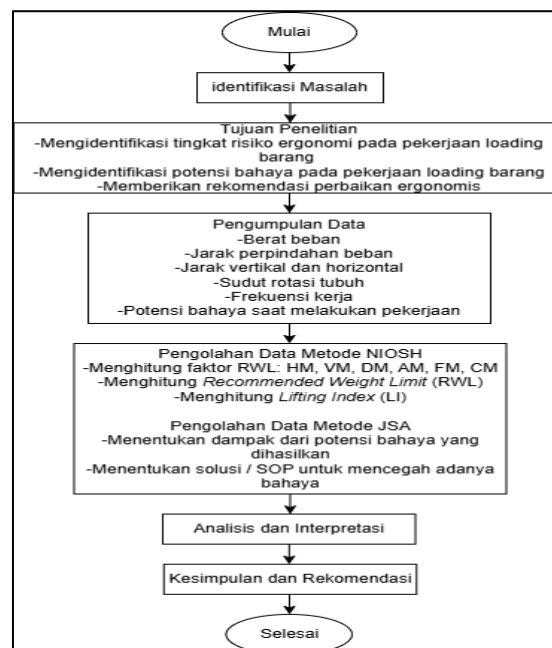
Meskipun risiko manual material handling telah banyak diteliti pada sektor industri dan pergudangan, penelitian spesifik pada kondisi aktual kerja di PT XYZ belum pernah dilakukan sebelumnya. Setiap gudang memiliki karakteristik tata letak, jenis beban, metode kerja, serta kebiasaan pekerja yang berbeda, sehingga hasil penelitian dari perusahaan lain tidak dapat langsung digeneralisasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan pendekatan integratif antara NIOSH Lifting Equation dan JSA dalam menganalisis risiko pengangkatan manual pada aktivitas loading barang di gudang barang jadi PT XYZ. Penelitian ini tidak hanya mengevaluasi tingkat risiko berdasarkan nilai LI, tetapi juga menganalisis mekanisme risiko dari sudut pandang ergonomi, serta mengevaluasi secara realistis usulan perbaikan yang mempertimbangkan keterbatasan kondisi operasional di lapangan.

Salah satu dampak yang sering muncul akibat aktivitas pengangkatan manual adalah *musculoskeletal disorders* (MSDs) [2][3]. MSDs merupakan gangguan pada otot, sendi, tendon, ligamen, maupun saraf yang berkembang secara bertahap akibat paparan beban kerja fisik yang berlebihan [4]. Faktor-faktor seperti postur kerja membungkuk, memutar tubuh secara berulang, jarak jangkauan yang terlalu jauh, frekuensi angkat yang tinggi, serta berat beban yang melebihi kapasitas aman menjadi penyebab utama terjadinya keluhan pada punggung bawah, bahu, leher, dan pergelangan tangan. Gangguan ini tidak hanya berdampak pada kesehatan individu pekerja, tetapi juga dapat memengaruhi produktivitas perusahaan melalui peningkatan angka absensi, penurunan kinerja, hingga potensi klaim kecelakaan kerja[5].

Selain risiko ergonomi, aktivitas loading barang juga memiliki potensi bahaya lainnya yang perlu diperhatikan. Risiko terpeleset akibat lantai yang licin, tertimpa barang karena penyusunan yang kurang stabil, hingga risiko terjepit saat proses pengangkatan dan penyusunan merupakan contoh bahaya yang sering terjadi di area gudang [6]. Lingkungan kerja yang kurang tertata, ruang gerak yang sempit, serta kurangnya penerangan dapat memperbesar peluang terjadinya kecelakaan [7]. Oleh karena itu, pendekatan analisis risiko yang menyeluruh sangat diperlukan untuk mengidentifikasi seluruh potensi bahaya dan menentukan langkah pengendalian yang tepat [8].

Dalam upaya menganalisis risiko pengangkatan beban secara manual, metode *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) dapat digunakan sebagai alat evaluasi kuantitatif. Metode ini menghitung *Recommended Weight Limit* (RWL) dan *Lifting Index* (LI) berdasarkan faktor-faktor seperti jarak horizontal dan vertikal pengangkatan, frekuensi angkat, sudut putaran tubuh, serta kualitas pegangan [9], [10]. Dengan demikian, metode NIOSH mampu menjadi dasar dalam menentukan apakah kondisi kerja saat ini masih berada dalam batas aman atau memerlukan perbaikan [11]. Selain metode NIOSH, pendekatan *Job Safety Analysis* (JSA) digunakan untuk melengkapi analisis risiko secara kualitatif dan sistematis. JSA dilakukan dengan cara menguraikan pekerjaan menjadi langkah-langkah spesifik, mengidentifikasi potensi bahaya pada setiap tahapan, serta menentukan tindakan pengendalian berdasarkan hierarki pengendalian risiko [12], [13].

Metode Penelitian



Gambar 1. Flowchart penelitian

Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan desain studi observasional analitik berbasis aktivitas kerja, dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif secara terintegrasi. Analisis kuantitatif dilakukan menggunakan NIOSH *Lifting Equation* untuk mengevaluasi risiko pengangkatan beban, sedangkan analisis kualitatif dilakukan melalui *Job Safety Analysis* (JSA) untuk mengidentifikasi bahaya kerja dan faktor pendukung risiko ergonomi pada aktivitas pekerjaan.

Subjek penelitian merupakan seluruh populasi pekerja loading atau muat barang di gudang barang jadi PT XYZ ($n = 4$). Pemilihan total populasi dilakukan karena jumlah pekerja yang terbatas dan seluruh pekerja terpapar kondisi kerja yang relatif seragam. Penelitian ini tidak bertujuan untuk generalisasi statistik, tetapi untuk memberikan gambaran risiko ergonomi pada kondisi kerja aktual.

Integrasi kedua metode dilakukan dengan menjadikan hasil perhitungan parameter NIOSH (HM, VM, DM, AM, FM, dan CM) sebagai dasar dalam penentuan sumber bahaya ergonomi pada JSA. Dengan pendekatan ini, JSA tidak hanya berfungsi sebagai prosedur operasional, tetapi juga sebagai alat interpretatif untuk menjelaskan hubungan antara desain kerja dan peningkatan risiko pada pekerja.

NIOSH Lifting Equation

Metode NIOSH Lifting Equation adalah suatu metode analisis ergonomi yang digunakan untuk menilai risiko cedera akibat aktivitas pengangkatan beban secara manual. Metode ini dikembangkan oleh National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH).

Pengembangan metode ini dilatarbelakangi oleh tingginya angka gangguan muskuloskeletal (Musculoskeletal Disorders/MSDs), terutama cedera pada punggung bawah (low back pain), yang sering dialami oleh pekerja di sektor industri, perdagangan, konstruksi, maupun logistic [14]. Aktivitas mengangkat beban secara manual merupakan salah satu penyebab utama cedera tersebut, khususnya ketika dilakukan dengan postur tubuh yang tidak ergonomis, beban terlalu berat, frekuensi terlalu sering, atau posisi beban terlalu jauh dari tubuh [15]. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan kuantitatif yang dapat membantu menentukan batas aman pengangkatan beban.

Recommended Weight Limit (RWL)

RWL adalah batas berat maksimum yang direkomendasikan untuk diangkat dalam kondisi kerja tertentu. RWL bukan berarti berat maksimum absolut yang tidak boleh dilampaui, melainkan batas yang dirancang untuk melindungi hampir seluruh populasi pekerja yang sehat dari risiko cedera punggung bawah [9]. Dengan kata lain, metode ini berfungsi sebagai alat evaluasi preventif dalam perencanaan kerja dan perancangan sistem kerja yang lebih aman. Perhitungan RWL mempertimbangkan beberapa faktor, yaitu:

1. Load Constant (LC) – konstanta beban dasar sebesar 23 kg
2. Horizontal Multiplier (HM) – jarak horizontal beban dari tubuh
3. Vertical Multiplier (VM) – posisi vertikal beban saat diangkat
4. Distance Multiplier (DM) – jarak perpindahan vertikal beban
5. Asymmetric Multiplier (AM) – sudut putaran tubuh saat mengangkat
6. Frequency Multiplier (FM) – frekuensi pengangkatan
7. Coupling Multiplier (CM) – kualitas pegangan terhadap beban

Rumus umum NIOSH:

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

Nilai RWL akan semakin kecil apabila kondisi kerja semakin tidak ideal (misalnya jarak beban jauh dari tubuh, frekuensi angkat tinggi, atau posisi tubuh memutar) [16]. Dengan demikian, RWL bersifat dinamis dan spesifik terhadap kondisi kerja aktual. Secara konsep, apabila berat beban aktual yang diangkat pekerja melebihi nilai RWL, maka pekerjaan tersebut berpotensi meningkatkan risiko gangguan muskuloskeletal.

Lifting Index (LI)

Lifting Index (LI) adalah rasio antara berat beban aktual yang diangkat dengan nilai RWL. *Lifting Index* digunakan untuk mengetahui tingkat risiko dari beban aktual yang diangkat.

$$LI = \frac{\text{Load}}{RWL}$$

Interpretasi nilai LI:

$LI \leq 1 \rightarrow$ Risiko rendah (aman bagi sebagian besar pekerja)

$LI > 1 \rightarrow$ Risiko meningkat

$LI \geq 3 \rightarrow$ Risiko tinggi dan berpotensi menyebabkan cedera

Semakin besar nilai LI, semakin besar pula kemungkinan terjadinya cedera punggung bawah [16]. Oleh karena itu, LI sering digunakan sebagai indikator kuantitatif untuk menentukan prioritas perbaikan sistem kerja, seperti pengurangan berat angkat, penggunaan alat bantu mekanis, atau perubahan tata letak kerja.

Job Safety Analysis (JSA)

Metode JSA (Job Safety Analysis) adalah suatu metode sistematis yang digunakan dalam manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (K3) untuk mengidentifikasi potensi bahaya pada setiap tahapan pekerjaan, kemudian menentukan langkah pengendalian yang tepat agar risiko kecelakaan dapat diminimalkan. JSA berfokus pada analisis tugas secara rinci dengan cara memecah suatu pekerjaan menjadi langkah-langkah kecil, sehingga potensi bahaya yang mungkin muncul pada setiap langkah dapat dikenali dengan lebih jelas [17].

Secara umum, metode JSA dilakukan sebelum pekerjaan dimulai, terutama pada pekerjaan yang memiliki tingkat risiko tinggi. Tujuan utamanya adalah mencegah kecelakaan kerja, cedera, penyakit akibat kerja, serta kerusakan peralatan atau

lingkungan. Dengan melakukan JSA, perusahaan dapat meningkatkan kesadaran pekerja terhadap bahaya yang mungkin terjadi dan membangun budaya kerja yang lebih aman [18].

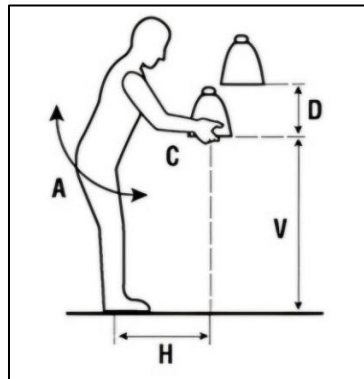
Framework Integrasi NIOSH dan JSA

Dalam penelitian ini, *metode NIOSH Lifting Equation* dan *Job Safety Analysis (JSA)* diintegrasikan melalui kerangka analisis berbasis risiko ergonomi. Parameter NIOSH digunakan untuk mengidentifikasi faktor pengangkatan beban yang memengaruhi peningkatan nilai Lifting Index (LI), seperti jarak horizontal (HM), sudut asimetri (AM), dan frekuensi pengangkatan (FM). Parameter tersebut kemudian dipetakan ke dalam JSA untuk menjelaskan bagaimana jenis potensi bahaya pada aktivitas kerja dapat memengaruhi risiko dan dampak yang ditimbulkan.

Melalui pendekatan ini, hasil NIOSH tidak hanya digunakan sebagai indikator numerik risiko, tetapi juga sebagai dasar ilmiah dalam penentuan sumber bahaya ergonomi dan prioritas pengendalian pada JSA.

Hasil Dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran pada aktivitas loading barang di gudang barang jadi PT XYZ, diperoleh data parameter pengangkatan untuk dua pekerja. Perhitungan dilakukan menggunakan Revised NIOSH Lifting Equation untuk memperoleh nilai Recommended Weight Limit (RWL) dan Lifting Index (LI). Data pengukuran yang dibutuhkan meliputi berat beban yang diangkat (L), jarak beban dari tubuh (H), jarak awal beban dari lantai (V1), jarak akhir beban dari lantai (V2), jarak perpindahan beban (D), sudut rotasi tubuh saat melakukan pengangkatan (A), kualitas genggamannya (C), dan frekuensi angkat setiap jam (F). Data pengukuran tersebut digunakan untuk mendapatkan parameter ergonomi atau faktor RWL guna mencari nilai *Recommended Weight Limit* dan *Lifting Index* dari masing-masing pekerja loading barang pada gudang barang jadi di PT. XYZ.



Gambar 2. Ilustrasi Pengangkatan Barang

Berikut adalah hasil rekapan data yang diperoleh saat melakukan observasi pada pekerjaan loading barang pada gudang barang jadi di PT. XYZ.

Tabel 2. Data Pengukuran

No	L (kg)	H (cm)	V1 (cm)	V2 (cm)	D (cm)	A (°)	FM	CM
Pekerja 1	15	36	30	60	115	40	0,50	0,95
Pekerja 2	15	54	30	60	96	45	0,50	0,95
Pekerja 3	15	40	30	60	92	42	0,50	0,95
Pekerja 4	15	34	30	60	102	35	0,50	0,95

Data pengukuran dari masing-masing pekerja memperlihatkan banyak perbedaan ketika melakukan aktivitas pekerjaan. Pekerja mengangkat beban yang sama dengan berat 15 kg, jarak beban dengan tubuh yaitu 36-54 cm, jarak beban dengan lantai 30 cm awal dan 60 cm akhir, jarak perpindahan 92-115 cm, sudut rotasi tubuh 35-45 derajat, frekuensi kerja 6 kali pengangkatan per menit selama 1 jam menghasilkan nilai FM yaitu 0,50 dan kualitas genggamannya yang menurut pekerja kurang baik dengan CM yaitu 0,95.

Perhitungan NIOSH

Pengolahan data dilakukan menggunakan perhitungan NIOSH *Lifting Equation* untuk memperoleh nilai *Recommended Weight Limit* (RWL) dan *Lifting Index* (LI).

Tabel 3. Perhitungan NIOSH

LC (<i>Load Constant</i>)	23 kg
	25
	$\frac{H}{25}$
HM (<i>Horizontal Multiplier</i>)	$\frac{25}{36} = 0,694$

VM (Vertical Multiplier)	$V1 + V2 / 2 = V$ $30 + 60 / 2 = 45$ $1 - (0,003 (V - 75))$ $1 - (0,003 (45 - 75)) = 0,91$
DM (Distance Multiplier)	$0,82 + \frac{4,5}{D}$ $0,82 + \frac{4,5}{115} = 0,859$
AM (Asymetric Multiplier)	$1 - (0,0032 \times A)$ $1 - (0,0032 \times 40) = 0,872$
FM (Frequency Multiplier)	0,50
CM (Coupling Multiplier)	0,95
RWL (Recommended Weight Limit)	$LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$ $23 \times 0,694 \times 0,91 \times 0,859 \times 0,872 \times 0,50 \times 0,95 = 5,168$

$$LI \text{ (Lifting Index)} = \frac{\frac{L}{RWL}}{\frac{15}{5,168}} = 2,902$$

Dari perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan nilai untuk direkap hasilnya sebagai berikut.

Tabel 4. Rekapitulasi Parameter Ergonomi

No	HM	VM	DM	AM	FM	CM
Pekerja 1	0,694	0,91	0,859	0,872	0,50	0,95
Pekerja 2	0,463	0,91	0,867	0,856	0,50	0,95
Pekerja 3	0,625	0,91	0,869	0,866	0,50	0,95
Pekerja 4	0,735	0,91	0,864	0,888	0,50	0,95

Tabel 5. Rekapitulasi Nilai RWL dan LI

No	RWL	LI	Kategori
Pekerja 1	5,168	2,902	1 < LI < 3
Pekerja 2	3,416	4,391	LI > 3
Pekerja 3	4,676	3,208	LI > 3
Pekerja 4	5,606	2,676	1 < LI < 3

Berdasarkan nilai RWL pada masing-masing pekerja, beban yang direkomendasikan adalah 5,168 kg; 3,416 kg; 4,676 kg; 5,606 kg. Berat beban yang diangkat keempat pekerja seberat 15 kg dan lebih besar dari RWL yang direkomendasikan, sehingga pengangkatan beban pada keempat pekerja termasuk dalam kategori yang membahayakan pekerja selama melakukan aktivitas, karena terdapat faktor pemindahan, gerakan memutar, serta jarak antara tubuh dengan beban angkat.

Pada pekerja 1 dan 4 didapatkan nilai LI sebesar 2,902 dan 2,676. Aktivitas dengan nilai LI di atas 1 tetapi kurang dari 3 memiliki tingkat risiko sedang. Pada kategori ini, beban yang diangkat melebihi batas aman (RWL), sehingga meningkatkan risiko cedera jika dilakukan dalam jangka panjang atau tanpa istirahat yang cukup [16]. Sedangkan pada pekerja 2 dan 3 didapatkan nilai LI sebesar 4,391 dan 3,208. Aktivitas dengan nilai LI lebih dari 3 menunjukkan tingkat risiko yang sangat tinggi [16]. Beban kerja pada kategori ini dianggap tidak aman dan berpotensi menyebabkan cedera muskuloskeletal serius, terutama jika dilakukan berulang kali tanpa penyesuaian.

Pengendalian Risiko Kerja Menggunakan Job Safety Analysis (JSA)

Pekerjaan loading barang secara manual dari gudang ke kendaraan distribusi memiliki berbagai potensi bahaya karena melibatkan aktivitas angkat-angkut, dorong, tarik, serta pergerakan berulang dalam area kerja yang dinamis. Berikut adalah potensi bahaya dan dampak yang dapat ditimbulkannya beserta langkah pengendalian atau solusi untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja.

Tabel 6. Jenis Potensi Bahaya dan Dampak yang Ditimbulkan

No	Jenis Potensi Bahaya	Potensi Bahaya	Dampak / Akibat	Solusi / Langkah Pengendalian
1	Bahaya ergonomic	Mengangkat beban terlalu berat	- Nyeri punggung bawah - Cedera otot dan ligamen	Pengendalian desain kerja melalui penyesuaian beban

	(Manual handling)	• Posisi membungkuk atau memutar badan saat mengangkat • Mengangkat beban dengan jarak terlalu jauh dari tubuh • Gerakan berulang dalam waktu lama • Teknik pengangkatan yang salah	• Gangguan tulang belakang • Cedera bahu dan pergelangan tangan • Kelelahan otot yang meningkatkan risiko kecelakaan lanjutan	• efektif dan pengaturan metode kerja • Pengaturan posisi awal dan akhir pengangkatan • Penataan ulang posisi kerja agar beban lebih dekat dengan tubuh • Pengaturan pola kerja dan distribusi tugas • Peningkatan kesadaran ergonomi melalui pendekatan administratif
2	Bahaya fisik	• Barang terjatuh saat diangkat • Tangan terjepit antar barang dan kendaraan • Terpeleset akibat lantai licin • Tersandung barang di area kerja • Terjatuh dari bak kendaraan	• Memar dan luka lecet • Patah tulang • Cedera kepala • Cedera kaki dan tangan • Cedera serius akibat tertimpa beban berat	• Pengendalian metode kerja dan pengaturan alur pemindahan material • Pengaturan ruang kerja dan urutan aktivitas • Pengendalian kondisi area kerja secara administratif • Penataan area kerja untuk meminimalkan hambatan • Pengaturan batas aman area kerja
3	Bahaya lingkungan kerja	• Ventilasi buruk • Suhu panas dalam gudang sekitar 31,2° C berdasarkan thermohygrometer digital • Kebisingan dari kendaraan atau alat bantu angkut	• Penurunan konsentrasi • Heat stress (stress panas) • Gangguan pendengaran (jika paparan bising tinggi)	• Pengendalian lingkungan kerja berbasis kondisi • Pengelolaan paparan lingkungan melalui pengaturan waktu kerja • Pengendalian administratif dan pemantauan lingkungan

Analisis Hasil NIOSH Lifting Equation

Hasil analisis menggunakan metode NIOSH menunjukkan bahwa seluruh aktivitas pengangkatan manual pada proses loading barang di gudang barang jadi PT XYZ memiliki nilai Lifting Index (LI) melebihi batas aman. Temuan ini mengindikasikan bahwa desain pekerjaan yang diterapkan saat ini tidak sesuai dengan prinsip ergonomi kerja, khususnya terkait kesesuaian antara tuntutan tugas dan kemampuan kerja manusia. Dalam ergonomi ilmiah, risiko tidak hanya ditentukan oleh berat beban, tetapi juga oleh bagaimana beban tersebut diangkat, dipindahkan, dan dikendalikan selama aktivitas kerja berlangsung.

Dari sudut pandang biomekanika, pengangkatan beban manual melibatkan interaksi antara gaya eksternal (berat beban dan jaraknya dari tubuh) dan gaya internal yang dihasilkan oleh otot dan struktur penopang tubuh. Pada kondisi aktual, jarak horizontal beban yang relatif jauh dari tubuh meningkatkan momen gaya terhadap tulang belakang bagian lumbal. Semakin besar jarak horizontal, semakin besar gaya yang harus dihasilkan oleh otot punggung untuk mempertahankan keseimbangan dan stabilitas postur. Peningkatan momen ini menyebabkan naiknya gaya kompresi dan geser pada diskus intervertebralis, yang dalam jangka panjang dapat meningkatkan risiko cedera punggung bawah.

Analisis ini menunjukkan bahwa pengendalian risiko ergonomi tidak cukup hanya dengan menurunkan nilai LI hingga berada di bawah batas aman. Perbaikan harus diarahkan pada pengaturan jarak jangkauan, eliminasi rotasi tubuh, pengoptimalan ketinggian kerja, serta pengelolaan frekuensi kerja untuk mencegah kelelahan kumulatif. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip ergonomi ilmiah yang menekankan penyesuaian sistem kerja terhadap kemampuan manusia, bukan sebaliknya.

Analisis Hasil Job Safety Analysis (JSA)

Berdasarkan *Job Safety Analysis* (JSA) terhadap pekerjaan loading barang secara manual dari gudang ke kendaraan distribusi, diketahui bahwa aktivitas ini memiliki tingkat risiko yang cukup signifikan, terutama pada aspek ergonomi dan keselamatan fisik pekerja. Proses pengangkatan, pemindahan, dan penyusunan barang secara manual menimbulkan berbagai potensi bahaya seperti posisi membungkuk saat mengangkat, jarak beban yang terlalu jauh dari tubuh, gerakan memutar badan, serta aktivitas berulang dalam durasi tertentu. Kondisi tersebut dapat meningkatkan tekanan biomekanik pada tulang belakang bagian lumbal sehingga berisiko menyebabkan gangguan *musculoskeletal* [19]. Menurut *National Institute for*

Occupational Safety and Health (NIOSH), semakin besar jarak horizontal beban dari tubuh serta semakin besar sudut rotasi saat pengangkatan, semakin tinggi gaya kompresi pada tulang belakang dan risiko cedera punggung bawah. Selain bahaya ergonomi, ditemukan pula potensi bahaya fisik seperti barang terjatuh, tangan terjepit saat penyusunan, terpeleset akibat lantai licin, serta risiko jatuh dari bak kendaraan [20]. Bahaya mekanis juga dapat terjadi apabila kendaraan tidak diamankan dengan baik, misalnya tidak menggunakan ganjal roda atau rem tangan, yang dapat menyebabkan kendaraan bergerak tiba-tiba dan mencederai pekerja.

Dampak yang ditimbulkan dari potensi bahaya tersebut meliputi nyeri punggung bawah (*low back pain*), cedera otot dan ligamen, luka memar, patah tulang, hingga cedera serius akibat tertabrak kendaraan atau tertimpa barang. Cedera muskuloskeletal merupakan dampak yang paling dominan pada pekerjaan manual handling dan sering kali bersifat kronis apabila terjadi secara berulang. *International Labour Organization* (ILO) menyatakan bahwa gangguan muskuloskeletal merupakan salah satu penyebab utama penurunan produktivitas dan absensi kerja di sektor industri dan perdagangan. Selain berdampak pada kesehatan pekerja, kecelakaan saat proses loading juga dapat menimbulkan kerugian material, kerusakan barang, keterlambatan distribusi, serta peningkatan biaya operasional perusahaan [21].

Sebagai upaya pengendalian, tindakan yang telah dirumuskan dalam SOP mengacu pada prinsip hierarki pengendalian risiko sebagaimana direkomendasikan oleh *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA). Pengendalian teknik dilakukan dengan memastikan kendaraan dalam kondisi mati dan menggunakan ganjal roda, menjaga area kerja tetap bersih dan tidak licin, serta memanfaatkan alat bantu angkut seperti troli atau conveyort untuk mengurangi beban manual [22]. Pengendalian administratif dilakukan melalui penyusunan SOP, pelatihan teknik angkat yang benar, pembatasan berat beban, sistem kerja bergantian untuk mencegah kelelahan, serta briefing sebelum pekerjaan dimulai. Penggunaan alat pelindung diri seperti sepatu safety dan sarung tangan juga diterapkan sebagai lapisan perlindungan terakhir apabila terjadi insiden [23]. Dengan penerapan pengendalian secara konsisten dan pengawasan yang berkelanjutan, risiko kecelakaan dan cedera kerja pada aktivitas loading manual dapat ditekan secara signifikan [24] [25]. Oleh karena itu, implementasi JSA yang komprehensif tidak hanya berperan dalam melindungi pekerja, tetapi juga mendukung keberlanjutan operasional dan peningkatan produktivitas perusahaan.

Rekomendasi Perbaikan Postur Kerja

Berikut adalah rekomendasi perbaikan postur atau posisi saat melakukan pekerjaan loading barang secara manual untuk menurunkan risiko cedera.

1. Pengaturan jarak horizontal: Atur posisi awal pengangkatan agar beban lebih dekat dengan tubuh pekerja, idealnya dalam jarak horizontal kurang dari 30 cm. Susun ulang tata letak area kerja agar meminimalkan jarak horizontal antara pekerja dan beban yang diangkat.
2. Optimalisasi Jarak Vertikal: Posisi awal dan akhir pengangkatan sebaiknya berada di ketinggian 75 cm (sejajar pinggang) untuk mengurangi beban pada punggung bawah.
3. Pengurangan Jarak Perpindahan: Kurangi ketinggian angkat dengan mengatur posisi awal dan akhir pengangkatan sedekat mungkin. Jarak antara beban dan tujuan mudah untuk digapai tubuh.
4. Pengurangan Sudut Asimetri: Pastikan pekerja menghadap langsung ke beban saat mengangkat untuk mengurangi rotasi tubuh. Posisi tempat beban awal dan akhir harus sejajar sehingga pekerja tidak perlu memutar tubuh. Dengan menggunakan seluruh tubuh saat pengangkatan, diharapkan pekerja sebisa mungkin melakukan manual lifting dengan sudut rotasi tubuh sebesar 0°.
5. Pengelolaan Frekuensi Kerja: Atur frekuensi kerja agar sesuai dengan kapasitas fisik pekerja, misalnya mengurangi pengangkatan menjadi 2 kali/menit. Jadwalkan waktu istirahat yang cukup untuk mengurangi kelelahan kumulatif, terutama pada pekerjaan dengan durasi panjang. Pekerja mengangkat beban berat secara terus-menerus dengan menerapkan rotasi tugas ke pekerjaan lain.

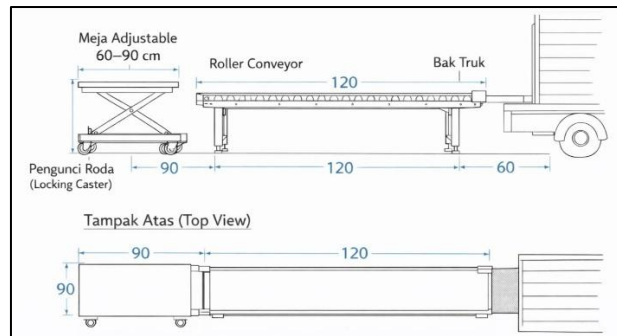
Tabel 7. Data Usulan Perbaikan Postur Kerja

L (kg)	H (cm)	V1 (cm)	V2 (cm)	D (cm)	A (°)	FM	CM
15	25	75	75	25	0	0,84	0,95

Tabel 8. Perhitungan Usulan Perbaikan Postur Kerja

LC (<i>Load Constant</i>)	23 kg
HM (<i>Horizontal Multiplier</i>)	$\frac{25}{25} = 1$
VM (<i>Vertical Multiplier</i>)	$V1 + V2 / 2 = V$ $75 + 75 / 2 = 75$ $1 - (0,003 (V - 75))$ $1 - (0,003 (75 - 75)) = 1$
DM (<i>Distance Multiplier</i>)	$0,82 + \frac{4,5}{25}$ $0,82 + \frac{4,5}{25} = 1$

AM (Asymetric Multiplier)	$1 - (0,0032 \times A)$ $1 - (0,0032 \times 0) = 0,872$
FM (Frequency Multiplier)	0,84
CM (Coupling Multiplier)	0,95
RWL (Recommended Weight Limit)	$LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$ $23 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,84 \times 0,95 = 18,354$
LI (Lifting Index)	$\frac{\frac{L}{RWL}}{\frac{15}{18,354}} = 0,817$



Gambar 3. Desain Alat Bantu Untuk Mendukung Postur Kerja Ergonomis

Berdasarkan perhitungan dari usulan perbaikan yang didapat, diperoleh nilai RWL sebesar 18,354 kg dengan beban yang diangkat sebesar 15 kg lebih kecil dari nilai RWL yang direkomendasikan, sehingga termasuk dalam kategori aman dan tidak menimbulkan risiko cedera. Nilai LI yang dihasilkan sebesar 0,817 artinya $LI < 1$ dianggap berada dalam batas toleransi yang direkomendasikan atau aman bagi pekerja. Untuk mendukung postur kerja yang ideal, dibuatkanlah desain alat bantu berupa *adjustable table* dan *conveyor stand* yang digunakan pekerja untuk menyesuaikan jarak angkat yang nyaman bagi pekerja. Pekerja juga tidak perlu lagi memutar tubuh ketika mengangkat beban. Usulan perbaikan tersebut diharapkan dapat meminimalisir adanya risiko keluhan dari pekerjaan loading barang.

Evaluasi Usulan Perbaikan

Dalam konteks pengendalian risiko, perbaikan yang lebih realistis dan dapat segera dipertimbangkan adalah penyesuaian metode kerja, pengaturan posisi awal dan akhir pengangkatan, serta pengelolaan frekuensi kerja. Usulan alat bantu ergonomis berfungsi sebagai referensi konseptual untuk pengembangan perbaikan jika memang diperlukan, sehingga hasil penelitian ini dapat tetap relevan meskipun belum diikuti dengan implementasi fisik di lapangan.

Secara keseluruhan, penempatan alat bantu ergonomis sebagai usulan konseptual memperkuat posisi ilmiah penelitian ini, karena menegaskan bahwa hasil analisis digunakan untuk memahami dan memprediksi dampak perubahan desain kerja terhadap risiko ergonomi. Keberhasilan usulan perbaikan sangat bergantung pada dukungan pengawasan, pelatihan, serta komitmen manajemen dalam menjaga konsistensi penerapan prinsip ergonomi.

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode NIOSH *Lifting Equation* dan *Job Safety Analysis (JSA)*, dapat disimpulkan bahwa aktivitas loading barang secara manual di gudang barang jadi PT XYZ memiliki tingkat risiko yang signifikan terhadap gangguan musculoskeletal disorders (MSDs). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai Lifting Index (LI) pada kondisi aktual melebihi batas aman ($LI > 1$), bahkan ada yang mencapai kategori risiko tinggi ($LI > 3$), yang mengindikasikan bahwa beban kerja yang dilakukan berpotensi menyebabkan cedera punggung bawah dan gangguan sistem muskuloskeletal apabila dilakukan secara berulang dalam jangka panjang. Faktor utama yang memengaruhi tingginya risiko tersebut adalah jarak horizontal beban yang terlalu jauh dari tubuh, sudut rotasi saat pengangkatan, frekuensi angkat yang tinggi, serta postur kerja yang tidak ergonomis.

Hasil analisis JSA turut mengidentifikasi berbagai potensi bahaya lainnya, baik dari aspek ergonomi, fisik, maupun lingkungan kerja, seperti risiko terpeleset, tertimpa barang, serta kelelahan akibat paparan kerja berulang. Kondisi ini menunjukkan bahwa pekerjaan loading manual memerlukan pengendalian yang komprehensif agar tidak berdampak pada kesehatan pekerja maupun produktivitas perusahaan.

Berdasarkan rekomendasi perbaikan yang diusulkan, didapatkan bahwa penerapan perbaikan postur kerja ergonomis, pengaturan jarak dan posisi pengangkatan, pengendalian frekuensi kerja, serta penggunaan alat bantu dan SOP yang terstruktur

tidak hanya efektif dalam menurunkan risiko cedera muskuloskeletal, tetapi juga berpotensi menjaga bahkan meningkatkan produktivitas kerja. Hal ini ditunjukkan oleh hasil perhitungan usulan perbaikan dengan dukungan desain alat bantu ergonomis yang menghasilkan nilai Lifting Index (LI) < 1, menandakan aktivitas kerja berada pada batas aman sehingga mengurangi kelelahan, nyeri, dan risiko cedera pada pekerja. Dengan kondisi fisik pekerja yang lebih baik, konsentrasi dan kontinuitas kerja dapat terjaga dan proses loading menjadi lebih stabil dan efisien. Oleh karena itu, rekomendasi perbaikan yang diterapkan dapat mendukung keberlangsungan kinerja operasional gudang secara aman, efektif, dan berkelanjutan.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, antara lain jumlah sampel yang terbatas dan tidak adanya pengukuran langsung gaya biomekanik atau kelelahan otot secara fisiologis. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan sampel yang lebih besar serta mengombinasikan metode ergonomi dengan pengukuran biomekanika atau kelelahan otot secara objektif.

Daftar Pustaka

- [1] F. J. Afolabi, P. De Beer, and J. A. Haafkens, "Physical work conditions and perceived health problems among informal automobile artisans," *Work*, vol. 70, no. 2, pp. 455–466, 2021, doi: 10.3233/WOR-213584.
- [2] H. Setiawan, S. Susanto, M. Rinamurti, A. Alfian, Y. D. Pratama, and D. Budiarto, "Mapping Potential Musculoskeletal Disorders (MSDs) Based on Ergo-MMH in Manual Material Handling of TBS Loading-Unloading Workers," *Jurnal Improsci*, vol. 3, no. 1, pp. 1–14, Aug. 2025, doi: 10.62885/improsci.v3i1.855.
- [3] C. Yunika Safithry, K. Nisya, N. Fadhillah, R. Shakila, R. Alya Harahap, and W. Hasanah Fakultas Kesehatan, "The Influence of Work Activities and Lifting Loads on Complaints of Musculoskeletal Disorders (MSDs)," 2023.
- [4] H. Kamijantono, M. M. Sebayang, and A. Lesmana, "Risk Factors and Ergonomic Influence on Musculoskeletal Disorders in the Work Environment," *Journal La Medihealtico*, vol. 5, no. 3, pp. 660–670, Aug. 2024, doi: 10.37899/journallamedihealtico.v5i3.1413.
- [5] K. H. D. Tang, "The Prevalence, Causes and Prevention of Occupational Musculoskeletal Disorders," *Global Academic Journal of Medical Sciences*, vol. 4, no. 2, pp. 56–68, Mar. 2022, doi: 10.36348/gajms.2022.v04i02.004.
- [6] L. Salawati and I. Abbas, "The application of ergonomics to improve work productivity," *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala*, vol. 23, no. 2, pp. 336–344, Oct. 2023, doi: 10.24815/jks.v23i2.33566.
- [7] V. C. Erazo-Chamorro, R. P. Arciniega-Rocha, N. Rudolf, B. Tibor, and S. Gyula, "Safety Workplace: The Prevention of Industrial Security Risk Factors," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 12, no. 21, Nov. 2022, doi: 10.3390/app122110726.
- [8] M. I. Permana and D. Widyaningrum, "Optimizing Workplace Safety: A Comprehensive Analysis Of Accident Risks Through FMEA And RCA Methods," vol. 21, no. 1, pp. 158–167, 2023.
- [9] D. Lesmana, "Analisis Beban Kerja menggunakan Metode Recommended Weight Limit dan Lifting Index," *J. Teknol.*, pp. 21–26, Jun. 2022, doi: 10.35134/jitekin.v12i1.66.
- [10] N. Fahmi and D. Andesta, "Risk Analysis of Musculoskeletal Disorders Using RWL And LI Methods," vol. 20, no. 2, pp. 705–712, 2023.
- [11] I. Artikel, "Analisis Postur Kerja Sebagai Dasar Usulan Fasilitas Kerja Untuk Mengurangi MSDs Pada Aktivitas Produksi dan Material Handling informasi abstrak," *Journal of Systems Engineering and Management*, vol. 02, no. 01, pp. 115–121, 2023, doi: 10.36055/joseam.vxix.19417.
- [12] F. Ghasemi, A. Doosti-Irani, and H. Aghaei, "Applications, Shortcomings, and New Advances of Job Safety Analysis (JSA): Findings from a Systematic Review," Jun. 01, 2023, *Elsevier B.V.* doi: 10.1016/j.shaw.2023.03.006.
- [13] R. Sartika Tinambunan and F. A. Safrin, "Implementasi Metode Job Safety Analysis Sebagai Upaya Pencegahan Kecelakaan Kerja Pada Karyawan (Studi pada PKS Rantau Kasai PT. Tor Ganda Kandır Medan)," *Bisnis dan Keuangan Transekonomika | Volume*, vol. 3, no. 3, 2023, [Online]. Available: <https://transpublika.co.id/ojs/index.php/Transekonomika>
- [14] W. I. Bempa, T. Septian Maksum, J. kesehatan Masyarakat, and F. Olahraga dan Kesehatan, "The Relationship of Worker Characteristic Factors and Work Risks of Manual Material Handling Using NIOSH Lifting Equation with Upper Back Pain Complaints," *Journal Health & Science: Gorontalo Journal Health and Science Community*, 2024, [Online]. Available: <https://ejurnal.ung.ac.id/index.php/gojhes/index>
- [15] A. Pradita, "Talenta Conference Series: Energy and Engineering Analisis dan Perbaikan Manual Material Handling Mengangkat Beban Galon dengan Metode Recommended Weight Limit dan Lifting Index (NIOSH) di Depot Sri Water," 2024, doi: 10.32734/ee.v7i1.2313.

- [16] D. Andianingsari, A. Rahman, and B. N. Kuncoro, "Pengukuran Ergonomi Metode Recommended Weight Limit (RWL) Lifting Index (LI) di PT X," 2022. [Online]. Available: <http://jurnal.bsi.ac.id/index.php/imtechno>
- [17] M. Rafiul Ikram, R. Septiari, T. Priyasmanu, and P. Studi Teknik Industri S-, "Metode Job Safety Analysis Sebagai Upaya Mengendalikan / Meminimalisir Risiko Kecelakaan dan Kesehatan Kerja (Studi Kasus Home Industry Tahu Bu Sumini)," *Jurnal Mahasiswa Teknik Industri*, vol. 7, no. 1, 2024.
- [18] E. M. Satrio and K. Wibowo, "Penerapan Job Safety Analysis (JSA) Dalam Menganalisa Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proyek Pembangunan," Online, 2023.
- [19] H. Chandra, "Manual material handling analysis using biomechanics at repair department workers," *JENIUS: Jurnal Terapan Teknik Industri*, vol. 4, no. 1, pp. 108–115, May 2023, doi: 10.37373/jenius.v4i1.498.
- [20] H. B. Sugiarto and S. Perdana, "Perbaikan Postur dan Fasilitas Kerja Menggunakan Metode Biomekanika dan Niosh Pada PT XYZ," *Tekinfo: Jurnal Ilmiah Teknik Industri dan Informasi*, vol. 13, no. 1, pp. 14–23, Aug. 2024, doi: 10.31001/tekinfo.v13i1.2166.
- [21] S. Scataglini, L. Denteneer, N. Struyf, and S. Truijen, "Ergonomical assessment using wearable motion capture system in dockworkers during lashing," in *BodySys 2023 - Proceedings of the 2023 8th Workshop on Body-Centric Computing Systems*, Association for Computing Machinery, Inc, Jun. 2023, pp. 25–30. doi: 10.1145/3597061.3597258.
- [22] A. F. Usman, S. Asmarita, A. Murtafiah, A. Ningrat, and Sudarman, "Vehicle Loading and Unloading Activities at MV Aishakamilah, Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control," *Indonesian Journal of Maritime Technology*, vol. 2, no. 2, Dec. 2024, doi: 10.35718/ismatech.v2i2.1267.
- [23] A. Waman Bankar and B. Ratnakar Mahajan, "Ergonomic Evaluation and Risk Management of Manual Material Handling Activities," *IT in Industry*, vol. 9, no. 2, pp. 13–17, 2021.
- [24] M. N. Ikhsan *et al.*, "Identifikasi dan Pengendalian Risiko pada Pekerjaan Lifting Manual Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC)," 2025.
- [25] D. N. Fraitag, M. Popescu-Stelea, R. I. Moraru, and G. B. Băbuț, "Prevention activities in ship loading and unloading operations," *MATEC Web of Conferences*, vol. 354, p. 00003, 2022, doi: 10.1051/mateconf/202235400003.