

Analisis Risiko Beban Kerja dengan Metode NIOSH *Lifting Equation* dan *Rapid Entire Body Assessment* pada Aktivitas *Dumping* Aditif di PT X

Dani Hermawan¹⁾, Agustina Christiani^{1*)}.

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia

ABSTRACT

Additive dumping activities at PT X are characterized by manual, repetitive lifting of sacks and frequent bending postures, which may increase the risk of developing Musculoskeletal Disorders (MSDs). Based on the results of the Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaire (CMDQ), the predominant area of reported discomfort was the lower back. This study aimed to evaluate workload risks using the NIOSH Lifting Equation and the Rapid Entire Body Assessment. The initial assessment indicated a high-risk lifting task, with a Composite Lifting Index of 1.1307, exceeding the recommended threshold of 1.00, and a REBA score of 10, signifying a high level of risk. An ergonomic intervention involving the implementation of a Manual Hydraulic Stacker Forklift was proposed to elevate the initial load to waist height, thereby improving worker posture. Simulation results of the proposed intervention demonstrated a reduction in the lifting index to 0.88 and a substantial decrease in the REBA score to 3, corresponding to a low-risk category. These findings underscore the effectiveness of material handling equipment in mitigating musculoskeletal risk factors.

ARTICLE INFO

Keywords: Additive Dumping; CMDQ; Musculoskeletal disorders (MSDs); NIOSH Lifting Equation; Rapid Entire Body Assessment (REBA)

***Corresponding author:**
agustina.christiani@uph.edu

Article history:

Submitted 6 Feb 2026
Revised 19 Apr 2026
Accepted 27 Apr 2026
Online Available 7 May 2026
Published 20 May 2026



1. Pendahuluan

Kesehatan kerja merupakan pilar utama dalam menjaga produktivitas dan kesejahteraan karyawan melalui pendekatan preventif yang menyelaraskan kemampuan fisik pekerja dengan lingkungan kerjanya. Salah satu instrumen krusial dalam mencapai hal ini adalah penerapan ergonomi, yaitu studi interaksi manusia dengan sistem kerjanya untuk mencegah gangguan kesehatan [1]. Di industri manufaktur petrokimia, seperti PT X yang merupakan produsen bijih plastik terbesar di Indonesia, aspek ergonomi menjadi sangat vital mengingat adanya proses manual dan berulang yang menuntut kinerja fisik, salah satunya adalah aktivitas *dumping* aditif, yaitu proses pencampuran bahan tambahan ke dalam resin yang melibatkan pengangkatan manual (*manual handling*) karung aditif ke dalam *dump station* secara berulang dan posisi membungkuk dalam durasi waktu tertentu.

Kondisi di lapangan menunjukkan bahwa aktivitas *dumping* aditif pada produk HF 10 TQ dilakukan secara rutin setiap 8 jam dengan durasi sekitar 30 menit per sesi yang dilakukan oleh 3 orang operator dengan 2 operator sebagai *dumper* dan 1 operator bertugas membersihkan sampah kemasan aditif. Beban kerja fisik yang repetitif dengan posisi membungkuk ini menimbulkan keluhan subjektif berupa nyeri pinggang dan punggung di kalangan operator, yang merupakan indikasi awal dari *Musculoskeletal Disorders* (MSDs). Berdasarkan data International Labour Organization (ILO), cedera punggung akibat pengangkatan material yang tidak ergonomis merupakan penyebab utama kecelakaan kerja di sektor industri [2]. Namun, di PT X sendiri, risiko ergonomi pada aktivitas spesifik ini belum terukur secara ilmiah, sehingga menciptakan ancaman laten yang dapat berdampak pada kesehatan jangka panjang pekerja jika tidak segera ditangani.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan dengan mengidentifikasi risiko MSDs menggunakan *Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaire* (CMDQ) untuk mendapatkan wawasan subjektif dari pekerja mengenai bagian tubuh yang mengalami sakit atau nyeri [3] serta mengintegrasikan dua metode evaluasi ergonomi yang diakui secara internasional, yaitu NIOSH *Lifting Equation* dan *Rapid Entire Body Assessment* (REBA). Melalui NIOSH *Lifting Equation*, dilakukan perhitungan *Recommended Weight Limit* (RWL) dan *Lifting Index* (LI) untuk menentukan ambang batas beban yang aman, sementara metode REBA digunakan untuk menganalisis risiko postur tubuh operator

secara keseluruhan selama bekerja. Metode ini telah diakui secara internasional sebagai standar untuk menilai risiko cedera punggung akibat pengangkatan manual, dengan mempertimbangkan faktor seperti jarak angkat, frekuensi, dan postur tubuh [4-6]. Dengan menggabungkan hasil CMDQ, pendekatan NIOSH dan REBA, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko beban kerja pada aktivitas *dumping* aditif secara menyeluruh serta merancang solusi ergonomis yang tepat guna mengurangi potensi cedera dan meningkatkan keselamatan pekerja.

Penelitian terdahulu mengenai risiko ergonomi pada aktivitas manual material handling umumnya berfokus pada dua pendekatan utama, yaitu analisis batas aman pengangkatan menggunakan *NIOSH Lifting Equation* dan analisis postur kerja menggunakan REBA. Beberapa penelitian terdahulu [7-13] menekankan identifikasi risiko pengangkatan manual menggunakan parameter RWL dan LI, namun belum mengintegrasikan analisis postur tubuh secara menyeluruh. Sebaliknya, Hamdy dan Zalisman (2018) serta Faudy dan Sukanta (2022) menunjukkan efektivitas REBA dalam mengidentifikasi postur berisiko dan mengevaluasi usulan perbaikan, tetapi belum menggabungkannya dengan analisis kuantitatif batas aman beban angkat [14, 15]. Oleh karena itu, masih terdapat celah penelitian pada kajian ergonomi yang mengintegrasikan keluhan subjektif pekerja, analisis risiko pengangkatan dengan tugas bervariasi (*multi-task*), dan analisis postur kerja secara simultan pada aktivitas *dumping* aditif di industri petrokimia. Penelitian ini mengisi celah tersebut melalui penggunaan CMDQ, NIOSH Lifting Equation dengan *Composite Lifting Index*, serta REBA, kemudian memvalidasi usulan intervensi melalui simulasi. Dengan demikian, kebaruan penelitian ini terletak pada pendekatan evaluasi ergonomi yang terintegrasi, berbasis aktivitas multi-variasi, dan disertai simulasi perbaikan yang terukur.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian mengacu pada pendekatan sistematis berupa tahapan yang dilakukan dalam melakukan penelitian, dengan tahapan sebagai berikut:

1. Penelitian Pendahuluan
Penelitian pendahuluan dilakukan dengan cara observasi langsung pada aktivitas *dumping* aditif dan wawancara langsung dengan operator mengenai tantangan dan kendala dalam melakukan aktivitas tersebut.
2. Perumusan Masalah
Permasalahan utamanya adalah posisi operator yang membungkuk saat melakukan aktivitas *dumping* aditif sehingga tidak aman bagi pekerja. Operator sering mengeluh sakit pinggang dan punggung yang berbahaya dari sisi kesehatan jangka panjang serta dapat menyebabkan cedera muskuloskeletal.
3. Penentuan Tujuan Penelitian
Tujuan penelitian ini adalah menganalisis risiko beban kerja pada aktivitas *dumping* aditif secara terukur dan memberikan rekomendasi untuk mengurangi potensi cedera sehingga dapat meningkatkan kenyamanan operator.
4. Studi Literatur.
Pada langkah ini akan dilakukan studi literatur dengan mencari dan mempelajari teori-teori yang sesuai dengan topik penelitian mengenai beban kerja pada aktivitas manual handling sebagai informasi pendukung atau dasar dalam penelitian ini.
5. Pengumpulan Data
Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung, wawancara operator, penyebaran kuesioner CMDQ, serta pengukuran data variabel untuk perhitungan *lifting index* dan analisis REBA. Data yang diperlukan mencakup data berat dan ukuran karung aditif, jarak horizontal dan vertikal pengangkatan, sudut putar, frekuensi dan durasi pengangkatan serta foto postur pekerja saat melakukan pengangkatan.
6. Pengolahan Data
Tahap ini meliputi pengolahan data kuesioner CMDQ untuk menentukan tingkat ketidaknyamanan operator, perhitungan *Recommended Weight Limit (RWL)* dan *Composite Lifting Index (CLI)*, serta analisis postur kerja menggunakan metode REBA berdasarkan foto postur pekerja.
7. Analisis dan Pembahasan
Pada tahap ini dicari solusi serta usulan perbaikan berdasarkan hasil perhitungan CLI dan skor REBA. Analisis berfokus pada identifikasi faktor dominan penyebab risiko tinggi, pengajuan

usulan perbaikan yang efektif, serta perbandingan nilai *lifting index* dan skor REBA sebelum dan sesudah perbaikan.

8. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dibuat untuk menjawab tujuan utama penelitian, yaitu mengevaluasi risiko beban kerja pada aktivitas *dumping* aditif. Dalam tahap ini juga dituliskan keterbatasan penelitian serta saran yang mencakup rekomendasi terhadap perusahaan serta usulan untuk penelitian di masa mendatang agar menghasilkan solusi yang lebih komprehensif.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaire (CMDQ)

Pada tahap awal dilakukan survei dengan menggunakan CMDQ terhadap 8 operator *dumping* aditif produk HF 10 TQ. Berdasarkan hasil pengolahan CMDQ diketahui bahwa punggung bawah merupakan bagian tubuh yang paling dominan mengalami keluhan dengan skor total 220 dan persentase sebesar 62,86%. Keluhan lain yang juga muncul meliputi punggung atas sebesar 11,43%, bahu kanan dan kiri masing-masing 8,57%, serta pinggul/pantat 5,71%. Temuan ini mengindikasikan bahwa aktivitas pengangkatan aditif secara manual sangat berisiko menyebabkan gangguan *musculoskeletal*, dengan fokus risiko utama pada area punggung bawah.

3.2 Perhitungan Composite Lifting Index (CLI)

Berikutnya dilakukan pengumpulan data meliputi ukuran spesifik beberapa elemen yang berhubungan dengan aktivitas *dumping* aditif, meliputi ketinggian meja *dump station* yaitu 80 cm sebagai *vertical destination*, dimensi panjang, lebar, tinggi dari masing-masing karung aditif, pengukuran ketinggian masing-masing tumpukan aditif sebagai *vertical origin*. Terdapat total 72 karung yang terbagi ke dalam empat tumpukan aditif seperti dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1 Tumpukan karung aditif untuk Produk HF 10 TQ

Pengumpulan data selanjutnya dilakukan dengan mengukur dimensi horizontal dan vertikal pengangkatan, sudut putar tubuh, kategori *coupling* untuk menilai kualitas pegangan, serta frekuensi dan durasi pengangkatan. Hasil pengukuran untuk pengangkatan 72 karung aditif dikelompokkan menjadi 11 variasi tugas berdasarkan perbedaan ketinggian vertikal origin dengan rentang 25-105 cm, seperti dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Data pengukuran variabel untuk perhitungan CLI

Task No.	Object Weight (kg)		Hand Location (cm)				Vertical Distance	Asymmetric		Frequency Rate	Duration (hrs)	Object Coupling	Jumlah karung	Waktu per tak
			Origin		Destination			Origin	Dest.					
	L(avg)	L(max)	H	V	H	V	D	A	A	F	C			
1	7,56	12,5	45	25	45	90	65	50°	40°	0,15	<1	Fair	4	1,44
2	7,56	12,5	45	30	45	95	65	50°	40°	0,46	<1	Fair	12	4,33
3	7,56	12,5	45	35	45	90	55	50°	40°	0,15	<1	Fair	4	1,44
4	7,56	12,5	45	40	45	90	50	50°	40°	0,04	<1	Fair	1	0,36
5	7,56	12,5	45	45	45	95	50	50°	40°	0,42	<1	Fair	11	3,97
6	7,56	12,5	45	45	45	90	45	50°	40°	0,15	<1	Fair	4	1,44
7	7,56	12,5	45	55	45	90	35	50°	40°	0,19	<1	Fair	5	1,81
8	7,56	12,5	45	60	45	95	35	50°	40°	0,31	<1	Fair	8	2,89
9	7,56	12,5	45	75	45	95	20	50°	40°	0,31	<1	Fair	8	2,89
10	7,56	12,5	45	90	45	95	5	50°	40°	0,31	<1	Fair	8	2,89
11	7,56	12,5	45	105	45	95	10	50°	40°	0,27	<1	Fair	7	2,53
											2,77		72	26,00

Berdasarkan data pada **Tabel 1**, dilakukan perhitungan *multipliers* dan CLI untuk menilai risiko kumulatif dari seluruh tugas pengangkatan manual menggunakan NIOSH *equation* untuk *multi-task lifting job* seperti dapat dilihat pada **Tabel 2** dan **Tabel 3**.

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

Task No.	LC	HM	VM	DM	AM	CM	FIRWL	FM	STRWL	FILI= L/FIRWL	STLI= L/STRWL	NewTask No.	F Cum	FM _i
1	23	0,56	0,85	0,89	0,84	0,95	7,71	1,00	7,71	16,219	0,9812	2	0,62	0,9631
2	23	0,56	0,87	0,89	0,84	0,95	7,84	0,97	7,64	15,938	0,9901	1	0,46	0,9738
3	23	0,56	0,88	0,90	0,84	0,95	8,09	1,00	8,09	15,447	0,9346	3	0,77	0,9538
4	23	0,56	0,90	0,91	0,84	0,95	8,30	1,00	8,30	15,052	0,9106	5	1,23	0,9331
5	23	0,56	0,91	0,91	0,84	0,95	8,44	0,98	8,26	14,804	0,9161	4	1,19	0,9342
6	23	0,56	0,91	0,92	0,84	0,95	8,54	1,00	8,54	14,643	0,8859	6	1,39	0,9285
7	23	0,56	0,94	0,95	0,84	0,95	9,09	1,00	9,09	13,748	0,8318	7	1,58	0,9227
8	23	0,56	0,96	0,95	0,84	0,95	9,24	0,99	9,14	13,533	0,8276	8	1,89	0,9134
9	23	0,56	1,00	1,00	0,84	1,00	10,73	0,99	10,62	11,646	0,7123	11	2,77	0,8869
10	23	0,56	0,96	1,00	0,84	1,00	10,25	0,99	10,14	12,195	0,7458	10	2,46	0,8961
11	23	0,56	0,91	1,00	0,84	1,00	9,77	0,99	9,70	12,798	0,7797	9	2,15	0,9054

Tabel 3 Perhitungan CLI

Rumus	Hasil
STLI ₁	0,9901
FILI ₂ x (1/FM _{1,2} - 1/FM ₁) = DLI ₂	0,0186
FILI ₃ x (1/FM _{1,2,3} - 1/FM _{1,2}) = DLI ₃	0,0155
FILI ₄ x (1/FM _{1,2,3,4} - 1/FM _{1,2,3}) = DLI ₄	0,0326
FILI ₅ x (1/FM _{1,2,3,4,5} - 1/FM _{1,2,3,4}) = DLI ₅	0,0020
FILI ₆ x (1/FM _{1,2,3,4,5,6} - 1/FM _{1,2,3,4,5}) = DLI ₆	0,0078
FILI ₇ x (1/FM _{1,2,3,4,5,6,7} - 1/FM _{1,2,3,4,5,6}) = DLI ₇	0,0093
FILI ₈ x (1/FM _{1,2,3,4,5,6,7,8} - 1/FM _{1,2,3,4,5,6,7}) = DLI ₈	0,0148
FILI ₉ x (1/FM _{1,2,3,4,5,6,7,8,9} - 1/FM _{1,2,3,4,5,6,7,8}) = DLI ₉	0,0125
FILI ₁₀ x (1/FM _{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10} - 1/FM _{1,2,3,4,5,6,7,8,9}) = DLI ₁₀	0,0139
FILI ₁₁ x (1/FM _{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11} - 1/FM _{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10}) = DLI ₁₁	0,0135
CLI	1,1307

Hasil akhir CLI pada **Tabel 3** adalah 1,1307. Nilai CLI > 1,00 menunjukkan bahwa beban kerja pengangkatan aditif secara keseluruhan melebihi batas yang disarankan oleh NIOSH dan berpotensi menimbulkan risiko cedera bagi pekerja dan memerlukan intervensi ergonomi untuk mengurangi risiko cedera tersebut.

3.3 Pengolahan Data Metode REBA

Berdasarkan hasil observasi terhadap aktivitas *dumping* aditif, pengangkatan tumpukan paling bawah teridentifikasi sebagai postur paling ekstrem dengan risiko cedera tertinggi. Oleh karena itu, postur tersebut dipilih sebagai sampel untuk dianalisis lebih lanjut menggunakan metode REBA guna

menentukan tingkat urgensi intervensi. Pengukuran sudut untuk analisis REBA dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Pengukuran sudut postur kerja pengangkatan karung aditif

Berdasarkan hasil pengukuran sudut pada Gambar 2, maka dilakukan penilaian skor postur kerja seperti dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3 Worksheet REBA postur dumping aditif kondisi awal

Berdasarkan REBA worksheet pada gambar 3 dapat disimpulkan bahwa postur kerja aktivitas *dumping* aditif tersebut memiliki risiko tinggi terhadap kesehatan *musculoskeletal*, dengan skor akhir REBA=10. Skor ini mengindikasikan bahwa perubahan perlu segera diimplementasikan untuk mencegah cedera serius.

3.4 Usulan Perbaikan

Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan kedua metode ergonomi tersebut, ditemukan bahwa aktivitas *dumping* aditif saat ini berada pada kategori risiko tinggi dan perlu segera dilakukan intervensi. Perbaikan dilakukan dengan mengevaluasi nilai *multiplier* paling kecil pada perhitungan RWL yang menyebabkan LI tinggi, Mengingat jarak horizontal tangan saat pengangkatan karung tidak dapat dikurangi karena pengangkatan dilakukan oleh 2 orang operator, maka perbaikan difokuskan pada jarak vertikal yaitu dengan menyamakan ketinggian antara posisi *origin* dan *destination*. Salah satu solusi praktis untuk menjaga tumpukan aditif pada ketinggian konstan adalah dengan penggunaan alat bantu *Manual Hydraulic Stacker Forklift* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Manual Hydraulic Stacker Forklift

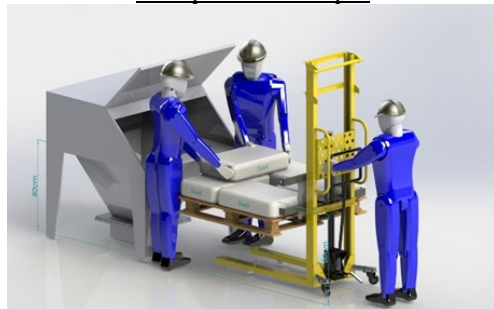
Gambar 5 menunjukkan simulasi penggunaan Manual Hydraulic Stacker Forklift yang memungkinkan pengaturan ketinggian tumpukan aditif secara dinamis agar selalu sejajar dengan meja *dump station* di ketinggian 80 cm pada berbagai tumpukan karung. Rekayasa teknik ini secara efektif mengeliminasi aktivitas membungkuk dan pengangkatan beban dari posisi rendah, sehingga operator dapat mempertahankan postur tubuh tegap sempurna selama proses dumping berlangsung sehingga stasiun kerjanya menjadi *proper work design*.



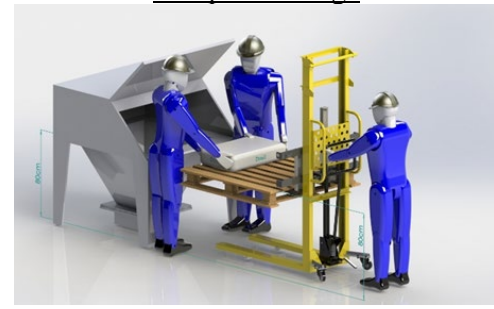
Tumpukan keempat



Tumpukan ketiga



Tumpukan kedua



Tumpukan pertama

Gambar 5 Simulasi pengangkatan dumping aditif pada berbagai ketinggian tumpukan

3.5 Analisis *lifting index* setelah perbaikan

Setelah dilakukan simulasi maka *vertical origin* untuk setiap tumpukan berada pada ketinggian yang sama dengan *vertical destination* yaitu ketinggian *dump station*. Hal ini berarti sudah tidak ada variasi tugas, sehingga untuk perhitungan *Recommended Weight Limit* (RWL) dan *Lifting Index* (LI) digunakan perhitungan *single task lifting job*. Berdasarkan **Gambar 6**, dapat dilihat bahwa hasil perhitungan *lifting index* adalah 0,88 untuk posisi *origin* dan 0,84 untuk posisi *destination*, yang berarti pekerjaan pengangkatan aman untuk pekerja ($LI < 1$).

JOB ANALYSIS WORKSHEET

STEP 1. Measure and Record Task Variables

Object Weight (kg)		Hand Location (cm)				Vertical Distance (cm)	Asymmetric Angle (degrees)		Frequency Rate (lifts/min)	Duration (hrs)	Object Coupling
		Origin		Destination			Origin	Dest.			
L (avg)	L(max)	H	V	H	V	D	A	A	F		C
7,56	12,5	45	95	45	95	95-95 = 0	50°	40°	2,77	26 min	Fair

STEP 2. Determine the multipliers and Compute the RWL's

ORIGIN $RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$
 $RWL = 23 \times 0,56 \times 0,94 \times 1 \times 0,84 \times 0,89 \times 0,95 = 8,59$ kg

DESTINATION $RWL = 23 \times 0,56 \times 0,94 \times 1 \times 0,87 \times 0,89 \times 0,95 = 8,92$ kg

STEP 3. Compute the LIFTING INDEX

ORIGIN $LIFTING INDEX = \frac{\text{object weight (L)}}{RWL} = \frac{7,56}{8,59} = 0,88$

DESTINATION $LIFTING INDEX = \frac{\text{object weight (L)}}{RWL} = \frac{7,56}{8,92} = 0,84$

Gambar 6 Worksheet perhitungan RWL dan LI setelah perbaikan

3.6 Analisis REBA setelah Perbaikan

Analisis REBA dengan simulasi pengukuran sudut postur tubuh berdasarkan usulan perbaikan dapat dilihat pada Gambar 7. Analisis postur pekerja dilakukan dengan menggunakan REBA worksheet seperti dapat dilihat pada Gambar 8. Berdasarkan gambar 8 dapat disimpulkan bahwa postur kerja aktivitas *dumping* aditif pada operator memiliki risiko rendah terhadap cedera muskuloskeletal, dengan skor REBA akhir 3.



Gambar 7 Pengangkatan karung aditif dengan hydraulic stacker

REBA Employee Assessment Worksheet

Based on Technical note: Rapid Upper Body Assessment (REBA), Hignett, M.H. American Industrial Hygiene Association 58 (1997): 231-239

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position
 Neck Score: 1

Step 2: Locate Trunk Position
 Trunk Score: 2

Step 3: Legs
 Leg Score: 1

Score A (Neck, Trunk, Leg): 1 + 2 + 1 = 4

B. Arm and Wrist Analysis

Step 7: Locate Upper Arm Position
 Upper Arm Score: 2

Step 8: Locate Lower Arm Position
 Lower Arm Score: 2

Step 9: Locate Wrist Position
 Wrist Score: 1

Score B (Upper Arm, Lower Arm, Wrist): 2 + 2 + 1 = 5

Table C: Final Score
 Score A: 4, Score B: 5
 Final REBA Score: 3

Scoring:
 1 = negligible risk
 2 or 3 = low risk, change may be needed
 4 to 7 = medium risk, further investigation, change score
 8 to 10 = high risk, investigate and implement change
 11+ = very high risk, implement change

Task name: _____ Reviewer: _____ Date: _____

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in REBA. © 2008 Bruce Haslegrave, Inc. provided by PRACtical Ergonomics (practicalergonomics.com) (810) 444-1067

Gambar 8 Worksheet REBA postur dumping aditif dengan penggunaan hydraulic stacker

3.7 Evaluasi usulan perbaikan

Berdasarkan hasil simulasi, penggunaan *Manual Hydraulic Stacker Forklift* pada aktivitas *dumping* aditif diketahui dapat memitigasi risiko ergonomi tanpa mengganggu produktivitas. Dari sisi ergonomi, alat ini berhasil menurunkan nilai *Composite Lifting Index* (CLI) dan skor REBA. Perbaikan ini secara objektif menyelesaikan keluhan *musculoskeletal* akibat postur membungkuk yang sebelumnya terkonfirmasi melalui kuesioner CMDQ.

Dari aspek operasional, penggunaan alat ini dipastikan tidak menambah waktu siklus karena pengoperasiannya dilakukan secara paralel oleh operator ketiga yang sebelumnya bertugas untuk membersihkan sampah karung. Dengan pembagian tugas ini, proses *dumping* tetap berjalan kontinu tanpa jeda pengaturan ketinggian, sehingga efisiensi kerja meningkat. Meskipun demikian, perubahan sistem ini menimbulkan konsekuensi berupa penambahan beban kerja operasional bagi operator pembersihan yang kini bertanggung jawab penuh atas pengoperasian *Manual Hydraulic Stacker Forklift* tersebut.

4. Keterbatasan penelitian

Pada penelitian ini, cakupan analisis postur kerja dibatasi hanya untuk 8 operator *dumping* aditif produk HF 10 TQ yang merupakan produk dengan jumlah aditif terbanyak dan paling sering diproduksi pada lantai produksi polipropilen *train 1*. Analisis REBA hanya dilakukan untuk postur pengangkatan yang paling ekstrem, yaitu pengangkatan karung aditif pada tumpukan pertama (tumpukan paling bawah). Analisis terhadap usulan perbaikan dilakukan dengan menggunakan simulasi perangkat lunak *SolidWorks* karena realisasi pengadaan alat bantu *hydraulic stacker* manual mengalami penundaan terkait kelangkaan bahan baku pembuatan biji plastik. Pada penelitian ini tidak dibahas faktor kelelahan jangka panjang, variasi individu dan faktor lingkungan kerja.

5. Kesimpulan dan Saran

Penelitian menyimpulkan bahwa aktivitas *dumping* aditif pada kondisi awal di PT X memiliki risiko beban kerja fisik yang tinggi dan berbahaya. Berdasarkan kuesioner CMDQ, keluhan muskuloskeletal didominasi oleh area punggung bawah (62,86%), yang diperkuat oleh analisis ergonomi dengan nilai *Composite Lifting Index* (CLI) sebesar 1,1307 dan skor REBA mencapai 10. Sebagai solusi, diusulkan penggunaan alat bantu *Manual Hydraulic Stacker Forklift* yang secara simulasi terbukti efektif memitigasi risiko tersebut. Simulasi menunjukkan bahwa alat ini mampu menempatkan beban pada ketinggian ideal dan menghilangkan gerakan membungkuk, sehingga menurunkan nilai *Lifting Index* secara signifikan menjadi 0,88 (*origin*) dan 0,84 (*destination*), serta menurunkan skor REBA ke level 3 (risiko rendah). Untuk mengatasi keterbatasan penelitian, jumlah operator yang menjadi responden dapat ditingkatkan agar lebih mewakili keseluruhan operator *dumping* aditif. Selain itu, usulan perbaikan diharapkan dapat diimplementasikan agar dapat dievaluasi efektivitasnya dalam menurunkan tingkat ketidaknyamanan operator dan risiko cedera muskuloskeletal. Untuk penelitian selanjutnya dapat diperhitungkan faktor kelelahan jangka panjang, variasi individu dan faktor lingkungan kerja.

Daftar Pustaka

- [1] W. Macdonald and J. Oakman, "Requirements for more effective prevention of work-related musculoskeletal disorders," *BMC Musculoskelet. Disord.*, vol. 16, no. 1, p. 293, Dec. 2015, <https://doi.org/10.1186/s12891-015-0750-8>.
- [2] X. Ding *et al.*, "Prevalence and risk factors of work-related musculoskeletal disorders among emerging manufacturing workers in Beijing, China," *Front. Med. (Lausanne)*, vol. 10, Oct. 2023, <https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1289046>.
- [3] J. M. Astete-Cornejo and J. R. Asencios-Hidalgo, "Validation of the Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaires in textile workers in Peru," *Rev Bras Med Trab.* Vol.21, no. 4, Feb 2024, <https://doi.org/10.47626/1679-4435-2023-1029>.
- [4] Waters *et al.*, "Efficacy of the Revised NIOSH Lifting Equation to Predict Risk of Low Back Pain Due to Manual Lifting," *JOEM*, vol. 53, Sep. 2011.

- [5] NIOSH, *Applications manual for the Revised NIOSH lifting equation*, No. 94-110. U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, 1991.
- [6] M. Hita-Gutiérrez, M. Gómez-Galán, M. Díaz-Pérez, and A. J. Callejón-Ferre, “An Overview of REBA Method Applications in the World,” *Int J Environ Res Public Health*, vol. 17, no. 8, Apr 2020, <https://doi.org/10.3390/ijerph17082635>.
- [7] D. P. Mayangsari, S. Sunardi, and T. Tranggono, “Analisis Risiko Ergonomi Pada Pekerjaan Mengangkat di Bagian Gudang Bahan Baku PT. AAP Dengan Metode NIOSH Lifting Equation,” *JUMINTEN*, vol. 1, no. 3, pp. 91–103, May 2020, <https://doi.org/10.33005/juminten.v1i3.109>.
- [8] N. H. Kamarudin, S. A. Ahmad, Mohd. K. Hassan, R. Mohd Yusuff, and S. Z. Md Dawal, “A Review of the NIOSH Lifting Equation and Ergonomics Analysis,” *Advanced Engineering Forum*, vol. 10, pp. 214–219, Dec. 2013, <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AEF.10.214>.
- [9] Andianingsari et al., “Pengukuran ergonomi metode Recommended Weight Limit (RWL) dan Lifting Index (LI) di PT X,” *IMTechno: Journal of Industrial Management and Technology*, vol. 3, pp. 110–114, 2022.
- [10] D. Lesmana, “Analisis Beban Kerja menggunakan Metode Recommended Weight Limit dan Lifting Index,” *J. Teknol.*, pp. 21–26, Jun. 2022, <https://doi.org/10.35134/jitekin.v12i1.66>.
- [11] Pradita et al., “Analisis dan perbaikan manual material handling mengangkat beban galon dengan metode Recommended Weight Limit dan Lifting Index (NIOSH) di Depot Sri Water,” *TALENTA Conference Series: Energy and Engineering (EE)*, vol. 7, pp. 1065–1072, 2024.
- [12] R. A. Ratriwardhani, “Analisa aktivitas pengangkatan dengan metode Recommended Weight Limit (RWL),” *Medical Technology and Public Health Journal*, vol. 3, pp. 96–100, 2019.
- [13] D. Fitriani, N. Amanda, N. M. Dewantari, A. S. Mariawati, L. Herlina, dan A. Umyati, “Pengukuran Beban Kerja Fisik dengan Menggunakan Metode NIOSH (*National Institute of Occupational Safety and Health*) Pada Kegiatan Mengangkut Beras Di Pasar Kranggot - Cilegon,” *JOSEAM*, vol. 3, no. 2, Dec 2024, pp. 79-84.
- [14] M. I. Hamdy and S. Zalisman, “Analisa Postur Kerja dan Perancangan Fasilitas Penjemuran Kerupuk yang Ergonomis Menggunakan Metode Analisis Rapid Entire Body Assessment (REBA) dan Antropometri,” *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, vol. 16, no. 1, p. 57, Dec. 2018, <https://doi.org/10.24014/sitekin.v16i1.5388>.
- [15] M. K. Faudy and S. Sukanta, “Analisis Ergonomi Menggunakan Metode REBA Terhadap Postur Pekerja pada Bagian Penyortiran di Perusahaan Bata Ringan,” *Go-Integratif: Jurnal Teknik Sistem dan Industri*, vol. 3, no. 01, pp. 47–58, May 2022, <https://doi.org/10.35261/gijtsi.v3i01.6540>.