

Ergonomic and Work System

Analisis Efektifitas Kerja Pengangkatan Beban Pada Bagian Pengantongan Di PT. Pupuk Krueng Geukuh

Muhammad Zeki, Iskandar, dan Mohd Iqbal

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Samudra Langsa, Aceh

Email:mzzzzeky@gmail.com, iskandar

Abstrak – Dewasa ini perkembangan teknologi sangatlah pesat, hampir semua lini kehidupan dipengaruhi oleh perkembangan teknologi. Seiring perkembangan teknologi maka tranformasi besar-besaran dari operator ke mesin-mesin yang berbasis komputerisasi pun terjadi, sehingga dampak dari permasalahan ini terjadi banyak pengangguran dimana-mana. Pesatnya perkembangan teknologi tidak serta-merta menggantikan manusia sebagai operator. Banyak kegiatan yang saat ini tetap harus dilakukan oleh manusia, diantaranya adalah proses pengangkatan beban ke suatu tempat dalam jarak yang dekat. PT. Pupuk Iskandar Muda adalah sebuah perusahaan yang bergerak dibidang pembuatan Pupuk. Produksi pupuk yang dihasilkan adalah untuk memenuhi kebutuhan pertanian dalam negeri. Sebagai negara agraris Indonesia merupakan salah satu negara yang membutuhkan pupuk untuk kebutuhan pertanian. Proses akhir dari pembuatan pupuk adalah kegiatan distribusi, pada tahap ini kegiatan muat pupuk kedalam truk adalah kegiatan penting untuk kelancaran kegiatan distribusi. Kegiatan ini dilakukan di bagian gudang pengantongan pada perusahaan. Kegiatan ini berlangsung secara kontinu setiap hari untuk kelancaran distribusi pupuk. Berat pupuk sebesar 50 kg dan diangkat secara berulang-ulang ke dalam truk dengan jumlah rata-rata untuk masing-masing truk telah berdampak kepada kesehatan operator yang mengangkat karung pupuk kedalam truk hal ini diketahui melalui pengukuran denyut jantung, penyebaran kuisioner Nordic Body Map dan wawancara langsung dengan operator yang berkerja. Masalah ini diselesaikan dengan metode pendekatan biomekanik dan pendekatan fisiologis. Akhir dari penelitian ini diperoleh rancangan alat bantu yang dapat mengatasi jarak dalam pengangkatan beban sehingga dapat mengurangi rasa sakit pada bagian-bagian tubuh operator yang melakukan kegiatan pengangkatan pupuk dari atas pallet ke dalam truk. Copyright ©2017 Department of industrial engineering. All rights reserved.

Kata Kunci: Efektifitas, Biomekanika, Fisiologis, Desain

1 Pendahuluan

Pada dasarnya setiap perusahaan selalu menginginkan agar usahanya dapat dipertahankan dan kelangsungan perusahaan dapat terjamin. Salah satu aspek penting yang menentukan tingkat kompetitif suatu perusahaan adalah bagaimana sebuah industri manufaktur dapat menjalankan produksi produksi dengan baik, dengan memperhatikan faktor-faktor produksi antara lain tenaga kerja [1]. Pada aktivitas produksi, umumnya ada aktivitas mengangkat (*lifting*), yaitu memindahkan material dari satu tempat ketempat yang lain. Sebagaimana diketahui bahwa pada perusahaan besar aktivitas mengangkat dilakukan oleh

mesin, tetapi dalam hal-hal tertentu masih menggunakan manusia.

Proses pengantongan dan pengangkatan pupuk di PT. Pupuk Krueng Geukuh tidak dapat sepenuhnya dilakukan oleh mesin, tetapi masih mengandalkan tenaga manusia, diantaranya pengangkatan pupuk dari atas pallet ke dalam truk. Aktivitas angkat ini melibatkan 56 orang pekerja, mereka dibagi menjadi beberapa kelompok dengan masing-masing kelompok sebanyak 4 orang pada satu unit truk bongkar muat. Proses pengangkatan pupuk ini dilakukan secara berulang-ulang, setiap satu kantong pupuk dengan bobot seberat 50 kg/karung diangkat oleh dua orang pekerja, dengan rata-rata pupuk yang sanggup diangkat oleh dua orang pekerja sebanyak lebih kurang sebesar 60 ton atau

berjumlah sekitar 1200 kantong atau. Akibat dari pekerjaan bongkar muat ini telah menyebabkan keluhan pada tulang belakang yakni lazim disebut sakit pinggang. Bagian tulang belakang yang cenderung terkena dampak akibat bongkar muat ini adalah lumbar 5 dan sacrum 1 (L5/S1) bagian lain yang ikut terkena dampak adalah pergelangan tangan dan kaki. Pekerjaan bongkar muat ini juga berdampak pada besarnya konsumsi energi pada operator yang bekerja.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil identifikasi berapa beban angkat pupuk yang aman berdasarkan *NIOSH Lifting Equation* di PT. Pupuk Krueng Geukuh, untuk mengetahui identifikasi bagian-bagian tubuh yang dirasa sakit oleh operator, serta mengetahui berapa jumlah konsumsi energi yang dibutuhkan dalam melakukan aktivitas mengangkat kantong pupuk dan untuk mengetahui analisis reaksi tulang belakang Lumbar 5 dan Sacrum 1 operator setelah melakukan kegiatan mengangkat kantong pupuk.

2 Tinjauan Pustaka

2.1 Ergonomi

Ergonomi adalah ilmu yang mempelajari interaksi antara manusia dengan elemen-elemen lain dalam suatu sistem, serta profesi yang mempraktekkan teori, prinsip, data, dan metode dalam perancangan untuk mengoptimalkan sistem agar sesuai dengan kebutuhan, kelemahan, dan keterampilan manusia [2].

2.2 Faktor-faktor Risiko Ergonomi

Secara garis besar, faktor-faktor ergonomi yang menyebabkan resiko MSDs dapat dipaparkan sebagai berikut [3]:

- *Repetitive Motion*
- *Awkward Postures*
- *Contact stresses*
- *Vibration*
- *Forceful exertions* (termasuk *lifting*, *pulshing*, *pulling*)
- *Duration*
- *Static Posture*
- *Physical environment; temperature & lighting*
- *Other Condition*

2.3 Kelelahan

Secara umum kelelahan dapat dimulai dari yang sangat ringan sampai perasaan yang sangat melelahkan. Kelelahan subyektif biasanya terjadi pada akhir jam kerja, apabila rata-rata beban kerja melebihi 30-40% dari tenaga aerobik maksimal [4].

2.4 Fisiologi Kerja

Fisiologi Kerja merupakan suatu studi tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja dan kelelahan selama otot bekerja [5].

2.5 Kapasitas Kerja

Ada 3 faktor yang diidentifikasi menjadi penyebab penurunan yang dialami dalam kapasitas kerja, yaitu [6]:

- a. Tuntutan fisik yang berlebihan
- b. Lingkungan kerja yang berbahaya dan menimbulkan stress
- c. Pengorganisasian yang buruk

2.6 Kerja Fisik

Kerja fisik akan mengeluarkan energi yang berhubungan erat dengan konsumsi energi Tuntutan fisik yang berlebihan. Konsumsi energi pada waktu kerja biasanya ditentukan dengan cara tidak langsung, yaitu dengan 2 cara sebagai berikut [7]:

1. Pengukuran kecepatan denyut jantung

Peningkatan denyut nadi mempunyai peran yang sangat penting didalam peningkatan cardio output dari istirahat samapi kerja maksimum [7] didefinisikan sebagai Heart Rate Reserve (HR Reserve). HR Reserve tersebut diekspresikan dalam presentase yang dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\%HR Reserve = \frac{\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat}}{\text{Denyut Nadi Maksimum} - \text{Denyut Nadi Istirahat}} \times 100 \quad (\text{Pers 1})$$

Lebih lanjut, penentuan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban kardiovaskuler (*cardiovascular* atau %CVL) yang dihitung berdasarkan rumus berikut [8].

$$\%CVL = \frac{100 \times (\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat})}{\text{Denyut Nadi Maksimum} - \text{Denyut Nadi Istirahat}} \times 100 \quad (\text{Pers 2})$$

Di mana denyut nadi maksimum adalah 220 dikurangi usia untuk laki-laki dan 200 dikurangi usia untuk wanita. Dari perhitungan %CVL tersebut, kemudian akan dibandingkan dengan klasifikasi yang telah ditetapkan sebagai berikut.

Tabel 1 Klasifikasi CVL

% CVL	Klasifikasi % CVL
< 30 %	Tidak terjadi kelelahan
30 % - 60 %	Diperlukan Perbaikan
60 % - 80 %	Kerja dalam waktu singkat
80 % - 100 %	Diperlukan tindakan segera
> 100 %	Tidak diperbolehkan beraktivitas

Sumber [8].

2.7 NIOSH Lifting Equation

The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) sebuah lembaga yang ada di Amerika tahun 1991. Adalah lembaga yang mengeluarkan *Recommended Weight Limit (RWL)* yaitu merupakan rekomendasi batas beban yang dapat diangkat oleh

manusia tanpa menimbulkan cedera meskipun pekerjaan tersebut dilakukan secara repetitive. Persamaan untuk menentukan beban yang direkomendasikan untuk diangkat seorang pekerja dalam kondisi tertentu menurut NIOSH Lifting Equation adalah sbb [9]:

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \quad (\text{pers 3})$$

Keterangan:

- LC = konstanta pembebanan
- HM = faktor pengali horizontal
- VM = Faktor pengali vertikal
- DM = Faktor Pengali Jarak
- AM = Faktor Pengali sudut
- FM = faktor pengali frekuensi (*Frequency Multiplier*)
- CM = faktor pengali kopling (*handle*)

Setelah nilai *Recommended Weight Limit (RWL)* diketahui, selanjutnya perhitungan Lifting Index untuk mengetahui indeks pengangkatan yang tidak mengandung resiko cedera tulang belakang, dengan persamaan :

$$LI = \frac{L}{RWL} \quad (\text{Pers 4})$$

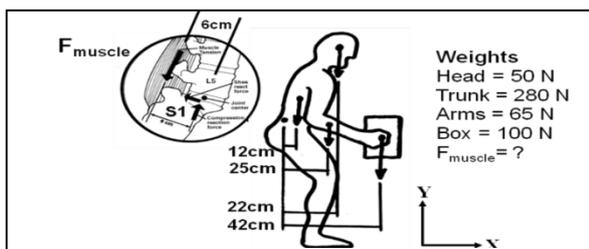
Dimana : berat beban yang dipindahkan termasuk berat tempat beban

Keterangan : jika $LI \leq 1$, maka aktivitas tersebut tidak mengandung resiko cedera tulang belakang. Jika $LI > 1$, maka aktivitas tersebut mengandung resiko cedera tulang belakang.

2.8 Pengukuran Gaya yang bekerja pada Lumbar 5 Sacrum 1

"Mekanika, merupakan studi tentang kekuatan dan pengaruhnya, bila diterapkan pada manusia, disebut biomekanik" [7]. Diposisikan di bawah tulang belakang dada, tulang belakang lumbar biasanya memiliki 5 vertebra, sedangkan sakrum terdiri dari serangkaian biasanya Lumbar 5 menyatu vertebra sacral [9]. Bersama ini bagian bawah tulang belakang (lihat di bawah) disebut sebagai tulang belakang lumbosakral dan merupakan daerah biomekanik penting dari tubuh.

Gaya yang bekerja dapat dihitung dengan contoh perhitungan sebagai berikut [8] sesuai Gambar 1.



Gambar 1 Gaya bekerja (Lifting and the Lower Back)

How much tension must be developed by erector spinae with a moment arm of 6 cm from the L5 – S1 joint center to maintain the body in the position shown below? (segmen weights are approximated for a 600 N(135lb) person) sesuai Gambar 2.

Known Segment	Wt	Moment Arm
Head	50 N	22 cm
Trunk	280 N	12 cm
Arms	65 N	25 cm
Box	100 N	42 cm
F_m		6 cm

Solution
When the body is in a static position, the sum of the torques acting at any point is zero. At L5 – S1:

Gambar 2 Gaya bekerja (Segmen weights are approximated for a 600 N(135lb) person)

$$\sum T_{L5-S1} = 0$$

$$0 = (F_m) (6 \text{ cm}) - [(50\text{N}) (22 \text{ cm}) + (280 \text{ N}) (12 \text{ cm}) + (65 \text{ N}) (25 \text{ cm}) + (100 \text{ N}) (42 \text{ cm})]$$

$$0 = (F_m) (6 \text{ cm}) - 10,285 \text{ N.cm}$$

$$F_m = 1714 \text{ N} = 2,86 \times \text{Body weight} \dots \dots \dots (3)$$

2.9 Nordic Body Map

Melalui Nordic Body Map dapat diketahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan mulai dari rasa tidak nyaman (agak sakit) sampai tingkat sangat sakit. [8]. Dengan melihat dan menganalisis Nordic Body Map akan dapat diestimasi jenis dan keluhan otot skeletal yang dirasakan oleh pekerja. Metode ini memberikan penilaian subjektif terhadap pekerja [9]. Lembar Nordic Body Map tertera pada lampiran A Halaman 65. Untuk mengetahui besar persentase keluhan yang dirasakan, maka dapat digunakan persamaan berikut.

$$\frac{\text{Jumlah Jawaban pada Bobot yang Bersangkutan}}{\text{Jumlah Seluruh Responden}} \times 100\% \quad (\text{Pers 5})$$

3 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan untuk menganalisis efektifitas kerja pengangkatan beban pada bagian pengantongan adalah sebagai berikut:

- A. Perhitungan data kuisioner *nordic body map*
- B. *Recommended Weight Limit (RWL)*
- C. *Energy expenditure*
- D. Perhitungan besar momen gaya yang terjadi pada L5/S1

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Pengumpulan Data

1. Wawancara dan Pembagian Kuesioner

Proses pengangkutan pupuk dilakukan secara berulang-ulang, untuk 1 truk proses pengangkutan berkisar 40 – 50 menit. Waktu istirahat yakni 1 jam dari jam 12.00 s.d 13.00. sampel data fisik pekerja yang diambil adalah sebanyak 30 orang, data-data yang diambil berupa (Berat badan, Tinggi Badan dan Umur para Pekerja)

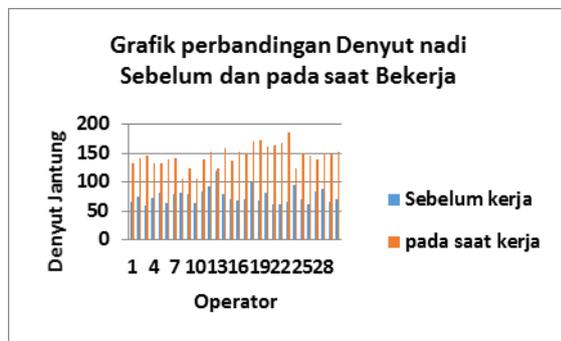
2. Data Fisiologi

Data denyut jantung yang diambil dari 30 orang operator dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 3.

Tabel 2 Data Denyut Jantung Tiap Pekerja

No	Nama Operator	Denyut Jantung (Permenit)	
		Sebelum Kerja	Saat Kerja
1	Sampel 1	66	132
2	Sampel 2	74,8	140,2
3	Sampel 3	58,4	144,6
4	Sampel 4	71,8	131,4
5	Sampel 5	81,8	131,2
6	Sampel 6	64,2	139,8
7	Sampel 7	78,8	141,2
8	Sampel 8	80,8	105,2
9	Sampel 9	79,8	122,8
10	Sampel 10	64	106,6
11	Sampel 11	84,4	139,8
12	Sampel 12	92,2	153
13	Sampel 13	118,6	124
14	Sampel 14	79	160
15	Sampel 15	69,8	137,2
16	Sampel 16	68,4	151,2
17	Sampel 17	70,4	150
18	Sampel 18	101,8	169,4
19	Sampel 19	68,8	173
20	Sampel 20	82,2	162
21	Sampel 21	60,2	163,4
22	Sampel 22	61,4	167,6
23	Sampel 23	66,6	185
24	Sampel 24	93,8	123
25	Sampel 24	71	150,6
26	Sampel 26	60,6	145
27	Sampel 27	84,4	139
28	Sampel 28	87,4	150,2
29	Sampel 29	66,6	148,8
30	Sampel 30	69	151,6

Sumber : Pengumpulan Data



Gambar 3 Grafik Perbandingan Denyut Nadi Sebelum dan Pada saat Kerja

3. Sistem Kerja

Beban diangkat secara bersama-sama, setiap satu kantong pupuk diangkat oleh dua orang sehingga beban

yang dipikul oleh setiap orang adalah 50 Kg di bagi 2 sehingga nilai (LC) *Load Constant* yang diperoleh adalah 25 Kg. Kegiatan muat pupuk dari pallet kedalam truk dilakukan secara terus menerus dengan rata-rata truk yang dimuat berjumlah 23 ton jadwal kerja senin sampai sabtu dan jam kerja berjumlah 8 jam dan waktu istirahat yang diberikan adalah 60 menit. Kegiatan bongkar muat dapat dilihat pada Gambar 4.



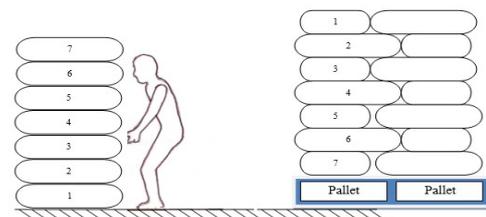
Gambar 4 Operator sedang mengangkat pupuk untuk diatur di dalam truk

4. Beban Kerja

Beban kerja yang menjadi objek pengamatan adalah pupuk urea yang telah dikantongi dengan berat 50 Kg dan diletakkan di atas pallet, selanjutnya dibawa oleh forklift dan diletakkan diatas bak truk. Pekerja berada diatas bak truk mengangkat dan mengatur ke dalamnya. Pupuk yang akan dimuat ke dalam truk rata-rata sebanyak 20 ton atau 400 karung sesuai Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5 Tampak atas posisi pekerja dan beban diatas pallet dalam bak truk (Sumber PT.Pupuk Krueng Geukuh)



Gambar 6 Tampak samping Pupuk yang telah diangkat dan diatur di dalam bak truk (Sumber PT.Pupuk Krueng Geukuh)

5. Data Momen Gaya L5/S1

Data yang digunakan untuk melakukan perhitungan momen gaya untuk masing-masing operator diperoleh berdasarkan persentase berat badan dikalikan dengan gaya gravitasi bumi (10 m/s²). Nilai titik berat untuk body segment selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Titik Berat Body Segment

Operator	Berat badan (Kg)	W.trunk (N)	W.head (N)	W.arm (N)	W.beban (N)
Sampel 1	55	275	46,2	28,05	250
Sampel 2	47	235	39,48	23,97	250
Sampel 3	65	325	54,6	33,15	250
Sampel 4	75	375	63	38,25	250
Sampel 5	70	350	58,8	35,7	250
Sampel 6	75	375	63	38,25	250
Sampel 7	60	300	50,4	30,6	250
Sampel 8	66	330	55,44	33,66	250
Sampel 9	53	265	44,52	27,03	250
Sampel 10	60	300	50,4	30,6	250
Sampel 11	58	290	48,72	29,58	250
Sampel 12	60	300	50,4	30,6	250
Sampel 13	83	415	69,72	42,33	250
Sampel 14	50	250	42	25,5	250
Sampel 15	55	275	46,2	28,05	250
Sampel 16	66	330	55,44	33,66	250
Sampel 17	60	300	50,4	30,6	250
Sampel 18	56	280	47,04	28,56	250
Sampel 19	60	300	50,4	30,6	250
Sampel 20	50	250	42	25,5	250
Sampel 21	65	325	54,6	33,15	250
Sampel 22	75	375	63	38,25	250
Sampel 23	66	330	55,44	33,66	250
Sampel 24	70	350	58,8	35,7	250
Sampel 24	52	260	43,68	26,52	250
Sampel 26	64	320	53,76	32,64	250
Sampel 27	65	325	54,6	33,15	250
Sampel 28	62	310	52,08	31,62	250
Sampel 29	48	240	40,32	24,48	250
Sampel 30	65	325	54,6	33,15	250

Sumber : Pengolahan Data

4.2 Pengolahan Data

1. Perhitungan nilai Recommended Weight Limit (RWL) tanpa alat bantu

Dari hasil pengamatan dan perhitungan diatas maka dapat dihitung Recommended Weight Limit pada bagian muat pupuk di PT.Pupuk Krueng Geukuh. Berikut rekap data variabel RWL sesuai dengan data pengamatan.

Dengan menggunakan persamaan 3.2

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \quad (\text{Pers 5})$$

Maka diperoleh hasil *Recommended Weight Limit* sesuai Tabel 4.

Tabel 4 Nilai RWL untuk pengangkatan pupuk dalam 1 pallet untuk posisi 1-7

No Bag	RWL (Kg)
1	0,250
2	0,272
3	0,298
4	0,329
5	0,384
6	0,406
7	0,390
Rata-rata	0,333

Sumber : pengolahan data 2016

Hasil perhitungan Recommended Weight Limit diketahui dengan jarak HM (Horizontal Multiplier) sebesar 750 cm maka dapat diketahui sesuai dengan sistem kerja yang ada maka dapat diketahui berat beban yang aman untuk diangkat jika dilakukan secara berulang-ulang adalah rata-rata 0,33 Kg. Hal ini sangat

berbanding terbalik dengan beban sebenarnya yang diangkat yakni sebesar 25 Kg. Jika hal ini tidak segera dilakukan perbaikan tentunya akan berbahaya bagi kesehatan pekerja sesuai Tabel 5.

Tabel 5 Kriteria dan kategori dalam pengangkatan karung pupuk

Posisi karung pupuk	Keranjang Pupuk 25 kg	Alternatif
Posisi karung pupuk 1 (t) 145cm		Tanpa alat bantu
Posisi karung pupuk 2 (t) 125 cm	Tanpa alat bantu	
Posisi karung pupuk 3 (t) 105 cm	Tanpa alat bantu	
Posisi karung pupuk 4 (t) 85 cm	Tanpa alat bantu	
Posisi karung pupuk 5 (t) 65 cm	Dengan alat bantu *	
Posisi karung pupuk 6 (t) 45 cm	Dengan alat bantu *	
Posisi karung pupuk 7 (t) 25 cm	Dengan alat bantu *	

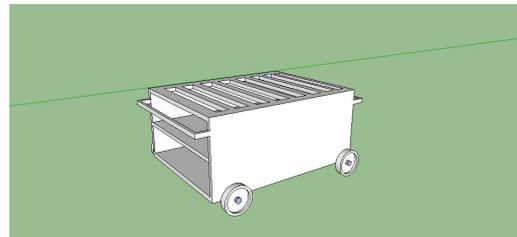
* posisi karung pupuk sudah dibawah pinggang operator

2. Usulan Perancangan alat bantu kerja

Pada penelitian tesis ini peneliti memberikan dua alternatif alat bantu kerja kepada operator yang melaksanakan proses muat pupuk ke dalam truk yakni:

A. Troli

Troli berfungsi untuk membantu pekerja dalam mengangkat pupuk, dengan adanya troli ini, pekerja dapat memperpendek jarak Horizontal Multiplier (HM) dimana dalam pelaksanaan pengangkutan pupuk yang sebenarnya memiliki jarak lintasan maksimal untuk dipindahkan adalah sebesar 750 cm dengan rata-rata panjang truk 9 meter. Dengan adanya troli ini selanjutnya pupuk yang ada diatas pallet diletakkan diatas troli selanjutnya operator menarik troli sepanjang lintasan dan kemudian langsung diangkat untuk diturunkan. Dimensi troli sesuai dengan dimensi pallet namun yang membedakannya adalah setelah pallet diletakkan diatas troli ketinggiannya mencapai pinggang rata-rata operator yang telah dilakukan pengukuran yakni 90 cm, sesuai Gambar 6.

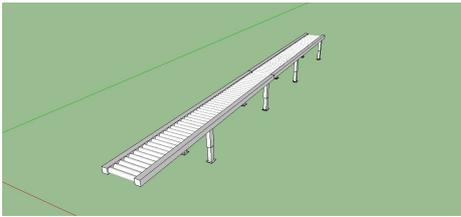


Gambar 6 Rancangan alat bantu yang akan di gunakan untuk mengangkat beban pupuk

(Sumber : peneliti 2016)

B. Conveyor

Conveyor merupakan alternatif usulan alat bantu yang bisa digunakan untuk membantu kerja operator dalam melakukan proses pemuatan pupuk ke dalam truk conveyor, sesuai Gambar 7.



Gambar 7 Conveyor untuk alat bantu kerja operator muat pupuk
(Sumber : peneliti 2016)

3. Perhitungan Recommended Weight Limit (RWL) setelah adanya alat bantu kerja

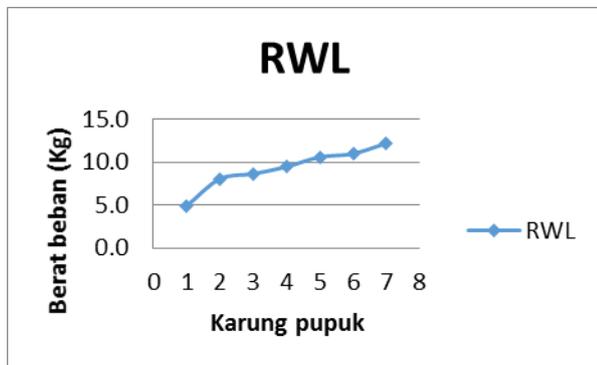
Dengan adanya alat bantu kerja selanjutnya dapat dicari Recommended Weight Limit untuk usulan dengan menggunakan alat bantu kerja. Nilai-nilai variabel yang ada sebelumnya yang terjadi perubahan adalah nilai HM (Horizontal Multiplier) yakni dengan jarak 750 cm berkurang menjadi 25 cm, nilai VM dan DM terjadi perubahan dikarenakan para pekerja telah menggunakan troli dengan ketinggian 75cm dan tinggi pallet 15 cm. Perhitungan lengkap untuk hasil RWL keseluruhan pupuk 1 sampai dengan 7 dapat kita lihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Perhitungan Recommended Weight Limit

No Bag	RWL
1	4,885
2	8,053
3	8,650
4	9,469
5	10,597
6	10,992
7	12,199

Sumber: pengolahan data 2016

Dari Tabel 6 bisa dilihat bahwa beban sangat berpengaruh terhadap jarak vertikal multiplier dan jarak distance multiplier. Jarak vertikal multiplier dan distance multiplier yang nilainya semakin besar maka akan memberikan nilai beban angkat yang semakin kecil kepada operator sesuai Gambar 8.



Gambar 8 Grafik beban pengangkatan pupuk

4. Perhitungan Lifting Indeks (LI)

Nilai Recommended Weight Limit (RWL) yang diperoleh selanjutnya dapat kita gunakan untuk menghitung Lifting Indeks (LI) sesuai Tabel 7.

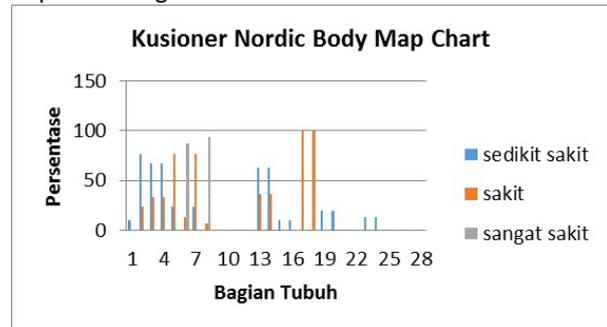
Tabel 7 Perhitungan Lifting Indeks

No	LC	RWL	LI=LC/RWL
1	25	4,885	5,12
2	25	8,053	3,10
3	25	8,650	2,89
4	25	9,469	2,64
5	25	10,597	2,36
6	25	10,992	2,27
7	25	12,199	2,05

Sumber: Pengolahan data

5. Perhitungan hasil kuesioner nordic body map

Setelah mendapatkan hasil dari jawaban yang diperoleh pada saat penyebaran kuesioner maka akan diperoleh hasil persentase keluhan sakit pada tiap-tiap bagian tubuh operator. Dari data yang diperoleh maka dapat dilihat grafik sesuai Gambar 9.

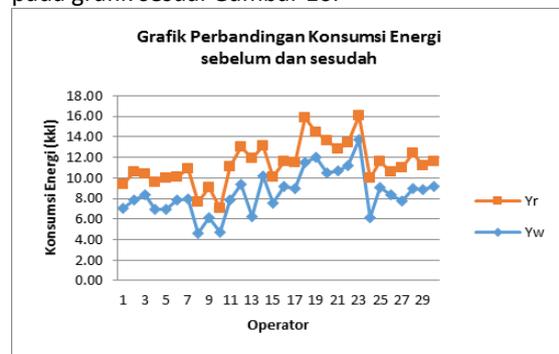


Gambar 9 Grafik Persentase Hasil Kuisisioner

6. Pengolahan data Fisiologi

Jumlah konsumsi energi untuk operator 2 dan seterusnya dapat dilihat pada Tabel 8.

Dari hasil pengolahan data diatas maka dapat kita lihat hasil perbandingan konsumsi energi sebelum dan sesudah operator melakukan pekerjaan bongkar muat pada grafik sesuai Gambar 10.



Gambar 10 Grafik perbandingan konsumsi energi sebelum dan sesudah bekerja

Tabel 8 Jumlah Konsumsi Energi dan Penggolongan Beban Kerja

Sampel	Denyut Nadi		Yw	Yr	ER	Tingkat Pekerjaan
	Sebelum bekerja	Setelah bekerja				
1	66	132	7,00	2,35	6,48	Moderate
2	74,8	140,2	7,87	2,73	7,29	Moderate
3	58,4	144,6	8,36	2,08	7,66	Heavy
4	71,8	131,4	6,94	2,59	6,46	Moderate
5	81,8	131,2	6,92	3,09	6,49	Moderate
6	64,2	139,8	7,82	2,28	7,21	Moderate
7	78,8	141,2	7,98	2,93	7,41	Moderate
8	80,8	105,2	4,62	3,03	4,44	Light
9	79,8	122,8	6,11	2,98	5,76	Moderate
10	64	106,6	4,72	2,27	4,45	Light
11	84,4	139,8	7,82	3,23	7,31	Moderate
12	92,2	153	9,34	3,70	8,72	Heavy
13	118,6	124	6,22	5,72	6,16	Moderate
14	79	160	10,22	2,94	9,41	Heavy
15	69,8	137,2	7,54	2,50	6,98	Moderate
16	68,4	151,2	9,13	2,44	8,38	Heavy
17	70,4	150	8,98	2,53	8,27	Heavy
18	101,8	169,4	11,46	4,36	10,67	V. Heavy
19	68,8	173	11,96	2,46	10,90	V. Heavy
20	82,2	162	10,47	3,11	9,66	Heavy
21	60,2	163,4	10,66	2,13	9,71	Heavy
22	61,4	167,6	11,22	2,18	10,21	V. Heavy
23	66,6	185	13,71	2,37	12,45	V. Heavy
24	93,8	123	6,12	3,81	5,87	Moderate
25	71	150,6	9,05	2,56	8,33	Heavy
26	60,6	145	8,40	2,15	7,71	Veavy
27	84,4	139	7,73	3,23	7,23	Moderate
28	87,4	150,2	9,01	3,41	8,38	Heavy
29	66,6	148,8	8,84	2,37	8,12	Heavy
30	69	151,6	9,17	2,47	8,43	Heavy

Sumber: Pengolahan Data

7. Perhitungan Waktu Istirahat

Rekapitulasi perhitungan waktu istirahat untuk 30 orang sampel operator sesuai Tabel 9.

Tabel 9 Rekapitulasi waktu istirahat setiap operator

No	Nama	Waktu Kerja	Waktu Istirahat
1	Sampel 1	240	101,7
2	Sampel 2	240	157,4
3	Sampel 3	240	182,3
4	Sampel 4	240	99,9
5	Sampel 5	240	102,4
6	Sampel 6	240	151,3
7	Sampel 7	240	165,6
8	Sampel 8	240	-38,4
9	Sampel 9	240	52,0
10	Sampel 10	240	-37,7
11	Sampel 11	240	158,5
12	Sampel 12	240	254,8
13	Sampel 13	240	79,7
14	Sampel 14	240	302,2
15	Sampel 15	240	135,9
16	Sampel 16	240	232,0
17	Sampel 17	240	223,9
18	Sampel 18	240	389,0
19	Sampel 19	240	404,9
20	Sampel 20	240	319,2
21	Sampel 21	240	323,0
22	Sampel 22	240	357,4
23	Sampel 23	240	511,0
24	Sampel 24	240	59,4
25	Sampel 24	240	228,5
26	Sampel 26	240	185,6
27	Sampel 27	240	153,2
28	Sampel 28	240	232,0
29	Sampel 29	240	214,1
30	Sampel 30	240	235,1
Rata-rata			197,9

Sumber: pengolahan data

8. Perhitungan Momen Gaya yang Terjadi pada L5/S1

Momen gaya yang bekerja pada L5/S1 untuk semua operator dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Momen gaya yang bekerja pada L5/S1 untuk masing-masing operator

No	Operator	Fm
1	Sampel 1	3819,4
2	Sampel 2	3782,9
3	Sampel 3	4296,5
4	Sampel 4	4386,9
5	Sampel 5	4257,6
6	Sampel 6	4503,7
7	Sampel 7	4046,4
8	Sampel 8	4042,3
9	Sampel 9	3752,2
10	Sampel 10	3886,6
11	Sampel 11	3966,3
12	Sampel 12	3975,1
13	Sampel 13	4530,3
14	Sampel 14	3634,7
15	Sampel 15	3881,0
16	Sampel 16	4026,0
17	Sampel 17	4077,8
18	Sampel 18	4128,1
19	Sampel 19	3894,4
20	Sampel 20	3684,4
21	Sampel 21	4303,5
22	Sampel 22	4081,0
23	Sampel 23	4014,2
24	Sampel 24	4029,3
25	Sampel 24	3741,6
26	Sampel 26	3864,5
27	Sampel 27	3923,9
28	Sampel 28	4016,1
29	Sampel 29	3554,4
30	Sampel 30	3990,4

Sumber: pengolahan data

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh NIOSH institute tentang penetapan batas momen gaya maksimum L5/S1 yang diperbolehkan yakni sebesar 3400 N, maka dapat diambil kesimpulan hasil yang diperoleh terhadap momen gaya yang bekerja untuk semua operator adalah sudah melebihi batas maksimum yang diperbolehkan. Momen gaya yang bekerja pada L5/S1 rata-rata 5780,2 N nilai ini memiliki selisih sebesar 2380,2 N dari standar momen gaya yang telah ditetapkan.

Untuk mengurangi resiko terjadinya cedera pada tulang belakang khususnya pada bagian L5/S1 adalah dengan melakukan perbaikan kerja dan bila perlu diciptakan alat bantu untuk mencegah operator membungkuk dalam mengangkat beban.

4.3 Pembahasan

Setelah dilakukan perbaikan dengan menggunakan alat bantu maka terjadi peningkatan yang signifikan dengan menggunakan troli beban yang dapat diangkat jadi dapat bertambah menjadi beban minimal yang dapat diangkat pada posisi paling atas adalah 4,885 Kg dan beban maksimal yang dapat diangkat adalah 12,19 kg ini dikarenakan operator mengangkat beban tidak langsung diatas lantai tetapi diatas troli dengan ukuran pinggang rata-rata orang dewasa.

Pekerjaan bongkar muat ini juga dapat digolongkan ke dalam beberapa kategori pekerjaan untuk masing-masing pekerja atau operator. Beberapa operator digolongkan ke dalam kategori Light, Moderate, Heavy dan Very Heavy. Hasil ini diperoleh setelah dilakukan jumlah penghitungan konsumsi energi untuk 30 orang operator berdasarkan denyut jantung setelah dan sebelum bekerja.

Setelah dilakukan perhitungan waktu istirahat maka untuk setiap operator dibutuhkan waktu istirahat rata-rata sebesar 197,9 menit. Waktu istirahat ini dibutuhkan setelah operator bekerja selama 4 jam atau 240 menit. Waktu istirahat yang diperoleh sangat jauh berbeda dengan kondisi sebenarnya, dimana sebelumnya operator hanya mendapat waktu istirahat selama 60 menit dalam satu hari kerja.

5 Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan di bagian bongkar muat PT. Pupuk Krueng Geukuh, setelah dilakukan pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Perhitungan *recommended weight limit* faktual tanpa alat bantu diperoleh nilai batas beban yang dapat diangkat rata-rata sebesar 0,33 Kg, namun setelah dilakukan perbaikan kerja dengan menggunakan alat bantu maka batas beban minimal yang dapat diangkat adalah 4,885 Kg hal ini disebabkan posisi angkat dimulai dari posisi paling atas sedangkan beban maksimal adalah 12,19 Kg peningkatan ini terjadi karena operator mengangkat dimulai dari batas pinggang rata-rata orang dewasa.
2. Hasil rekapitulasi kuesioner *nordic body map* diperoleh hasil bahwa persentase terbesar yang mengalami keluhan terjadi pada bagian punggung dan pinggang yakni dengan persentase sebesar 86,7% dan 9,33%
3. Pekerjaan bongkar muat di PT.Pupuk Krueng Geukuh digolongkan kepada beberapa kategori kerja yakni kategori Light, Moderate, Heavy, Very Heavy, dari 30 orang sampel yang diamati terdapat 2 orang bekerja dengan kondisi Light, 12 orang bekerja dengan kondisi Moderate (sedang), 12 orang bekerja dengan kondisi Heavy (berat) dan 4 orang bekerja dengan kondisi Very Heavy (sangat berat).
4. Desain alat bantu dalam penelitian ini berupa meja kerja yang dapat bergerak fleksibel maju dan mundur yang dapat ditempatkan di dalam truk yang melakukan bongkar muat

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan untuk membantu operator dalam melakukan pekerjaan adalah sebagai berikut :

Dalam kegiatan ini alat bantu kerja sangat dibutuhkan sehingga dapat meminimalkan

1. operator dalam membawa beban ke tempat tujuan
2. Pekerjaan bongkar muat di PT.Pupuk Krueng Geukuh sebaiknya dilakukan tidak terburu-buru untuk mencegah kelelahan yang terlalu cepat

Daftar Pustaka

- [1]. Sutalaksana, Z Iftikar. Anggawisastra, R, Tjakraatmaja, J.H. 1979 *Teknik Tata Cara Kerja*. Penerbit Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Bandung.
- [2]. Khalid,Thoha. 2009.*Analisis resiko Ergonomi dan Keluhan Muskuloskeletal pada upper Limb Extrimities Akibat Penggunaan Laptop pada Mahasiswa S1 FKM UI*. FKM UI.
- [3]. Nurmianto, Eko.1998 *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Penerbit Guna Widya. Jakarta.
- [4]. National Institute Occupational Health and Safety, Calculating Recommended Weight Limit. www.ccoosh.ca/inguiris_form.html.
- [5]. Prasetyo Hendro, Jurnal Penelitian, Program Studi Teknik Mesin dan Teknik Industri Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara, 2010
- [6]. Simanjuntak, A.R. 2011.*Penilaian Resiko Manual Handling dengan Metode Indikator Kunci dan Penentuan Klasifikasi Beban Kerja dengan Penentuan Kardiovaskular Load*.Penerbit Jurusan Teknik Industri Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta.
- [7]. Tarwaka. 2006. *Ergonomi untuk Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. Penerbit Institut Teknologi Bandung.
- [8]. Kuswana, S.W, 2016. *Ergonomi dan Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. Edisi ke-2.Rosdakarya Bandung
- [9]. Zeki,Muhammad. 2007. *Penentuan Batas Angkat Pupuk yang aman pada Bagian Pengantongan di PT.Pupuk Iskandar Muda, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe*