

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 Syah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

*Corresponding Author : mzzzzy@gmail.com

Abstrak – Dewasa ini perkembangan teknologi sangatlah pesat, hampir semua lini kehidupan dipengaruhi oleh perkembangan teknologi. Perusahaan-perusahaan yang dulunya menggunakan tenaga manusia sekarang perlahan-lahan mulai digantikan oleh mesin-mesin yang berbasis teknologi komputer. Dahulu perusahaan-perusahaan manufaktur hampir sepenuhnya dikerjakan oleh manusia sebagai operator mulai dari proses pengolahan bahan baku hingga produk dilepas ke pasar masih berhubungan dengan kegiatan operator. Seiring perkembangan teknologi maka transformasi 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 di PT.Pupuk Iskandar Muda. 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.

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.

Pada aktivitas produksi, umumnya ada aktivitas mengangkat (*lifting*), yaitu memindahkan material dari

suatu 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

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.

Faktor-faktor Risiko Ergonomi

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

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

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 (Astrand & Rodahl, 1977 dan Pulat, 1992).

Fisiologi Kerja

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

Kapasitas Kerja

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

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

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.

Pengukuran kecepatan denyut jantung

Peningkatan denyut nadi mempunyai peran yang sangat penting didalam peningkatan cardio output dari istirahat samapi kerja maksimum (Rodahl, 1989), didefinisikan sebagai Heart Rate Reserve (HR Reserve). HR Reserve tersebut diekspresikan dalam presentase yang dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\%HR Reserve = \frac{\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat}}{\text{Denyut Nadi Maksimum} - \text{Denyut Nadi Istirahat}} \times 100$$

Lebih lanjut, penentuan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban kardiovaskuler (*cardiovasculair* atau %CVL) yang dihitung berdasarkan rumus di bawah ini (Manuaba dan Vanwonterghem, (1996).

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

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.

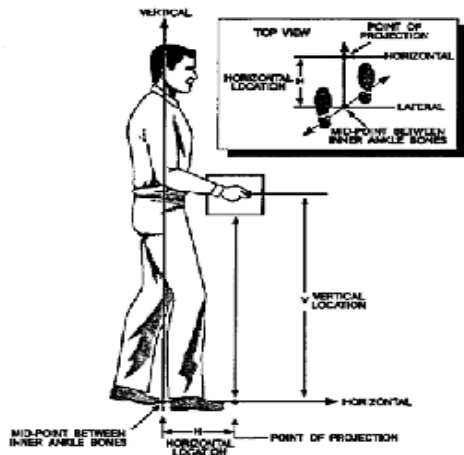
Tabel 1. Klasifikasi CVL

% 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 : (Proceeding Seminar Nasional Industrial Services 2011: II-81)

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 dan dalam jangka waktu yang cukup lama.



Gambar 1. Recommended Weight Limit

Persamaan untuk menentukan beban yang direkomendasikan untuk diangkat seorang pekerja dalam kondisi tertentu menurut *NIOSH Lifting Equation* adalah sbb:

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

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* diketahui, selanjutnya perhitungan Lifting Index untuk mengetahui indeks pengangkatan yang tidak mengandung resiko cedera tulang belakang, dengan persamaan :

$$LI = \frac{L}{RWL}$$

Dimana : berat beban yang dipindahkan termasuk berat tempat beban

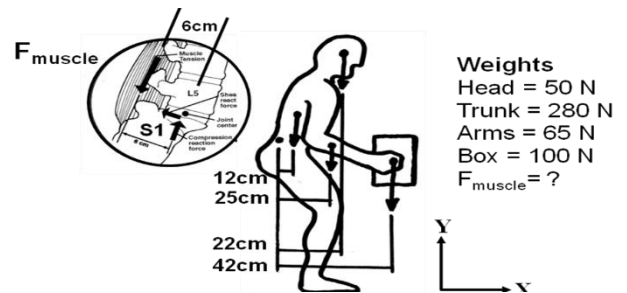
Keterangan : jika $LI \leq 1$, maka aktivitas tersebut tidak mengandung resiko cedera tulang belakang. Jika $LI > 1$, maka aktivitas tersebut mengandung resiko cedera tulang belakang.

Pengukuran Gaya yang bekerja di Lumbar 5 Sacrum 1

Mekanika, merupakan studi tentang kekuatan dan pengaruhnya, bila diterapkan pada manusia, disebut biomekanik" (Jensen, 1980). Diposisikan di bawah tulang belakang dada, tulang belakang lumbar biasanya memiliki 5 vertebra, sedangkan sakrum terdiri dari serangkaian biasanya Lumbar 5 menyatu vertebra sacral (Moore, 1992). Bersama ini bagian bawah tulang belakang (lihat di bawah) disebut sebagai tulang belakang lumbo sakral dan merupakan daerah biomekanik penting dari tubuh.

Gaya yang bekerja dapat dihitung dengan contoh perhitungan sebagai berikut :

Example 1 Lifting and the Lower Back



Hall 99

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)

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

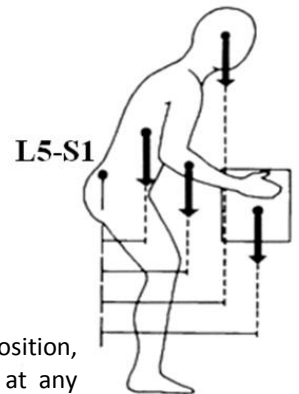
When the body is in a static position, the sum of the torques acting at any point is zero. At L5 – S1 :

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

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

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

$$F_m = 1714 \text{ N} = 2,86 \times \text{Body weight}$$



keluhan otot skeletal yang dirasakan oleh pekerja. Metode ini memberikan penilaian subjektif terhadap pekerja (Eli Mas'adah, 2009). Lembar Nordic Body Map tertera pada lampiran A Halaman 65. Untuk mengetahui besar persentase keluhan yang dirasakan, maka dapat digunakan persamaan dibawah ini :

$$\frac{\text{Jumlah Jawaban pada Bobot yang Bersangkutan}}{\text{Jumlah Seluruh Responden}} \times 100\%$$

3 Metodologi Penelitian

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

- Perhitungan data kuisisioner *nordic body map*
- Recommended Weight Limit* (RWL)
- Energy expenditure*
- Perhitungan besar momen gaya yang terjadi pada L5/S1

4 Hasil Dan Pembahasan

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 dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 2. Data Fisik Operator

No	Nama	Berat badan	Tinggi badan	Umur
1	Sampel 1	55	165	43
2	Sampel 2	47	163	46
3	Sampel 3	65	176	40
4	Sampel 4	75	175	45
5	Sampel 5	70	165	39
6	Sampel 6	75	172	41
7	Sampel 7	60	166	35
8	Sampel 8	66	171	41
9	Sampel 9	53	160	46
10	Sampel 10	60	161	45
11	Sampel 11	58	170	35
12	Sampel 12	60	165	33
13	Sampel 13	83	170	38
14	Sampel 14	50	164	36
15	Sampel 15	65	165	38
16	Sampel 16	66	168	45
17	Sampel 17	63	170	41
18	Sampel 18	56	172	44
19	Sampel 19	55	164	36
20	Sampel 20	50	166	45
21	Sampel 21	65	175	38
22	Sampel 22	75	166	34
23	Sampel 23	59	167	37
24	Sampel 24	70	166	40

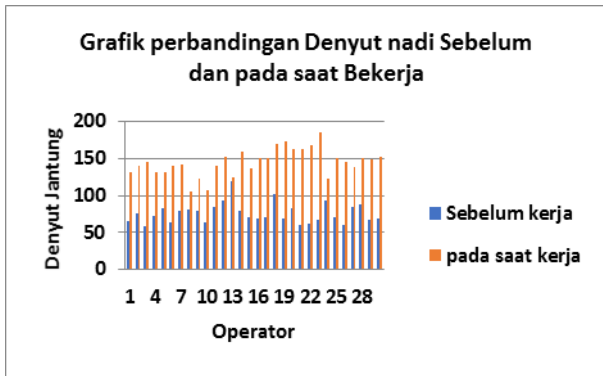
25	Sampel 24	52	160	45
26	Sampel 26	64	164	32
27	Sampel 27	65	167	37
28	Sampel 28	60	160	40
29	Sampel 29	48	140	35
30	Sampel 30	65	158	39

Data Fisiologi

Data denyut jantung yang diambil dari 30 orang operator dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. 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



Gambar 2. 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 dibawah ini :



Gambar 3. Operator akan mengangkat pupuk dalam truk



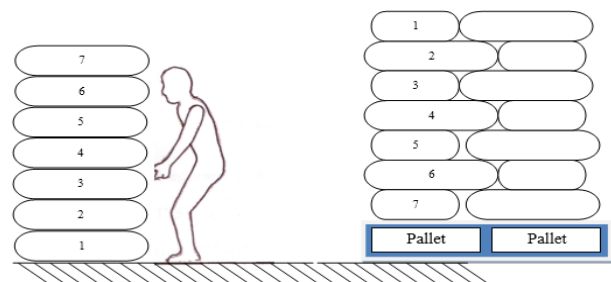
Gambar 4. Operator sedang mengangkat pupuk untuk diatur di dalam truk

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. Lihat gambar 4.2 berikut :



Gambar 5. Tampak atas posisi pekerja dan beban diatas pallet dalam bak truk



Gambar 6. Tampak samping Pupuk yang telah diangkat dan diatur di dalam bak truk

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/s^2). Nilai titik berat untuk body segment selengkapnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4. Titik Berat Body Segment

No	Operator	Berat badan (Kg)	W.trunk (N)	W.head (N)	W.arm (N)	W.beban (N)
1	Sampel 1	55	275	46,2	28,05	250
2	Sampel 2	47	235	39,48	23,97	250
3	Sampel 3	65	325	54,6	33,15	250
4	Sampel 4	75	375	63	38,25	250
5	Sampel 5	70	350	58,8	35,7	250
6	Sampel 6	75	375	63	38,25	250
7	Sampel 7	60	300	50,4	30,6	250
8	Sampel 8	66	330	55,44	33,66	250
9	Sampel 9	53	265	44,52	27,03	250
10	Sampel 10	60	300	50,4	30,6	250
11	Sampel 11	58	290	48,72	29,58	250
12	Sampel 12	60	300	50,4	30,6	250
13	Sampel 13	83	415	69,72	42,33	250
14	Sampel 14	50	250	42	25,5	250

15	Sampel 15	55	275	46,2	28,05	250
16	Sampel 16	66	330	55,44	33,66	250
17	Sampel 17	60	300	50,4	30,6	250
18	Sampel 18	56	280	47,04	28,56	250
19	Sampel 19	60	300	50,4	30,6	250
20	Sampel 20	50	250	42	25,5	250
21	Sampel 21	65	325	54,6	33,15	250
22	Sampel 22	75	375	63	38,25	250
23	Sampel 23	66	330	55,44	33,66	250
24	Sampel 24	70	350	58,8	35,7	250
25	Sampel 24	52	260	43,68	26,52	250
26	Sampel 26	64	320	53,76	32,64	250
27	Sampel 27	65	325	54,6	33,15	250
28	Sampel 28	62	310	52,08	31,62	250
29	Sampel 29	48	240	40,32	24,48	250
30	Sampel 30	65	325	54,6	33,15	250

Pengolahan Data
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.

Tabel 5. Data Variabel RWL berdasarkan sistem pengangkatan pupuk dari pallet ke truk

Bag	LC	HM	VM	DM	FM	AM	CM
No	(Kg)	(cm)	(cm)	(cm)	(detik)	(derajat)	
1	25	750	145	135	11,85	90°	Poor
2	25	750	125	95	11,85	90°	Poor
3	25	750	105	55	11,85	90°	Poor
4	25	750	85	15	11,85	90°	Poor
5	25	750	65	25	11,85	90°	Poor
6	25	750	45	65	11,85	90°	Poor
7	25	750	25	105	11,85	90°	Poor

Dari tabel diatas selanjutnya dapat dibuat rekap variabel data setelah dirubah ke faktor pengali.

Tabel 6. Nilai Variabel Nilai RWL setelah dirubah ke faktor pengali

Bag	LC	HM	VM	DM	FM	AM	CM
1	25	0,033	0,79	0,85	0,7	0,71	0,9
2	25	0,033	0,85	0,86	0,7	0,71	0,9
3	25	0,033	0,91	0,88	0,7	0,71	0,9
4	25	0,033	0,97	0,91	0,7	0,71	0,9
5	25	0,033	1,03	1,00	0,7	0,71	0,9
6	25	0,033	1,09	1,00	0,7	0,71	0,9
7	25	0,033	1,15	0,91	0,7	0,71	0,9

Dengan menggunakan persamaan 3.2
 $RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$

Maka diperoleh hasil *Recommended Weight Limit* sebagai berikut :

Tabel 7. 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 diangkut yakni sebesar 25 Kg. Jika hal ini tidak segera dilakukan perbaikan tentunya akan berbahaya bagi kesehatan pekerja.

Tabel 8. Kriteria dan kategori dalam pengangkatan karung pupuk

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

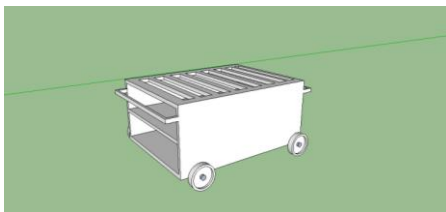
* posisi karung pupuk sudah dibawah pinggang operator

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. Trolis

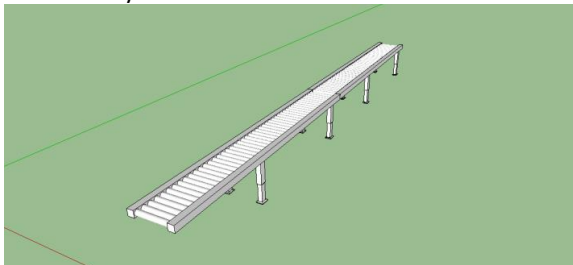
Trolis berfungsi untuk membantu pekerja dalam mengangkat pupuk, dengan adanya trolis ini, pekerja dapat memperpendek jarak Horizontal Multiplier (HM) dimana dalam pelaksanaan pengangkutan pupuk yang sebenarnya memiliki jarak lintasan maksimal untuk dipindahkan adalah sebesar 750 cm dengan rata-rata panjang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



Gambar 7. Rancangan alat bantu yang akan di gunakan untuk mengangkat beban pupuk

b. Conveyor

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



Gambar 8. Conveyor untuk alat bantu kerja operator muat pupuk

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 trolis dengan ketinggian 75cm dan tinggi pallet 15 cm.

Tabel 9. Data Variabel RWL berdasarkan sistem pengangkatan pupuk dari pallet ke truk

Bag No	LC (Kg)	HM (cm)	VM (cm)	DM (cm)	FM (detik)	AM (derajat)	CM
1	25	25	235	225	11,85	90°	Poor
2	25	25	195	165	11,85	90°	Poor
3	25	25	175	150	11,85	90°	Poor
4	25	25	155	85	11,85	90°	Poor
5	25	25	135	45	11,85	90°	Poor
6	25	25	115	5	11,85	90°	Poor
7	25	25	95	35	11,85	90°	Poor

Selanjutnya nilai-nilai variabel diatas dilakukan dengan langkah yang sama yakni harus dirubah terlebih dahulu berdasarkan nilai pengali (faktor) yang didapat dicari dengan persamaan 3.2 dan untuk variabel FM dan AM dapat dilihat pada daftar Lampiran 1 dan 2, berikut nilai yang telah dikonversikan.

Tabel 10. Data Pupuk setelah dirubah ke faktor pengali

No Bag	LC	HM	VM	DM	FM	AM	CM
1	25	1,0	0,520	0,84	0,7	0,71	0,9
2	25	1,0	0,850	0,85	0,7	0,71	0,9
3	25	1,0	0,910	0,85	0,7	0,71	0,9
4	25	1,0	0,970	0,87	0,7	0,71	0,9
5	25	1,0	1,030	0,92	0,7	0,71	0,9
6	25	1,0	1,090	0,90	0,7	0,71	0,9
7	25	1,0	1,150	0,95	0,7	0,71	0,9

Sumber : pengolahan data 2016

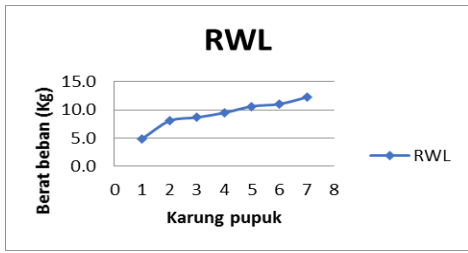
Perhitungan lengkap untuk hasil RWL keseluruhan pupuk 1 sampai dengan 7 dapat kita lihat pada tabel 4.6 berikut ini :

Tabel 11. 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 diatas 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.



Gambar 9. Grafik beban pengangkatan pupuk

Perhitungan Lifting Indeks (LI)

Nilai *Recommended Weight Limit* (RWL) yang diperoleh selanjutnya dapat kita gunakan untuk menghitung *Lifting Indeks* (LI)

Tabel 12. 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

Perhitungan hasil kuesioner nordic body map

Setelah mendapatkan hasil dari jawaban yang diperoleh pada saat penyebaran kuesioner dan dengan menggunakan persamaan 3.1 maka akan diperoleh hasil persentase keluhan sakit pada tiap-tiap bagian tubuh operator.

Tabel 13. Rekapitulasi Kuisioner Nordic Body Map

No	Lokasi	Tingkat Kesakitan				Peta Bagian Tubuh
		A	B	C	D	
0	Sakit / kaku pada leher atas	27	3			
1	Sakit pada leher bawah		23	7		
2	Sakit pada bahu kiri		20	10		
3	Sakit pada bahu kanan		20	10		
4	Sakit pada lengan atas kiri		7	23		
5	Sakit pada punggung		4	26		
6	Sakit pada lengan atas		7	23		
7	Sakit pada pinggang		28	2		

8	Sakit pada pantat (buttock)	30			
9	Sakit pada pantat (bottom)	30			
10	Sakit pada siku kiri	30			
11	Sakit pada siku kanan	30			
12	Sakit pada lengan bawah		19	11	
13	Sakit pada lengan bawah kanan		19	11	
14	Sakit pada pergelangan tangan kiri	27	3		
15	Sakit pada pergelangan tangan kanan	27	3		
16	Sakit pada tangan kiri			30	
17	Sakit pada tangan kanan			30	
18	Sakit pada paha kiri	24	6		
19	Sakit pada paha kanan	24	6		
20	Sakit pada lutut kiri	30			
21	Sakit pada lutut kanan	30			
22	Sakit pada betis kiri	26	4		
23	Sakit pada betis kanan	26	4		
24	Sakit pada pergelangan kaki kiri	30			
25	Sakit pada pergelangan kaki kanan	30			
26	Sakit pada kaki kiri	30			
27	Sakit pada kaki kanan	30			

Sumber : pengolahan data

Perhitungan persentase untuk kondisi tanpa keluhan sakit.

Tabel 14. Persentase pengolahan data kuesioner Nordic Body Map

No	Lokasi	Tingkat Kesakitan				Persentase			
		A	B	C	D	A	B	C	D
0	Sakit	27	3			90	10		
1	Sakit		23	7		76	23		
2	Sakit		20	10		66	33		
3	Sakit		20	10		66	33		
4	Sakit		7	23		23	76		

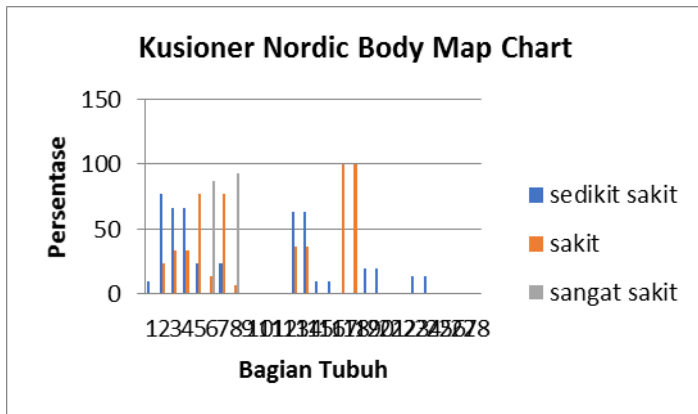
5	Sakit			4	26			0	13	86,
6	Sakit		7	23				23	76	
7	Sakit			2	28				6,	93,
8	Sakit	30						10		
9	Sakit	30						10		
10	Sakit	30						10		
11	Sakit	30						10		
12	Sakit		19	11				63	36	
13	Sakit		19	11				63	36	
14	Sakit	27	3					90	10	
15	Sakit	27	3					90	10	
16	Sakit			30					10	
17	Sakit			30					10	
18	Sakit	24	6					80	20	
19	Sakit	24	6					80	20	
20	Sakit	30						10		
21	Sakit	30						10		
22	Sakit	26	4					86	13	
23	Sakit	26	4					86	13	
24	Sakit	30						10		
25	Sakit	30						10		
26	Sakit	30						10		
27	Sakit	30						10		

Sumber : Pengolahan Data

8	Sampel 8	80,8	105,2	4,62	3,03	4,44	Light
9	Sampel 9	79,8	122,8	6,11	2,98	5,76	Moderate
10	Sampel 10	64	106,6	4,72	2,27	4,45	Light
11	Sampel 11	84,4	139,8	7,82	3,23	7,31	Moderate
12	Sampel 12	92,2	153	9,34	3,70	8,72	Heavy
13	Sampel 13	118,6	124	6,22	5,72	6,16	Moderate
14	Sampel 14	79	160	10,22	2,94	9,41	Heavy
15	Sampel 15	69,8	137,2	7,54	2,50	6,98	Moderate
16	Sampel 16	68,4	151,2	9,13	2,44	8,38	Heavy
17	Sampel 17	70,4	150	8,98	2,53	8,27	Heavy
18	Sampel 18	101,8	169,4	11,46	4,36	10,67	V. Heavy
19	Sampel 19	68,8	173	11,96	2,46	10,90	V.Heavy
20	Sampel 20	82,2	162	10,47	3,11	9,66	Heavy
21	Sampel 21	60,2	163,4	10,66	2,13	9,71	Heavy
22	Sampel 22	61,4	167,6	11,22	2,18	10,21	V. Heavy
23	Sampel 23	66,6	185	13,71	2,37	12,45	V. Heavy
24	Sampel 24	93,8	123	6,12	3,81	5,87	Moderate
25	Sampel 24	71	150,6	9,05	2,56	8,33	Heavy
26	Sampel 26	60,6	145	8,40	2,15	7,71	Veavy
27	Sampel 27	84,4	139	7,73	3,23	7,23	Moderate
28	Sampel 28	87,4	150,2	9,01	3,41	8,38	Heavy
29	Sampel 29	66,6	148,8	8,84	2,37	8,12	Heavy
30	Sampel 30	69	151,6	9,17	2,47	8,43	Heavy

Sumber : Pengolahan Data

Dari hasil pengolahan data diatas maka dapat kita lihat hasil perbandingan konsumsi energi sebelum dan sesudah operator melakukan pekerjaan bongkar muat pada grafik dibawah ini :



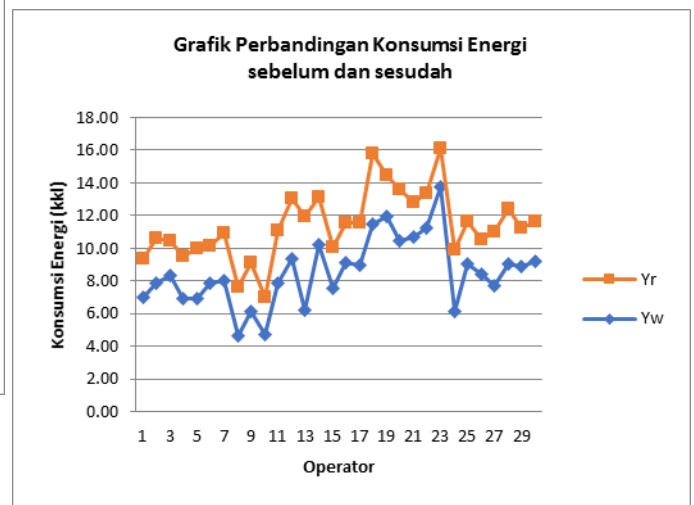
Gambar 10. Grafik Persentase Hasil Kusioner

Pengolahan data Fisiologi

Jumlah konsumsi energi untuk operator 2 dan seterusnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 15. Jumlah Konsumsi Energi dan Penggolongan Beban Kerja

NO	NAMA	Denyut Nadi		Yw	Yr	ER	Tingkat Energi Pekerjaan
		Sebelum bekerja	Setelah bekerja				
1	Sampel 1	66	132	7,00	2,35	6,48	Moderate
2	Sampel 2	74,8	140,2	7,87	2,73	7,29	Moderate
3	Sampel 3	58,4	144,6	8,36	2,08	7,66	Heavy
4	Sampel 4	71,8	131,4	6,94	2,59	6,46	Moderate
5	Sampel 5	81,8	131,2	6,92	3,09	6,49	Moderate
6	Sampel 6	64,2	139,8	7,82	2,28	7,21	Moderate
7	Sampel 7	78,8	141,2	7,98	2,93	7,41	Moderate



Gambar 11. Grafik perbandingan konsumsi energi sebelum dan sesudah bekerja

Perhitungan Waktu Istirahat.

Dari hasil pengolahan terhadap jumlah konsumsi yang dibutuhkan oleh seorang operator, Rekapitulasi perhitungan waktu istirahat untuk 30 orang operator dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 16. Rekapitulasi waktu istirahat yang dibutuhkan untuk masing-masing 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

Perhitungan Momen Gaya yang Terjadi pada L5/S1

Momen gaya yang bekerja pada L5/S1 untuk semua operator dapat dilihat pada tabel berikut dibawah ini :

Tabel 17. 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.

Besarnya nilai momen gaya yang bekerja pada L5/S1 untuk masing-masing operator dipengaruhi oleh postur kerja yang dinamis, dimana operator harus membungkuk dan harus berjalan untuk membawa beban untuk di susun di dalam truk. 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.

Hasil Perhitungan *Recommended Wight Limit* (RWL) Faktual menunjukkan bahwa beban rata-rata yang dapat diangkat oleh operator adalah sebesar 0,33 Kg, hasil ini sesuai dengan kondisi kerja yang dilakukan sebelum dilakukan perbaikan. 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 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

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.

6 Daftar Pustaka

- [1] Achiraenawati, Erri.2004. *Analisis Aspek Ergonomic pada pemindahan material secara manual*

berdasarkan NIOSH formula sebagai upaya keamanan dan keselamatan kerja. penerbit Fakultas Teknik Universitas Islam. 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] Kuswana, S.W, 2016. *Ergonomi dan Kesehatan dan Keselamatan Kerja.* Edisi ke-2.Rosdakarya Bandung.
- [4] Nurmiyanto, Eko.1998 *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Penerbit Guna Widya. Jakarta.
- [5] National Institute Occupational Health and Safety, Calculating Recommended Weight Limit. www.ccoosh.ca/inguiris_form.html.
- [6] Prasetyo Hendro, Jurnal Penelitian, Program Studi Teknik Mesin dan Teknik Industri Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara, 2010.
- [7] Satalaksana, Z Iftikar.Anggawisastra, R, Tjakraatmaja, J.H.1979*Teknik Tata Cara Kerja.* Penerbit Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Bandung.
- [8] Simanjuntak, A.R. 2011.*Penilaian Resiko Manual Handling dengan Metode Indikator Kunci dan Penentuan Klasifikasi Beban Kerja dengan Penentuan Cardiovascular Load.*Penerbit Jurusan Teknik Industri Institut Sains dan Teknologi AKPRIND Yogyakarta.
- [9] Tarwaka. 2006. *Ergonomi untuk Kesehatan dan Keselamatan Kerja.* Penerbit Institut Teknologi Bandung.
- [10] Veronica. 2001. *Laporan Resmi Praktikum Ergonomi.* Penerbit Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- [11] Zeki,Muhammad. 2007. *Penentuan Batas Angkat Pupuk yang aman pada Bagian Pengantongan di PT.Pupuk Iskandar Muda*, Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe.

