

## Identifikasi Risiko Kerja pada Lini Produksi *Palleting Small Packaging Size 600 ml* di PT. Tirta Investama-Subang Plant

**Muhammad Ridha Rausan Fiqri, Yan Orgianus, Eri Achiraeniwati<sup>3</sup>**

Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

\*panjilifianto@gmail.com

**Abstract.** Manual lifting work carried out repeatedly in a long time will pose work risks for workers. PT Tirta Investama Subang-Plant is a company engaged in the production of bottled drinking water (AMDK) in Indonesia. The company is still carrying out the process of lifting loads manually in the form of lifting and transferring 600 ml cartons carried out by the operator continuously for 30 minutes on the palleting production line. The identification results obtained from the nordic body map questionnaire against complaints that were felt in the operator's body part in the pain category. The results of work risk estimation using the biomechanics method of the lower back static model at point L5 / S1 on lifting and transfer activities with compression (Fcompression) results are 4,563 N to 20,192 N which exceeds 3,400 N safe criteria and shear force (Fshear) results up to 760 N exceeds 500 N.

**Keywords :** Nordic body map, manual handling, biomechanics

**Abstrak.** Pekerjaan pengangkatan beban secara manual yang dilakukan secara berulang-ulang dalam jangka waktu yang lama akan menimbulkan risiko kerja untuk pekerja. PT Tirta Investama Subang-Plant merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi air minum dalam kemasan (AMDK) di Indonesia. Perusahaan ini masih melakukan proses angkat angkut beban secara manual berupa aktivitas pengangkatan dan pemindahan dus ukuran 600 ml yang dilakukan oleh operator secara terus menerus selama 30 menit pada lini produksi palleting. Hasil identifikasi yang diperoleh dari kuesioner nordic body map terhadap keluhan yang dirasakan pada bagian tubuh operator dalam kategori sakit. Hasil estimasi risiko kerja dengan metode biomekanika model statis punggung bawah pada titik L5/S1 pada aktivitas pengangkatan dan pemindahan didapatkan pekerjaan tersebut berisiko menimbulkan kecelakaan kerja bagi operator. Hasil perhitungan gaya tekan (Fcompression) memperoleh hasil 4.563 N hingga 20.192 N yang melebihi kriteria aman 3.400 N dan gaya geser (Fshear) memperoleh hasil hingga 760 N melebihi 500 N.

**Kata Kunci :** Nordic Body Map, pengangkatan manual, biomekanika

## 1. Pendahuluan

Pemindahan barang secara manual yang dilakukan di PT. Tirta Investama–Subang Plant yang memproduksi air minum dalam kemasan untuk ukuran Small Packaging Size (SPS) 600 ml pada bagian *palleting*. Jumlah pekerja laki-laki pada area produksi SPS ada 62 orang yang terbagi pada beberapa bagian, yaitu bagian pelaksana, operator, teknisi, supervisor, dan manager, pada area produksi *palleting* ada 9 orang operator yang bekerja dalam tiga shift, setiap shift terdiri dari 3 orang. Kondisi saat ini ditemukan pekerjaan pengangkatan dus SPS 600 ml dilakukan dengan cara berdiri pada saat melakukan pengambilan dus dari *conveyor*, kemudian operator melakukan gerakan membungkuk pada saat menyimpan dus ke atas pallet sesuai dengan jumlah tumpukan yang dilakukan secara berulang dan terus menerus. Pengangkatan pada satu shift sebanyak 140 pallet dimana dalam 1 kali aktivitas *palleting* memuat 60 dus yang disusun menjadi 6 tumpukan ke atas, pada setiap tumpukan ada 10 dus yang disusun dengan berat setiap dus 15 kg, dilakukan dengan cara bergantian. Berdasarkan hasil wawancara awal dengan 9 operator pengangkatan dus mereka mengeluh adanya rasa cepat lelah, pegal pada bagian pinggang, tulang belakang, dan nyeri otot walaupun ada kebijakan perusahaan untuk bekerja selama 30 menit dan waktu istirahat 15 menit.

Kondisi tersebut akan menimbulkan risiko kecelakaan kerja bagi para operator. Metode yang digunakan untuk mengestimasi risiko kerja menggunakan metode statis dengan model punggung bawah mengenai L5/S1 (Lumbar 5 (L5) / Sacrum 1 (S1)). Penelitian serupa mengenai pengangkatan beban secara manual, untuk mengestimasi risiko kerja menggunakan metode pendekatan Ergonomi Partisipatif adalah solusi perbaikan sistem kerja yang disepakati diimplementasikan adalah pemberian materi K3, pembuatan SOP Keselamatan Kerja, dan peningkatan *Job Control* (Manurung, E.D dan Wahyuni, D, 2018). Penelitian serupa dengan metode *Multitask Job Analysis* dan Fisiologi. Hasil penelitian didapatkan bahwa dari ketiga pekerja yang di ukur diperoleh nilai CLI yaitu 13,611, 16,182, dan 15,140 sehingga  $CLI > 1$  maka beban kerja fisik yang diterima pekerjaan sangat tinggi dan tidak direkomendasikan, serta dapat beresiko cidera seperti *Cumulative Trauma Disorder* (CTD) dan *osteoarthritis*. Hasil dari aspek fisiologi didapatkan bahwa EE dari ketiga pekerja sebesar 5,63 Kkal/menit, 5,81 Kkal/menit dan 5,63 Kkal/menit nilai tersebut masuk dalam kategori pekerjaan yang berat, sehingga dari kedua aspek semuanya bahwa pekerjaan tersebut dapat memberikan beban fisik yang tinggi dan berisiko (Pratiwi, O.I.D dan Muslimah, E, 2016). Tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah untuk mengetahui risiko kerja pada operator *palleting small packaging size*. Kegiatan pengangkatan dus pada Gambar 1.



**Gambar 1** Kegiatan Pengangkatan Dus Dari Conveyor Ke Atas Pallet

Sumber : PT. Tirta Investama-Subang Plant (2020)

## 2. LANDASAN TEORI

Ergonomi adalah disiplin ilmu yang mengoptimalkan manusia dan kinerja sistem secara keseluruhan yang berkaitan dengan pemahaman interaksi diantara manusia dan elemen lain dari suatu sistem, profesi itu berlaku teori, prinsip, data dan metode (Berlin. J, Adams. C, 2017). Dalam konteks perancangan, Ergonomi memiliki banyak elemen-elemen lain yang digunakan untuk mengoptimalkan sistem agar sesuai dengan kebutuhan, kelemahan, dan keterampilan manusia dalam suatu sistem, profesi yang mempraktikkan teori, prinsip, data, dan metode.

### Musculoskeletal Disorders

Kegiatan penanganan material yang dilakukan secara manual dan tidak tepat dapat menyebabkan kerugian hingga kecelakaan pada karyawan saat bekerja dan mengakibatkan keluhan *musculoskeletal disorders*. Keluhan *musculoskeletal disorders* dapat dikeluhkan dengan rasa nyeri mulai dari sangat ringan hingga sangat sakit pada bagian otot rangka skeletal. Penyebab keluhan kerusakan pada sendi, ligamen, dan tendon yaitu karena otot yang menerima beban statis secara berulang dan dalam jangka waktu yang lama (Prawira. M. A, Yanti. N. P. N, Kurniawan. E, dan Artha. P. W, 2017).

### Manual Material Handling

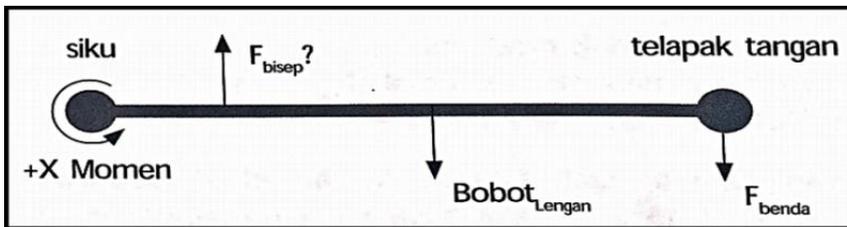
*Manual material handling* adalah kegiatan memindahkan beban oleh tubuh manusia yang dilakukan secara manual dalam rentang waktu tertentu. Penanganan cedera *manual material handling* dapat terjadi dimana saja pada saat orang bekerja di pertanian, situs bangunan, pabrik, kantor, gudang, rumah sakit, bank, laboratorium, dan saat melakukan pengiriman. Katagori *manual handling* terbagi menjadi lima yaitu (Suhardi, 2008) :

1. Mengangkat/Menurunkan (*Lifting/Lowering*)
2. Mendorong/Menarik (*Push/Pull*)
3. Memutar (*Twisting*)
4. Membawa (*Carrying*)
5. Menahan (*Holding*)

**Biomekanika**

Biomekanika adalah ilmu yang menjelaskan gerakan pada bagian tubuh (kinematik) dan memahami efek gaya dan momen yang terjadi pada tubuh (kinetik) dengan berlandaskan pada hukum-hukum fisika dan mekanika teknik. Biomekanika kerja adalah salah satu subdisiplin ilmu biomekanika yang mempelajari tentang interaksi fisik antara pekerja dan peralatan, mesin, dan material untuk meminimalkan risiko gangguan pada sistem otot rangka yang terkait dengan pekerjaan (Iridiastadi..H, Yassierli, 2017). Model-model biomekanika, biomekanika terbagi menjadi 2 model yaitu, model statis dan model dinamis. Model statis digunakan untuk menentukan kekuatan otot bicep yang menahan berat beban dan berat tangan bagian bawah. Gambar model statis pada Gambar 2.

**a. Model Siku Tangan**



**Gambar 2** Analisis Tangan Siku Dalam Menahan Sebuah Beban

Sumber : Iridiastadi dan Yassierli (2017)

Model siku tangan diperlukan untuk mengetahui apakah pekerjaan tersebut aman dilakukan atau tidak. Pemodelan biomekanika dapat dilakukan tanpa perlu melakukan uji coba secara riil/nyata. Model statis dari siku hingga pergelangan tangan dengan fokus analisis hanya satu lengan-tangan. Besarnya gaya pada otot biceps dan momen yang terjadi pada sendi siku merupakan respons internal tubuh terhadap pekerjaan. Model siku tangan dalam kondisi statis maka resultan momen yang timbul akibat gaya eksternal (momen eksternal) terkompensasi oleh kerja otot (momen internal). Adapun formulasi untuk model siku tangan dalam kondisi statis yaitu:

$$\sum Msiku = 0 = Msiku + \bar{M}_siku$$

Dengan:

$$Msiku = \bar{M}_siku$$

Perhitungan momen eksternal berdasarkan gaya eksternal.

$$Msiku = M_A + M_B = (F_A \times d) + (F_B \times d) \dots \dots \dots (B.1)$$

Perhitungan momen internal berdasarkan gaya internal

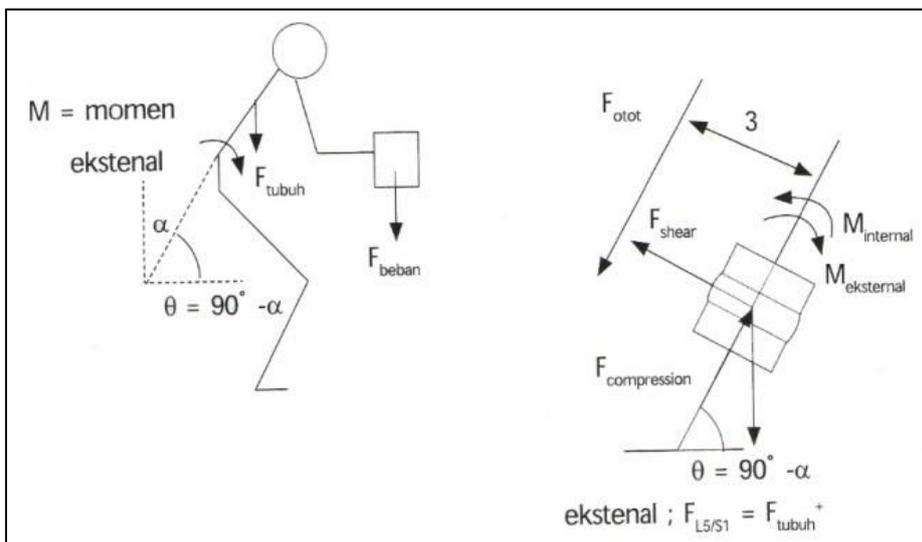
$$\bar{M}_siku = - Msiku \dots \dots \dots (B.2)$$

### Model Punggung Bawah

Permodelan biomekanika diperlukan untuk mengevaluasi suatu rencana pekerjaan sebelum pekerjaan tersebut diujicobakan. Dalam kasus pengangkatan benda atau material, dibutuhkan suatu model yang lebih menggambarkan keseluruhan tubuh, model yang dapat digunakan yaitu model punggung bawah secara sederhana (statis dalam 2-Dimensi) yang menampilkan seseorang sedang melakukan pengangkatan suatu benda. Terdapat beberapa parameter dan gaya yang harus dipertimbangkan, yaitu:

- Beban bagian tubuh diatas pinggang.
- Beban pada tangan sesuai benda yang diangkat.
- Gaya otot punggung.
- Momen pada titik tulang belakang.
- Gaya pada titik tulang belakang, terdiri atas gaya tekan gaya geser.
- Tekanan intra-abdominal (namun diabaikan untuk memudahkan)

Ruas L5/S1 (ruas sendi antara *lumbar* ke-5 dan *sacrum* ke-1) adalah momen yang diukur pada tubuh bagian tulang belakang. Ruas ini dipilih karena menjadi bagian tubuh yang paling kritis saat mendapatkan beban sangat tinggi pada saat proses pengangkatan dengan posisi umum membungkuk. Kriteria dapat dikatakan aman dalam suatu aktivitas bergantung pada besar tidaknya gaya tekan dan gaya geser yang ditimbulkan pada tulang bagian belakang, ada 2 kriteria pengangkatan menurut para ahli, yaitu  $F_{compression} < 3.400 \text{ N}$  dan  $F_{shear} < 500 \text{ N}$ . Jika salah satu dari 2 kriteria tersebut tidak terpenuhi maka pekerjaan yang dilakukan dapat dikatakan berisiko. Gambar model statis pada Gambar 3.



**Gambar 3** Diagram Benda Bebas Aktivitas Pengangkatan Beban

Sumber : Iridiastadi dan Yassierli (2017)

Formulasi untuk menghitung beban yang dihasilkan dari proses pengangkatan dengan biomekanika yaitu:

- b. Menghitung besaran momen menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\sum M_{L5/S1} = 0 = M_{L5/S1} + \bar{M}_{L5/S1}$$

Dengan:

$$M_{L5/S1} = -\bar{M}_{L5/S1}$$

$$M_{L5/S1} = (-M_{\text{tubuh}}) + (-M_{\text{beban}}) \dots \dots \dots (B.3)$$

- c. Menghitung momen kerja otot menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\bar{M}_{L5/S1} = F_{\text{otot}} \times d \dots \dots \dots (B.4)$$

- d. Menghitung gaya tekan ( $F_{\text{compression}}$ ) menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$F_{\text{compression}} = F_{\text{tubuh}} \sin \phi + F_{\text{beban}} \sin \phi + F_{\text{otot}} \dots \dots \dots (B.5)$$

- e. Menghitung gaya geser ( $F_{\text{shear}}$ ) menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$F_{\text{shear}} = F_{\text{tubuh}} \cos \phi + F_{\text{beban}} \cos \phi \dots \dots \dots (B.6)$$

### 3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

PT. Tirta Investama-Subang Plant memiliki permasalahan dalam salah satu kegiatan produksi yang masih dilakukan secara manual, salah satu permasalahan yang ada di perusahaan ini adalah pada bagian pengangkatan dan pemindahan dus SPS 600 ml dari atas konveyor ke pallet. Permasalahan ini terjadi karena operator mengangkat beban secara berulang-ulang dan terus menerus dengan gerakan badan membungkuk pada saat akan menyimpan beban. Adanya tekanan dan penggunaan otot berlebih pada posisi kerja yang salah yang dilakukan secara terus menerus tanpa istirahat yang cukup akan menimbulkan dampak peradangan pada tendon, ligamen dan sendi (Iridiastadi dan Yassierli, 2016). Perhitungan penilaian risiko kerja dilakukan pada operator *palleting small packaging size 600 ml*.



**Gambar 4** Pemindahan Beban 3 Tumpukan 1 Operator 3

Sumber : PT. Tirta Investama-Subang Plant (2020)

Berikut ini adalah data untuk perhitungan biomekanika model punggung bawah pada titik L5/S1 dapat dilihat pada Tabel 1

**Tabel 1** Data Perhitungan Biomekanika Beban 3 Tumpukan 1

Beban Ke-	O	T	BB (Kg)	B (m)	H (m)	Bbeban (Kg)	G	Derajat°	SIN	COS
3	3	1	65	0.65	0.84	15	10	19	0.33	0.34

Dengan :

O = Operator

T = Tumpukan

BB = Berat Badan (Kg)

B = Jarak antara titik pusat masa badan terhadap L5/S1 (m)

H = Jarak antara pusat beban terhadap L5/S1 (m)

Bbeban = Bobot beban (Kg)

G = Gravitasi

D = Sudut

Pengukuran risiko kerja dengan metode Biomekanika dilakukan melalui 3 tahap. Tahap ke-1 adalah perhitungan momen eksternal, tahap ke-2 adalah perhitungan momen internal dan tahap ke-3 perhitungan gaya tekan dan gaya geser menggunakan Persamaan B.3 – Persamaan B.6. Momen eksternal dihitung akibat adanya beban di tangan yang harus diangkat dan massa tubuh bagian atas pekerja yang harus ditahan, berikut adalah perhitungan untuk mencari momen eksternal pada operator 3 memindahkan beban 3 tumpukan ke-1.

$$\begin{aligned}\sum M_{L5/S1} &= 0 = M_{L5/S1} + \bar{M}_{L5/S1} \\ M_{L5/S1} &= -\bar{M}_{L5/S1} \\ M_{L5/S1} &= M_{tubuh} + M_{beban} \\ M_{L5/S1} &= ((BB \times g \times B) + (B_{beban} \times g \times H)) \\ M_{L5/S1} &= (-65N \times 10 \times 0,65m) + (-15 \times 10 \times 0,84m) \\ M_{L5/S1} &= -548,50 Nm \text{ (atau } 548,50 Nm \text{ searah jarum jam)} \\ M_{L5/S1} &= -\bar{M}_{L5/S1} \\ \bar{M}_{L5/S1} &= 548,50 Nm\end{aligned}$$

Momen internal yang terjadi sebagai respons adanya momen eksternal disebabkan adanya kerja otot punggung. Diasumsikan, jarak antara otot punggung dan tulang belakang sekitar 3 cm (Iridiastadi dan Yassierli, 2017).

$$\begin{aligned}\bar{M}_{L5/S1} &= M_{L5/S1} \\ \bar{M}_{L5/S1} &= F_{otot} \times d \\ 548,50 Nm &= F_{otot} \times d = F_{otot} \times 0,03m \\ F_{otot} &= \frac{548,50}{0,03} = 18.283,33 N \text{ (ke atas)}\end{aligned}$$

Kerja otot tersebut mengakibatkan adanya gaya tekan ( $F_{compression}$ ) dan gaya geser ( $F_{shear}$ ) pada ruas L5/S1. Kedua gaya tersebut dapat dihitung mengacu pada Gambar 4, dengan dua Persamaan (B.5 dan B.6) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}F_{compression} &= F_{tubuh} \sin \theta + F_{beban} \sin \theta + F_{otot} \\ F_{compression} &= (m_{tubuh} \times g) \sin 19^0 + (m_{beban} \times g) \sin 19^0 + 18.283,33 N \\ F_{compression} &= (65 \times 10) \sin 19^0 + (15 \times 10) \sin 19^0 + 18.283,33 N \\ F_{compression} &= 18.547,33 N \\ F_{shear} &= F_{tubuh} \cos \theta + F_{beban} \cos \theta \\ F_{shear} &= (m_{tubuh} \times g) \cos 19^0 + (m_{beban} \times g) \cos 19^0 \\ F_{shear} &= (65 \times 10) \cos 19^0 + (15 \times 10) \cos 19^0 \\ F_{shear} &= 760 N\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan gaya tekan ( $F_{compression}$ ) pada ruas L5/S1 diperoleh nilai 18.547,33 N sedangkan gaya geser ( $F_{shear}$ ) pada ruas L5/S1 diperoleh nilai 760 N. Pekerjaan pengangkatan dan pemindahan dianggap aman jika gaya tekan ( $F_{compression}$ ) < 3.400 N dan gaya geser ( $F_{shear}$ ) < 500 N. Pekerjaan yang dilakukan oleh operator 3 pada beban 3 tumpukan ke-1 dapat dikatakan berisiko karena gaya tekan ( $F_{compression}$ ) melebihi 3.400 N dan gaya geser ( $F_{shear}$ ) melebihi 500 N (Iridiastadi. H, Yassierli. 2017). Rekapitulasi hasil perhitungan Biomekanika pada titik L5/S1 (Lumbar 5/Sacrum 1) pengangkutan dan pemindahan beban dari atas konveyor ke palet yang ditunjukkan pada Tabel 2 dan 3.

**Tabel 2** Rekapitulasi Perhitungan Biomekanika Pemindahan

BEBAN Ke -	T	O	Fotot (N)	Fc (N)	Fs (N)	Keterangan
3	1	3	7.166,67	7.934,67	232	Berisiko

**Tabel 3** Rekapitulasi Perhitungan Biomekanika Pemindahan

BEBAN Ke -	T	O	Fotot (N)	Fc (N)	Fs (N)	Keterangan
1	1	2	12.390	12.694,2	717,6	Berisiko
2	1	2	11.460	11.865,6	670,8	Berisiko
3	1	3	18.283,3	18.547,3	760	Berisiko
4	1	3	19.300	19.564	760	Berisiko

**Lanjutan Tabel 3** Rekapitulasi Perhitungan Biomekanika Pemindahan

BEBAN Ke -	T	O	Fotot (N)	Fc (N)	Fs (N)	Keterangan
5	1	4	17.976,7	18.557,7	581	Berisiko
6	1	1	9650	10.124,5	442	Berisiko
7	1	1	8933,33	9.342,83	507	Berisiko
8	1	1	10.100	10.444,5	552,5	Berisiko
9	1	4	17.473,3	17.971,3	664	Berisiko
10	1	4	18.410	18.908	664	Berisiko

11	2	2	10.340	10.925	507	Berisiko
12	2	2	10.500	11.077,2	522,6	Berisiko
13	2	3	15.400	15.960	560	Berisiko
14	2	3	16.616,7	17.128,7	616	Berisiko
15	2	3	19.600	20.192	536	Berisiko
16	2	1	8.716,67	9.243,17	383,5	Berisiko
17	2	1	8.550	9.031	435,5	Berisiko
18	2	1	10.650	11.163,5	403	Berisiko
19	2	6	10.050	10.563,5	403	Berisiko
20	2	6	12.933,3	13.472,8	364	Berisiko
21	3	2	11.420	12.090,8	405,6	Berisiko
22	3	2	14.810	15.519,8	327,6	Berisiko
23	3	3	11.683,3	12.363,3	424	Berisiko
24	3	3	11.350	12.078	336	Berisiko
25	3	3	11.833,3	12.521,3	416	Berisiko
26	3	1	77.66,67	8.403,67	110,5	Berisiko
27	3	1	8.516,67	9.153,67	110,5	Berisiko
28	3	1	9.383,33	10.000,8	214,5	Berisiko
29	3	6	6.383,33	7.020,33	110,5	Berisiko
30	3	6	5.866,67	6.497,17	169	Berisiko
31	4	2	12.916,4	13.535,6	282,83	Berisiko
32	4	2	12.965,4	13.699,2	214,03	Berisiko
33	4	6	8.575	9.205,63	101,92	Berisiko
34	4	6	5.912,67	6.549,67	0	Berisiko

Lanjutan Tabel 3 Rekapitulasi Perhitungan Biomekanika Pemandahan

<b>BEBAN Ke -</b>	<b>T</b>	<b>O</b>	<b>Fotot (N)</b>	<b>Fc (N)</b>	<b>Fs (N)</b>	<b>Keterangan</b>
35	4	6	6.027	6.651,26	108,29	Berisiko
36	4	1	9.391,67	10.022,3	89,18	Berisiko
37	4	1	9.212	9.842,63	31,85	Berisiko
38	4	1	8.575	9.205,63	31,85	Berisiko
39	4	6	6.141,33	6.771,96	76,44	Berisiko
40	4	6	6.370	7.000,63	44,59	Berisiko
41	5	2	12.910	13.651	257,4	Berisiko
42	5	2	12.700	13.456,6	171,6	Berisiko
43	5	6	7.300	7.943,5	32,5	Berisiko
44	5	6	6.683,33	7.326,83	0	Berisiko
45	5	5	9.683,33	10.376,3	112	Berisiko
46	5	1	8.000	8.643,5	19,5	Berisiko
47	5	1	8.150	8.800	0	Berisiko
48	5	6	7.066,67	7.170,67	0	Berisiko
49	5	6	5.483,33	6.126,83	0	Berisiko
50	5	6	6.550	7.193,5	0	Berisiko
51	6	2	6.120	6.892,20	23,40	Berisiko
52	6	2	5.983,33	6.755,53	23,40	Berisiko
53	6	6	5.173,33	5.816,83	0	Berisiko
54	6	6	5.120	5.763,50	0	Berisiko
55	6	6	3.920	4.563,50	0	Berisiko
56	6	1	7.150	7.793,50	0	Berisiko
57	6	1	7.000	7.643,50	0	Berisiko
58	6	1	5.850.	6.493,50	0	Berisiko

59	6	6	5.816,67	6.460,17	0	Berisiko
60	6	6	5.316,67	5.953,67	0	Berisiko

Berdasarkan hasil perhitungan model punggung bawah menunjukkan bahwa gaya tekan ( $F_{compression}$ ) dan gaya geser ( $F_{shear}$ ) tidak memenuhi kriteria aman, karena dari ke-60 beban menunjukkan hasil yang bervariasi, jika salah satu kriteria tidak terpenuhi maka pekerjaan yang dilakukan oleh operator dianggap berisiko. Pada tumpukan ke-2 pekerjaan memindahkan beban ke-15 yang dikerjakan oleh operator 3 gaya tekan memiliki nilai di atas kriteria aman yang paling besar  $F_{compression} < 3.400$  N yaitu  $F_{compression}$  20.192 N karena dipengaruhi oleh posisi tubuh operator saat mengangkat beban yang kurang baik. Pada tumpukan ke-5 beban ke-48 yang dikerjakan oleh operator 6 gaya geser memiliki nilai paling kecil,  $F_{shear} < 500$  N yaitu 0 N karena dipengaruhi oleh posisi tubuh operator tegak dan tidak membungkuk saat mengangkat beban, meskipun gaya geser menunjukan nilai 0 (tidak berisiko) pekerjaan tetap dinyatakan berisiko karena gaya tekan yang dihasilkan adalah 7.170,67 N, maka pemindahan dikatakan berisiko. Upaya untuk meminimasi risiko kerja diperlukan prosedur pengangkatan secara manual dan perancangan fasilitas kerja untuk proses pemindahan dus dari conveyor ke pallet.

#### 4. Kesimpulan

1. Berdasarkan dari keluhan yang dirasakan oleh operator pengangkatan beban ini terjadi karena operator mengangkat beban secara berulang-ulang dan terus menerus dengan gerakan badan membungkuk pada saat akan menyimpan beban.
2. Berdasarkan hasil perhitungan Biomekanika dilihat dari gaya tekan ( $F_{compression}$ ) dan gaya geser ( $F_{shear}$ ) lebih besar dari 3.400 N dan 500 N hal ini dipengaruhi oleh jarak antara titik pusat masa badan terhadap L5/S1, jarak antara titik pusat masa beban terhadap L5/S1 dan sudut yang dibentuk oleh posisi tubuh operator.
3. Upaya untuk meminimasi risiko kerja berupa perancangan fasilitas kerja baru untuk memindahkan dus SPS 600 ml dari conveyor ke palet serta adanya prosedur pengangkatan secara manual

#### Daftar Pustaka

- [1] Berlin, C., Adam, C., 2017. Production Ergonomics, Designing Work System To Support Optimal Human Performance. London: Ubiquity Press London.
- [2] Iridiastadi, H., Yassierli., 2017. Ergonomi Suatu Pengantar. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- [3] Manurung, E. D, Wahyuni, D., 2018. Perbaikan Sistem Kerja Stasiun Pengangkutan Di Perusahaan Air Minum Dalam Kemasan Dengan Pendekatan Ergonomi Partisipatif. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- [4] Pratiwi, O.I.D dan Muslimah, E., 2016. Evaluasi Manual Material Handling (Mmh) Di Gudang Bulog Ngabeyan Surakarta Menggunakan Metode Multitask Job Analysis Dan Fisiologi. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta
- [5] Prawira, M. A., Yanti, N. P. N., Kurniawan, E., dan Artha, P. W., 2017. Faktor Yang Berhubungan Terhadap Keluhan Muskuloskeletal Pada Mahasiswa Universitas Udayana Tahun 2016. Vol 1. No 2. Universitas Udayana. Bali.
- [6] Suhardi., 2008. Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi Industri. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

