

**PERANCANGAN ALAT MATERIAL HANDLING DENGAN MENGGUNAKAN  
PENDEKATAN BIOMEKANIKA DAN POSTUR KERJA PADA BAGIAN  
PENGEPAKAN PUPUK  
DI CV. BUKITRAYA LAENDRYS BUKITTINGGI**

**Zayyinul Hayati Zen**

Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Riau  
Jl. Tuanku Tambusai, Pekanbaru.  
e-mail : eza\_ab@yahoo.com

**Abstrak**

*CV. Bukitraya Laendrys merupakan perusahaan manufaktur usaha menengah yang memproduksi kapur pertanian (kaptan) dan pupuk organik. Hampir seluruh kegiatan dilakukan secara manual. Fokus penelitian akan lebih ditujukan pada stasiun pengepakan. Ditemukan bahwa para operator bekerja memindahkan produk kapur pertanian dengan cara mengangkat secara manual sehingga dapat menimbulkan rasa lelah (fatigue) yang berlebihan dan keluhan muskuloskeletal. Pendekatan yang digunakan untuk memperbaiki metode kerja untuk mendeteksi keluhan muskuloskeletal dipakai Standard Nordic Questionnaire (SNQ), sedangkan untuk menilai postur kerja digunakan metode Quick Exposure Check (QEC). Hasil penilaian untuk kondisi aktual dari metode yang ada dianalisis berdasarkan keluhan muskuloskeletal yang terjadi. Kemudian dilakukan penilaian antropometri operator dan penilaian biomekanika operator. Gambaran kondisi aktual yang diperoleh dianalisis dan dievaluasi sehingga dapat menghasilkan rancangan alat material handling yang ergonomis. Rancangan berupa trolley berdasarkan prinsip antropometri dengan melibatkan tiga dimensi tubuh yaitu Tinggi Siku Berdiri (TSB), Lebar Bahu (LB) dan Diameter Genggaman (DG). Ketiga dimensi tubuh tersebut menghasilkan sebuah rancangan trolley yang nyaman dan ergonomis digunakan oleh operator dalam aktivitas pemindahan produk dari stasiun pengepakan ke gudang.*

**Kata Kunci :** *Biomekanika, Keluhan Muskuloskeletal, Quick Exposure Check, Standard Nordic Questionnaire,*

## **1. PENDAHULUAN**

CV. Bukitraya Laendrys merupakan salah satu perusahaan manufaktur usaha menengah memproduksi kapur pertanian (kaptan) merk BIOTAN, kapur tohor (quick limes), pupuk dolomite, agrodolomite, kieserite, dan pupuk organik. Dalam proses produksinya, hampir seluruh kegiatan dilakukan secara manual, salah satunya kegiatan pengangkatan yang dilakukan untuk memindahkan produk dari stasiun pengepakan ke gudang produk jadi. Kegiatan manual dengan sikap kerja yang tidak benar dan berlebihan dapat menyebabkan kelelahan bagi operator, selain itu fasilitas kerja yang ada juga kurang memadai sehingga dapat menyebabkan sikap kerja yang tidak benar pada operator saat melakukan kegiatannya, serta menimbulkan postur kerja yang tidak alamiah yang hasilnya menyebabkan keluhan sampai dengan cedera otot bagi operator.

Berdasarkan pengamatan langsung pada proses produksi CV. Bukitraya Laendrys, operator merasakan keluhan muskuloskeletal, berasal dari kegiatan yang tidak ergonomis dan dari kondisi lingkungan kerja di lantai produksi. Khusus pada stasiun pengepakan telah ditemukan bahwa para operator bekerja memindahkan produk kapur pertanian dengan cara mengangkat secara manual sehingga cara kerja ini dapat menimbulkan rasa lelah (*fatigue*) yang berlebihan. Dari kuisioner yang dibagikan kepada 6 orang operator di stasiun pengepakan dan pemindahan produk didapat bahwa operator mengalami sakit pada bahu kiri dan kanan, lengan atas dan bawah, leher, dan punggung belakang. Hal itu disebabkan karena tidak tersedianya fasilitas kerja untuk memudahkan operator di dalam melakukan pekerjaannya. Operator sering melakukan gerakan relaksasi yaitu gerakan untuk perenggangan otot agar dapat menghilangkan rasa lelah. Jika keluhan muskuloskeletal disorders terjadi terus menerus akan mengakibatkan kondisi tubuh yang melemah.

Ini pastinya akan berdampak kepada kinerja operator yang berakibat menurunnya hasil produksi perusahaan atau tidak tercapainya target produksi yang telah ditentukan oleh perusahaan.

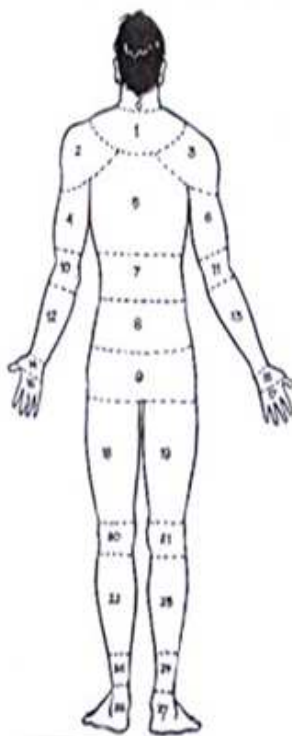
Dengan memperhatikan keadaan banyaknya keluhan operator selama melaksanakan pekerjaannya, maka peneliti perlu mengadakan penelitian tentang “Perancangan Alat *Material Handling* dengan Menggunakan Pendekatan Biomekanika dan Postur Kerja Pada Bagian Pengepakan Pupuk di CV. Bukitraya Laendrys”. Diharapkan dengan adanya usulan rancangan alat tersebut keluhan-keluhan operator dapat diminimisasi dan diharapkan produktivitas untuk setiap operator dapat ditingkatkan.

**1.1 Keluhan Muskuloskeletal**

Keluhan muskuloskeletal adalah keluhan pada otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan yang sangat ringan sampai pada yang sangat sakit. Apabila otot menerima beban statis secara berulang dan dalam waktu yang lama, maka dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen, dan tendon. Keluhan hingga kerusakan ini disebut juga musculoskeletal disorders (MSDs) atau cedera pada sistem muskuloskeletal (Tarwaka, 2004).

**1.2 Standard Nordic Questionnaire (SNQ)**

*Standard Nordic Questionnaire (SNQ)* merupakan alat yang dapat mengetahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari Tidak Sakit (TS), Agak Sakit (AS), Sakit (S) dan Sangat Sakit (SS), terlihat pada gambar berikut :



| NO | JENIS KELUHAN                           | TINGKAT KELUHAN |    |   |    |
|----|---|-----------------|----|---|----|
|    |   | TS              | AS | S | SS |
| 0  | Sakit kaku di leher bagian atas         |                 |    |   |    |
| 1  | Sakit kaku di bagian leher bagian bawah |                 |    |   |    |
| 2  | Sakit di bahu kiri                      |                 |    |   |    |
| 3  | Sakit di bahu kanan                     |                 |    |   |    |
| 4  | Sakit lengan atas kiri                  |                 |    |   |    |
| 5  | Sakit di punggung                       |                 |    |   |    |
| 6  | Sakit lengan atas kanan                 |                 |    |   |    |
| 7  | Sakit pada pinggang                     |                 |    |   |    |
| 8  | Sakit pada bokong                       |                 |    |   |    |
| 9  | Sakit pada pantat                       |                 |    |   |    |
| 10 | Sakit pada siku kiri                    |                 |    |   |    |
| 11 | Sakit pada siku kanan                   |                 |    |   |    |
| 12 | Sakit pada lengan bawah kiri            |                 |    |   |    |
| 13 | Sakit pada lengan bawah kanan           |                 |    |   |    |
| 14 | Sakit pada pergelangan tangan kiri      |                 |    |   |    |
| 15 | Sakit pada pergelangan tangan kanan     |                 |    |   |    |
| 16 | Sakit pada tangan kiri                  |                 |    |   |    |
| 17 | Sakit pada tangan kanan                 |                 |    |   |    |
| 18 | Sakit pada paha kiri                    |                 |    |   |    |
| 19 | Sakit pada paha kanan                   |                 |    |   |    |
| 20 | Sakit pada lutut kiri                   |                 |    |   |    |
| 21 | Sakit pada lutut kanan                  |                 |    |   |    |
| 22 | Sakit pada betis kiri                   |                 |    |   |    |
| 23 | Sakit pada betis kanan                  |                 |    |   |    |
| 24 | Sakit pada pergelangan kaki kiri        |                 |    |   |    |
| 25 | Sakit pada pergelangan kaki kanan       |                 |    |   |    |
| 26 | Sakit pada kaki kiri                    |                 |    |   |    |
| 27 | Sakit pada kaki kanan                   |                 |    |   |    |

Gambar 1. *Standard Nordic Questionnaire*

**1.3 Metode Quick Exposure Check (QEC)**

*QEC* adalah suatu alat untuk penilaian terhadap resiko kerja yang berhubungan dengan gangguan otot (*Work Related Musculoskeletal Disorders – WMSDs*) pada tempat kerja. *QEC*

menilai gangguan resiko yang terjadi pada bagian belakang punggung (*back*), bahu/lengan (*should arm*), pergelangan tangan (*hand wrist*), dan leher (*neck*).

Penilaian *QEC* dilakukan kepada peneliti dan pekerja. Selanjutnya dengan penjumlahan setiap skor hasil kombinasi masing-masing bagian diperoleh skor dengan kategori level tindakan.

#### 1.4 Biomekanika

Biomekanika merupakan ilmu yang digunakan dalam pendekatan ergonomi dalam merancang dan menentukan sikap tubuh manusia dalam menjalani aktivitas dengan nyaman. Biomekanika membahas aspek-aspek dari gerakan tubuh manusia dan kombinasi antara keilmuan mekanika, antropometri, dan dasar ilmu kedokteran (biologi dan fisiologi). Biomekanika didefinisikan sebagai bidang ilmu aplikasi mekanika pada sistem biologi. Biomekanika menyangkut tubuh manusia dan hampir semua tubuh makhluk hidup. Biomekanika menggunakan prinsip-prinsip mekanika dalam memecahkan masalah yang berhubungan dengan struktur dan fungsi tubuh makhluk hidup.

#### 1.5 Manual Material Handling

*Manual Material Handling* adalah proses membawa secara manual bahan atau produk pada bidang industri. Setiap tugas penanganan menimbulkan tuntutan unik pada pekerja. Akan tetapi, tempat kerja dapat membantu pekerja untuk melaksanakan tugas ini aman dan mudah dengan menerapkan dan menegakkan kebijakan dan prosedur yang tepat.

*Material handling* yang dilakukan manusia disebut sebagai *Manual Material Handling* (MMH). Jika manusia harus bekerja dalam aktivitas *Manual Material Handling* secara berulang-ulang dalam waktu yang lama, maka harus diperhatikan batasan kemampuan metabolisme dan sirkulasi dalam tubuh.

Pemindahan bahan secara manual apabila tidak dilakukan secara ergonomis akan menimbulkan kecelakaan dalam industri. Kecelakaan industri (*industrial accident*) ini dapat menyebabkan kerusakan jaringan tubuh yang diakibatkan oleh beban angkatan berlebih. Berbagai macam cara dalam mengangkat beban yakni dengan kepala, bahu, tangan, punggung, dan sebagainya. Beban yang terlalu berat dapat menimbulkan cedera tulang punggung, jaringan otot, dan persendian akibat gerakan yang berlebihan.

#### 1.6 Macam-macam Persamaan Pembebanan

##### 1.6.1 MPL (*Maximum Permissible Limit*)

MPL merupakan batas besarnya gaya tekan pada segmen L5/S1 dari kegiatan pengangkatan dalam satuan newton yang distandarkan oleh NIOSH (*National Institute of Occupational Safety and Health*) pada tahun 1981 (Laboratorium UII, Modul Biomekanika). Besar gaya tekannya adalah di bawah 6500 N pada L5/S1. Sedangkan batasan gaya angkat normal (*Action Limit*) sebesar 3500N pada L5/S1 sehingga:

1.  $F_c < AL$  dikategorikan aman
2.  $AL < F_c < MPL$  dikategorikan perlu hati-hati
3.  $F_c > MPL$  dikategorikan berbahaya

Keterangan:

$F_c$  = Gaya kompresi pada segmen vertebrae 5/Sacrum 1 (L5/S1)

$AL$  = Batasan gaya angkat normal (Action Limit)

$MPL$  = Batas besarnya gaya tekan pada segmen L5/S1

### 1.6.2 RWL (*Recommended Weight Limit*)

RWL (*Recommended Weight Limit*) adalah suatu perhitungan yang dilakukan untuk menentukan batas angkatan atau batasan berat yang direkomendasikan atau ditentukan dalam suatu proses kerja terutama untuk pemindahan material atau *manual material handling* dengan suatu posisi pengangkatan tertentu.

Persamaan dari RWL adalah sebagai berikut:

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \quad (1)$$

## 3. METODOLOGI

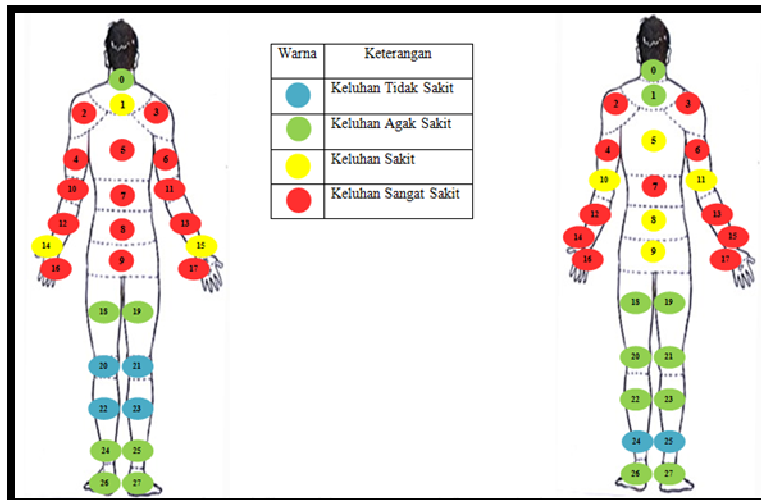
Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu:

- a. **Tahap Studi Pendahuluan**, meliputi :
  1. Perumusan Masalah yang akan diteliti,
  2. Tinjauan Pustaka dan Observasi Objek Penelitian,
  3. Perumusan Tujuan Penelitian
- b. **Tahap Identifikasi**, meliputi :
  1. Pemilihan Metode yang digunakan
  2. Penentuan Tempat Penelitian,
  3. Penentuan Data yang dibutuhkan,
- c. **Tahap Pengumpulan Data**, meliputi :
  1. Data keluhan Musculoskeletal
  2. Data antropometri
  3. Data biomekanika operator
  4. Data *Maximum Permissible Limit* (MPL)
- d. **Tahap Pengolahan dan Analisa Data**
- e. **Tahap Pengambilan Kesimpulan**

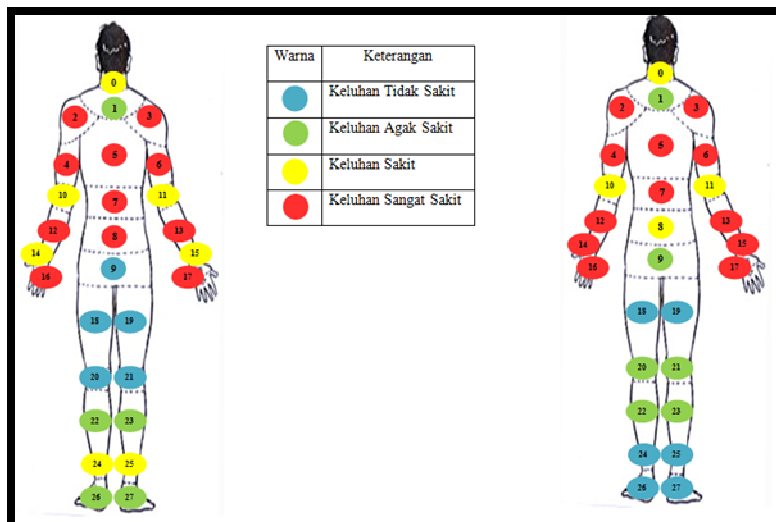
## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Data Keluhan Musculoskeletal

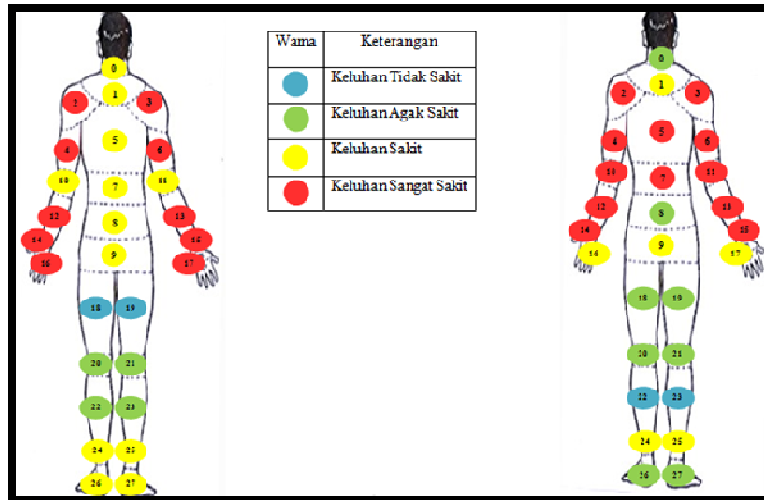
Data keluhan MSDs berdasarkan SNQ menunjukkan adanya bagian-bagian otot yang mengalami keluhan, terlihat pada Gambar di bawah ini :



Gambar 2. Keluhan Musculoskeletal Operator 1 & 2



Gambar 3. Keluhan Musculoskeletal Operator 3 & 4



Gambar 4. Keluhan Musculoskeletal Operator 5 & 6

**3.2 Penilaian Postur Kerja Aktual dengan Quick Exposure Check (QEC)**

Penilaian postur kerja aktual operator dengan menggunakan QEC untuk merumuskan perbaikan rancangan yang akan dilakukan terhadap fasilitas kerja berdasarkan tingkat keluhan musculoskeletal. Adapun rekapitulasi hasil penilaian postur kerja terhadap operator dapat dilihat pada tabel berikut ini :

**Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Analisis Postur Kerja**

| No. | Elemen Kerja  | Persentase | Tindakan                   |
|-----|---|------------|----------------------------|
| 1   | Pemindahan produk jadi (kapur pertanian) yang telah ditampung dengan karung dari corong mesin Hammer Mill.  | 62         | Tindakan dalam waktu dekat |
| 2   | Pengepakan produk dengan menggunakan mesin jahit karung.  | 27         | Aman                       |
| 3   | Operator A membantu operator B menaikkan produk ke punggung operator B (pemindahan dilakukan secara manual) | 78         | Tindakan sekarang juga     |
| 4   | Pengangkatan produk dipindahkan ke gudang   | 84         | Tindakan sekarang juga     |

Sumber : Hasil Pengolahan Data

**3.3 Data Antropometri**

Data pengukuran antropometri diperoleh berdasarkan pengukuran yang didapat dari data hasil pengukuran di Laboratorium Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja (Lab. E dan PSK), Departemen Teknik Industri, USU. Jumlah dimensi tubuh yang diambil berjumlah 44 dimensi yang ada di Lab. E dan PSK. Sedangkan untuk dimensi tubuh yang terkait untuk merancang alat bantu berupa trolley, yaitu Lebar Bahu (TB), Tinggi Siku Berdiri (TSB), dan Diameter Genggaman (DG). Data dimensi tubuh tersebut akan melewati beberapa uji agar layak untuk membuat dimensi perangan yang terdiri dari uji keseragaman data, kecukupan data, dan uji kenormalan data.

**3.4 Data Biomekanika Operator**

**3.4.1 Data Recommended Weigth Limit (RWL)**

Data RWL dapat dibedakan menjadi 2, yaitu ketika pada posisi awal sebelum pengangkatan produk (*origin*) dan pada posisi setelah pengangkatan produk (*destination*).

Data RWL pada saat operator A melakukan pengangkatan produk dari lantai ke punggung operator B, dan selanjutnya pemindahan produk dari stasiun pengepakan ke gudang dapat dilihat pada Tabel 2, berikut :

**Tabel 2. Data RWL pada Aktivitas Pemindahan Produk**

| Aktivitas : Pengangkatan Produk dari Lantai ke Punggung Operator |                  |         |                    |      |             |       |                     |                 |             |                        |              |                |
|--|------------------|---------|--------------------|------|-------------|-------|---------------------|-----------------|-------------|------------------------|--------------|----------------|
| Operator   | Berat Objek (kg) |         | Lokasi Tangan (cm) |      |             |       | Jarak Vertikal (cm) | Sudut Asimetrik |             | Frekuensi angkat/menit | Durasi Kerja | Pegangan Objek |
|  | L (Nyata)        | L (Max) | Origin             |      | Destination |       |                     | Origin          | Destination |                        |              |                |
| 1  | 50               | 23      | 17                 | 15,5 | 38,5        | 135,7 | 128,2               | 0               | 27,3        | 2                      | 2-8 jam      | poor           |
| 2  | 50               | 23      | 18,5               | 15,5 | 39          | 135,7 | 128,2               | 0               | 28          | 2                      | 2-8 jam      | poor           |
| 3  | 50               | 23      | 20                 | 15,5 | 40          | 135,7 | 128,2               | 0               | 29,5        | 2                      | 2-8 jam      | poor           |
| 4  | 50               | 23      | 17,3               | 15,5 | 39,2        | 135,7 | 128,2               | 0               | 27,8        | 2                      | 2-8 jam      | poor           |
| 5  | 50               | 23      | 19,7               | 15,5 | 39          | 135,7 | 128,2               | 0               | 29          | 2                      | 2-8 jam      | poor           |
| 6  | 50               | 23      | 18                 | 15,5 | 40          | 135,7 | 128,2               | 0               | 28,5        | 2                      | 2-8 jam      | poor           |

| Aktivitas : Pemindahan Produk dari Stasiun Pengepakan ke Gudang |                  |         |                    |       |             |    |                     |                 |             |                        |              |                |
|---|------------------|---------|--------------------|-------|-------------|----|---------------------|-----------------|-------------|------------------------|--------------|----------------|
| Operator  | Berat Objek (kg) |         | Lokasi Tangan (cm) |       |             |    | Jarak Vertikal (cm) | Sudut Asimetrik |             | Frekuensi angkat/menit | Durasi Kerja | Pegangan Objek |
|   | L (Nyata)        | L (Max) | Origin             |       | Destination |    |                     | Origin          | Destination |                        |              |                |
| 1   | 50               | 23      | 18,7               | 128,2 | 20,2        | 15 | 12,5                | 0               | 18,5        | 2                      | 2-8 jam      | poor           |
| 2   | 50               | 23      | 19                 | 128,2 | 19,7        | 15 | 12,5                | 0               | 19,7        | 2                      | 2-8 jam      | poor           |
| 3   | 50               | 23      | 17,4               | 128,2 | 21          | 15 | 12,5                | 0               | 20          | 2                      | 2-8 jam      | poor           |
| 4   | 50               | 23      | 19,5               | 128,2 | 20,5        | 15 | 12,5                | 0               | 18,3        | 2                      | 2-8 jam      | poor           |
| 5   | 50               | 23      | 19,8               | 128,2 | 21,3        | 15 | 12,5                | 0               | 19,3        | 2                      | 2-8 jam      | poor           |
| 6   | 50               | 23      | 18                 | 128,2 | 20          | 15 | 12,5                | 0               | 19          | 2                      | 2-8 jam      | poor           |

Sumber : Hasil Pengukuran

### 3.4.2 Data Maximum Permissible Limit (MPL)

Data MPL dapat dibedakan menjadi 2, yaitu pada posisi awal sebelum pengangkatan produk (origin), data MPL pada saat operator A melakukan pengangkatan produk dari lantai ke punggung operator B. Adapun data MPL tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Data MPL pada Aktivitas Pengangkatan Produk dari Lantai ke Punggung Operator**



| Operator | Kondisi | $\theta_1$ (°) | $\theta_2$ (°) | $\theta_3$ (°) | $\theta_4 = \theta H$ (°) | $\theta T$ (°) | PKT (cm) | PLB (cm) | PLA (cm) | PP (cm) | BB (kg) | Wo (kg) |
|----------|---------|----------------|----------------|----------------|---------------------------|----------------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|
| 1        | O       | 40,1           | 29,9           | 70,5           | 70,1                      | 50,0           | 11,7     | 27,8     | 30,5     | 70,5    | 62,0    | 50,0    |
|          | D       | 69,5           | 61,5           | 40,0           | 57,3                      | 52,2           | 11,7     | 27,8     | 30,5     | 70,5    | 62,0    | 50,0    |
| 2        | O       | 41,5           | 29,8           | 69,3           | 69,2                      | 49,5           | 11,5     | 26,7     | 31,0     | 72,0    | 63,0    | 50,0    |
|          | D       | 60,0           | 60,0           | 39,5           | 57,3                      | 46,0           | 11,5     | 26,7     | 31,0     | 72,0    | 63,0    | 50,0    |
| 3        | O       | 39,0           | 30,0           | 70,0           | 70,2                      | 50,1           | 11,0     | 25,3     | 29,5     | 71,0    | 61,0    | 50,0    |
|          | D       | 57,7           | 61,0           | 39,8           | 58,0                      | 47,3           | 11,0     | 25,3     | 29,5     | 71,0    | 61,0    | 50,0    |
| 4        | O       | 42,0           | 28,9           | 69,0           | 68,5                      | 48,0           | 12,2     | 28,0     | 32,0     | 73,3    | 69,0    | 50,0    |
|          | D       | 60,2           | 59,5           | 40,2           | 54,8                      | 45,5           | 12,2     | 28,0     | 32,0     | 73,3    | 69,0    | 50,0    |
| 5        | O       | 40,0           | 30,1           | 68,5           | 67,1                      | 49,0           | 10,5     | 25,0     | 29,6     | 72,0    | 65,0    | 50,0    |
|          | D       | 59,0           | 60,0           | 38,7           | 56,0                      | 46,5           | 10,5     | 25,0     | 29,6     | 72,0    | 65,0    | 50,0    |
| 6        | O       | 40,3           | 30,0           | 70,2           | 70,0                      | 50,0           | 11,3     | 27,1     | 31,7     | 70,5    | 59,0    | 50,0    |
|          | D       | 60,5           | 59,5           | 38,5           | 59,2                      | 46,7           | 11,3     | 27,1     | 31,7     | 70,5    | 59,0    | 50,0    |

Keterangan :

- O : Origin
- D : Destination
- $\theta_1$  : Sudut Telapak Tangan
- $\theta_2$  : Sudut Lengan Bawah
- $\theta_3$  : Sudut Lengan Atas
- $\theta_4 = \theta H$  : Sudut Punggung
- $\theta T$  : Sudut Pinggang
- PKT : Panjang Kepalan Tangan
- PLB : Panjang Lengan Bawah
- PLA : Panjang Lengan Atas
- PP : Panjang Punggung
- BB : Berat Badan
- Wo : Berat Beban Angkat

Posisi setelah pengangkatan produk (destination) menggunakan data MPL pada saat pemindahan produk dari stasiun pengepakan ke gudang. Adapun data MPL tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Data MPL pada Aktivitas Pemindahan Produk dari Stasiun Pengepakan ke Gudang**

| Operator | Kondisi | $\theta_1$ (°) | $\theta_2$ (°) | $\theta_3$ (°) | $\theta_4 = \theta H$ (°) | $\theta T$ (°) | PKT (cm) | PLB (cm) | PLA (cm) | PP (cm) | BB (kg) | Wo (kg) |
|----------|---------|----------------|----------------|----------------|---------------------------|----------------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|
| 1        | O       | 30,3           | 61,5           | 41,3           | 15,5                      | 20,1           | 10,8     | 27,5     | 32,2     | 73,0    | 62,0    | 50,0    |
|          | D       | 47,5           | 40,0           | 59,7           | 57,5                      | 38,3           | 10,8     | 27,5     | 32,2     | 73,0    | 62,0    | 50,0    |
| 2        | O       | 32,0           | 59,0           | 38,5           | 14,7                      | 19,4           | 11,5     | 26,7     | 31,0     | 72,0    | 63,0    | 50,0    |
|          | D       | 49,1           | 37,8           | 60,0           | 56,0                      | 36,5           | 11,5     | 26,7     | 31,0     | 72,0    | 63,0    | 50,0    |
| 3        | O       | 29,5           | 60,2           | 39,0           | 17,2                      | 19,1           | 11,0     | 25,3     | 29,5     | 71,0    | 61,0    | 50,0    |
|          | D       | 48,0           | 38,3           | 61,2           | 58,0                      | 36,3           | 11,0     | 25,3     | 29,5     | 71,0    | 61,0    | 50,0    |
| 4        | O       | 31,5           | 60,0           | 38,2           | 16,5                      | 18,0           | 12,2     | 28,0     | 32,0     | 73,3    | 69,0    | 50,0    |
|          | D       | 50,0           | 39,5           | 59,4           | 56,4                      | 37,5           | 12,2     | 28,0     | 32,0     | 73,3    | 69,0    | 50,0    |
| 5        | O       | 30,3           | 60,0           | 40,0           | 17,0                      | 19,5           | 10,5     | 25,0     | 29,6     | 72,0    | 65,0    | 50,0    |
|          | D       | 48,7           | 39,7           | 61,0           | 58,1                      | 38,0           | 10,5     | 25,0     | 29,6     | 72,0    | 65,0    | 50,0    |
| 6        | O       | 31,2           | 61,5           | 38,1           | 17,1                      | 20,0           | 11,3     | 27,1     | 31,7     | 70,5    | 59,0    | 50,0    |
|          | D       | 49,0           | 40,1           | 59,0           | 59,0                      | 39,7           | 11,3     | 27,1     | 31,7     | 70,5    | 59,0    | 50,0    |

Keterangan :

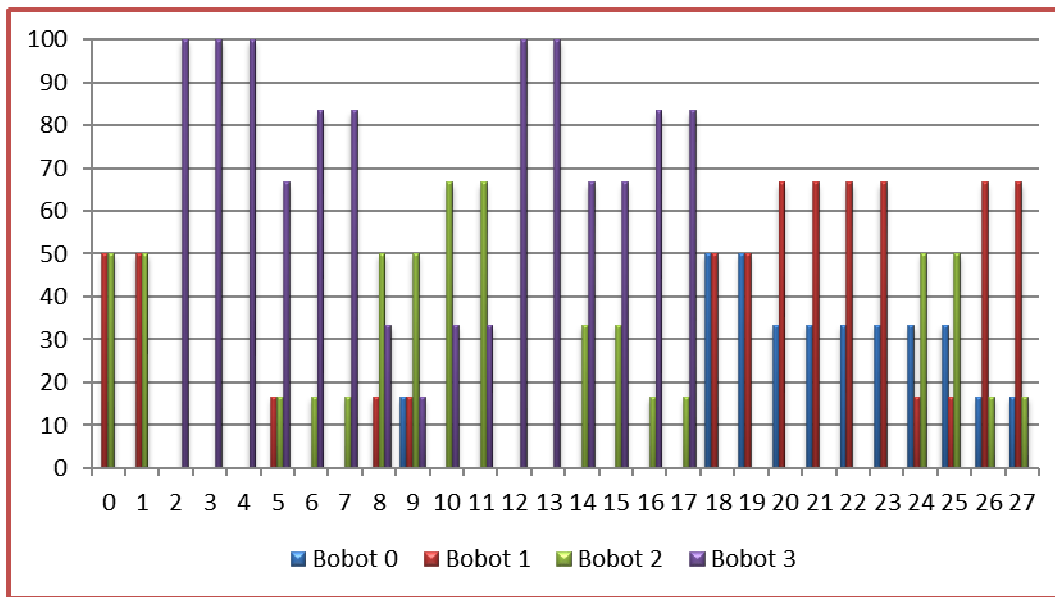
- O : Origin
- D : Destination
- $\theta_1$  : Sudut Telapak Tangan
- $\theta_2$  : Sudut Lengan Bawah
- $\theta_3$  : Sudut Lengan Atas
- $\theta_4 = \theta H$  : Sudut Punggung
- $\theta T$  : Sudut Pinggang
- PKT : Panjang Kepalan Tangan
- PLB : Panjang Lengan Bawah
- PLA : Panjang Lengan Atas
- PP : Panjang Punggung
- BB : Berat Badan
- Wo : Berat Beban Angkat

### 3.5 Analisis Pemecahan Masalah

#### 3.5.1 Analisis Keluhan Musculoskeletal Disorders Berdasarkan SNQ

Berdasarkan hasil pengukuran dengan menggunakan *Standart Nordic Questionnaire* (SNQ) yaitu melihat tingkat keluhan operator saat melakukan pekerjaan, ternyata didapat hasil bahwa tingkat keluhan yang di alami oleh operator berbeda-beda. Perbedaan ini terjadi karena bedanya dimensi tubuh dan metode kerja pada operator sehingga akan berbeda pula dampak yang terjadi pada operator. Persentase pembobotan masing-masing kategori di setiap dimensi tubuh dapat dilihat pada Gambar 5.





**Gambar 5. Data Total Keluhan Standart Nordic Questionnaire**

Gambar diatas memperlihatkan bahwa bagian tubuh di bahu kiri, bahu kanan, lengan atas, lengan bawah kiri dan kanan memiliki persentase 100% untuk kriteria “Sangat Sakit”. Hal ini disebabkan karena pada bagian-bagian tersebut sangat besar menahan gaya dari beban produk pupuk seberat 50 kg. Selain dari beban kerja fisik yang besar, pergerakan berulang-ulang (*repetitive*) untuk memindahkan produk membuat otot-otot pada daerah tersebut cepat terjadi kontraksi sehingga otot mengalami kelelahan dan timbul rasa sakit.

### 3.5.2 Analisis Postur Kerja

Berdasarkan hasil pengolahan data, elemen kerja pengepakan produk dengan menggunakan mesin jahit karung tidak perlu dilakukan tindakan karena berstatus aman. Sementara pada elemen kerja pemindahan produk jadi (kapur pertanian) yang telah ditampung dengan karung dari corong mesin Hammer Mill perlu dilakukan tindakan dalam waktu dekat. Sedangkan 2 elemen lainnya terlihat bahwa perlu tindakan sekarang juga akibat postur kerja yang tidak ergonomis, yaitu:

1. Operator A membantu operator B menaikkan produk ke punggung operator B (pemindahan dilakukan secara manual)  
Pada elemen kerja ini kondisi berat beban yang diangkat jauh melebihi batas berat beban yang diizinkan untuk diangkat secara manual. Proses pengangkatan yang dilakukan berulang juga menjadi penyebab kurang ergonomisnya elemen kerja tersebut.
2. Pengangkatan produk dipindahkan ke gudang  
Pada elemen kerja ini produk dipindahkan secara manual dari stasiun kerja pengepakan ke gudang produk jadi dengan cara dipikul di punggung operator. Kondisi ini jelas sangat tidak ergonomis karena beban yang dipikul sangat berat, dan dilakukan secara berulang. Maka dari itu, memang sangat dibutuhkan alat bantu dalam pemindahan produk ini.

### 3.5.3 Perancangan Fasilitas Kerja Usulan

CV. Bukitraya Laendrys belum memiliki fasilitas kerja dalam pemindahan produk dari stasiun pengepakan menuju gudang. Sehubungan dengan hal tersebut telah dilakukan serangkaian penelitian mulai dari mengidentifikasi keluhan-keluhan para operator yang diperoleh dari hasil kuesioner SNQ dan juga postur kerja yang tidak aman yang diperoleh dari hasil QEC.

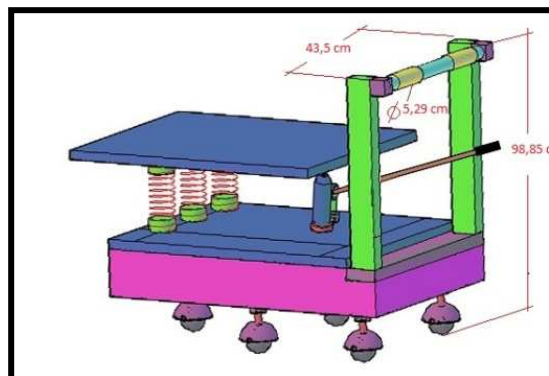
Fasilitas kerja aktual tersebut akan berdampak pada buruk pada operator yang akan menyebabkan keluhan MSDs. Kondisi aktual dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6. Kondisi Kerja Aktual pada Aktivitas Pemindahan Produk dari Stasiun Pengepakan Menuju Gudang**

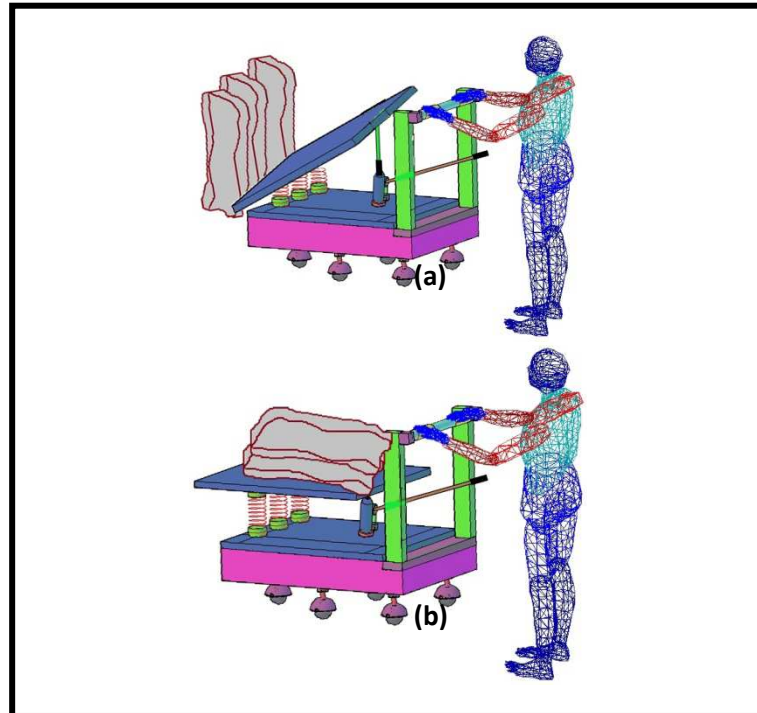
Pada gambar diatas terlihat jelas bahwa belum adanya fasilitas kerja yang digunakan sebagai alat bantu pada aktivitas pemindahan tersebut. Pekerjaan tersebut berdampak buruk pada fisik operator yang mengakibatkan keluhan MSDs. Maka dari itu, rancangan fasilitas kerja berupa alat bantu pemindahan produk perlu diusulkan untuk mengurangi keluhan MSDs tersebut. Adapun alat bantu usulan berupa *trolley* yang digunakan operator untuk memindahkan beban dari stasiun pengepakan menuju ke gudang.

*Trolley* tersebut dirancang berdasarkan prinsip data antropometri. Adapun dimensi yang paling penting dalam perancangan tersebut adalah Lebar Bahu (LB), Tinggi Siku Berdiri (TSB), dan Diameter Genggaman (DG). Adapun *trolley* sebagai alat bantu dalam pemindahan produk pupuk dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7. Alat Bantu Usulan (*Trolley*) untuk Pemindahan Produk Pupuk**

*Trolley* yang dirancang ini melibatkan sistem pegas dan sistem hidrolik pada papan penampung produk. Dengan bantuan kedua sistem tersebut menjadikan beban maksimal awal 50 kg dapat dikurangi. Pada kondisi ini pun operator yang diperlukan hanya 1 orang. Hal tersebut dapat diilustrasikan pada Gambar 8 (a) dan (b).



**Gambar 8. (a) Kondisi Trolley sebelum Diletakkan Produk Pupuk  
(b) Kondisi Trolley setelah Diletakkan Produk Pupuk**

## 5. KESIMPULAN

Hasil pengolahan data dan analisis pembahasan memberikan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Resiko cedera *musculoskeletal disorders* yang dialami operator berdasarkan kuesioner SNQ terdapat pada bagian tubuh bahu kiri, bahu kanan, lengan atas, lengan bawah kiri dan kanan memiliki persentase 100% untuk kriteria “sangat sakit”. Keluhan ini disebabkan oleh pengangkatan beban (produk pupuk kapur pertanian 50 kg) yang secara repetitif dari stasiun pengepakan ke gudang produk jadi.
2. Hasil penilaian postur kerja dengan metode QEC menunjukkan bahwa elemen kerja pengepakan produk dengan menggunakan mesin jahit karung tidak perlu dilakukan tindakan karena berstatus aman. Sementara pada elemen kerja pemindahan produk jadi (kapur pertanian) yang telah ditampung dengan karung dari corong mesin Hammer Mill perlu dilakukan tindakan dalam waktu dekat. Sedangkan elemen kegiatan Operator A membantu operator B menaikkan produk ke punggung operator B (pemindahan dilakukan secara manual) dan pengangkatan produk dipindahkan dari stasiun pengepakan ke gudang perlu tindakan sekarang juga akibat postur kerja yang tidak ergonomis. Kondisi ini tidak ergonomis karena beban yang dipikul sangat berat, dan dilakukan secara berulang.
3. Untuk mereduksi keluhan MSDs yang diperoleh dari hasil penilaian SNQ, postur kerja, dan biomekanika, maka dibuat suatu usulan alat bantu pemindahan produk berupa *trolley* yang dirancang berdasarkan perhitungan prinsip antropometri.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Franklin, Derrick, dkk. *Investigation of Ergonomic Improvements for Manual Material Handling of Heavy Awkward Loads on a Loading Dock* : Journal's University of Utah. 2008
- Freivalds, Andris. *Niebel's Methods, Standards, and Work Design*, Twelfth Edition. New York: McGraw-hill. 2003.
- Li, G. and Buckle, P. *Quick Exposure Checklist (QEC) for the Assessment of Workplace Risks for Work-Related Musculoskeletal Disorders (WMSDs)*. In : Stanton, N., Hedge, A., Brookhuis, K., Salas, E. and Hendrick, H. editors. *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*. USA : CRC PRESS. p. 6.1-6.10. 2005.
- Mirmohamadi, J Nasl Seraji. *Evaluation of Risk Factors Causing Musculoskeletal Disorders Using QEC Method in a Furniture Producing Unite* : Journal of Iranian J Publ Health, Vol. 33, No. 2, pp.24-27, 2004
- Purnomo, Hari. *Work System Using Total Ergonomic Approach Reduces Musculoskeletal Complaint, Fatigue, Workload, And Increases The Workers Productivity Of Ceramic Industry In Kasongan, Bantul*. Medical Science. Jurnal Ergonomi : Udayana University. 2007
- Sinulingga, Sukaria. *Metode Penelitian*. Medan: USU Press. 2011.
- Sanders, M.S.; McCormick, E.J. *Human Faktors in Engineering and Design*. New York: McGraw-hill. 1987.
- Santoso, Gempur. *Ergonomi Manusia, Peralatan dan Lingkungan*. Surabaya: PT. Guna Widya. 2004.
- Sutalaksana, I.Z, dkk. *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung: ITB. 1979.
- Tarwaka, Solichul, dkk. *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Denpasar: Universitas Udayana. 2004.
- Wignjosoebroto, Sritomo. *Ergonomi, Studi Gerakan dan Waktu*. Surabaya: PT Guna Widya. 2000.
- Woods, P Buckle, dkk. *Development of the Quick Exposure Check (QEC)* : Robens Centre for Health Ergonomics, EIHMS, University of Surrey. Guildford, GU2 7TE UK