

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai gambaran umum perusahaan, penjelasan tentang pengumpulan data primer dan sekunder, pengolahan data, dan pembahasan. Sehingga nantinya didapatkan hasil penelitian yang akan menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian yang sudah ditetapkan.

#### **4.1 Gambaran Umum PT. Murni Mapan Makmur**

Pada sub-bab ini akan menjelaskan informasi mengenai profil perusahaan PT. Murni Mapan Makmur, struktur organisasi, proses produksi, dan produk yang dihasilkan oleh perusahaan tersebut.

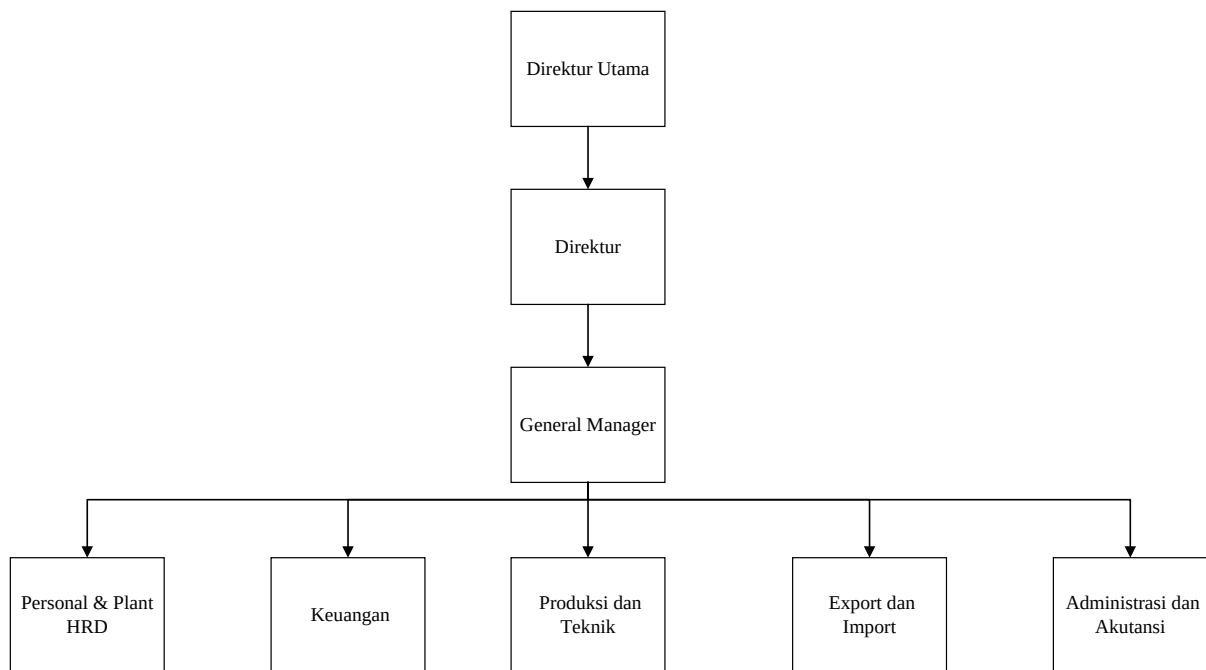
##### **4.1.1 PT. Murni Mapan Makmur**

PT. Murni Mapan Makmur merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang industri plastik yang produksi utamanya berupa *inner* karung dan mulsa pertanian. Perusahaan ini pada awalnya hanya berupa perusahaan keluarga yang berizinkan perusahaan perseorangan. Tetapi setelah berproduksi beberapa tahun, karena lain hal beberapa perubahan dilakukan yaitu merubah perusahaan perseorangan menjadi perusahaan perseroan pada tanggal 23 September 1988.

PT. Murni Mapan Makmur dalam memproduksi barang hanya berdasarkan permintaan pasar (*Make to Order*). Produk dari PT. Murni Mapan Makmur tidak memiliki merek dagang, dikarenakan produk yang dihasilkan akan dijual kembali ke masing-masing produsen yang memiliki merek dagang. Sehingga akan diberi merek sendiri sesuai dengan produsen tersebut.

##### **4.1.2 Struktur Organisasi**

Struktur organisasi merupakan suatu susunan dan hubungan antara personil yang ada pada suatu organisasi atau perusahaan dalam kegiatan operasional untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Berikut ini merupakan struktur organisasi dari PT. Murni Mapan Makmur.



Gambar 4.1 Struktur organisasi PT. Murni Mapan Makmur

Dari struktur organisasi tersebut PT. Murni Mapan Makmur memiliki lima departemen kerja, yaitu departemen personal & plant HRD, keuangan, produksi dan teknik, *export* dan *import*, dan administrasi & keuangan. Dimana objek penelitian ini dilakukan pada departemen produksi, yang bertugas dalam merencanakan, mengatur, dan mengontrol proses produksi dari bahan baku hingga menjadi barang jadi.

Pada departemen personalia dan plant HRD bertugas dalam mengelola hubungan antara sumber daya manusia dengan perusahaan, diantaranya perekrutan karyawan baru, pembayaran gaji dan tunjangan, training, penilaian, memberhentikan karyawan, dan lain-lain. Dengan tujuan produktivitas dari perusahaan dapat terus meningkat dan menghasilkan laba. Kemudian departemen keuangan mengatur dan merencanakan hal-hal yang berhubungan dengan pemasukan dan pengeluaran dana perusahaan.

Departemen ekspor dan impor bertugas dalam merencanakan, mengatur, dan mengontrol kegiatan mengirimkan barang, mendatangkan barang, dan mengawasi proses yang terjadi selama barang tersebut dikirim hingga sampai pada tujuan. Sedangkan departemen administrasi dan akuntansi bertugas dalam merencanakan strategi bisnis yang apabila diterapkan menguntungkan perusahaan, melakukan pencatatan neraca laba-rugi, serta mengontrol strategi bisnis yang diterapkan dan memberikan masukan.

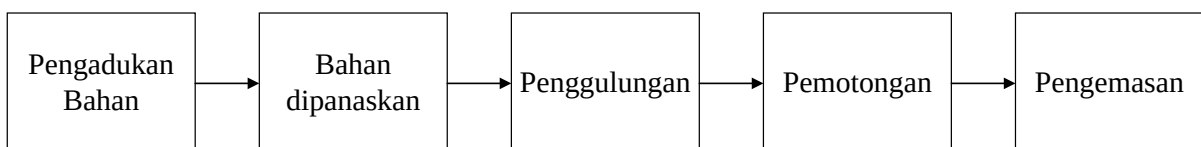
#### 4.1.3 Tujuan Perusahaan

Setiap perusahaan tentunya memiliki tujuan, berikut tujuan dari PT. Murni Mapan Makmur yang ingin dicapai:

1. Menjalankan usaha perindustrian dari berbagai barang-barang dari plastik serta memperdagangkan hasilnya.
2. Menjalankan usaha dalam bidang pertanian dan perkebunan.
3. Menjalankan perdagangan umum dalam arti kata seluas-luasnya termasuk impor dan ekspor, dagang interinsulir dan pertokoan, baik untuk perhitungan sendiri ataupun orang lain atas dasar komisi atau amanat.
4. Mengusahakan biro bangunan dengan menerima, merencanakan serta melaksanakan pembangunan berbagai rupa bangunan termasuk rumah-rumah, gedung-gedung, jalan-jalan, proyek irigasi serta mengerjakan pekerjaan pemeliharaan bangunan (*maintenance*) serta bertindak sebagai instalatur air dan listrik atau singkatnya bertindak sebagai pemborong pada umumnya (*general contractor*).
5. Bertindak sebagai *leverancier*, *grossier*, atau perwakilan dari badan-badan atau perusahaan-perusahaan lainnya.

#### 4.1.4 Proses Produksi *Inner Karung*

PT. Murni Mapan Makmur menawarkan produk mulai dari tali tambang, kalsium karbonat, kain terpal, biji plastik, dan *inner karung*. PT. Murni Mapan Makmur khususnya pabrik ketiga berlokasi di Purwosari, Pasuruan. Pada pabrik ketiga ini terdapat berbagai aktivitas produksi, mulai dari biji plastik, kain terpal, tali tambang, dan *inner plastik*. Pada penelitian ini proses yang diamati adalah proses pembuatan *inner plastik*. Berikut ini merupakan tahapan-tahapan dalam produksi *inner plastik* dari pengadukkan bahan sampai dengan pengemasan dan mesin-mesin yang digunakan.



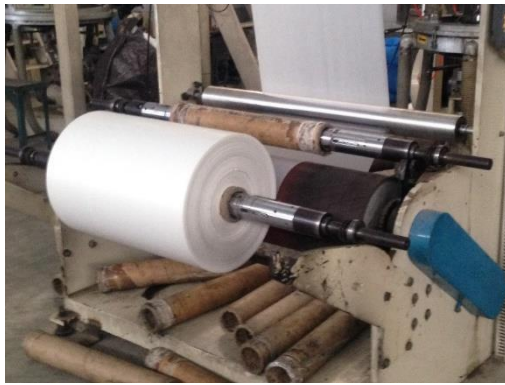
Gambar 4.2 Tahapan proses pembuatan inner plastik



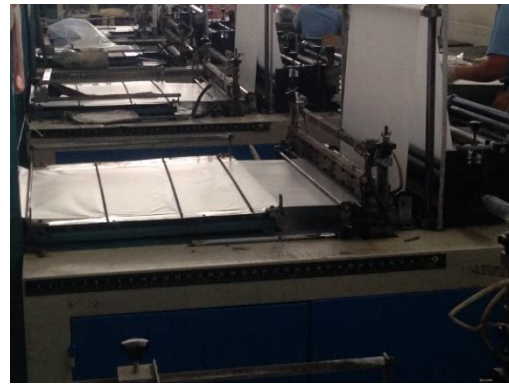
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4.3 (a) Mesin *Mixer* (b) Mesin *Screw*  
(c) Mesin *Winder* (d) Mesin Pemotong

Sumber: Dokumentasi

### 1. Proses Pengadukkan Bahan

Pada tahap pertama bahan-bahan pembuatan *inner* plastik akan dimasukkan ke dalam mesin *mixer* yang terdiri dari 100 kg resin original dan 25 kg kalsium (CFN). Proses pengadukkan bahan ini dilakukan setiap dua jam sekali. Setelah bahan tercampur dengan rata, nantinya bahan tersebut akan dihisap untuk proses selanjutnya.

### 2. Proses Pemanasan Bahan

Bahan yang tadi dihisap akan dipanaskan pada mesin *screw*, dimana terdapat dua proses didalamnya. Pertama adalah bahan tersebut akan dipanaskan sesuai dengan tingkat panas dari bahan tersebut. Apabila bahan yang digunakan berjenis HGBC maka panas yang digunakan sebesar 200°C dan untuk bahan berjenis LLDP panas yang digunakan 150°C. Setelah dipanaskan proses berikutnya adalah pendinginan, yang dimana bahan tersebut didinginkan sampai dengan suhu ruangan. Dan hasilnya berbentuk silinder yang didalamnya terdapat udara, oleh karena itu hasil tersebut akan dijepit menggunakan nip roll sehingga berbentuk lembaran.

### 3. Proses Penggulungan

Hasil yang dijepit menggunakan nip roll, nantinya akan digulung menggunakan mesin *winder*. Ketebalan masing-masing produk sebesar 40 mikron. Gulungan tersebut akan dipindahkan ke mesin pemotong untuk dilakukan pemotongan sesuai dengan spesifikasi masing-masing produk.

### 4. Proses Pemotongan

Pada proses ini, gulungan tersebut akan dipotong sesuai dengan spesifikasi masing-masing produk. Untuk produk posca memiliki panjang 112 cm dan lebar 60 cm. sedangkan produk urea memiliki panjang 118 cm dan lebar 62 cm. Prosesnya yaitu gulungan plastik *inner* dipasang pada tempat yang telah disediakan, kemudian memasukkan ujung plastik *inner*

ke mesin bagian penjepit. Plastik tersebut nantinya akan melewati proses pembentukan *seal* dan dipotong sesuai dengan spesifikasi masing-masing.

#### 5. Proses *Packaging*

Setelah dilakukan pemotongan, produk yang sudah jadi nantinya akan dikemas oleh 5 operator ke dalam kemasan yang setiap kemasannya memiliki 500 lembar. Dan produk jadi tersebut ditaruh ke dalam gudang penyimpanan yang terletak disampingnya.



Gambar 4.4 Proses *packaging*  
Sumber: Dokumentasi

## 4.2 Pengumpulan Data

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai pengumpulan data pada penelitian ini, yaitu data tenaga kerja, data postur kerja dan variabel *niosh equation* operator.

### 4.2.1 Data Tenaga Kerja

Pada PT. Murni Mapan Makmur khususnya pada proses produksi *iner* karung terdapat 7 operator, dimana 5 perempuan pada proses *packaging* dan 2 laki-laki yang menangani dari proses *mixing* hingga pemotongan. Pada penelitian ini operator yang diamati adalah 2 laki-laki pada proses *mixing*, terutama pada saat pengangkatan bahan ke mesin. Operator pertama memiliki tinggi 168 cm dengan umur 39 tahun dan pengalaman kerja selama 3 tahun. Sedangkan operator kedua memiliki tinggi 165 cm dengan umur 35 tahun dan pengalaman kerja selama 3 tahun. Nantinya akan dilakukan pengukuran postur kerja dan variabel *niosh* untuk mengetahui potensi cedera yang ada, menghitung beban berat yang direkomendasikan, dan memberikan rekomendasi perbaikan berupa alat bantu yang dapat mengurangi potensi cedera.

#### 4.2.2 Merekam Postur Kerja

Postur kerja operator yang diamati adalah proses pengangkatan bahan ke mesin *mixer*. Nantinya tubuh akan dibagi kedalam dua kelompok atau grup yaitu grup A dan grup B untuk menghasilkan sebuah metode kerja yang dapat digunakan dengan cepat. Pada grup A meliputi bagian lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan. Sedangkan grup B meliputi bagian leher, batang tubuh, dan kaki. Berikut ini gambar postur kerja operator bersama dengan sudut-sudut yang tercipta pada saat melakukan pengangkatan.



Gambar 4.5 Postur kerja operator  
Sumber: Dokumentasi

#### 4.2.3 Variabel NIOSH *Lifting Equation*

Kegiatan Manual Material Handling yang dilakukan oleh operator berupa mengangkat karung dari lantai ke dalam mesin *mixing*. Karung yang diangkat memiliki berat 25 kg dengan panjang 65 cm dan lebar 40 cm. Posisi tubuh pada saat melakukan pengangkatan yaitu tubuh berada di belakang beban yang akan diangkat, beban tersebut dalam posisi horizontal. Kemudian dipindahkan ke mesin *mixing* dengan beban ditahan di pinggiran mesin *mixing*. Pengangkatan tersebut memerlukan perputaran tubuh.





(a)



(b)

Gambar 4.6 (a) Pemindahan pada H1 origin  
(b) Pemindahan pada H1 destination

Sumber: Dokumentasi

Data variabel NIOSH pada H1 diukur dan dicatat pada Tabel 4.1 dengan beban yang diangkat sebesar 25 kg, *vertical height* (V) yang merupakan jarak vertikal dari titik tumpu operator ke pusat massa beban pada origin sebesar 0 cm setiap operator dikarenakan letak tangan pada saat mengangkat beban terletak bagian bawah benda kerja, *vertical height* (V) pada *destination* sebesar 140 cm. Untuk *horizontal distance* (H) yang merupakan jarak horizontal dari titik tumpu operator ke pusat beban benda kerja pada origin sebesar 30 dan 31 cm, dan *horizontal distance* (H) pada *destination* sebesar 70 dan 72 cm. Nilai H yang berbeda karena masing-masing operator memiliki ukuran tubuh yang berbeda, sehingga mempengaruhi jangkauan pada saat mengambil benda kerja. Untuk nilai V *origin* terdapat perbedaan dikarenakan benda kerja yang akan diangkat memiliki beberapa tumpukan. Pada tumpukan pertama yaitu yang paling bawah memiliki ketinggian 0 cm. Tumpukan kedua memiliki ketinggian 10 cm, sedangkan tumpukan ketiga memiliki ketinggian 20 cm. Untuk nilai V *destination* tidak terdapat perbedaan dikarenakan operator meletakkan benda kerja pada pinggir mesin *mixing*. Untuk sudut (A) bernilai  $60^0$  yang terjadi pada saat proses pengangkatan dan frekuensi pekerjaan pengangkatan sebanyak 5 karung dalam waktu kurang dari satu jam dimana 1 kali pemindahan membutuhkan waktu 5 detik untuk memindahkannya. Sehingga Frekuensi rate yang diperoleh adalah  $\frac{5 \text{ lift}}{0,41 \text{ menit}}$  detik atau sama dengan 12,19 lift/menit. Sedangkan pada *objecting coupling* diklasifikasikan sebagai tipe buruk karena karung tidak memiliki *handling* sehingga tangan tidak dapat memegang objek dengan sempurna yang dapat menyebabkan benda kerja jatuh. Jarak perpindahan operator dari lantai menuju mesin *mixing* adalah 1 meter.

Tabel 4.1

Data Variabel NIOSH pada H1 Tumpukan Pertama

| Operator     | Object Weight (Kg) | Hand Location (cm) |   |       |     | Vertical Distance (cm) | Asymmetric Angle (degrees) |       | Frequency Rate Lift/min | Duration (Hrs) | Objecting Coupling |
|--------------|--------------------|--------------------|---|-------|-----|------------------------|----------------------------|-------|-------------------------|----------------|--------------------|
|              |                    | Origin             |   | Dest. |     |                        | Origin                     | Dest. |                         |                |                    |
|              |                    | H                  | V | H     | V   | D                      | A                          | A     | F                       |                | C                  |
| Heri (Op1)   | 25                 | 30                 | 0 | 70    | 140 | 140                    | 0                          | 60    | 12,19                   | <1             | Buruk              |
| Basuki (Op2) | 25                 | 31                 | 0 | 72    | 140 | 140                    | 0                          | 60    | 12.19                   | <1             | Buruk              |

Tabel 4.2

Data Variabel NIOSH pada H1 Tumpukan Kedua

| Operator     | Object Weight (Kg) | Hand Location (cm) |    |       |     | Vertical Distance (cm) | Asymmetric Angle (degrees) |       | Frequency Rate Lift/min | Duration (Hrs) | Objecting Coupling |
|--------------|--------------------|--------------------|----|-------|-----|------------------------|----------------------------|-------|-------------------------|----------------|--------------------|
|              |                    | Origin             |    | Dest. |     |                        | Origin                     | Dest. |                         |                |                    |
|              |                    | H                  | V  | H     | V   |                        | D                          | A     |                         |                |                    |
| Heri (Op1)   | 25                 | 30                 | 10 | 70    | 140 | 140                    | 0                          | 60    | 12,19                   | <1             | Buruk              |
| Basuki (Op2) | 25                 | 31                 | 10 | 72    | 140 | 140                    | 0                          | 60    | 12.19                   | <1             | Buruk              |

Tabel 4.3

Data Variabel NIOSH pada H1 Tumpukan Ketiga

| Operator     | Object Weight (Kg) | Hand Location (cm) |    |       |     | Vertical Distance (cm) | Asymmetric Angle (degrees) |       | Frequency Rate Lift/min | Duration (Hrs) | Objecting Coupling |
|--------------|--------------------|--------------------|----|-------|-----|------------------------|----------------------------|-------|-------------------------|----------------|--------------------|
|              |                    | Origin             |    | Dest. |     |                        | Origin                     | Dest. |                         |                |                    |
|              |                    | H                  | V  | H     | V   |                        | D                          | A     |                         |                |                    |
| Heri (Op1)   | 25                 | 30                 | 20 | 70    | 140 | 140                    | 0                          | 60    | 12,19                   | <1             | Buruk              |
| Basuki (Op2) | 25                 | 31                 | 20 | 72    | 140 | 140                    | 0                          | 60    | 12.19                   | <1             | Buruk              |

### 4.3 Pengolahan Data

Pada sub-bab ini akan dilakukan pengolahan data berdasarkan data-data yang didapat pada sub-bab sebelumnya. Metode yang digunakan dalam pengolahan data adalah RULA dan NIOSH Lifting Equation.

#### 4.3.1 Pengolahan Data Menggunakan Metode RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

Untuk mengetahui potensi cedera yang dapat timbul dari suatu kegiatan diperlukan suatu metode, salah satunya adalah metode RULA. Dalam pengerjaannya metode RULA memiliki tahapan yang harus diikuti agar dapat menentukan potensi cedera tersebut. Pada tahap



pertama melakukan pengembangan metode untuk merekam postur kerja, tahap kedua adalah pengembangan sistem penilaian dengan skor, dan yang ketiga adalah pengembangan dari skala tingkat tindakan yang dapat memberitahukan panduan pada tingkat risiko dan kebutuhan tindakan.

#### 4.3.1.1 Penilaian Skor Untuk Pengelompokkan Bagian Tubuh

Pada tahap kedua yaitu melakukan penilaian pada postur kerja operator yang dibagi kedalam dua kelompok atau grup. Dimana nantinya akan ditentukan skor untuk masing-masing postur, berikut ini penilaian postur kerja operator.

##### 1. Penilaian Grup A

Berikut ini deskripsi postur kerja operator untuk Tabel A:

##### 1. Lengan atas (*upper arm*)

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa sudut yang dihasilkan oleh lengan atas sebesar  $116,57^\circ$ , sehingga pada kolom *upper arm score* diberikan angka 4.

##### 2. Lengan bawah (*lower arm*)

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa sudut yang dihasilkan oleh lengan bawah sebesar  $0^\circ$ , sehingga pada kolom *lower arm score* diberikan angka 2.

##### 3. Pergelangan tangan (*wrist*)

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa sudut yang dihasilkan oleh pergelangan tangan sebesar  $0^\circ$ , sehingga pada kolom *wrist* diberikan angka 1 dan pada kolom *wrist twist* diberikan angka 1 karena putaran pergelangan tangan pada posisi tengah dari putaran.

Nilai keseluruhan skor A yang didapat setelah dimasukkan kedalam tabel adalah 4

Tabel 4.4  
Skor Grup A

|           |           | Wrist Score |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|-----------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           |           | 1           |       | 2     |       | 3     |       | 4     |       |
|           |           | Wrist       | Twist | Wrist | Twist | Wrist | Twist | Wrist | Twist |
| Upper Arm | Lower Arm | 1           | 2     | 1     | 2     | 1     | 2     | 1     | 2     |
| 1         | 1         | 1           | 2     | 2     | 2     | 2     | 3     | 3     | 3     |
|           | 2         | 2           | 2     | 2     | 2     | 3     | 3     | 3     | 3     |
|           | 3         | 2           | 3     | 3     | 3     | 3     | 3     | 4     | 4     |
| 2         | 1         | 2           | 3     | 3     | 3     | 3     | 4     | 4     | 4     |
|           | 2         | 3           | 3     | 3     | 3     | 3     | 4     | 4     | 4     |
|           | 3         | 3           | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 5     | 5     |
| 3         | 1         | 3           | 3     | 4     | 4     | 4     | 4     | 5     | 5     |
|           | 2         | 3           | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 5     | 5     |
|           | 3         | 4           | 4     | 4     | 4     | 4     | 5     | 5     | 5     |



#### 4.3.1.2 Penentuan Tingkat Risiko dan Kebutuhan Tindakan

Setelah melakukan penilaian skor pada grup A dan grup B, langkah berikutnya adalah menambahkan skor aktivitas dan skor beban. Skor tersebut nantinya digunakan untuk mendapatkan skor C dan skor D, dan digabungkan menjadi suatu *Grand Score* tunggal yang dapat memberikan analisis terhadap seberapa besar risiko dari postur kerja operator. Berikut ini deskripsi dari postur kerja operator untuk Tabel C:

1. Skor C didapatkan dari skor A (4) ditambah 3 karena beban yang diangkat lebih dari 10 kg dan ditambah 1 karena pengulangan aktivitas lebih dari 4 kali per menit, sehingga pada kolom *score C* diberikan angka 8.
2. Skor D didapatkan dari skor B (7) ditambah 3 karena beban yang diangkat lebih dari 10 kg dan ditambah 1 karena pengulangan aktivitas lebih dari 4 kali per menit, sehingga pada kolom *score D* diberikan angka 11.

Nilai keseluruhan skor Tabel C setelah dimasukkan ke dalam tabel adalah 7

Tabel 4.6  
*Grand Total Score*

| <i>Grand Total Score</i> |                                                                |   |   |   |   |   |   |   |    |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|----|
|                          | <i>Score D = Score from Table B + Muscle Use Score + Force</i> |   |   |   |   |   |   |   |    |
| <i>Score C</i>           | 1                                                              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9+ |
| 1                        | 1                                                              | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5  |
| 2                        | 2                                                              | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5  |
| 3                        | 3                                                              | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 6 | 6 | 6  |
| 4                        | 3                                                              | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6  |
| 5                        | 4                                                              | 4 | 4 | 5 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7  |
| 6                        | 4                                                              | 4 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7  |
| 7                        | 5                                                              | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7  |
| 8                        | 5                                                              | 5 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7  |
| 9+                       | 5                                                              | 5 | 6 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7  |

Berdasarkan *Grand Score* dari Tabel C, postur kerja operator mendapatkan skor 7 yang artinya termasuk kedalam level risiko tinggi, sehingga dibutuhkan tindakan berupa investigasi dan perubahan segera.

#### 4.3.2 Pengolahan Data menggunakan Metode NIOSH *Lifting Equation*

Pada tahap ini akan dilakukan pengolahan data yang nantinya menjadi acuan dalam melakukan perbaikan. Adapun pengolahan data dalam penelitian ini adalah perhitungan RWL dan LI.

#### 4.3.2.1 Pengolahan Data pada H1 Ketinggian 0 cm

Aktivitas *manual material handling* ini termasuk *single task* dikarenakan hanya terdapat satu kegiatan dengan jarak vertikal maupun horizontal yang sama yaitu dari lantai ke mesin *mixer*. Berikut ini merupakan pengolahan data faktor pengali H1 dari operator 1:

1. LC = konstanta pembebanan = 23 kg
2. HM = 25 / H  
 HM origin = 25 / 30 = 0,83  
 HM destination = 25 / 70 = 0,36
3. VM = 1 - 0,003 |V - 75|  
 VM origin = 1 - 0,003 |0 - 75| = 0,775  
 VM destination = 1 - 0,003 |140 - 75| = 0,805
4. DM = 0,82 + (4,5/D)  
 = 0,82 + (4,5/140) = 0,85
5. AM = 1 - (0,0032 x A(°))  
 AM origin = 1 - (0,0032 x 0) = 1  
 AM destination = 1 - (0,0032 x 60) = 0,81
6. FM = 0,37

Nilai tersebut didapatkan dari tabel 2.2 dengan frequency rate 12,19 Lift/Menit, durasi < 1 Jam, V origin < 75 dan V destination ≥ 75. Frequency rate tersebut dibulatkan ke bawah sehingga bernilai 12 Lift/Menit.

7. CM = 0,9

Faktor pengali kopling diklasifikasikan sebagai tipe buruk, karena karung tidak memiliki *handling* dan termasuk kedalam barang yang tidak kaku sehingga pada saat mengangkat karung tersebut dapat melengkung pada bagian tengah. Oleh karenanya nilai CM dengan V origin < 75 dan V destination ≥ 75 adalah 0,90, nilai CM didapat dari tabel 2.3

8. RWL = LC x HM x VM x DM x AM x FM x CM

Origin RWL = 23 x 0,83 x 0,775 x 0,85 x 1 x 0,37 x 0,9 = 4,2 kg

Destination RWL = 23 x 0,36 x 0,805 x 0,85 x 0,81 x 0,37 x 0,9 = 1,52 kg

9.  $LI = \frac{Load\ Weight}{Recommended\ Weight\ Limit\ (RWL)}$

Origin  $LI = \frac{25}{4,2} = 5,95$

Destination  $LI = \frac{25}{1,52} = 16,4$

Tabel 4.7  
Hasil Pengolahan Data H1 Ketinggian 0 cm

|             | Operator | LC | HM   | VM    | DM   | AM   | FM   | CM  | RWL (kg) | LI    |
|-------------|----------|----|------|-------|------|------|------|-----|----------|-------|
| Origin      | Op1      | 23 | 0,83 | 0,775 | 0,85 | 1    | 0,37 | 0,9 | 4,2      | 5,95  |
|             | Op2      | 23 | 0,8  | 0,775 | 0,85 | 1    | 0,37 | 0,9 | 4        | 6,25  |
| Destination | Op1      | 23 | 0,36 | 0,805 | 0,85 | 0,81 | 0,37 | 0,9 | 1,52     | 16,4  |
|             | Op2      | 23 | 0,35 | 0,805 | 0,85 | 0,81 | 0,37 | 0,9 | 1,48     | 16,89 |

#### 4.3.2.2 Pengolahan Data pada H1 Ketinggian 10 cm

Aktivitas *manual material handling* ini termasuk *single task* dikarenakan hanya terdapat satu kegiatan dengan jarak vertikal maupun horizontal yang sama yaitu dari lantai ke mesin *mixer*. Berikut ini merupakan pengolahan data faktor pengali H1 dari operator 1:

1. LC = konstanta pembebanan = 23 kg
2. HM = 25 / H  
 HM origin = 25 / 30 = 0,83  
 HM destination = 25 / 70 = 0,36
3. VM = 1 - 0,003 |V - 75|  
 VM origin = 1 - 0,003 |10 - 75| = 0,805  
 VM destination = 1 - 0,003 |140 - 75| = 0,805
4. DM = 0,82 + (4,5/D)  
 = 0,82 + (4,5/140) = 0,85
5. AM = 1 - (0,0032 x A(°))  
 AM origin = 1 - (0,0032 x 0) = 1  
 AM destination = 1 - (0,0032 x 60) = 0,81
6. FM = 0,37

Nilai tersebut didapatkan dari tabel 2.2 dengan frequency rate 12,19 Lift/Menit, durasi < 1 Jam, V origin < 75 dan V destination ≥ 75. Frequency rate tersebut dibulatkan ke bawah sehingga bernilai 12 Lift/Menit.

7. CM = 0,9

Faktor pengali kopling diklasifikasikan sebagai tipe buruk, karena karung tidak memiliki *handling* dan termasuk kedalam barang yang tidak kaku sehingga pada saat mengangkat karung tersebut dapat melengkung pada bagian tengah. Oleh karenanya nilai CM dengan V origin < 75 dan V destination ≥ 75 adalah 0,90, nilai CM didapat dari tabel 2.3

8. RWL = LC x HM x VM x DM x AM x FM x CM

$$\begin{aligned} \text{Origin} \quad \text{RWL} &= 23 \times 0,83 \times 0,805 \times 0,85 \times 1 \times 0,37 \times 0,9 = 4,35 \text{ kg} \\ \text{Destination} \quad \text{RWL} &= 23 \times 0,36 \times 0,805 \times 0,85 \times 0,81 \times 0,37 \times 0,9 = 1,52 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$9. \text{ LI} = \frac{\text{Load Weight}}{\text{Recommended Weight Limit (RWL)}}$$

$$\text{Origin} \quad \text{LI} = \frac{25}{4,35} = 5,75$$

$$\text{Destination} \quad \text{LI} = \frac{25}{1,52} = 16,4$$

Tabel 4.8  
Hasil Pengolahan Data H1 Ketinggian 10 cm

|             | Operator | LC | HM   | VM    | DM   | AM   | FM   | CM  | RWL (kg) | LI    |
|-------------|----------|----|------|-------|------|------|------|-----|----------|-------|
| Origin      | Op1      | 23 | 0,83 | 0,805 | 0,85 | 1    | 0,37 | 0,9 | 4,35     | 5,75  |
|             | Op2      | 23 | 0,8  | 0,805 | 0,85 | 1    | 0,37 | 0,9 | 4,2      | 5,95  |
| Destination | Op1      | 23 | 0,36 | 0,805 | 0,85 | 0,81 | 0,37 | 0,9 | 1,52     | 16,4  |
|             | Op2      | 23 | 0,35 | 0,805 | 0,85 | 0,81 | 0,37 | 0,9 | 1,48     | 16,89 |

#### 4.3.2.3 Pengolahan Data pada H1 ketinggian 20 cm

Aktivitas *manual material handling* ini termasuk *single task* dikarenakan hanya terdapat satu kegiatan dengan jarak vertikal maupun horizontal yang sama yaitu dari lantai ke mesin *mixer*. Berikut ini merupakan pengolahan data faktor pengali H1 dari operator 1:

1. LC = konstanta pembebanan = 23 kg
2. HM = 25 / H  
 HM origin = 25 / 30 = 0,83  
 HM destination = 25 / 70 = 0,36
3. VM = 1 - 0,003 |V - 75|  
 VM origin = 1 - 0,003 |20 - 75| = 0,835  
 VM destination = 1 - 0,003 |140 - 75| = 0,805
4. DM = 0,82 + (4,5/D)  
 = 0,82 + (4,5/140) = 0,85
5. AM = 1 - (0,0032 x A(°))  
 AM origin = 1 - (0,0032 x 0) = 1  
 AM destination = 1 - (0,0032 x 60) = 0,81
6. FM = 0,37

Nilai tersebut didapatkan dari tabel 2.2 dengan frequency rate 12,19 Lift/Menit, durasi < 1 Jam, V origin < 75 dan V destination ≥ 75. Frequency rate tersebut dibulatkan ke bawah sehingga bernilai 12 Lift/Menit.

7.  $CM = 0,9$ 

Faktor pengali kopling diklasifikasikan sebagai tipe buruk, karena karung tidak memiliki *handling* dan termasuk kedalam barang yang tidak kaku sehingga pada saat mengangkat karung tersebut dapat melengkung pada bagian tengah. Oleh karenanya nilai CM dengan  $V_{origin} < 75$  dan  $V_{destination} \geq 75$  adalah 0,90, nilai CM didapat dari tabel 2.3

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

Origin  $RWL = 23 \times 0,83 \times 0,835 \times 0,85 \times 1 \times 0,37 \times 0,9 = 4,5 \text{ kg}$

Destination  $RWL = 23 \times 0,36 \times 0,805 \times 0,85 \times 0,81 \times 0,37 \times 0,9 = 1,52 \text{ kg}$

9.  $LI = \frac{\text{Load Weight}}{\text{Recommended Weight Limit (RWL)}}$ 

Origin  $LI = \frac{25}{4,5} = 5,56$

Destination  $LI = \frac{25}{1,52} = 16,4$

Tabel 4.9

Hasil Pengolahan Data H1 Ketinggain 20 cm

|             | Operator | LC | HM   | VM    | DM   | AM   | FM   | CM  | RWL (kg) | LI    |
|-------------|----------|----|------|-------|------|------|------|-----|----------|-------|
| Origin      | Op1      | 23 | 0,83 | 0,835 | 0,85 | 1    | 0,37 | 0,9 | 4,2      | 5,56  |
|             | Op2      | 23 | 0,8  | 0,835 | 0,85 | 1    | 0,37 | 0,9 | 4,35     | 5,75  |
| Destination | Op1      | 23 | 0,36 | 0,805 | 0,85 | 0,81 | 0,37 | 0,9 | 1,52     | 16,4  |
|             | Op2      | 23 | 0,35 | 0,805 | 0,85 | 0,81 | 0,37 | 0,9 | 1,48     | 16,89 |

Dari Tabel 4.7, 4.8 dan 4.9 dapat diketahui bahwa nilai LI dari masing-masing operator melebihi 1, yang berarti aktivitas tersebut dapat menyebabkan cedera apabila tidak diberikan penanganan. Terutama pada *Destination* yang nilai LI nya 16.

#### 4.4 Analisis dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengolahan data dengan menggunakan metode RULA dan NIOSH *Lifting Equation*, diketahui bahwa hasil pengolahan data dengan metode RULA pada produksi *inner* karung khususnya pada proses pengangkatan bahan ke mesin *mixer* membutuhkan adanya rekomendasi perbaikan. Selanjutnya pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai analisis dan pembahasan hasil dari RULA, NIOSH dan rekomendasi perbaikan.

##### 4.4.1 Hasil Identifikasi Postur Tubuh dengan RULA

Setelah melakukan perhitungan dengan RULA pada sub bab sebelumnya, diketahui bahwa proses pengangkatan bahan ke mesin *mixer* memiliki risiko cedera dimana mendapatkan skor 7. Skor ini didapatkan dari memasukkan skor C dan Skor D kedalam tabel



*Grand Total Score*, dimana skor C didapatkan dari skor A ditambahkan dengan skor aktivitas dan skor beban. Sedangkan skor D didapatkan dari skor B ditambahkan dengan skor aktivitas dan skor beban. Untuk skor A didapatkan dengan memasukkan skor dari lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan dan putaran pergelangan tangan ke dalam tabel skor grup A. dan untuk skor B didapatkan dengan memasukkan skor dari leher, batang tubuh dan kaki.

Pada skor A didapatkan nilai 4 yang berasal dari skor postur lengan atas, dimana menunjukkan skor 4 yang terbilang sangat tinggi dikarenakan sudut yang tercipta melebihi  $90^{\circ}$ . Pada lengan bawah menunjukkan skor 2 dikarenakan pada saat mengambil bahan, lengan bawah lurus sehingga menciptakan sudut  $0^{\circ}$ . Pada pergelangan tangan menunjukkan skor 1 dikarenakan pergelangan tangan terdapat pada posisi netral dan pada putaran pergelangan tangan menunjukkan skor 1 dikarenakan putaran pergelangan tangan tidak jauh dari posisi tengah dari putaran. Dari postur tersebut dapat diketahui skor tertinggi terdapat pada lengan atas.

Pada skor B didapatkan nilai pada leher menunjukkan skor 4 terbilang tinggi, dikarenakan leher menekuk ke belakang. Pada batang tubuh menunjukkan skor 5, skor tersebut tinggi dikarenakan batang tubuh membungkuk hingga membentuk sudut  $104,62^{\circ}$ . Pada kaki menunjukkan skor 1 dimana skor tersebut bagus dikarenakan menggunakan kedua kaki sehingga seimbang pada saat mengangkat bahan. Dari postur tersebut dapat diketahui skor tertinggi terdapat pada leher dan batang tubuh.

Skor A nantinya digunakan untuk menentukan skor C dan skor B yang digunakan untuk menentukan skor D, seperti telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya. Dan nantinya skor C dan skor D dimasukkan ke dalam tabel *Grand Total Score*, sehingga mendapatkan nilai 7 yang dapat dilihat pada Tabel 4.6. Nilai 7 tersebut menunjukkan bahwa perlunya tindakan untuk memperbaiki sekarang juga, yang apabila tidak diperbaiki segera maka dapat menimbulkan risiko dari pegal-pegal sampai dengan penyakit yang timbul karena tulang belakang tidak membengkok seperti seharusnya.

#### 4.4.2 Hasil Identifikasi dengan NIOSH

Setelah melakukan perhitungan dengan NIOSH *Lifting Equation* pada sub bab sebelumnya yang dirangkum pada Tabel 4.7, 4.8 dan 4.9, dapat diketahui bahwa nilai *Lifting Index* dari kedua operator sangat besar. Dimana pada operator 1 nilai *LI origin* rata-rata sebesar 5,75 dan pada *destination* sebesar 16,4. Sedangkan pada operator 2 nilai *LI origin* rata-rata sebesar 5,98 dan pada *destination* sebesar 16,89. Nilai tersebut terbilang besar karena batas aman suatu aktivitas tidak menimbulkan risiko cedera sebesar  $\leq 1$ .

Berdasarkan pengolahan data, faktor yang berpengaruh terhadap besarnya nilai LI adalah pada faktor HM dan VM. Nilai HM yaitu jarak horizontal antara mata kaki dengan titik tengah genggam tangan untuk operator 1 berjarak 70 cm sehingga nilai pada *destination* sebesar 0,36, sedangkan operator 2 berjarak 72 cm sehingga nilainya sebesar 0,35. Nilai VM yaitu jarak tangan dengan lantai untuk operator 1 dan 2 berjarak 0 cm sehingga nilai pada origin yaitu 0,775.

Nilai *Lifting Index* didapatkan dari pembagian antara nilai *Load Weight* yaitu berat beban yang diangkat oleh operator dengan *Recommended Weight Limit* (RWL), dimana sebelumnya melakukan perhitungan terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai RWL. Nilai RWL didapatkan dari hasil perkalian antara konstanta pembebanan yaitu telah ditetapkan sebesar 23 kg, faktor pengali horizontal, faktor pengali vertikal, faktor pengali perpindahan, faktor pengali asimetrik/sudut putaran, faktor pengali frekuensi, dan faktor pengali kopling/pegangan pada beban. Setelah melakukan perhitungan dengan membagi *Load Weight* dengan RWL, dihasilkan nilai *Lifting Index* yang dimana semakin kecil nilai RWLnya maka akan semakin besar nilai *Lifting Index*nya.

#### 4.4.3 Rekomendasi Perbaikan

Dari hasil pengolahan data yang dilakukan kepada operator pengangkatan bahan ke mesin *mixer*, didapatkan hasil yang tidak sesuai dengan ketentuan beban kerja operator yang dapat dilihat dari hasil postur kerja operator dan nilai *Lifting index*. Oleh karenanya aktivitas pengangkatan ini membutuhkan perbaikan, yaitu berupa desain alat bantu untuk operator yang diharapkan dapat merubah postur kerja operator sehingga tidak menyebabkan cedera pada saat melakukan aktivitas.

Dalam pembuatan suatu alat bantu, dibutuhkan pengukuran dimensi antropometri berdasarkan ukuran pengguna alat. Penentuan dimensi antropometri ini diperuntukkan agar rancangan sesuai dengan karakteristik penggunanya. Beberapa dimensi yang diukur berupa tinggi siku, lebar bahu, lebar tangan, panjang kaki, lebar kaki, dan panjang tangan operator dengan mengacu pada desain antropometri orang Indonesia. Pada Tabel 4.10 dapat dilihat data antropometri untuk operator pengangkatan bahan ke mesin *mixer*.

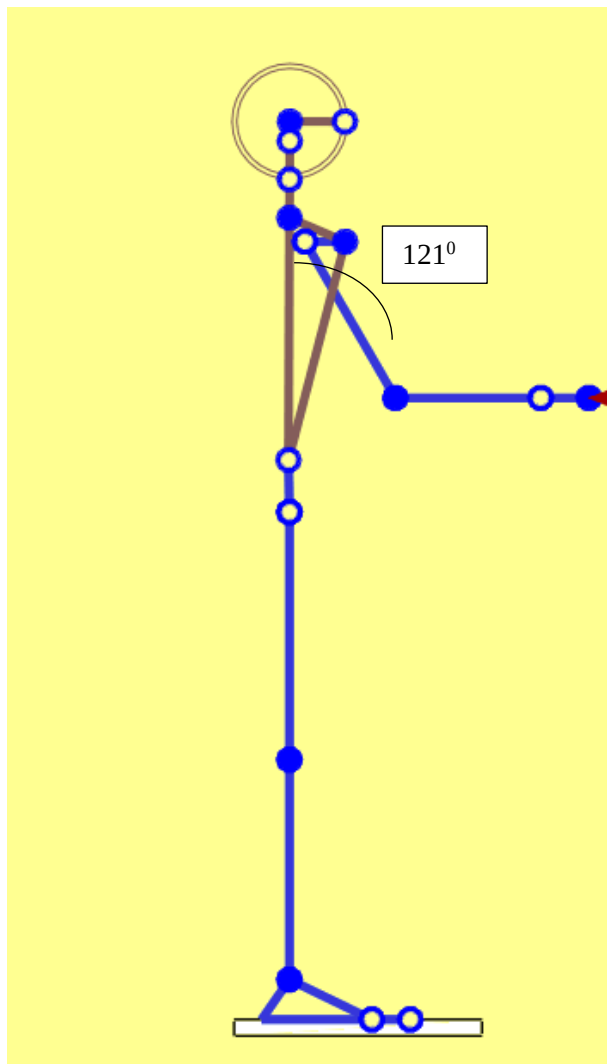
Tabel 4.10

Data Antropometri untuk Operator Pengangkatan Bahan ke Mesin *Mixer*

| No | Dimensi | Keterangan             | Persentil            |                       |                       |
|----|---------|------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |         |                        | 5 <sup>th</sup> (cm) | 50 <sup>th</sup> (cm) | 95 <sup>th</sup> (cm) |
| 1  | D4      | Tinggi siku            | 103,73               | 105,38                | 107,02                |
| 2  | D15     | Tinggi lutut           | 50,38                | 52,02                 | 53,67                 |
| 3  | D18     | Lebar bahu bagian atas | 36,11                | 37,75                 | 39,4                  |

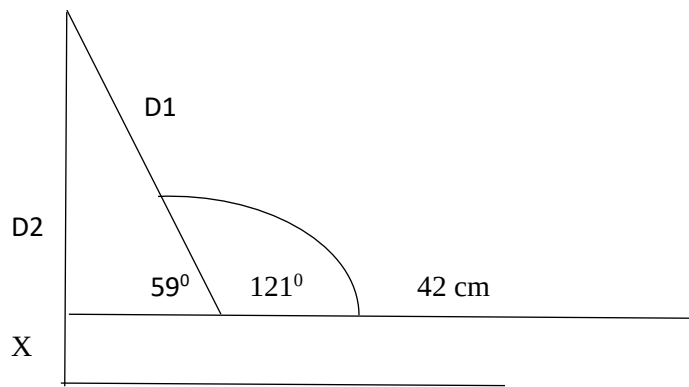
| No | Dimensi | Keterangan                      | Persentil            |                       |                       |
|----|---------|---------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
|    |         |                                 | 5 <sup>th</sup> (cm) | 50 <sup>th</sup> (cm) | 95 <sup>th</sup> (cm) |
| 4  | D24     | Panjang rentang tangan ke depan | 67,81                | 69,45                 | 71,1                  |
| 5  | D29     | Lebar tangan                    | 12,28                | 13,92                 | 15,57                 |
| 6  | D31     | Lebar kaki                      | 8,36                 | 10                    | 11,65                 |

Tinggi siku dalam antropometri tersebut masih menggunakan sudut  $90^0$ , sedangkan operator pada saat mendorong tentunya tidak menggunakan sudut  $90^0$ . Oleh karenanya sudut tersebut disesuaikan pada saat operator mendorong yang nantinya akan didapatkan ketinggian siku baru. Pada gambar dibawah ini salah satu contoh orang yang mendorong trolley dengan siku yang membentuk sudut  $120,78$  dibulatkan menjadi  $121$ .



Gambar 4.7 Sudut siku pada saat mendorong  
Sumber: Dokumentasi

Sudut tersebut dijadikan acuan dalam menghitung ketinggian siku yang baru dimana pada saat sudut  $90^0$  memiliki ketinggian  $103,73$  cm. Panjang bahu ke siku sebesar  $26$  cm dan panjang siku ke ujung jari sebesar  $42$  cm. Dengan menggunakan trigonometri didapatkan ketinggian siku yang baru sebesar  $107,44$  cm.



Garis-garis diatas menggambarkan tangan pada saat membentuk sudut  $90^0$  dan tangan pada saat mendorong trolley yang membentuk sudut  $121^0$  dimana panjang bahu ke siku sebesar 26 cm dan panjang siku ke ujung jari sebesar 42 cm.

Diketahui:

$D1$  = jarak bahu ke titik apabila siku membentuk sudut  $121^0$

$D2$  = panjang bahu ke siku

$X$  = selisih dari tinggi siku  $90^0$  dengan tinggi siku  $121^0$

$$\sin 59^0 = \frac{D1}{D2}$$

$$0,8571673 = \frac{D1}{24cm}$$

$$D1 = 22,286 \text{ cm}$$

Untuk mendapatkan nilai  $X$  yaitu panjang bahu ke siku dikurangi  $D1$

$$X = 26 \text{ cm} - 22,286 \text{ cm}$$

$$X = 3,71 \text{ cm}$$

Tinggi siku untuk sudut  $121^0$  didapatkan dengan menambahkan tinggi siku pada sudut  $90^0$  dengan  $X$

$$\text{Tinggi siku } 121^0 = 103,73 \text{ cm} + 3,71 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi siku } 121^0 = 107,44 \text{ cm}$$

#### 4.4.3.1 Desain Scissor Lift Table

*Scissor lift table* adalah sebuah alat bantu yang nantinya dapat mengangkat bahan sampai pada ketinggian yang tertentu dan juga memindahkan bahan. Pada kasus ini digunakan dalam proses mengangkat karung ke mesin *mixer*. Pada Tabel 4.11 menunjukkan dimensi desain alat bantu *scissor lift table* berdasarkan dimensi antropometri orang Indonesia.

Tabel 4.11

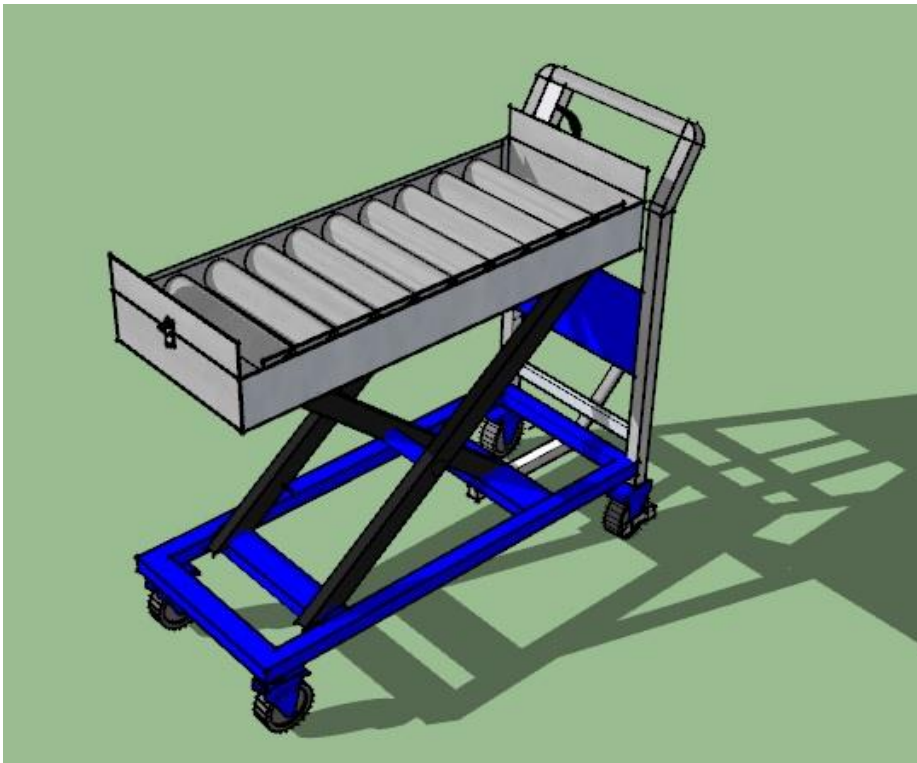
Dimensi *Scissor Lift Table* Berdasarkan Operator Pengangkatan Bahan ke Mesin *Mixer*.

| No | Dimensi | Keterangan             | Dimensi benda                            | Persentil        | Ukuran (cm) |
|----|---------|------------------------|------------------------------------------|------------------|-------------|
| 1  | D4      | Tinggi siku            | Tinggi pegangan alat bantu               | 5 <sup>th</sup>  | 107,44      |
| 2  | D30     | Tinggi lutut           | Tinggi tangkai tuas hidrolik untuk turun | 5 <sup>th</sup>  | 50,38       |
| 3  | D18     | Lebar bahu bagian atas | Lebar pegangan alat bantu                | 95 <sup>th</sup> | 39,4        |
| 4  | D28     | Panjang tangan         | Jarak operator dengan pegangan tangan    | 5 <sup>th</sup>  | 67,81       |
| 5  | D29     | Lebar tangan           | Diameter pegangan alat bantu             | 50 <sup>th</sup> | 13,92       |
| 6  | D31     | Lebar kaki             | Lebar tuas hidrolik                      | 95 <sup>th</sup> | 11,65       |

Berikut ini akan dijelaskan alasan pemilihan persentil pada masing-masing dimensi:

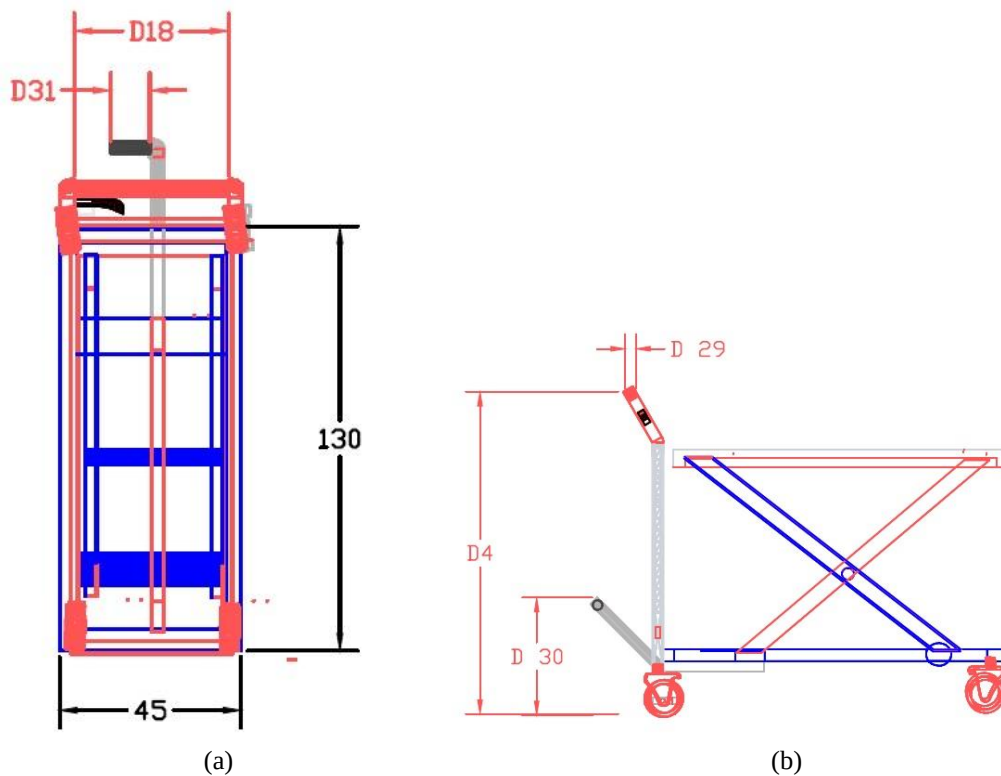
1. Tinggi Siku (D4) menggunakan persentil 5<sup>th</sup> agar ukuran siku yang pendek dapat menjangkau pegangan alat bantu.
2. Tinggi Lutut (D15) menggunakan persentil 5<sup>th</sup> agar memungkinkan operator yang pendek dapat menjangkau tangkai tuas hidrolik.
3. Lebar Bahu Bagian Atas (D18) menggunakan persentil 95<sup>th</sup> karena dengan ukuran yang besar operator yang memiliki bahu lebar dapat menggunakannya.
4. Panjang Tangan (D28) menggunakan persentil 5<sup>th</sup> untuk memungkinkan jangkauan pegangan tangan pada operator yang pendek sehingga tidak menimbulkan kesulitan pada saat menjangkau pegangan alat bantu.
5. Lebar Tangan (D29) menggunakan persentil 50<sup>th</sup> untuk memungkinkan hampir semua populasi dapat menggunakannya.
6. Lebar Kaki (D31) menggunakan persentil 95<sup>th</sup> agar memungkinkan kaki dapat menginjak tuas hidrolik dengan mudah.

Setelah menentukan dimensi dari desain alat bantu, langkah selanjutnya adalah membuat desain alat bantu tersebut. Diharapkan dengan adanya alat bantu tersebut dapat memudahkan operator dalam melakukan aktivitas pengangkatan bahan ke mesin *mixer*, mengurangi risiko cedera yang dapat terjadi akibat postur kerja, dan mengurangi beban kerja operator. Perbaikan dengan konsep pengangkatan bahan ke mesin *mixer* menjadi sebuah *scissor lift table* yang dapat dinaikkan dan diturunkan sesuai dengan kebutuhan operator. Pada Gambar 4.8 merupakan gambar dari *scissor lift table* dengan tampilan 2D dan 3D.



Gambar 4.8 Rekomendasi desain ergonomi scissor lift table  
Sumber: Dokumentasi

Berikutnya pada Gambar 4.9 (a) dan (b) dibawah ini merupakan gambar yang menunjukkan keterangan antropometri yang digunakan pada scissor lift table.



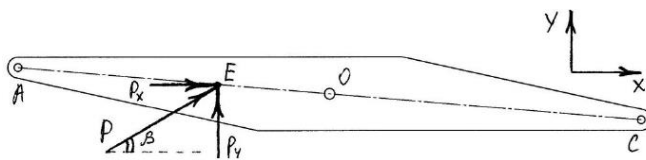
Gambar 4.9 Scissor lift table  
(a) Tampak atas  
(b) Tampak samping  
Sumber: Dokumentasi

Mekanisme kerja dari *scissor lift table* adalah operator menginjak tuas dongkrak hidrolik ke atas dan bawah yang nantinya akan memompa cairan hidrolik tersebut, sehingga mendorong besi yang sudah tersambung dengan roda dan nantinya dapat bergerak ke belakang. Roda tersebut akan menggerakkan besi sehingga meja untuk menaruh bahan dapat terangkat. Sedangkan untuk menurunkan *scissor lift table* operator menekan *handle* yang terletak pada pegangan tangan. Nantinya *handle* tersebut akan membuka katup yang berfungsi untuk mengeluarkan cairan hidrolik. Seiring dengan berkurangnya cairan hidrolik besi akan turun dan mendorong roda ke depan, sehingga meja pun turun.

Untuk beban maksimum yang diangkat terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi. Faktor pertama kekuatan tegangan, pada desain ini akan menggunakan besi berjenis S355 yang memiliki kekuatan  $355 \text{ N/mm}^2$ . Kemudian tebal besi tersebut, pada desain ini akan tebal dari besi sebesar 2 mm. Setelah menentukan jenis dan tebal besi maka melakukan perhitungan untuk mengetahui apakah pada saat beban ditambahkan tegangannya melebihi dari kekuatan besi.

$$\sigma_{\text{all}} = \frac{Re}{n} = \frac{355}{3} = 118,3 \text{ N/mm}^2$$

kekuatan besi S355 dibagi dengan  $n$ , dimana  $n$  merupakan faktor keselamatan. Faktor keselamatan menggunakan 3 karena menurut *safety standard* ANSI MH29.1.



Gambar 4.10 Scissor lift table posisi terendah

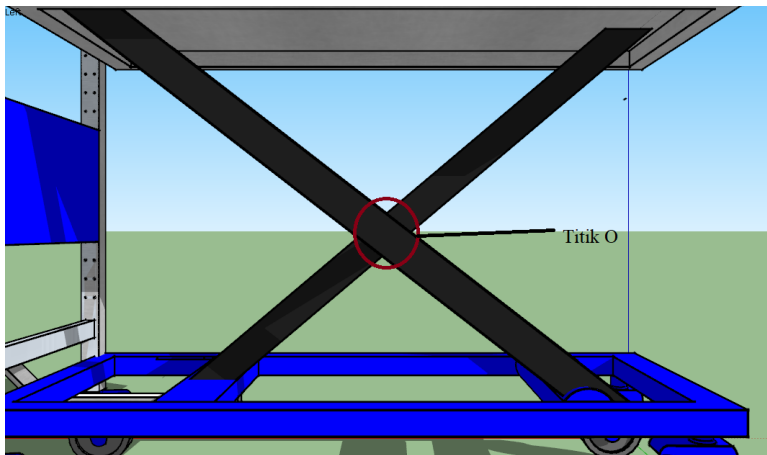
Sumber: Olenin, Georgy

Dalam melakukan perhitungan gaya ini terdapat dua posisi, yaitu posisi *scissor lift table* pada saat terendah dan pada saat tertinggi. Dari Gambar 4.10 posisi besi dalam posisi terendahnya dimana titik O merupakan salah satu titik yang menerima gaya yang besar, apabila pada titik tersebut tegangan beban lebih besar dari tegangan besi maka besi tersebut dapat bengkok hingga patah pada saat diberikan beban oleh karenanya titik O dijadikan sebagai acuan untuk menghitung kekuatan tegangan saat diberikan beban. Beban yang digunakan sebesar 350 kg

$$\sigma_n = \frac{F}{A} = \frac{29215}{129 \times 2 \times 2} = 56,6 \text{ N/mm}^2 \quad \text{Tegangan normal (sumbu x)}$$

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{9493}{129 \times 2 \times 2} = 18,4 \text{ N/mm}^2 \quad \text{Tegangan geser (sumbu y)}$$

$$\sigma_{\text{eq}} = \sqrt{\sigma_n^2 + 3\tau^2} = 65 \text{ N/mm}^2 \quad \text{Kombinasi tegangan normal dan geser}$$



Gambar 4.11 Scissor lift table posisi tertinggi  
Sumber: Dokumentasi

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan tegangan kombinasi beban sebesar 65 N/mm<sup>2</sup>, bila dibandingkan dengan tegangan besi lebih kecil sehingga aman untuk digunakan. Kemudian pada Gambar 4.11 posisi besi dalam posisi tertinggi dimana titik O menerima gaya yang besar, sehingga dijadikan sebagai acuan dalam menghitung kekuatan tegangan saat diberikan beban.

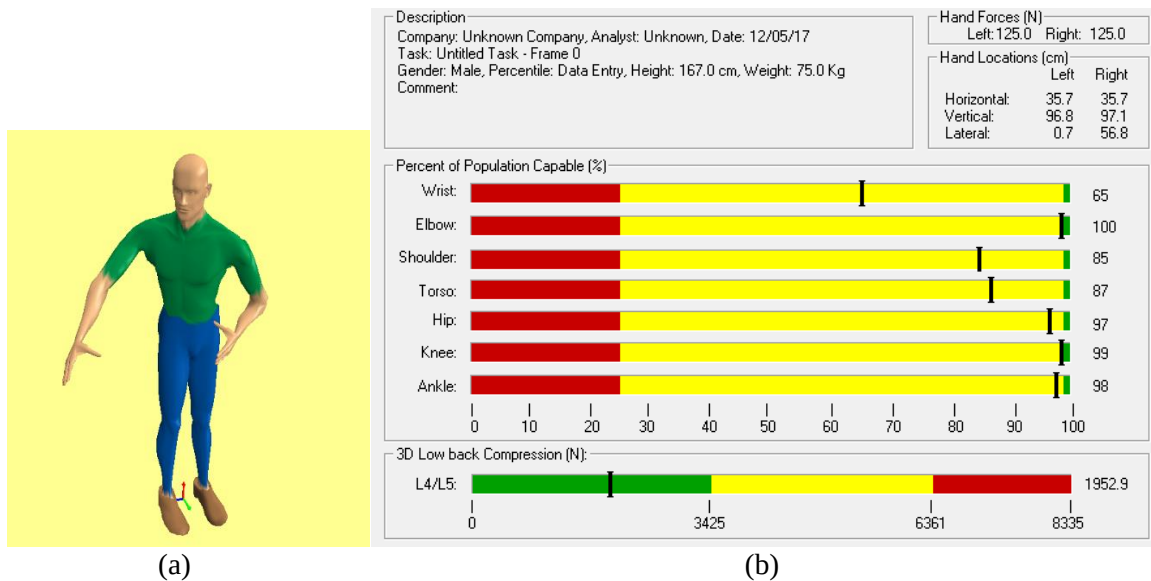
$$\sigma_n = \frac{F}{A} = \frac{1959}{150 \times 2 \times 2} = 3,265 \text{ N/mm}^2 \quad \text{Tegangan normal (sumbu x)}$$

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{3906}{150 \times 2 \times 2} = 6,51 \text{ N/mm}^2 \quad \text{Tegangan geser (sumbu y)}$$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_n^2 + 3\tau^2} = 11,74 \text{ N/mm}^2 \quad \text{Kombinasi tegangan normal dan geser}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan tegangan kombinasi beban sebesar 11,74 N/mm<sup>2</sup>, bila dibandingkan dengan tegangan besi lebih kecil sehingga aman untuk digunakan. Langkah selanjutnya adalah menentukan postur kerja yang nantinya digunakan sebagai acuan dalam menghitung nilai NIOSH *Lifting Equation*. Penentuan postur kerja menggunakan software 3DSSPP. Dalam software ini mempertimbangkan tekanan yang terjadi pada tulang belakang terutama pada Lumbar 4 dan Lumbar 5, karena lumbar tersebut merupakan 2 segmen yang paling bawah di tulang belakang. Tekanan yang terjadi pada L4/L5 disarankan kurang dari 3400 Newton, apabila melebihi maka dapat meningkatkan risiko cedera tulang belakang. Berikut ini gambar postur kerja operator dan hasil analisisnya.



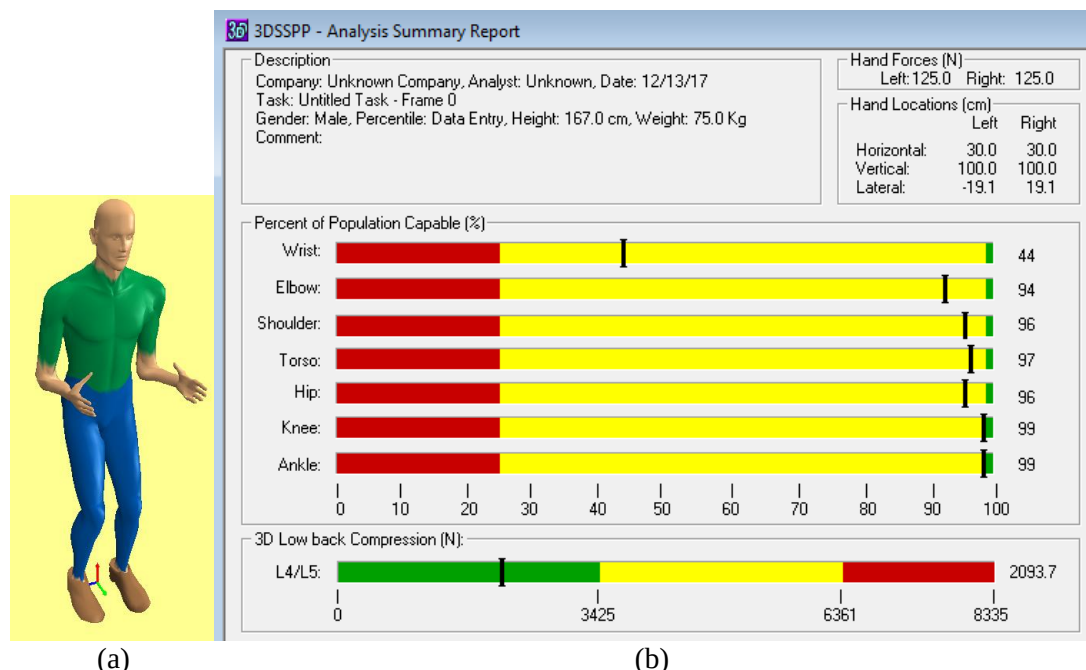


Gambar 4.12 Postur kerja operator pada saat menarik

(a) Gambar 3D postur kerja operator pada saat menarik

(b) Analisis postur kerja operator pada saat menarik

Pada Gambar 4.5 postur kerja operator saat mengambil bahan yaitu membungkuk. Dimana pada hasil RULA dan NIOSH *lifting equation* menunjukkan postur tersebut dilakukan tindakan perubahan sekarang juga. Pada Gambar 4.12 postur kerja yang baru operator hanya perlu menggeser bahan dari forklift ke *scissor lift table* tanpa perlu membungkuk. Dari hasil 3DSSPP tekanan yang terjadi pada L4/L5 sebesar 1953 Newton, yang artinya postur tersebut tidak menimbulkan risiko cedera tulang belakang. Kemudian postur kerja operator pada saat mengangkat bahan ke mesin *mixer* seperti berikut.

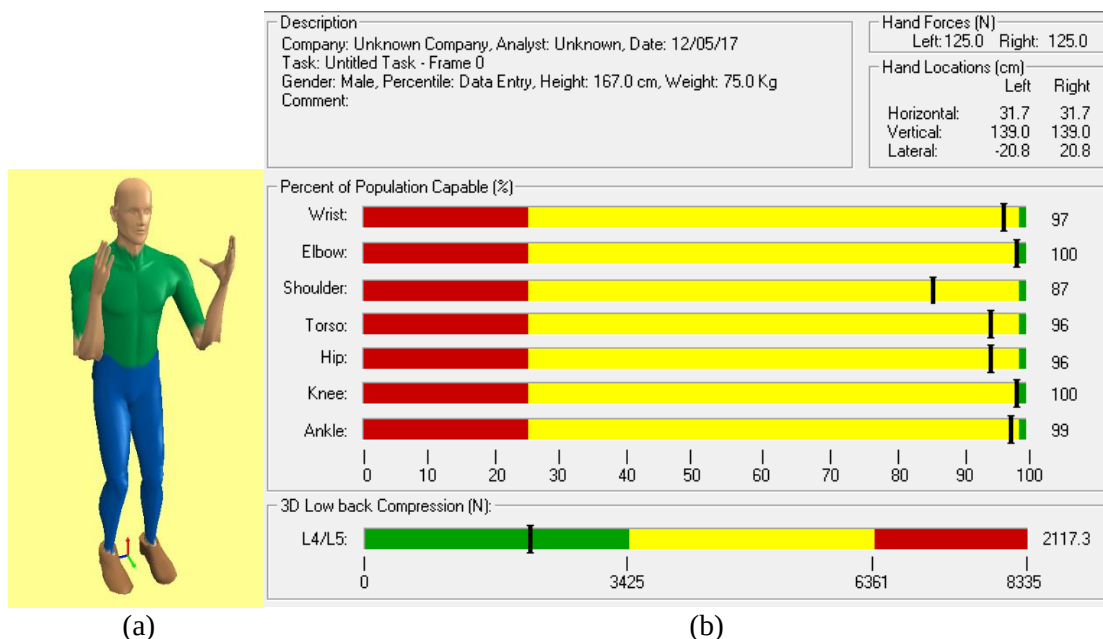


Gambar 4.13 Postur kerja operator pada saat mengangkat bahan

(a) Gambar 3D postur kerja operator pada saat menhangkat bahan

(b) Analisis postur kerja operator pada saat mengangkat bahan

Dari hasil Analisa postur kerja operator pada saat mengangkat, jarak antar tangan dengan tubuh disarankan sebesar 30 cm. Tekanan yang terjadi pada L4/L5 sebesar 2094 Newton, yang artinya postur tersebut tidak menimbulkan risiko cedera tulang belakang. Tetapi pada bagian pergelangan tangan hanya 44 persen dari suatu populasi yang dapat melakukannya. Kemudian postur kerja operator pada saat menuangkan bahan ke mesin *mixer* seperti berikut



(a) (b)  
 Gambar 4.14 Postur kerja operator pada saat menuang bahan  
 (c) Gambar 3D postur kerja operator pada saat menuang bahan  
 (d) Analisis postur kerja operator pada saat menuang bahan

Pada postur kerja ini tangan dari operator harus menekuk seperti gambar diatas, karena apabila jarak tangan dengan badan operator pada saat menuangkan lebih dari 30 cm maka pada bagian bahu akan mengurangi persentase. Dimana persentase tersebut menunjukkan orang yang dapat melakukan postur kerja tersebut dalam suatu populasi. Pada postur kerja ini tekanan yang diperoleh dari L4/L5 sebesar 2117 Newton yang masih dibawah batas. Berikutnya menghitung nilai RWL dan LI berdasarkan postur kerja diatas.

Tabel 4.12

Data Variabel NIOSH Setelah terdapat *Scissor Lift Table*

| Operator     | Object Weight (Kg) | Hand Location (cm) |     |       |     | Vertical Distance (cm) | Asymmetric Angle (degrees) |       | Frequency Rate Lift/min | Duration (Hrs) | Objecting Coupling |
|--------------|--------------------|--------------------|-----|-------|-----|------------------------|----------------------------|-------|-------------------------|----------------|--------------------|
|              |                    | Origin             |     | Dest. |     |                        | Origin                     | Dest. |                         |                |                    |
|              |                    | H                  | V   | H     | V   | D                      | A                          | A     | F                       |                | C                  |
| Heri (Op1)   | 25                 | 30                 | 100 | 30    | 140 | 0                      | 60                         | 0     | 1                       | <1             | Buruk              |
| Basuki (Op2) | 25                 | 31                 | 100 | 31    | 140 | 0                      | 60                         | 0     | 1                       | <1             | Buruk              |

Berikut ini perhitungannya:

1. LC = konstanta pembebanan = 23 kg
2. HM = 25 / H  
 HM origin = 25 / 30 = 0,83  
 HM *destination* = 25 / 30 = 0,83
3. VM = 1 - 0,003 |V- 75|  
 VM origin = 1 - 0,003 |100 - 75| = 0,925  
 VM *destination* = 1 - 0,003 |140 - 75| = 0,805
4. DM = 0,82 + (4,5/D)  
 = 0,82 + (4,5/25) = 0,9325
5. AM = 1 - (0,0032 x A(°))  
 AM origin = 1 - (0,0032 x 60) = 0,81  
 AM *destination* = 1 - (0,0032 x 0) = 1
6. FM = 0,91

Nilai tersebut didapatkan dari Tabel 2.2 karena proses pengangkatan membutuhkan waktu 20 detik sehingga dalam 1 menit dapat mengangkat 2 karung.

7. CM = 0,9

Faktor pengali kopling diklasifikasikan sebagai tipe buruk, karena karung tidak memiliki *handling* dan termasuk kedalam barang yang tidak kaku sehingga pada saat mengangkat karung tersebut dapat melengkung pada bagian tengah. Oleh karenanya nilai CM dengan V origin < 75 dan V *destination* ≥ 75 adalah 0,90, nilai CM didapat dari tabel 2.3

8. RWL = LC x HM x VM x DM x AM x FM x CM

Origin RWL = 23 x 0,83 x 0,925 x 0,9325 x 0,81 x 0,91 x 0,9 = 10,92 kg

*Destination* RWL = 23 x 0,83 x 0,805 x 0,9325 x 1 x 0,91 x 0,9 = 11,73 kg

9.  $LI = \frac{\text{Load Weight}}{\text{Recommended Weight Limit (RWL)}}$

Origin  $LI = \frac{25}{10,92} = 2,28$

*Destination*  $LI = \frac{25}{11,73} = 2,13$

Tabel 4.13

Hasil Pengolahan Data Setelah terdapat *Scissor lift table*

|             | Operator | LC | HM   | VM    | DM     | AM   | FM   | CM  | RWL (kg) | LI   |
|-------------|----------|----|------|-------|--------|------|------|-----|----------|------|
| Origin      | Op1      | 23 | 0,83 | 0,925 | 0,9325 | 0,81 | 0,91 | 0,9 | 10,92    | 2,28 |
|             | Op2      | 23 | 0,8  | 0,925 | 0,9325 | 0,81 | 0,91 | 0,9 | 10,52    | 2,37 |
| Destination | Op1      | 23 | 0,83 | 0,805 | 0,9325 | 1    | 0,91 | 0,9 | 11,73    | 2,13 |
|             | Op2      | 23 | 0,8  | 0,805 | 0,9325 | 1    | 0,91 | 0,9 | 11,31    | 2,21 |

Tabel 4.14

Perbandingan nilai RWL dan LI Sebelum dan Sesudah terdapat alat bantu

|             | Operator | Sebelum |       | Sesudah |      |
|-------------|----------|---------|-------|---------|------|
|             |          | RWL     | LI    | RWL     | LI   |
| Origin      | Op1      | 4,2     | 5,95  | 10,92   | 2,28 |
|             | Op2      | 4       | 6,25  | 10,52   | 2,37 |
| Destination | Op1      | 1,52    | 16,4  | 11,73   | 2,13 |
|             | Op2      | 1,48    | 16,89 | 11,31   | 2,21 |

Pada Tabel 4.7 nilai dari faktor HM *destination* dan VM origin sebelum menggunakan alat bantu sebesar 0,36 dan 0,775 untuk operator 1, sedangkan operator 2 sebesar 0,35 dan 0,775. Kemudian pada tabel 4.13 setelah menggunakan alat bantu nilai tersebut berubah menjadi 0,83 dan 0,925 untuk operator 1, sedangkan operator 2 menjadi 0,8 dan 0,925. Nilai tersebut berubah dikarenakan pada faktor HM *destination* beban yang diangkat lebih dekat ke mesin *mixer* jika dibandingkan dengan sebelumnya, dimana sebelum menggunakan alat bantu jarak tangan dengan beban sejauh 70 cm dan setelah adanya alat bantu menjadi 30 cm.

Pada faktor vertikal juga terdapat perubahan, dimana beban yang diangkat sebelum menggunakan alat bantu mulai dari lantai atau 0 cm dan setelah menggunakan alat bantu jarak tersebut berubah menjadi 100 cm dikarenakan pengangkatan beban dimulai dari meja alat bantu. Pada frekuensi pengangkatan juga tidak terlalu cepat ataupun lambat dikarenakan operator membutuhkan waktu 20 detik untuk mengangkat bahan menggunakan alat bantu.

Dari Tabel 4.14 dapat dilihat bahwa nilai LI sebelum menggunakan alat bantu dan sesudah alat bantu pada aktivitas pengangkatan nilainya mendekati 1. Hal ini menandakan dengan adanya alat bantu, risiko cedera yang timbul berkurang jika dibandingkan dengan nilai LI sebelumnya. Dimana pada operator 1 nilai LI origin sebesar 2,28 dan *destination* sebesar 2,13. Sedangkan pada operator 2 nilai LI origin sebesar 2,37 dan *destination* sebesar 2,21.

#### 4.4.3.2 Standar Operasional Prosedur (SOP)

Standar Operasional Prosedur merupakan kumpulan instruksi kerja yang harus dipatuhi oleh pekerja pada saat melakukan kegiatan produksi. Yang dimana apabila diterapkan dengan benar maka risiko kerja dapat diminimalisir. Dalam hal ini standar operasional

prosedur tersebut terkait dengan aktivitas penggunaan *scissor lift table*. Berikut ini cara mengoperasikan *scissor lift table*:

1. Pindahkan meja ke depan mesin *mixing* dan mengunci rem yang terdapat pada roda.
2. Menaikkan meja tersebut dengan cara menginjak tuas kaki beberapa kali sampai dengan ketinggian yang telah ditentukan. Meja tersebut tidak dapat dinaikkan apabila telah sampai pada ketinggian maksimum, walaupun tuas kaki diinjak.
3. Jangan memindahkan *scissor lift table* dalam posisi meja sedang dinaikkan. Jika ingin memindahkan meja harus diturunkan terlebih dahulu.
4. Untuk menurunkan meja dengan cara menekan *handle*. Pada saat menurunkan meja sebaiknya tidak terlalu cepat.

Tabel 4.15

Standar Operasional Prosedur (SOP) *Scissor Lift Table*

| Tata Cara Penggunaan <i>Scissor Lift Table</i> |                                                                                |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                              | Beban Maksimum yang boleh ditaruh di meja adalah 350 kg                        |
| 2                                              | Menggunakan <i>safety shoes</i>                                                |
| 3                                              | Posisi bahan pada saat dinaikkan ke meja dalam posisi horizontal (Gambar 4.11) |



Gambar 4.15 Posisi bahan horizontal

Sumber: Dokumentasi

Pada bagian ini akan dibahas mengenai cara memindahkan bahan ke *scissor lift table* yang benar, dimana sebelumnya dalam mengangkat bahan tubuh dalam posisi berdiri dan membungkuk. Dan pada saat dihitung menggunakan RULA posisi tersebut diharuskan melakukan perbaikan segera, agar tidak terjadi cedera dalam jangka panjang. Di rekomendasi ini operator nantinya dalam memindahkan bahan hanya perlu menggeser.

Pertama-tama bahan yang awalnya terdapat di Gudang dipindahkan menggunakan forklift ke dekat *scissor lift table*. Saat sudah dekat bahan yang diangkat forklift diturunkan

sampai ketinggian siku operator, agar memudahkan dalam menggeser bahan. Operator kemudian meninggikan *scissor lift table* sampai sama dengan ketinggian bahan yang diangkat forklift. Bahan tersebut digeser dari forklift ke *scissor lift table*, dan operator kemudian memindahkan *scissor lift table* ke mesin *mixer*. Setelah dekat dengan mesin *mixer*, operator meninggikan kembali sampai dengan ketinggian siku operator. Operator kemudian mengangkat bahan ke tepi mesin *mixer* untuk dituangkan.

#### 4.4.4 Biaya Pembuatan

Berikut ini merupakan rincian biaya dalam pembuatan alat bantu, dari mulai kerangka sampai dengan hidrolik.

Tabel 4.16

Rincian Biaya Pembuatan *Scissor Lift Table*

| No. | Uraian    | Material                               | Unit | Harga Satuan      | Total               |
|-----|-----------|----------------------------------------|------|-------------------|---------------------|
| 1   | Kerangka  |                                        |      |                   |                     |
|     |           | Besi siku 3 cm x 3 cm x 2 mm           | 2    | Rp 38.000/6 meter | Rp 76.000           |
|     |           | Besi plat 3 cm x 30 mm                 | 1    | Rp 45.650/6 meter | Rp 121.650          |
|     |           | Roda trolley diameter 10 cm            | 1    | Rp 125.000        | Rp 246.650          |
|     |           | Sekrup                                 | 3    | Rp 150/pcs        | Rp 247.100          |
| 2   | Pegangan  |                                        |      |                   |                     |
|     |           | Besi hollow 15 cm x 30 cm x 1,1 mm     | 1    | Rp 55.000/6 meter | Rp 302.100          |
|     |           | Besi pipa diameter 5 cm tebal 1,2 mm   | 2    | Rp 22.500/meter   | Rp 347.100          |
|     |           | Mur baut                               | 6    | Rp 160/pcs        | Rp 348.060          |
| 3   | Meja      |                                        |      |                   |                     |
|     |           | Besi plat strip 122 cm x 244 cm x 1 mm | 1    | Rp 15.000/plat    | Rp 363.060          |
| 4   | Mekanisme |                                        |      |                   |                     |
|     |           | Roda besi diameter 5 cm                | 4    | Rp 23.000/buah    | Rp 455.060          |
|     |           | Silinder Hidrolik diameter 5 cm        | 1    | Rp 1.000.000      | Rp 1.455.060        |
|     |           | As Hidrolik                            | 1    | Rp 135.000        | Rp 1.590.060        |
|     |           | Sekrup                                 | 5    | Rp 150/pcs        | <b>Rp 1.590.810</b> |

Pada Tabel 4.16 dapat diketahui bahwa biaya yang dibutuhkan untuk membuat alat bantu tersebut seharga Rp 1.590.810. Alat bantu ini memiliki spesifikasi berupa meja yang dapat ditinggikan sampai dengan ketinggian maksimal 130 cm dan minimum 35 cm. Kapasitas yang dapat diangkut dalam sekali pengangkatan sebesar 350 kg. Untuk proses meninggikan meja dari ketinggian minimum hingga maksimum membutuhkan waktu 20 detik. Dimensi dari *scissor lift table* adalah tinggi pegangan alat bantu sebesar 107,44 cm, lebar tuas hidrolik 11,65 cm, tinggi tuas hidrolik 50,38 cm, lebar pegangan *scissor lift table* 39,4 cm, panjang meja 140 cm lebar 65 cm.

Halaman ini sengaja dikosongkan