

**PERANCANGAN *HAND TRUCK* YANG ERGONOMIS
UNTUK PERBAIKAN SISTEM KERJA
PADA BAGIAN PENIMBANGAN KAPAS
(STUDI KASUS DI UNIT *RAW MATERIAL* PT APAC INTI CORPORA)**

Ratna Purwaningsih, Haryo Santosa

Program Studi Teknik Industri UNDIP

ABSTRAK

Pada proses penimbangan bahan baku kapas pada PT APAC INTI CORPORA sudah menggunakan alat bantu yaitu berupa two wheel hand truck, tetapi alat bantu tersebut belum optimal, ditandai dengan sebagian besar pekerja yang sering mengalami sakit pada bagian tubuh tertentu seperti pada pinggang, lengan atas, serta pada kaki. Selain itu pada bagian penimbangan periode kerja-istirahat diluar istirahat jam kerja belum teratur, sehingga hampir setiap hari pekerja harus bekerja lembur untuk menyelesaikan pekerjaannya. Oleh karena itu diperlukan perancangan ulang alat bantu yang berupa hand truck yang ergonomis, sehingga akan diperoleh sistem kerja yang lebih baik dilihat dari energi yang dikeluarkan, metode kerja dan distribusi pembebanan, serta output penimbangan. Selain itu juga perlu dilakukan analisa terhadap kondisi lingkungan fisik kerja pada bagian penimbangan.

Dalam penelitian ini perancangan hand truck menggunakan data antropometri dalam penentuan ukuran bagian-bagian hand truck. Kemudian akan diperbandingkan kondisi awal pekerjaan penimbangan kapas dan kondisi ketika menggunakan hand truck hasil perancangan ulang dilihat dari dari aspek biomekanika dan aspek fisiologi, serta metode kerja. Untuk aspek biomekanika penilaian berdasarkan distribusi pembebanan pada bagian tubuh seperti punggung, pinggang, bahu dll, serta besarnya mechanical advantage. Dari aspek fisiologi akan dinilai dari pengeluaran energi pekerja, yang akan dikaitkan dengan lamanya waktu kerja dan istirahat sehingga dapat terlihat jumlah output penimbangan dalam 1 hari kerja. Sedangkan dari metode kerja akan terlihat bahwa terdapat elemen-elemen kerja yang memboroskan tenaga serta membahayakan pekerja dapat dihilangkan.

Kata Kunci: Ergonomi, Antropometri, *hand truck*, biomekanika, fisiologi, metode kerja

[Http://Jurnal.unimus.ac.id](http://Jurnal.unimus.ac.id)

Pendahuluan

Latar Belakang

Pada PT APAC INTI CORPORA sebagian besar pekerjaan penanganan material sudah dilakukan dengan menggunakan alat bantu seperti Fork lift, konveyor, dll. Meskipun demikian tidak semua pekerjaan dapat dilakukan dengan menggunakan alat bantu. Pada proses penimbangan kapas pada PT APAC INTI CORPORA sudah menggunakan *two wheel hand truck*, tetapi alat tersebut belum optimal, karena pekerja belum merasa nyaman dalam menggunakan alat tersebut, ditandai oleh sebagian besar pekerja yang sering mengalami sakit pada bagian tubuh tertentu seperti pinggang, lengan atas, serta kaki. Selain itu pada bagian penimbangan periode kerja-istirahat diluar jam istirahat kerja belum teratur, sehingga hampir setiap hari pekerja harus bekerja lembur untuk menyelesaikan pekerjaannya. Oleh karena itu diperlukan perancangan ulang alat pemindahan material yang berupa *hand truck* yang ergonomis, sehingga akan diperoleh sistem kerja yang lebih baik dilihat dari energi yang dikeluarkan, postur tubuh dan distribusi pembebanan, serta output penimbangan.

Perumusan masalah

Perancangan ulang alat bantu yang berupa *hand truck* untuk memperbaiki sistem kerja yang ada pada bagian penimbangan dilihat dari :Energi yang dikeluarkan pekerja, distribusi pembebanan pada bagian tubuh dan jadwal kerja dan istirahat, sehingga dapat meningkatkan output penimbangan disamping juga untuk memperbaiki tingkat kesehatan dan keselamatan pekerja.

Tujuan

1. Merancang ulang alat bantu kerja berupa *hand truck* yang ergonomis sehingga dapat memperbaiki sistem kerja dilihat dari aspek biomekanika dan aspek fisiologinya.
2. Menentukan metode kerja yang ditinjau dari posisi dan elemen kerja yang lebih baik, berdasarkan hasil perancangan alat bantu *hand truck* yang ergonomis

Pembatasan masalah

Perancangan alat bantu *hand truck* dibatasi hanya dari sisi ergonomi, sedangkan kekuatan bahan, kekuatan struktur, serta aspek biaya tidak diperhitungkan.

Tinjauan Pustaka

Untuk mencoba merumuskan hubungan antara energi dengan kecepatan jantung, dicari pendekatan kuantitatif hubungan antara energi dengan kecepatan denyut jantung dengan menggunakan analisis regresi. Bentuk regresi hubungan energi dengan kecepatan denyut jantung adalah regresi kuadratis dengan persamaan sebagai berikut:

(Iftikar Z. Satalaksana 2000, hal 20)

$$Y = 1,80411 - 0,0229038 X + 4,71733 \cdot 10^{-4} X^2$$

Dimana: Y = Energi (kilo kalori permenit)

X = Kecepatan denyut jantung (denyut permenit)

Pada tahun 1976 *Garg*, membuat persamaan untuk mengestimasi pengeluaran energi pada pekerjaan pengangkatan beban. Persamaan ini untuk tiga model yaitu:

1. Angkatan membungkuk (*stop lift*)

$$E = 0,0109 BW + (0,0012 BW + 0,0052L + 0,0028S \times L)f$$

2. Angkatan jongkok (*squat lift*)

$$E = 0,0109 BW + (0,0019 BW + 0,0081L + 0,0023S \times L)f$$

3. Angkatan dengan tangan (*arm lift*)

$$E = 0,0109 BW + (0,0002 BW + 0,0103L - 0,0017S \times L)f$$

Dimana : E = pengeluaran energi (kkal/menit)

BW = berat badan (Lbs)

L = berat beban angkatan (Lbs)

S = jenis kelamin (pria = 1, wanita = 0)

F = frekuensi angkatan (angkatan/ menit)

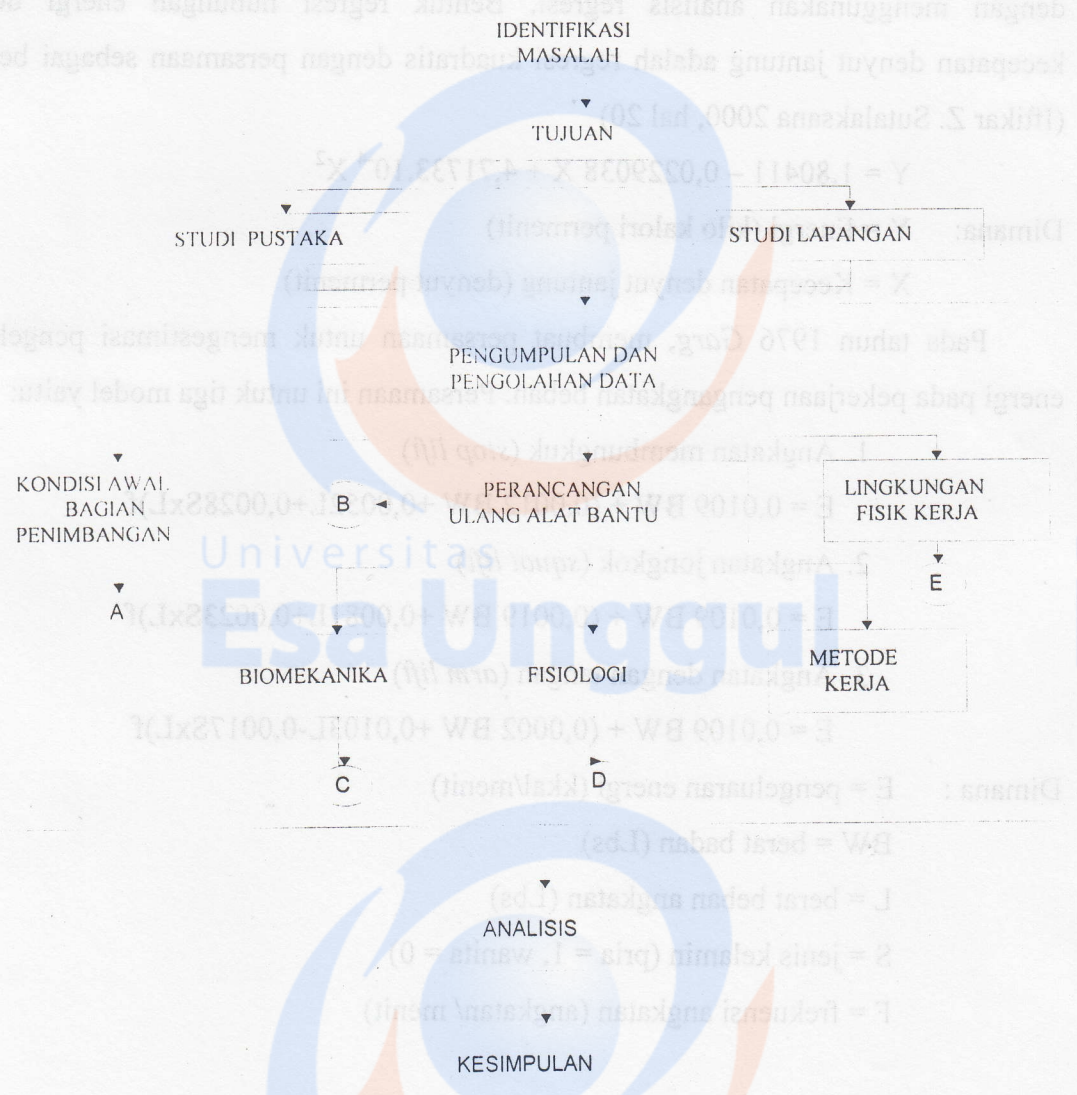
Sistem Pengangkatan

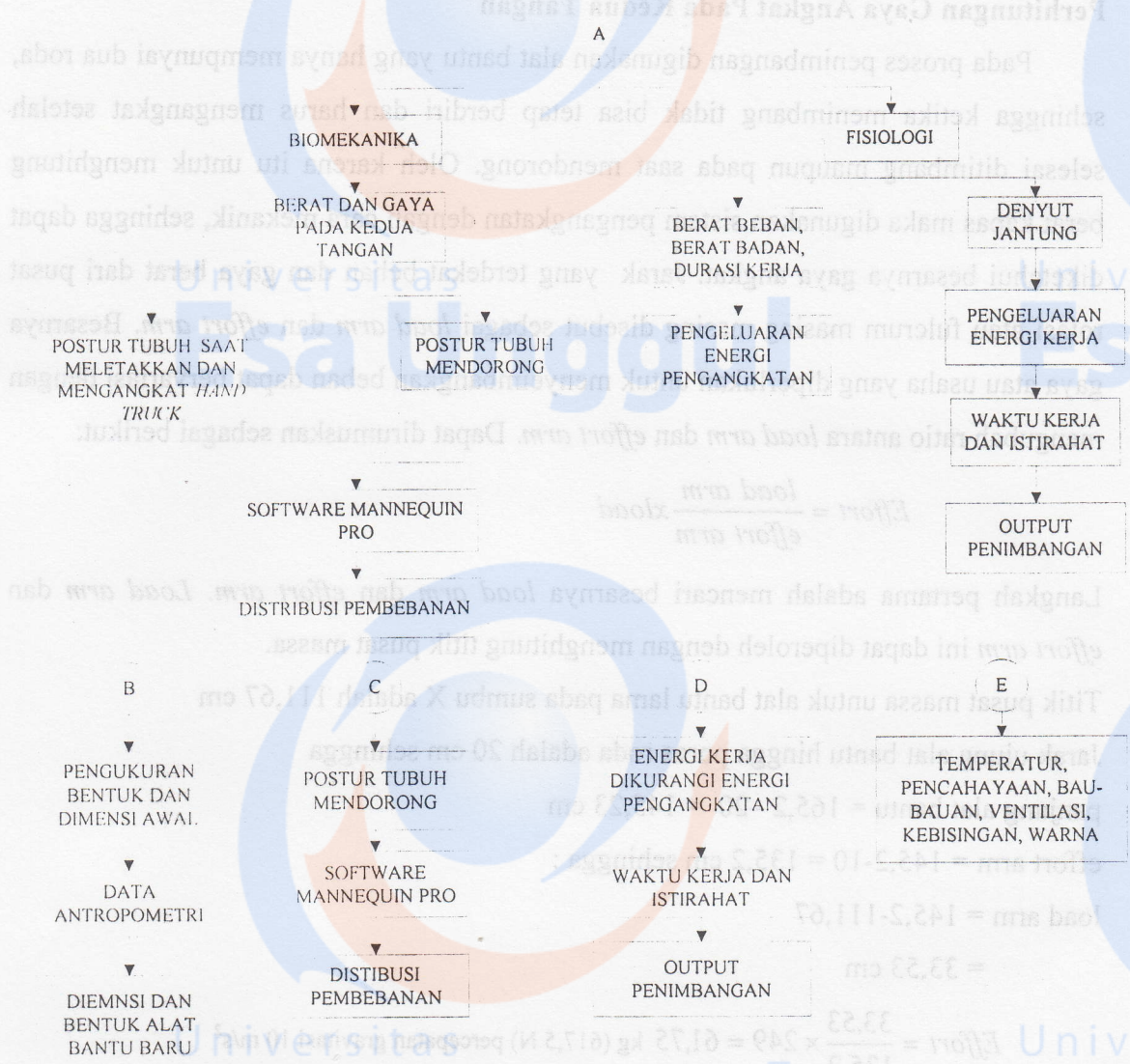
Pada proses penimbangan digunakan alat bantu, oleh karena itu untuk menghitung berat kapas maka digunakan sistem pengangkatan dengan cara mekanik. Jarak yang

terdekat beban dan gaya berat dari pusat rotasi atau fulcrum masing-masing disebut sebagai *load arm* dan *effort arm*. Besarnya gaya atau usaha yang diperlukan untuk menyeimbangkan beban dapat bervariasi dengan mengubah ratio antara *load arm* dan *effort arm*. Dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Effort = \frac{load\ arm}{effort\ arm} \times load$$

Metodologi penelitian





Pengumpulan Dan Pengolahan Data

Kondisi Awal Bagian penimbangan

Penanganan material pada gudang bahan baku adalah berupa menimbang kapas dengan berat rata-rata kapas adalah 211 kg per bale, dengan ukuran tiap bale kapas adalah 135 x 85 x 50 cm. Data berat kapas yang diambil sebanyak 90 data, dimana data yang diambil sudah mencukupi dan seragam. Dalam satu shift kerja pekerja harus menimbang sebanyak rata-rata 550 bale kapas.

Perhitungan Gaya Angkat Pada Kedua Tangan

Pada proses penimbangan digunakan alat bantu yang hanya mempunyai dua roda, sehingga ketika menimbang tidak bisa tetap berdiri dan harus mengangkat setelah selesai ditimbang maupun pada saat mendorong. Oleh karena itu untuk menghitung berat kapas maka digunakan sistem pengangkatan dengan cara mekanik, sehingga dapat diketahui besarnya gaya angkat. Jarak yang terdekat beban dan gaya berat dari pusat rotasi atau fulcrum masing-masing disebut sebagai *load arm* dan *effort arm*. Besarnya gaya atau usaha yang diperlukan untuk menyeimbangkan beban dapat bervariasi dengan mengubah ratio antara *load arm* dan *effort arm*. Dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Effort} = \frac{\text{load arm}}{\text{effort arm}} \times \text{load}$$

Langkah pertama adalah mencari besarnya *load arm* dan *effort arm*. *Load arm* dan *effort arm* ini dapat diperoleh dengan menghitung titik pusat massa.

Titik pusat massa untuk alat bantu lama pada sumbu X adalah 111,67 cm

Jarak ujung alat bantu hingga poros roda adalah 20 cm sehingga

panjang alat bantu = $165,2 - 20 = 145,23$ cm

effort arm = $145,2 - 10 = 135,2$ cm sehingga :

load arm = $145,2 - 111,67$

= 33,53 cm

$$\text{Effort} = \frac{33,53}{135,2} \times 249 = 61,75 \text{ kg (617,5 N) percepatan gravitasi } 10 \text{ m/s}^2$$

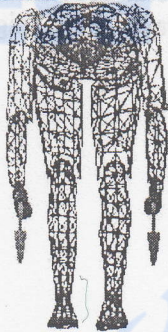
$$\begin{aligned} \text{mechanical advantage} &= \frac{\text{effort arm}}{\text{load arm}} \\ &= \frac{135,2}{33,53} = 4,03 \end{aligned}$$

Distribusi pembebanan pada bagian tubuh saat mengangkat beban

Untuk melakukan perhitungan distribusi pembebanan ternyata perangkat lunak ini tidak menyediakan basis data antropometri untuk pekerja industri di Indonesia, karena itu dilakukan pendekatan terhadap data antropometri orang asing yang mempunyai karakteristik antropometri yang hampir sama dengan pekerja industri Indonesia. Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Mufti Arimurti (1995) basis data antropometri bangsa polandia mempunyai karakteristik yang sama dengan antropometri pekerja industri Indonesia.

Tabel 4.1 pengambilan basis data antropometri

| Karakteristik antropometri | Basis Data Antropometri | Data Antropometri pekerja Industri Indonesia |
|----------------------------|-------------------------|--|
| Bangsa | Polandia | Indonesia |
| Jenis kelamin | Laki-laki | Laki-laki |
| Usia | Dewasa | Dewasa |
| Persentil | 5% | 50% |
| Tipe Badan | Rata-rata | Rata-rata |
| Tinggi | 161,0 cm | 161,3 cm |
| Berat Badan | 51,5 kg | 52,2 kg |



Gambar 4.1 postur pengangkatan beban setelah ditimbang
Gaya angkat pada kedua tangan 1471,9 N

Tabel 4.2 Distribusi Pembebanan

| Bagian Tubuh | Momen | |
|--------------------|-----------|------------|
| | Kiri (Nm) | Kanan (Nm) |
| Pergelangan tangan | 37 | 37 |
| Siku | 111,6 | 111,6 |
| Bahu | 122,8 | 122,8 |
| Pinggang | 0,8 | 0,8 |
| Lutut | 0,2 | 0,2 |
| Tumit | 0,3 | 0,3 |
| Punggung | 635,6 | |
| Leher | 6,6 | |

Perhitungan Pengeluaran Energi Pekerja Mengangkat Beban

Tabel 4.3 Konversi Berat Badan Dan Berat Beban

| Nama | Berat Badan (kg) | Konversi (lbs) | Berat beban (kg) | Konversi (lbs) |
|-------------|------------------|----------------|------------------|----------------|
| Sri mulyono | 58 | 116 | 61,75 | 123,5 |
| Sukirno | 51 | 102 | 61,75 | 123,5 |
| Roni | 51 | 102 | 61,75 | 123,5 |
| Jumadi | 60 | 120 | 61,75 | 123,5 |

Dengan frekuensi pengangkatan adalah 0,5 dan operator berjenis kelamin laki-laki sehingga S = 1.

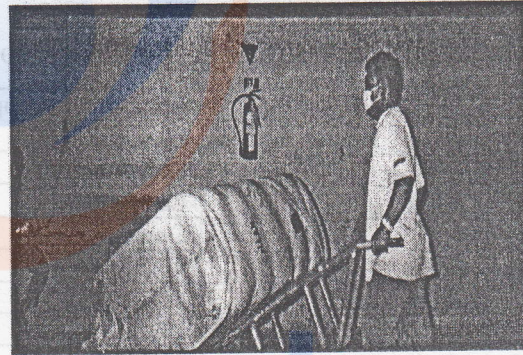
Contoh perhitungan untuk pengangkatan cara membungkuk:

$$\begin{aligned}
 E &= 0,0109 BW + (0,0012 BW + 0,0052L + 0,0028S \times L)f \\
 &= 0,0109 (116) + (0,0012 (116) + 0,0052 (294,8) + 0,0028 (1) (294,8))0,5 \\
 &= 2,51 \text{ kkal/menit}
 \end{aligned}$$

| No | Nama | Pengeluaran energi (kkal/menit) |
|----|-------------|---------------------------------|
| 1 | Sri Mulyono | 2,58 |
| 2 | Sukirno | 2,17 |
| 3 | Roni | 2,24 |
| 4 | Jumadi | 2,91 |

Tabel 4.4 Pengeluaran Energi Untuk Postur Kerja Membungkuk

| No | Nama | Perkiraan pengeluaran energi (kkal/menit) |
|----|-------------|---|
| 1 | Sri mulyono | 1,83 |
| 2 | Sukirno | 1,67 |
| 3 | Roni | 1,67 |
| 4 | Djumadi | 1,87 |



Gambar 4.3 postur tubuh ketika mendorong beban Input gaya yang digunakan adalah 2601,5 N

Distribusi pembebanan pada saat mendorong beban

Tabel 4.5 Data Distribusi Pembebanan

| Bagian Tubuh | Momen | |
|--------------------|-----------|------------|
| | Kiri (Nm) | Kanan (Nm) |
| Pergelangan tangan | 77 | 77 |
| Siku | 247,3 | 247,3 |
| Bahu | 240,6 | 240,6 |
| Pinggang | 6 | 6 |
| Lutut | 1 | 1 |
| Tumit | 0,3 | 0,3 |
| Punggung | 481 | |
| Leher | 1,1 | |

Pengeluaran Energi Keseluruhan Ketika Bekerja

Tabel 4.6 denyut nadi pekerja

| No | Nama | Dn ₀ | Dn ₁ |
|----|---------|-----------------|-----------------|
| 1 | Mulyono | 76 | 117 |
| 2 | Sukirno | 71 | 112 |
| 3 | Roni | 74 | 113 |
| 4 | Jumadi | 80 | 121 |

Contoh perhitungan pengeluaran energi adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Y &= 1,80411 - 0,0229038 X + 4,71733 \cdot 10^{-4} X^2 \\
 &= 1,80411 - 0,0229038 (113) + 4,71733 \cdot 10^{-4} (113)^2 \\
 &= 1,80411 - 2,5881294 + 6,02355867 \\
 &= 5,239539 \text{ kkal/menit}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.7 Pengeluaran Energi Untuk Tiap Pekerja

| No | Nama | Pengeluaran energi (kkal/menit) |
|----|-------------|---------------------------------|
| 1 | Sri Mulyono | 5,58 |
| 2 | Sukirno | 5,17 |
| 3 | Roni | 5,24 |
| 4 | Djumadi | 5,94 |

Lamanya Waktu Kerja Dan Istirahat

Untuk menghitung lamanya waktu kerja dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$T_w = \frac{25}{E - 5}$$

Untuk menghitung lamanya waktu istirahat adalah sebagai berikut:

$$T_r = \frac{25}{5 - 1,5} = 7,14 \text{ menit}$$

Contoh perhitungan lamanya waktu kerja untuk Roni adalah

$$T_w = \frac{25}{5,24 - 5} = 104,17 \text{ menit}$$

Sehingga lamanya waktu kerja untuk tiap-tiap pekerja disajikan dalam tabel 4.8.

Tabel 4.8 Lama Waktu Kerja Dan Istirahat Untuk Tiap Pekerja

| No | Nama | Besarnya pengeluaran energi (kkal/menit) | Lamanya waktu | |
|----|-------------|--|---------------|-------------------|
| | | | Kerja (menit) | istirahat (menit) |
| 1 | Sri Mulyono | 5,58 | 43,10 | 7,14 |
| 2 | Sukirno | 5,17 | 147,06 | 7,14 |
| 3 | Roni | 5,24 | 104,17 | 7,14 |
| 4 | Djumadi | 5,94 | 26,59 | 7,14 |

Jumlah periode kerja untuk tiap pekerja dalam satu hari kerja adalah sebagai berikut:

$$\text{periode kerja} = \frac{w}{T_w + T_r}$$

Dibawah ini adalah contoh perhitungan periode kerja untuk pekerja Roni:

$$\text{periode kerja} = \frac{7 \times 60}{104,17 + 7,14} = 3,88 \text{ periode} \approx 4 \text{ periode}$$

Jumlah total waktu istirahat dalam satu hari kerja adalah:

$$4 \times 7,14 \text{ menit} = 28,56 \text{ menit (belum termasuk waktu istirahat selama 1 jam)}$$

toleransi sebesar 90 menit.

$$\text{waktu kerja} = 420 - 28,56 - 90$$

$$= 301,44 \text{ menit}$$

Dalam satu periode terdiri dari 104,17 menit kerja dan 7,14 menit istirahat

Sehingga diperoleh periode kerja dan istirahat untuk tiap pekerja dalam tabel 4.9.

Tabel 4.9 Periode Kerja Dan Istirahat Tiap Pekerja

| No | Nama | Jumlah periode | Total waktu | |
|----|-------------|----------------|-------------------|---------------|
| | | | Istirahat (menit) | Kerja (menit) |
| 1 | Sri Mulyono | 8 | 57,12 | 272,88 |
| 2 | Sukirno | 3 | 21,42 | 308,58 |
| 3 | Roni | 4 | 28,56 | 301,44 |
| 4 | Djumadi | 12 | 85,68 | 244,32 |

Karena dalam 1 menit dilakukan $\frac{1}{2}$ kali pekerjaan maka jumlah output beban yang ditimbang untuk masing-masing pekerja adalah dalam tabel 4.10 sebagai berikut:

Tabel 4.10 Jumlah Output Beban Yang Dapat Ditimbang Dalam 1 Hari Kerja

| No | Nama | Jumlah output (bale kapas/hari) |
|-------|-------------|---------------------------------|
| 1 | Sri Mulyono | 136 |
| 2 | Sukirno | 154 |
| 3 | Roni | 151 |
| 4 | Djumadi | 122 |
| Total | | 563 |

Perancangan Ulang Alat Bantu

Ukuran antropometri yang digunakan adalah tinggi siku berdiri, lebar bahu, diameter genggam. Dapat dilihat pada tabel 4.11 berikut ini:

Tabel 4.11 Data-Data Komponen Beserta Dimensi Antropometri, Persentil Dan Toleransi

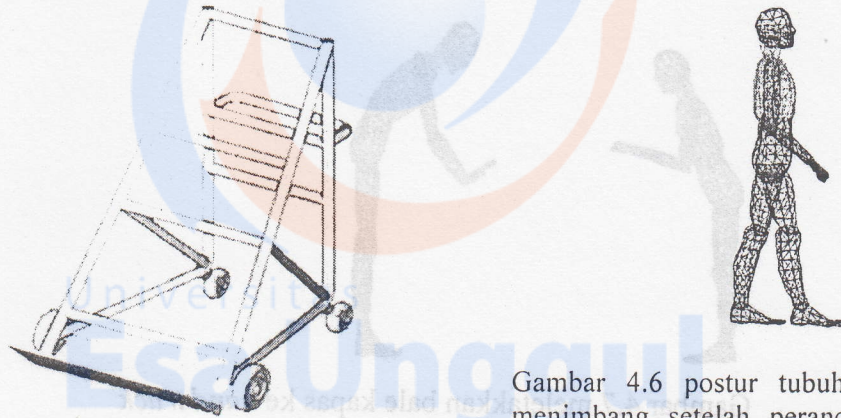
| No | Komponen | Dimensi antropometri | Persentil | Toleransi |
|----|---|----------------------|------------------------|--------------|
| 1 | Tinggi <i>handle</i> alat bantu | Tinggi siku berdiri | P ₅ , pria | Tebal sepatu |
| 2 | Lebar alat bantu pada handle | Lebar bahu | P ₉₅ , pria | - |
| 3 | Lebar alat bantu untuk meletakkan beban | Panjang bale kapas | - | - |
| 4 | Diameter <i>handle</i> | Genggaman tangan | P ₉₅ , Pria | |

Dalam menentukan ukuran dari tiap komponen alat bantu digunakan data antropometri dari literatur. Data antropometri diperoleh dari interpolasi masyarakat British dan Hongkong (Pheasant, 1986) terhadap masyarakat Indonesia (Suma'mur 1989) serta istilah dimensionalnya dari (Nurmianto, 1991a; Nurmianto, 1991b).

Berdasarkan tabel 4.8, dan tabel data antropometri maka perhitungan ukuran untuk tiap komponen adalah sebagai berikut:

Berdasarkan perhitungan diatas dimensi baru alat bantu pada tabel 5.1.pada bab 5.

Setelah dilakukan perhitungan dimensi baru alat bantu, maka bentuk dari alat bantu yang baru adalah sebagai berikut:



Gambar 4.6 postur tubuh mendorong dan menimbang setelah perancangan ulang alat bantu

Input gaya hanya untuk mendorong 2048 N

Distribusi pembebanan pada bagian tubuh setelah perancangan ulang *hand truck*

Tabel 4.13 Data Distribusi Pembebanan

| Bagian Tubuh | Momen | |
|--------------------|-----------|------------|
| | Kiri (Nm) | Kanan (Nm) |
| Pergelangan tangan | 30,4 | 30,4 |
| Siku | 195,4 | 195,4 |
| Bahu | 190,1 | 190,1 |
| Pinggang | 6,2 | 4,7 |
| Lutut | 1,4 | 1,1 |
| Tumit | 0,3 | 0,3 |
| Punggung | 380 | |
| Leher | 1,1 | |

Elemen-elemen kerja penimbangan setelah perancangan ulang *hand truck*

Dengan berubahnya bentuk dan dimensi *hand truck*, maka elemen gerakan (posisi kerja) pada masing-masing elemen kerja akan berubah. elemen-elemen kerja dengan menggunakan *hand truck* hasil perancangan ulang akan diuraikan sebagai berikut:

1. Meletakkan bale kapas ke *hand truck*

untuk elemen kerja ini dibutuhkan 2 orang pekerja yaitu 1 orang untuk mendorong kapas ke *hand truck* dan 1 orang memegang *hand truck* pada bagian *handle*. *Hand truck* dimiringkan kedepan, bagian penahan beban diletakkan dibawah bale kapas, lalu pekerja mendorong bale kapas ke *hand truck*. (gambar 4.7)



Gambar 4.7 meletakkan bale kapas ke *hand truck*

- 2. Mendorong *hand truck* menuju alat timbang

Pekerja mendorong *hand truck* yang berisi bale kapas menuju alat timbang (gambar 4.6)

- 3. Menimbang

Pekerja meletakkan *hand truck* untuk ditimbang, dengan posisi tubuh tetap berdiri (gambar 4.8)

- 4. Mendorong *hand truck* ke tempat peletakan bale kapas

Pekerja mendorong *hand truck* yang berisi bale kapas menuju tempat peletakan kapas (gambar 4.6)

- 5. Meletakkan bale kapas setelah ditimbang

Hand truck dimiringkan kedepan kemudian bale kapas diletakkan (gambar 4.9)



Gambar 4.9 meletakkan bale kapas setelah ditimbang



Gambar 4.8 menimbang

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis dimensi dan bentuk *hand truck* perancangan ulang

Tabel 5.1. Dimensi *hand truck* hasil rancangan

| No | Komponen | Dimensi Antropometri | Persentil | Dimensi (cm) | keterangan |
|----|---|----------------------|------------------------|-----------------|---|
| 1 | Tinggi <i>handle</i> alat bantu | Tinggi siku berdiri | P ₅ , pria | 70 | Dengan menggunakan dimensi tinggi siku berdiri, maka akan menghasilkan sudut siku 90 ⁰ tetapi gaya kurang optimum sehingga digunakan sudut siku 135 ⁰ . |
| 2 | Lebar alat bantu pada <i>handle</i> | Lebar bahu | P ₉₅ , pria | 50 | Digunakan untuk bagian belakang <i>hand Truck</i> , sehingga ketika dimiringkan kedepan kaki tidak terantuk. |
| 3 | Lebar alat bantu untuk meletakkan beban | Panjang bale kapas | - | 74 | Ukuran yang digunakan sama dengan alat <i>hand truck</i> yang lama, karena sudah cukup untuk menahan beban |
| 4 | Diameter <i>handle</i> dan pipa | Genggaman tangan | P ₉₅ , Pria | 5 | Kekuatan genggam akan optimum pada rentang lebar genggam 5-6 cm |
| 5 | Sudut kemiringan <i>hand truck</i> | - | - | 50 ⁰ | Memperkecil <i>load arm</i> |
| 6 | Tinggi <i>hand truck</i> | - | - | 115 | |
| 7 | Panjang <i>hand truck</i> | - | - | 96 | |
| 8 | Jumlah roda | - | - | 4 roda | |
| 9 | Lebar penahan beban | - | - | 38 | |
| 10 | Tebal penahan beban | - | - | 1 | |
| 11 | Sudut antara penahan dan kemiringan | - | - | 90 ⁰ | Agar posisi bale kapas tetap pada penahan |

Analisis Aspek Biomekanika

Pengolahan data menggunakan perangkat lunak mannequin dengan input gaya pada kedua tangan, untuk menghitung gaya pada kedua tangan digunakan perhitungan sistem pengangkatan secara mekanik. Dari perhitungan diperoleh besarnya *effort arm* adalah 135,2 cm dan *load arm* sebesar 33,53 cm. Dengan menggunakan ratio antara *load arm* dan *effort arm* dikalikan dengan beban kapas maka diperoleh gaya pada kedua tangan yaitu sebesar 617,5 N. Selain untuk menghitung besarnya gaya pada tangan, dari ratio antara *effort arm* dan *load arm* dapat diketahui besarnya keuntungan mekanis (*mechanical advantage*). *Mechanical advantage* dapat didefinisikan sebagai ratio dari beban terhadap gaya yang diperlukan untuk menyeimbangkannya. Diperoleh besarnya keuntungan mekanis sebesar 4,03. apabila nilai ratio ini < 1 maka akan menghasilkan *mechanical disadvantage* yang mengindikasikan bahwa adanya ketidakseimbangan

antara gaya dan beban, yaitu memerlukan gaya yang besar untuk menyeimbangkan beban. Dan sebaliknya Apabila nilai ratio > 1 akan menghasilkan *mechanical advantage* yang berarti bahwa gaya yang diperlukan untuk menyeimbangkan beban lebih kecil dari beban tersebut (Amit Bhatta Charya 1996, hal 84). Nilai ratio sebesar 4,03 masih menghasilkan keuntungan mekanis.

Analisis Aspek fisiologi

Seperti telah dijelaskan sebelumnya dengan menggunakan alat bantu kerja yang baru, akan menghilangkan postur kerja membungkuk untuk mengangkat alat bantu yang berisi beban setelah ditimbang, selain itu juga mengeluarkan energi untuk mengangkat ketika mendorong. Dengan hilangnya elemen kerja pengangkatan, maka pekerja tidak mengeluarkan energi untuk pengangkatan. Energi yang dikeluarkan hanya energi untuk mendorong beban, sehingga energi yang dikeluarkan pekerja akan semakin kecil.

Dengan semakin kecilnya energi yang dikeluarkan, maka waktu kerja akan bertambah banyak, sehingga output penimbangan akan bertambah, sehingga target penimbangan dapat tercapai dan pekerja tidak perlu lembur untuk menyelesaikan pekerjaannya. Hal ini akan menguntungkan baik untuk pihak perusahaan, karena perusahaan tidak perlu mengeluarkan biaya *overtime* dan pekerja memiliki waktu yang lebih banyak untuk beristirahat, sehingga keselamatan dan kesehatan pekerja lebih terjamin.

Analisis Elemen-elemen Kerja

Tabel 5.3 Perbandingan Elemen-Elemen kerja Pada Alat Bantu Lama Dan Alat Bantu Hasil Perancangan Ulang

| No | Elemen kerja | Kriteria | Alat Bantu lama | Alat bantu baru |
|----|-------------------------------------|------------------------------|---|---|
| 1 | Meletakkan bale kapas ke alat bantu | Jumlah Pekerja | 3 orang pekerja | 2 orang pekerja |
| | | Anggota tubuh yang digunakan | Tangan dan kaki | Tangan |
| 2 | Mendorong | Gaya pada kedua tangan | Lebih berat (1471,9 N) | Lebih ringan (1108,4N) |
| 3 | Menimbang | Postur tubuh | Membungkuk ketika meletakkan dan mengangkat. | Tetap berdiri ketika menimbang |
| 4 | Meletakkan kembali bale kapas | Gerakan lengan | Pekerja menaikkan lengannya untuk mendorong alat bantu kedepan, sehingga bale kapas terjatuh. | Pekerja menaikkan lengannya untuk mendorong alat bantu kedepan, sehingga bale kapas terjatuh. |

Kesimpulan dan saran

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada bagian penimbangan Unit raw material PT APAC Inti Corpora maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengolahan data diperoleh bentuk *hand truck* pada gambar 4.7 dan dimensi *hand truck* hasil perancangan ulang yang direkomendasikan seperti pada tabel 5.1.
2. Keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan *hand truck* hasil perancangan ulang dapat dilihat dari perbandingan antara *hand truck* lama dengan *hand truck* hasil perancangan ulang sebagai berikut:
 - a. Aspek Biomekanika :distribusi pembebanan pada bagian punggung pekerja, bahwa dengan menggunakan *hand truck* lama untuk membungkuk sebesar 635,6 Nm dan dan untuk mendorong sebesar 481 Nm, dengan *hand truck* baru dihasilkan distribusi pembebanan yang lebih kecil, hanya untuk mendorong yaitu sebesar 380 Nm.
 - b. Aspek fisiologi : *hand truck* baru akan menghasilkan penurunan pengeluaran energi karena akan menghilangkan energi untuk mengangkat setelah ditimbang, selain itu juga akan menghilangkan energi untuk mengangkat ketika mendorong.
 - c. Dengan berkurangnya energi yang dikeluarkan, maka waktu istirahat akan semakin pendek sehingga output penimbangan yang dihasilkan akan semakin banyak.
2. Pada *Hand truck* baru metode kerja semakin baik dengan hilangnya beberapa elemen gerakan dan terjadi pengurangan jumlah tenaga kerja dari 3 orang menjadi 2 orang pada saat meletakkan *bale* kapas keatas alat bantu, serta mengurangi gerakan kaki, menghilangkan elemen gerakan membungkuk.

Saran

Pada penelitian perancangan ulang *hand truck* ini kekuatan bahan dan kekuatan struktur, serta aspek biaya tidak diperhitungkan, sehingga hal yang berkaitan dengan kekuatan bahan dan kekuatan struktur *hand truck* dapat digunakan pada penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, David D.E. (1986), *The Practice And Management Of Industrial Ergonomics*, Prentice Hall, inc, englewood cliff NJ 07632.
- Arimurti, Mufti (1995), *Penelitian Aspek-Aspek Ergonomi Pada pekerjaan penanganan Material Secara manual*, Tugas Sarjana, teknik Industri ITB, Bandung.
- Bhatta charya, Amit dan Mc Glothin, James D. (1996), *Occupational Ergonomics, Teory And Aplication*, Marcel Dekker, inc., Amerika,.
- Kraige, L.G. dan Meriam, J.L. (1991) *Mekanika Teknik Statika*, ed^{2nd}, Erlangga, Jakarta,.
- Nurmianto, Eko (1998), *Ergonomi (Konsep Dasar Dan Aplikasinya)*, Institut Teknologi Sepuluh November, Guna Widya, Jakarta.
- P.K., Suma'mur, Dr., M.Sc. (1996) *Higene Perusahaan Dan kesehatan Kerja*, PT Toko Gunung Agung, Jakarta.
- Salmiah dan Soetisna, Herman Rahardian (2001), *Analisis Faktor pengali Asimetrik (AM) Persamaan Pembebanan NIOSH Dalam Perspektif Pekerja Indonesia*, Jurnal ergonomika ergonews No ISSN: 0835140 edisi 2 Juli 2001 laboratorium Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi ITB, Bandung.
- Wignjosuebrotto, Sritomo (1995), *Ergonomi Studi gerak dan Waktu (Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja)*, Guna Widya, Jakarta.
- Yassierli, Fitriani, Farida dan Sotalaksana, Iftikar Z. (2000), *Rancangan Kerangka Perancangan Sistem Kerja Untuk reduksi Kecelakaan Kerja Manufaktur dengan Fokus Pendekatan Kajian Kesalahan manusia*, Jurnal ergonomika ergonews No ISSN: 0835140 edisi 2 maret 2000 laboratorium Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi ITB, Bandung.