

## ANALISIS BEBAN KERJA DITINJAU DARI FAKTOR USIA DENGAN PENDEKATAN *RECOMMENDED WEIGHT LIMIT* ( Studi Kasus Mahasiswa Unpatti Poka)

Aminah Soleman, ST. MT

Dosen Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas pattimura, Ambon  
e-mail: amic\_ergo@yahoo.com

### ABSTRAK

*Recommended Weight Limit merupakan kondisi dimana hampir semua pekerja normal dapat melakukan pekerjaan pengangkatan dalam periode waktu tertentu tanpa menimbulkan resiko terjadinya cedera tulang belakang akibat pengangkatan.*

*Tujuan dari penelitian ini adalah untuk Menilai beban kerja fisik dan mengklasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi terhadap tenaga kerja tidak terlatih saat melakukan pekerjaan pengangkatan beban, menganalisis penggunaan beban yang optimal berdasarkan pendekatan Recommended Weight Limit, serta menentukan pengaruh berat beban kerja sesuai dengan kriteria Lifting index.*

*Perhitungan berdasarkan pendekatan fisiologis yang dilakukan dengan cara yang subjektif sehingga diperoleh bahwa kegiatan pengangkatan beban untuk keseluruhan perlakuan masuk dalam kategori kondisi kerja ringan, dan berdasarkan perhitungan Recommended Weight Limit diperoleh beban angkat optimal untuk tenaga kerja tidak terlatih dengan usia 19-24 thn yang didasarkan pada pengukuran faktor pengali jarak horizontal posisi tangan yang memegang beban (H), jarak vertikal posisi tangan yang memegang beban terhadap lantai (V), jarak perpindahan beban secara vertikal antara tempat asal sampai tujuan (D), sudut simetri putaran yang dibentuk antara tangan dan kaki (A), pengali Frekuensi (F) dengan durasi pengangkatan > 1 jam mampu mengangkat beban sebesar 22 kg.*

*Berdasarkan perhitungan Lifting Index untuk tenaga kerja tidak terlatih diperoleh bahwa beban kerja 15 kg, dan 20 kg tidak teridentifikasi beresiko cidera pada tulang belakang karena nilai LI > 1, namun untuk beban kerja 25 kg teridentifikasi mengandung resiko cidera tulang belakang bagi tenaga kerja tidak terlatih karena nilai LI < 1.*

**Kata Kunci :** *Beban Kerja, Faktor Usia, Recommended Weight Limit*

### ABSTRACT

*Recommended Weight Limit is a condition in which nearly all workers can do the job appointment to normal within a certain time period without incurring the risk of spinal injuries caused by lifting. The purpose of this study was to assess and classify the physical workload based workload increased pulse rate on unskilled labor while doing removal work load, analyze the optimal use of the load based on the approach to the Recommended Weight Limit, and determine the influence of heavy workloads in accordance with the criteria Lifting index.*

*Calculations based on the physiological approach performed in a subjective order to obtain the lifting of activities for the whole treatment in the category of mild working conditions, and based on the Recommended Weight lifting load limit is obtained optimal for untrained workers with 19-24 years of age based on multiplier factor of the distance measurement position of the hand holding horizontal load (H), vertical distance of the hand holding the position of the load on the floor (V), the distance moved by the load vertically between the place of origin to destination (D), the angle of rotation symmetry is formed between the hands and feet (a), Frequency multiplier (F) with the duration of the appointment of > 1 hour can mengakat load of 22 kg.*

*Based on Lifting Index for unskilled labor is obtained that the work load of 15 kg, 20 kg and was not identified at risk of injury to the spine because the value of LI > 1, but for the work load of 25 kg identified the risk of spinal injury to workers are not trained as LI values < 1.*

**Keywords:** *Workload, age factor, the Recommended Weight Limit*

## PENDAHULUAN

Dalam era globalisasi dewasa ini, persaingan antar perusahaan sangatlah ketat baik perusahaan besar maupun industri kecil. Salah satu cara untuk memenangkan persaingan tersebut, adalah melalui peningkatan produktivitas kerja secara optimal. Menurut Wingdjosebroto, 1995 dalam Sarfa, R. 2004, bahwa Produktivitas adalah perbandingan antara *output* dan *input*. Produktivitas dikatakan meningkat jika terjadi peningkatan output diikuti penurunan input atau terjadi peningkatan output dengan sedikit peningkatan input. Salah satu faktor yang sangat mempengaruhi produktivitas adalah manusia sebagai pekerja.

Penggunaan tenaga manusia sebagai pekerja sangatlah dominan terutama kegiatan penanganan material secara manual (*Manual Material Handling*). Kelebihan *Manual Material Handling* bila dibandingkan dengan penanganan material menggunakan alat bantu adalah fleksibilitas gerakan yang dapat dilakukan untuk beban-beban ringan. Akan tetapi aktivitas *Manual Material Handling* teridentifikasi beresiko tinggi sebagai penyebab utama timbulnya cedera pada otot rangka (*musculoskeletal disorders*). Grandjen, 1986, *Musculoskeletal disorders* pada umumnya terjadi karena kontraksi otot yang berlebihan akibat beban kerja yang berat dengan durasi pembebanan yang panjang.

Tingginya tingkat cedera atau kecelakaan kerja selain merugikan secara langsung yaitu sakit yang diderita oleh pekerja, kecelakaan tersebut juga akan berdampak buruk terhadap kinerja perusahaan yaitu berupa penurunan produktivitas perusahaan, baik melalui beban biaya pengobatan yang cukup tinggi dan juga ketidakhadiran pekerja serta penurunan dalam kualitas kerja.

Untuk meminimalisasi terjadinya cedera pada otot rangka, pada tahun 1981 *National Institut of Occupational Safety and Health* (NIOSH) merekomendasikan persamaan pembebanan yang disebut *Recommended Weight Limit* (RWL). RWL merupakan kondisi pembebanan dimana hampir semua pekerja normal dapat melakukan pekerjaan tersebut dalam periode waktu tertentu tanpa menimbulkan resiko terjadinya cedera tulang belakang akibat pengangkatan.

## LANDASAN TEORI

### Definisi Ergonomi

Menurut I. Z. Sutalaksana (1979), Ergonomi merupakan suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi mengenai sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerja itu secara efektif, aman, dan nyaman.

Menurut Suma'mur, P. K., Ergonomi dapat mengurangi beban kerja. Dengan evaluasi fisiologis, psikologis atau cara-cara tak langsung, beban kerja dapat diukur dan dianjurkan dimodifikasi yang sesuai antara kapasitas kerja dengan beban kerja dan beban tambahan. Tujuan utamanya adalah untuk menjamin kesehatan kerja, sehingga produktivitas kerja dapat ditingkatkan. Dalam evaluasi kapasitas kerja, perhatian terutama perlu diberikan kepada kegiatan fisik, yaitu intensitas, tempo, jam kerja, dan waktu istirahat, pengaruh keadaan lingkungan (kelembaban, suhu, gerakan udara, kebisingan, penerangan, warna, debu dan lain-lain), data biologis (modifikasi makanan dan minuman, pemulihan sesudah tidur dan istirahat, perubahan kapasitas kerja oleh karena usia) dan kekhususan pekerjaan (misal getaran mekanis, kerja malam, dan kerja bergilir).

### Biomekanika

Biomekanika didefinisikan sebagai bidang ilmu aplikasi mekanika pada sistem biologi. Biomekanika merupakan kombinasi antara disiplin ilmu mekanika terapan dan ilmu-ilmu biologi dan fisiologi. Biomekanika menyangkut tubuh manusia dan hampir semua tubuh makhluk hidup. Dalam praktiknya biomekanika mempelajari kekuatan, ketahanan dan ketelitian manusia dalam melakukan kerjanya. Biomekanika juga mengkaji hubungan pekerja dengan perlengkapan kerjanya, lingkungan kerja dan sebagainya.

Biomekanika menggunakan hukum-hukum mengenai konsep fisik dan teknik untuk menggambarkan gerakan yang dialami oleh bagian-bagian tubuh yang beragam dan aksi gaya pada bagian-bagian tubuh tersebut selama melakukan aktifitas harian normal. Dilihat dari definisi tersebut, biomekanika adalah aktifitas multi disiplin.

Faktor-faktor yang mempengaruhi biomekanika yaitu :

- 1) Faktor diri seperti umur, Jenis kelamin, suku bangsa
- 2) Sikap kerja
- 3) Jenis kerja

### Beban Kerja

Tubuh manusia dirancang untuk dapat melakukan aktivitas pekerjaan sehari-hari. Adanya massa otot yang bobotnya hampir lebih dari separuhbeban tubuh, memungkinkan kita untuk dapat menggerakkan dan melakukan pekerjaan. Pekerjaan disatu pihak mempunyai arti penting bagi kemajuan dan peningkatan prestasi, sehingga mencapai kehidupan yang produktif sebagai satu tujuan hidup. Dipihak lain, bekerja berarti tubuh akan menerima beban dari luar tubuhnya. Dengan kata lain bahwa setiap pekerjaan merupakan beban bagi yang bersangkutan.

Dari sudut pandang ergonomi, setiap beban kerja yang diterima oleh seseorang harus sesuai atau seimbang baik dalam kemampuan fisik, maupun kognitif, maupun keterbatasan manusia yang menerima beban tersebut. Kemampuan kerja seorang tenaga kerja berbeda dari satu dengan yang lain dan sangat tergantung dari tingkat ketrampilan, kesegaran jasmani, usia dan ukuran tubuh dari pekerja yang bersangkutan.

### Faktor – faktor yang Mempengaruhi Beban Kerja

Secara umum hubungan antara beban kerja dan kapasitas kerja dipengaruhi oleh berbagai faktor yang sangat kompleks, baik faktor internal maupun faktor eksternal .

#### 1. Beban Kerja Oleh Karena Faktor Eksternal

Faktor eksternal beban kerja adalah beban kerja yang berasal dari luar tubuh pekerja, meliputi:

##### 1) Tugas (*task*)

Meliputi tugas bersifat fisik seperti, stasiun kerja, tata ruang tempatkerja, kondisi lingkungan kerja, sikap kerja, cara angkut, beban yang diangkat. Sedangkan tugas yang bersifat mental meliputi, tanggung jawab, kompleksitas pekerjaan, emosi pekerja dan sebagainya.

##### 2) Organisasi Kerja

Organisasi kerja meliputi lamanya waku kerja, waktu istirahat, *shift* kerja, sistem kerja dan sebagainya.

##### 3) Lingkungan Kerja

Lingkungan kerja ini dapat memberikan beban tambahan yang meliputi, lingkungan kerja fisik, lingkungan kerja kimiawi, lingkungan kerja biologis dan lingkungan kerja psikologis.

#### 2. Beban Kerja Oleh Karena Faktor Internal

Faktor internal beban kerja adalah faktor yang berasal dari dalam tubuh akibat adanya reaksi dari beban kerja eksternal yang berpotensi sebagai *stressor*, meliputi:

- 1) Faktor somatis (jenis kelamin, umur, ukuran tubuh, status gizi, kondisi kesehatan, dan sebagainya).
- 2) Faktor psikis (motivasi, persepsi, kepercayaan, keinginan, kepuasan, dan sebagainya).

Untuk mencegah timbulnya kecelakaan disarankan, agar beban yang diangkat dan selanjutnya diangkat menurut keadaan mereka yang melakukan pekerjaan (Suma'mur P. K.) dapat dilihat pada tabel 1.

Beban angkatan menurut keadaan tenaga kerja

Frekuensi Pengangkatan	Dewasa		Tenaga Kerja Muda	
	Laki-laki (kg)	Perempuan (kg)	Laki-laki (kg)	Perempuan (kg)
Sekali-sekali	40	15	15	10 – 12
Terus-menerus	15 – 18	10	10 – 15	6 – 9

(sumber : Suma'mur, P.K)

### Recommended Weight Limit (RWL)

The National Institute for Occupational and Health (NIOSH) yang berdiri pada tahun 1981 telah dapat membuat persamaan yang dapat membantu bagi praktisi agar dapat mengevaluasi suatu pekerjaan pengangkatan benda secara manual, dengan memberikan fokus perhatian pada segi keselamatan dan kesehatan bagi para pekerja.

Persamaan yang dikeluarkan NIOSH memberikan suatu nilai beban angkat teoritis yang disarankan untuk pekerjaan mengangkat benda yang disebut *Recommended Weight Limit* (RWL).

Persamaan yang dibuat tahun 1991 memberikan faktor pengali tambahan berupa perhitungan penggerak asimetrik dan faktor pengangkatan tangan sebagai fungsi kopling. Tujuan dari persamaan pembebanan ini adalah untuk mencegah dan mengurangi terjadinya cedera tulang punggung belakang bagian bawah bagi pekerja yang melakukan aktivitas pengangkatan beban secara manual.

Persamaan yang dikeluarkan NIOSH khusus digunakan untuk mengevaluasi dan menilai resiko yang terjadi akibat pengangkatan beban secara manual. Sebagai alat evaluasi, persamaan ini dirancang untuk mendapatkan suatu nilai beban angkat yang sesuai dengan pendekatan biomekanika, fisiologi kerja ataupun asumsi psikofisik dan epidemiologi.

### Recommended Weigth Limit Dengan Pendekatan Fisiologis

Untuk menentukan RWL secara fisiologis kita harus mengetahui konsumsi energi yang dibutuhkan pada saat bekerja. Pengukuran konsumsi energi dapat dilakukan dengan cara yang subjektif yaitu : Cara tidak langsung dengan mengetahui kecepatan denyut jantung selama bekerja dan Cara langsung dengan mengetahui konsumsi energi kerja.

#### Cara penilaian Tidak Langsung

Cara penilaian tidak langsung yaitu dengan mengukur jumlah denyut nadi pada saat melakukan aktifitas.

Dengan metode tersebut dapat dihitung denyut nadi kerja dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Denyut Nadi (Denyut/Menit)} = \frac{60 \text{ denyut}}{\text{waktu perhitungan}} \times 60 \quad (1)$$

Peningkatan yang potensial dalam denyut nadi dari istirahat sampai kerja maksimum oleh Rodahl (1989) dalam Widodo, S (2008) didefinisikan sebagai *Heart Rate Reserve (HR Reverse)* yang diekspresikan dalam presentase yang dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ HR Reverse} = \frac{DNK - DNI}{DN_{Max} - DNI} \times 100 \quad (2)$$

Keterangan :

$$\text{Denyut Nadi Maksimal (DN}_{Max}) = (220 - \text{umur}) \text{ untuk laki-laki dan } (200 - \text{umur}) \text{ untuk perempuan} \quad (3)$$

DNK = Denyut Nadi Kerja

DNI = Rerata Denyut Nadi Istirahat

Lebih lanjut untuk menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban *kardiovaskuler (cardiovascular load = % CVL)* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\% \text{CVL} = \frac{100 \times (DNK - DNI)}{DN_{Max} - DNI} \quad (4)$$

Dari hasil perhitungan % CVL tersebut dapat kemudian dibandingkan dengan klasifikasi yang telah ditetapkan yang dapat dilihat pada tabel 2.

Klasifikasikan Berat Ringannya Beban Kerja Berdasarkan %CVL

% CVL	Kalsifikasi %CVL
< 30 %	Tidak terjadi kelelahan
30% - 60%	Dilakukan perbaikan
60% - 80%	Kerja dalam waktu singkat
80% - 100%	Dilakukan tindakan segera
>100%	Tidak diperbolehkan beraktifitas

Sumber : Sarwo Widodo

#### Cara Penilaian Langsung

Cara penilaian langsung yaitu dengan mengukur energi yang dikeluarkan melalui asupan oksigen selama bekerja. Semakin berat beban kerja akan semakin banyak energi yang diperlukan untuk dikonsumsi

Berikut adalah kategori beban kerja yang didasarkan pada metabolisme, respirasi suhu tubuh dan denyut jantung menurut Christensen (1991) pada tabel 2 sebagaiberikut:

Kategori Beban Kerja Berdasarkan Metabolisme, Respirasi, Suhu Tubuh dan Denyut Jantung

Kategori Beban Kerja	Konsumsi Oksigen	Ventilasi Paru (l/min)	Suhu Rektal (oC)	Denyut Jantung (Denyut/min)
Ringan	0,5 – 1,0	11 – 20	37,5	75 – 100
Sedang	1,0 – 1,5	20 – 30	37,5 – 38,0	100 – 125
Berat	1,5 – 2,0	31 – 43	38,0 – 38,5	125 – 150
Sangat Berat	2,0 – 2,5	43 – 56	38,5 – 39,0	150 – 175
Sangat Berat Sekali	2,5 – 4,0	60 – 100	> 39	> 175

(Sumber: Sarfa, R. 2008)

- a. Perhitungan Konsumsi energi pada saat istirahat (metabolisme basal)  
 Metabolisme basal atau *Basal metabolic Rate* (BMR) merupakan jumlah minimal energi yang dibutuhkan untuk melakukan berbagai proses vital ketika tubuh dalam keadaan beristirahat. Mahan mengemukakan BMR untuk laki-laki dewasa dengan berat badan 70 kg = 1.2 Kkal/menit atau sekitar 1700 Kkal/menit dengan cara perhitungan besarnya energi Basal Metabolisme pada laki-laki dan wanita berdasarkan persamaan :
- $$\begin{aligned} \text{BMR Laki-laki} &= 660 + [13,3 \times W] + [1,5 \times H] - [6,8 \times A] \\ \text{BMR Wanita} &= 665 + [9,5 \times W] + [1,7 \times H] - [4,7 \times A] \end{aligned} \quad (5)$$
- Dimana :
- W = Berat badan (kg)  
 H = Tinggi badan (cm)  
 A = Usia (Tahun)
- b. Menghitung Luas permukaan tubuh  
 Jika dibandingkan orang yang bertubuh gemuk pendek dan orang yang bertubuh kurus jangkung dengan berat badan sama, maka BMR orang yang bertubuh kurus jangkung lebih besar karena luas permukaan tubuhnya lebih besar dari orang yang bertubuh gemuk pendek. Menghitung luas permukaan tubuh berdasarkan Teori Aud dan Du Bois  
 Dalam Wairata, M, F (2007) dengan rumus :
- $$A = W^{0,425} \times H^{0,725} \times 71,84 \quad (6)$$
- Dimana :
- A = luas permukaan badan (cm<sup>2</sup>)  
 H = tinggi badan (cm)  
 W = berat badan (kg)
- c. Usia  
 Nilai BMR semasa pertumbuhan cukup besar karena aktifnya pembelahan sel. Setelah pertumbuhan usai, rata-rata setelah usia 25 tahun, BMR akan susut sebanyak 2 – 5 % per dekade hingga mencapai usia 65 tahun.
- d. Jenis Kelamin  
 BMR wanita 5-10 % lebih rendah dari BMR laki-laki (tinggi dan berat badan sama) hal ini dipengaruhi oleh aktifitas hormon. Terutama pada wanita dewasa BMR berfluktuasi menurut siklus haid. Perbedaan antara titik terendah (1 minggu sebelum ovulasi) dan tertinggi (sebelum haid) diperkirakan sebesar 359 kkal/hari. Keadaan ini tercipta karena pada saat praovulasi (kadar progesteron lebih tinggi) nilai BMR lebih rendah 6-5% dibandingkan masa prahaid (estrogen lebih dominan). Menurut Mahan (1996), BMR untuk laki – laki dengan berat badan 70 kg sebesar 1700 kkal/24 jam, sedangkan untuk wanita dengan berat badan 60 kg BMR nya sebesar 1400kg/24 jam.
- e. Konsumsi energi kerja  
 Perhitungan konsumsi energi dengan menggunakan denyut jantung lebih mudah bila dibandingkan dengan perhitungan konsumsi oksigen. Penelitian tentang hubungan denyut jantung dengan energi dilakukan oleh Astuti (1985) dan merekomendasikan persamaan regresi untuk mengestimasi energi berdasarkan kecepatan denyut jantung Sarfa, R (2004). Berikut ini persamaan regresi yang direkomendasikan oleh Astuti dalam Sarfa, R (2004) :
- $$Y = 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733.10^{-4}X^2 \quad (7)$$
- Dengan :
- Y = energi (Kkal/menit)  
 X = kecepatan denyut jantung/menit

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

Faktor pengali pada persamaan pengangkatan yang telah direvisi terdiri dari enam koefisien yang digunakan sebagai pengurang konstanta beban berdasarkan karakteristik pengangkatan beban pada lokasi standar pengangkatan beban (kondisi yang optimal).

Komponen perubahan persamaan NIOSH terdiri dari konstanta beban dan faktor-faktor pengali yaitu pengali horizontal, faktor pengali vertikal, faktor pengali jarak, faktor pengali frekuensi, faktor pengali asimetri, faktor pengali kopling, dengan rumus sebagai berikut :

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \quad (8)$$

Keterangan :

- LC : (*Lifting Constanta*) konstanta pembebanan
- HM : (*Horizontal Multiplier*) faktor pengali horisontal

- *VM* : (*Vertical Multiplier*) faktor pengali vertikal
- *DM* : (*Distance Multiplier*) faktor pengali perpindahan
- *AM* : (*Asymetric Multiplier*) faktor pengali asimetrik
- *FM* : (*Frequency Multiplier*) faktor pengali frekuensi
- *CM* : (*Coupling Multiplier*) faktor pengali kopling (*handle*)

Catatan :

- *H* = Jarak horizontal posisi tangan yang memegang beban dengan titik pusat tubuh.
- *V* = Jarak vertikal posisi tangan yang memegang beban terhadap lantai
- *D* = Jarak perpindahan beban secara vertikal antara tempat asal sampai tujuan
- *A* = Sudut simetri putaran yang dibentuk antara tangan dan kaki.

Komponen	Metrik
LC = Load Constant	25 kg
HM = Horizontal Multiplier	25/H
VM = Verical Multiplier	$1 - 0,003[V - 75]$
DM = Distance Multiplier	$0,82 + 4,5/D$
AM = Asymetric Multiplier	$1 - 0,0032A$
FM = Frequency Multiplier	dari tabel 2.4
CM = Coupling Multiplier	dari tabel 2.5

Berikut dapat di jelaskan secara terperinci faktor pengali berdasarkan sikap dan kondisi sistem kerja pengangkatan beban sesuai ketentuan NIOSH(Muslima, E,dkk) sebagai berikut :

1) *Load Constant (LC)*

Konstanta beban ini bernilai 23 kg. Besaran tersebut merupakan beban maksimum yang direkomendasikan untuk pengangkatan.

2) *Horizontal Multiplier(HM)*

HM didapat dari nilai H (jarak horisontal) yaitu jarak antara tangan dengan titik tengah pergelangan kaki bagian dalam kaki. Faktor pengali horizontal dinyatakan dalam rumus:

$$HM = 25/H \quad (9)$$

Dimana :

H = jarak horizontal

3) *Vertical Multiplier(VM)*

VM didapat dari nilai V (tinggi vertikal) yaitu jarak antara tinggi vertikal dengan lantainya antara kedua tangan terhadap beban. Faktor pengali vertikal dinyatakan dalam rumus:

$$VM = 1 - (0.003 | V - 75 |) \dots \quad (10)$$

Dimana :

V = tinggi vertikal

4) *Distance Multiplier (DM)*

DM didapat dari nilai D yaitu jarak vertikal antara titik awal beban sebelum diangkat ke titik tujuan beban diletakkan. Faktor pengali jarak dinyatakan dalam rumus:

$$DM = 0.82 + (4.5/D) \quad (11)$$

Dimana :

D = total jarak perpindahan

5) *Asymmetry Multiplier(AM)*

AM didapat dari nilai A (*Asymmetric*) Sudut asimetri adalah sudut yang Sudut simetri putaran yang dibentuk antara tangan dan kaki. Faktor pengali asimetri dinyatakan dalam rumus:

$$AM = 1 - (0.0032 \times A) \dots \quad (12)$$

Dimana :

A = Sudut asimetri yang dibentuk.

6) *Frequency Multiplier(FM)*

FM didapat dari nilai F ( *Frecuency Component* ) Yaitu jumlah beban yang diangkat. Pengali frekuensi ditentukan oleh jumlah pengangkatan per menit. Jumlah waktu yang diperlukan untuk pengangkatan (durasi) dan tinggi vertikal pengangkatan dari lantai. Untuk persamaan yang dibuat tahun 1991 telah ditetapkan pendekatan Pengangkatan misalnya dengan  $F < 0.2$  maka diambil nilai pengangkatan dengan  $F = 0.2$

Pekerjaan digolongkan dalam durasi :

- 1) Singkat yaitu bila dilakukan selama 1 jam atau kurang, lalu diikuti waktu istirahat selama 1-2 kali waktu kerja.

- 2) Sedang yaitu bila dilakukan selama 1-2 jam, diikuti dengan waktu istirahat setidaknya 0.3 kali waktu kerja.
- 3) Panjang yaitu bila dilakukan selama 2-8 jam dengan kelonggaran istirahat standar.

Faktor Pengali Frekuensi

Frekuensi angkatan/menit	Lama Waktu Bekerja					
	≤ 1 jam		≤ 2 jam		≤ 8 jam	
	V < 75	V ≥ 75	V < 75	V ≥ 75	V < 75	V ≥ 75
0,2	1	1	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
>15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

( Sumber : (Waters et. al., 1993)

#### 7) Coupling Multiplier (CM)

CM diperoleh dari bagaimanacara memegang beban. Beban biasanya di lengkapidengan suatu komponen sebagai alat pemegang pada saat pekerja hendak mengangkat beban tersebut. Kegunaannya adalah agar pekerjadapat mengangkat beban dengan baik. Selanjutnya komponen ini kita sebut sebagai pegangan tangan ( handle ). Perpaduan fungsi tangan pekerja dengan handle ini di sebut kopleng.

#### Kriteria Kopleng

Coopleng Tipe	Coopleng multiplier	
	V < 30 incihes	V > 30 incihes
	(75 cm)	(75 cm)
Good	1.00	1.00
Fair	0,95	1.00
Poor	0,90	0,95

( Sumber : Muslimah, E, dkk)

#### Lifting Index (LI)

Lifting Index menyatakan nilai estimasi relatif dari tingkat tegangan fisik dalam suatu kegiatan pengangkatan-manual. Nilai estimasi tingkat ketegangan fisik tersebut dinyatakan sebagai hasil bagi antarabean angkatan (load weight). Dengan nilai RWL hasil perhitungan. Dinyatakan dengan rumus :

$$LI = \text{Beban angkatan} / \text{RWL} \quad (13)$$

Ketentuan :

Menurut Water, et al, 1993 dalam Muslimah, E, dkk :

1. Jika  $LI > 1$ , berat beban yang diangkat melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktifitas tersebut mengandung resiko cidera tulang belakang.
2. Jika  $LI < 1$ , berat beban yang diangkat tidak melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktifitas tersebut tidak mengandung resiko cidera tulang belakang.

## METODOLOGI PENELITIAN

Agar penelitian terarah dan sistematis, adapun hal-hal yang perlu diperhatikan, yaitu sebagai berikut:

### A. Subjek Penelitian

Subjek penelitian diambil berdasarkan kriteria :

1. Mahasiswa  
Pemilihan mahasiswa sebagai subjek karena aktivitas keseharian mahasiswa yang tidak terlalu banyak melakukan pekerjaan yang membutuhkan beban fisik yang tinggi, sehingga dianggap sebagai tenaga kerja tidak terlatih dan sesuai dengan tujuan penelitian yaitu menentukan batas angkat beban optimum untuk pekarja tidak terlatih.
2. Usia  
Berdasarkan Badan Pusat Statistik (2007), bahwa usia 15 sampai 64 tahun merupakan usia produktif serta masuk dalam usia angkatan kerja di Indonesia, sehingga penelitian ini mengambil sampel dengan usia 19-24 tahun.
3. Jenis kelamin  
Penelitian ini mengambil sampel mahasiswa yang berjenis kelamin laki-laki. Ini dimaksudkan agar data yang diambil adalah homogen.
4. Antropometri  
Sampel berjumlah 30 orang, dengan tinggi badan 155-170 cm dan berat badan 50-65 kg. Ukuran ini diambil berdasarkan antropometri sampel penelitian.
5. Sehat  
Subjek yang diambil berbadan sehat tidak mengalami keluhan pada tulang belakang sesuai dengan pemeriksaan dokter.

### B. Alat dan Bahan

1. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :
  - a. Stopwatch digunakan pada saat pengukuran denyut jantung
  - b. Meteran untuk mengukur antropometri
  - c. Timbangan untuk mengukur berat badan
2. Bahan yang digunakan
  - a. Beban kerja  
Beban yang digunakan dalam penelitian ini berupa pasir, dengan berat 15kg, 20kg, dan 25kg
  - b. Karung  
Karung yang digunakan akan diberi masing-masing beban yang berbeda. dengan ukuran dimensi yaitu lebar 18 cm dan tinggi 28 cm.

### C. Teknik Penarikan Sampel

Teknik penarikan sampel yang digunakan adalah *simple random sampling*. Populasi yang digunakan adalah Mahasiswa Teknik, Program Studi Teknik Industri dan Dalam penelitian ini penentuan sampel diambil sebanyak 30 orang secara random dari populasi yang didasarkan pada pendapat Guy (1976) yang menyatakan ukuran minimum sampel yang dapat diterima minimal 20% dari populasi.

### D. Tahap-tahap Pengumpulan Data

Adapun penentuan tahapan pengumpulan data, yaitu sebagai berikut:

- Melakukan pengukuran data awal yaitu pengukuran denyut nadi, berat badan, tinggi badan, dan usia responden
- Setelah dilakukan pengumpulan data awal dilanjutkan dengan penentuan frekuensi pengangkatan dan berat beban yang akan diangkat oleh responden yang telah ditentukan yaitu masing-masing: 15kg, 20kg, dan 25kg dengan frekuensi pengangkatan 1 angkatan/menit sampai dengan 3 angkatan/menit. Dengan waktu istirahat 30 menit sampai denyut nadi responden sesuai atau mendekati denyut nadi awal dan dilanjutkan dengan pengukuran faktor pengali berdasarkan pendekatan RWL yaitu H, D, dan V, A, pada saat sampel melakukan pengangkatan beban.

### E. Metode dan Teknik Analisa Data

Adapun data-data yang telah dikumpulkan tersebut dilakukan pengolahan kemudian dianalisis sebagai berikut :

3. Penilaian RWL dengan pendekatan fisiologis secara tidak langsung dengan tahapan perhitungan sebagai berikut :
  - Penilaian metabolisme tubuh secara tidak langsung dengan metode 10 denyutan (kilbon, 1992 dalam Widodo, S 2008). Menggunakan persamaan (1)
  - Perhitungan peningkatan denyut nadi yang diekspresikan dalam persentase dengan menggunakan persamaan (2)
  - Penentuan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dihitung dengan persamaan (4) dan Penilaian RWL dengan pendekatan fisiologis secara langsung dengan tahapan perhitungan sebagai berikut :
    - a. Perhitungan metabolisme basal menurut Mahan yang dihitung menggunakan persamaan (5)
  - b. Menghitung luas permukaan tubuh berdasarkan teori Aud dan Du Bois dengan persamaan (6)
  - c. menentukan konsumsi energi kerja yang dihitung menggunakan persamaan (7)
3. Perhitungan *Recommended Weight Limit* dengan menggunakan persamaan (8)
4. Penentuan faktor pengali berdasarkan sikap dan kondisi kerja pengangkatan beban yaitu :
  - Konstanta pembebanan (LC)
  - Perhitungan nilai HM menggunakan persamaan (9)
  - Perhitungan nilai VM menggunakan persamaan (10)
  - Perhitungan nilai dilai DM menggunakan persamaan (11)
  - Perhitungan AM menggunakan persamaan (12)
  - Penentuan nilai FM (lihat tabel 4)
  - Penentuan nilai CM (lihat tabel 5)
5. penentuan nilai *Lifting Indeks* menggunakan persamaan (13)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengumpulan Data Awal

Sebelum melakukan pengukuran denyut nadi, terlebih dahulu dilakukan pengukuran berat badan, tinggi badan, dan usia responden, yang diperlihatkan pada berikut ini.

Pengambilan Data Awal Responden

Sampel	Usia (Thn)	Berat Badan (kg)	Tinggi Badan (cm)
1	19	61	166
2	20	54	165
3	21	60	155
4	22	55	154
5	22	56	157
6	21	63	164
7	23	54	164
8	23	54	165
9	20	56	164
10	19	55	165
11	19	56	155
12	19	57	153
13	24	58	161
14	22	58	160
15	19	54	154
16	22	54	151
17	24	58	158
18	23	61	160
19	22	59	162
20	22	58	160
21	22	56	158
22	20	59	162
23	20	55	159
24	20	57	156
25	19	55	154
26	19	56	162
27	21	55	159
28	21	57	162
29	21	56	163
30	22	54	154

### Pengumpulan Data Denyut Nadi

Setelah dilakukan pengumpulan data awal dilanjutkan dengan penentuan frekuensi pengangkatan dan berat beban yang akan diangkat oleh responden yang telah dideddiakan yaitu : 15 kg, 20 kg, dan 25 kg dengan frekuensi pengangkatan 1 angkatan/menit sampai dengan 3 angkatan/menit. Dengan waktu istirahat 30 menit sampai denyut nadi responden sesuai atau mendekati denyut nadi awal.

Setelah ditentukan berat beban dan frekuensi pengangkatan, dilakukan pengukuran denyut nadi sebelum dan sesudah perlakuan. Pengukuran denyut nadi dilakukan secara manual dengan merasakan denyutan pada arteri radialis. Dengan menggunakan *Stopwatch* sebagai alat pencatat waktu. Prosedur ini berlaku untuk semua perlakuan, dengan menggunakan metode 10 denyutan (kilbon,1992) dimana dengan metode ini dapat dihitung denyut nadi kerja pada semua perlakuan yang dapat dilihat pada table 1.2.

Data Pengukuran Waktu 10 Denyut Nadi Responden

Sampel	Usia (Thn)	DNI (detik)	DNK (detik)			Rerata
			1	2	3	
1	19	9.86	8.60	7.54	6.28	7.47
2	20	9.72	8.58	7.50	6.39	7.49
3	21	9.70	8.54	7.51	6.27	7.44
4	22	9.81	8.59	7.49	6.38	7.48
5	22	9.76	8.53	7.81	6.29	7.54
6	21	9.82	8.49	7.80	6.26	7.51
7	23	9.74	8.58	7.59	6.30	7.49
8	23	9.72	8.51	7.61	6.28	7.46
9	20	9.86	8.59	7.48	6.27	7.44
10	19	9.80	8.52	7.51	6.26	7.43
11	19	9.72	8.54	7.73	6.30	7.52
12	19	9.85	8.58	7.96	6.28	7.61
13	24	9.81	8.53	7.47	6.31	7.42
14	22	9.84	8.47	7.60	6.32	7.46
15	19	9.70	8.52	7.59	6.37	7.49
16	22	9.72	8.50	7.54	6.29	7.44
17	24	9.80	8.51	7.80	6.30	7.53
18	23	9.81	8.46	7.59	6.38	7.48
19	22	9.79	8.50	7.71	6.29	7.50
20	22	9.82	8.57	7.50	6.36	7.47
21	22	9.81	8.50	7.60	6.29	7.47
22	20	9.76	8.60	7.78	6.38	7.59
23	20	9.80	8.46	7.54	6.32	7.44
24	20	9.76	8.47	7.76	6.29	7.51
25	19	9.81	8.43	7.80	6.28	7.58
26	19	9.76	8.48	7.58	6.26	7.54
27	21	9.75	8.50	7.83	6.30	7.53
28	21	9.84	8.53	7.69	6.36	7.52
29	21	9.81	8.57	7.68	6.34	7.53
30	22	9.78	8.56	7.49	6.30	7.45

#### Keterangan:

- DNI : Denyut Nadi Istirahat  
Pengambilan atau pengukuran denyut nadi istirahat dilakukan pada saat sebelum pekerja memulai pekerjaannya.
- DNK : Denyut Nadi Kerja  
Pengambilan atau pengukuran denyut nadi kerja dilakukan pada saat operator melakukan pengangkatan yaitu :
  - DNK 1 untuk beban kerja 15 kg
  - DNK 2 untuk beban kerja 20 kg
  - DNK 3 untuk beban kerja 25 kg

#### • Pengumpulan Data RWL

Setelah dilakukan pengukuran denyut nadi, kemudian dilakukan pengukuran faktor pengali berdasarkan pendekatan RWL yaitu H, D, dan V, A, pada saat sampel melakukan pengangkatan beban. Pengumpulan data RWL dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut ini :

Keterangan :

- $H$  = Jarak antara tangan dengan titik tengah pergelangan kaki terhadap beban
- $V$  = Jarak vertikal posisi tangan yang memegang beban terhadap lantai terhadap beban
- $D$  = Jarak perpindahan beban secara vertikal antara tempat asal sampai tujuan
- $A$  = sudut yang menunjukkan sejauh mana beban dipindahkan dari depan tubuh ketujuan.

Data Pengali Berdasarkan RWL

Sampel	Matriks 25 kg (cm)			
	H	A	D	V
1	34	42	75	20
2	34	41	75	20
3	34	40	75	20
4	34	43	75	22
5	34	40	75	20
6	34	40	75	20
7	34	41	75	20
8	34	40	75	20
9	34	40	75	20
10	34	41	75	20
11	34	42	75	20
12	34	40	75	20
13	34	42	75	20
14	34	40	75	20
15	34	41	75	20
16	34	40	75	20
17	34	40	75	20
18	34	42	75	20
19	34	40	75	20
20	34	41	75	20
21	34	41	75	20
22	34	40	75	20
23	34	42	75	20
24	34	41	75	20
25	34	42	75	20
26	34	42	75	20
27	34	40	75	20
28	34	41	75	20
29	34	42	75	20
30	34	40	75	20

### Pengolahan Data Berdasarkan Pendekatan Fisiologis

#### 1. Penilaian Beban Kerja Dengan Cara Penilaian Tidak Langsung

Hasil dari data waktu 10 denyut nadi responden kemudian dimasukkan kedalam persamaan 10 Denyut (metode 10 denyut) (lihat persamaan 1). Sehingga diperoleh denyut nadi pekerja setiap denyut per menit (*Denyut/Menit*) sebagai berikut :

Hasil Perhitungan Denyut Nadi Responden Dengan Metode 10 Denyut

Sampel	Usia (Thn)	DNI (menit)	DNK (menit)			Rerata (NK)
			1	2	3	
1	19	61	70	70	96	82
2	20	62	70	80	94	81
3	21	62	70	70	96	79
4	22	61	70	80	94	81
5	22	61	71	77	96	81
6	21	61	70	77	95	81
7	23	62	71	79	95	82
8	23	62	70	79	95	81
9	20	62	70	80	94	81
10	19	61	70	80	94	81
11	19	62	70	78	95	81
12	19	62	70	75	95	80

Sampel	Usia (Thn)	DNI (menit)	DNK (menit)			Rerata (NK)
			1	2	3	
13	24	61	71	80	94	82
14	22	61	70	79	95	81
15	19	62	71	79	94	81
16	22	62	71	79	95	82
17	24	61	71	77	95	81
18	23	61	71	79	94	81
19	22	61	70	78	95	81
20	22	61	71	80	94	82
21	22	61	70	79	95	81
22	20	62	71	77	94	82
23	20	61	71	80	95	82
24	20	62	71	77	95	81
25	19	61	71	77	96	81
26	19	62	71	79	96	82
27	21	62	70	77	95	81
28	21	62	70	78	94	82
29	21	61	70	78	94	82
30	22	61	70	80	95	82

Dari hasil perhitungan denyut nadi untuk keseluruhan sampel dengan metode 10 denyut dapat dihitung denyut nadi maksimal untuk 19-24 Tahun sebagai berikut :

DNK Maks : Denyut Nadi Maksimal,  $220 - \text{Umur (pria)}$

Dimana :

- Untuk Usia 19 Tahun :  $\text{DNK}_{\text{Maks}} = (220-19) = 201$
- Untuk Usia 20 Tahun :  $\text{DNK}_{\text{Maks}} = (220-20) = 200$
- Untuk Usia 21 Tahun :  $\text{DNK}_{\text{Maks}} = (220-21) = 199$
- Untuk Usia 22 Tahun :  $\text{DNK}_{\text{Maks}} = (220-22) = 198$
- Untuk Usia 23 Tahun :  $\text{DNK}_{\text{Maks}} = (220-23) = 197$
- Untuk usia 24 Tahun :  $\text{DNK}_{\text{Maks}} = (220-24) = 196$

NK : Nadi Kerja (rerata denyut nadi kerja)

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 9 selanjutnya dapat dilakukan perhitungan peningkatan denyut nadi kerja dan klasifikasi beban kerja sebagai berikut :

- 1) Perhitungan peningkatan denyut nadi kerja (% *HR Reverse*) untuk masing-masing beban kerja dan Perhitungan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja(%CVL) untuk keseluruhan beban kerja selengkapnya tertera pada tabel berikut ini

Rekapitulasi Hasil Perhitungan % *HR Reverse* dan %CVL

Sampel	Usia (Thn)	% <i>HR Reverse</i>			%CVL
		DNK <sub>1</sub>	DNK <sub>2</sub>	DNK <sub>3</sub>	
1	19	6%	13%	25%	15%
2	20	6%	13%	23%	14%
3	21	6%	13%	25%	15%
4	22	7%	14%	24%	15%
5	22	7%	13%	24%	14%
6	21	7%	13%	24%	15%
7	23	6%	13%	23%	15%
8	23	6%	13%	25%	14%
9	20	6%	14%	24%	14%
10	19	6%	13%	23%	14%
11	19	6%	12%	22%	14%
12	19	7%	11%	25%	15%
13	24	7%	14%	24%	15%
14	22	7%	13%	24%	14%
15	19	6%	13%	24%	14%
16	22	7%	13%	25%	16%
17	24	7%	12%	25%	15%
18	23	7%	12%	25%	14%
19	22	7%	14%	33%	15%
20	22	7%	11%	24%	15%
21	22	6%	11%	24%	14%
22	20	7%	11%	24%	15%
23	20	6%	13%	25%	14%

Sampel	Usia (Thn)	% HR Reverse			%CVL
		DNK <sub>1</sub>	DNK <sub>2</sub>	DNK <sub>3</sub>	
24	20	6%	11%	24%	14%
25	19	7%	16%	25%	15%
26	19	7%	13%	25%	14%
27	21	6%	15%	25%	14%
28	21	6%	12%	24%	14%
29	21	6%	12%	24%	14%
30	22	6%	13%	24%	15%

## 2. Penilaian Beban Kerja Dengan Cara Penilaian Langsung

Perhitungan metabolisme basal (BMR) menurut Mahan (1996), Perhitungan luas permukaan tubuh (Teori Aud dan Du Bois) dan Perhitungan konsumsi Energi

Rumus yang digunakan untuk menghitung besar energi yang dikeluarkanyang diperoleh dari rata-rata perhitungan denyut nadi kerja berdasarkan perhitungan 10 denyut/menit pada tabel 8 dengan menggunakan persamaan 8. Hasil perhitungan dari masing-masing persamaan diatas dapat dilihat pada tabel berikut:

Rekap Data Dengan Penilaian Langsung

Sampel	Usia	BMR	A	E
1	19	1.12	16718.227	3.89
2	20	1.04	16776.828	3.08
3	21	1.09	15851.526	3.08
4	22	1.03	15204.526	3.08
5	22	1.04	15537.226	3.05
6	21	1.12	16859.622	3.02
7	23	1.03	15790.484	3.07
8	23	1.03	15860.231	3.03
9	20	1.06	16038.442	3.08
10	19	1.06	15984.399	3.24
11	19	1.06	15393.476	3.03
12	19	1.07	15393.476	3.01
13	24	1.06	16060.977	3.12
14	22	1.07	15988.591	3.03
15	19	1.04	15086.42	3.06
16	22	1.02	14872.773	3.09
17	24	1.06	15843.445	2.9
18	23	1.09	16334.975	3.05
19	22	1.08	15988.592	3.01
20	22	1.07	15608.911	3.08
21	22	1.04	15434.321	3.04
22	20	1.09	16250.877	3.06
23	20	1.05	15560.852	3.02
24	20	1.06	15582.189	3.06
25	19	1.05	3355.187	3.04
26	19	1.07	15894.217	3.09
27	21	1.04	15560.823	3.02
28	21	1.07	16014.431	3.03
29	21	1.06	15965.489	3.03
30	22	1.03	15086.410	3.03

## 4.3 Pengolahan Data Berdasarkan Pendekatan Recommended Weight Limit (RWL)

### 4.3.1 Perhitungan Faktor Pengali RWL

Dari tabel 8 dapat dilakukan perhitungan terhadap faktor pengali sesuai dengan persamaan *Recommended Weight Limit* berdasarkan komponen dan metrik.

Hasil perhitungan faktor pengali RWL untuk keseluruhan responden dapat dilihat pada tabel 12 berikut ini :

Hasil perhitungan faktor pengali RWL

Sampel	Usia(Thn)	Faktor pengali RWL			
		HM	AM	DM	VM
1	19	0.73	0.87	0.88	1.44
2	20	0.73	0.87	0.88	1.44
3	21	0.73	0.87	0.87	1.44
4	22	0.73	0.87	0.88	1.44

Sampel	Usia(Thn)	Faktor pengali RWL			
		HM	AM	DM	VM
5	22	0.73	0.87	0.88	1.44
6	21	0.73	0.87	0.88	1.44
7	23	0.73	0.87	0.88	1.44
8	23	0.73	0.87	0.87	1.44
9	20	0.73	0.87	0.87	1.44
10	19	0.73	0.87	0.88	1.44
11	19	0.73	0.87	0.88	1.44
12	19	0.73	0.87	0.87	1.44
13	24	0.73	0.87	0.88	1.44
14	22	0.73	0.87	0.87	1.44
15	19	0.73	0.87	0.88	1.44
16	22	0.73	0.87	0.87	1.44
17	24	0.73	0.87	0.88	1.44
18	23	0.73	0.87	0.87	1.44
19	22	0.73	0.87	0.88	1.44
20	22	0.73	0.87	0.87	1.44
21	22	0.73	0.87	0.87	1.44
22	20	0.73	0.87	0.87	1.44
23	20	0.73	0.87	0.87	1.22
24	20	0.73	0.87	0.76	1.44
25	19	0.73	0.87	0.87	1.44
26	19	0.73	0.87	0.87	1.44
27	19	0.73	0.87	0.87	1.44
28	21	0.73	0.87	0.87	1.44
29	21	0.73	0.87	0.88	1.44
30	22	0.73	0.87	0.86	1.44

Dari tabel 12. dapat dilakukan perhitungan lanjutan dengan menggunakan pendekatan Recommended Weight Limit (RWL) Keterangan :

- LC = 25 Kg(Batas angkat beban berdasarkan hasil penelitian)
- CM = 0.95 (kriteria Fair)
- FM = 0.88 (tiga angkatan/menit dengan V < 75 yaitu 68 dari hasil penelitian)

Untuk hasil perhitungan RWL selengkapnya dapat dilihat pada tabel 13.

#### 4.3.2 Perhitungan Nilai *Lifting Index*

Sedangkan untuk perhitungan *Lifting Index* juga dapat dilihat pada tabel 13 berikut ini :

Rekapitulasi Hasil Perhitungan RWL dan *LI* untuk beban kerja 15 kg, 20 kg dan 25 kg

Sampel	usia	RWL (kg)	LI (15 kg)	LI (20 kg)	LI (25 kg)
1	19	22	0.68	0.90	1.13
2	20	22	0.68	0.90	1.13
3	21	22	0.68	0.90	1.13
4	22	22	0.58	0.90	1.13
5	22	22	0.68	0.90	1.13
6	21	22	0.68	0.90	1.13
7	23	22	0.68	0.90	1.13
8	23	22	0.68	0.90	1.13
9	20	22	0.68	0.90	1.13
10	19	22	0.68	0.90	1.13
11	19	22	0.68	0.90	1.13
12	19	22	0.68	0.90	1.13

Sampel	usia	RWL (kg)	LI (15 kg)	LI (20 kg)	LI (25 kg)
13	24	22	0.68	0.90	1.13
14	22	22	0.68	0.90	1.13
15	19	22	0.68	0.90	1.13
16	19	22	0.68	0.90	1.13
17	22	22	0.68	0.90	1.13
18	24	22	0.68	0.90	1.13
19	23	22	0.68	0.90	1.13
20	22	22	0.68	0.90	1.13
21	22	22	0.68	0.90	1.13
22	22	22	0.68	0.90	1.13
23	20	22	0.68	0.90	1.13
24	20	22	0.68	0.90	1.13
25	20	22	0.68	0.90	1.13
26	19	22	0.68	0.90	1.13
27	19	22	0.68	0.90	1.13
28	21	22	0.68	0.90	1.13
29	21	22	0.68	0.90	1.13
30	21	22	0.68	0.90	1,13

### AnalisisBeban Kerja

#### AnalisisRWL Berdasarkan Pendekatan Fisiologis

Untuk menentukan RWL secara fisiologis kita harus mengetahui konsumsi energi yang dikeluarkan pada saat bekerja yang dalam penelitian ini dilakukan dengan cara yang objektif yaitu secara tidak langsung untuk mengetahui kecepatan denyut jantung selama bekerja dan cara langsung untuk mengetahui konsumsi oksigen.

##### 1. Analisis dengan cara penilaian tidak langsung

- Dari hasil perhitungan denyut jantung untuk usia 18-25 Tahun sebelum melakukan pengangkatan masih dalam kondisi normal yaitu berkisar antara 60 denyutan/menit, namun setelah sampel melakukan pengangkatan beban terdapat peningkatan denyut jantung sesuai dengan berat beban yang diterima oleh tiap sampel.
- Berdasarkan hasil perhitungan % HR Reverse terdapat peningkatan yang potensial terhadap denyut jantung berdasarkan beban kerja yang diterima oleh tiap sampel.
- Jika dilihat pada perhitungan %CVL yang disesuaikan dengan tabel 2 untuk menilai berat ringannya beban kerja sesuai klasifikasi %CVL hasil perhitungan menunjukkan bahwa beban yang diangkat oleh setiap sampel tidak terjadi kelelahan karena < 30%.

##### 2. Analisis dengan Cara penilaian langsung

- Dari hasil perhitungan BMR menurut Mahan (1996) untuk laki-laki dewasa sudah mendekati acuan yang ditetapkan yaitu untuk laki-laki dewasa dengan berat badan 50-70 kg = 1.2 Kkal/menit atau sekitar 1700 Kkal/hari.
- Dengan semakin berat dan tinggi tubuh seseorang maka semakin luas pula permukaan tubuhnya, sehingga mempengaruhi besar kilo kalori yang diperlukan.
- Berdasarkan perhitungan energi yang dikeluarkan pada saat pengangkatan beban untuk rata-rata perlakuan dengan durasi pengangkatan 3angkatan/menit berada pada kondisi kerjaringan.

#### AnalisisBerdasarkan perhitungan RWL dan *Lifting Index*

Perhitungan RWL didasarkan pada perhitungan faktor pengali horizontal, fertikal, Asimetrik, Frekuensi, dan *coupling*. Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh kemampuan angkat beban untuk pekerja yang tidak terlatih dengan batasan usia 19-24 tahun untuk durasi satu angkatan/menit sebesar 22 kg.

Berdasarkan perhitungan *Lifting Index* untuk tenaga kerja tidak terlatih diperoleh bahwa beban kerja 15 kg, dan 20 kg tidak teridentifikasi beresiko cidera pada tulang belakang karena nilai LI > 1, namun

untuk beban kerja 25 kg teridentifikasi mengandung resiko cedera tulang belakang bagi tenaga kerja tidak terlatih karena nilai  $LI < 1$ .

Hal ini disebabkan karena sampel yang digunakan dalam penelitian tidak terbiasa melakukan pekerjaan pengangkatan beban diatas 25 kg, sehingga diperoleh nilai batas angkat beban untuk tenaga kerja tidak terlatih untuk usia 19-24 tahun adalah 22 kg.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan evaluasi permasalahan yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan perhitungan penilaian beban kerja fisiologis yang dilakukan dengan cara yang subjektif berdasarkan perhitungan denyut nadi kerja maka disimpulkan bahwa untuk tenaga kerja tidak terlatih dengan usia 19-24 tahun untuk beban kerja 15 kg, 20 kg, dan 25 kg masuk dalam kategori kondisi kerja ringan karena nilai % HCL  $> 30\%$  dan konsumsi energinya senilai 3.09.
2. Berdasarkan perhitungan *Recommended Weight Limit (RWL)* diketahui bahwa beban angkat optimal untuk tenaga kerja tidak terlatih untuk usia 19-24 tahun 22 kg, hal ini disebabkan karena tiap sampel tidak terbiasa melakukan pekerjaan pengangkatan beban diatas 25 kg.
3. Berdasarkan perhitungan *Lifting Index (LI)* untuk beban kerja 15 kg, 20 kg yang diangkat oleh sampel dalam penelitian tidak teridentifikasi menimbulkan cedera tulang belakang karena nilai  $LI > 1$ , namun untuk beban kerja 25 kg yang diangkat oleh sampel dalam penelitian teridentifikasi menimbulkan resiko cedera tulang belakang karena nilai  $LI < 1$ .

### Daftar Pustaka

- Arikunto, S. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. PT Rinekecipta. Jakarta.  
[Http://www.hse.gov.uk/pubas.pdf](http://www.hse.gov.uk/pubas.pdf). Ayoub & Dempsey, P. G. 2006. *Material handling talk desain. Ergonomic*. Jurnal Ilmiah Teknik Industri. Akses tanggal 15 Nopember 2010
- Muslimah, E, dkk. 2007. *Analisis Manual Material Handling Menggunakan NIOSH*. Jurusan Teknik Industri. Unuversitas Muhammadiyah. Surakarta.
- Nurmianto, E. 2003. *Konsep Dasar Ergonomi Dan Aplikasi*, Penerbit Guna Widya. Edisi Pertama. Cetakan Ketiga.
- Sarfa, R. 2004. *Analisis Faktor Pengali Ferekuensi (FM) Pada Perumusan Pembebanan NIOSH*. Tesis Pasca Sarjana Universitas Gadjadara. Jakarta.
- Sutalaksana, Iftikar Z, dkk. 1979. *Teknik Tata Cara Kerja*. Intitut Teknologi. Bandung.
- Suma'mur. P. K. Dr, M.Sc (1989), *Higene Perusahaan dan Keselamatan Kerja*, Haji Masagung. Jakarta.
- Wignjosoebroto Sritomo, *Ergonomi, Studi gerak dan Waktu*, Penerbit Guna Wiya. Surabaya.
- Widodo, S. 2008. *Penentuan Lama Waktu Istirahat Berdasarkan Beban Kerja Dengan Pendekatan Fisiologis*. Tugas Akhir Jurusan teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah. Surakarta.