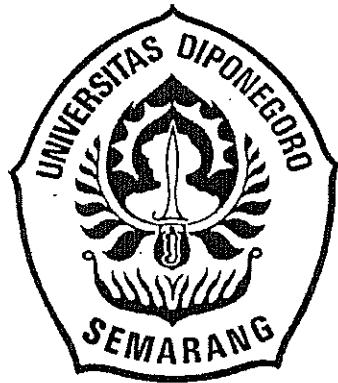
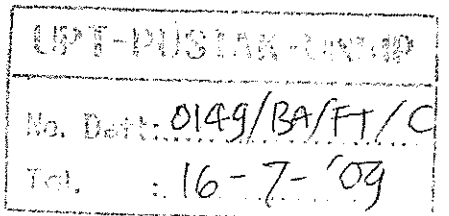


# BUKU AJAR



MATA KULIAH : ERGONOMI INDUSTRI

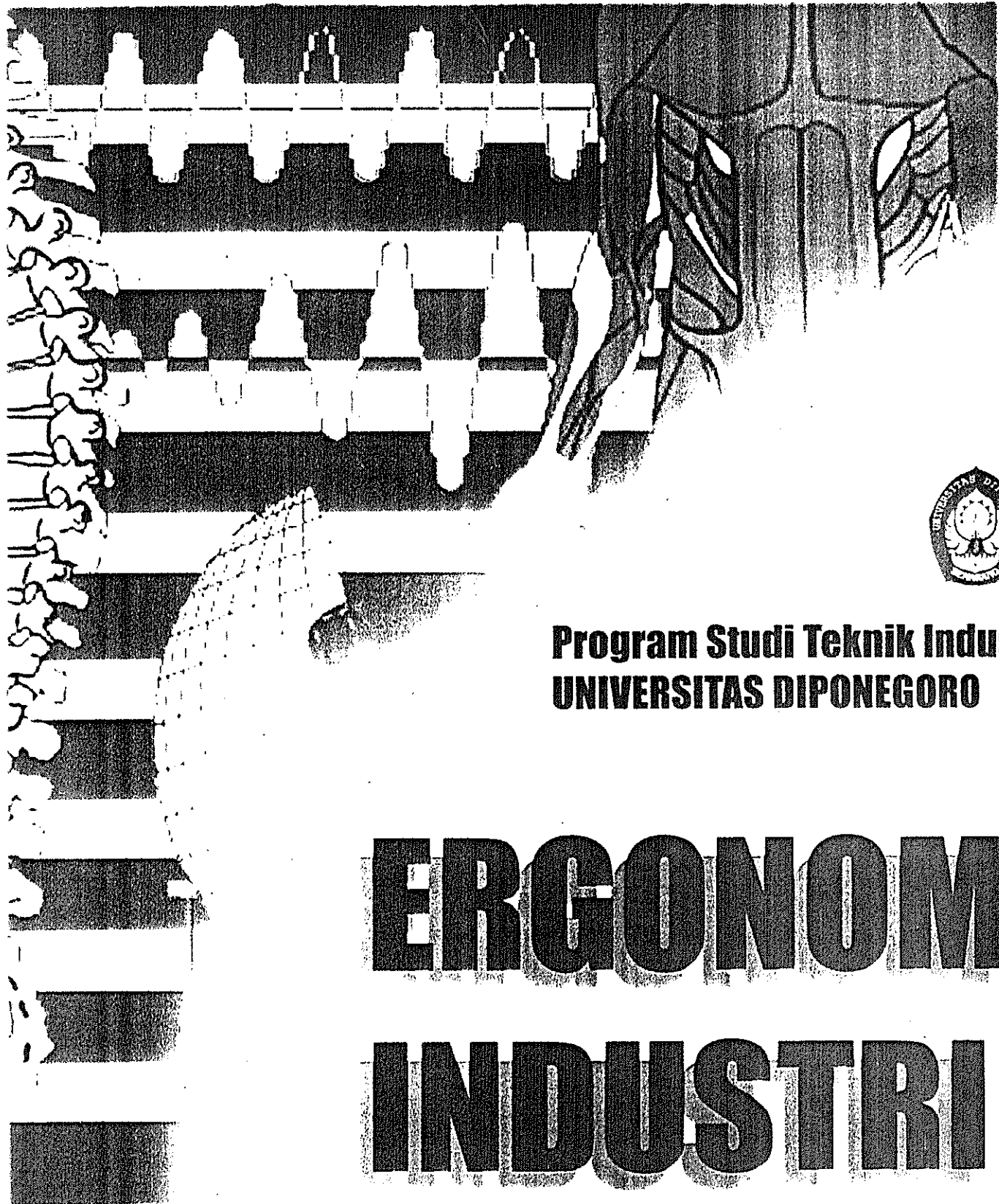
OLEH : RATNA PURWANINGSIH, ST, MT



PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DIPONEGORO

2007



**Program Studi Teknik Industri  
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

# **ERGONOMI INDUSTRI**

**Ratna Purwaningsih, ST, MT  
Purnawan Adi Wicaksono, ST, MT**

**Laboratorium Perancangan Sistem Kerja  
dan Ergonomi**

## DAFTAR ISI

Kata pengantar .....	1
BAB I Pengantar Ergonomi Industri	
1.1. Pengertian Ergonomi .....	2
1.2. Pentingnya aplikasi ergo di industri.....	5
BAB II Fisiologi Kerja	
2.1. Pengertian fisiologi kerja .....	9
2.2. Metode-metode dan peralatan untuk mengukur beban kerja fisik.....	10
2.3. Niosh dan biomekanika.....	15
BAB III Material handling equipment	
3.1. Prinsip-prinsip perancangan MH .....	23
3.2. Peralatan MH dan penataannya .....	24
3.3. Manual MH dan aspek-aspeknya.....	35
BAB IV Material handling, safety limit	
4.1. Material Handling Safety and workload Limit .....	40
4.2. Parameter Safety Material Handling.....	40
BAB V Ergonomi check list	
5.1. Latar belakang munculnya check list- IEA dan ILO/ DK3N .....	47
5.2. Bagian – bagian check list dan cara menggunakannya.....	52
BAB VI Work posture design	
6.1. Postur dan pergerakan kerja.....	56
6.2. Low Back Pain .....	58
6.3. Alat-alat analisa postur (RULA,REBA,OWAS dll) .....	58

## KATA PENGANTAR

Ergonomi Industri adalah mata kuliah pilihan pada program studi teknik industri fakultas teknik universitas diponegoro. Buku ajar ergonomi ini berisi teori-teori dan contoh – contoh aplikasi ergonomi di industri.

Kami berharap buku ini dapat membantu mahasiswa dalam mempelajari penerapan ergonomi secara nyata di industri. Buku ini dilengkapi dengan gambar – gambar yang memberikan ilustrasi yang menarik serta perkembangan – perkembangan ergonomi secara internasional. Program kuliah direncanakan menggunakan *student centered learning* dimana mahasiswa harus aktif mencari bahan-bahan sendiri dan aktif berkomunikasi dengan *ergonomic society*.

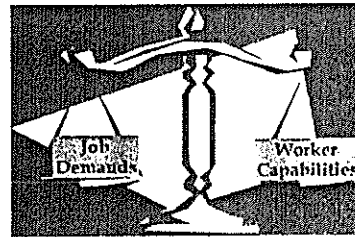
Kuliah ini ditutup dengan presentasi hasil audit industri menengah sektor manufaktur menggunakan daftar periksa ergonomi. Daftar periksa ini mewakili seluruh materi yang ada dalam satu kesatuan yang aplikatif untuk diterapkan di industri. Di akhir buku kami sajikan list web site yang dapat dikunjungi oleh mahasiswa dengan internet. Selain itu pada analisa postur kami gunakan software untuk alat analisa postur sehingga meningkatkan kompetensi mahasiswa dalam menggunakan teknologi komputer.

Terimakasih kepada seluruh asisten laboratorium PSKE Teknik Industri UNDIP atas kerjasamanya dan kepada semua pihak mohon dapat memberikan masukan dan saran demi sempurnyanya buku ajar ini

Penyusun

Tim Dosen PSKE Teknik Industri

# BAB I PENGANTAR ERGONOMI INDUSTRI



## 1. Pengantar

Bab ini menjelaskan tentang definisi ergonomi dan ergonomi industri, latar belakang perlunya menerapkan ergonomi di industri dan penjelasan singkat tentang lembaga – lembaga yang bergerak dalam penelitian dan penerapan ergonomi.

## 2. Tujuan Instruksional Umum

Setelah menyelesaikan Mata Kuliah ini mahasiswa TI semester 6 akan dapat melakukan ergonomic assessment terhadap industri juga memberikan saran sebagai solusi terhadap kondisi-kondisi tidak ergonomis di industri, melakukan perancangan produk, postur dan stasiun kerja sebagai penerapan ergonomi di industri

## 3. Tujuan Instruksional Khusus

Mahasiswa TI semester 6 akan dapat menjelaskan alasan – alasan pentingnya menerapkan ergonomi di industri dan ruang lingkup aspek-aspek ergonomi dengan lengkap dan benar dengan bantuan poster ruang lingkup ergonomi

## 4. ERGONOMI INDUSTRI

### 4.1. Pengertian ergonomi



# ENASE

## EFEKTIF NYAMAN AMAN SEHAT

Gambar 1. Tujuan Perancangan Kerja yang ergonomis

Ergon berarti kerja dan nomos berarti hukum, sehingga ergonomi secara luas ergonomi dapat diartikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang manusia dalam melakukan pekerjaannya. Disain suatu kerja harus menjadikan manusia sebagai pusat dalam perancangannya, berarti bahwa segala sesuatu yang dirancang seperti metode kerja, peralatan, lingkungan fisik kerja dan bahkan organisasi kerjanya harus dapat mengakomodasi kemampuan dan keterbatasan manusia agar manusia dapat melakukan pekerjaannya dengan efektif dan efisien. Para ergonom sering menggunakan istilah ENASE ( Efektif, Nyaman, Aman dan Sehat)

Sedangkan ergonomi industri mempelajari tentang penerapan prinsip-prinsip ergonomi dalam perancangan kerja di industri agar dapat diperoleh lingkungan kerja yang lebih aman, sehat dan produktif

Ada berbagai bidang dalam aplikasi ergonomi untuk perancangan kerja dengan ergonomi, Iflikar sutalaksana dalam bukunya Teknik Tata Cara Kerja membaginya dalam empat area yaitu :

1. Antropometri.

Antropometri berhubungan dengan ukuran dari tubuh dimensi linier, termasuk berat dan volume. Jangkauan jarak, puncak kedudukan mata, dan pantat utama sendiri seperti kekurangan yang layak diantara dimensi dan rancangan dari tempat kerja. ini solusi untuk memodifikasi rancangan dan membuat kesesuaian.

2. Ergonomi Cognitive

Membahas tentang terjadinya pengolahan informasi dalam diri manusia mulai dari diterimanya sensor sampai dengan dilakukannya tindakan atau action sebagai umpan balik. Materi ini terkait erat dengan Human Reliability atau Keandalan manusia dengan melakukan pengukuran kesalahan atau human error. Human Error dapat menjadi kriteria baik buruknya rancangan mesin dan fasilitas kerja terutama dari sisi perancangan kontrol dan display.

3. Ergonomi fisik atau Physical Ergonomic

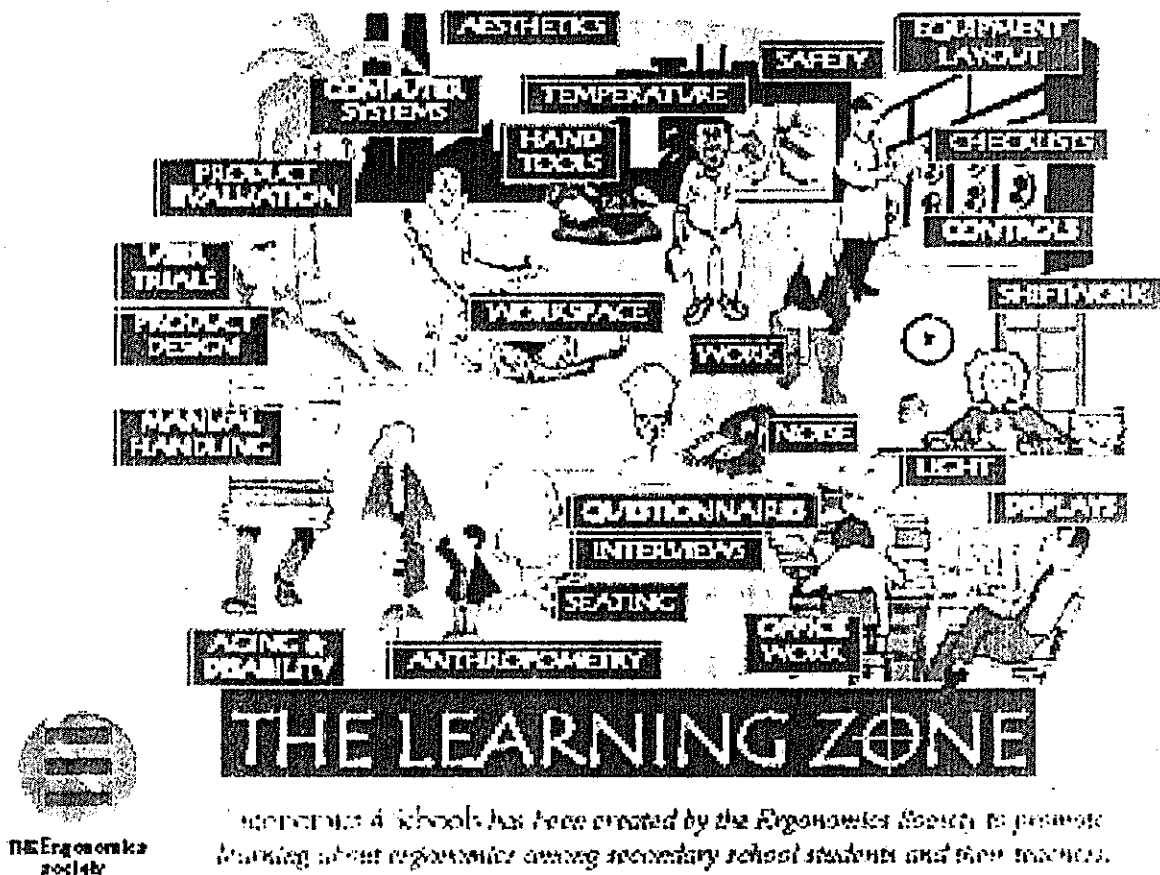
Merupakan bidang yang paling luas dan paling berkembang pada era abad 20. Membahas tentang pengukuran kerja atau work measurement dari sisi tenaga yang diperlukan, tegangan atau kontraksi otot maupun besarnya gaya yang bekerja pada tulang (Biomekanika)

#### 4. Lingkungan Fisik Kerja

Berisi kajian tentang pengaruh kondisi lingkungan fisik kerja seperti kelembapan, pencahayaan, kebisingan, temperature, getaran, warna serta bau-bauan terhadap performansi kerja dan kesehatan kerja. Perancangan lingkungan fisik ini terkait dengan disain area kerja secara keseluruhan seperti ventilasi, pencahayaan ruang, dan usaha mengurangi getaran maupun kebisingan.

Namun dengan semakin kompleksnya perancangan kerja, telah berkembang cabang baru yaitu Makro ergonomi atau Human system organization, sebuah bidang ergonomi yang membahas tentang bagaimana merancang organisasi kerja yang tepat dengan menyesuaikan work demand dengan capability atau kemampuan kerja karyawan sehingga diperoleh workload atau beban kerja yang sesuai dengan kemampuan pekerja. Makro ergonomi adalah pendekatan sosio teknikal karena mengaplikasikan teori-teori tentang organisasi dalam rancangan kerja .

Gambar 2 menjelaskan secara menarik berbagai bidang-bidang kajian ergonomi yang merupakan perkembangan dari bidang-bidang ergonomi yang telah disebutkan diatas.



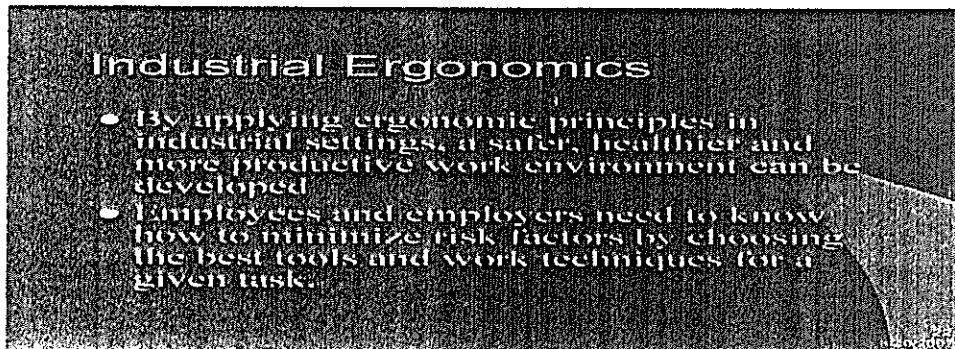
Gambar 2. Bidang-bidang kajian ergonomi  
Sumber : Ergonomic Society, Ergonomic for school poster, UK

### Latihan 1.

1. Sebutkan dan Jelaskan pengertian ergonomic dan ergonomic industri
2. Sebutkan bidang-bidang kajian ergonomi dan apa yang dipelajari pada tiap bidang tersebut

### Rangkuman

*Ergonomi industri adalah penerapan prinsip-prinsip ergonomic dalam perancangan kerja di industri agar dapat diperoleh lingkungan kerja yang lebih aman, sehat dan produktif*



### 4.2 Pentingnya Peran Ergonomi di Industri

Tingginya biaya asuransi atau kompensasi pekerja adalah alasan untuk mempertimbangkan ergonomi industri. Perusahaan harus membayar biaya akibat penyakit yang terjadi di area kerja atau Cumulative Trauma Disorders (CTDs). Praktisi Ergonomi Industri harus dapat mengidentifikasi CTDs dan melakukan perancangan area kerja yang ergonomis.

Kebutuhan untuk menerapkan ergonomi industri makin meningkat terutama untuk menurunkan biaya produksi dengan menciptakan efisiensi kerja, mengurangi ongkos asuransi kesehatan pekerja dan dapat meningkatkan moral serta motivasi kerja. Lebih jauh lagi adalah untuk menciptakan keamanan kerja/work safety. Serikat Pekerja di Amerika telah merundingkan ketentuan untuk melaksanakan ergonomi dalam kontrak, dan Occupational Safety and Health Administration (OSHA) telah menyebutkan perusahaan harus melaksanakan ergonomi yang akan melindungi pekerjanya.

Jadi, bidang ergonomi industri tumbuh sangat cepat, baik dalam jumlah praktisi dan keluasan penerapannya di industri. Studi kasus dalam buku ini akan menyoroti beberapa orang terkenal dan ahli yang inovatif. Kami berharap studi kasus ini akan mendorong batas ergonomi industri lebih jauh lagi, dengan mengizinkan lingkungan industri lain untuk melihat apa yang dikerjakan.

Seorang praktisi ergonomi industri, disebut *ergonomist*, meneliti pekerja dan peralatannya, stasiun kerja, lingkungan, perlengkapan, dan fasilitas. Maka, ergonomist dapat menciptakan peningkatan kondisi kerja. Kerugian khas dari kegagalan penerapan ergonomi termasuk di antaranya :

- \* Output produksi yang rendah
- \* Peningkatan lost time
- \* Tingginya biaya kesehatan dan material
- \* Peningkatan absensi
- \* Kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja
- \* Meningkatnya peluang kecelakaan dan error
- \* Peningkatan penggantian tenaga kerja/turnover

Dari daftar diatas dapat dipahami bahwa bukan hanya pekerja yang berkepentingan dengan penerapan ergonomi tetapi juga pemilik perusahaan, karena bukan hanya safety yang menjadi tujuan tapi juga productivity. Peningkatan produktivitas akan meningkatkan profit perusahaan.

Ergonomi berkembang pesat pada perang dunia I dan II dan era revolusi industri. Revolusi industri adalah masa dimana rekayasa industri untuk meningkatkan efisiensi produksi menjadi kebutuhan utama karena cost atau harga adalah senjata bersaing yang efektif pada masa tersebut.

Human Factors Society ( HFS ) Amerika Serikat dibentuk di Tulsa, Oklahoma pada tahun 1957. HFS merubah namanya menjadi Himpunan Ergonomi dan factor Manusia pada tahun 1992. Himpunan ini bermarkas besar di Santa Monica, California. Kemudian, Lembaga Internasional untuk Ergonomi Industri dan Penelitian Keselamatan Kerja dibentuk pada maret 1986, bertujuan untuk mendukung penelitian dan aplikasi ergonomi .

Kegiatan internasional diselenggarakan oleh IEA ( assosiasi Ergonomi Internasional ) yang pertama kali melakukan konferensi tahun 1961 di Stockholm, Swedia.

Perkembangan Ergonomi di industri dan bidang-bidang lainnya tidak lepas dari dukungan berbagai organisasi yang melakukan penelitian dan mensosialisasikan ergonomi. Selanjutnya, data dan informasi hasil dari penelitian keselamatan dan kesehatan kerja di susun kedalam hukum agar memiliki legalitas dalam pelaksanaannya. OSHA adalah organisasi pemerintahan yang bertanggungjawab untuk menetapkan standar keselamatan untuk industri dan inspeksi, dan menjalankan aplikasi dari standar organisasi dalam perdagangan antar negara bagian. Agen pemerintahan lainnya adalah NIOSH dan MSHA.

Kelompok profesional yang lain ILO ( Organisasi Buruh internasional ), WHO ( Organisasi Kesehatan Dunia ), dan Himpunan yang tergabung dari IEA ( Asosiasi Ergonomi international ).

### **Latihan 2.**

Sebutkan Minimal 5 Kerugian industri sebagai akibat tidak diterapkannya ergonomi ?

- ❖ Output produksi yang rendah
- ❖ Peningkatan lost time
- ❖ Tingginya biaya kesehatan dan material
- ❖ Peningkatan absensi
- ❖ Kecelakaan dan penyakit akibat kerja
- ❖ Meningkatnya peluang kecelakaan dan error

### **Rangkuman**

Penerapan ergonomi di industri adalah untuk menciptakan kondisi kerja yang lebih efisien, aman dan sehat bagi pekerja. Bagi pengusaha ergonomi dapat meningkatkan produktivitas. Sehingga keuntungan juga meningkat. Pemangkasan ongkos terjadi misalnya pada biaya kesehatan/kecelakaan kerja serta mengurangi human error.

### **Test Formatif**

1. Jelaskan definisi ergonomi
2. Ceritakan tujuan IEA
3. Sebutkan bidang-bidang ilmu ergonomi

### **Kunci Jawaban Tes Formatif**

1. Ilmu yang mempelajari manusia dalam melakukan kerja dengan tinjauan aspek fisiologi, anatomi, psikologi serta organisasi dan manajemen yang digunakan untuk melakukan perancangan kerja.
2. IEA atau International Ergonomic Association adalah lembaga internasional yang mengkoordinir riset dan penerapan bidang ergonomi.
3. Anthropometri, Physical Ergonomic, Cognitive Ergonomic, Physical work Environment ergonomic.

#### 4. Daftar Pustaka

- B.Mustafa Pulat, *Fundamentals of Industrial Ergonomics, AT & T Network Systems*, Oklahoma City Works and School of Industrial Engineering University of Oklahoma
- Satalaksana, Iftikar Z., *Teknik Tata Cara Kerja*, Departemen Teknik Industri ITB, Bandung, 1979.
- Tarwaka dkk., *Ergonomi Untuk Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan Produktivitas*, UNIBA Press, Surakarta, 2004.
- Wignjosoebroto, S., *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*, Guna Widya. Surabaya, 2000

## BAB II

# FISIOLOGI KERJA



### 1. Pengantar

*Fisiologi secara umum mempelajari bagaimana fisik manusia dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Dalam ergonomi, rancangan suatu kerja harus sesuai dengan kemampuan fisiologis manusia, selain itu harus dilakukan perekayasa agar kerja menjadi lebih ringan dan mudah. Bab ini membahas teknik-teknik mengukur kerja dari aspek fisiologis seperti menghitung konsumsi energi kerja.*

### 2. Tujuan Instruksional Umum

*Setelah menyelesaikan Mata Kuliah ini mahasiswa TI semester 6 akan dapat melakukan ergonomic assessment terhadap industri juga memberikan saran sebagai solusi terhadap kondisi-kondisi tidak ergonomis di industri, melakukan perancangan produk, postur dan stasiun kerja sebagai penerapan ergonomi di industri*

### 3. Tujuan Instruksional Khusus

*Jika diberikan sebuah contoh kasus pekerjaan fisik, mahasiswa TI semester 6 dapat melakukan pengukuran beban kerja fisik dengan menghitung konsumsi energi kerja*

*dari perbedaan denyut jantung sebelum dan sesudah kerja dan menjelaskan metabolisme tubuh yang terjadi pada saat orang melakukan kerja dengan urutan yang benar.*

#### **4. Pengukuran Energi Kerja**

##### **4.1. Pengertian fisiologi kerja**

Setiap kegiatan yang berlangsung pada diri manusia membutuhkan energi. Kemampuan manusia untuk melakukan berbagai kegiatan tergantung pada struktur fisik dari tubuhnya sendiri, struktur tulang, otot-otot rangka, sistem saraf dan proses metabolisme. Dua ratus enam tulang membentuk rangka manusia yang berfungsi menopang dan melakukan kegiatan-kegiatan fisik. Tulang-tulang tersebut saling berhubungan dengan sendi-sendi yang merupakan gumpalan-gumpalan serabut otot yang dapat berkontraksi. Fungsi dari serabut otot adalah untuk mengubah energi kimia menjadi energi mekanik. Kegiatan-kegiatan otot dikontrol oleh sistem saraf sedemikian rupa sehingga kerja otot secara keseluruhan dapat berlangsung dengan baik.

Untuk melakukan semua kegiatan manusia diperlukan suplai energi. Energi terbentuk karena adanya proses metabolisme dalam otot, yaitu berupa serangkaian proses kimia yang mengubah bahan makanan menjadi dua bentuk energi : energi mekanis dan energi panas.

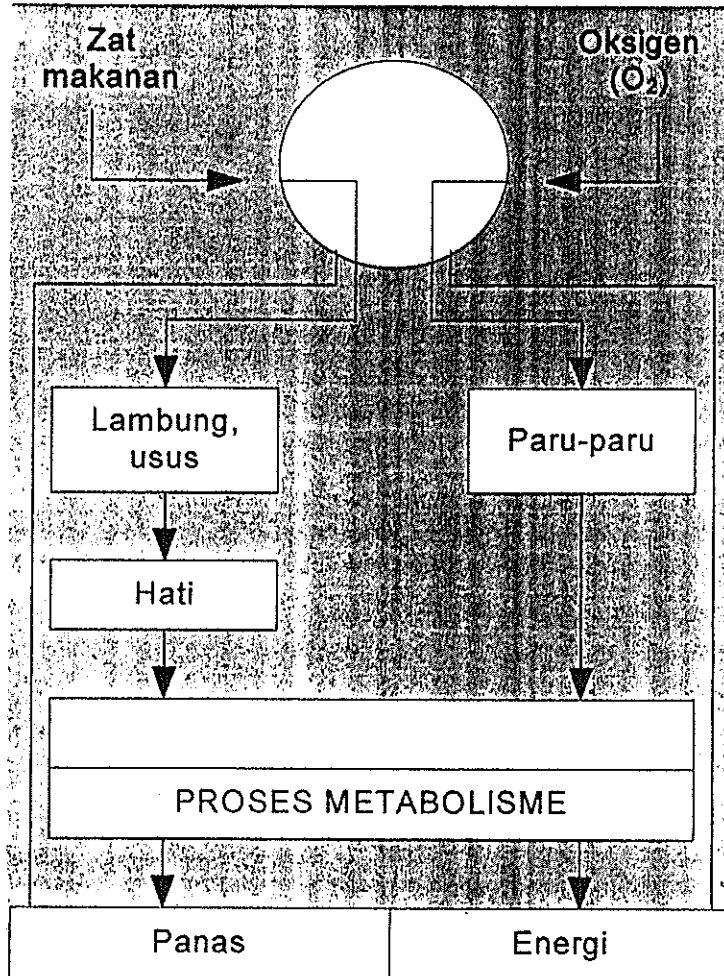
Aktivitas otot akan mengubah fungsi-fungsi fisiologis dalam tubuh sebagai berikut :

- Denyut jantung
- Tekanan darah
- Keluaran/output jantung (liter darah/menit)
- Komposisi kimia dalam darah dan tubuh
- Temperatur tubuh
- Laju penguapan
- Ventilasi paru-paru ( liter darah/menit)
- Konsumsi oksigen oleh otot

##### **Proses Metabolisme**

- Proses metabolisme yang terjadi dalam tubuh manusia merupakan fase yang penting sebagai penghasil energi yang diperlukan untuk kerja fisik.
- Proses metabolisme ini bisa dianalogikan dengan proses pembakaran yang kita jumpai dalam mesin motor bakar (*combustion engine*). Lewat proses metabolisme akan dihasilkan panas dan energi yang diperlukan untuk kerja mekanis lewat sistem

otot manusia. Di sini zat-zat makanan akan bersenyawa dengan oksigen ( $O_2$ ) yang dihirup, terbakar dan menimbulkan panas serta energi mekanik.



Gambar 2.1. Proses metabolisme pada manusia

## 4.2. Metode-metode dan peralatan untuk mengukur beban kerja fisik

### 4.2.1.. Konsumsi Energi

Pengukuran konsumsi energi dapat dilakukan dengan 2 tahap yaitu secara langsung dan tidak langsung. Faktor pengukur langsung biasanya dilakukan dengan konsumsi oksigen sedangkan tidak langsung dilakukan dengan denyut jantung.

#### 1. Pengukuran Konsumsi Oksigen

Satuan pengukuran konsumsi energi adalah kilo kalori (kcal). Jika 1 liter oksigen dikonsumsi oleh tubuh, maka tubuh akan mendapatkan 4,8 kcal energi. Konsumsi

oksigen diberi simbol  $VO_2$  dan diukur dalam satuan liter/menit. R Passmore dan J.V.G Durnin dalam penelitiannya memberikan 5,0 kcal/menit sebagai batasan maksimum yang dapat dilaksanakan tanpa meningkatnya akumulasi asam laktat dan temperatur dalam tubuh.

Pada kebanyakan pekerjaan industri ada periode pemanasan dimana proses fisiologi disesuaikan untuk memenuhi permintaan oksigen yang baru. Periode pemanasan ini diikuti periode keseimbangan kerja dan periode pemulihan. Harga total fisiologis kerja meliputi pengeluaran energi selama periode kerja dan periode pemulihan. Hal ini dimaksudkan untuk menetapkan permintaan fisik pekerjaan dari pekerjaan bermetode psikologis. Pengukuran berlanjut melewati siklus kerja dan periode pemulihan sampai variabel psikologis kembali ke level istirahat yang sudah diukur sebelumnya.

Metode klasik untuk menentukan pengeluaran energi kerja melibatkan pengukuran pengambilan oksigen menggunakan Kantong Douglas ( Douglas Bag). Subyek menyerap udara dari atmosfer dan mengeluarkannya melalui masker yang dihubungkan oleh tabung ke Douglas Bag. Saat subyek membawa tugas spesifik kantong kosong awal diisi dengan udara yang sudah lama. Setelah sekitar 5 liter udara telah dikumpulkan tugasnya dihilangkan atau udara yang sudah lama itu dialihkan ke kantong kosong yang kedua. Volume udara di kantong yang telah terisi dikalkulasikan dan komposisi gasnya dianalisis.

Kandungan oksigen pada udara dalam Douglas Bag dapat dibandingkan dengan udara yang ada di atmosfer untuk menentukan jumlah oksigen yang sudah dimetabolisme oleh subyek atau pekerja. Jika waktu yang dibutuhkan oleh subyek untuk mengisi Douglas Bag dapat diketahui, tingkat pengeluaran oksigen dari subyek dapat dikalkulasikan.

**Tabel 2.1 Harga Energi dari Beberapa Aktifitas Umum Harian**

Activitas	Energy Cost (kcal/min)
Sitting	0,3
Kneeling (berlutut)	0,5
Squatting (berjongkok)	0,5
Standing	0,6
Stooping (membungkuk)	0,8

Walking Unlanden	2,1
Walking With a 10 kg load	3,6
Cycling at 16 km per hour	5,2
Climbing stairs (30 degrees of incline)	13,7

Untuk mengoreksi beban metabolisme tambahan yang dibutuhkan oleh orang yang lebih berat, suatu fitness index telah ditetapkan sebagai berikut :

$$F = \frac{(VO_2) \max}{W}$$

Dimana :

W = massa (kg)

VO<sub>2</sub> max = konsumsi oksigen maksimum (ml/menit)

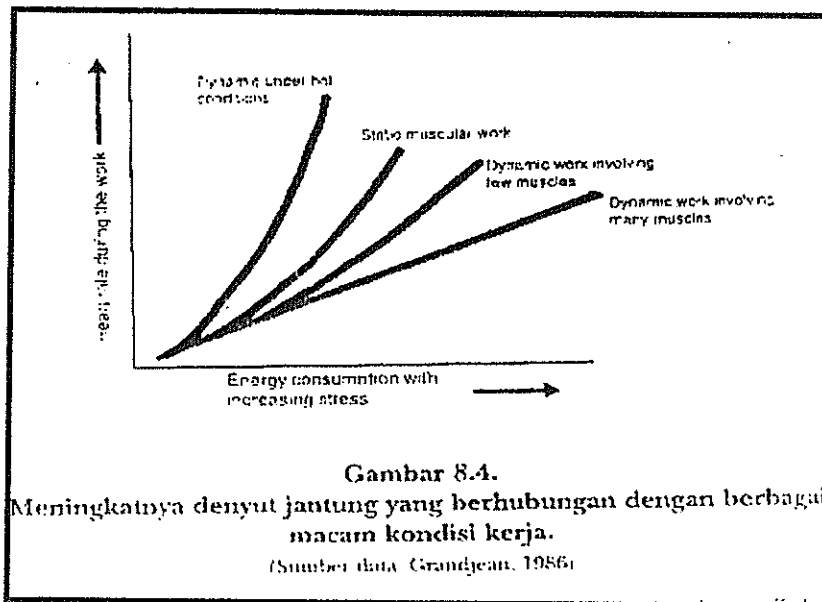
#### 4.2.2. Pengukuran Denyut Jantung

Rata-rata detak jantung dapat dibandingkan dengan sinyal yang meningkatkan tekanan total pada tubuh dan dapat juga digunakan sebagai indeks harga fisiologis kerja. Pengambilan oksigen maksimal bervariasi pada tiap-tiap individu. Namun rata-rata detak jantung tidak bisa digunakan untuk memperkirakan energi yang dibutuhkan untuk melakukan suatu pekerjaan karena masing-masing individu memiliki level konsumsi oksigen yang berbeda.

Untuk mengevaluasi beban kerja fisiologis menggunakan rata-rata detak jantung, beban kerja dari masing-masing pekerja harus ditentukan, yang dimaksud adalah hubungan antara rata-rata detak jantung dan pengambilan oksigen. Kedua variabel tersebut harus diukur secara serentak pada jumlah beban kerja maksimum yang berbeda, di laboratorium. Proses ini disebut pengukuran rata-rata detak jantung, hubungan VO<sub>2</sub> pada pekerja. Selama hubungan kedua variabel bersifat linear, rata-rata detak jantung pekerja yang diukur secara berturut di lapangan, dapat diubah ke perkiraan pengambilan oksigen dengan referensi dari data-data laboratorium. Perkiraan pembuangan energi selama masa kerja dapat dikalkulasikan dari data konsumsi energi.

Beberapa peneliti telah memvalidasi metode ini menggunakan data detak jantung rata-rata untuk mengukur pengeluaran energi dari pengukuran sebelumnya pada subyek, dengan

membandingkan perkiraan detak jantung dengan perkiraan pendapatan menggunakan kalori metri keseluruhan tubuh.



Gambar 2.2. Meningkatnya denyut jantung pada berbagai macam kondisi kerja

Pada gambar di atas, konsumsi energi dapat menghasilkan denyut jantung yang berbeda-beda. Oleh karenanya dapat dikatakan bahwa meningkatnya denyut jantung dikarenakan oleh :

- a. Temperatur sekeliling yang tinggi
- b. Tingginya pembebanan otot statis
- c. Semakin sedikit otot yang terlibat dalam suatu kondisi kerja

Kebutuhan fisik akan berbeda untuk setiap aktivitas. Semakin tinggi beban fisik, maka semakin tinggi pula kebutuhan energinya. Tabel di bawah ini menunjukkan klasifikasi beban kerja untuk berbagai tingkat reaksi fisiologis tubuh :

Tabel 2.2. Reaksi fisiologis terhadap beban kerja fisik

Kategori	Konsumsi Oksigen (liter/menit)	Denyut Jantung (Denyut/mnt)	Pengeluaran Energi (Kkal/menit)
----------	--------------------------------	-----------------------------	---------------------------------

Sangat Ringan	< 0,5	< 60	< 2,5
Ringan	0,5 – 1,0	60 – 100	2,5 – 5,0
Moderat	1,0 – 1,5	100 – 125	5,0 – 7,5
Berat	1,5 – 2,0	125 – 150	7,5 – 10,0
Sangat Berat	2,0 – 2,5	150 – 175	10,0 – 12,5
Berat Ekstrim	> 2,5	> 175	> 12,5

- Peningkatan denyut nadi mempunyai peran yang sangat penting di dalam peningkatan *cardiac output* dari istirahat sampai kerja maksimum. Peningkatan yang potensial dalam denyut nadi dari istirahat sampai kerja maksimum tersebut oleh Rodahl (1989) didefinisikan sebagai *Heart Rate Reserve (HR Reserve)*. *HR Reserve* tersebut diekspresikan dalam presentase yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

- $$\% \text{ HR Reserve} = \frac{\text{Denyut nadi kerja} - \text{Denyut nadi istirahat}}{\text{Denyut Nadi Maksimum} - \text{Denyut nadi istirahat}} \times 100$$

- Lebih lanjut, Manuaba & Vanwonteerghem (1996) menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban kerja kardiovaskuler (*cardiovascular load = %CVL*) yang dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\%CVL = \frac{100 \times (\text{Denyut nadi kerja} - \text{Denyut nadi istirahat})}{\text{Denyut nadi maksimum} - \text{Denyut nadi istirahat}}$$

- Di mana :
- Denyut nadi istirahat = rerata denyut nadi sebelum pekerjaan dimulai
- Denyut nadi kerja = rerata denyut nadi selama bekerja
- Denyut nadi maksimum = (220 – umur) untuk laki-laki dan (200 – umur) untuk wanita.

Dari hasil perhitungan %CVL tersebut kemudian dibandingkan dengan klasifikasi yang telah ditetapkan sebagai berikut :

- < 30% = Tidak terjadi kelelahan
- 30 s.d. < 60% = Diperlukan perbaikan
- 60 s.d. < 80% = Kerja dalam waktu singkat
- 80 s.d. < 100% = Diperlukan tindakan segera
- > 100% = Tidak diperbolehkan beraktivitas

### 4.3. NIOSH dan biomekanika

#### 1. Evaluasi pada Pekerjaan Mengangkat Beban secara manual

*The National Institute For Occupational and Health* (NIOSH) pada tahun 1981 telah membuat persamaan yang kemudian direvisi pada tahun 1991 dengan maksud agar dapat diaplikasikan secara lebih luas.

Persamaan yang dibuat tahun 1991 membuat penemuan baru yaitu dengan memberikan faktor pengali tambahan dalam metode evaluasinya. Faktor pengali ini adalah karena pergerakan asimetrik dan faktor pada beban yang memperhatikan pegangan tangan (*handle*) sebagai kopling dalam pekerjaan pengangkatan beban. Persamaan ini juga memberikan prosedur baru dalam mengevaluasi bagi pekerjaan dengan lama waktu bekerja dan frekuensi yang panjang lebih baik dari yang sebelumnya.

Tujuan dari persamaan ini adalah untuk mencegah terjadinya cedera tulang belakang bagian bawah (*Low Back Pain* = LBP) bagi pekerja dalam melakukan aktivitas pengangkatan beban secara manual. Juga persamaan ini mereduksi berbagai cedera yang timbul akibat dari pekerjaan pengangkatan beban secara manual itu. Dalam membuat persamaan ini digunakan tiga kriteria sebagai komponen dari revisi. Ketiga kriteria itu adalah biomekanik, fisiologi dan psikofisik. Nilai batas kriteria perancangan pengangkatan beban dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. Nilai Batas Kriteria Perancangan Pengangkatan Beban

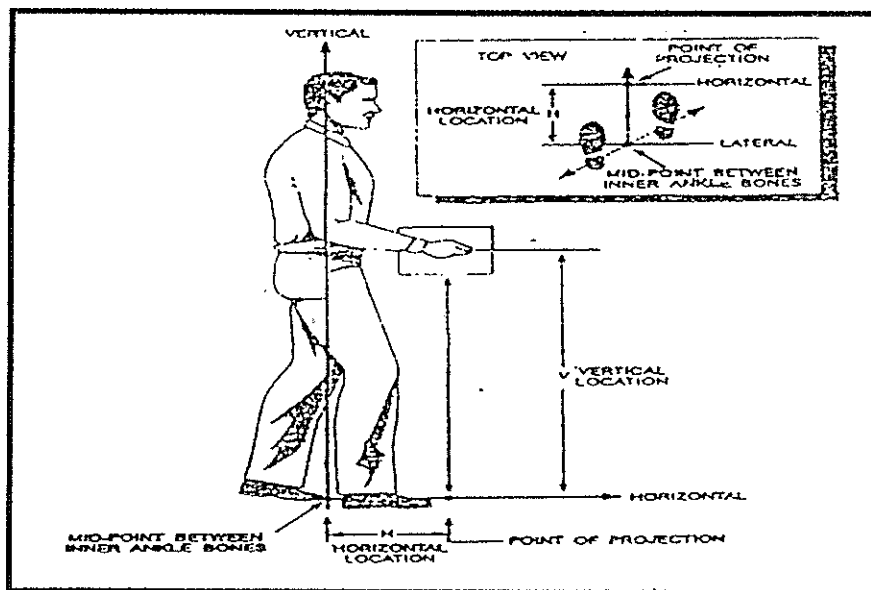
Bidang Ilmu	Kriteria Perancangan	Nilai Batas
Biomekanika	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gaya tekan maks pada <i>disk</i></li> <li>Maksimal Energi Eks.</li> </ul>	3.4 kN (770 lbs)
Fisiologi	MAWL	2.2 – 4.7 kkal/menit
Psikofisik		Acc. 99% Pria 75% Wanita

Tabel 2.4. Faktor Pengali Frekuensi (FM)

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	1.00	1.00	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

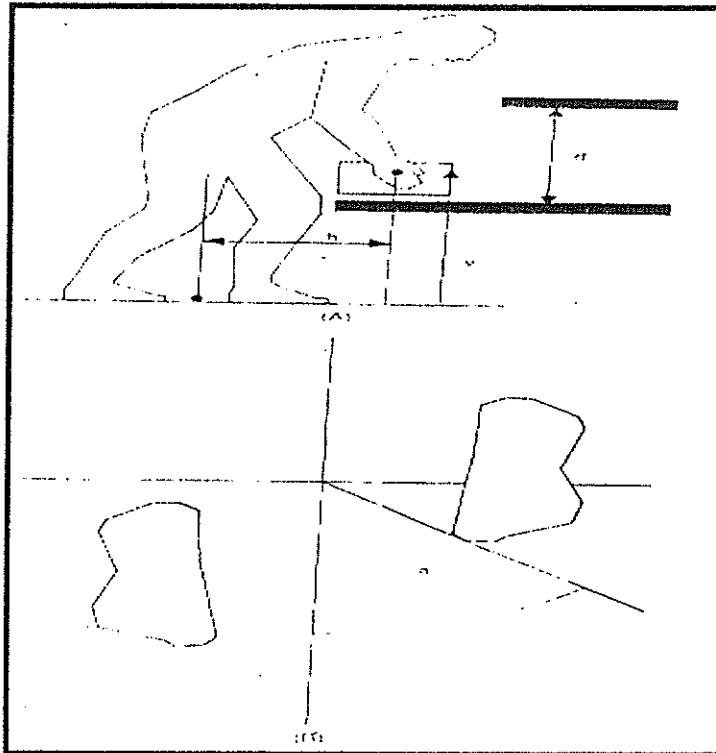
4	0.84	0.84	0.72	0.72	0.45	0.45
5	0.80	0.80	0.60	0.60	0.335	0.35
6	0.75	0.75	0.50	0.50	0.27	0.27
7	0.70	0.70	0.42	0.42	0.22	0.22
8	0.60	0.60	0.35	0.35	0.18	0.18
9	0.52	0.52	0.30	0.30	0.00	0.15
10	0.45	0.45	0.26	0.26	0.00	0.13
11	0.41	0.41	0.00	0.23	0.00	0.00
12	0.37	0.37	0.00	0.21	0.00	0.00
13	0.00	0.34	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

Catatan: Nilai V dalam cm : 75 cm = 30 in



Gambar 2.3. Lokasi Pengangkatan (Sumber: NIOSH, 1991)

Gambar lokasi pengangkatan menurut NIOSH dapat dilihat pada Gambar 2.3. Sedang untuk pendekatan NIOSH pada pengangkatan beban dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4.

Pendekatan NIOSH pada Pengangkatan Beban

(A)  $h$  = jarak beban dari titik tengah,  $v$  = tinggi tangan di atas lantai,  $d$  = jarak ketinggian dimana beban diangkat. (B)  $a$  = sudut asimetri angkatan

(Sumber: Bridger, 1994)

2. Formulasi Persamaan *Recommended Weight Limit (RWL)*

RWL merupakan nilai beban yang direkomendasikan untuk diangkat oleh seorang operator pada saat melakukan pekerjaan pengangkatan beban. Persamaan ini merupakan revisi atas konsep *Action Limit (AL)* yang telah dikeluarkan oleh NIOSH pada tahun 1981. Faktor pengali itu adalah pengali asimetrik dan pengali kopling. Formulasi yang baru ini juga merevisi faktor lainnya yang telah dibuat sebelumnya. Formulasi persamaan itu adalah:

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

Komponen RWL tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Komponen RWL

Komponen	Metrik	US Customary
LC = Konstanta Beban	23 kg	51 lbs
HM = Pengali Horizontal	$(25/H)$	$(10/H)$

VM = Pengali Vertikal	$M = (1 - 0.003 V - 75 )$	$M = (1 - 0.0075 V - 30 )$
DM = Pengali Jarak	$(0.82 + (4.5/D))$	$(0.82 + (1.8/D))$
AM = Pengali Asimetrik	$(1 - (0.0032 A))$	$(1 - (0.0032 A))$
FM = Pengali Frekuensi	(dari tabel 2.4)	(dari tabel 2.4)
CM = Pengali Kopling	(dari tabel 2.3)	(dari tabel 2.3)

**Keterangan:**

RWL = *Recommended Weight Limit*

H = Jarak horisontal antara tangan dengan titik pusat antara siku tangan

V = jarak vertikal tangan dari lantai

D = jarak perpindahan vertikal antara titik asal dengan tujuan pengangkatan

A = Sudut Asimetrik

F = Rata-rata frekuensi pengangkatan dalam angkatan/menit.

Durasinya diasumsikan  $\leq 1$  jam ,  $< 2$  jam dan  $\leq 8$  jam (lihat tabel 2.4)

**3. *Lifting Index (LI)***

*Lifting Index (LI)* menyatakan nilai estimasi relatif dari tingkat tegangan fisik dalam suatu kegiatan pengangkatan-manual. Nilai estimasi tingkat tegangan fisik tersebut dinyatakan sebagai hasil bagi antara nilai beban-angkatan (*load weight*) dengan nilai RWL hasil perhitungan.

Jadi LI dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$LI = \frac{LoadWeight}{RecommendedWeightLimit} = \frac{L}{RWL}$$

**2.3 Pengeluaran Energi pada Pengangkatan Beban**

Pada tahun 1976, *Garg* membuat suatu persamaan untuk mengestimasi pengeluaran energi pada pekerjaan pengangkatan beban yang dilakukan secara manual. Persamaan ini dibuat untuk tiga buah model angkatan yaitu :

**1. Sikap kerja membungkuk (*stoop lift*)**

Sikap ini dilakukan dengan cara mengangkat beban yang terletak di lantai dengan membungkukkan badan, dan kedua kaki tetap berdiri berada dalam posisi segaris. Salah satu/kedua tangan lurus ke bawah memegang *handle* yang terdapat pada benda. Beban diangkat hingga pada posisi tubuh berdiri tegak dan tangan lurus ke bawah. Pemindahan beban bertumpu pada kekuatan tulang punggung bagian bawah.

## 2. Sikap kerja Jongkok (*squat lift*)

Sikap ini dilakukan dengan cara mengangkat beban yang terletak di lantai dengan menekuk kedua paha seperti jongkok. Posisi badan tegak lurus terhadap lantai. Tangan lurus ke bawah memegang *handle* pada benda, kemudian beban diangkat hingga posisi tubuh berdiri tegak dan tangan lurus ke bawah. Posisi kedua kaki segaris. Pemindahan beban bertumpu pada kekuatan lutut dan paha.

## 3. Sikap kerja menggunakan tangan (*armlift*)

Sikap ini dilakukan cara mengangkat beban yang (biasanya) terletak di atas tinggi siku berdiri. Posisi kaki tegak lurus terhadap lantai, dan badan agak dimiringkan untuk mengambil beban dengan kedua tangannya. Siku tangan dalam posisi menekuk. Pemindahan beban bertumpu pada kekuatan siku tangan, bahu dan pinggang.

### 4.1.4. Latihan

Negara Indonesia adalah negara agraris, sektor pertanian memegang peranan sangat penting, sehingga pengembangan alat-alat pertanian mutlak diperlukan. Proses perontokan padi merupakan aktivitas kerja, sedangkan sebagian besar proses tersebut dikerjakan petani secara manual dengan satu kaki mengayuh. Dimensi alat perontok padi umumnya terlalu rendah, sehingga punggung dan lutut terasa nyeri, pinggang pegal-pegal, dan cepat lelah.

Penelitian untuk merancang ulang alat perontok padi dengan memanfaatkan antropometri petani telah dilakukan oleh Heru (2003). Dalam penelitian ini dilakukan perancangan ulang mesin perontok padi dengan didasarkan pada beban optimal kaki yang bertumpu. Dalam hal ini gaya dihasilkan dari otot pada masing-masing segmen tubuh. Analisis dilakukan dengan didasarkan pada biomekanika dan beban kerja fisiologis petani dari besarnya konsumsi energi. Data Hasil Pengamatan :

#### a. Data denyut jantung petani

Tabel Hasil pengukuran denyut jantung petani saat bekerja dan saat pemulihan dalam satuan

No.	Nama Petani	Denyut Jantung			
		Pada saat bekerja	$X^2$	Pada saat pemulihan	$X_2$
1	Sukirman	122	14884	91	8281
2	Sutario	124	15376	92	8464
3	Mardi	124	15376	92	8464
4	Kirji	124	15376	92	8464
5	Sumaryo	123	15129	91	8281
6	Hardoyo	123	15129	91	8281
7	Kuntoro	123	15129	92	8464

8	Rasmo	124	15376	91	8281
$\Sigma X$		987		732	
		123,375		91,50	
$\Sigma X^2$		121775		66980	
$(\Sigma X)^2$		974169		535824	

Pertanyaan :

1. Lakukan uji kecukupan dan Keseragaman data ?
2. Hitunglah energi yang dikeluarkan ?

Jawaban :

Analisis Data Denyut Jantung

- Pada saat melakukan kerja:

$$N' = \left[ \frac{40 \sqrt{(8 \cdot (121775) - (974169))}}{987} \right]^2 = 1.578$$

- Pada saat pemulihan:

$$N' = \left[ \frac{40 \sqrt{(8 \cdot (66980) - (535824))}}{732} \right]^2 = 0.0477$$

$N' < N$  ; artinya data pengamatan sudah dianggap cukup

### 1) Uji keseragaman data

Tingkat kepercayaan yang digunakan  $95^0$

- Pada saat melakukan kerja

$$BKA = \bar{X} + 2\sigma = 123,375 + 2(0,724784) = 124,824$$

$$BKB = \bar{X} - 2\sigma = 123,375 - 2(0,724784) = 121,925$$

Artinya semua data sudah seragam.

Keterangan : BKA = batas kontrol atas; BKB = batas kontrol bawah

- Pada saat pemulihan

$$BKA = \bar{X} + 2\sigma = 91,50 + 2(0,724784) = 92,949$$

$$BKB = \bar{X} - 2\sigma = 91,50 - 2(0,724784) = 90,050$$

### 2) Perhitungan energi expenditure

- Saat melakukan kerja

$$Y = 1,08411 - 0,0229038 (\bar{X}) + 4,71733 \cdot 10^{-4} (\bar{X}^2)$$

$$Y = 1,08411 - 0,0229038 (123,375) + 4,71733 \cdot 10^{-4} (123,375^2)$$

$$Y = 5,618987 \text{ Kkal/menit}$$

Jadi energi yang dikeluarkan pada saat bekerja sebesar 5,618 Kkal/menit dikategorikan beban kerja moderat sesuai klasifikasi beban kerja menurut Broucha (1986; Tabel 4.2.).

• Saat pemulihan

$$Y = 1,08411 - 0,0229038 (\bar{X}) + 4,71733 \cdot 10^{-4} (\bar{X}^2)$$

$$Y = 1,08411 - 0,0229038 (91,50) + 4,71733 \cdot 10^{-4} (91,50^2)$$

$$Y = 2,9856 \text{ Kkal/menit}$$

Jadi, energi yang dikeluarkan pada saat istirahat sebesar 2,9856 Kkal/menit dikategorikan sebagai beban kerja light, sesuai dengan klasifikasi Broucha (1986; Tabel 4.2.).

## Rangkuman

Aktivitas kerja mempengaruhi metabolisme tubuh manusia. Manusia memiliki keterbatasan secara fisik dalam melakukan kerja. Jika disain kerja tidak tepat maka akan terjadi cepat lelah dan tidak produktif. Besarnya energi kerja menjadi salah satu kriteria dalam memilih metode kerja terbaik, terutama pada aktivitas material handling. NIOSH memberikan batasan angkat dengan RWL yang dapat dihitung sesuai dengan berat beban dan jarak perpindahan vertical dan horisontal.

## Test Formatif

Melanjutkan soal latihan diatas. Hitung konsumsi energi dan waktu istirahat

## Jawaban

### Perhitungan konsumsi energi

Konsumsi energi pada waktu kerja (KE) adalah selisih energi yang dikeluarkan dan saat pemulihan (persamaan 2);  $KE = E_t - E_i$ . Energi ekspenditure saat mengayuh adalah 5,618987 Kkal/menit dan saat pemulihan adalah 2,9856 Kkal/menit, maka besar konsumsi energi (KE) adalah  $= 5,618987 - 2,9856 \text{ Kkal/menit} = 2,633387 \text{ Kkal/menit}$

Konsumsi energi ini termasuk dalam klasifikasi beban kerja light sesuai klasifikasi Broucha (1986). Dari kategori beban di atas maka perlu dilakukan Analisis Biomekanika.

### Perhitungan waktu istirahat

Wignjosoebroto (1995) merumuskan waktu istirahat sebagai kompensasi dari kerja fisik adalah :

$$R = \frac{T(W - S)}{W - 1.5} = \frac{4(2.633387 - 4)}{2.633387 - 1.5} = 6.55 \text{ menit}$$

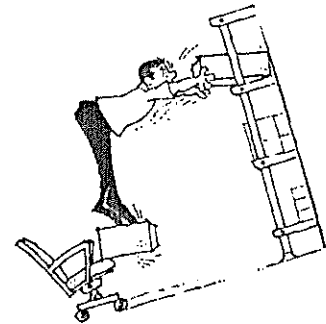
Jadi waktu istirahat yang dibutuhkan petani dalam mengayuh sebesar 6 - 7 menit.

#### Daftar Pustaka

- Bridger, R. S, *Introduction To Ergonomics*, McGraw-Hill, Inc. 1995
- Pulat, B. Mustafa dkk., **Industrial Ergonomics : Case Studies**. McGraw-Hill, Inc. United States of America., 1991.
- Pulat, B. Mustafa., **Fundamental of Industrial Ergonomics**. Englewood Cliffs., N.J.: Prentice-Hall., 1992.

## BAB III

### MATERIAL HANDLING



#### 1. Pengantar

*Material handling adalah seni dan ilmu yang meliputi penanganan (handling), pemindahan (moving), pengepakan (packing), penyimpanan (storing), sekaligus pengendalian (controlling) dari bahan atau material dengan segala bentuknya.*

*Material handling berkaitan dengan aspek fisiologi dari para pekerja sehingga perlu dikembangkan suatu metode untuk mengetahui dan mengevaluasi permintaan fisik dari pekerjaan yang berkaitan dengan pemakaian energi.*

*Penerapan konsumsi energi untuk perancangan kerja pemindahan bahan variabel yang ditinjau adalah :*

- *Pemindahan material pada satu macam beban*
- *Pemindahan material pada beberapa macam beban yang bervariasi*
- *Analisa resiko untuk beban yang terlalu berat*

#### 2. Tujuan Instruksional Umum

*Setelah menyelesaikan Mata Kuliah ini mahasiswa TI semester 6 akan dapat melakukan ergonomic assessment terhadap industri juga memberikan saran sebagai solusi terhadap kondisi-kondisi tidak ergonomis di industri, melakukan perancangan produk, postur dan stasiun kerja sebagai penerapan ergonomi di industri*

#### 3. Tujuan Instruksional Khusus

*Mahasiswa TI semester 6 dapat menjelaskan prinsip-prinsip ergonomi dalam peranc Manual MH dan jika diberikan gambar peralatan MH mahasiswa dapat menyebutkan*

*jenis-jenis alat Material Handling yang digunakan di industri minimal 5 alat dengan kekhususan pennggunaannya.*

#### **4. MATERIAL HANDLING DI INDUSTRI**

##### **4.1. Prinsip-prinsip perancangan Material Handling (MH)**

Material handling adalah seni dan ilmu yang meliputi penanganan (handling), pemindahan (moving), pengepakan (packing), penyimpanan (storing), sekaligus pengendalian (controlling) dari bahan atau material dengan segala bentuknya.

Sistem industri membutuhkan investasi yang besar guna merealisasikannya dan perawatannya. Peningkatan produktivitas merupakan salah satu prioritas yang diinginkan. Tujuan utama yang ditentukan adalah rata-rata kerja yang dapat diterima untuk pekerjaan yang ditugaskan atau diberikan pada pekerja. Seorang teknik industri punya metode pengembangan untuk mendesain pekerjaan manual dengan cara yang sistematis. Yang mana teknik tersebut memungkinkan mereka untuk membuat spesifikasi tentang waktu standar, atau waktu standar dalam rangka penyempurnaan tugas yang dikerjakan, dan untuk mengetahui beban fisik dari pekerjaan tersebut atau dengan pengertian lain adalah performance rating. Hal ini telah menyediakan manajemen dengan cara organisasi kerja yang level standar produksinya bisa didefinisikan dan aktual output bisa diawasi untuk meyakinkan bahwa standarnya dirawat. Metode ini bergantung pada penelitian dari kebiasaan pekerja, dimana penelitian tersebut dilakukan oleh seorang engineer dari pada penilaian obyektif dari variabel fisiologi. Metode fisiologi bisa diterapkan pada perindustrian untuk mengevaluasi permintaan fisik dari pekerjaan pada masa pemakaian energi. Material handling adalah kegiatan dalam memindahkan barang. Kegiatan pemindahan dalam perusahaan dapat dikatakan akan melewati tiga tahapan pengembangan, yaitu :

##### *1. Konvensional*

Pemindahan bahan yaitu proses untuk memindahkan bahan dari satu titik ke titik lain dalam suatu fasilitas yang terbatas. Dapat dikatakan bahwa perhatian analisis pemindahan bahan terlalu sederhana yaitu untuk situasi masalah yang mandiri, tertutup dan tidak tergantung atau bebas. Sedikit saja perhatian diberikan pada keterkaitan antara- antara keadaan yang terpisah.

## 2. *Kontemporer*

Pemindahan bahan pada tahapan ini mempunyai aliran barang yang menyeluruh. Analis terlibat dalam seluruh masalah pemindahan bahan dalam pabrik, menentukan suatu rencana pemindahan yang bersifat umum, dan menyatukan tiap pemecahan masalah mandiri ke dalam seluruh pemecahan masalah yang lainnya. Inilah pendekatan umum dalam pabrik- pabrik masa kini yang modern dan teratur.

## 3. *Modern atau berorientasi ke sistem*

Pada pemindahan modern dapat digambarkan setiap pemindahan bahan dan kegiatan distribusi secara fisik sebagai bagian dari satu sistem, termasuk:

1. Pemindahan bahan dari semua sumber pasokan.
2. Seluruh pemindahan dalam pabrik.
3. Distribusi barang jadi ke pelanggan.

Prosedur penyederhanaan kerja, antara lain:

1. Kurangi pemindahan
2. Kombinasikan pemindahan dengan fungsi lain, misalnya pemrosesan, pemeriksaan, penyimpanan.
3. Ubah urutan kegiatan, pendekkan, kurangkan, atau ubah kebutuhan pemindahan
4. Sederhanakan pemindahan, untuk mengurangi cakupan, luas atau jarak atau untuk memperbaiki cara atau pemilihan peralatan.

### *Pengertian equipment*

- Perlengkapan/ peralatan
- Alat pembantu yang diperlukan dalam menjalankan atau melakukan suatu tugas

(<http://www.thefreedictionary.com>)

## 4.2. **Peralatan Material Handling dan penataannya**

Beberapa desain material equipment yang umum terdapat dalam dunia industri serta contoh- contoh gambar equipment dalam dunia industri adalah sbb:

### *I. Peralatan Kontainer dan Peng- unitan*

#### a. Kontainer

- (1) Pallet
- (2) Skid dan skid boxes
- (3) Tote pans

#### b. Pengunitan

- (1) Stretchwrap
- (2) Palletizers

## II. Peralatan Transportasi Material

Biasa dikenal dengan peralatan penghantar yaitu peralatan yang menggunakan gaya berat atau tenaga (mesin), biasanya digunakan untuk memindahkan muatan merata dan jujuh dari tempat ke tempat sepanjang satu lintasan tetap, dengan fungsi utama mengantar.

Contoh umum:

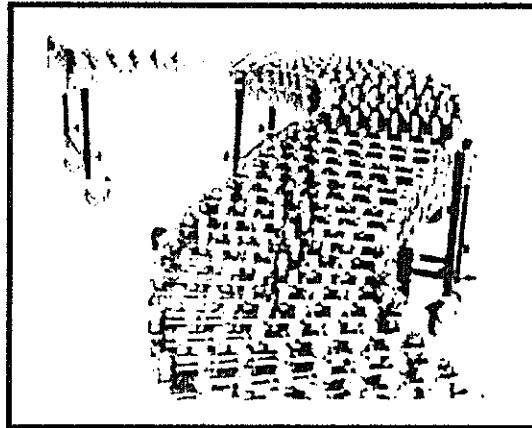
### a. Konveyor

- (1) Chute Conveyor
- (2) Belt Conveyor
  - ↳ Flat Belt Conveyor
  - ↳ Telescoping Belt Conveyor
  - ↳ Troughed Belt Conveyor
  - ↳ Magnetic Belt Conveyor
- (3) Roller Conveyor
- (4) Wheel Conveyor

Merupakan ban penghantar yang membawa beban di atas serangkaian peluncur, yang bergerak di atas bantalan, dan dijunjung diantara rel yang berdampingan pada jarak yang tetap yang ditentukan oleh ukuran barang yang dibawa, yang biasanya digerakkan manual atau dengan gravitasi (gambar menunjukkan peluncur dengan bagian pemasang dan pengangkat)

- (1) peluncur biasanya tabung silindris dengan bantalan pada ujung-ujungnya.
- (2) Jarak antara peluncur 1,8 sampai 8 cm dari diameter, dengan panjang yang diatur oleh muatan
- (3) Bagian yang bengkok digunakan untuk berbelok atau memutar
- (4) Peluncur yang dapat mengecil (menirus) untuk belokan, atau disusun mengecil
- (5) Sudut yang lancip dapat menggunakan meja bola
- (6) Membutuhkan 3 peluncur di bawah satu beban pada setiap saat.
- (7) Peluncur dapat dibentuk mengikuti bentuk muatan
- (8) Jarak antara peluncur yang baku adalah 7,5 cm, 10 cm, dan 15 cm
- (9) Tidak mahal, mudah dipasang, perawatan rendah dan awet.
- (10) Pekerjaan dapat mencakup penyambungan, rel, pintu, skala, pembelok (deflektor), pembalik, peralatan pemroses, dan peralatan pengemas

- (11) Dapat disusun dalam bentuk spiral (corong)
- (12) Antara aras digunakan penguat ban
- (13) Meski tampak sederhana, seringkali merupakan dasar bagi pemasangan perangkat teknik yang lebih tinggi
- (14) Manfaat:
  - ↳ Hampir setiap muatan dengan permukaan penggerak yang kaku yang akan bersentuhan dengan 3 peluncur atau lebih
  - ↳ Bergerak antara tempat, mesin, atau bangunan
  - ↳ Penyimpanan antara tempat kerja
  - ↳ Gudang, galangan, bengkel tempa, kilang baja, fabrikasi, perakitan, dan pengemasan.
  - ↳ Pengangkut dalam menaikkan dan menurunkan muatan (potongan yang dapat dipindah dan jenis akordeon)
  - ↳ Landasan bagi sistem pemindahan
  - ↳ Merupakan bagian terpadu dari sistem pemindahan gabungan



Gambar 3.1 Wheel Conveyor

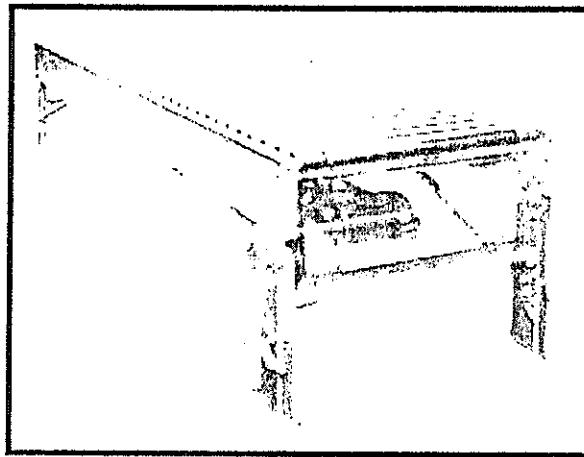
(5) Peluncur pengangkut bertenaga (listrik)

Serupa dengan peluncur bergravitasi, kecuali bahwa daya atau tenaga dikenakan pada sebagian atau seluruh peluncur untuk menggerakkan muatan. Umumnya digunakan untuk tujuan yang sama seperti peluncur bergravitasi kecuali untuk gambaran yang dicatat di bawah ini. Juga serupa dengan sabuk penghantar kecuali lebih baik untuk pekerjaan-pekerjaan berat.

a. Tenaga biasanya diterapkan oleh:

- rantai pada roda gigi rantai

- pemasangan ban menyambung peluncur- peluncur itu pada suatu selang dengan peluncur lain atau dengan peralatan lain.
- b. Dapat memindahkan barang pada perjalanan datar, miring, naik, atau menurun.
- c. Aliran dapat dikendalikan
- d. Kemiringan naik dapat sampai  $10^{\circ}$ ; penurunan sampai  $17^{\circ}$ .
- e. Belokan dapat diberi tenaga (daya)
- f. Lebih kuat dari sabuk penghantar
- g. Lebih mahal dibanding pengangkut bergravitasi atau sabuk



Gambar 3.2. Peluncur pengangkut bertenaga (listrik)

(6) Corong gravitasi

Luncuran terbuat dari logam atau bahan lain dan dibentuk sedemikian rupa sehingga dapat mengarahkan barang atau bahan ketika barang- barang itu bergerak dari satu tempat ke tempat lain. Dapat digunakan pada bidang datar atau menurun, atau seperti spiral antar aras- aras yang berlainan.

- a. biasanya miring menurun agar dapat memanfaatkan gaya berat
- b. Permukaannya mungkin kayu, logam, atau gabungan
- c. Mungkin lurus, bergelombang atau spiral; terbuka atau tertutup
- d. jika spiral dapat dibuat beberapa jalur luncur
- e. seringkali dirancang menurut keinginan sendiri atau buatan sendiri (pabrik yang bersangkutan)
- f. biaya rendah tanpa tenaga (mesin), perawatan murah
- g. dapat membuat penggunaan ruang ekonomis (spiral)

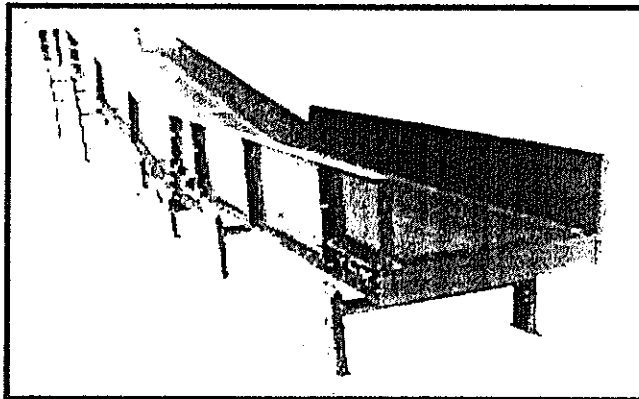
h. laju penurunan ditentukan oleh:

- permukaan luncur yang bersentuhan dengan barang
- kondisi sekitar
- lebar
- panjang

i. mempunyai lebar yang berubah, karena dapat dipindah

j. berguna untuk:

- pemindahan antar lantai atau aras
- pengangkut bermuatan atau tak bermuatan
- pelolosan dari kebakaran
- untuk corong antar mesin merupakan tempat penyimpanan di depan (sebelum) mesin, dapat berfungsi sebagai persediaan penyangga
- dari mesin ke peti kemas di atas lantai



Gambar 3.3. Corong gravitasi

- (7) Slat Conveyor
- (8) Chain Conveyor
- (9) Tow Line Conveyor
- (10) Trolley Conveyor
- (11) Power and free Conveyor
- (12) Cart- on- Track Conveyor
- (13) Sorting Conveyor
  - ↳ Deflector
  - ↳ Push Diverter
  - ↳ Rake Puller
  - ↳ Moving Slat Conveyor
  - ↳ Pop- up Skewed Wheels

- ↳ Pop- up Rollers
- ↳ Tilting Slat Conveyor
- ↳ Tilt Tray Sorter
- ↳ Cross Belt Sorter
- ↳ Bombardier Sorter

b. Kendaraan industri

(1) Walking

- ↳ Hand Truck and Hand Cart
- ↳ Pallet Jack
- ↳ Walkie Stacker

(2) Riding

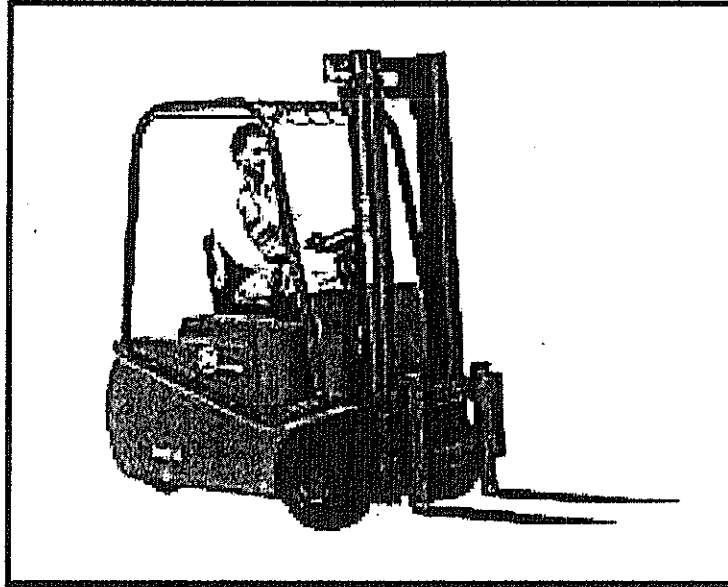
- ↳ Pallet truck

Perubahan dari truk pengangkat dengan perlengkapan tangan-tangan penggandung yang beroda yang merupakan perpanjangan kedepan diatas lantai sepanjang sisi beban. Pallet truck digunakan untuk mengangkut dan memindahkan material dalam bentuk pallet- pallet dari satu tempat ke tempat yang lain. Pallet truck menggunakan sistem hidraulik untuk mengangkat beban. (apple;424 )



Gambar 3.4. Pallet truck

Sumber: <http://www.cdc.gov/nasd/docs/d001601-d001700/d001696/d001696.html>



Gambar 3.5. Sit-Down Counterbalanced Lift Truck

- ↳ Platform Trucks
- ↳ Counterbalanced lift Truck
- ↳ Straddle Carrier
- ↳ Mobile Yard Crane

(3) Automated

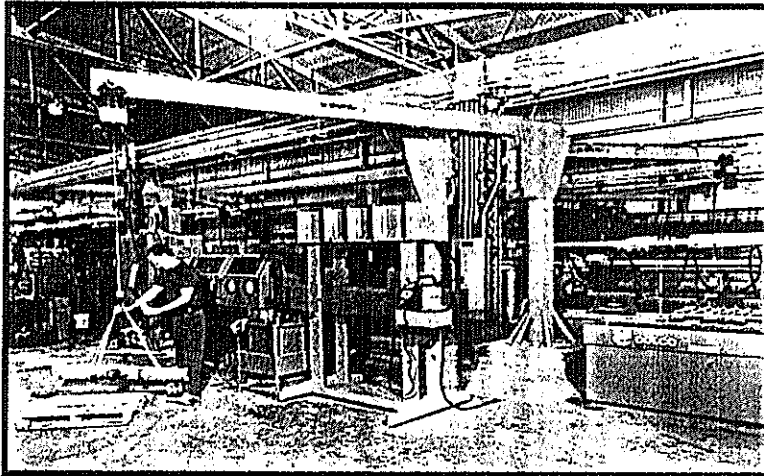
- ↳ Automated Guided Vehicle
  - Unit Load Carrier
  - Small Load Carrier
  - Towing Vehicle
  - Assembly Vehicle
  - Storage/ Retrified Vehicle
- ↳ Automated Electrical Monorail
- ↳ Sorting Transfer Vehicle

c. Monorel, Hoist dan Crane

- (1) Monorel
- (2) Hoist
- (3) Crane

↳ Jib crane

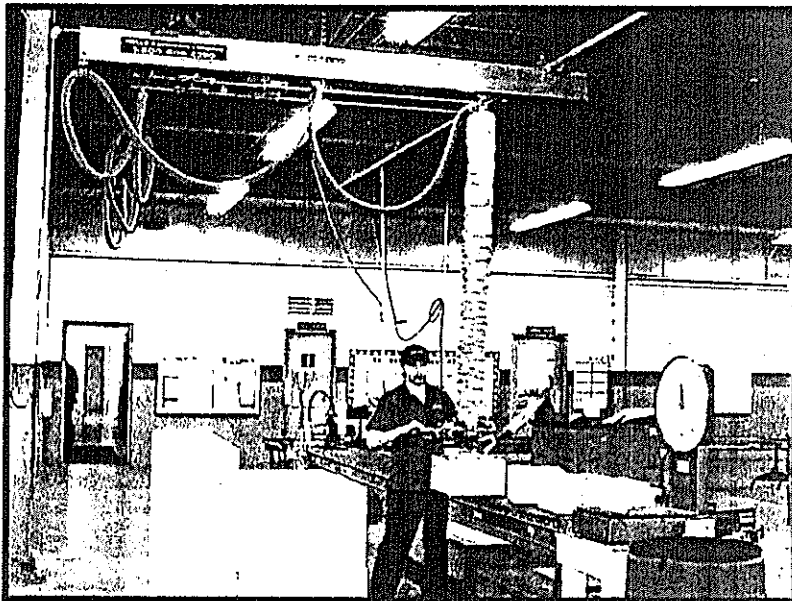
Jib Crane digunakan dalam industri untuk membantu mengurangi waktu set up dan idle time. Karakteristik utama dari jib crane adalah dapat digunakan untuk menjangkau tempat yang jauh dan kapasitas yang besar. Kapasitas yang diperbolehkan dari ¼ - 20 ton. (Meyers;208)



Gambar 3.6. Jib crane

↳ Bridge crane

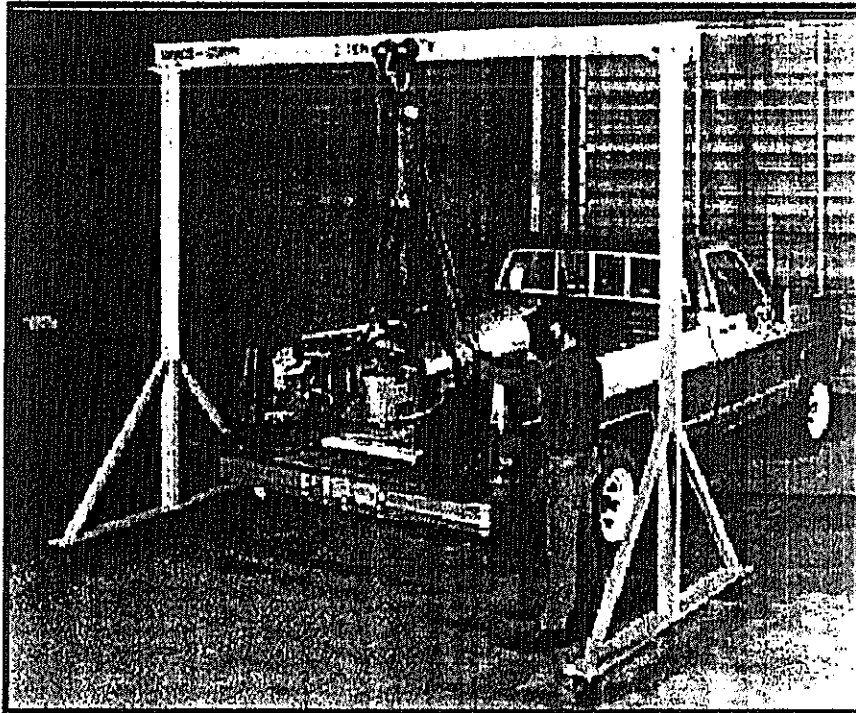
Peralatan pengangkat yang dijunjung pada sebuah jembatan yang terdiri atas satu atau dua gelagar. (apple;411)



Gambar 3.7. Bridge crane

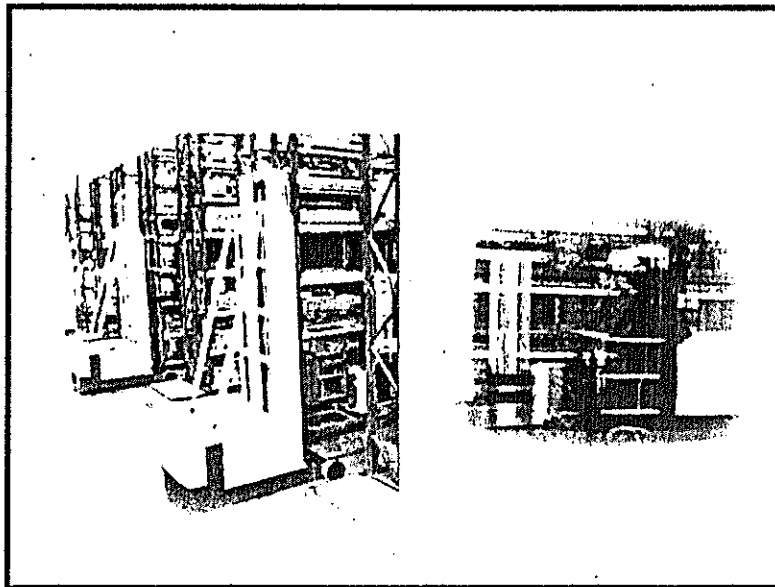
↳ Gantry crane

Perluasan dari bridge crane namun memiliki 2 kaki yang tegak. Biasa disebut dengan Double Gantry Crane. (Myers;187)



Gambar 3.8. Gantry crane

↳ Stacker crane



Gambar 3.9. Stacker crane

### III. Peralatan Penyimpanan dan Pengumpulan

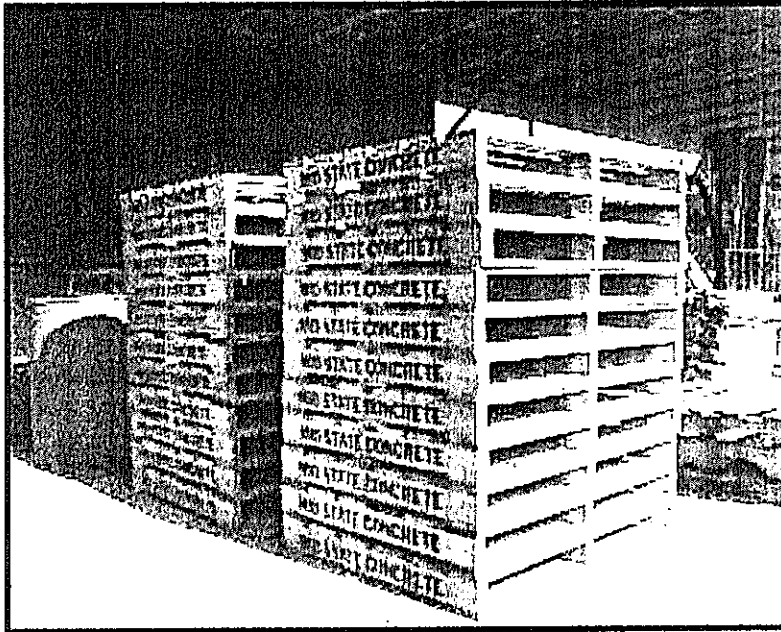
#### a. Unit Load Storage and Retrieval

##### (1) Unit Load Storage Equipment

- ↳ Block Stacking
- ↳ Pallet Stacking Frame
- ↳ Single deep Selective Rack

- ↳ Double- deep Rack
- ↳ Drive- in Rack
- ↳ Drive- Thru Rack
- ↳ Pallet- Flow Rack
- ↳ Push- Back Rack
- ↳ Mobile Rack
- ↳ Cantilever Rack

Sebuah rangka yang dirancang untuk memudahkan penyimpanan muatan, biasanya terdiri atas tiang-tiang tegak dan mendatar untuk mendukung muatan. (apple;433)



Gambar 3.9. Cantilever Rack

## (2) Unit Load Retrieval Equipment

- ↳ Walkie Standart
- ↳ Counterbalance Lift Truck
- ↳ Narrow Aisle Vehicle
  - Straddle Truck
  - Straddle Reach Truck
  - Sideloader Truck
  - Turret Truck
  - Hybrid Truck
- ↳ Automated Storage/ Retrieval Machines

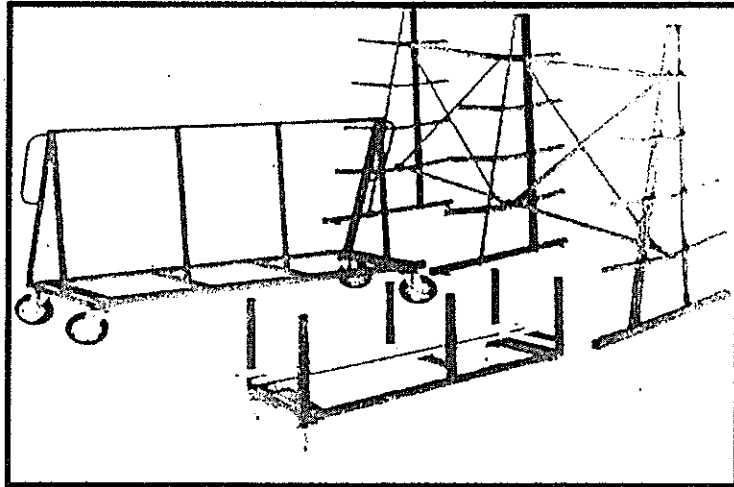
## c. Small Load Storage and Retrieval Equipment

### (1) Operator- to- Stock- Storage Equipment

- ↳ Bin Shelving
- ↳ Modular Storage Drawers in Cabinets

- ↳ Carton Flow Rack
- ↳ Mezzanine
- ↳ Mobile Storage
- ↳ Pallet

Sebuah landasan atau anjungan mendatar yang digunakan sebagai landasan untuk menyimpan dan memindahkan barang. (apple;431)



Gambar 3.10. Pallet

(2) Operator- to- Stock- Retrieval Equipment

- ↳ Picking Cart
- ↳ Order Picker Truck
- ↳ Person- abroad Automated Storage and Retrieval Machine
- ↳ Robotic Retrieval

(3) Stock- to- Operator- Equipment

- ↳ Carousels
  - Horizontal Carousel
  - Vertical Carousel
  - Independent Rotating Rack
- ↳ Minoload Automated Storage and retrieval Machine
- ↳ Vertical Lift Module
- ↳ Automatic Dispenser

IV. Peralatan Identifikasi

a. Automatic Identification and Recognition

- (1) Bar Coding
- (2) Optical Character Recognition
- (3) Radio Frequency Tag



- (4) Magnetic Stripe
- (5) Machine Vision
- b. Automatic, Paperless Communication
  - (1) Radio Frequency Data Terminal
  - (2) Voice Headset
  - (3) Light and Computer Aids
  - (4) Smart Card

#### 4.3. Manual Material Handling dan aspek-aspeknya

Pengangkatan beban secara manual merupakan dampak dari ketidaksempurnaan otomasi industri (*uncompletely automated*). Karena pertimbangan ekonomis (mahalnya peralatan) dan situasi praktis (terbatasnya ruang kerja maupun kondisi yang tak dapat diharapkan).

##### Resiko akibat Manual Handling

1. Resiko terjadinya cedera (bahu, pinggang, tulang punggung, otot, dll) karena kecelakaan
2. Resiko melakukan usaha yang berlebihan (*overexertion*)
3. Resiko kerusakan akumulatif
4. Resiko biaya
5. Lebih jauh lagi akan terjadi menurunkan produktivitas dalam industri.

##### Pengurangan Resiko Kerja (*Mc.Cormick, Ernest J, Human Factor & Engineering Design*).

1. Perancangan Kerja : alat bantu mekanik, seperti *hoist, crane, lift tables*, dll
2. Seleksi Pekerja : melalui tes fisik dan kesehatan, berdasarkan kapasitas maksimum pekerja.
3. Pelatihan Pekerja : program pelatihan efektif kepada para pekerja, pengenalan aspek-aspek bahaya kerja, kursus penyegaran fisik, dll

##### Aplikasi Biomekanika untuk mengurangi resiko akibat *manual handling*

Pertimbangan dasar dalam biomekanika memprediksi terjadinya peningkatan resiko dalam proses pengangkatan material sebagai fungsi dari faktor-faktor berikut :

1. Berat beban yang harus diangkat
2. Jarak beban dari tubuh pekerja (dari arah depan maupun samping)

Resiko terjadinya cedera meningkat sejalan dengan bertambahnya jarak beban ke tubuh, ini dikarenakan :

1. Semakin besar beban yang harus ditahan oleh tulang dan otot punggung sehingga semakin besar *overexertion*
2. Kekuatan pengangkatan beban akan berkurang dan beban sulit untuk dikendalikan
3. Posisi badan tidak seimbang, serta punggung dapat membungkuk.

#### 4.4. Persamaan NIOSH untuk Pengangkatan Beban secara Manual

- Persamaan yang dikeluarkan NIOSH membimbing kita dalam memberikan suatu nilai beban angkatan teoritis yang disarankan untuk pekerjaan mengangkat benda, yang disebut *Recommended Weight Limit (RWL)*.

Persamaan ini bertujuan :

1. Mencegah terjadinya cedera tulang belakang bagian bawah (*Low Back Pain = LBP*)
2. Mereduksi kemungkinan timbulnya berbagai cedera

Tabel 3.1. Tiga kriteria dalam persamaan ini adalah : biomekanika, fisiologis, dan psikofisik.

Tinjauan	Kriteria Perancangan	Nilai Batas
Biomekanika	Gaya tekan lempeng maksimum	238 Nm
Fisiologis	Pengeluaran energi maksimum	2,2 - 4,7 kcal/min
Psikofisik	Berat maksimum yang dapat diterima	diterima oleh 75% pekerja wanita dan 99% pekerja pria

### Batasan Beban yang Boleh Diangkat

#### Batasan Biomekanika

batasan ini menggunakan persamaan NIOSH yang akan dijelaskan pada bagian lain dari presentasi ini.

#### Batasan Fisiologi

- Metode pendekatan ini, mempertimbangkan rata-rata metabolisme dari aktifitas angkat yang berulang, sebagaimana dapat juga ditentukan dari jumlah konsumsi oksigen.
- Metode lain secara fisiologi adalah dengan cara pengukuran langsung terhadap tekanan yang ada dalam perut selama aktifitas angkat.

## Batasan Psikofisik

Ada 3 (tiga) macam posisi angkat yang dicetuskan oleh Snook (1978) yaitu:

- Dari permukaan lantai ke ketinggian genggam tangan
- Dari ketinggian genggam tangan ke ketinggian bahu
- Dari ketinggian bahu, ke maksimum jangkauan tangan vertikal

Selain biomekanika, fisiologis, dan psikofisik, ada batasan legal yang digunakan untuk menentukan batasan beban yang boleh diangkat. Batasan tersebut adalah :

- Pria di bawah 16 th, maksimum angkat adalah 14 kg
- Pria antara 16 – 18 th, maksimum angkat 18 kg
- Pria lebih dari 18 th, tidak ada batasan angkat
- Wanita antara 16 – 18 th, maksimum angkat 11 kg
- Wanita lebih dari 18 th, maksimum angkat 16 kg

## Latihan

### 1. Jelaskan pengertian Material Handling

Material handling adalah seni dan ilmu yang meliputi penanganan (handling), pemindahan (moving), pengepakan (packing), penyimpanan (storing), sekaligus pengendalian (controlling) dari bahan atau material dengan segala bentuknya.

### 2. Sebutkan resiko akibat Manual Handling

- Resiko terjadinya cedera (bahu, pinggang, tulang punggung, otot, dll) karena kecelakaan
- Resiko melakukan usaha yang berlebihan (*overexertion*)
- Resiko kerusakan akumulatif
- Resiko biaya
- Lebih jauh lagi akan terjadi menurunkan produktivitas dalam industri.

## Rangkuman

*Aktivitas material handling di industri harus dimimalisir karena tidak produktif dan manual material handling beresiko terjadinya cedera bagi pekerja sehingga mekanisasi lebih baik digunakan jika beban cukup berat. Terdapat berbagai jenis peralatan mekanik dengan fungsi-fungsi khusus seperti conveyor, crane, forklift dll.*

*Manual Material handling harus dirancang dengan tepat pemilihan peralatannya, metode pengangkatannya dan penyimpanan materialnya. Khusus untuk manual MH, beban angkat harus diperhitungkan dengan cermat.*

### Test Formatif

1. Sebutkan dan jelaskan tiga tahapan pengembangan kegiatan pemindahan dalam perusahaan ?
2. Jelaskan pengertian transportasi material dan sebutkan minimal 3 contohnya ?
3. Jelaskan Resiko akibat Manual Handling

### Jawaban

#### Resiko akibat Manual Handling

1. Resiko terjadinya cedera (bahu, pinggang, tulang punggung, otot, dll) karena kecelakaan
2. Resiko melakukan usaha yang berlebihan (*overexertion*)
3. Resiko kerusakan akumulatif
4. Resiko biaya
5. Lebih jauh lagi akan terjadi menurunkan produktivitas dalam industri.

2. Jelaskan pengertian transportasi material dan sebutkan minimal 3 contohnya ?

#### Peralatan Transportasi Material

Biasa dikenal dengan peralatan penghantar yaitu peralatan yang menggunakan gaya berat atau tenaga (mesin), biasanya digunakan untuk memindahkan muatan merata dan jujuh dari tempat ke tempat sepanjang satu lintasan tetap, dengan fungsi utama mengantar.

Contoh umum:

Chute Conveyor

Belt Conveyor

↳ Flat Belt Conveyor

↳ Telescoping Belt Conveyor

↳ Troughed Belt Conveyor

↳ Magnetic Belt Conveyor

Roller Conveyor

Wheel Conveyor

### Daftar Pustaka

- Kroemer, Karl; Kroemer, Hendrike; Kroemer, Katrin – Elbert (2001), *Ergonomics – How To Design For Ease And Efficiency 2<sup>nd</sup> Edition*, Prentice Hall International Series In Industrial And System Engineering, NY

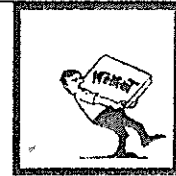
- Mark S.Sanders, Ernest J.McCormick, Human Factors in Engineering and Design, Mc Graw-Hill Book Company, NY
- Wignjosoebroto, S., Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu, Guna Widya. Surabaya, 2000

## **BAB IV**

### **MATERIAL HANDLING SAFETY AND WORKLOAD LIMIT**

**We don't come to work to get hurt!**

- **Lifting, Lowering, Pushing, Pulling, Carrying, Moving, Holding, Restraining**



#### **1.Pengantar**

*Bab ini menjelaskan tentang berbagai batasan beban angkatan secara ergonomi terutama untuk manual material handling. Manual material handling memiliki berbagai resiko cedera, sehingga harus dirancang batas beban angkat. Ada berbagai batasan angkat misalnya : batasan menurut biomekanika (besarnya gaya kompresi pada lumbar 5 sacrum 1 tulang belakang), batasan menurut fisiologis (konsumsi energi), batasan menurut NIOSH, dan batasan legal/sesuai peraturan hukum yang berlaku.*

#### **2.Tujuan Instruksional Umum**

*Setelah menyelesaikan Mata Kuliah ini mahasiswa TI semester 6 akan dapat melakukan ergonomic assessment terhadap industri juga memberikan saran sebagai solusi terhadap kondisi-kondisi tidak ergonomis di industri, melakukan perancangan produk, postur dan stasiun kerja sebagai penerapan ergonomi di industri*

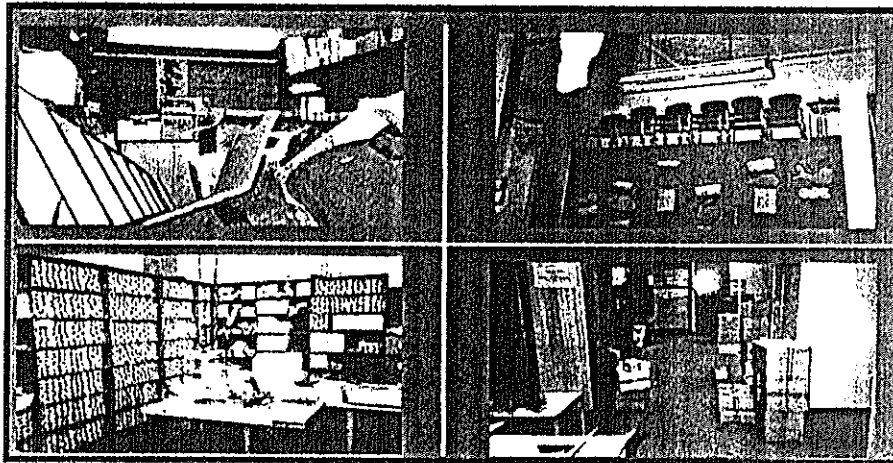
#### **3.Tujuan Instruksional Khusus**

*Mahasiswa TI semester 6 dapat menyebutkan berbagai parameter keamanan manual material handling dan jika diberikan contoh kasus MH di industri dapat mengembangkan alternatif metode MH yang aman dan dapat merekomendasikan batas angkat terutama dengan formulasi NIOSH.*

#### 4. Material handling safety and workload limit

Pemindahan bahan secara manual apabila tidak dilakukan secara ergonomis akan menimbulkan kecelakaan dalam industri. Kecelakaan industri (*industrial accident*) yang disebut sebagai “*over exertion-lifting and carrying*” merupakan kerusakan jaringan tubuh yang diakibatkan oleh beban angkat yang berlebih. Kecelakaan tersebut bisa berupa strain (rasa nyeri yang berlebihan) dan hernia. Rasa nyeri yang kronis (*injury*) ini membutuhkan penyembuhan yang cukup lama disamping itu biaya yang dibutuhkan dalam penyembuhan juga tidak sedikit. Adapun penyebab dari timbulnya injury adalah berupa faktor arah beban yang akan diangkat dan frekwensi aktivitas pemindahan.

Operasi material handling secara manual banyak dilakukan dalam industri. Tempat kerja dapat menolong pekerja untuk melakukan pekerjaan secara aman dan mudah dengan menerapkan peraturan dan prosedur yang benar. Untuk mencegah bahaya yang berhubungan dengan material handling harus mempertimbangkan beban, tempat kerja, lingkungan kerja, dan operator. Interaksi antara hal-hal tersebut dapat menciptakan bahaya yang menyebabkan cedera.



Gambar 4.1. Risk Identification

#### 4.1. Parameter safety material handling

Parameter yang harus diperhatikan kaitannya dengan safety dalam material handling adalah sebagai berikut:

##### 1. Aspek Beban yang diangkat

- Berat
- Ukuran
- Bentuk
- Rangkaian
- Permukaan yang rusak atau licin

- Handle yang tidak sempurna
- Ketidakseimbangan.

## 2. Aspek Tempat Kerja

- Mengangkat atau menurunkan
  1. Pengulangan
  2. Kecepatan
  3. Periode
  4. Posisi
  5. Waktu setelah istirahat
- Ketidakmampuan mendekati beban
- Jarak yang jauh
- Dibutuhkannya akurasi dan kepresisian
- Letak material
- Gerakan-gerakan yang berbahaya
- Pekerjaan-pekerjaan secara serentak

## 3. Lingkungan Kerja

- Suhu
- Kelembapan relatif
- Pencahayaan
- Kebisingan
- Batasan waktu
- Kondisi fisik

## 4. Operator

- Kesehatan
- Faktor fisik
- Keadaan setelah masalah otot
- Faktor psikologi

### **Pengendalian Beban**

Mengurangi berat beban dengan menurunkan

- Ukuran obyek
- Berat kontainer
- Kapasitas kontainer
- Beban kontainer

Bila ingin menaikkan berat beban bisa dilakukan secara mekanis

Menurunkan beban operator dengan cara:

1. Membatasi jumlah beban yang boleh diangkat
2. Mendisain beban yang bisa diangkat oleh grup pekerja
3. Mengubah ukuran dan bentuk beban sehingga pekerja dapat lebih dekat dengan pusat gravitasi beban

## **Desain Tempat Kerja**

Mengurangi jarak perpindahan beban dengan relokasi area produksi dan penyimpanan.

Desain tempat kerja agar pekerja:

- Dapat memindahkan beban antara pinggang dan tinggi bahu, tinggi pinggang adalah sangat ideal
- Dapat memulai dan mengakhiri perpindahan material dengan tinggi yang sama.
- Tidak perlu memegang beban dengan postur yang aneh dan jangkauan yang panjang

Memberikan akses ke material dengan:

- Menyediakan meja kerja dan stasiun kerja lain
- Menyediakan alat angkut
- Menyingkirkan hal-hal yang tidak perlu

## **Latihan Kerja**

Mengangkat dan menurunkan

Mengurangi kegiatan mengangkat dan menurunkan secara manual dengan menggunakan:

1. Lift truck, cranes, hoists, scissor lifts, drum and barrel dumpers, stackers, work dispenser, elevating conveyors, articulating arms, dan perlengkapan lainnya.
2. Gravity dumps dan chutes
3. Power lift tail gates on trucks, dan hand truck untuk memastikan perpindahan yang mudah dari truk ke tanah
4. Portable rams atau konveyor untuk mengangkat dan menurunkan beban pada stasiun kerja.

## **Mendorong dan Menarik**

1. Mengurangi hal tersebut dengan menggunakan:
2. Powered conveyors, powered trucks, slides chutes, monorails, air tables, dan bantuan mekanik serupa.
3. Membuat beban lebih mudah didorong dan ditarik dengan menggunakan
4. Carts, hand trucks, dollies dengan diameter yang besar dan bearing yang baik
5. Grips atau handle pada alat bantu mekanik, ditempatkan pada posisi untuk menghasilkan gaya dorong optimal dan menanggulangi postur yang salah.

Instruksikan pekerja untuk:

1. Mendorong daripada menarik
2. Menghindarkan pengangkutan secara berlebih
3. Memastikan beban tidak menghalangi pandangan
4. Jangan pernah mendorong beban dan menarik yang lainnya dalam waktu yang bersamaan.

### **Membawa dan Memegang**

Mengurangi gaya membawa dan memegang

1. Mengevaluasi aliran kerja
2. Mengganti operasi kerja menjadi menarik atau mendorong
3. Menyediakan carts, slings, dan trolleys
4. Menyediakan portable containers
5. Menyediakan handle pada beban
6. Membatasi jarak perpindahan beban

### **Faktor Lingkungan**

1. Temperatur tempat kerja dapat diterima
2. Pada lingkungan yang panas
  - a. Pekerja beristirahat beberapa kali di tempat yang jauh dari panas
  - b. Pekerja minum secara berkala
3. Pada lingkungan yang dingin
  - a. Pekerja menggunakan pakaian yang memadai
  - b. Beban yang mudah diangkat menggunakan sarung tangan dan baju tebal
4. Kelembapan pada kondisi yang dapat diterima
5. Instruksi dapat didengar pada kondisi bising
6. Tingkat cahaya disesuaikan dengan tempat kerja
7. Layout tempat kerja memberikan akses yang mudah pada beban
8. Jalur yang bersih dari rintangan
9. Tanda yang menunjukkan adanya jalur yang miring, kemiringan kalau bisa 10 derajat

## **Faktor Personal**

### **Pakaian**

Gunakan pakaian yang tepat dan aman, serta sepatu yang nyaman

Pakaian yang nyaman sekitar pinggang, lutut, dan bahu.

Sepatu yang tidak licin dan hak yang rendah. Sepatu yang aman penting pada saat pengangkatan beban yang berat dengan basis biasa

## **Pencegahan Umum**

1. Pastikan beban dapat diangkat dengan aman
2. Pegang beban dengan aman
3. Lindungi tangan dari terjepit
4. Latihan mengangkat dengan beregu
5. Cari bantuan bila beban berat
6. Selalu gunakan alat bantu

## **Perawatan**

1. Membersihkan roda dan bearing pada perlengkapan material handling
2. Pelumasan saat diperlukan
3. Menyingkirkan kotoran-kotoran yang mengganggu
4. Menguji bahwa alat bantu dapat digunakan dengan baik

## **Pelatihan**

1. Untuk mengenali bahaya pemindahan bahan
2. Pemilihan yang tepat dan penggunaan alat bantu
3. Postur yang aman dan teknik pengangkatan untuk meminimasi ketegangan
4. Teknik mengangkat yang aman.

## **Batas beban yang boleh diangkat**

Pendekatan terhadap batasan dari masa beban yang akan diangkat meliputi:

1. Batasan legal (*legal limitation*)
2. Batasan biomekanika (*biomechanical limitation*)
3. Batasan fisiologis (*physiological limitation*)
4. Batasan psiko-fisik (*psycho-physical limitation*)

Formulasi dan bagaimana menggunakan batasan-batasan ini telah dibahas pada bab sebelumnya.

## Latihan

1. **Jelaskan dampak yang muncul akibat pemindahan bahan secara manual tidak dilakukan secara ergonomis ?**

Maka akan menimbulkan kecelakaan dalam industri. Kecelakaan industri (*industrial accident*) yang disebut sebagai "*over exertion-lifting and carrying*" merupakan kerusakan jaringan tubuh yang diakibatkan oleh beban angkat yang berlebih. Kecelakaan tersebut bisa berupa strain (rasa nyeri yang berlebihan) dan hernia. Rasa nyeri yang kronis (*injury*) ini membutuhkan penyembuhan yang cukup lama disamping itu biaya yang dibutuhkan dalam penyembuhan juga tidak sedikit. Adapun penyebab dari timbulnya injury adalah berupa faktor arah beban yang akan diangkat dan frekwensi aktivitas pemindahan.

2. **Sebutkan parameter yang harus diperhatikan kaitannya dengan safety dalam material handling dari aspek beban yang diangkat adalah sebagai berikut:**

- Berat
- Ukuran
- Bentuk
- Rangkaian
- Permukaan yang rusak atau licin
- Handle yang tidak sempurna
- Ketidakseimbangan.

## Rangkuman

Pemindahan bahan secara manual apabila tidak dilakukan secara ergonomis akan menimbulkan kecelakaan dalam industri. Kecelakaan industri (*industrial accident*) yang disebut sebagai "*over exertion-lifting and carrying*" merupakan kerusakan jaringan tubuh yang diakibatkan oleh beban angkat yang berlebih.

## Test Formatif

1. Jelaskan pengendalian bahan yang akan dilakukan kaitannya dengan material handling safety ?
2. Jelaskan desain tempat kerja yang akan dilakukan kaitannya dengan material handling safety ?

## Jawaban

### Pengendalian Beban

Mengurangi berat beban dengan menurunkan

- Ukuran obyek
- Berat kontainer
- Kapasitas kontainer
- Beban kontainer

Bila ingin menaikkan berat beban bisa dilakukan secara mekanis

Menurunkan beban operator dengan cara:

4. Membatasi jumlah beban yang boleh diangkat
5. Mendisain beban yang bisa diangkat oleh grup pekerja
6. Mengubah ukuran dan bentuk beban sehingga pekerja dapat lebih dekat dengan pusat gravitasi beban

### Desain Tempat Kerja

Mengurangi jarak perpindahan beban dengan relokasi area produksi dan penyimpanan.

Desain tempat kerja agar pekerja:

- Dapat memindahkan beban antara pinggang dan tinggi bahu, tinggi pinggang adalah sangat ideal
- Dapat memulai dan mengakhiri perpindahan material dengan tinggi yang sama.
- Tidak perlu memegang beban dengan postur yang aneh dan jangkauan yang panjang

Memberikan akses ke material dengan:

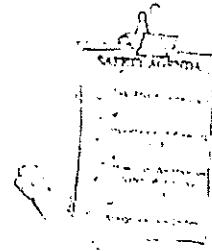
- Menyediakan meja kerja dan stasiun kerja lain
- Menyediakan alat angkut
- Menyingkirkan hal-hal yang tidak perlu

### Daftar Pustaka

- Kroemer, Karl; Kroemer, Hendrike; Kroemer, Katrin – Elbert (2001), *Ergonomics – How To Design For Ease And Efficiency 2<sup>nd</sup> Edition*, Prentice Hall International Series In Industrial And System Engineering, NY
- Mark S. Sanders, Ernest J. McCormick, *Human Factors in Engineering and Design*, Mc Graw-Hill Book Company, NY

## **BAB V**

# **DAFTAR PERIKSA ERGONOMI ERGONOMIC CHECKLIST**



### **1. Pengantar**

*Didasari adanya gap antara temuan penelitian ergonomi dan sulitnya difusi atau penerapannya di industri, maka IEA, ILO, OSHA dan berbagai lembaga sejenis merancang daftar periksa ergonomi sebagai alat bantu bagi industri dalam memperbaiki kondisi kerjanya. Telah diterapkan dan berhasil melakukan perbaikan kondisi kerja dengan biaya implementasi yang ringan. Mahasiswa dapat dilatih untuk menggunakan ergo check list dan mencoba melakukan audit industri dan hasilnya akan dipresentasikan.*

### **2. Tujuan Instruksional Umum**

*Setelah menyelesaikan Mata Kuliah ini mahasiswa TI semester 6 akan dapat melakukan ergonomic assessment terhadap industri juga memberikan saran sebagai solusi terhadap kondisi-kondisi tidak ergonomis di industri, melakukan perancangan produk, postur dan stasiun kerja sebagai penerapan ergonomi di industri*

### **3. Tujuan Instruksional Khusus**

*Jika ditugaskan untuk menilai suatu rantai produksi ataupun kantor mahasiswa TI semester 6 dapat menggunakan daftar periksa ergonomi untuk mengidentifikasi kondisi kerja yang tidak ergonomis di industri dan dapat memberikan rekomendasi menurut petunjuk perbaikan yang ada pada check list.*

## **4. Daftar Periksa Ergonomi, alat untuk mengevaluasi kondisi kerja**

### **4.1. Latar belakang munculnya checklist IEA dan ILO**

Penerapan program partisipasi untuk perbaikan kondisi kerja telah menyebar di berbagai negara. Ergonomi partisipasi memberikan keuntungan dalam area kerja. Program partisipasi menggunakan prinsip ergonomi memainkan peran penting dalam menjembatani perbedaan dalam dunia kerja. [Kogi, 1995, 1998; Kawakami et al., 1999; ILO, 2001]. Ergonomi partisipasi bermanfaat dalam mendapatkan model partisipasi yang jauh lebih tepat untuk memperbaiki kondisi ergonomi serta kesehatan dan keselamatan kerja. Kesadaran sedang tumbuh dalam dua hal, negara berkembang dan industri berkembang. Program ergonomi partisipasi berorientasi perbaikan langsung menghasilkan kesehatan

pada usaha kecil dan menengah serta pertanian. [Kawakami dan Kogi, 2001; Kogi et al., 2003]

Ciri-ciri umum dari partisipasi berorientasi perbaikan langsung dalam kerja digunakan pada Asian inter-country network ([www.win-asia.org](http://www.win-asia.org)) dilihat secara kritis untuk mengetahui prinsip-prinsip ergonomi yang akan digunakan untuk menjembatani perbedaan yang ada. Terdapat 3 aspek yang perlu diperhatikan untuk menghasilkan keluaran yang bermanfaat. (a) pelaksanaan dalam keseharian; (b) fokus pada perbaikan multi area berbiaya rendah; dan (3) *action-tool* menggunakan prinsip-prinsip ergonomi.

Ergonomi partisipasi memberikan perbaikan melalui program pengaplikasian prinsip-prinsip ergonomi yang memainkan peran penting. Banyak contoh-contoh praktek ergonomi yang telah dilaksanakan dipelbagai negara termasuk antara lain mengenai desain alat-alat tangan/perkakas, kereta/gerobak pengangkut barang, teknik menangani bahan-bahan berbahaya, bagaimana mengatur pekerja ditempat tetap, tempat kerja yang nyaman dan metoda-metoda untuk pekerja yang bekerja secara kelompok. Metode tersebut bertujuan melakukan perbaikan kondisi ergonomik serta kesehatan dan keselamatan kerja. Metode ergonomi partisipasi menggunakan *action checklist tools*. *Action checklist tools* disebut sebagai buku pedoman praktis ergonomik (BPPE). Buku tersebut dikeluarkan oleh Organisasi Perburuhan Internasional (ILO) dimana daftar periksa tersebut dimaksudkan untuk mengidentifikasi atau mendiagnosa penyakit atau masalah yang terjadi.

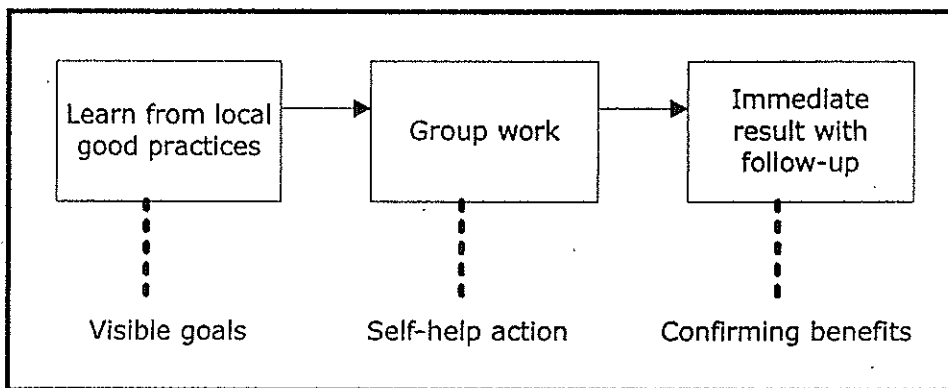
Kesadaran akan penggunaan ergonomi partisipasi dinegara-negara dan industri berkembang mulai tumbuh. Telah diaplikasikan dibeberapa negara asia tenggara seperti Malaysia, Philipina, Thailand dan Vietnam. Sebagai contoh, lebih dari 2000 sampel daftar periksa telah direncanakan di philipna selama tahun 1994-1997 dimana 80 % telah diaplikasikan. Di Thailand, 22 dari 63 perbaikan berada pada biaya \$ 0, 23 perbaikan kurang dari \$ 20 dan 18 perbaikan masih diatas \$20.

Akhir-akhir ini berkembang pemikiran kritis terhadap penerapan kesehatan dan keselamatan kerja pada industri kecil dan menengah. saat ini. Review atas penerapan K3 tersebut termasuk dalam jaringan "Work Improvement-Asia" atau perbaikan kerja di Asia. Review tersebut melibatkan rekanan lembaga diberbagai Negara di Asia. Seperti dapat dilihat dalam Tabel 2.1. program partisipasi berdasarkan metode WISE (perbaikan kerja di industri kecil) sedikit demi sedikit menyebar menuju tujuan lain.

**Tabel 4.1. Pelatihan partisipasi berorientasi aksi di jaringan sejak Tahun 1990an**

<b>WISE</b>	- Small enterprises ( since 1985) (Philippines, Thailand, Vietnam, Japan, etc.)
<b>WIND</b>	- Agriculture (since 1996) (Vietnam, Thailand, Philippines, etc.)
<b>WISH</b>	- Home Workers (Since 2002) (Thailand, Vietnam)
<b>POSITIVE</b>	- Trade unions (since 1994) (Pakistan, Bangladesh, Mongolia, Thailand, Philippines, Nepal, China, Vietnam)

Sumber : [Kogi, 2005, Hal.32]



**Gambar 4.1. Tahapan partisipasi yang biasa di pakai [Kogi, 2005, Hal.32]**

Termasuk program WIND (perbaikan kerja pada pengembangan pertanian) untuk petani, WISH (perbaikan kerja pada rumah aman) untuk rumah pekerja dan POSITIVE (partisipasi berorientasi pada perbaikan keselamatan oleh inisiatif persekutuan negara).prinsip dalam partisipasi dapat dilihat dalam Gambar 2.1. Pendekatan partisipasi dalam kesehatan dan keselamatan kerja digunakan untuk mengetahui dua hal sebagai berikut :

1. aktifitas yang efektif yang dapat dilakukan pada area kecil
2. Bagaimana kita dapat mengambil keuntungan yang positif dari karakteristik are kecil.

Tahapan dalam ergonomi partisipasi telah membawa pada banyak perbaikan nyata dalam berbagai area teknis ternasuk material handling, stasiun kerja ergonomi, lingkungan fisik dan organisasi kerja. Banyak perbaikan yang telah diraih pada biaya rendah. Beberapa karakteristik umum perbaikan yang telah dilakukan melalui program-program yang terdaftar dalam tabel 2.2.

Tabel 4.2. Karakteristik-karakteristik umum perbaikan yang diimplementasikan dalam industri kecil

Technical areas	- Covering multiple technical areas including materials storage and handling, workstations, machine and tool safety, physical environment, welfare facilities and organization (WIND, community cooperation is further covered).
Cost and types	- Mostly simple and low-cost types of improvement in each technical area
Selection process	- Voluntarily selected by means of joint walkthroughs and small group discussions
Implementation	- Generally implemented rapidly

Sumber : [Kogi, 2005, Hal.32]

Tabel 4.3. Biaya perbaikan yang telah dilakukan pada industri kecil [Kogi, 2005, Hal.33]

WISE (Thailand)	Zero	<US\$ 20	>US\$ 20
Material handling	4	1	4
Workstations	4	6	1
Environment	10	9	6
Welfare facilities	4	7	7
WIND (Vietnam)	Zero	<US\$ 10	>US\$ 10
Material handling	9	11	4
Workstations	10	13	0
Environment	3	8	14
Welfare facilities	6	5	5

Sumber : [Kogi, 2005, Hal.33]

Karakteristik-karakteristik diatas alasan utama kesuksesan penerapan ergonomi partisipasi dalam industri kecil. Ada 3 alasan utama : (1) target realistis dicapai melalui aksi perbaikan; (2) secara bertahap menghasilkan solusi berbiaya rendah; (3) konsisten dijalankan oleh fasilitator terlatih. Manfaat dari mendapatkan solusi berbiaya rendah terdokumentasi di semua program yang diamati. Hal ini dibuktikan secara umum dalam perbaikan berbiaya rendah yang dicapai oleh program WISE dan WIND ditunjukkan dalam tabel 2.3. Dan untuk 3 tipe *training-tools* dapat dilihat di Tabel 2.4. yang didapat dari adaptasi industri kecil. Antara lain sampel lokal, *action checklist* dan ilustrasi *action guides*.

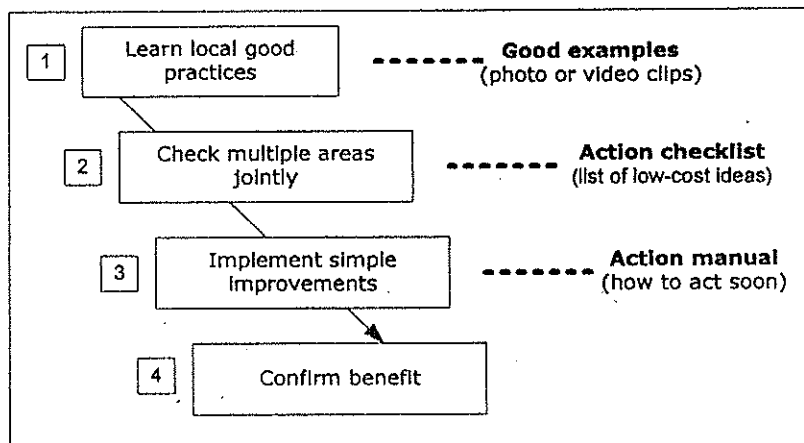
Program-program ini berlaku universal dan bermanfaat bila menggunakan *local good example* dalam berbagai area teknis, *action checklist* dengan perhatian penuh pada perbaikan berbiaya rendah serta metode kelompok kerja yang berfokus pada implementasi

perbaikan dengan cepat. Kemudian tahapan pelatihan dalam program diamati secara cermat dan efektif penggunaan *groups work tools*, ditunjukkan dalam gambar 2.2. sedangkan gambar 2.3. merupakan contoh tipe perbaikan berbiaya rendah pada beberapa negara di Asean.

Tabel 4.4. Tiga tipe *group work tool* digunakan untuk fasilitas berbiaya rendah

Group work tools	Main function
Local good examples	Learn low-cost improvement using local resources
Action checklist	Quickly identify practicable solutions in multiple technical areas
Illustrated action guides	Help people agree on priorities by examining different options

Sumber : [Kogi, 2005, Hal.33]



Gambar 4.2. Tahapan kelompok kerja Wise yang dikaitkan dengan penggunaan *group work tool*

[Kogi, 2005, Hal.32]



Gambar 4.19. Perbaikan berbiaya rendah dicapai melalui program partisipasi dengan cara berbeda.

[Kogi, 2006, Hal.1]



(c) Ketinggian siku dengan ventilasi, keamanan mesin dan tempat penyimpanan pestidida (WIND)



(d) Sabuk keselamatan (WISCON), pencahayaan dengan kipas dan pelindung panas (WISH, Thailand)



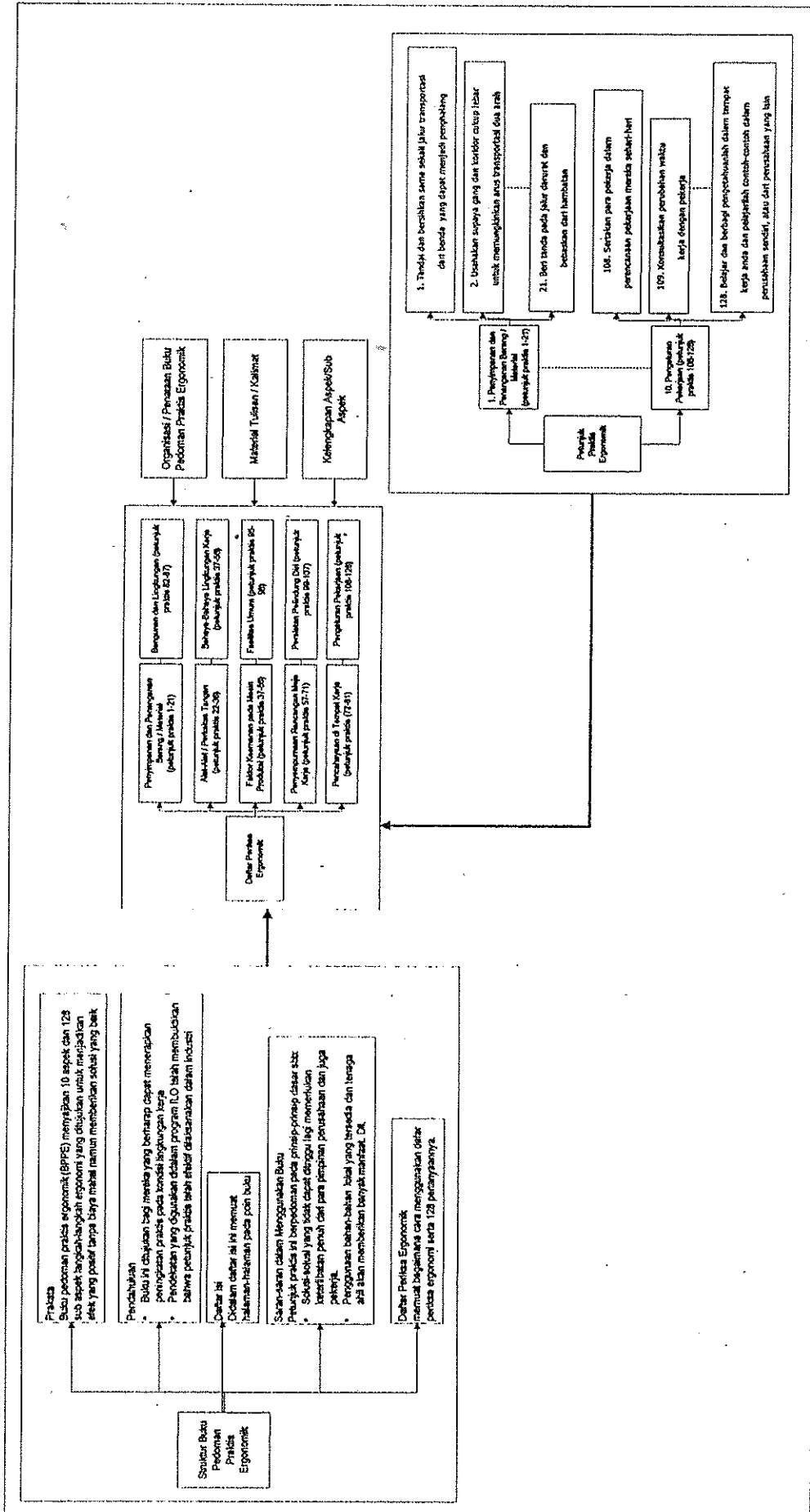
(e) Chute gravitasi, pojok istirahat dan tempat sampah terpisah (POSITIVE)

Gambar 4.3. Lanjutan

#### 4.2. Bagian-bagian checklist dan cara menggunakannya

Buku pedoman praktis ergonomik merupakan hasil kerjasama International Labour Office (ILO) dan International Ergonomics Association (IEA). Didalam buku pedoman tersebut terdapat 10 aspek dengan 128 sub aspek ergonomi. 10 aspek tersebut antara lain :

1. Penyimpanan dan Penanganan Barang / Material
2. Alat-alat / Perkakas Tangan
3. Faktor Keamanan pada Mesin Produksi
4. Penyempurnaan Rancangan Meja Kerja
5. Pencahayaan di Tempat Kerja
6. Bangunan dan Lingkungan
7. Bahaya-bahaya Lingkungan Kerja
8. Fasilitas Umum
9. Peralatan Pelindung Diri
10. Pengaturan Pekerjaan



Gambar 4.4 Kerangka Buku Pedoman Praktis Ergonomik (BPPE)

## Latihan

1. Apa latar belakang munculnya ergonomi check list ?
2. Ada berapa bagian buku daftar periksa ergonomi dari DK3N ?

## Jawaban

1. Menjembatani adanya perbedaan kesadaran untuk memperbaiki kondisi kerja antara negara maju (Eropa dan Amerika) dan negara berkembang (Asia Afrika) dan menjadikan hasil-hasil riset ergonomi mudah diserap oleh industri untuk diaplikasikan.
2. Ada 3 bagian yaitu : Petunjuk Penggunaan Buku, Isi atau Daftar Periksa terdiri atas 128 pertanyaan dan ketiga adalah Petunjuk Pelaksanaan Perbaikan yang menjawab solusi untuk 128 pertanyaan jika ditemukan kondisi yang perlu diperbaiki.

## Rangkuman

*Ergonomi check list untuk industri manufaktur terdiri atas 10 aspek dengan 128 daftar periksa, sebagian besar tentang material handling. Penerapan check list di industri kecil dan menengah di berbagai negara Asia cukup berhasil. Perbaikan terus-menerus hanya dapat dilakukan dengan ergonomi partisipatif sehingga pekerja dan manajemen mempunyai kesadaran yang tinggi untuk melakukan perbaikan bersama.*

## Test Formatif

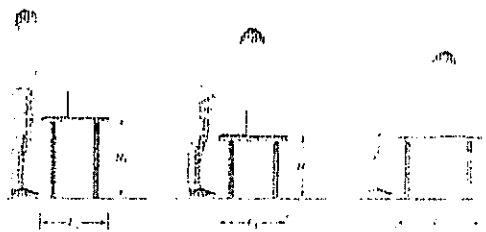
Coba lakukan audit terhadap sebuah industri menengah sektor manufaktur dengan menerapkan daftar periksa ergonomi kemudian buatlah juga daftar rekomendasi perbaikannya. Tulis dalam laporan lengkap dengan dokumentasi kondisi.

## Daftar Pustaka

- Davis, Keith and John W. Newstrom, **Human Behaviour At Work : Organizational Behaviour**, eight edition, McGraww-Hill, New York. 1989.
- Hendrick, Hal W. and Brian M. Kleiner (2001), **Macroergonomics : An Introduction to Work System Design, Human Factors and Ergonomics Society**, Santa Monica. 2000.
- Tim Penterjemah Dewan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Nasional (DK3N).: **Pedoman Praktis Ergonomik : petunjuk yang mudah diterapkan dalam meningkatkan keselamatan, kesehatan dan kondisi kerja.** ILO. Genewa. 2000.

- Kogi, K. **Work Improvement and Occupational safety and health system: common features and research needs.** *Industrial Health* 2002, 40, 121-133
- Kogi, K. **Roles of Basics Participatory Ergonomics in Bridging Gaps in Improving Small Workplaces.** *Proceeding Seaes IPS.* 2005
- Kogi, K. **Advances in Participatory Occupational Health Aimed at Good Practices in Small Enterprises and the Informal Sector.** *Industrial Health.* 2006, 44, 31-44.
- Takeyama, H. dkk. **A Case Study on Evaluations of Improvements Implemented by Wise Projects in the Philippines.** *Industrial Health* 2006, 44, 53-57.

## **BAB VI POSTUR KERJA**



### **1. Pengantar**

*Bab ini berisi penjelasan tentang berbagai macam postur dari anggota tubuh yang digunakan untuk bekerja, terutama tangan dan badan. Kemudian dijelaskan berbagai metode untuk menilai postur kerja seperti OWASH, RULA, REBA dan QEC serta prinsip – prinsip perancangan postur kerja agar diperoleh gaya minimal pada muskuloskeletal*

### **2. Tujuan Instruksional Umum**

*Setelah menyelesaikan Mata Kuliah ini mahasiswa TI semester 6 akan dapat melakukan ergonomic assessment terhadap industri juga memberikan saran sebagai solusi terhadap kondisi-kondisi tidak ergonomis di industri, melakukan perancangan produk, postur dan stasiun kerja sebagai penerapan ergonomidi industri*

### **3. Tujuan Instruksional Khusus**

*Mahasiswa TI semester 6 dapat melakukan penilaian postur kerja dengan software OWASH dan jika diberikan contoh kasus postur kerja yang buruk dapat memberikan rekomendasi perbaikan sistem kerja untuk memperbaiki postur kerja.*

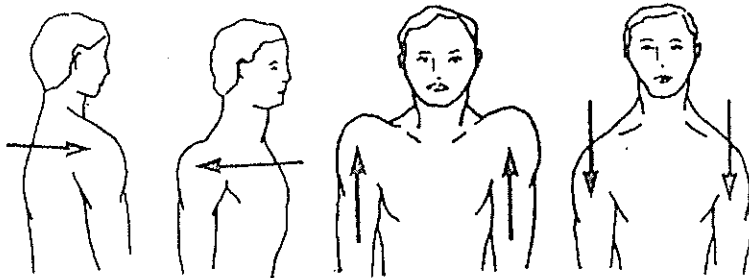
#### 4. Postur dan Pergerakan Kerja

Postur kerja merupakan pengaturan sikap tubuh saat bekerja. Sikap kerja yang berbeda akan menghasilkan kekuatan yang berbeda pula. Pada saat bekerja sebaiknya postur dilakukan secara alamiah sehingga dapat meminimalisasi timbulnya cedera muscoluskeletal. Kenyamanan tercipta bila pekerja telah melakukan postur kerja yang baik dan aman.

##### 4.1. Jangkauan Gerakan Anggota Tubuh Bagian Atas (*Upper Limb*)

###### Korset Bahu

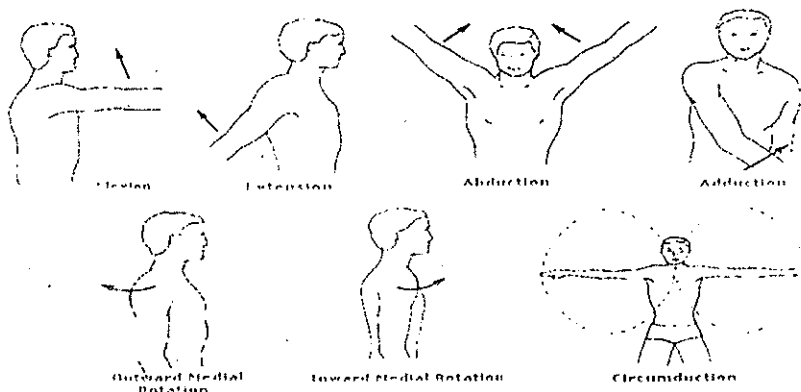
Korset bahu memiliki jangkauan gerakan normal meliputi : elevasi, depresi, adduksi dan abduksi.



Gambar 6. 1 Jangkauan gerakan korset bahu

###### Persendian Bahu

Persendian bahu memiliki jangkauan gerakan normal meliputi : fleksi, ekstensi, adduksi, abduksi dan rotasi medial.

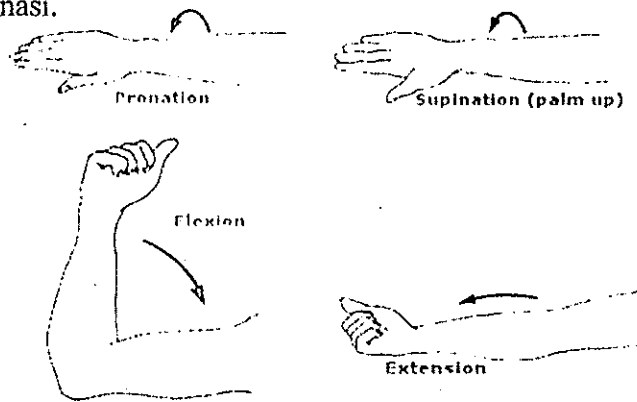


Gambar 6. 2 Jangkauan gerakan persendian bahu

*Flexion* adalah gerakan dimana sudut antara dua tulang terjadi pengurangan. *Extension* adalah gerakan merentangkan (*stretching*) dimana terjadi peningkatan sudut antara dua tulang. *Abduction* adalah pergerakan menyamping menjauhi dari sumbu tengah (*the median plane*) tubuh. *Adduction* adalah pergerakan ke arah sumbu tengah tubuh (*the median plane*). *Rotation* adalah gerakan perputaran bagian atas lengan atau kaki depan

### Persendian Siku

Persendian siku memiliki jangkauan gerakan normal meliputi : fleksi, ekstensi, pronasi dan supinasi.



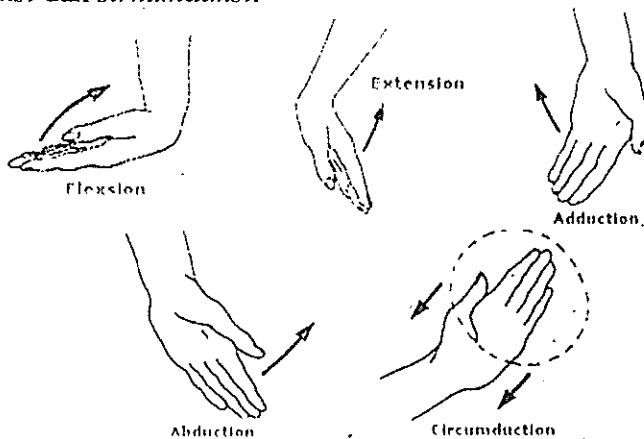
Gambar 6. 3 Jangkauan gerakan persendian siku

*Pronation* adalah perputaran bagian tengah (menuju kedalam) dari anggota tubuh.

*Supination* adalah perputaran ke arah samping (menuju keluar) dari anggota tubuh.

### Persendian Pergelangan Tangan

Persendian siku memiliki jangkauan gerakan normal meliputi : *fleksi*, *ekstensi*, *adduksi*, *abduksi* dan *sirkumduksi*.



Gambar 6. 4 Jangkauan gerakan pergelangan tangan

## 6.2. Low Back Pain

Tulang belakang rentan terhadap tekanan pada postur. Otot yang panjang di belakang, diketahui sebagai kelompok *erector spinae*, yang sangat penting untuk proses pengangkatan dan dalam mendukung berat tubuh bagian atas jika tubuh mencondongkan ke depan. Semenjak mereka sejajar lebih banyak atau lebih sedikit terhadap kolom tulang belakang, dan tekanan pada otot ini akan mendesak penekanan yang sama dan berlawanan di tulang belakang.

Rasa sakit pada daerah bagian bawah punggung adalah salah satu sumber ketidaknyamanan dalam bekerja yang paling umum. Sumber rasa sakit dapat berasal dari ligamen posterior dan jaringan lunak lainnya. Hal tersebut dapat karena teriritasi oleh trauma mekanis yang terjadi karena kerusakan atau penurunan struktur tulang. Tekanan pada akar persyarafan juga dapat menjadi sumber rasa sakit. *Kumar* (1990) telah menunjukkan bahwa beban mekanis merupakan faktor resiko yang dapat menyebabkan sakit punggung bagian bawah.

Bagaimanapun juga, rasa sakit pada punggung bagian bawah dapat terjadi karena sebab yang sangat berbeda dan dari struktur yang sama sekali tidak berkaitan seperti ginjal. Sakit punggung bawah dan bahu merupakan permasalahan utama di dunia industri. Seringnya, rasa sakit merupakan bentuk yang akut dan dikarenakan oleh kelelahan otot. Tipe rasa sakit ini biasanya berkurang jika penderita beristirahat. Banyak peneliti sekarang mengakui bahwa masalah kesehatan seringkali terjadi dan disebabkan oleh aktivitas sehari-hari. *Gilad dan Kirschenbaum* (1988) memeriksa sakit punggung pada berbagai variasi pekerjaan. Rasa sakit punggung yang lebih ditemukan pada kelompok yang bekerja dengan posisi tubuh yang tidak biasa atau dengan badan condong ke depan ketika berdiri atau duduk. Rasa sakit punggung yang berlangsung lama dihubungkan dengan gerakan tulang belakang ke depan, menyamping serta berputar. Rasa sakit merata meningkat jika postur yang tidak netral ditahan lebih dari 10% dari siklus kerja, sehingga postur semacam itu harus dihilangkan dari siklus kerja atau diminimalkan.

## 6.3 Metode Pengukuran Postur

### 6.3.1 OWAS

Metode OWAS digunakan untuk menganalisa *postural stress* di berbagai bidang pekerjaan. OWAS merupakan suatu metode untuk mengevaluasi beban postur saat melakukan kerja. Metode OWAS didasarkan pada klasifikasi yang sistematis dan simpel

dari postur kerja dan kombinasi dari penugasan suatu pekerjaan. Metode ini dapat diterapkan pada :

- Pengembangan tempat kerja atau metode kerja untuk mengurangi beban otot dan tulang (*musculoskeletal*) dan menjadikannya agar lebih aman dan produktif.
- Merencanakan tempat kerja atau metode kerja yang baru
- Survey ergonomi
- Survey dalam bidang kesehatan
- Penelitian

(Brinkhoff, 2003, Hal.33)

Tabel 6.1 Kode OWAS

Bagian Tubuh	Kode OWAS	Deskripsi Postur
Punggung	1	Lurus
	2	Membungkuk
	3	Berputar
	4	Membungkuk dan berputar
Tangan	1	Kedua tangan dibawah bahu
	2	Salah satu tangan diatas dari bahu
	3	Kedua tangan diatas dari bahu
Kaki	1	Duduk
	2	Berdiri dengan kedua kaki
	3	Berdiri dengan 1 kaki
	4	Berdiri dengan kedua kaki ditebuk
	5	Berdiri dengan salah satu kaki ditebuk
	6	Berlutut
	7	Berjalan
Beban	1	Kurang dari 10 kg
	2	Lebih dari 10 kg tapi kurang dari 20 kg
	3	Lebih dari 20 kg

(<http://www.hse.gov.uk/msdrisk.htm>)

Berikut ini akan dijelaskan langkah-langkah menggunakan *software* OWAS untuk menganalisa postur kerja. Pertama-tama sebelum memulai observasi, terlebih dahulu kita masukkan informasi mengenai perusahaan (*company*), departemen, pekerjaan yang akan dianalisa (*work to be studied*) dan seterusnya seperti yang terlihat pada gambar 6.5 berikut :

Background Information

Company: CV. Citra Jepara [OK]

Department: Pengampelasan [Cancel]

Work to be studied: Postur Mengampelas

Observer: Dhany

Date: 4 Desember 2006 [Set Date]

Time: 11.00 [Set Time]

Time Interval in seconds: 30

Gambar 6.5 Informasi Latar Belakang (*Background Information*) Yang Dianalisa

Setelah memasukkan data – data informasi yang akan dianalisa tersebut, langkah selanjutnya adalah menentukan fase kerja. Satu pekerjaan dapat dibagi menjadi beberapa fase kerja. Hal ini akan memungkinkan analisa pekerjaan secara keseluruhan maupun fase demi fase. OWAS membagi kerja dalam 10 fase kerja. Fase kerja diberi nomor dari 0 sampai dengan 9.

Workphase

Workphase 0: Mengampelas (a) [OK]

Workphase 1: Mengampelas (b) [Cancel]

Workphase 2: Mengampelas (c)

Workphase 3: Mengampelas (d)

Workphase 4: Mengampelas (e)

Workphase 5: Mengampelas (f)

Workphase 6: Mengampelas (g)

Workphase 7: Mengampelas (h)

Workphase 8: Mengampelas (i)

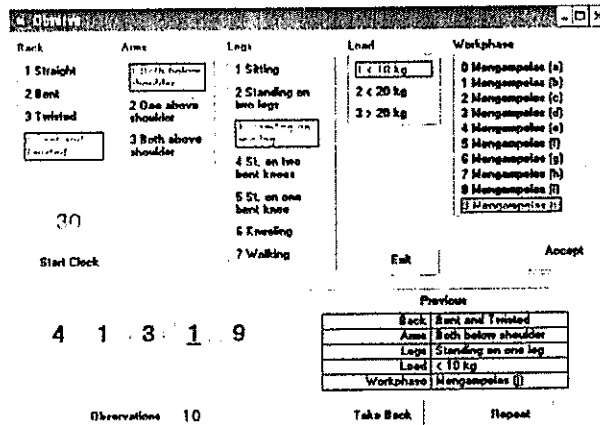
Workphase 9: Mengampelas (j)

Gambar 6.6 Pembagian Kerja Dalam Fase Kerja

Selanjutnya seperti yang terlihat pada gambar 2.5 dibawah ini adalah tahap observasi. Pada tahap ini terdapat kode OWAS untuk postur kerja, berat beban dan fase kerja berdasarkan metode OWAS. Observasi dibedakan dalam 5 nomor kode, yaitu:

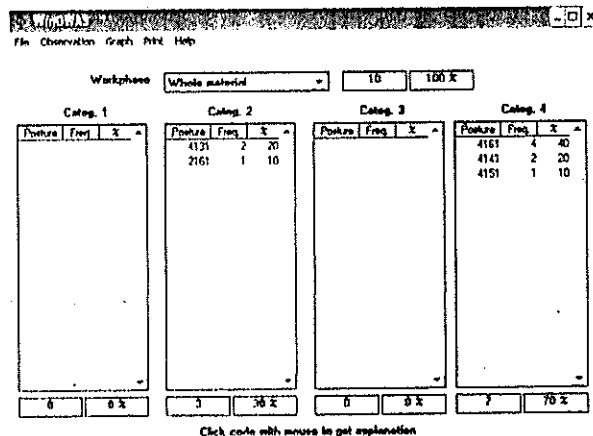
1. Pertama merupakan kode untuk postur punggung (nomor kode dari 1 – 4)
2. Kedua merupakan kode untuk postur tangan (nomor kode dari 1 – 3)
3. Ketiga merupakan kode untuk postur kaki (nomor kode dari 1 – 7)

4. Keempat merupakan kode untuk beban (nomor kode dari 1 – 3)
5. Kelima merupakan nomor dari fase kerja yang dianalisa



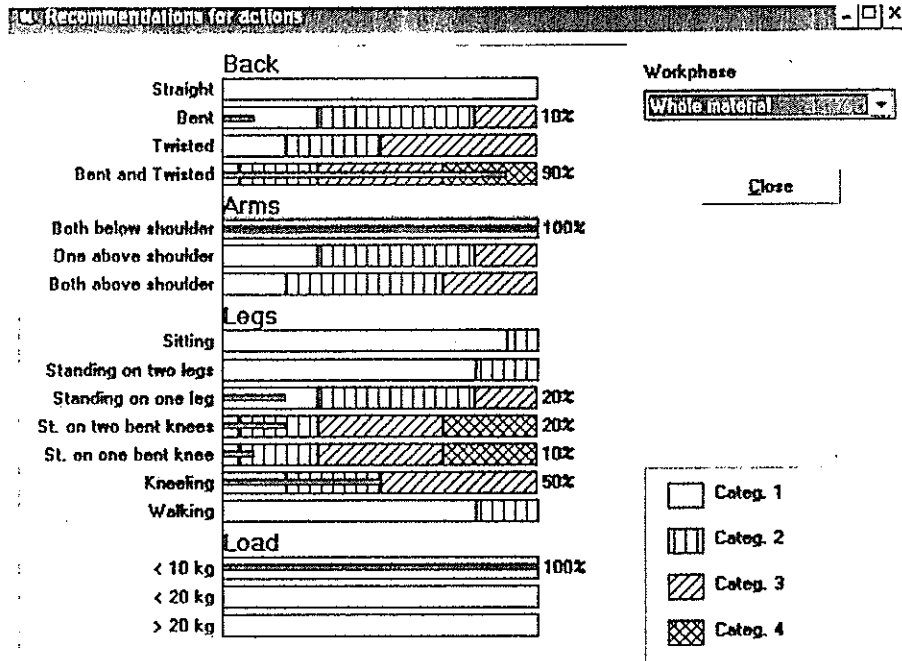
Gambar 6.7 Tahapan Observasi

Setelah seluruh data input dimasukkan, langkah selanjutnya adalah menekan tombol “Exit” sehingga dapat kita lihat hasil pengelompokan fase kerja berdasarkan kategorinya seperti yang terlihat pada gambar 2.6 dibawah ini :



Gambar 6.8 Hasil Pengelompokan Fase Kerja Berdasarkan Kategorinya

Setelah kita mengetahui hasil pengelompokannya, langkah selanjutnya adalah dengan memilih rekomendasi tindakan dari menu *graph* dan akan diperoleh tampilan yang menunjukkan kategori tindakan dalam bentuk grafik. Hasil dari observasi dapat dianalisa secara keseluruhan maupun terpisah secara fase kerja. Panjang dari batang dalam grafik menunjukkan kategori tindakan. Gambarnya dapat kita lihat pada gambar 6.9 dibawah ini :



Gambar 6.9 Rekomendasi Tindakan

Berdasarkan kategori tindakan yang diperoleh, maka dapat dilakukan perbaikan yang akan meningkatkan postur kerja sehingga resiko cedera otot dan tulang dapat dikurangi.

### 6.3.2. REBA

REBA atau *Rapid Entire Body Assessment* dikembangkan oleh Dr. Sue Hignett dan Dr. Lynn McAtamney yang merupakan ergonom dari universitas di Nottingham (*University of Nottingham's Institute of Occupational Ergonomics*). Pertama kali dijelaskan dalam bentuk jurnal aplikasi ergonomi pada tahun 2000.

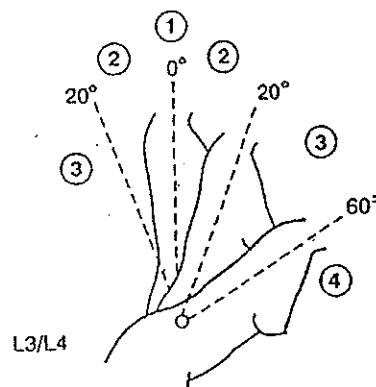
*Rapid Entire Body Assessment* (REBA) adalah sebuah metode yang dikembangkan dalam bidang ergonomic dan dapat digunakan secara tepat untuk menilai posisi kerja atau postur leher, punggung, lengan, pergelangan tangan dan kaki seorang operator. Selain itu metode ini juga dipengaruhi oleh faktor *coupling*, beban eksternal yang ditopang oleh tubuh serta aktivitas pekerja. Penilaian dengan menggunakan *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) tidak membutuhkan waktu lama untuk melengkapi dan melakukan *scoring general* pada daftar aktivitas yang mengindikasikan perlu adanya pengurangan resiko yang melibatkan postur kerja operator

Penilaian menggunakan metode REBA yang telah dilakukan oleh Dr. Sue Hignett dan Dr. Lynn McAtamney melalui tahapan-tahapan sebagai berikut :

➤ **Tahap 1 : Pengambilan data postur pekerja dengan menggunakan bantuan video atau foto.**

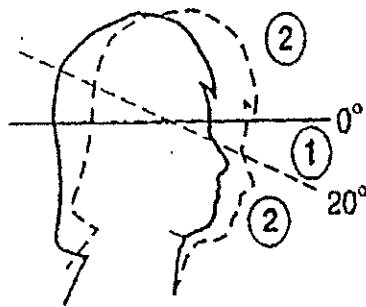
➤ **Tahap 2 : Penentuan sudut-sudut dari bagian tubuh pekerja.**

Setelah didapatkan hasil rekaman dan foto postur tubuh dari pekerja dilakukan perhitungan besar sudut dari masing-masing segmen tubuh yang meliputi punggung (batang tubuh), leher, lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan dan kaki. Pada metode REBA segmen-segmen tubuh tersebut dibagi menjadi dua kelompok, yaitu grup A dan grup B. Grup A meliputi punggung (batang tubuh), leher dan kaki. Sementara grup B meliputi lengan atas, lengan bawah dan pergelangan tangan. Dari data sudut segmen tubuh pada masing-masing grup dapat diketahui skornya, kemudian dengan skor tersebut digunakan untuk melihat table A untuk grup A dan table B agar diperoleh skor untuk masing-masing tabel.



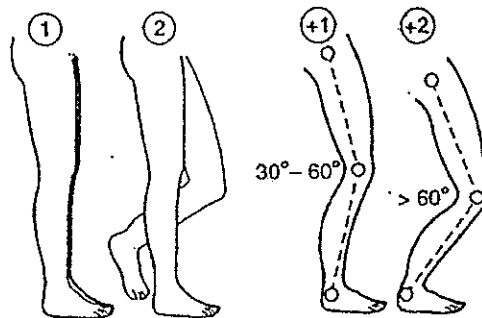
Gambar 6. 10 Range pergerakan punggung

Pada gambar 5.10 menunjukkan jangkauan gerakan batang tubuh, pergerakan ini dibagi menjadi 4 range yang pertama pergerakan tegak alamiah dengan skor 1, pergerakan 0° sampai dengan 20° *flexion dan extension* dengan skor 2, pergerakan antara 20° sampai dengan 60° *flexion* dan kurang dari 20° *extension* dengan skor 3, pergerakan lebih dari 60° dengan skor 4. penentuan sudutnya didapat antara sumbu vertikal batang tubuh dengan sumbu horizontal dengan pusat titik sudut di pinggul. Adapun perubahan skornya, jika batang tubuh memutar/miring kesamping maka skor postur ditambah 1.



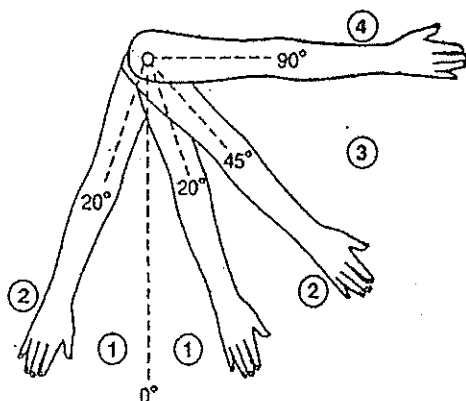
Gambar 6.11 Range pergerakan leher

Untuk pergerakan leher yang terlihat pada gambar 2.20 diatas, jangkauan pergerakannya dibagi menjadi 2 range yaitu antara 0 sampai dengan 20° *flexion* dengan skor 1, pergerakan lebih dari 20° *flexion dan extension* dengan skor 2. Apabila pada pergerakan leher terjadi gerakan memutar/miring kesamping maka skor postur ditambah 1.



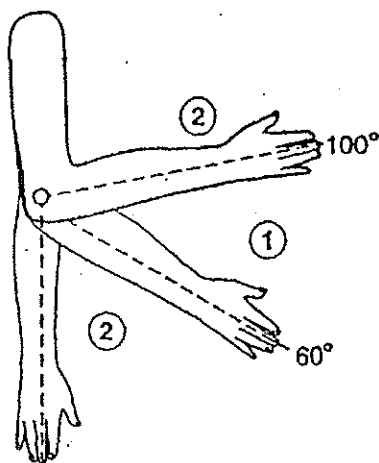
Gambar 6.12 Range pergerakan kaki

Gambar 5.12 diatas menunjukkan range pergerakan kaki, pada pergerakan kaki dibagi menjadi 2 range, range yang pertama apabila kaki tertopang, bobot tersebar merata, jalan/duduk maka skornya 1, untuk range yang kedua kaki tidak tertopang, bobot tidak tersebar merata, postur tidak stabil maka skornya 2. Adapun perubahan skornya, apabila kaki memutar/miring kesamping skor postur ditambahkan 1, jika lutut bersudut antara 30° sampai dengan 60° *flexion* skor postur ditambah 1 dan jika lutut bersudut lebih dari 60° *flexion* (tidak ketika duduk) maka skor postur ditambah 2.



Gambar 6.13 Range pergerakan lengan atas

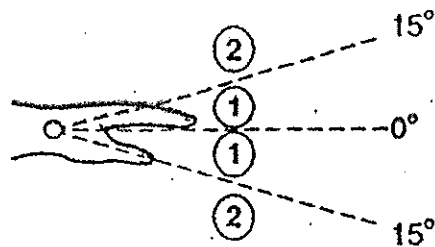
Seperti yang terlihat pada gambar 5.13 pergerakan lengan atas dibagi menjadi ada 4 range, yang pertama pergerakan  $20^\circ$  extension sampai dengan  $20^\circ$  flexion dengan skor 1, kedua pergerakan lebih dari  $20^\circ$  extension dan antara  $20^\circ$  sampai dengan  $45^\circ$  flexion dengan skor 2, untuk yang ketiga anatar  $45^\circ$  sampai dengan  $90^\circ$  flexion dengan skor 3 dan untuk yang keempat lebih dari  $90^\circ$  flexion diberi skor 4. Untuk perubahan skornya, apabila posisi lengan *abducted/rotated* dan bahu ditinggikan maka perubahan skornya ditambah 1, jika lengan bersandar/bobot lengan ditopang atau sesuai gravitasi perubahan skornya dikurangi 1.



Gambar 6.14 Range pergerakan lengan bawah

Untuk pergerakan lengan bawah seperti yang tampak pada gambar 5.14 , dalam menentukan besarnya sudut gerakan, titik sudut berada pada siku dan sudut  $0^\circ$  didapat dengan menarik garis lurus sesuai dengan gerakan lengan atas/lengan tangan posisi lurus. Pergerakan lengan bawah ini di bagi menjadi 2 range yaitu pergerakan antara  $60^\circ$  sampai dengan  $100^\circ$  flexion dengan skor pergerakan 1 sedangkan pergerakan lebih dari  $60^\circ$  flexion

atau kurang dari 100° *extension* skornya 2. Dalam pergerakan lengan bawah ini tidak ada perubahan skor.



Gambar 6.15 Range pergerakan pergelangan tangan

Gambar 5.15 menunjukkan range pergerakan pergelangan tangan, pada pergerakan pergelangan tangan ini apabila sudut yang terbentuk 0°, maka pergerakan pergelangan tangan dikatakan normal, pada pergerakan pergelangan tangan ini di bagi menjadi 2 range yaitu pergerakan antara 0° sampai dengan 15° *flexion* atau *extension* dengan skor pergerakan 1 sedangkan pergerakan lebih dari 15° *flexion* atau *extension* skornya 2, apabila pergelangan tangan menyimpang atau berputar maka perubahan skornya ditambah 1.

Setelah menentukan skor dari tiap-tiap pergerakan tubuh, selanjutnya hasil skor tersebut digunakan untuk mengetahui skor pada tabel A dan tabel B seperti yang terlihat pada tabel 2.7 dan tabel 2.8. Skor pada tabel A dan tabel B diperoleh dengan cara menarik/mempertemukan kolom dengan baris sesuai dengan skor pergerakan tubuh yang telah diperoleh.

Tabel 6.2 Tabel A

		Punggung				
		1	2	3	4	5
Leher = 1	Kaki					
	1	1	2	2	3	4
	2	2	3	4	5	6
	3	3	4	5	6	7
	4	4	5	6	7	8
Leher = 2	Kaki					
	1	1	3	4	5	6
	2	2	4	5	6	7
	3	3	5	6	7	8
	4	4	6	7	8	9
Leher = 3	Kaki					
	1	3	4	5	6	7
	2	3	5	6	7	8
	3	5	6	7	8	9
	4	6	7	8	9	9

Tabel 6.3 Tabel B

		Lengan Atas					
		1	2	3	4	5	6
Lengan bawah=1	Pergelangan						
	1	1	1	3	4	6	7
	2	2	2	4	5	7	8
	3	2	3	5	5	8	8
Lengan bawah=2	Pergelangan						
	1	1	2	4	5	7	8
	2	2	3	5	6	8	9
	3	3	4	5	7	8	9

Selanjutnya dari hasil skor yang diperoleh dari tabel A dan tabel B digunakan untuk melihat tabel C seperti yang terlihat pada tabel 2.9, sehingga didapatkan skor dari tabel C. Hasil dari skor tabel C tersebut kemudian akan ditambahkan dengan *activity score* (skor aktivitas pekerjaan) untuk menentukan skor REBA.

Tabel 6.4 Tabel C

		Skor A											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Skor B	1	1	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12
	2	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
	3	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
	4	2	3	3	4	5	7	8	9	10	11	11	12
	5	3	4	4	5	6	8	9	10	10	11	12	12
	6	3	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12	12
	7	4	5	6	7	8	9	9	10	11	11	12	12
	8	5	6	7	8	8	9	10	10	11	12	12	12
	9	6	6	7	8	9	10	10	10	11	12	12	12
	10	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
	11	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
	12	7	8	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12

➤ **Tahap 3 : Penentuan berat benda yang diangkat, *coupling* dan aktivitas pekerja.**

Selain skoring pada masing-masing segmen tubuh, faktor lain yang perlu disertakan adalah berat beban yang diangkat, *coupling* dan aktivitas pekerjaannya. Masing-masing faktor tersebut juga mempunyai kategori skor. Untuk faktor berat beban yang diangkat mempunyai 3 range dengan satu perubahan skor, range yang pertama untuk beban lebih dari 5 kg skor yang diberikan 0, range kedua apabila beban antara 5 kg sampai dengan 10 kg skornya 1, range ketiga jika beban lebih dari 10 kg maka skor yang diberikan 2, untuk perubahan skornya ditambah 1, apabila penambahan beban dilakukan secara tiba-tiba atau secara cepat.

Untuk penentuan skor *coupling* range pertama diberi skor 0 (*good*) apabila pegangan pas dan tepat ditengah/genggaman kuat, range kedua diberi skor 1 (*fair*) jika

pegangan tangan bisa diterima tapi tidak ideal atau *coupling* lebih sesuai digunakan oleh bagian lain dari tubuh, untuk range yang ketiga diberi skor 2 jika pegangan tangan tidak bisa diterima walaupun memungkinkan. Apabila pegangan dipaksakan gengaman yang tidak aman, tanpa pegangan *coupling* tidak sesuai digunakan oleh bagian lain dari tubuh maka skornya ditambahkan 1

Untuk aktivitas pekerjaan skor ditambahkan 1, apabila satu atau lebih bagian tubuh statis dan ditahan lebih dari 1 menit, terjadi pengulangan gerakan dalam rentang waktu singkat dan diulang lebih dari 4 kali per menit (tidak termasuk berjalan), serta gerakan yang menyebabkan perubahan atau pergeseran postur yang cepat dari posisi awal.

➤ **Tahap 4 : Perhitungan nilai REBA untuk postur yang bersangkutan**

Setelah didapatkan skor dari tabel A kemudian dijumlahkan dengan skor untuk berat beban yang diangkat sehingga didapatkan nilai bagian A. Sementara skor dari tabel B dijumlahkan dengan skor dari tabel *coupling* sehingga didapatkan nilai bagian B. Dari nilai bagian A dan bagian B digunakan untuk mencari nilai bagian C dari tabel C yang ada.

Nilai REBA didapatkan dari hasil penjumlahan nilai bagian C dengan nilai aktivitas pekerja. Dari nilai REBA tersebut dapat diketahui level resiko pada *muscolusceletal* dan tindakan yang perlu dilakukan untuk mengurangi resiko serta perbaikan kerja. Untuk lebih jelasnya, alur cara kerja dengan menggunakan metode REBA serta level resiko yang terjadi dapat dilihat pada gambar 2.12 berikut ini :

Tabel 6.5 Level resiko dan tindakan

Action Level	Skor REBA	Level Resiko	Tindakan Perbaikan
0	1	Bisa diabaikan	Tidak perlu
1	2 - 3	Rendah	Mungkin perlu
2	4 - 7	Sedang	Perlu
3	8 - 10	Tinggi	Perlu segera
4	11 - 15	Sangat tinggi	Perlu saat ini juga

Dari tabel resiko diatas dapat diketahui nilai REBA yang didapat dari hasil perhitungan sebelumnya dapat diketahui level resikonya yang terjadi dan perlu atau tidaknya tindakan dilakukan untuk perbaikan. Perbaikan mkerja yang mungkin dilakukan antara lain berupa perancangan ulang peralatan/fasilitas kerja berdasarkan prinsip-prinsip ergonomi.

### 6.3.3. RULA

RULA adalah sebuah metode untuk menilai postur, gaya dan gerakan suatu aktivitas kerja yang berkaitan dengan penggunaan anggota tubuh bagian atas (*upper limb*). Metode ini dikembangkan untuk menyelidiki resiko kelainan yang akan dialami oleh seorang pekerja dalam melakukan aktivitas kerja yang memanfaatkan anggota tubuh bagian atas (*upper limb*).

### 6.3.4. QEC

QEC adalah suatu metode untuk menilai postur dan pergerakan tubuh kerja. QEC dapat mengevaluasi posisi dari beberapa bagian tubuh yaitu punggung, bahu/ lengan bagian atas, pergelangan tangan/ tangan, dan leher. Metode QEC akan memberikan penilaian dengan skala empat level tingkat bahaya dari postur untuk mengoreksi postur tersebut.

## CONTOH / ILLUSTRASI

Pengaruh dari komputerisasi yang cepat memimpin dalam *musculo-skeletal disorders* (MSD) diantara pekerja kantor di India. Sebuah penelitian dilakukan pada perusahaan multinasional untuk menaksir kepelikan dari modernisasi pada lingkungan kantor terutama pengaruh dari penggunaan komputer. Jumlah staf yang diamati adalah 101 dengan rata-rata umur 35,5 tahun ( $SD \pm 9.2$ ). Kuisisioner yang dimodifikasi berdasarkan rekomendasi OSHA disiapkan dan diperkenalkan pada staff wanita sebanyak 38 (37.6%) dan laki-laki 63 (62.4%). Sebuah video pengamatan dibuat untuk 10 menit selama waktu puncak pekerjaan pada setiap staff untuk mengamati postur kerja dan masalah yang dihadapi dengan furniture. Rata-rata tinggi dan berat staff adalah 165 cm ( $\pm 8.7$ ), dan 67.4 kg ( $\pm 12.2$ ). 24.8% staff menderita berbagai jenis musculoskeletal disorders. 12.8% staff percaya bahwa penyakit tersebut berkaitan dengan pekerjaan. Dalam ketidaknyamanan badan, dalam pengamatan terdapat komplain untuk lower back pain (29%) adalah maksimum kemudian diikuti oleh leher (23%) dan bahu (10%). Ini membuktikan bahwa mayoritas orang tidak mempunyai meja kerja yang tepat, kursi dan peralatan lainnya dalam stasiun kerjanya. Kebanyakan kursi yang digunakan mereka tidak cocok untuk pengoperasian komputer. Kurangnya kesadaran penggunaan furniture, posisi monitor, keyboard dan mouse juga

merupakan kontributor utama untuk tingkat MSD. Pekerjaan panjang secara kontinyu dengan komputer, terutama laptop, dan rendahnya program pelatihan fisik untuk menjaga kesehatan adalah faktor tambahan dari MSD. Terlepas dari kekeringan mata, cahaya yang menyilaukan dari monitor juga diidentifikasi sebagai masalah utama dari sejumlah staff. Rekomendasi pada area yang sama sangat dianjurkan. Staf terseleksi pada penelitian ini mewakili 6 bagian yang berbeda yaitu, keuangan, informasi, pemasaran, personalia, legal, dan administrasi. Rata-rata waktu duduk para staf 7.3 (SD  $\pm$  1.7) jam dan rata-rata penggunaan komputer 6.6 (SD  $\pm$  1.8) jam. Sejumlah staf menggunakan telepon dan komputer secara terpisah namun ada juga yang secara bersamaan. Ini digambarkan pada gambar 1 di atas dimana orang-orang sedang menggunakan telepon sepanjang menggunakan komputer beresiko tinggi terserang MSD karena postur kerja yang buruk.



Gambar 6.26. Posisi kerja buruk karena penggunaan telepon dan keyboard secara bersamaan

### Latihan

1. Apa definisi *Work Related Musculoskeletal Disorder* (WMSD)?
2. Sebutkan 4 cara pengukuran postur manusia.?

3. Cedera apa yang diderita apabila bekerja dengan posisi yang buruk?

Jawaban

1. Suatu istilah yang ditujukan pada gangguan terhadap jaringan tubuh yang diakibatkan oleh postur dan gerakan tubuh yang buruk, berulang, dipaksakan dan terakumulasi
2. Dengan menggunakan metode RULA, REBA, OWAS dan QEC
3. Rasa sakit pada daerah bagian bawah punggung adalah salah satu sumber ketidaknyamanan dalam bekerja yang paling umum. Sumber rasa sakit dapat berasal dari ligamen posterior dan jaringan lunak lainnya. Hal tersebut dapat karena teriritasi oleh trauma mekanis yang terjadi karena kerusakan atau penurunan struktur tulang

### Rangkuman

*Postur tubuh saat bekerja berpengaruh pada pembebanan gaya pada otot dan rangka akibat distribusi dari masa tubuh. Postur yang tepat akan meminimasi gaya kompresi pada tulang belakang karena distribusi gaya merata. Untuk itu postur tubuh harus dianalisa agar tidak menimbulkan trauma otot dan cedera.*

### Tes Formatif

Jika beban yang diangkat sama, identifikasilah dengan biomekanika postur manakah antara a dan b yang memberikan gaya pada tulang belakang paling kecil ?



Figure 3.14.a Person lifting with the back.



Figure 3.14.b Person lifting with the legs



Figure 3.14.c Person lifting a divided load with handle (profile view: one side only).

### Jawaban Test Formatif

Gambar B memberikan kompresion force pada L5S1 paling kecil karena distribusinya gayanya paling merata.

## Daftar Pustaka

- Gerald Matthews, D. Roy Davies, Stephen J. Westerman and Rob B. Stammers, Human Performance, Cognition, stress and individual differences, Psychology Press, Taylor and Francis Group

## *Finding more information about ergonomics*

### Useful websites

[www.ergonomics.org.uk](http://www.ergonomics.org.uk)

The Ergonomics Society – the UK organisation representing ergonomists and human factors specialists.

[www.ergonomics4schools.com](http://www.ergonomics4schools.com)

A website from the Ergonomics Society providing information about a wide range of ergonomics topics from aesthetics to manual handling, from lighting to product design.

[www.hfes.org/careerguide/index.html](http://www.hfes.org/careerguide/index.html)

Careers information from the North American Human Factors & Ergonomics Society.

[www.designcouncil.org.uk](http://www.designcouncil.org.uk)

See the What is Design and What is Ergonomics information on the Design Council website.