



UNIVERSITAS
GADJAH MADA



ERGONOMI INDUSTRI



Pengertian

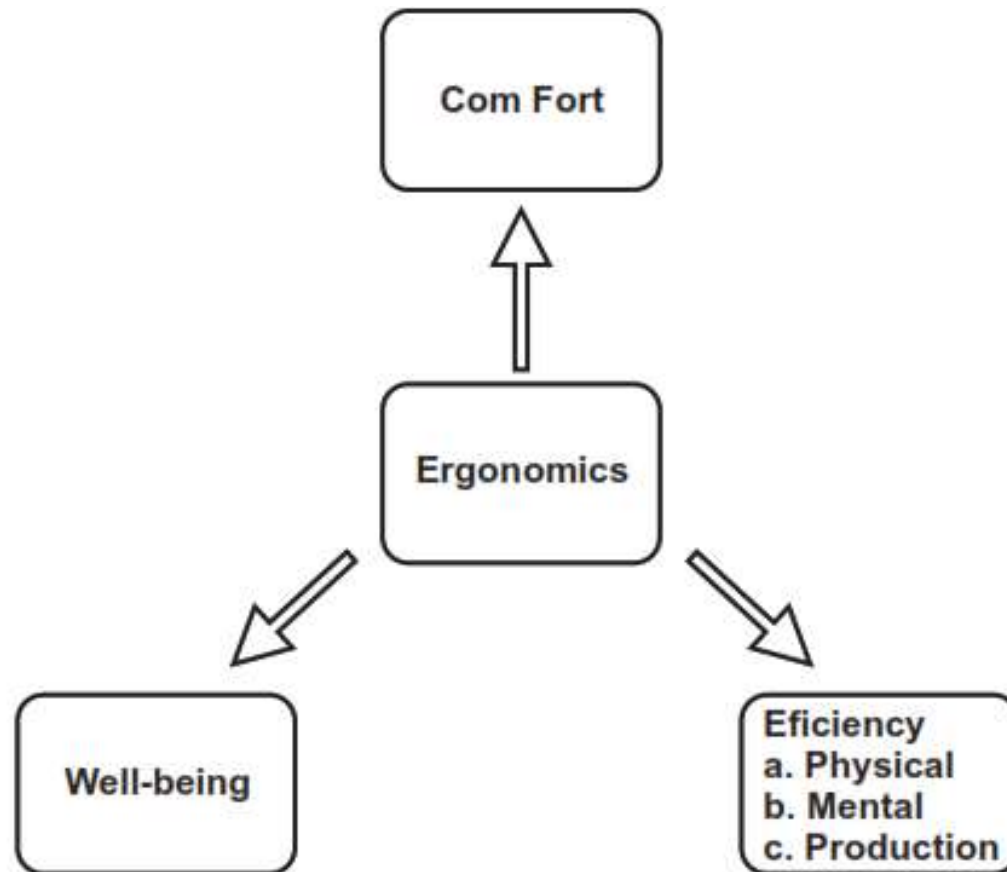
Ergonomi adalah suatu disiplin ilmu yang berkaitan mengenai interaksi antara manusia dengan objek yang digunakan (Pulat, 1992).

Hal terpenting dalam ergonomi adalah peralatan dan kondisi lingkungan kerja berpengaruh terhadap performansi kerja.

fitting the task to the person → pekerjaan harus dirancang sesuai dengan kapasitas pekerja



Tujuan Ergonomi



Gambar 1.1 Tujuan Ergonomi (Pulat, 1992)

Berikut merupakan penyakit dan kecelakaan kerja yang sering terjadi di Amerika Serikat (Pulat, 1992):

1. Penyakit paru-paru
2. Cedera muskoloskeletal
3. Kanker
4. Amputasi, patah tulang, buta, trauma, dan lecet
5. Kardiovaskular
6. Penyakit reproduksi
7. Gangguan saraf
8. Gangguan pendengaran
9. Dermatologic
10. Gangguan jiwa

Ergonomi → lima
dari sepuluh
penyebab
penyakit dan
kecelakaan kerja

Beberapa permasalahan yang umum dikaji dan diteliti dalam bidang ergonomi (Pulat, 1992):



1. Antropometri

Antropometri berhubungan dengan pengukuran dimensi tubuh termasuk berat dan volume seperti jarak jangkauan tangan ke depan, panjang popliteal, tinggi mata duduk, dan berbagai dimensi tubuh lainnya. Permasalahan dalam bidang antropometri merupakan kesesuaian antara dimensi tubuh dengan desain stasiun kerja. Solusinya dengan cara melakukan modifikasi.

2. Kognitif

Permasalahan kognitif muncul ketika dalam penerimaan informasi, informasi yang diterima kurang atau berlebihan. Hal ini dapat disebabkan adanya gangguan pada short term memory ataupun long term memory. Solusinya dengan cara menggantikan manusia dengan mesin untuk meningkatkan performansi.

3. Muskuloskeletal

Merupakan permasalahan yang diakibatkan dengan adanya peregangan pada otot dan rangka. Musculoskeletal dapat mengakibatkan single incident dan cumulative effect trauma.

4. Kardiovaskular

Masalah yang disebabkan oleh adanya peningkatan kerja pada sistem peredaran darah termasuk jantung. Mengakibatkan jantung memompa lebih banyak darah ke otot sehingga menyebabkan tubuh memerlukan lebih banyak oksigen.

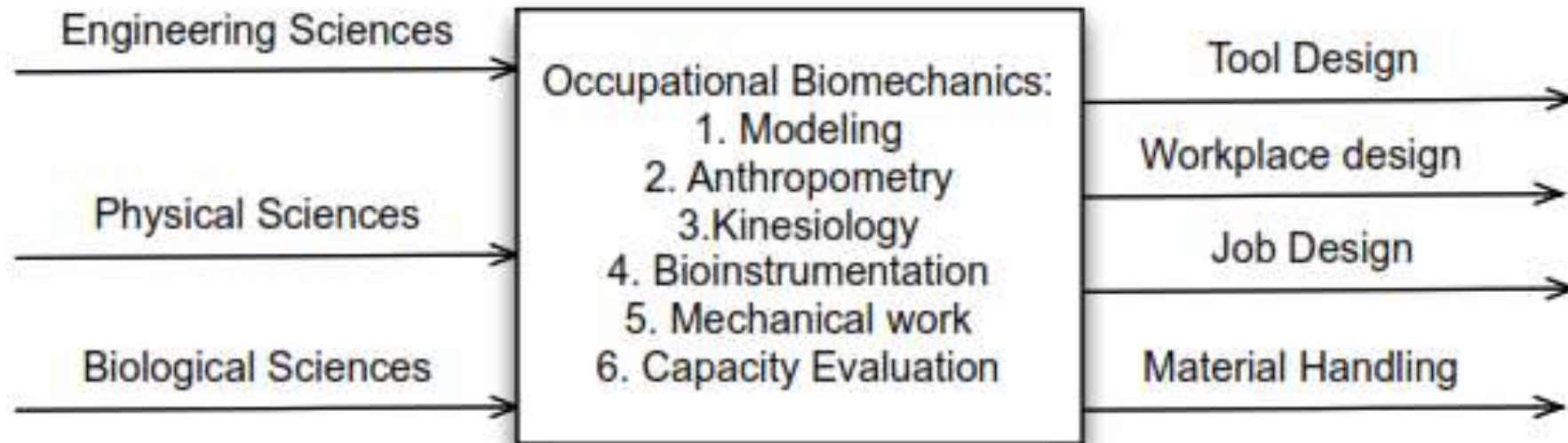
5. Psikomotor

Masalah ini terletak pada ketegangan sistem psikomotor yang menegaskan kebutuhan pekerjaan untuk disesuaikan dengan kemampuan manusia dan menyediakan bantuan performansi pekerjaan.



Biomekanika

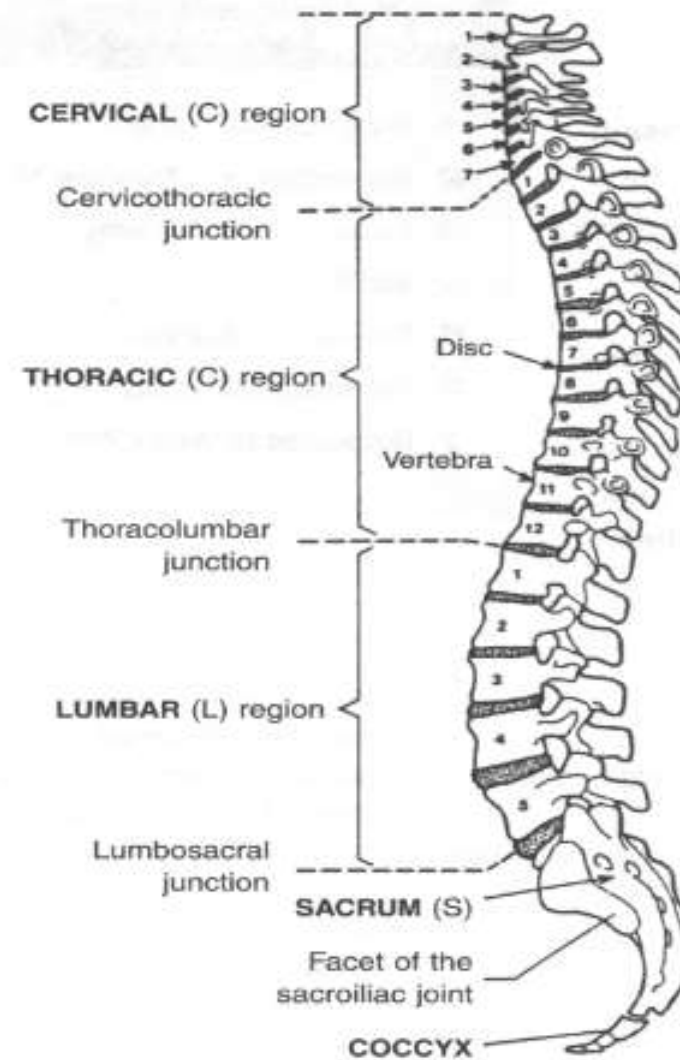
- Biomekanika → bidang kajian ergonomi yang berhubungan dengan mekanisme pergerakan tubuh dalam melakukan suatu pekerjaan/ aktivitas.
- Biomekanika kerja (*occupational biomechanic*) berkaitan dengan interaksi fisik antara pekerja dengan mesin, material dan peralatan, yang bertujuan untuk meminimalkan keluhan/ kelelahan pada sistem kerangka otot sehingga meningkatkan produktivitas kerja.



Gambar 2.1 Input, Elemen dan Dampak Dari Biomekanika Kerja

Batasan Biomekanika

Pendekatan biomekanika menekankan pada analisis struktur tulang belakang dalam melakukan aktivitas pengangkatan beban secara manual. ini disebabkan karena struktur tulang belakang akan mengalami tekanan yang berlebihan ketika melakukan pengangkatan meskipun frekuensinya jarang.





Cumulative Trauma Disorders (CTDs)

sekumpulan gangguan atau kekacauan pada sistem musculoskeletal (musculoskeletal disorders) berupa cedera pada syaraf, otot, tendon, ligamen, tulang dan persendian pada titik-titik ekstrim tubuh bagian atas (tangan, pergelangan, siku dan bahu), tubuh bagian bawah (kaki, lutut dan pinggul) dan tulang belakang (punggung dan leher).



Cumulative Trauma Disorders (CTDs)

Penyebab

- Gerakan berulang
- Faktor Individu
- Peralatan tidak sesuai
- Sikap paksa tubuh → posisi ekstrem → cedera otot

Manual material handling (MMH)

Suatu kegiatan atau pekerjaan dalam penanganan atau perpindahan material yang dilakukan dalam suatu pekerjaan secara manual. Aktivitas pada manual material handling meliputi membawa, mengangkat, menurunkan, mendorong, dan menarik beban.

Manual material handling merupakan kegiatan yang tidak dapat dihindarkan di tempat kerja, baik di kantor maupun pabrik. Perancangan terhadap manual material handling perlu dilakukannya untuk dapat meminimalkan risiko yang mungkin terjadi.

Manual material handling (MMH)

Secara umum, batasan legal yang biasa digunakan adalah sebagai berikut:

- Pria usia < 16 tahun, batas angkat maksimum yang diizinkan adalah 14 kg
- Pria usia 16-18 tahun, batas angkat maksimum yang diizinkan adalah 18 kg
- Pria usia > 18 tahun, tidak ada batasan angkat
- Wanita usia 16-18 tahun, batas angkat maksimum yang diizinkan adalah 11 kg
- Wanita usia > 18 tahun, batas angkat maksimum yang diizinkan adalah 16 kg

Sumber: NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health)

ANTROPOMETRI



- Istilah antropometri berasal dari dua kata yaitu “anthro” yang artinya manusia dan “metri” yang artinya ukuran.
- Secara definitif antropometri dinyatakan sebagai studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia (Wignjosoebroto, 1995).
- Antropometri secara luas digunakan sebagai pertimbangan-pertimbangan ergonomis dalam interaksi manusia.
- Data antropometri akan menentukan bentuk, ukuran dan dimensi yang tepat yang berkaitan dengan produk yang dirancang dan manusia yang akan mengoperasikan produk tersebut.

ANTROPOMETRI



Data antropometri yang dikumpulkan dapat diaplikasikan secara luas dalam berbagai bidang perancangan, antara lain (Wignjosoebroto, 1995):

1. Perancangan area kerja (work station, interior mobil, dll).
2. Perancangan peralatan kerja seperti mesin, equipment, perkakas (tools) dan sebagainya.
3. Perancangan produk-produk konsumtif seperti pakaian, kursi/ meja komputer, dan lain-lain.
4. Perancangan lingkungan kerja fisik seperti pelayanan publik, ruangan kerja, dan sebagainya.

ANTROPOMETRI

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Data Antropometri

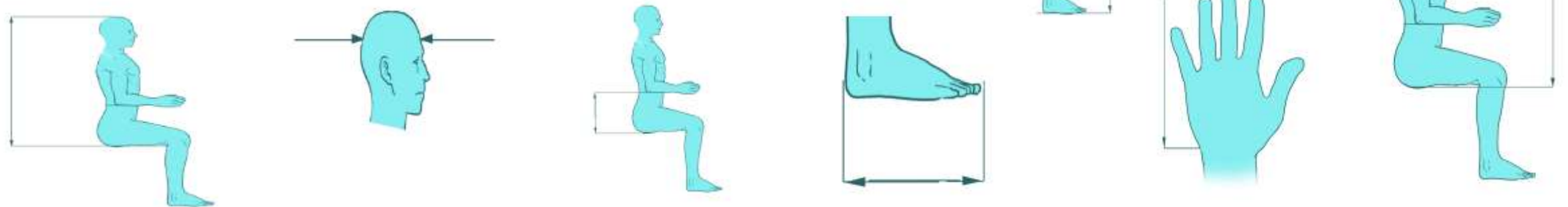
1. Umur
2. Jenis kelamin
3. Suku / bangsa
4. Posisi tubuh :
 - pengukuran dimensi struktur tubuh
 - pengukuran dimensi fungsional tubuh
5. Cacat tubuh
6. Tebal/tipisnya pakaian yang digunakan
7. Kehamilan



Data Antropometri

Dimensi Struktural:

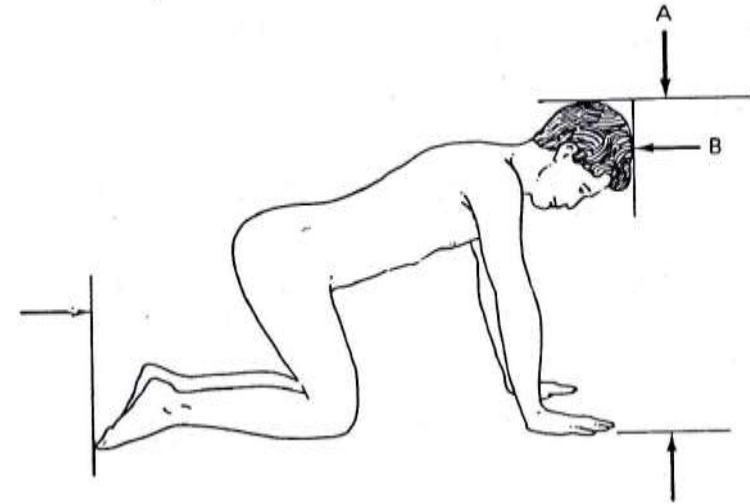
Data antropometri yang termasuk pada dimensi struktural adalah berat badan, tinggi badan, tinggi duduk, panjang kepala, tinggi lutut duduk, tinggi popliteal duduk, tinggi siku duduk, lebar duduk, lebar siku, tebal paha, tinggi mata duduk, jangkauan tangan kedepan, panjang tangan, dan panjang kaki (Pulat, 1992)



Data Antropometri

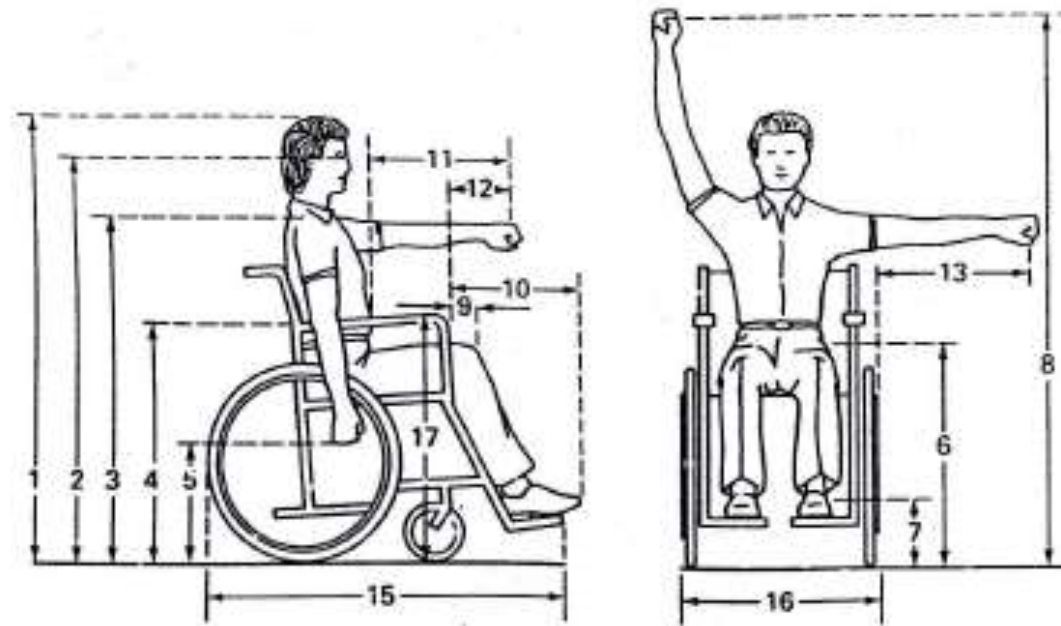
Dimensi Fungsional:

Data antropometri yang termasuk dalam jenis ini adalah tinggi dan panjang tiarap, tinggi jongkok dan, tinggi dan panjang merangkak (Pulat, 1992).



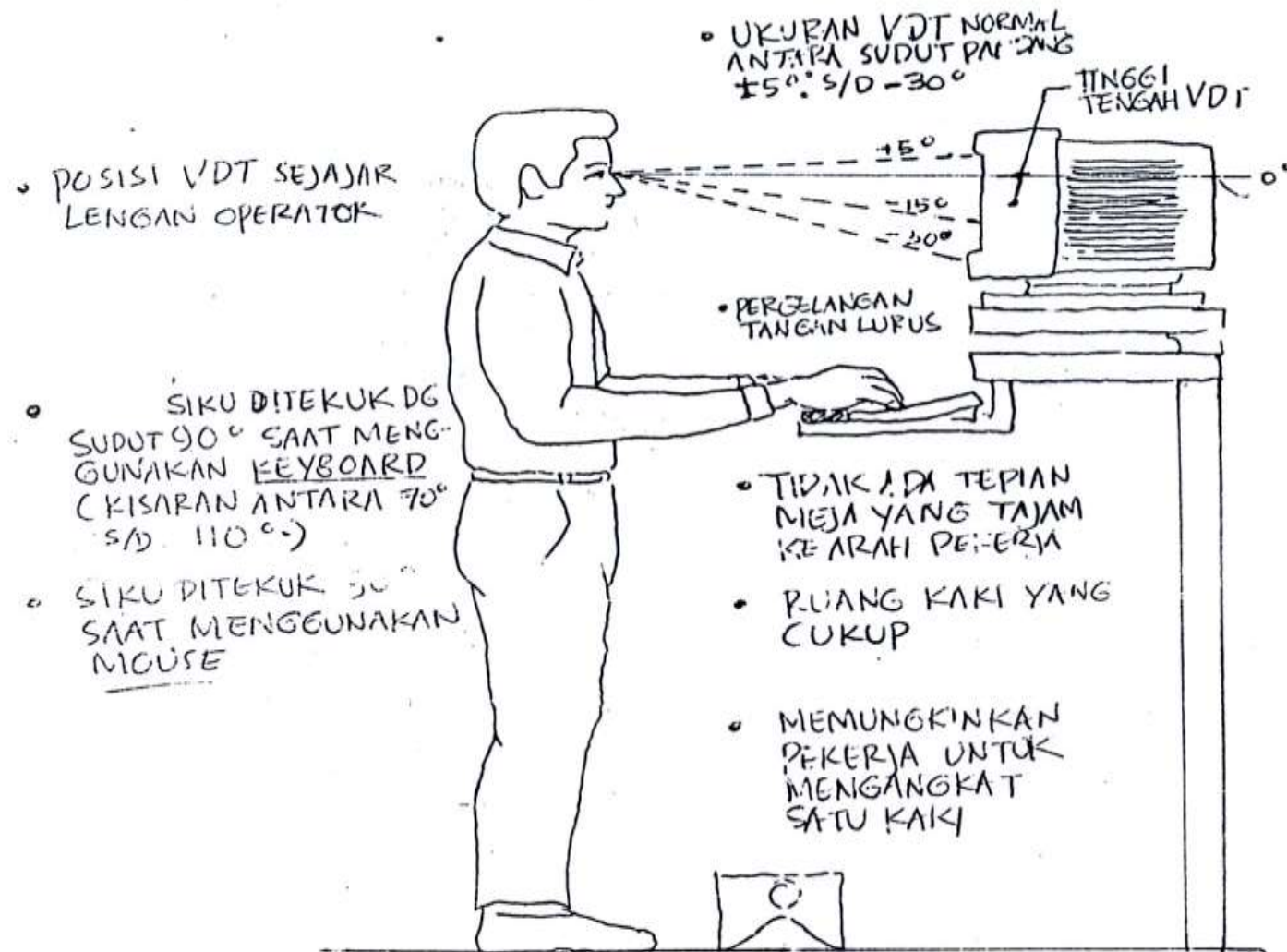


Antropometri



Data Antropometri Pengguna Kursi Roda

BERDIRI



Gambar 25 : DASAR-DASAR UKURAN TUBUH YANG BAIK PADA PERALATAN KERJA BERDIRI DENGAN VIDEO DISPLAY TERMINAL (VDT)

PRINSIP DUDUK DAN BERDIRI

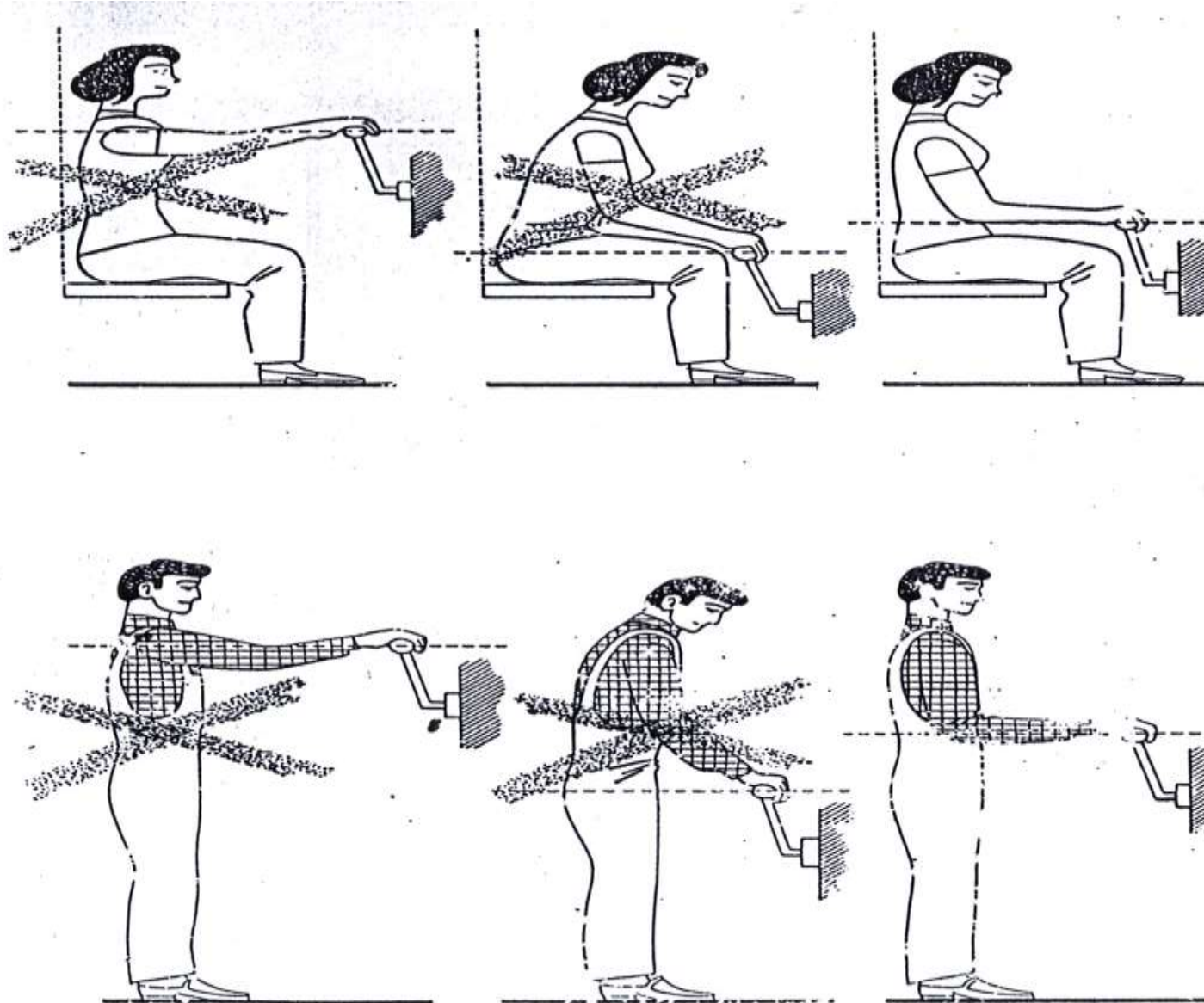


Figure 57
Elbow rule for hand height.

ANGKAT DAN ANGKUT

a



b

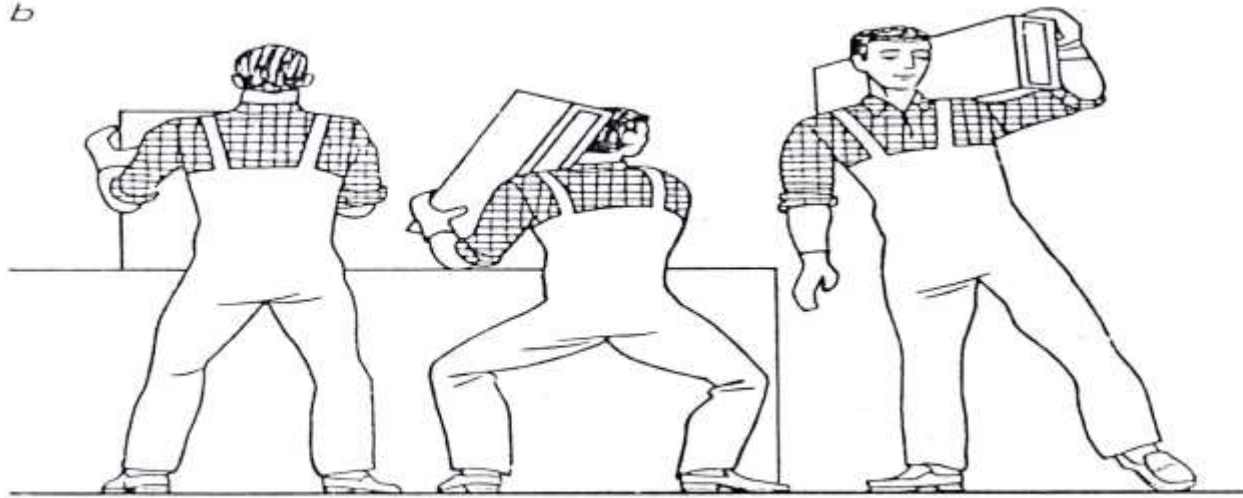


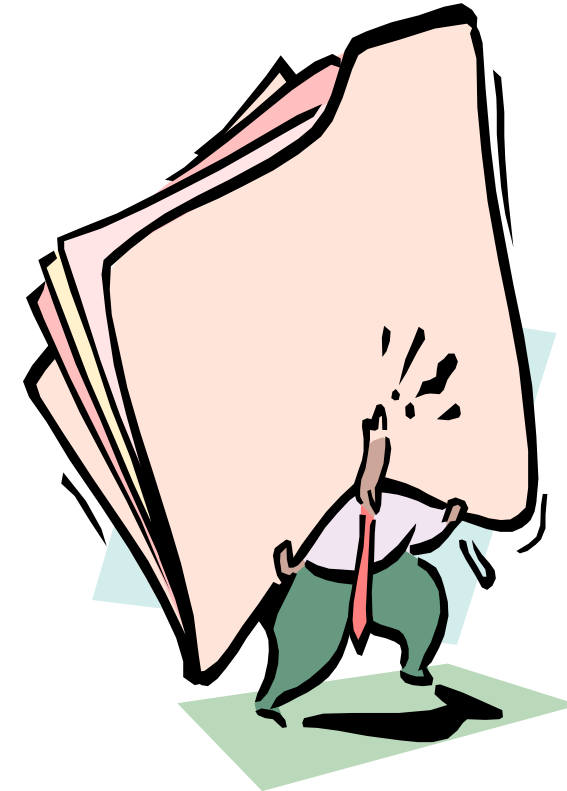
Figure 50
Lifting of heavy loads (a) from the floor and (b) from a platform.



KELELAHAN

YAITU:

Keadaan tenaga kerja
yang mengakibatkan
terjadinya penurunan
vitalitas dan
produktivitas kerja
akibat faktor pekerjaan



Jenis Kelelahan

Kelelahan Otot

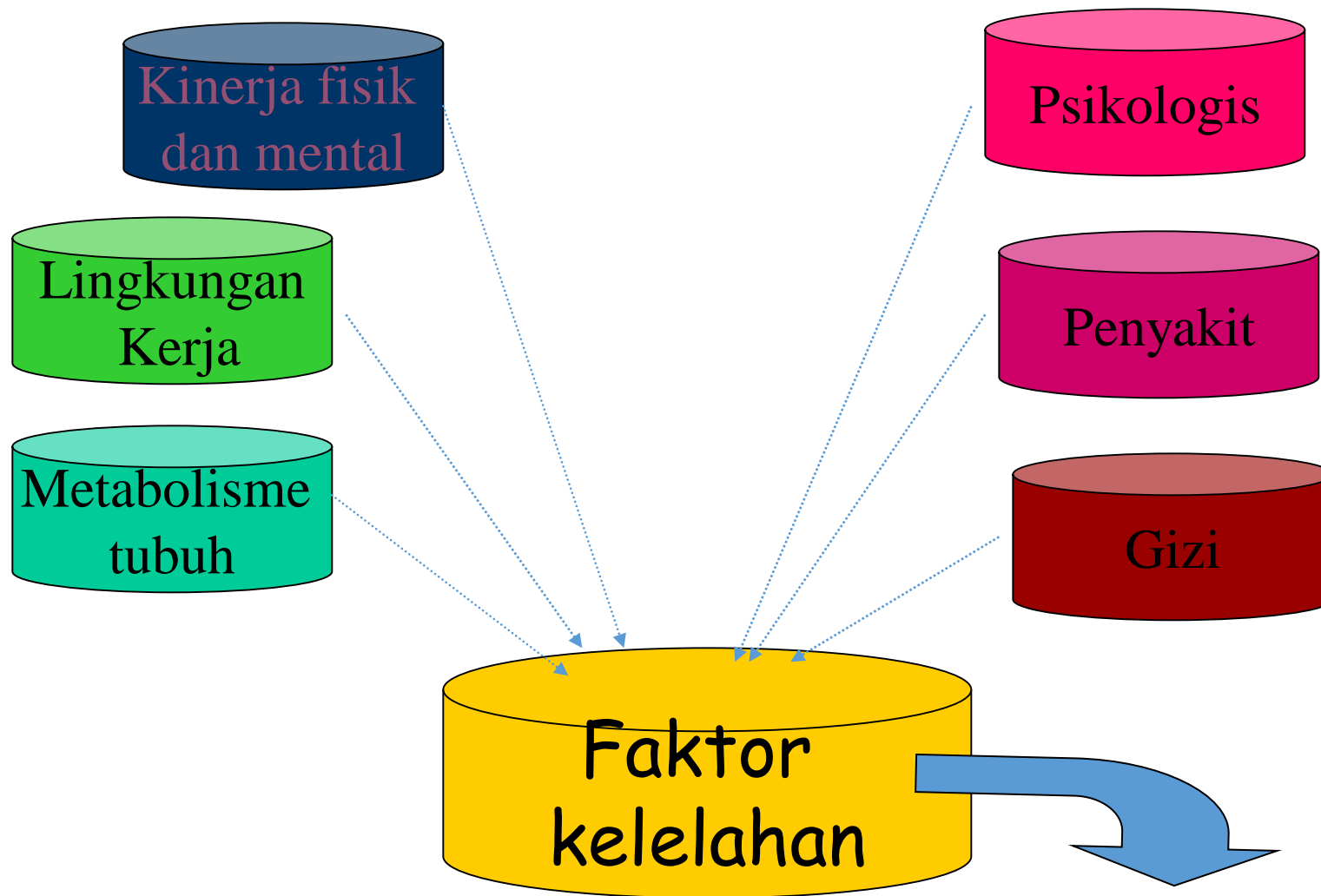
Gejala :

- ✓ Berkurangnya tekanan fisik
- ✓ Makin rendahnya gerakan
- ✓ Meningkatnya kesalahan dll

Kelelahan Umum

Gejala :

- ✓ Kelelahan seluruh tubuh
- ✓ Kelelahan mental
- ✓ Kelelahan syaraf dll



Sumber : Grandjean, 1988,
Fitting the task to the man

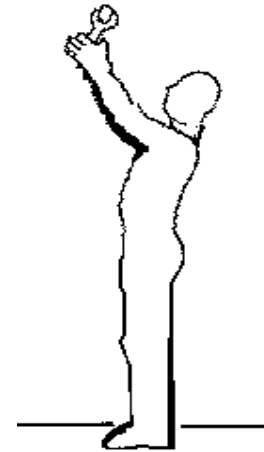
Penyembuhan



Posisi yang menghasilkan kelelahan

Misalnya :

- ✧ Mengangkat berulang-ulang pada posisi yang mengharuskan pekerja mendongkak
- ✧ Pekerjaan dengan objek yang letaknya diatas kepala pekerja dan dalam waktu yang lama
- ✧ Posisi tubuh membungkuk untuk waktu cukup lama





Pencegahan terhadap kelelahan

- ✓ Menggunakan secara benar waktu istirahat kerja
- ✓ Melakukan koordinasi yang baik antara pimpinan dan karyawan
- ✓ Mengusahakan kondisi lingkungan kerja sehat, aman, nyaman dan selamat
- ✓ Mengusahakan sarana kerja yg ergonomis
- ✓ Memberikan kesejahteraan dan perhatian yg memadai
- ✓ Merencanakan rekreasi bagi seluruh karyawan



Sistem Manusia dan Mesin

Elemen-elemen utama dalam sistem manusia-mesin adalah sebagai berikut (Pulat, 1992):

- a. Lingkungan
- b. Hardware
- c. Software
- d. Firmware
- e. Manusia
- f. Tugas

Kombinasi antara manusia dan mesin diperlukan karena kedua memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing.

Tabel 5.1 Perbedaan Antara Manusia dan Mesin (Pulat, 1992)

No.	Karakteristik	Manusia	Mesin
1.	Efisiensi energi	a. Rendah (10-25%) b. Meningkat jika pekerjaan didistribusikan daripada dikerjakan bersama-sama	a. Relatif tinggi (120-135 kg)/ (2,5-30 KVA) b. Relatif konstan dan tidak terpengaruh beban kerja
2.	Kelelahan dan <i>downtime</i>	a. Berdasarkan penilaian energi, secara umum adalah kelelahan kognitif (20% dalam 2 jam pertama; menurun secara logaritmik) b. Membutuhkan istirahat harian dan libur c. Berbagai permasalahan personal (cedera, kesehatan, absen)	a. Tidak terjadi kelelahan dalam periode diantara waktu perawatan b. <i>Preventive maintenance</i> dibutuhkan secara periodik c. Tidak memiliki kebutuhan personal
3.	Perbedaan dalam karakteristik hasil	Variasi sebesar 100-150% mungkin terjadi	Hanya jika dirancang untuk menjadi berbeda

4.	Kecepatan reaksi	$\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{3}$ detik	Memiliki rentang meliputi delay yang pendek hingga panjang mulai dari penerimaan sinyal hingga permulaan gerakan
5.	Pengolahan sinyal	<p>a. Secara umum satu arah, dapat berpindah-pindah antara beberapa tugas</p> <p>b. Periode <i>refractory</i> maksimum 0,3 detik</p>	<p>a. Dapat mencapai 24 arah input/ output; dapat ditingkatkan; mampu melaksanakan <i>multitasking</i></p> <p>b. Dibatasi oleh periode <i>refractory</i></p>
6.	Kebutuhan sosial/ psikologis	<p>a. Sensitifitas emosional terhadap struktur tugas –disederhanakan/ ditingkatkan; seluruh bagian</p> <p>b. Efek katup sosial</p>	-
7.	Kecerdasan	<p>a. Dapat menggunakan penilaian dalam menghadapi permasalahan yang tidak terduga</p> <p>b. Dapat mengantisipasi permasalahan</p>	<p>a. Tidak memiliki kemampuan penilaian untuk kejadian yang tidak terduga</p> <p>b. Pengambilan keputusan dibatasi oleh program kendali</p>

8.	Ingatan	<ul style="list-style-type: none"> a. Tidak memiliki batasan kapasitas b. Tidak dapat diaplikasikan c. Kemampuan melupakan yang diarahkan sangat terbatas d. Kemampuan memasukkan sangat terbatas 	<ul style="list-style-type: none"> a. Memori dibatasi oleh fasilitas pengendali b. Partisi memori mungkin dilakukan untuk meningkatkan efisiensi penyimpanan/ pengambilan data c. Dapat melupakan secara cepat dengan sebuah perintah
9.	Penalaran	Penalaran induktif	Memiliki penalaran deduktif yang baik, akan tetapi penalaran induktif yang buruk
10.	Pergerakan pergelangan tangan	Berputar $\approx 180^\circ$ Lemparan $\approx 180^\circ$ Olengan $\approx 90^\circ$	Berputar $\sim 100-575^\circ$ 35-600°/detik Lemparan $\sim 40-360^\circ$ 30-320°/detik Olengan $\sim 100-530^\circ$ 30-300°/detik Perlintasan kanan-kiri (tidak biasa) 1000 mm, 4800 mm/detik Perlintasan atas-bawah 150 mm, 400 mm/detik

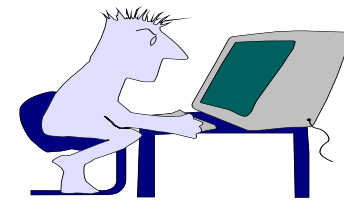
Pencegahan dan Pengendalian Bahaya

- Menghilangkan, mengurangi, atau mengontrol adanya faktor risiko
 1. Pengendalian secara Teknik
 2. Pengendalian secara Administrasi
 3. Desain Kantor Kerja
 4. Pelatihan

1. Pengendalian secara Teknik

Teknik kontrol atau teknik adalah mekanisme yang lebih disukai untuk mengendalikan bahaya ergonomi.

Ini mungkin memerlukan merancang ulang stasiun kerja, metode kerja, dan alat untuk mengurangi tuntutan pekerjaan, seperti tenaga, pengulangan, dan posisi yang aneh.



2. Pengendalian secara Administrasi

- Penggantian personil untuk pekerjaan dengan persyaratan fisik yang berbeda.
- Membuat jadwal kerja / jadwal istirahat istirahat.
- Pelatihan personil untuk menggunakan metode kerja yang sesuai/yang cocok.

3. Desain Kantor Kerja

Kantor kerja harus mudah disesuaikan untuk mengakomodasi pekerja dalam melakukan tugas

4. Pelatihan

- Pelatihan harus memungkinkan setiap orang untuk mengenali faktor risiko dan memahami prosedur yang digunakan untuk meminimalkan resiko
- Pelatihan penyegaran harus disediakan setiap tahun dan pelatihan ulang harus dilakukan ketika personil ditugaskan ke pekerjaan baru dengan risiko yang berbeda, atau risiko baru ditemukan



PRINSIP PENERAPAN ERGONOMI

- ✓ Bentuk dan ukuran alat serta fasilitas agar disesuaikan dng bentuk dan ukuran tubuh tenaga kerja
- ✓ Menghindari kontraksi statis sedapat mungkin tak melebihi 15 % kekuatan maksimal
- ✓ Usahakan posisi dan sikap tubuh yg alamiah waktu bekerja
- ✓ Sedapat mungkin menghindari sikap berdiri diam saat bekerja
- ✓ Pengaturan irama kerja agar sesuai dengan irama pemulihan

Perancangan Area Kerja

Prinsip umum area kerja:

Pertimbangkan kebutuhan fungsional → tgs perorangan dan peralatan yg dipatuhi

Pertimbangkan visibilitas → Visibilitas dari display utama dan tambahan, sistem kendali, peralatan, pekerja lainnya dan area kerja memiliki tingkat kepentingan utama dalam perancangan

Pertimbangkan kemampuan mendengar pekerja → audio informasi, alarm bahaya, dll.

Pertimbangkan clearance → kemudahan dalam menjangkau dan mengoperasikan peralatan.

Pertimbangkan kebutuhan jangkauan dan manipulasi → penentuan dimensi/ ukuran yang terkait dengan peralatan, operasi kendali, penyesuaian kursi dan lainnya.

Perancangan Area Kerja

6. Pertimbangkan stereotip populasi → menjaga penempatan relatif dari perlengkapan, peralatan dan komponen bagi area pekerjaan yang mirip.

7. Pertimbangkan faktor psikososial → area kerja yang teratur, reliabel, sederhana, aman dan menarik akan memotivasi pekerja.

8. Spesifikasikan faktor lingkungan → Area kerja harus mampu melindungi pekerja dari efek lingkungan yang tidak diinginkan seperti: panas, kelembapan, kebisingan, pencahayaan, silau, getaran dan suhu dingin.

9. selidiki kemungkinan untuk standarisasi → utk penghematan biaya pengembangan hardware, waktu pelatihan yang lebih pendek, mengurangi kemungkinan terjadinya error oleh operator

Perancangan Area Kerja

10. Pertimbangan system secara keseluruhan → terkait hub operasional dari berbagai area kerja.

11. Desain untuk pemeliharaan → perawatan berkala

12. Izinkan berbagai postur kerja → Postur kerja operator harus bisa bergantian antara duduk dan berdiri

13. Minimumkan bahaya → pelaks inspeksi oleh tim K3

14. Pertimbangkan lokasi komponen kerja yang tetap → Lokasi yang tetap untuk peralatan, material dan alat kendali akan menghilangkan elemen gerak yang tidak efektif seperti mencari dan memilih.

SIKAP KERJA

Sikap tubuh tidak alamiah



Gerakan tubuh tidak alamiah



Rasa sakit muncul



Cepat lelah



Waktu produksi panjang



Biaya produksi tinggi



UNIVERSITAS
DJAH MADA



KESIMPULAN

Penerapan ergonomi di tempat kerja bertujuan agar pekerja saat bekerja selalu dalam keadaan sehat, nyaman, selamat, produktif dan sejahtera. Untuk dapat mencapai tujuan tersebut, perlu kemauan, kemampuan dan kerjasama yang baik dari semua pihak. Pihak pemerintah dalam hal ini Departemen Kesehatan sebagai lembaga yang bertanggung jawab terhadap kesehatan masyarakat, membuat berbagai peraturan, petunjuk teknis dan pedoman K3 di tempat kerja serta menjalin kerjasama lintas program maupun lintas sektor terkait dalam pembinaannya.