

MODUL PENDIDIKAN

ERGONOMI TERAPAN & FISILOGI KERJA

Bahan Pengajaran PS D4 K3

Oleh :

Defi Arjuni, SKM, M.Si

Sari Narulita, S.Kp, M.Si

Mata Kuliah	:	Ergonomi Terapan dan Fisiologi Kerja
Bobot	:	3 SKS
Kode Mata Kuliah	:	OSH 015
Sifat	:	Mata Kuliah Konseptual/teoritik/praktik
Pra-Syarat	:	-
Semester	:	
Dosen Pengampu	:	Defi Arjuni, SKM, M.Si, Sari Narulita, S.Kp, M.Si

A. TUJUAN

Mahasiswa memiliki pemahaman dan mampu mengaplikasikan ilmu ergonomi untuk menciptakan efisiensi, kenyamanan, kesehatan dan keselamatan kerja dalam design pekerjaan maupun alat kerja, perencanaan dan pengelolaan system teknis di tempat kerja

B. DESKRIPSI

Mata kuliah ini mencakup overview ergonomic, hubungan ergonomic dengan K3, Kinesiologi Pekerja, Biomekanika Pekerja, Ergonomi di Tempat Kerja, Lingkungan Kerja Fisik dan Implikasinya, Keseimbangan Fisik dan Psikologi

C. CAPAIAN PEMBELAJARAN PROGRAM STUDI (PROGRAM LEARNING OUTCOME)

Mampu menerapkan bidang keilmuan K3, khususnya bidang Ergonomi Terapan dan Fisiologi Kerja yang sesuai dengan norma-norma ketaqwaan kepada Allah SWT dan menjunjung tinggi nilai kemanusiaan dalam menjalankan tugas berdasarkan moral dan etika serta berkontribusi dalam peningkatan mutu kehidupan bermasyarakat, berbangsa dan bernegara berlandaskan Pancasila.

D. CAPAIAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH (COURSES LEARNING OUTCOME)

Setelah mengikuti perkuliahan, mahasiswa mampu :

1. Menguasai konsep dasar ergonomi dan fisiologi kerja, ruang lingkup serta manfaat ergonomic dan mampu memahami cara-cara memaksimalkan kinerja dengan mengefisiensikan system kerja dan fisiologi kerja manusia dan menyepakati kontrak kuliah.
2. Mampu menjelaskan dan mengimplementasikan ilmu ergonomic dan fisiologi kerja, ruang lingkup serta manfaat ergonomic dan mampu memahami cara-cara memaksimalkan kinerja dengan mengefisienkan system kerja dan fisiologi kerja manusia.
3. Menguasai jenis-jenis pengukuran antropometri dan mengimplementasikan ilmu ini pada alat kerja.

4. Mengelola system kerja dan shift kerja untuk mebnurangi tingkat kelelahan dan mengefektifkan waktu kerja untuk menjamin kesehatan dan keselamatan kerja.
5. Menghitung, mengelola dan membuat beban manual material handling serta mampu memberikan solusi untuk mencegah terjadinya gangguan otot dan rangka.
6. Mengetahui norma-norma ergonomi perkantoran dan implementasinya.
7. Mampu membuat assessment menggunakan tools RULA dan REBA dan mampu mengintepretasikannya.
8. Memahami dan mampu membuat meminimalisir bahaya fisik yang dapat mempengaruhi produktifitas dan efisiensi kerja.
9. Memahami kerja gilir dan pengimplmentasian kerja gilir yang sehat dan aman.
10. Membuat program dengan mengimplementasika komponen ilmu ergonomic yang telah didapatkan sesuai dengan tempat kerja.

E. BAHAN SUBSTANSI KAJIAN

1. Overview Ergonomi Terapan dan Fisiologi Kerja
2. Hubungan ergonomic dengan K3
3. Kinesiologi Kerja
4. Biomekanika Pekerja
5. Ergonomi di tempat kerja
6. Lingkungan kerja fisik
7. Keseimbangan fisik dan psikologis

F. STRATEGI

Pembelajaran akan dilakukan dengan strategi *Student Active Learning*. Dosen akan mendorong dan memfasilitasi mahasiswa untuk aktif mencari dan menemukan berbagai konsep yang harus dikuasai. Untuk memenuhi kondisi tersebut ada 3 kegiatan utama yang akan dilaksanakan dalam perkuliahan :

1. Presentasi (penyajian) oleh dosen. Dosen mempresentasikan materi di 2 sampai 5 kali pertemuan pertama. Materi yang dipresentasikan adalah kontrak perkuliahan, garis besar keseluruhan konsep / materi yang akan dipelajari dalam 1 semester. Pembagian tugas (individu atau kelompok) juga diinformasikan dan disepakati pada pertemuan ke 1 sampai dengan ke 2. Pada setiap diskusi kelas, dosen juga mempunyai kewajiban untuk menyajikan paparan sebagai klarifikasi dan sekaligus penguatan terhadap konsep / materi yang dibahas dalam diskusi kelas.
2. Penugasan. Mencakup penugasan membuat paper kelompok, membuat resume perkuliahan dan tugas.
3. Diskusi kelas. Setiap kelompok mendapat kesempatan untuk presentasi paper kelompok dalam dskusi kelas. Pada setiap akhir diskusi kelas,

dosen harus memberikan presentasi untuk klarifikasi materi yang dibahas dalam diskusi.

G. TAGIHAN

Ada 3 tugas (sebagai tagihan) yang harus dikerjakan dan diserahkan oleh mahasiswa, selama mengikuti perkuliahan yaitu :

1. Membuat paper individu. Setiap individu membuat paper tentang topic tertentu. Topik diambil dari issue kekinian tentang perkembangan keilmuan K3 terkait ilmu ergonomi. Paper dikumpulkan sebelum pelaksanaan UTS.
2. Membuat paper kelompok. Kelas dibagi 5 kelompok. Setiap kelompok ditugaskan untuk membuat paper tentang topic tertentu. Topik diambil dari daftar substansi kajian yang telah ditetapkan. Paper disajikan dalam diskusi kelas pada pertemuan setelah UTS.

H. PERATURAN (TATA TERTIB)

1. Mahasiswa hadir dalam perkuliahan tatap muka minimal 75% dari jumlah pertemuan. Setiap mahasiswa harus aktif dan partisipasi dalam perkuliahan.
2. Dosen dan Mahasiswa tiba di kelas tepat waktu sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan/disepakati.
3. Ada pemberitahuan jika tidak hadir dalam perkuliahan tatap muka
4. Selama perkuliahan berlangsung, ponesl dalam posisi *off* atau *silent*.
5. Meminta izin (dengan cara mengangkat tangan) jika ingin bicara, bertanya, menjawab, meninggalkan kelas atau keperluan lain.
6. Saling menghargai dan tidak membuat kegaduhan / gangguan / kerusakan dalam kelas.
7. Tidak boleh ada plagiat dan bentuk-bentuk pelanggaran norma lainnya.

I. SUMBER (REFERENSI)

1. Ergonomi Terapan Prof. DR.H.Gempur Santosa, M.Kes
2. Ergonomi & K3 oleh Dr. Wowo S K, M.Pd.
3. Ergonomi Suatu Pengantar oleh Ir.Hardianto, MSIE, Ph.D. Bab I
4. Ergonomi oleh Yanto, S.T., M.Sc., Ph.D & Billy Ngaliman, S.T., M.B.A.
5. Silalahi, Bennet N.B : Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja, PT Pustaka Binaman Pressindo, Seri Manajemen No 112, 1995
6. Prawirakusumah, Suma'mur; Soedirman : Kesehatan Kerja Dalam Perspektif Hiperkes dan Keselamatan Kerja, Erlangga 2014

J. TUGAS INDIVIDU

Membuat Laporan berdasarkan hasil resume mulai dari pertemuan 1 sd 7 dan pertemuan 9 sd 15, MK Ergonomi Terapan dan Fisiologi Kerja.

K. TUGAS KELOMPOK

Mempresentasikan tugas kelompok meliputi identifikasi, analisa, evaluasi dan rekomendasi berdasarkan materi pertemuan 1 sd 14 (disertai bentuk PPT untuk Presentasi Kelompok Analisa bahaya ergonomi di industry.

Pembagian anggota kelompok disesuaikan dengan jumlah mahasiswa kelas dan ditetapkan oleh penanggung jawab kelas.

Tap kelompok disarankan melakukan konsultasi pada dosen, untuk lebih detail tentang bidang pekerjaan.

Paper kelompok mencakup :

1. Cover
2. Daftar Isi
3. Bab 1 Pendahuluan
4. Bab 2 Pembahasan
5. Bab 3 Kesimpulan dan saran
6. Daftar Pustaka

Syarat Pembuatan Paper

1. Jumlah halaman maksimal 10 halaman
2. Font Arial 12 kertas A4
3. Jilid Hardcopy (halaman depan plastic transparan, belakang warna hijau

M O D U L

ERGONOMI TERAPAN & FISILOGI KERJA

- MODUL 1** Ergonomi Terapan Dan *Human Information Proccesing & Kinerja Mental* Dan *Human Error*
- MODUL 2 Ilmu Kinesiologi Pekerja & Ilmu Antropometri
- MODUL 3 Keseimbangan Fisik & Psikologi serta fisiologi kerja dalam upaya mencegah terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja dan lingkungan kerja yg aman
- MODUL 4 Biomekanika 1 & 2
- MODUL 5 Metode RULA & REBA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

MODUL 1

ERGONOMI TERAPAN

PERTEMUAN 1

DEFINISI

Pengertian :

1. International Labour Organization (ILO) : aplikasi ilmu pengetahuan biologi manusia dg pengetahuan rekayasa utk mencapai sejumlah penyesuaian & timbal balik dari pekerja.
2. *The International Ergonomics Association* (IEA, 2010) : studi anatomi, fisiologi & psikologi dari aspek manusia dlm bekerja dilingkungannya.
The International Ergonomics Association (IEA, 2000) mengidentifikasi kategori spesialisasi ergonomic yaitu :
 - Ergonomi fisik
 - Ergonomi kognitif (berkaitan dengan proses mental seperti persepsi memori, penalaran, dan respon motoric)
 - Ergonomi organisasi
 - Ergonomi LingkunganKeempat spesialisasi dapat dikelompokkan lagi menjadi Mikroergonomi dan Makroergonomi (Meshati, 1989, Morel et al, 2009, Scot & Charteris, 2006)
Ergonomi fisik dan ergonomic kognitif terdiri atas apa yg dianggap sebagai Mikroergonomi, seperti penelitian dan praktik dalam ergonomi fisik dan kognitif tradisional berfokus pada interaksi system manusia – mesin,
Ergonomi organisasi juga dikenal sebagai Makroergonomi dan terkait dengan sosioteknikal teori system (Waterson, 2013) berkaitan dg desain system sosioteknikal yang lebih besar.
3. U.S Departement of Labour Occupational Safety and Health Administration (OSHA) : ilmu pengetahuan ttg perancangan pekerjaan yg sesuai dg kebutuhan pekerja dibandingkan secara fisik tubuh sesuai dg pekerjaannya.
4. Corleet & Clark : studi dari kemampuan manusia & karakteristik yg mempengaruhi perancangan peralatan & sistem kerja
5. Bridger (2003) : mempelajari interaksi antara manusia dg mesin & faktor lain yg mempengaruhinya
6. Manuaba (2004) : seni & penerapan teknologi utk menyerasikan antara segala fasilitas yg digunakan baik dalam beraktifitas maupun istirahat dg kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental shg kualitas hidup secara keseluruhan mjd lebih baik.

7. Yanto & Billy Ngaliman (2014) : studi bersifat multidisplin ilmu yg berakar mulai dari Neurologi, Anatomi, Fisiologi, Kinesiologi dan biomekanika tubuh manusia, psikologi, hygiene, antropometri, matematika komputasi, tempat, rekayasa, pemrograman dan seni yg berorientasi pada proses dan produk secara sinergis dengan alat atau mesin yg dimanfaatkan secara aman, nyaman dan memberikan kepercayaan adanya keselamatan yg tinggi melalui metode tertentu. Istilah lain yg berkembang di Amerika Serikat dikenal dg "*Human factor*" atau "*Human factor engineering*", intinya mempelajari tehnik, kinerja dan perilaku manusia.

TUJUAN UTAMA :

Memanusiakan Pekerjaan (Kroamer et al., 2001)

Atau dapat mengadaptasi tugas-tugas, waktu istirahat, perkakas dan peralatan yg sesuai dengan pekerjaan, dapat membantu mengurangi tekanan secara fisik dan mengurangi atau menghilangkan potensi serius, seperti kelumpuhan atau gangguan otot akibat pekerjaan (*Musculoskeletal disorders* {MSDs}) (OSHA)

TUJUAN KHUSUS

1. Meningkatkan efektifitas & efisiensi kerja, spt memperbaiki keamanan & keselamatan kerja, mengurangi kelelahan & stres, meningkatkan kenyamanan kerja, memperbaiki kualitas hidup dlm lingkungan kerja.
2. Dapat mengadaptasi tugas-tugas, waktu istirahat, perkakas & peralatan yg sesuai dg pekerjaan dpt membantu mengurangi tekanan secara fisik & mengurangi atau menghilangkan potensi serius, spt kelumpuhan atau gangguan otot akibat pekerjaan (MSDs)

RUANG LINGKUP GARAPAN ERGONOMI

Ditinjau dari kepentingan praktis, manajemen sumber daya manusia di industri sbb :

1. Menentukan prasyarat terkait dg ketubuhan calon tenaga kerja.
2. Upaya peningkatan kapasitas ketubuhan pekerja selaras dg tuntutan kompetensi kerja melalui diklat.
3. Upaya perbaikan sesuai dg hasil identifikasi & penilaian pekerja.
4. Upaya peningkatan kesigapan & kewaspadaan dlm melaksanakan K3
5. Memelihara fisik & mental sbg sumber & tujuan kesejahteraan pekerja dlm upaya pencapaian produktivitas

RISIKO ERGONOMI

1. Penggunaan tenaga /kekuatan (mengangkat, mendorong, menarik dll)
2. Pengulangan
3. Kelenturan tubuh (lenturan, puntir, jangkauan atas)
4. Pekerjaan statis, diam didalam satu posisi pada suatu periode waktu tertentu
5. Getaran mesin
6. Kontak tegangan, ketika memperoleh suatu permukaan benda tajam dari suatu benda kerja terhadap bagian atau tubuh

3 MACAM CEDERA TUBUH :

1. *Cummulative Trouma Disolder (CTD)* : cedera regangan berulang yaitu sbg gangguan pada otot, tendon, syaraf, pembuluh darah yg disebabkan oleh pengerahan gerakan berulang
2. *Repetative Strain Injuries (RSI)* : tugas berulang, pengerahan kekuatan tenaga, getaran, kompresi mekanik yg berkelanjutan,
3. *Musculoskeletal Disolders (MSDs)* : cedera otot, syaraf, tendon, sendi, tulang rawan atau cakram tulang belakang. MSDs biasa hasil dari setiap peristiwa sesaat atau akut (slip, perjalanan, jatuh)

Gejala MSDs : sakit, kegelisahan, kesemutan, kematian rasa, rasa terbakar, pembengkakan, kram, kekuatan genggam di tangan bergerak, rentang gerak pendeng, perubahan keseimbangan tubuh, sesak atau hilangnya fleksibilitas.

ERGONOMI ERA GLOBAL

Tuntutan Era Global :

1. Penerapan ergonomic pada setiap lini kebidupan
2. Standar ergonomic
3. Produk ergonomis
4. Kualitas sumber daya manusia

Dalam kehidupan dunia modern pada era global, mesin, peralatan dan segala produk telah dipasarkan secara bebas. Pengguna suatu alat tidak lagi harus membuat alat sendiri, tetapi pembuat alat dan pengguna alat terpisahkan, bak alat sederhana maupun alat canggih. Semua produk termasuk peraatan harus diciptakan sesuai dengan pengguna.

Ergonomi mencoba menyatukan kesenjangan antara pembuat alat dengan masyarakat pengguna dengan maksud agar semua diuntungkan. Ergonomi memberikan keyakinan bahwa kesesuaian produk dengan manusia pengguna produk akan meningkatkan hasil kerja.

Berbagai produk termasuk peralatan telah masuk ke Indonesia yang belum tentu sesuai dengan antropometri, iklim dan budaya yang ada di Indonesia. Beberapa Negara maju yang telah memiliki standar ergonomic, tentunya produk dihubungkan dengan situasi dan kondisi dimana standar tersebut dibuat. Standar ergonomic merupakan standarisasi yg diperlukan untuk perancangan ergonomi. Standar ergonomi tersebut antara lain :

- Standar dimensi antropometri
- Lingkungan
- Fisik
- Iklim kerja
- Kebisingan dll

Seperti yang diungkapkan Pheasant (1986) dan Nurmantio (1998) bahwa Inggris mempunyai standar antropometri, begitu juga dengan Hongkong dan Negara-negara maju lainnya. Sementara di Indonesia, standar antropometri masih menggunakan standar hasil interpolasi/modifikasi dari masyarakat British dan Hongkong.

Standar ergonomic yang sudah dimiliki oleh beberapa negara :

1. *American Conference Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)*
2. Negara Eropa sudah memiliki table standar ergonomic yang dikeluarkan oleh *Occupational Safety and Health Administration (OSHA)*
3. Indonesia berdasarkan modifikasi dari ACGIH yang tidak didasarkan atas hasil penelitian terhadap kemampuan dan batasan masyarakat Indonesia.

PENDEKATAN ERGONOMI

Menurut Gempur (2004) "Apabila ingin meningkatkan kemampuan manusia untuk melakukan tugas, maka beberapa hal di sekitar lingkungan alam manusia seperti peralatan, lingkungan fisik, posisi gerak (kerja) perlu direvisi atau modifikasi atau redesain atau didisain disesuaikan dengan kemampuan dan keterbatasan manusia". Dengan kemampuan tubuh yg optimal, maka tugas kerja yg dapat diselesaikan juga akan meningkat. Sebaliknya apabila lingkungan alam sekitar termasuk peralatan yg tidak sesuai dengan kemampuan alamiah tubuh manusia, maka akan banyak menggunakan energy dalam tubuh, cepat lelah, hasil tidak optimal bahkan dapat menimbulkan penyakit atau kecelakaan akibat kerja.

Ergonomi yg berpijak pada kemampuan psikologis, fisiologis dan biomekanika yg melekat pada antropometri dan karakteristik manusia, tentu berbeda dg kemampuan yg dimiliki antara usia muda, sedang dan tua.

Bentuk aktifitas dengan posisi kerja yg berbeda jumlah otot yg dilibatkan dan tenaga yg diperlukan juga berbeda. Menurut Hang (2000) seperti aktifitas berjalan dan memanjat tangga, jenis otot dan kuantitas performa otot yg terlibat utk menahan pinggang juga berbeda. Bekerja ekerberbeda. Menurut Gempur (2003) bahwa "Bekerja posisi berdiri statis dan lama lebih banyak

melibatkan intensitas kontraksi otot dibandingkan posisi duduk atau berdiri setengah duduk dan relaksasi. Bekerja yg lebih banyak melibatkan intensitas kontraksi otot dan dalam keadaan anaerob akan lebih cepat melelahkan, karena konsentrasi asam laktat meningkat dan glikogen sebagai salah satu sumber energi tubuh cepat berkurang. Menurut Niels (2000) bahwa “ Dalam keadaan anaerob, asam laktat banyak terjadi sehingga menimbulkan rasa lelah dan dalam hal ini glikogen dalam otot berkurang.

Dalam bekerja, harus dicari posisi alamiah atau posisi fisiologis agar tidak banyak melibatkan intensitas kontraksi otot, tidak mudah lelah dan produktifitas kerja dapat meningkat.

PERANAN PEMERINTAH & PENGUSAHA

Pemerintah mempunyai salah satu tanggungjawab yakni melindungi dan mensejahterahkan masyarakat. Pengusaha mempunyai salah satu tujuan utama yakni keuntungan melipatgandakan modal dengan operasi usahanya. Keduanya mempunyai peranan penting dalam penerapan ergonomi.

Produk yg dikeluarkan pemerintah berupa kebijakan public atau system seharusnya didesain sedemikian rupa agar sesuai dengan kondisi social dan kultural masyarakat penggunaannya. Pada prinsipnya perancangan ergonomic suatu produk atau system tidak jauh berbeda dengan proses pembuatan kebijakan public dimana metode pendekatan dari kedua aktifitas memiliki banyak kemiripan.

Peranan pengusaha, kesadaran dan penghayatan pengusaha akan pentingnya kesehatan, keselamatan dan produktifitas bagi tenaga kerja maupun pengguna produk demi kelngsungan perusahaan didalam persaingan pasar bebas sekarang ini merupakan hal mutlak dan perlu.

PERANAN LEMBAGA PENDIDIKAN

Untuk dapat mencapai kesuksesan dalam persaingan bebas di era global. Diperlukan tenaga ahli dan terampil yg memiliki kompetensi di bidang ergonomi. Tenaga yang dapat mengemban tugas mulia tersebut, harus disiapkan oleh Lembaga Pendidikan dan Pelatihan, termasuk Perguruan Tinggi. Berkaitan dengan hal tersebut, Perguruan Tinggi dapat bekerjasama dengan industry dan Pemerintah serta Lembaga industry luar negeri yg memproduksi barang, mesin, dan peralatan import lainnya. Lembaga Perguruan Tinggi harus memiliki komitmen dan keseriusan alih dan pilih teknologi dengan menumbuhkembangkan kurikulum dan wawasan bidang ergonomic, sehingga memiliki *outcome* yang mau, mampu dan berani menghadapi segala tuntutan tugas yg akan diterima.

KEBUTUHAN ERGONOMI ERA GLOBAL

Kebutuhan ergonomic pada era global sebagai berikut :

1. Diperlukan pendekatan ergonomic pada setiap lini kehidupan. Keberhasilan penerapan tersebut dapat dicapai apabila ada keseimbangan antara tuntutan tugas dengan kemampuan, kebolehan dan batasan manusia yg dampaknya dapat berpenampilan sehat, aman, nyaman, produktif terhindar dari kecelakaan, rasa sakit serta penyakit.
2. Indonesia perlu mempunyai standar ergonomic yg disesuaikan dengan kemampuan dan batasan masyarakat Indonesia, sehingga berbagai produk dapat dibuat secara ergonomis sendiri, sehingga dapat bersaing dengan berbagai produk dari Negara lain.
3. Lembaga pendidikan termasuk Perguruan Tinggi harus mampu menyediakan SDM berkualitas yakni SDM berwawasan ergonomi yg memiliki pengetahuan keterampilan, kemampuan meneliti dan menganalisis serta mengelola tuntutan tugas yg terdiri atas karakteristik tugas organisasi dan lingkungan, sesuai dengan batasan kemampuan fisiologi, psikologi dan biomekanika manusia.

PERTANYAAN

1. Jelaskan definisi dari ilmu Ergonom !
2. Jelaskan apa yang dimaksud dengan hakikat Ergonomi !
3. Jelaskan konsep budaya kerja dlm perspektif ergonomic terapan !
4. Jelaskan implementasi Ergonomi Terapan di era global ini !

REFERENSI

- 1 Ergonomi Terapan oleh Prof.DR.H.Gempur Santoso, M.Kes
- 2 Ergonomi & K3 oleh Dr. Wowo S K, M.Pd.
- 3 Ergonomi Suatu Pengantar oleh Ir.Hardianto, MSIE, Ph.D. Bab I
- 4 Ergonomi oleh Yanto, S.T., M.Sc., Ph.D & Billy Ngaliman, S.T., M.B.A.
- 5 Perusahaan dan kesehatan kerja oleh Dr. Soema'mur P.K, M.Sc



**PROGRAM STUDI D4 K3
ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS BINAWAN
Tahun 2020**

**MODUL PENDIDIKAN
Bahan Pengajaran PS D4 K3 FKM
KMK OSH 067**

**ERGONOMI TERAPAN & FISILOGI KERJA
MODUL I PERTEMUAN 2**

Oleh :

**Defi Arjuni, SKM, M.Si
Sari Narulita, S.Kp, M.Si**

**PROGRAM STUDI D4 K3
ILMU KESEHATAN MASYARAKAT UNIVERSITAS BINAWAN
Tahun 2021**

MODUL

ERGONOMI TERAPAN & FISILOGI KERJA

- MODUL 1 ***Human Information Proccesing & Kinerja Mental Dan Human Error*** serta Ergonomi Terapan
- MODUL 2 Ilmu Kinesiologi Pekerja & Ilmu Antropometri
- MODUL 3 Keseimbangan Fisik & Psikologi serta fisiologi kerja dalam upaya mencegah terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja dan lingkungan kerja yg aman
- MODUL 4 Biomekanika 1 & 2
- MODUL 5 Metode RULA & REBA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

MODUL I PERTEMUAN 2

HUMAN INFORMATION PROCCESSING (HIP), KINERJA MENTAL DAN HUMAN ERROR

A. PROSES PENGAMBILAN KEPUTUSAN

Berbagai masalah ergonomic yang ditemui dalam berbagai system kerja terjadi karena minimnya perhatian yang diberikan pada interaksi antara manusia dan system yang sedang digunakan. Seringkali masalah-masalah ini bukan disebabkan oleh aspek fisik manusia (missal dimensi tubuh atau kemampuan fisiologis) namun berkaitan dengan proses mental yg terjadi pada manusia. Proses mental ini mencakup diterimanya stimulus dari system kerja, proses pengubahan stimulus menjadi informasi yang berarti, hingga pengambilan keputusan yang sejalan dengan informasi yang diperoleh. *Human Error* dapat terjadi bukan hanya karena kesalahan operator saja, tetapi juga karena interaksi antara operator dan mesin (system kerja) yang tidak dirancang secara optimal dengan memanfaatkan pemahaman atas serangkaian proses mental yang terjadi pada manusia dalam melakukan pemrosesan informasi (kerja mental) sehingga *human error* terjadi karena beban kerja mental yang berlebihan. Dalam kasus ini, *human error* lebih layak disebut *human-induced error* karena interaksi antara manusia dan system kerja tidak dirancang secara optimal, yang berkontribusi pada terjadinya kegagalan system.

Kajian *Human Information Proccesing* banyak dimanfaatkan sebagai basis dalam perancangan produk-produk konsumen (contoh tombol control pada oven microwave, ponsel, mesin-mesin ATM, serta fitur pada berbagai produk elektronik lainnya).

Pemahaman terhadap konsep HIP menjadi sangat penting dan dapat dimanfaatkan dalam membantu perncangan suatu system. Salah satu tanggung jawab para ahli ergonomic adalah memastikan bahwa interaksi antara operator dan system kerja, serta konsekuensi beban mental yg terkait telah dirancang secara optimal.

Tujuan adalah tercapainya kinerja terbaik pada system yg dirancang melalui prinsip-prinsip ergonomi.

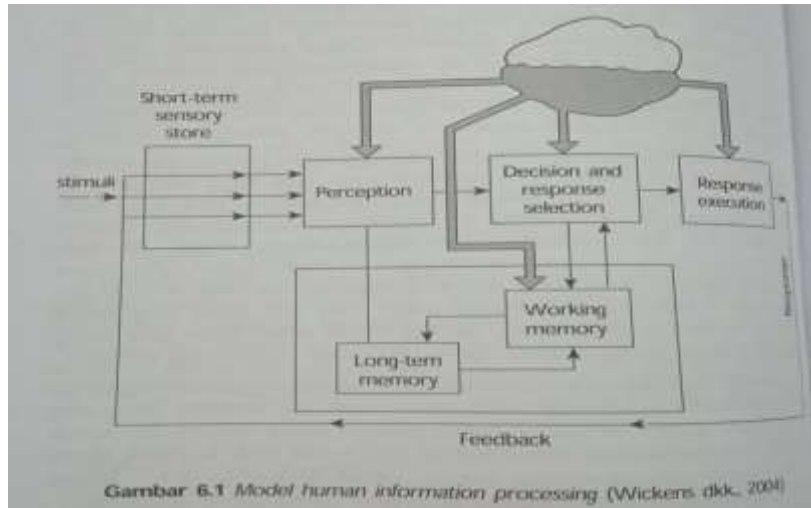
B. MODEL HUMAN INFORMATION PROCESSIING

Ada 3 tahapan besar dalam memproses informasi (Wickens dkk,2004) :

1. Memahami informasi apa yang diberikan oleh lingkungan
2. Memproses informasi pada tingkatan yg lebih tinggi
3. Memberikan respons atas informasi

Pendekatan dengan pemodelan bukan satu-satunya cara, namun cara tersebut dapat membantu dalam menganalisis rangkaian proses mental yg terjadi, memahami keterbatasan operator dalam memproses informasi serta mengkaji kesesuaian antara karakteristik operator dan system kerja.

Christopher Wickens adalah salah seorang pakar ergonomi yg usulannya tentang model HIP banyak dianut para praktisi ergonomi. Model HIP tersebut dapat dilihat pada Wickens dan Hollands (2000) serta Wickens dkk (2004)

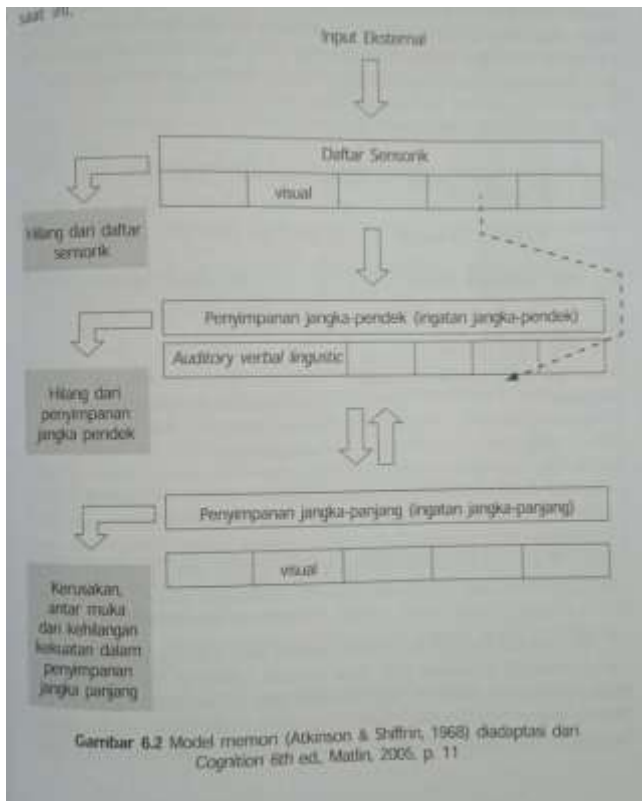


Model ini menggambarkan rangkaian tahapan proses yg berjalan secara serial, diawali oleh

1. Proses sensasi atau stimulus fisik yg datang dari lingkungan. Stimulus fisik ini membangkitkan aktifitas saraf, yg bisa maupun tidak bisa diproses lebih lanjut.
2. Proses selanjutnya bersifat kognitif, proses ini mencakup persepsi dan pengambilan keputusan. Yg dibantu oleh proses penyimpanan informasi (*working memory* dan *long-term memory*)
3. Proses persepsi (memahami apa yg terjadi) merupakan gabungan antara proses *top-down*, dimana stimulus dirasakan oleh indera kita, serta proses *bottom up* dimana ingatan jangka panjang (pengetahuan dan pengalaman) membantu memberi arti atas stimulus yg diperoleh.

Model HIP yg dijelaskan di sini menganggap bahwa terdapat kotak-kotak yg membagi rangkaian kerja mental ke dalam fungsi-fungsi yg bersifat unik serta memiliki batas yg membedakan antara satu tahap pemrosesan informasi dan tahap lainnya. Pengelompokan ini tidak serta merta menggambarkan secara fisik anatomi otak manusia. Kerja mental merupakan rangkaian aktivitas kompleks yg berlangsung sangat cepat dan sukar utk dibedakan secara tegas. Berbagai Komponen Model HIP sebagai berikut :

1. Penginderaan
2. Perhatian
3. Penyimpanan Informasi (*Memory*)



Model Memori (Atkinson & Shiffrin, 1968) diadaptasi dari *Cognition 6th ed, Matlin, 2005, p 11*

a. *Short Term Memory*

Perbedaan antara *Short Term Memory* dengan *Long Term Memory*

Tabel 6.1 Perbedaan sensory store dan short-term memory

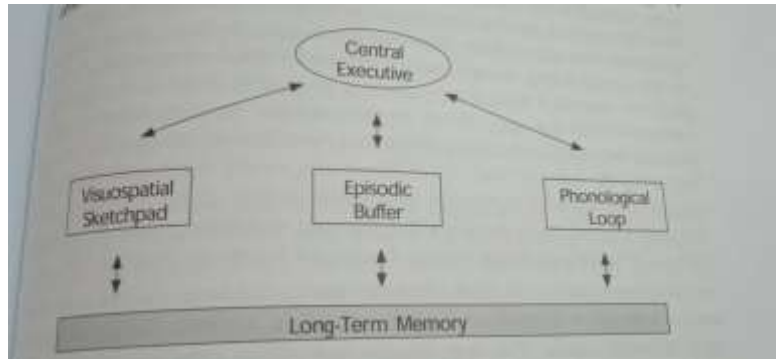
Sensory Store	Short-Term Memory
Stimuli dapat bertahan selama 2 detik atau kurang	Stimuli dapat bertahan 30 detik
Informasi relatif mentah dan belum diproses	Informasi dapat dimanipulasi (misalnya dengan mengulang, membandingkan, atau mengubah urutan item)
Informasi merupakan representasi stimulus yang sangat akurat	Informasi sangat mudah mengalami distorsi dan tidak akurat
Informasi secara pasif didata pada sensory store	Informasi akan diseleksi secara aktif untuk memasuki short-term memory

Sumber: Diadaptasi dari Atkinson & Shiffrin, 1968

b. *Working Memory*

Alan Baddeley (2001, 2002, 2003, 2004, 2005) mengembangkan penjelasan utuh tentang interpretasi multikomponen dari *short term memory* (STM) yg disebut dg *Working memory* (WM) yaitu system yg terdiri dari 4 komponen yg menyimpan sementara dan memanipulasi informasi ketika seseorang melakukan tugas kognitif. Ke 4 komponen tersebut yaitu :

1. *Phonological loop*
2. *Visuospatial sketch pad*
3. *Central executive*
4. *Episodic buffer*



- c. *Long Term Memory (LTM)*
- d. *Memoruy Improvment*

4. Persepsi
5. Pengambilan Keputusan & Pengambilan Tindakan
6. Umpan Balik

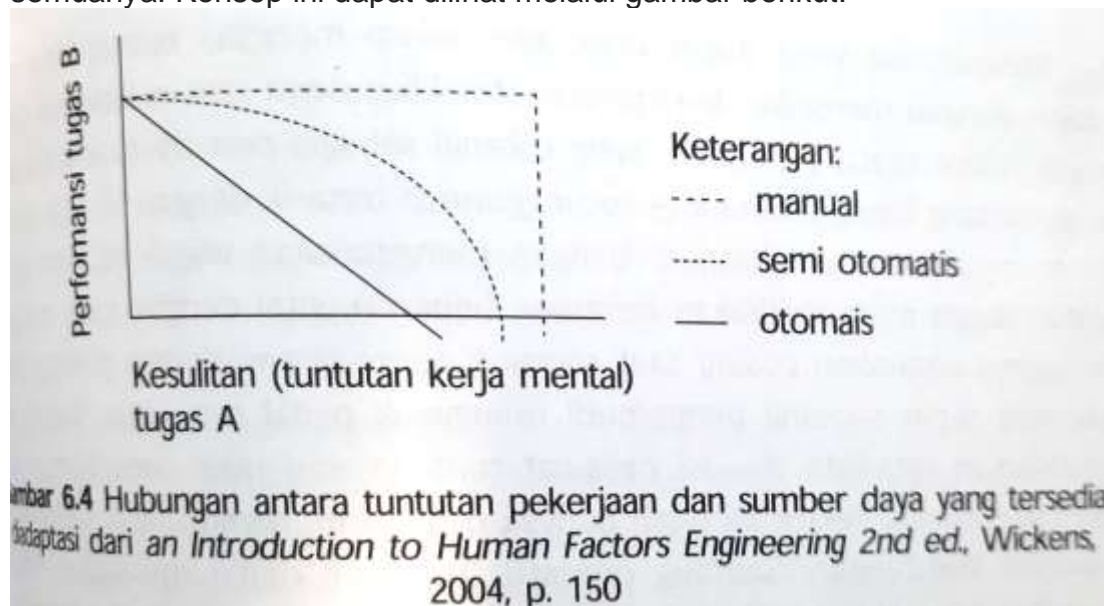
C. BEBAN KERJA MENTAL

Salah satu implikasi penting dalam ergonomi adalah evaluasi besar beban kerja yang bersifat mental. Asumsi yang diajukan oleh para peneliti ergonomi adalah proses mental dapat dievaluasi secara kuantitatif dan hasilnya sapat digunakan untuk nebebtukan seberapa besar seorang operator terbebani oleh aktivitas fisik. Akhirnya, system kerja dapat dirancang sedemikian rupa sehingga beban mental menjadi optimal dan tidak terlalu sedikit sehingga menyebabkan kebosanan, maupun tidak berlebihan sehingga bisa menurunkan performansi kerja. Definisi dari beban mental itu sendiripun tidak mudah diartikan sehingga menimbulkan perdebatan. Argumen apapun mengenai beban mental memiliki satu hal yang pasti yaitu beban mental harus diukur secara cermat. Kerja mental yang tidak dirancang dengan baik dapat menimbulkan efek buruk. Selain itu kesalahan (*error*) atau reaksi lambat terhadap suatu stimulus dapat terjadi karena beban kerja mental yang tidak optimal. Dan akan berdampak pada penurunan kualitas kerja.

D. PENGUKURAN BEBAN MENTAL

Salah satu pendekatan untuk mengevaluasi beban kerja mental adalah memanfaatkan filosofi bahwa beban mental merupakan besarnya tuntutan

pekerjaan dibandingkan kemampuan otak dalam melakukan aktivitas mental. Kemampuan ini bersifat terbatas, namun dapat dialokasikan untuk menangani beberapa proses mental dan dapat memiliki cadangan bila belum digunakan semuanya. Konsep ini dapat dilihat melalui gambar berikut:



Pada gambar dapat dilihat hubungan skematis antara tuntutan pekerjaan dg kemampuan dalam menyediakan sumber daya mental. Saat suatu aktifitas hanya menuntut sumber daya yg minimal, kita masih akan memiliki sisa/cadangan sumber daya yg dapat digunakan untuk aktifitas mental lainnya. Pada saat ini, kinerja pada aktifitas utama akan terjaga. Pada saat tuntutan kerja mental meningkat, kapasitas cadangan akan otomatis berkurang. Peningkatan aktifitas mental lebih jauh akan menyebabkan cadangan mendekati 0 (nol) Karena sumber daya yg terbatas dan bahkan penurunan performansi kerja.

Metode lain yang dapat digunakan adalah mengukur kinerja operator saat melakukan aktivitas , yang dikenal dengan *primary task analysis*. Teknik yang lebih menarik adalah *secondart task analysis*, yaitu beban mental dievaluasi berdasarkan jumlah cadangan kemampuan proses kognitif yang dimiliki seorang operator. Pendekatan lain yang dapat dilakukan adalah menganalisis indicator-indikator fisiologis.

Metode terakhir dalam mengevaluasi beban kerja adalah yang bersifat subjektif, dimana pekerja diminta untuk memberikan pendapatnya atas pekerjaan yang dilakukan dan salah satu metodenya adalah *National Aeronautics and Space Administration Task Loud Index (NASA TLX)*. Metode lain yang juga bersifat subjektif adalah *Subjective Workload Assesment Technique (SWAT)* yang terdiri dari tiga dimensi, yaitu waktu, usaha mental, serta stres yang memiliki tiga nilai/tingkatan yang berbeda.

Kerja mental dapat dievaluasi dengan memanfaatkan nilai *critical flicker fusion (CFF)*, suatu teknik dimana frekuensi suatu stimulus diubah hinggapada frekuensi tertentu stimulus akan terlihat kontinu.

Selain itu, Skala Borg juga merupakan suatu metode pengukuran beban kerja mental secara subjektif dengan cara menanyakan beban kerja yang dirasakan kepada pekerja dan meminta angka tertentu dalam skala borg.

Tabel 6.2 Borg Rating of Perceived Exertion Scale (Borg, 1982a, 1998).

Borg Rating of Perceived Exertion Scale (Borg, 1982a, 1998)		
0	Nothing at all (Tidak sama sekali)	"No I"
0.3		
0.5	Extremely weak (Sangat amat lemah)	Just Noticeable (Hanya terlihat)
0.7		
1	Very weak (Sangat lemah)	Light (Ringan)
1.5		
2	Weak (Lemah)	
2.5		
3	Moderate (Sedang)	
4		
5	Strong (Kuat)	Heavy (Berat)
6		
7	Very Strong (Sangat kuat)	
8		
9		
10	Extremely strong (Sangat amat kuat)	"Strongest I"
11		
...	Absolute maximum	Highest possible

Metode MRQ (*Multiple resources Questionnaire*) oleh Boles et.al dianggap mencerminkan proses kognitif seorang operator. Teknik lain adalah penggunaan skala rating Cooper-harper dalam mengevaluasi handling pesawat terbang.

E. STUDI KASUS : PERUBAHAN AMILASE SEBAGAI STRESS BIOMARKER PADA MASINIS SELAMA MENJALANKAN KERETA API.

Penelitian ini bertujuan utk mengukur beban kerja mental masinis kereta api secara objektif menggunakan indicator kadar amylase yg terdapat dalam saliva. Kandungan amylase dapat menunjukkan tingkat stress, semakin tinggi kandunga amylase dalam saliva menunjukkan level stress yg semakin tinggi pula. Di sisi lain, stres dapat mempengaruhi performansi seorang masinis dalam menjalankan kereta api, sehingga hal ini perlu dikaji untuk melihat kondisi fisik masinis berkaitan dg stress. Tu menghidrolisa Amilase adalah enzim yg berfungsi untuk membantu menghidrolisis gula dan pati. Amilase mencerna karboidrat (polisakarida) menjad unit-unit disakarida yg lebih kecil dan akhirnya mengubah menadi

monosakarida seperti glukosa. 1 unit aktifitas enzim AA adalah jumlah enzim yg dibuat bereaksi tuhkan untuk menghasilkan prok berpa 1 unit glukosa /mi. Glukosa dapat bereaksi secara langsung s=dg ATP, tanpa keberadaan enzim, proses ini berjalan dengan sangat lambat

HUMAN ERROR

1. Kesalahan dalam Membuat Keputusan

Manusia dalam kesehariannya merupakan elemen dari sebuah system, di mana di dalamnya terdapat elemen atau unsur lain yg saling berinteraksi. Interaksi ini kemudian membentuk suatu jaringan yg kompleks (*Complex Sociotechnical System*). Manusia sendiri pada dasarnya memiliki kelemahan maupun batasan kemampuan dan tidak jarang manusia melakukan kesalahan atau kelalaian. Dan hal ini merupakan salah satu fakta yg manusiawi serta tidak dapat dipungkiri. Namun keadaan ini harus sedapat mungkin dihindari, terutama ketika berhubungan dg suatu system kerja. Karena kesalahan atau kelalaian tersebut dapat mengganggu suatu operasi yg terjadwal ataupun menyebabkan kerusakan pada barang dan peralatan (Dhillon, 1989).

Perkembangan teknologi disinyalir sebagai salah satu pendorong terjadinya human error. Perkembangan teknologi yg pesat satu mendorong system interaksi antara manusia dg teknologi menjadi semakin kompleks.

Design teknologi yg baik perlu mempertimbangkan aspek interaksi antara manusia dg teknologi tersebut (ramah terhadap pengguna). Dg design teknologi yg memperhatikan kaidah-kaidah interaksi manusia-teknologi, diharapkan tidak akan terjadi kesalahan yg disebabkan oleh manusia.

2. Kesalahan Manusia

Kesalahan manusia sebagai tindakan atau perilaku manusia yg kurang sesuai atau tidak diinginkan sehingga menyebabkan penurunan efektifitas, keselamatan kerja, serta performasi system (Sanders & McCormick (1992)).

Kesalahan manusia dapat menjadi manifestasi perilaku manusia yg dapat dikategorikan sbg yg tidak diinginkan, tidak dapat diterima, ceroboh, lalai, lupa, berbahaya, trjadi miskomunikasi ketika bekerja atau bentuk yg tidak tepat dari kegiatan pengambilan resiko (Peters & Peters, 2006). Setiap tindakan seseorang yg tidak konsisten dg pola perilaku atau prosedur yg telah ditentukan (Hammer & Price, 2001).

Meskipun pengertian2 tersebut diatas bisa diterima, belum terdapat kesepakatan yg jelas mengenai pengertian *human error* secara umum. Reasoen (2008) menjelaskan bahwa ada beberapa

kesamaan yg tampaknya bisa menjadi pendorong utk mendefinikan *human error*. Pendorong itu diantaranya adalah penyimpangan atas sesuatu; penyimpangan atas batas (*trip* atau *trumble*); penyimpangan dari tujuan mula-mula (*slip* atau *lapses*), penyimpangan dari beberapa jalan atau rute yg telah ditetapkan (*mistake*) dan penyimpangan dari kebenaran (*sin*). Hal ini terbagi atas :

1. Klasifikasi Human Error
 - a. Klasifikasi Human Error berdasarkan *Intention*
 - b. Klasifikasi Human Error berdasarkan *Action*
 - c. Klasifikasi Human Error berdasarkan *Outcome*
 - d. Klasifikasi Human Error berdasarkan *Context*

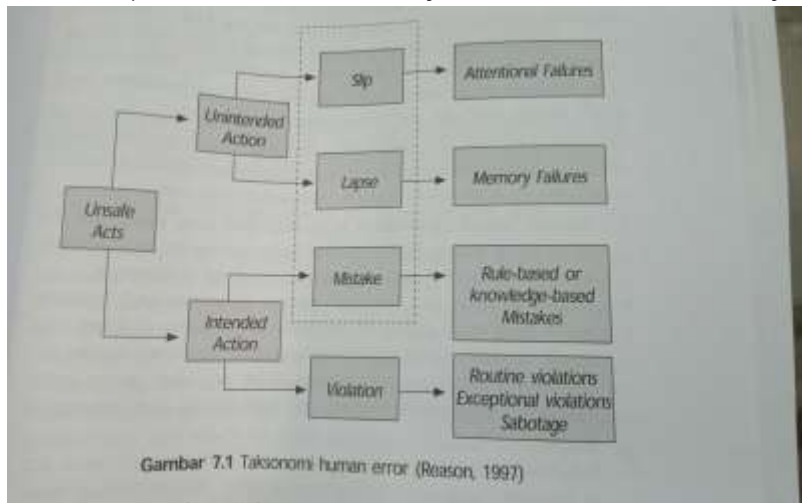
2. Faktor2 yg Mendasari Human Error
 - a. *Intrinsic factors*
 - b. *Impressed factors*
 - c. *Extrinsic factors*
 - d. *Compensatory factors*

3. Tehnis Analisis *Human Error*
 - a. *Taxonomy-based Methods*
 - b. *Error Identifier Methods*
 - c. *Error Quantification Methods*

4. Kriteria Evaluasi terhadap Teknik identifikasi *Human Error*
 - a. *Comprehensiveness*
 - b. *Consistency*
 - c. *Theoretical Validity*
 - d. *Usefulness*
 - e. *Resource Usage*
 - f. *Auditability*
 - g. *Acceptability*

5. Beberapa Teknik Identifikasi *Human error*
SHERPA (*Systematic Human error Reduction and Prediction Approach*)

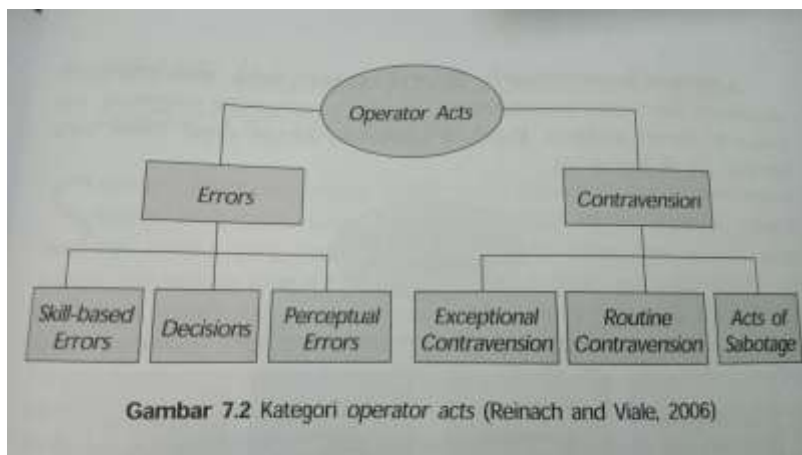
- HFACS (*Human Factors Analysis and Classification System*)



Keterangan : basic error diklasifikasikan menjadi 3 yaitu

- Slip* : kesalahan yg diakibatkan oleh kurangnya perhatian terhadap suatu tindakan.
- Lapse* : kesalahan yg diasosiasikan dg *memory failure* (missal lupa)
- Mistake* : kesalahan dlm pengambilan keputusan (kurang pengalaman/paham terhadap peraturan (Karwowski, 2006)

- HFACS-RR

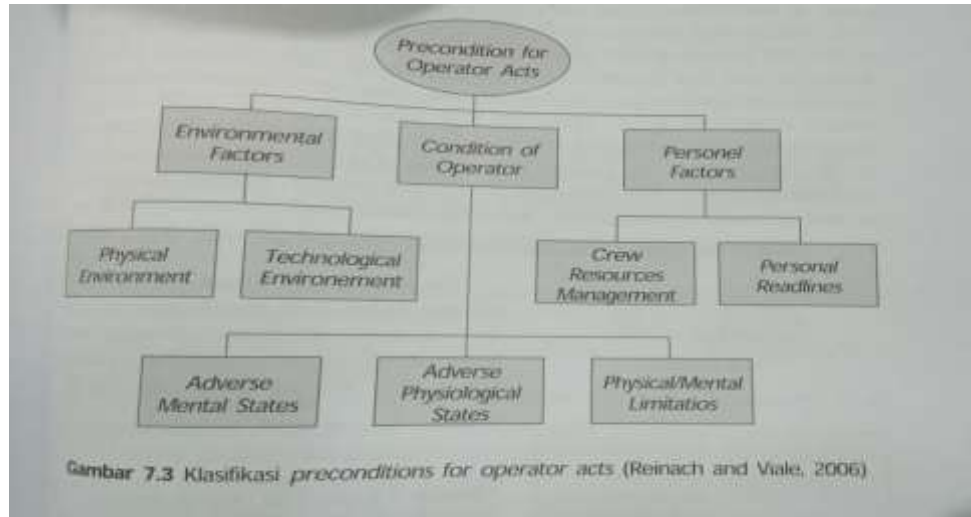


Keterangan : Precondition for operator acts dibagi 3 kategori utama :

- Environmental factors dibagi 2
 - *Physical environment*
 - *Technological environment*
- Condition of operators dibagi 3
 - *Adverse mental states*
 - *Adverse physiological states*
 - *Physical /mental limitations*
- Personal factors dibagi 2

- Crew resource management
- Personal readiness

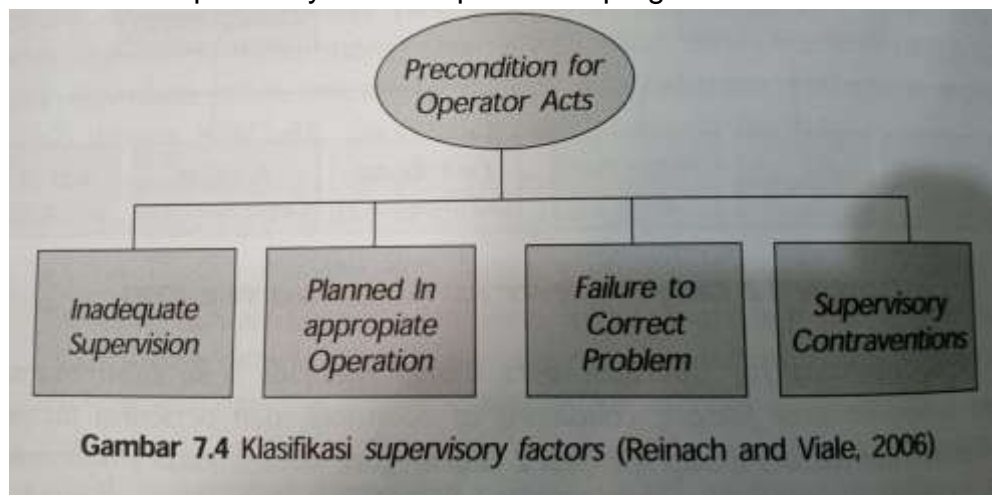
Klasifikasi *Preconditions For Operator Acts* (Reinach and Viale, 2006) dari HFACS RR dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Supervisory factors di bagi 4 :

- Inadequate Supervision*
- Supervisory contraventions*
- Planned inappropriate operations*
- Failure to correct problem*

Klasifikasi supervisory factor dapat dilihat pd gambar berikut :



Klasifikasi *Organizational factor*

Organizational factor dibagi 4 :

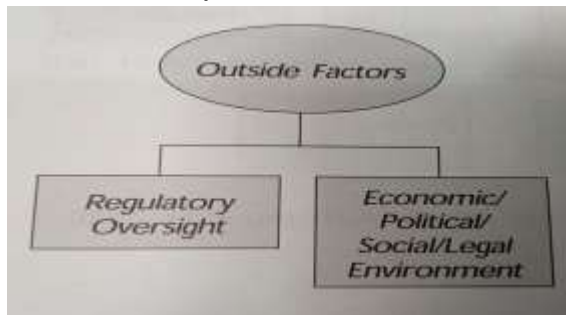
- a. *Resource management*
- b. *Organizational climate*
- c. *Organizational process*
- d. *Organizational contraventions*



Klasifikasi *outside factors* (Reinach and Viale, 2006)

Outside Factors dibagi menjadi 2 kategori utama :

1. *Regulatory oversight*
2. *Economic/political/social/environment factors*



6. HEART (*Human Error assessment and Reduction Technique*)

- a. Tentukan Jenis Pekerjaan atau scenario Yg Akan Di Analisis

Tabel : *General Task Type HEART*

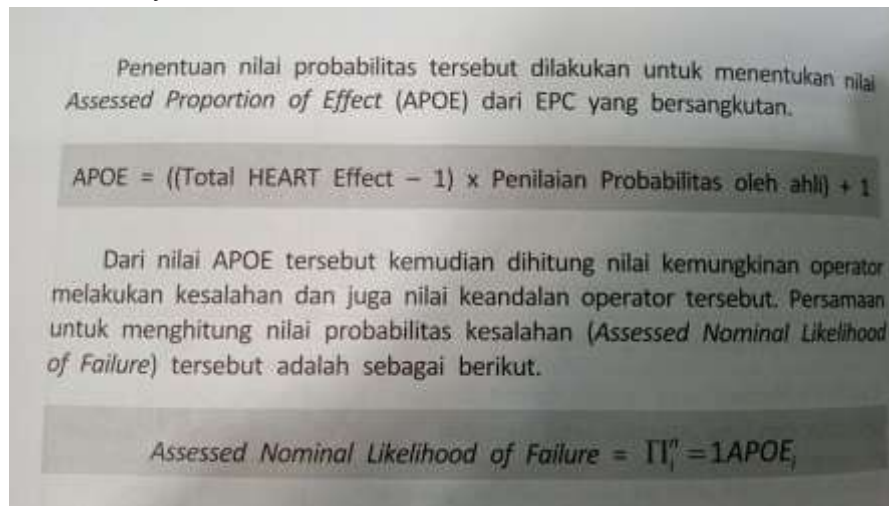
Jenis Pekerjaan Umum	Nilai Ketidakandalan Manusia yg diusulkan

- b. Identifikasi Faktor2 yg Berkontribusi Terhadap Error dg Menggunakan *Error Producing Conditions (EPC)*

Tabel : *Error Producing Conditions*

<i>Error Producing Conditions</i>	Prediksi maksimum dari ketidakandalan yg bisa berubah dari keadaan baik ke keadaan buruk

- c. Lakukan *Assessment Effect* dari EPC pada Langkah Sebelumnya



- d. Lakukan Perbaikan dg Melakukan Reduksi Faktor2 yg Dominan Dari faktor2 yg berkontribusi terhadap terjadinya *error*, kemudian bisa diambil kebijakan factor mana saja yg perlu dilakukan pengawasan dan perbaikan secepatnya dg melihat factor mana saja yg memberikan kontribusi terbesar terhadap kemungkinan terjadinya *error*.
- e. Lakukan Dokumentasi
- *Critical Decision Method (CDM)*
 - Metode Analisis CDM

PERTANYAAN

1. Deskripsikan elemen-elemen yg terlibat dalam model HIP
2. Jelaskan hubungan antara beban kerja mental dengan produktifitas
3. Jelaskan tentang manfaat melakukan pengukuran beban mental

REFERENSI

Ergonomi Suatu Pengantar oleh Ir.Hardianto, MSIE, Ph.D.



**PROGRAM STUDI D4 K3
ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS BINAWAN
Tahun 2021**

MODUL PENDIDIKAN

ERGONOMI TERAPAN & FISILOGI KERJA MODUL I PERTEMUAN 3

**Bahan Pengajaran PS D4 K3 FKM
KMK OSH 067**

Oleh :

Defi Arjuni, SKM, M.Si

Sari Narulita, S.Kp, M.Si

MODUL I PERTEMUAN 3

ERGONOMI TERAPAN & FISILOGI KERJA

- MODUL 1 *Human Information Proccesing*, Kinerja Mental Dan *Human Error* Dan **Ergonomi Terapan**
- MODUL 2 Ilmu Kinesiologi Pekerja & Ilmu Antropometri
- MODUL 3 Keseimbangan Fisik & Psikologi serta fisiologi kerja dalam upaya mencegah terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja dan lingkungan kerja yg aman
- MODUL 4 Biomekanika 1 & 2
- MODUL 5 Metode RULA & REBA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

MODUL I PERTEMUAN 3

Ergonomi terapan

POKOK BAHASAN

- Ergonomi
- Ergonomi Di Tempat Kerja
- Ergonomi Makro

1. ERGONOMI

A. Pengertian Ergonomi

Istilah ergonomic dalam bahasa Yunani dari kata *Ergos & Nomos*, yg memiliki arti “kerja” dan “aturan atau kaidah kerja”. Dari dua kata tersebut secara penegertian bebas sesuai perkembangannya, yakni suatu aturan atau kaidah yg ditaati dalam lingkungan pekerjaan.

Ditinjau dari fakta historis, ergonomi telah menyatu dg budaya manusia sejak zaman megalitik, dalam proses perancangan dan pembuatan benda2 seperti Alat kerjaman megalitik, dan barang2 buatan sesuai dg kebutuhan manusia pada zamannya. Kita dapat mengobservasi benda2 zaman megalitik, bagaimana benda tersebut memberikan informasi implinsit mengenai eksistensinya makna fungsi dan keindahan.

Istilah ergonomi mulai populer setelah perang dunia ke 2 terutama di Eropa (Inggris) oleh psikolog Hywel Murrell pada tahun 1949 melalui bukunya “*Ergonomic*”.

Marmara N.Poulaskakis dan Papakostopulos V (1999) menuliskan landasan ilmu ergonomic tampaknya telah diletakkan dalam konteks budaya Yunani kuno. Banyak bukti menunjukkan bahwa peradaban pada abad ke -5 SM menggunakan prinsip ergonomic yg tampak dalam desain alat-alat, cara melkukan pekerjaan dan tempat kerja. Contoh,ditemukan dalam deskripsi Hippocrates mengenai bagaimana dokter bedah harus melakukan pekerjaan, maka perlu dirancang alat yg akan digunakan.

Mc.Cormick dan Sander (1971), memberikan penekanan ergonomic ditinjau dari 3 aspek yaitu :

1. Fokus Utama

Pertimbangan factor manusia dalam perancangan barang buatan, prosedur kerja dan lingkungan kerja. Perhatian ergonomic terkait interaksi manusia dg barang buatan sebagai produk, peralatan kerja, fasilitas kerja, prosedur yg dilakukan dalam bekerja secara rutin.

2. Tujuan

Adalah meningkatkan efektifitas dan efisiensi kerja, seperti memperbaiki keamanan dan keselamatan kerja, mengurangi kelelahan dan stress,

meningkatkan kenyamanan kerja, memperbaiki kualitas hidup dalam lingkungan kerja

3. Pendekatan

Aplikasi sistemik dari informasi yg relevan mengenai, keunggulan, keterbatasan, karakteristik, perilaku dan motivasi manusia terhadap para pengguna barang buatan.

B. Ruang Lingkup Garapan Ergonomi

Ditinjau dari kepentingan praktis, manajemen sumber daya manusia di industry adalah sbb :

1. Menentukan prasyarat terkait dg ketubuhan calon tenaga kerja
2. Upaya peningkatan kapasitas ketubuhan pekerja selaras dg tuntutan kompetensi kerja, melalui pendidikan dan pelatihan
3. Upaya perbaikan kinerja sesuai dg hasil identifikasi dan penilaian pekerja
4. Upaya peningkatan kesigapan dan kewaspadaan dlm melaksanakan K3.
5. Memelihara kesehatan fisik dan mental sbg sumber dan tujuan kesejahteraan pekerja dalam upaya pencapaian produktifitas.

C. Risiko Ergonomi

Merupakan suatu risiko yg menyebabkan cedera akibat kerja, hal itu termasuk hal2 sbb :

1. Penggunaan tenaga / kekuatan (mengangkat, mendorong, menarik dll)
2. Pengulangan, melakukan jenis kegiatan yg sama dari suatu pekerjaan dg menggunakan otot atau anggota tubuh berulang kali.
3. Kelenturan tubuh (lenturan, punter, jangkauan dll)
4. Pekerjaan statis, diam didalam satu posisi pada suatu periode waktu tertentu.
5. Getaran-mesin²
6. Kontak tegangan, ketika memperoleh suatu permukaan benda tajam dari suatu alat atau benda kerj terhadap bagian atau tubuh

D. Metode Ergonomi

Beberapa metode yg biasa digunakan menurut Stanson, N., Salmon, P., Walker G., Baber C., dan Jenkins D (2005) yaitu *Human Factors Methods; .A Practical Guide For Engineering and Design* adalah sebagai berikut :

- a. *Ethnographic analysis* (analisis Etnografi) focus pada pengamatan penggunaan teknologi dalam lingkungan kerja. Penekanan pada metode kualitatif bersifat pengalaman”dunia nyata” dan tekanan serta penggunaan tehnologi atau ligkungan di tempat kerja. Proses ini paling baik digunakan pada awal proses desain.
- b. *Focus Group Discussions* (FGD) : seseorang akan memfasilitasi diskusi utk memperoleh pendapat ttg tehnologi atau proses penelitian.

- c. *Iterative Design* (perancangan desain) dikenal sebagai Prototipe, berupaya utk melibatkan pengguna pada beberapa tahap desain, dlm memperbaiki masalah. Kecenderungan di antara pengguna dianalisis, selanjutnya produk desain ulang.
- d. *Meta-Analysis* : merupakan tehnik tambahan digunakan utk memeriksa macam data tubuh yg sudah ada atau literature dlm rangka utk melihat kecenderungan kolektif dari variable individu.
- e. *Subjects-in-Tandem* : dua subjek diminta utk bekerja secara bersamaan pada serangkaian tugas, sementara pengamatan analisis dilakukan.
- f. Survei & Kuesioner : dapat diberikan pada sekelompok besar orang dan biaya yg relative rendah, memungkinkan peneliti utk mendapatkan sejumlah besar data.
- g. Analisis Tugas : suatu proses berakar dari teori aktivitas. Cara sistematis menggambarkan interaksi manusia dg dg system atau proses utk memahami bagaimana mencocokkan tuntutan system atau proses utk kemampuan manusia.
- h. *Think Aloud Protocol* : proses dg meminta pengguna utk menjalankan tugas atau menggunakan teknologi sampa terus verbalisasi pikiran mereka shg peneliti dapat memperoleh wawasan proses analistis dari pengguna.
- i. *User Analysis* : merancang kebutuhan atribut pengguna atau operator.
- j. *Wizard of Oz* : tehnik yg digunakan dalam perangkat mobile.
- k. Metoda Analisis : proses mrmpelajari tugas pekerja sesuai langkah demi langkah penyelidikan selama melaksanakan tugas.
- l. Studi Waktu : proses menentukan waktu yg dibutuhkan utk seorang pekerja utk menyelesaikan setiap tugas.
- m. *Work Sampling* : metode pekerjaan yg sampelnya secara acak utk menentukan proporsi total waktu yg habis utk tugas tertentu.
- n. *Cognitive Walkthrough* : metode inspeksi kegunaan evaluator dpt menerapkan perspektif pengguna utk scenario tugas utk mengidentifikasi masalah desain.
- o. Metode Kansei : mengubah mengubah respons konsumen utk produk2 baru ke dalam spesifikasi desain.
- p. *High Integration of Technology* : suatu prosedur manual dilakukan langkah demi langkah utk menerapkan perubahan teknologi di tempat kerja.
- q. *Top Modeler* : membantu perusahaan manufaktur mengidentifikasi perubahan organisasi
- r. *Computer Integrated Manufactur, Organization.and People, System Design* (CIMOP) : memungkinkan computer utk mengevaluasi manufaktur secara terpadu
- s. *Anthropotechnology* : metode ini menganggap analis dan modifikasi desain system utk ditransfer keteknologi yg efisien dari satu budaya ke yg lain.

- t. *System Analysis Tools (SAT)* : utk melakukan sistematika *trade-off* evaluasi alternative intervensi system kerja
- u. *Macroergonomic Analysis of Structure (MAS)* :Proses menganalisis struktur system kerja sesuai dg kompatibilitas dg aspek sosioteknikal.
- v. *Macroergonomic Analysis and Design (MEAD)* : menilai proses kerja-sistem dg menggunakan proses langkah tertentu.
- w. *Virtual Manufacturing and Response Surface Methodology (VMRSM)* : suatu metode menggunakan alat komputerisasi dan analisis statistic utk desain *workstation*.

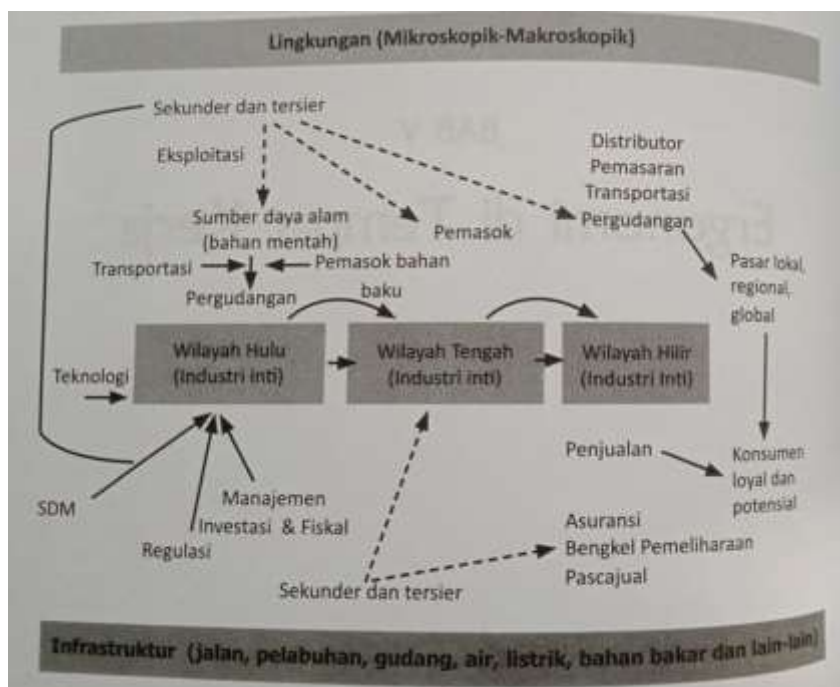
2. ERGONOMI DI TEMPAT KERJA

A. Tempat Aktifitas Kerja di Industri

Definisi :

- Tempat kerja merupakan suatu tempat yg dapat menciptakan interaksi antara manusia dg alat2, mesin dan bahan dg objek pekerjaan yg bertujuan menghasilkan produk.
- Tempat kerja : tiap ruangan atau lapangan, tertutup atau terbuka, bergerak atau tetap, di mana tenaga bekerja atau yg sering dimasuki tenaga kerja utk keperluan suatu usaha dan di mana terdapat sumber atau sumber2 bahaya sebagaimana diperinci dlm pasal 2 UU No 1 th 1970.

Posisi sumber daya manusia, dalam lingkup kegiatan proses produksi seperti pada gambar berikut :



Corlett dan Clark (1993) mengungkapkan bahwa ditinjau dari ergonomik baik sebagai disiplin ilmu maupun teknologi, sangat memperhatikan *interface* dan interaksi antara pekerja dg komponen-komponen kerja, pengaruhnya terhadap interaksi dan kinerja system. Seperti pada table berikut :

Gambar : Komponen Dalam Sistem Kerja

Komponen	Ranah Perancangan	Pertimbangan
Perangkat keras	Rancangan dan tata letak komponen	Proses, peralatan dan akses
Operator	Karakteristik fisik dan ketangkasan	Karakteristik tubuh, kapasitas kerja, kekuatan, postur tubuh, kelelahan, dan ketahanan
	Penerima informasi dan proses	Pancaindra (penglihatan, pendengaran, penciuman dan perabaan), perhatian dan daya ingat
	Karakteristik individu dan sosial	Jenis kelamin, umur, latar belakang budaya, suku, keterampilan, pelatihan, motivasi, kepuasan kerja, perhatian, kejenuhan dan perilaku lainnya
Perangkat Lunak	Kinerja bebas kesalahan	Standar operasi, buku pedoman, simbol-simbol perintah
Lingkungan	Kinerja yang aman dan selamat	Iklm kerja, kebisingan, penerangan, getaran, debu, ventilasi
Organisasi	Organisasi SDM dan produksi	Waktu kerja, istirahat, rotasi kerja, giliran kerja, perhatian, kepuasan, tanggung jawab dan interaksi sosial

Sumber: Corlett and Clark, 1995

B. Aktifitas di Tempat Kerja

2.1. Kerja Duduk

Beberapa jenis pekerjaan ada yg harus dikerjakan oleh pekerja dg posisi duduk, contoh juru tik, pekerjaan di lab, tukang jahit manual (bertenaga motor listrik/garment), pengedit film, sopir dan lain-lain). Pelayanan pekerjaan dg posisi duduk memiliki keuntungan, antara lain. pembebnan pada kaki, penggunaan energi sehingga keperluan utk sirkulasi darah dapat dikurangi, dibandingkan dg bekerja pada posisi berdiri (Grandjean, 1993).

Ditinjau dari aspek kesehatan, bekerja pada posisi duduk yg memerlukan waktu lama dapat menimbulkan otot perut semakin elastis, tulang belakang melengkung, otot bagian mata terkonsentrasi sehingga cepat merasa lelah. Kejadian tersebut, jika

tidak diimbangi dengan rancangan tempat duduk tidak memberikan keleluasaan gerak atau alih pandang yang memadai tidak menutup kemungkinan terjadi gangguan bagian punggung belakang, ginjal dan mata.

Kerja Duduk Bergantian dg Berdiri & Berjalan

2.1.2. Ketinggian Kursi & Sandaran Harus Disesuaikan

2.1.3. Batasi Jumlah Kemungkinan Penyesuaian

2.1.4. Memberikan Petunjuk Posisi Duduk yg Benar

2.1.5. Karakteristik Kursi secara Spesifik Ditentukan oleh Jenis Tugas

2.1.6. Ketinggian Bekerja Bergantung pada Tugas



VDU = Visual Display Unit

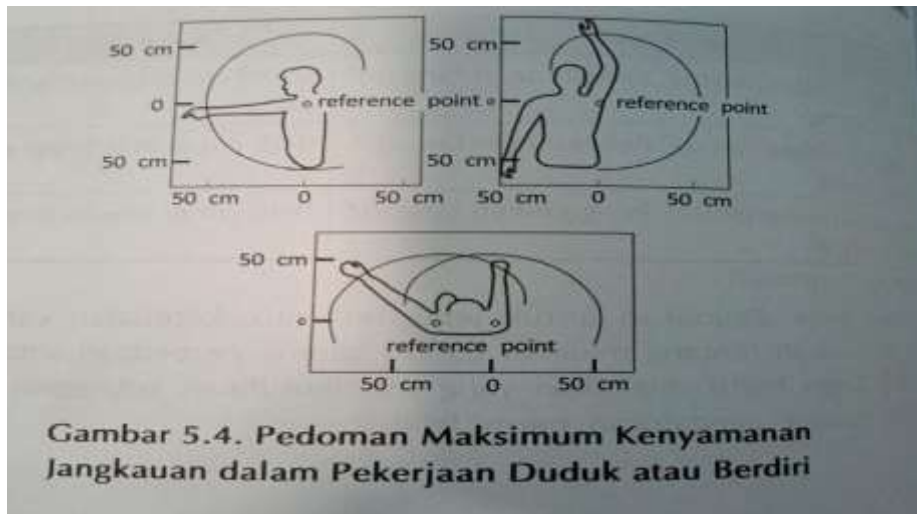
Tabel 5.2. Pedoman Ketinggian Tangan dan Titik Fokus, untuk Melaksanakan Berbagai Tugas Sementara Duduk atau Berdiri

Tipe Tugas	Ketinggian Kerja
Penggunaan mata: sering, penggunaan tangan/ lengan: jarang	10-30 cm di bawah ketinggian mata
Penggunaan mata: sering, Penggunaan tangan/ lengan: sering	0-15 cm di atas tinggi siku
Penggunaan mata: jarang, Penggunaan tangan/ lengan: sering	0-30 cm di bawah tinggi siku

Sumber: Jan Dul (2001-17)

2.1.7. Ketinggian Permukaan Kerja, Tempat Duduk harus Kompatibel

2.1.8. Hindari Jangkauan Berlebihan



2.1.9. Pilih Permukaan Kerja Miring untuk Membaca Tugas



2.1.10. Biarkan Ruang untuk Kaki yang Memadai



2.2. Kerja Berdiri

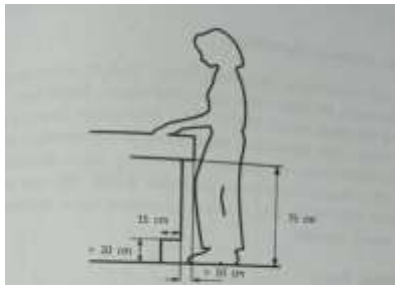
2.2.1. Berdiri Bergantian dengan Duduk & Berjalan

2.2.2. Ketinggian Pekerja Bergantung pada Tugas

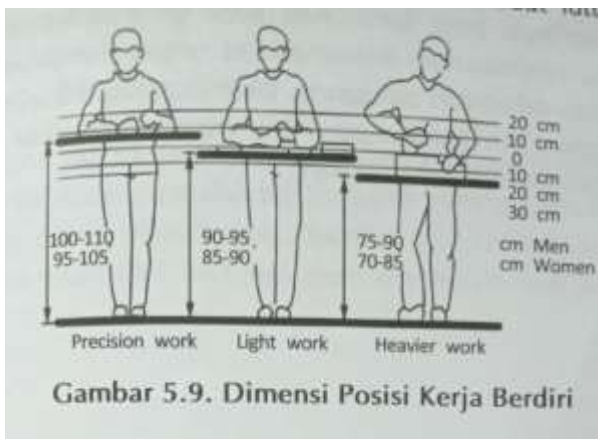
2.2.3. Ketinggian Meja Kerja harus Disesuaikan

2.2.4. Jangan Gunakan Bentuk Plat

2.2.5. Menyediakan Cukup Ruang untuk Kaki



Gambar 5.8. Minimum Ruang Kaki yang Diperlukan untuk Melakukan Pekerjaan Berdiri (dimensi dalam cm).



Gambar 5.9. Dimensi Posisi Kerja Berdiri

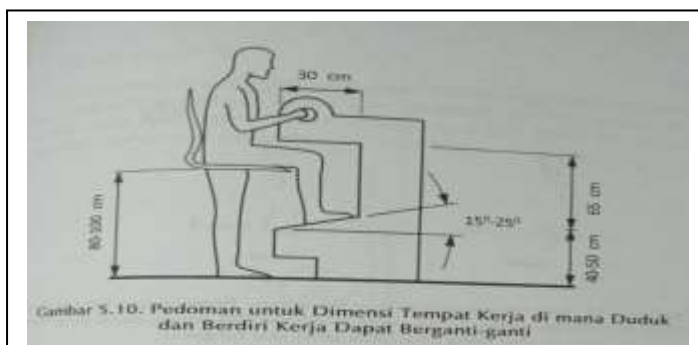
2.2.6. Hindari Jangkauan Berlebihan

2.2.7. Perubahan Postur

2.2.8. Menawarkan Variasi dalam Tugas & Kegiatan

2.2.9. Perkenalkan Duduk Berdiri Stasiun Kerja

2.2.10. Postur Duduk Alternatif



Gambar 5.10. Pedoman untuk Dimensi Tempat Kerja di mana Duduk dan Berdiri Kerja Dapat Berganti-ganti

2.2.11. Postur Tangan dan Lengan

2.2.12. Pilih Model Alat yg Tepat



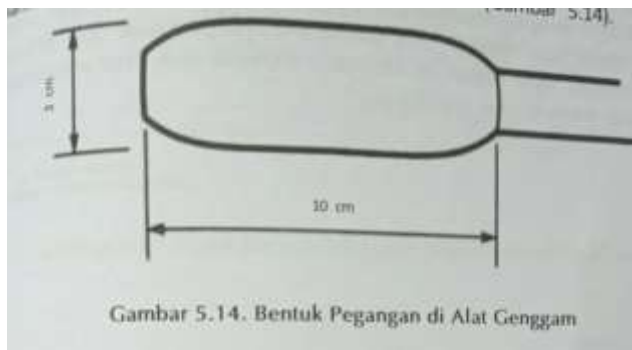
2.2.13. Alat Genggam tidak Boleh Terlalu Berat



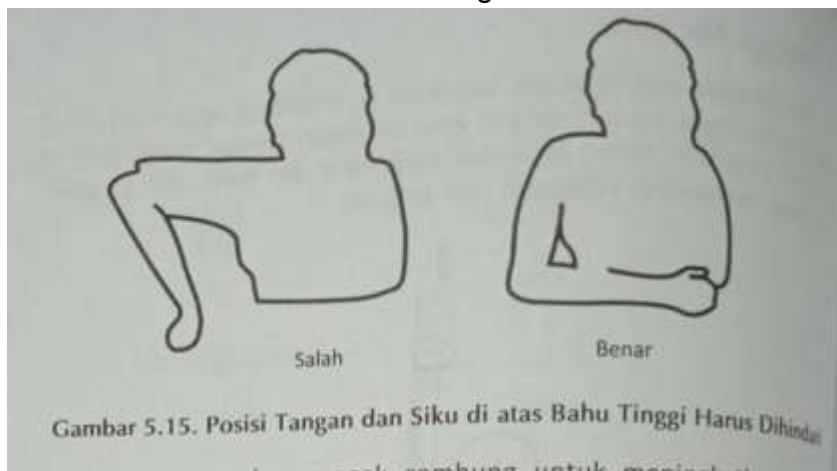
2.2.14. Menjaga Alat Anda



2.2.15. Perhatikan Bentuk Genggaman



2.2.16. Hindari Melaksanakan Tugas Diatas Bahu



2.2.17. Gerakan





C. Prinsip Dasar Ergonomi dalam Aktifitas Kerja
Dan MacLeod (1990, 2008) mengidentifikasi sepuluh prinsip kerja ergonomis yaitu sbb :

Prinsip I. Bekerja di Postur Netral


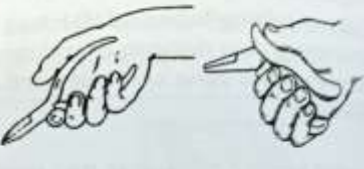
Posisi terbaik utk bekerja adalah menjaga tubuh “Netral” yaitu memposisikan tulang punggung belakang

Memosisikan "S-kurva" tulang belakang. Tulang belakang Anda berbentuk kurang lebih seperti "S."	
Hal ini penting untuk menjaga bentuk S-kurva dari tulang belakang, apakah duduk atau berdiri. Bagian paling penting dari ini "S" adalah di punggung bawah, yang berarti bahwa itu baik untuk menjaga sedikit "bergoyang kembali". Ketika berdiri, meletakkan satu kaki di atas sandaran kaki membantu untuk menjaga tulang belakang dalam keselarasan.	
Bekerja untuk jangka waktu yang panjang dengan punggung di "C-kurva" dapat menempatkan tekanan pada punggung Anda. Lumbar support yang baik sering membantu untuk menjaga kurva yang tepat di punggung Anda.	
The "Inverted V-kurva" menciptakan ketegangan yang lebih besar pada punggung Anda. Bahkan tanpa mengangkat beban, membungkuk seperti ini menciptakan banyak tekanan pada tulang belakang.	


Prinsip II : Mengurangi Angkatan Beban Berlebihan.

<p>Salah satu perbaikan yang umum adalah dengan menggunakan pengangkat atau <i>lifter</i>, atau mungkin ada cara lain untuk membuat perbaikan bergantung pada situasi.</p>	
<p>Jaga leher selaras. Tulang-tulang leher adalah bagian dari tulang belakang dan dengan demikian tunduk pada persyaratan yang sama seperti mempertahankan S-kurva. Lama postur memutar dan membungkukkan leher dapat menyebabkan stres setara untuk punggung bawah.</p>	
<p>Menjaga siku di sisi sikap netral lengan Anda adalah untuk membuat siku di sisi tubuh dan bahu Anda santai. Ini sangat jelas sekali, agar Anda berpikir tentang hal ini, tapi kita tidak selalu melakukannya.</p>	
<p>Berikut ini adalah contoh mengubah tempat kerja untuk mendapatkan posisi netral. Dalam ilustrasi di sebelah kiri, produk yang terlalu tinggi, dan karyawan tersebut membungkukkan bahu dan agak keluar sikunya. Dalam ilustrasi kanan, produk tersebut telah reorientasi bahu dan siku turun ke posisi mereka.</p>	
<p>Jauhkan pergelangan tangan di netral, ada beberapa cara yang baik untuk berpikir tentang pergelangan postur. Salah satu cara untuk menjaga tangan pada bidang yang sama seperti lengan bawah, karena orang ini melakukannya dengan menggunakan pergelangan tangan bersama dengan <i>mouse</i> komputer.</p>	

Prinsip III : Jangkauan

<p>Sebuah pendekatan yang sedikit lebih akurat adalah untuk menjaga tangan Anda lebih atau kurang seperti ketika memegang kemudi mobil di antara 10 dan 02:00 sedikit posisi ke depan.</p>	
<p>Berikut ini adalah contoh bagaimana prinsip ini berlaku untuk desain alat. Bekerja terus-menerus dengan tang seperti yang ditunjukkan pada gambar kiri dapat membuat banyak tekanan pada pergelangan tangan. Dengan menggunakan tang dengan pegangan miring, pergelangan tangan tetap dalam posisi netral.</p>	

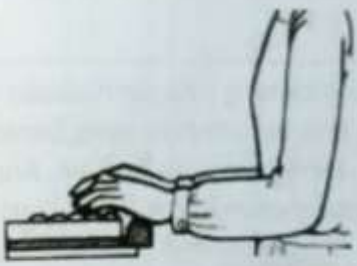
Prinsip IV : Bekerja pada Ketinggian Siku

<p>Jangkauan Amplop Salah satu konsep adalah berpikir tentang "jangkauan amplop." Konsep semilingkaran yang membuat lengan Anda saat menjangkau. Hal-hal yang sering Anda gunakan idealnya harus dalam imajinasi jangkauan amplop lengan penuh.</p>	
---	--


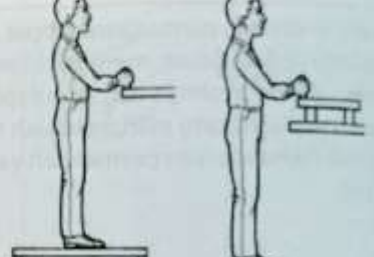
Prinsip V : Mengurangi Gerakan Berlebihan

<p>Masalah dengan jangkauan hanya urusan menata ulang area kerja dan bergerak hal-hal yang dekat dengan anggota tubuh.</p> <p>Sering kali masalah kebiasaan, tidak disadari terus-menerus melakukan gerakan yang tidak sesuai dengan posisi tubuh saat menjangkau.</p>	
<p>Kadang-kadang, permukaan tempat Anda bekerja terlalu besar, menyebabkan untuk mencapai seluruhnya dan mendapatkan sesuatu. Salah satu pilihan adalah hanya untuk mendapatkan permukaan yang lebih kecil.</p>	
<p>Masalah umum lain mencapai ke dalam kotak. Cara yang baik untuk memperbaiki kondisi ini adalah dengan memiringkan kotak.</p> <p>Sekali lagi, ada ribuan contoh lain dari cara untuk mengurangi mencapai panjang. Intinya adalah bagi Anda untuk berpikir tentang ketika Anda membuat jangkauan panjang, kemudian mencari cara untuk mengurangi jangkauan itu.</p>	




Prinsip VI : Meminimalkan Kelelahan dan Beban Statis

<p>Apakah sebagian besar bekerja di ketinggian siku. Aturan praktis yang baik adalah sebagian besar pekerjaan harus dilakukan pada sekitar tinggi siku, apakah duduk atau berdiri.</p> <p>Sebuah contoh umum yang nyata bekerja dengan keyboard komputer. Namun, ada banyak jenis lain dari tugas aturan berlaku.</p>	
---	--




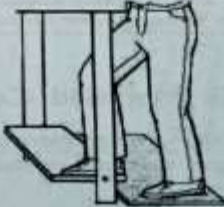
Prinsip VII : Meminimalkan Tekanan pada Satu Titik

<p>Pengecualian terhadap peraturan tersebut, yakni pekerjaan yang lebih berat sering lebih baik dilakukan dengan lebih rendah dari tinggi siku.</p> <p>Pekerjaan presisi atau bekerja secara visual intens sering lebih baik dilakukan pada ketinggian di atas siku.</p>	
<p>Kadang-kadang Anda dapat menyesuaikan ketinggian dengan memperluas kaki ke meja kerja atau memotong mereka. Anda dapat menempatkan <i>platform</i> kerja di atas meja atau berdiri di atas panggung.</p>	

Prinsip VIII : Memiliki cukup *Clearance* (konsep yg mudah utk berhubungan dg posisi kerja

<p>Salah satu cara paling sederhana untuk mengurangi pengulangan petunjuk adalah dengan menggunakan alat-alat listrik bila memungkinkan.</p>	
<p>Pendekatan lain adalah mengubah <i>layout</i> peralatan untuk menghilangkan gerakan. Pada contoh di sini, kotak tersebut bergerak mendekat dan miring, sehingga Anda dapat menggeser produk, daripada harus menjemput mereka setiap kali.</p>	
<p>Kadang-kadang ada permukaan yang tidak rata atau tepian yang berada di jalan. Dengan mengubah ini, Anda dapat menghilangkan gerakan. Seperti biasa, ada lebih banyak contoh, tetapi Anda harus mendapatkan ide.</p>	



Prinsip IX : Pindah Gerak dan Peregangan

<p>Sebuah contoh yang baik dari beban statis bahwa setiap orang telah mengalami kram ketika menulis.</p> <p>Anda tidak perlu memegang pensil sangat erat, untuk jangka waktu yang lama. Pembungkus otot Anda setelah beberapa waktu dan mulai sakit.</p>	
<p>Di tempat kerja, harus memegang bagian dan alat-alat terus-menerus adalah contoh dari beban statis.</p> <p>Dalam hal ini, menggunakan <i>fixture</i> menghilangkan kebutuhan untuk memegang bagian.</p>	
<p>Harus memegang dengan lengan di atas kepala Anda selama beberapa menit adalah contoh klasik lain dari beban statis, kali ini memengaruhi otot bahu.</p> <p>Kadang-kadang Anda dapat mengubah orientasi area kerja untuk mencegah hal ini, atau kadang-kadang dapat menambahkan <i>extender</i> untuk alat.</p>	
<p>Harus berdiri untuk waktu yang lama menciptakan beban statis pada kaki Anda.</p> <p>Cukup memiliki sandaran kaki dapat mengizinkan untuk memosisikan kaki dan membuatnya lebih mudah untuk berdiri.</p>	




Prinsip X : Menjaga Kenyamanan Lingkungan

<p>Sebuah contoh yang baik dari hal ini adalah meremas keras ke alat, seperti tang. Menambahkan pegangan empuk dan <i>contouring</i> menangani agar sesuai tangan Anda sehingga membuat masalah ini lebih baik.</p>	
<p>Sandarkan lengan Anda pada tepi keras dari meja kerja membuat suatu titik tekanan. Pembulatan keluar tepi dan <i>padding</i> biasanya membantu.</p>	
<p>Kita harus duduk di kursi yang telah diberikan bantalan, tetapi harus mengerti mengenai titik-titik tekanan.</p> <p>Sebuah tempat yang sangat rentan berada di belakang lutut Anda, yang terjadi jika kursi terlalu tinggi atau ketika Anda menjuntai kaki. Titik tekanan lain yang dapat terjadi ketika Anda duduk antara paha dan bagian bawah meja.</p>	
<p>Sebuah jenis sedikit lebih halus dari titik tekanan terjadi ketika Anda berdiri pada permukaan yang keras seperti beton.</p> <p>Tumit dan kaki dapat sakit begitu juga seluruh kaki Anda. Jawabannya adalah anyaman anti-kelelahan atau kadang-kadang menggunakan sol khusus pada sepatu Anda.</p>	

Prinsip XI : Membuat Display & Kontrol

<p>Wilayah kerja perlu diatur sehingga Anda memiliki ruang yang cukup untuk kepala, lutut, dan kaki. Anda jelas tidak mau harus menabrak benda-benda sepanjang waktu, atau harus bekerja dalam postur berkerut, atau mencapai karena tidak ada ruang untuk lutut atau kaki.</p>	
<p>Mampu melihat adalah versi lain dari prinsip ini. Peralatan harus dibangun dan tugas harus dibentuk sehingga tidak menghalangi pandangan Anda.</p>	

Prinsip XII : Meningkatkan Organisasi Kerja

<p>Anda tidak harus menyimpulkan setelah membaca semua informasi sebelumnya tentang mengurangi pengulangan, kekuatan, dan postur yang canggung.</p> <p>Otot harus dilatih dan detak jantung Anda membutuhkan elevasi periodik.</p>	
<p>Jika Anda duduk untuk waktu yang lama, perlu menggeser postur:</p> <ul style="list-style-type: none">• Sesuaikan kursi naik dan turun sepanjang hari.• Pindahkan posisi, peregangan, dan perubahan.	
<p>Ini benar-benar akan ideal jika Anda bisa bergantian antara duduk dan berdiri sepanjang hari. Untuk beberapa tugas, seperti layanan pelanggan, meja yang tersedia yang bergerak naik dan turun untuk tujuan ini.</p>	

3. ERGONOMI MAKRO

Dalam hal konteks yg lebih makro ini maka terdapat kebutuhan utk melihat system kerja sebagai system terbuka yg dipengaruhi oleh organisasi dan lingkungan eksternal. Hal ini yg kemudian dikenal sebagai Sistem Siosioteknik yg melihat 5 sistem

- Subsistem personel
- Subsistem tehnologi
- Subsistem lingkungan internal
- Subsistem lingkungan eksternal
- Subsistem organisasi

A. Tujuan Ergonomi Makro

Tujuan : mengoptimalkan rancangan system kerja dalam kaitan dg system siosioteknik dan kemudian membawa karakteristik hasil rancangan tersebut ke level yg lebih bawahnya (mikro) sehingga tercipta system kerja yg harmonis.

Merupakan pendekatan system siosioteknik secara *topdown* dalam menganalisis, merancang atau memperbaiki system kerja dan organisasi kerja kemudian mengharmonisasikan peancangan tersebut ke dalam elemen2nya secara keseluruhan. Cakupan kajian ergonomic makro meliputi struktur organisasi, kbijakan organisasi, tata kelola proses kerja, system komunikasi, kerjasama tim, perancangan partisipasi, hingga evaluasi teknologi dan alih teknologi.

Ergonomi makro mengupayakan adanya keseimbangan antara faktor2 dalam system kerja dan organisasi kerja. Terjadinya perubahan pada salah satu elemen system kerja akan mempengaruhi elemen2 yg lain, sehingga jika semua elemen yg ada tidak dirancang secara system, maka akan terjadi ketidaksesuaian.

B. Sejarah Ergonomi Makro

Munculnya istilah ergonoi makro tidak dapat dilepaskan dari Hal W. Hendrik yg pertama kali mencetuskan pada tahun 1984. Konsep ergonomic makro muncul dg kecepatan perubahan teknologi. Pertemuan tahunan *Human Factor Society* di Amerika Serikat atau *Human Factor and Ergonomics Society (HFES)* tahun 1980 sebenarnya telah mengidentifikasi adanya kebutuhan akan pentingnya ergonomic makro. Beberapa perkembangan dalam manajemen organisasi dan teknologi yg perlu diantisipasi, diantaranya :

- Kemunculan teknologi baru yg secara mendasar mengubah cara kerja, contoh mikroelektronika, otomatisasi, dan perkembangan computer.
- Peningkatan jumlah tenaga kerja kantoran (*white collar*) yg memiliki tingkat dan pengalaman yg lebih kompleks sehingga membutuhkan organisasi yg lebih adaptif.

- Adanya keinginan dari pekerja utk dapat lebih berpartisipasi dalam pengambilan keputusan terkait dg pekerjaan yg dilakukannya.
- Kurang efektifnya intervensi ergonomic mikro (dg pendekatan *bottom-up*) utk mencapai tujuan organisasi dalam mengurang aspek keselamatan dan rancangan yg ergonomis. i cedera dan kecelakaan serta meningkatkan produktifitas.
- Adanya tuntutan yg semakin tinggi pada produk dan tempat kerja utk memperhatikan

C. Hubungan Ergonomi Mikro dg Ergonomi Makro

- Manusia-mesin/perangkat, keras: *hardware, ergonomics*
- Manusia-lingkungan : *environment ergonomics*
- Manusia-perangkat lunak : *cognitive ergonomics*
- Manusia-pekerjaan : *work design ergonomics*
- Manusia-organisasi : *macro ergonomics*

D. Metode-metode Ergonomi Makro

- Metode Field Study
- Metode Susvei dan Kuesioner
- Metode wawancara
- Metode *Focus Group*
- Ergonomi Partisipasi

E. *Macro-Ergonomic Analysis and Design (MEAD)*

- Mengamati system organisasi secara internal dan eksternal
- Mendefinikan tipe system operasi kerja dan ekspresi kinerja

F. Perancangan Organisasi dalam Perspektif Ergonomi Makro

- Mengidentifikasi tujuan yg ingin dicapai oleh system
- Membuat pengukuran efektif organisasisecara eksplisit dan menggunakan pengukuran tsb sebagai kriteria utk mengevaluasi alternatifstruktur yg *feasible*.
- Mengembangkan perancangan komponen utama struktur organisasi secara systematic
- Mempertimbangkan variable system yaitu tehnologi, personal dan lingkungan ekstenal yg relevan secara sistematis sbg modreraator dan struktur oragnisasi
- Memutuskan tipe umum struktur organisasi utk system

G. Sistem Sosioteknik sebagai Moderator Perancangan Organisasi

- Perancangan organisasi dg konsep ergonomic makro harus memperhatikan hal2 sbb :
- Harus berbasis pada manusia
 - Harus menggunakan pendekatan manusiawi dalam perancangan tugas dan fungsi

- Harus mempertimbangkan variable system sosiotehnik yg relevan dlm implikasinya pada perancangan organisasi dan siste,m kerja serta perancangan pekerjaan, proses kerja yg spesifik dan *interface* manusia-sistem

H. Macroergonomics Analysis of Structure (MAS)

Mengkombinasikan secara empiris model analitik yg dikembangkan utk mengetahui 3 elemen utama system sosiotehnik lingkungan eksternal, subsistem tehnologi, subsistem personel dan subsistem organisasi

I. Penelitian Ergonomi Makro di Indonesia

Dari penelitian Grisanti Gadesiswati diperoleh beberapa hasil yg dapat menunjukkan keunikan ergonomic makro sebagai bagian dari ilmu ergonomic sbb :

1. Analisis dan perancangan organisasi dg ergonomic makro menggunakan *framework* metoda *Macro-Ergonomic Analysis and Design* (MEAD) dapat mengakomodasi perbedaan kebutuhan organisasi berdasarkan karakteristiknya
2. Masalah terkait keselamatan pasien pada pelayanan kesehatan yg diselesaikan dg menggunakan pendekatan ergonomic tradisional dapat menjadi tidak optimal disebabkan hal2 berikut :
 - Identifikasi masalah ergonomic belum tentu merupakan masalah utama dan berpengaruh signifikan pada peningkatan keselamatan pasien dlm pelayanan kesehatan.
 - Tidak dilakukan kajian terhadap proses pelayanan pasien yg optimal
 - Perancangan hanya dilakukan secara tehnis tanpa mempertimbangkan komponen2 lain dlm organisasi seperti lingkungan eksternal, subsistem tehnologi, subsistem personel dan subsistem organisasi
3. Secara umum dibandingkan dg 2 pendekatan perubahan organisasi secara evolusioner lainnya, yaitu pendekatan *Total Quality Management* serta pendekatan pekerja dan kelompok kerja yg fleksibel, perancangan organisasi dg ergonomic makro memiliki kelebihan dlm hal perhatian terhadap seluruh komponen system sosiotehnik yg terdapat dlm organisasi baik dl proses analisis maupun perancangan organisasi

PERTANYAAN

1. Jelaskan definisi dari ilmu Ergonomi Terapan !
2. Jelaskan apa yang dimaksud dengan hakikat Ergonomi Terapan !
3. Jelaskan konsep budaya kerja dlm perspektif Kesehatan Kerja !
4. Jelaskan implementasi Ergonomi Terapan !

REFERENSI

1. Ergonomi & K3 oleh Dr. Wowo S K, M.Pd.
2. Ergonomi Suatu Pengantar oleh Ir.Hardianto, MSIE, Ph.D. dan Yassierli, Ph.D
3. Ergonomi oleh Yanto, S.T., M.Sc., Ph.D & Billy Ngaliman, S.T., M.B.A.



**PROGRAM STUDI D4 K3
ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS BINAWAN
Tahun 2021**

**MODUL PENDIDIKAN
ERGONOMI TERAPAN & FISILOGI KERJA**

**MODUL 2 PERTEMUAN KE 5
KINESIOLOGI PEKERJA**

**Bahan Pengajaran PS D4 K3 FKM
KMK OSH 067**

Oleh :

Defi Arjuni, SKM, M.Si

Sari Narulita, SKp, M.Si

MODUL

ERGONOMI TERAPAN & FISILOGI KERJA

- MODUL 1 *Human Information Proccesing*, Kinerja Mental Dan *Human Error* Dan Ergonomi Terapan
- MODUL 2 **Ilmu Kinesiologi Pekerja** & Ilmu Antropometri
- MODUL 3 Keseimbangan Fisik & Psikologi serta fisiologi kerja dalam upaya mencegah terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja dan lingkungan kerja yg aman
- MODUL 4 Biomekanika 1 & 2
- MODUL 5 Metode RULA & REBA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

MODUL 2 PERTEMUAN KE 5

Kinesiologi Pekerja

POKOK BAHASAN

Kinesiologi Pekerja

1. Posisi tubuh perspektif kinesiologi
2. Anatomi tubuh
3. Kemampuan kerja fisik

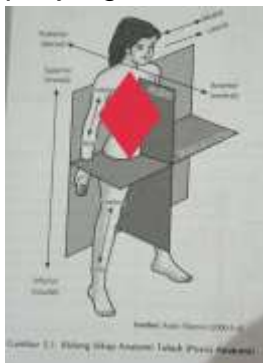
A. POSISI TUBUH PERSPEKTIF KINESIOLOGY

1. **Kinesiologi** berasal dari kata kines dan logos, kines adalah gerak sedangkan logos berarti ilmu, jadi kinesiologi adalah ilmu yang mempelajari tentang gerak, khususnya gerak pada manusia.
2. Kinesiologi : ilmu yg mempelajari tubuh manusia saat melakukan gerakan aktivitas tubuh.
3. Merupakan lintas disiplin ilmu : Anatomi tubuh manusia (**Antropotomi**), **Fisiologi Neuromuskuler** dan ilmu ttg Aplikasi aspek Mekanika pada tubuh Manusia (**Biomekanika**).
4. Sehingga secara sederhana kinesiologi adalah mekanika pergerakan manusia (mechanics of human movement).

Beberapa istilah dasar dalam anatomi tubuh manusia yg patut diketahui sbb :

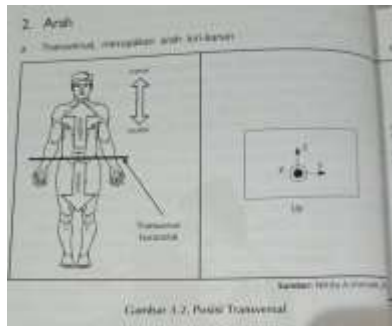
I. BIDANG

1. *Median*, merupakan bidang yg membagi badan dalam dua belahan, kiri dan kanan
2. *Sagittal*, merupakan bidang yg sejajar dg bidang median.
3. *Paramedian*, merupakan bidang sagittal yg dekat pada bidang median.
4. *Frontal*, merupakan bidang yg tegak lurus pada bidang median dan sejajar dg sumbu panjang badan.
5. *Tranversal*, merupakan bidang melintang tegak lurus pada sumbu panjang badan

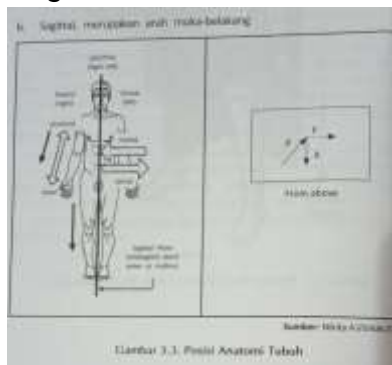


II. ARAH

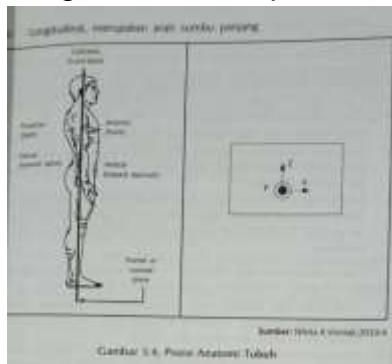
1. *Tranversal*



2. *Sagittal*



3. *Longitudinal*, merupakan arah sumbu panjang



III. LETAK

1. *Anterior*, merupakan letak lebih dekat ke bagian depan badan
2. *Posterior*, merupakan letak lebih dekat ke bagian belakang badan
3. *Superior*, merupakan letak lebih dekat ke bagian atas kepala
4. *Inferior*, merupakan letak lebih dekat ke bagian bawah kaki
5. *Medial*, merupakan letak lebih dekat ke bidang median
6. *Lateral*, merupakan letak lebih Jauh ke bidang median
7. *Kranial*, merupakan letak lebih dekat ke kepala
8. *Kaudal*, merupakan letak lebih dekat ke ekor
9. *Ventral*, merupakan letak lebih dekat ke perut

10. *Dorsal*, merupakan letak lebih dekat ke punggung
11. *Rostral*, merupakan lebih dekat ke bagian pertengahan lebih dekat ke ujung depan
12. *Radial*, merupakan lebih dekat ke *Oris radius*; *Ulnar* : lebih dekat ke *Oris ulna*
13. *Tibial*, merupakan lebih dekat ke *Oris tibia*; *Fibular* : lebih dekat ke *Oris fibula*
14. *Distal*, merupakan lebih jauh dari batang badan; *Proksimal*: lebih dekat dari batang badan

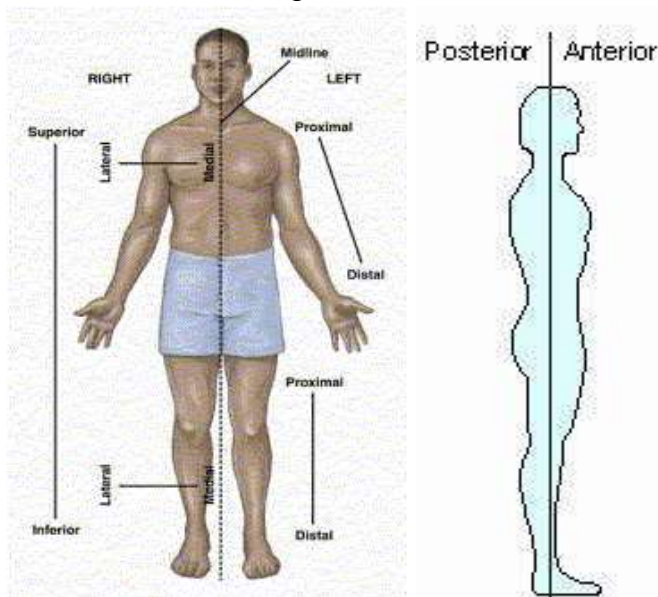
Ketubuhan : suatu keadaan dan kesanggupan dalam menunjukkan dan pengendalian unsur gerak, dalam suatu aktifitas atau mengatasi dan menyelesaikan suatu tindakan pekerjaan yg melibatkan anggota tubuh secara tepat sesuai dg strukturtubuh secara sehat.

Komponenn Ketubuhan :

- a. Postur tubuh : suatu bentuk dan struktur yg dapat diobservasi.
- b. Kebugaran menunjukkan kekuatan, daya tahan, kelincahan tubuh dalam menyelesaikan tugas berupa fisik, terutama yg memerlukan durasi dan panjangnya waktu.
- c. Ketangkasan : seperangkat keterampilan dan ketrengginasan dlm melakukan gerakan dasar, mulai dari hal yg sederhana sampai ke gerakan kompleks dan berat secara proposional sesuai potensi pribadinya

Terminologi Gerak Anatomis

Pergerakan ini adalah relatif terhadap tubuh, dan bukan terhadap posisi tubuh di dalam ruang.

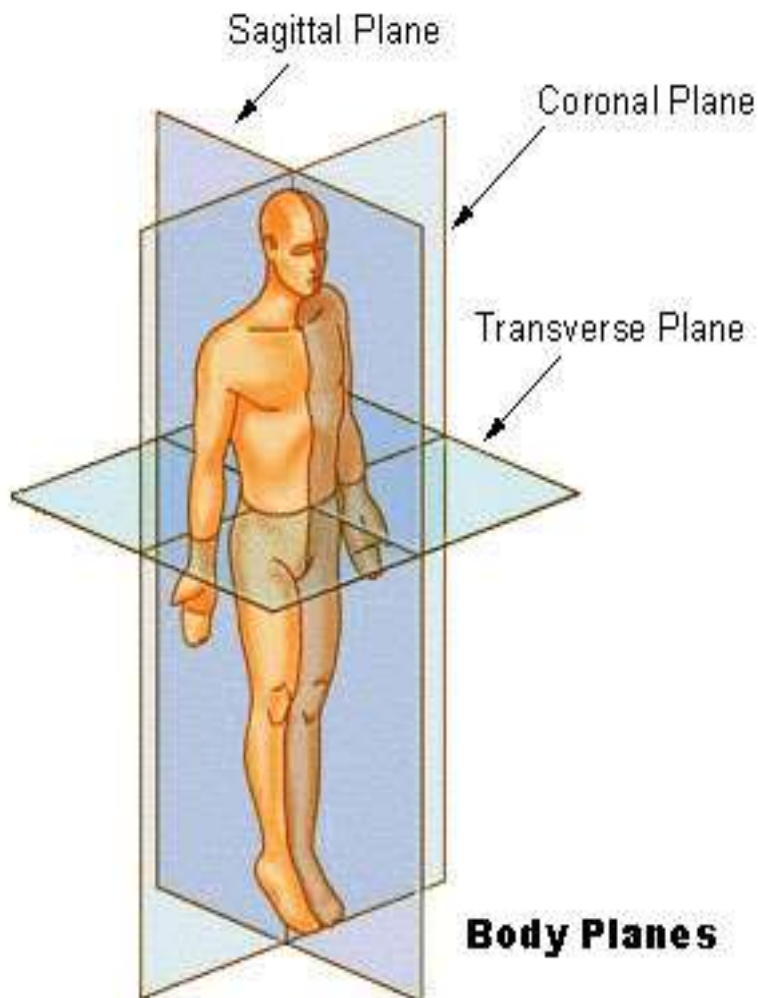


Mnrt Aydin Tozeren (2003) : sikap anatomi ditinjau dari aspek biomekanik cenderung mengarah pada konstruksi postur tubuh manusia dlm posisi yg seimbang pada garis normal yg sangat dibutuhkan dalam gerakan kerja. Syarat posisi anatomi : berdiri tegak dg kepala, kedua mata & jari kaki menghadap ke depan, kedua tangan di sisi tubuh dg telapak tangan terbuka ke depan dan kedua kaki merapat dan mengarah kedepan.

Posisi Anatomi

3 bidang anatomis :

1. Bidang sagittal: garis vertikal yang membagi tubuh menjadi dua bagian yaitu bagian kiri dan kanan
2. Bidang koronal: garis vertikal yang membagi tubuh menjadi bagian depan (anterior) dan bagian belakang (posterior)
3. Bidang transversal: garis horizontal yang membagi tubuh menjadi bagian atas (superior) dan bagian bawah (inferior)



Sumbu Anatomis

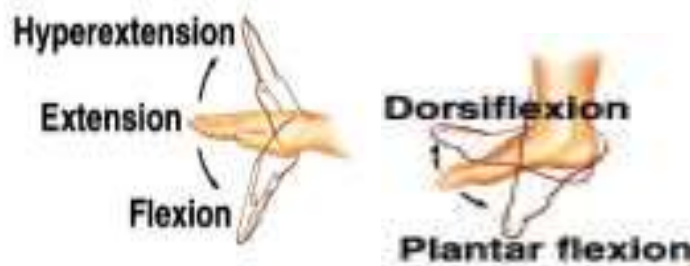
Sumbu digunakan untuk menggambarkan gerak rotasi otot dan tulang.

1. **Sumbu longitudinal** atau sumbu kutub merentang dari 'utara ke selatan' terhadap posisi anatomis.
2. **Sumbu horizontal** atau sumbu bilateral merentang dari 'timur ke barat' terhadap posisi anatomis.
3. **Sumbu antero-posterior** merentang dari 'depan ke belakang' terhadap posisi anatomis.

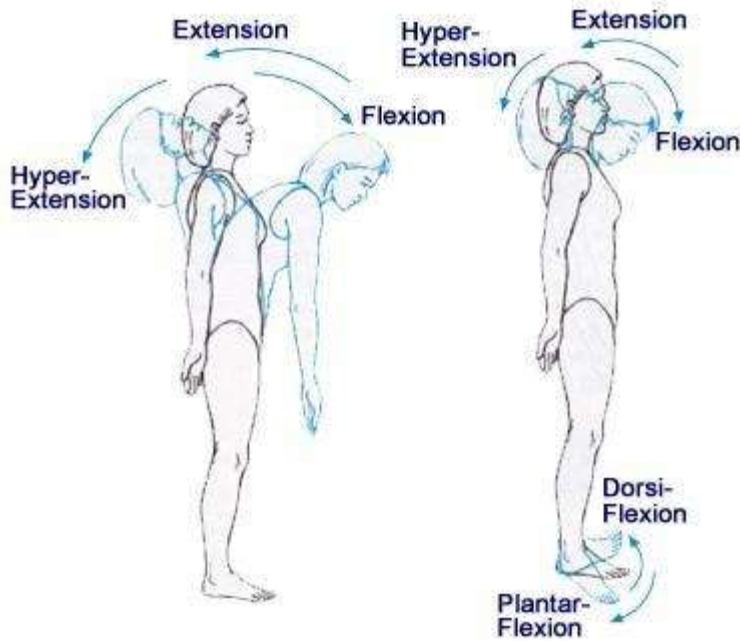
Gerak Anatomi

I. Gerak pada Bidang Sagital

1. **Fleksi** – suatu gerak sendi yang memperkecil sudut sendi di antara dua tulang atau lebih. Gerak ini terjadi di sekitar sumbu transversal. Gerak fleksi menggerakkan sendi dari posisi netral ke posisi apapun pada arah yang sama dengan gerak natural sendi. Atau, jika Anda telah pada posisi ekstensi, gerak fleksi mengembalikan sendi ke posisi netral.
2. **Ekstensi** – gerak kebalikan dari fleksi. Ekstensi adalah gerak meluruskan di sekitar sumbu transversal ketika sendi bergerak dari posisi fleksi kembali ke posisi anatomis netral pada bidang sagital.
3. **Hiper-ekstensi** adalah gerakan melampaui posisi netral atau lebih dari nol derajat. Hiper dalam konteks ini bukan berarti berlebihan, atau lebih besar dari normal, atau terlalu banyak tapi sekadar di lebih dari netral atau nol.

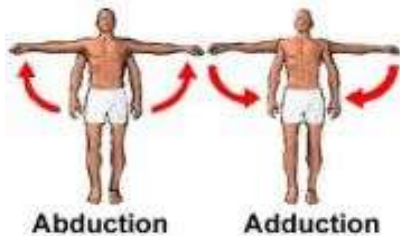


4. **Dorsifleksi** – gerak fleksi pada sendi pergelangan kaki ke arah atas, membawa kaki mendekati tungkai bawah.
5. **Plantar fleksi** – gerak fleksi pada sendi pergelangan kaki ke arah bawah telapak kaki, membawa kaki menjauhi tungkai bawah.

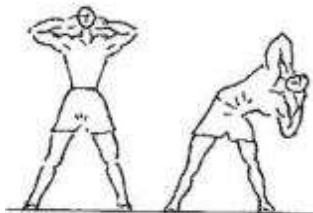


II. Gerak pada Bidang Koronal

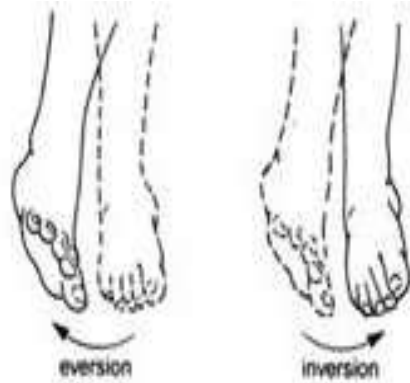
1. **Abduksi** – gerak ke samping, menjauhi tubuh pada posisi anatomis.
2. **Hiper-abduksi** – gerak abduksi melampaui sudut optimal yang memungkinkan
3. **Adduksi** – kebalikan dari abduksi, mengarah kembali ke posisi anatomis.
4. **Hiper-adduksi** – gerak adduksi melebihi garis tengah tubuh.



5. **Elevasi** – gerak bahu ke arah telinga, seperti ketika mengangkat bahu untuk mengatakan, “Saya tidak tahu.”
6. **Depresi** – kebalikan elevasi, kembali ke posisi anatomis.
7. **Feksi Lateral** – menekuk leher atau batang tubuh ke samping.

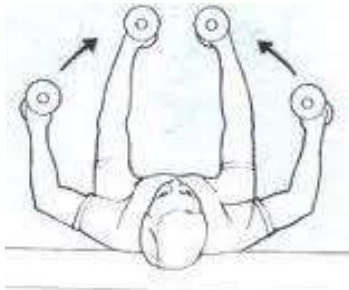


8. **Inversi** – gerak memutar kaki sehingga sisi medial telapak kaki terangkat ke dalam. Kombinasi supinasi dan adduksi.
9. **Eversi** – gerak memutar kaki sehingga sisi lateral telapak kaki terangkat ke luar. Kombinasi pronasi & abduksi

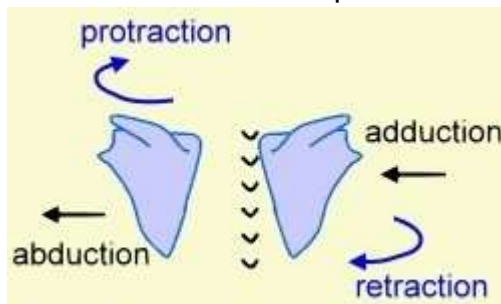


III. Gerak pada Bidang Transversal

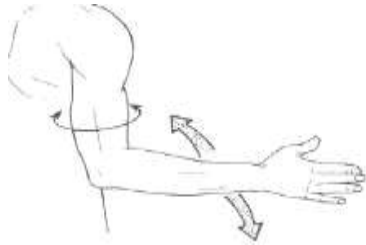
1. **Abduksi horizontal** – suatu gerak unik pada bidang transversal. Misalnya, berdiri dengan lengan lurus terentang ke samping, lurus setinggi bahu dan sejajar lantai. Pindahkan lengan ke arah depan tubuh, sepanjang garis bahu dan sejajar lantai.
2. **Adduksi horizontal** – kebalikan abduksi horisontal. Misalnya, berdiri dengan kedua lengan terjulur ke depan tubuh, sejajar lantai. Pindahkan lengan ke samping tubuh, sepanjang garis bahu, sejajar lantai.



3. **Protaksi** – abduksi skapula (tulang belikat) menuju garis tengah tubuh.
4. **Retraksi** – adduksi skapula kembali ke posisi anatomis netral.



5. **Rotasi** – gerak berputar pada sendi tulang belakang.
 - a. **Rotasi lateral** – gerak memutar menjauhi garis tengah tubuh.
 - b. **Rotasi medial** – kebalikan rotasi lateral, gerak berputar ke arah garis tengah tubuh.

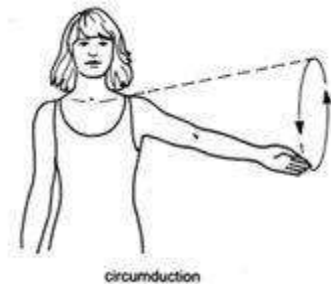


- c. **Pronasi** – rotasi ke arah dalam untuk pergelangan tangan. Pada gerak ini, ibu jari dari posisi anatomis diputar ke arah tubuh.
- d. **Supinasi** – kebalikan dari pronasi, kembali ke posisi anatomis.



(e) Supination (S) and pronation (P)
Copyright © 2007, Mosby, an imprint of Elsevier Health Learning, Inc.

- e. **Sirkumduksi (Circumduction)** – gerak membentuk kerucut.



B. ANATOMI TUBUH

B.1. TULANG DALAM SISTEM RANGKA TUBUH

Sistem muskuloskeletal meliputi tulang (*bones atau skeleton*) sendi (*joint*), otot (*cartilages*) dan jaringan konektif yg berhubungan (*kartilago, tendon dan ligamen*). Tulang dibagi 2 :

1. Tulang Aksial (tulang pada kepala & badan) contoh tulang tengkorak (tengkorak, wajah & rahang bawah), tulang vertebrata, tulang rusuk dan sternum.
2. Tulang Appendikular (tulang tangan dan kaki) contoh

Tulang-tulang yang menyusun rangka tubuh kita terbagi 2 bagian ;

1. **Kerangka AKSIAL (Melindungi Tubuh)** meliputi 80 tulang, terdiri dari :
 - Tulang Tengkorak

- Tulang Belakang
- Tulang Rusuk & Dada

2. **Kerangka apendikular (Penggerak Tubuh)** meliputi 126 tulang terdiri dari :

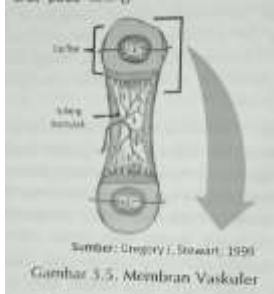
- Anggota Gerak Atas
- Anggota Gerak Bawah
- Tulang Panggul

Struktur mikroskopis tulang, mencakup :

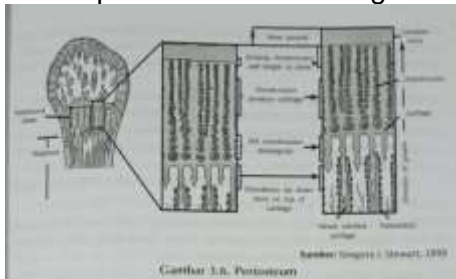
- Sistem Harvers (saraf, pembuluh darah, aliran limfe)
- Lamela (lempeng tulang yg tersusun konsentris)
- Lakuna (rungan kecil yg terdapat di antara lempengan2 yg mengandung sel tulang)
- Kanalikuli (memancar diantara Lakuna & tempat difusi makanan sampai ke osteon)

Periosteum

- Membran vaskuler fibrosa yg meapisi tulang, banyak pembuluh darah yg melekat pada tulang.



- Pada tulang yg sedang tumbuh terdapat lapisan sel pembentuk tulang di antara periosteum dan tulang.



- Membran periosteum berasal dari perikondrium tulang rawan yg merupakan pusat osifikasi
- Tulang yg sedang tumbuh terdiri atas satu batang (diafisis) dan dua ujung (epifisis)



Secara umum, struktur tulang seperti gambar berikut :

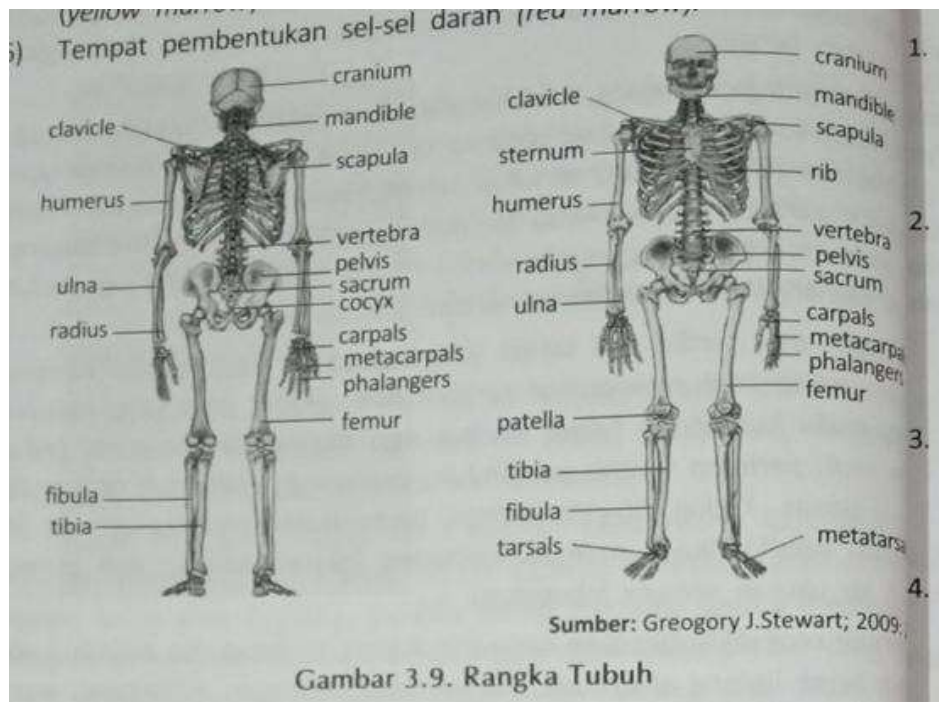


Gambar 3.8. Struktur Tulang Manusia

B.2. SKELETON AKSIAL & OTOT2NYA

Fungsi Rangka adalah

1. Menyangga, berdirinya tubuh, tempat melekatnya ligamen2, otot, jaringan lunak dan organ.
2. Memberi bentuk tubuh
3. Melindungi alat2 atau bagian tubuh yg lunak.
4. Melakukan fungsi gerak, mengubah arah, kekuatan otot rangka
5. Sebagai tempat penimbunan mineral (kalium & fosfat) dan lipid (yellow marrow)
6. Tempat pembentukan sel2 darah (red marrow)



Gambar 3.9. Rangka Tubuh

C. KEMAMPUAN KERJA FISIK

Adalah kemampuan fungsional dari seseorang untuk melakukan aktivitas kerja yang melibatkan kekuatan.

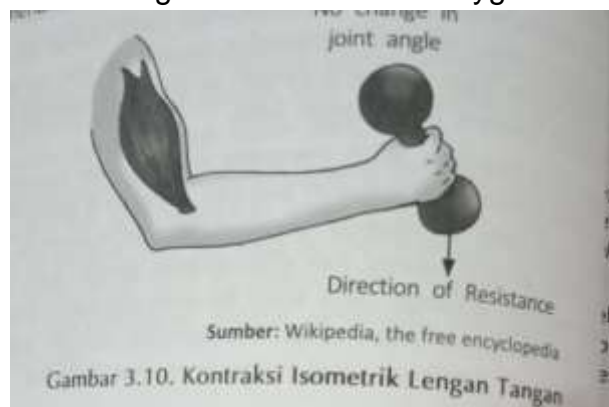
5 Klasifikasi Workers Compensation Board of Nova Scotia (WCB) 2008

1. Pekerjaan Menetap, mengerahkan kekuatan hingga 4,4, kg sesekali atau diabaikan cont : duduk lama, sedikit berdiri atau berjalan.
2. Pekerjaan Ringan mengerahkan kekuatan hingga 8,9, kg sesekali atau sd 4,4, sering atau terus menerus cont : berdiri atau berjalan utk tingkat signifikan atau duduk terus menerus, tetapi lengan atau kontrol kaki dg tenaga dari kekuatan yg lebih besar dari pada menetap.
3. Kerja Sedang mengerahkan kekuatan hingga 22,2 kg sesekali atau hingga 8,9 kg kekuatan sering atau 4,4, kg terus menerus.
4. Kerja Berat mengerahkan kekuatan hingga 44,4, kg atau hingga 22,2 kg kekuatan sering atau hingga 8,9 kg terus menerus.
5. Kerja Sangat Berat mengerahkan kekuatan lebih dari 44,4, kg atau sesekali atau lebih 22,2 kg kekuatan sering atau hingga 8,9 kg terus menerus.

Kapasitas Fisik Pekerja berdasarkan pendekatan gerak tubuh terdiri dari unsur 3 :

B.3.1. Kekuatan Otot (Strength) a. Kemampuan otot untuk melakukan kontraksi guna membangkitkan tegangan terhadap suatu hambatan. Kontraksi otot yang terjadi saat melakukan tahanan atau latihan terbagi 3 :

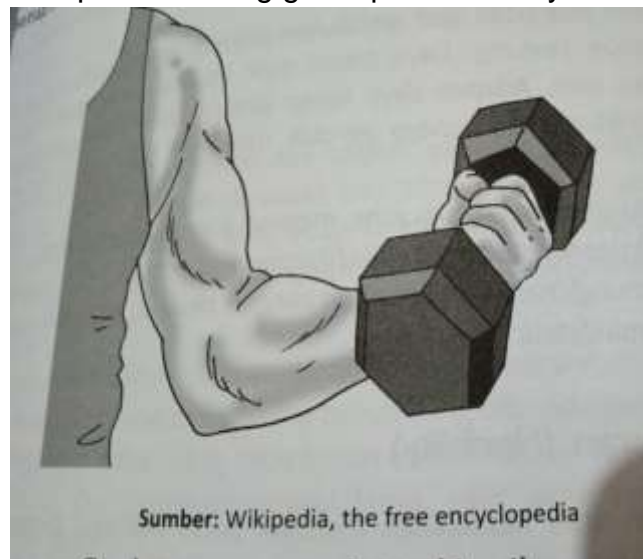
1. Kontraksi Isometrik : sekelompok otot untuk mengangkat atau mendorong beban yang tidak bergerak tanpa gerakan anggota tubuh dan panjang otot tidak berubah. Contoh mengangkat, mendorong atau menarik benda yang tidak dapat digerakkan



2. Kontraksi Isotonik : sekelompok otot yang bergerak secara memanjang atau memendek.



3. Kontraksi Isokinetik : otot mendapatkan tahanan yg sama ml seluruh ruang geraknya shg otot bekerja secara maksimal pd setiap sudut ruang gerak persendiannya.



B.3.2. Daya Tahan Otot (Endurance)

Mengacu pd kemampuan tubuh utk terus menggunakan kekuatan otot & bertahan kontraksi berulang utk jangka waktu tertentu.

B.3.3. Kelenturan (Flexibility)

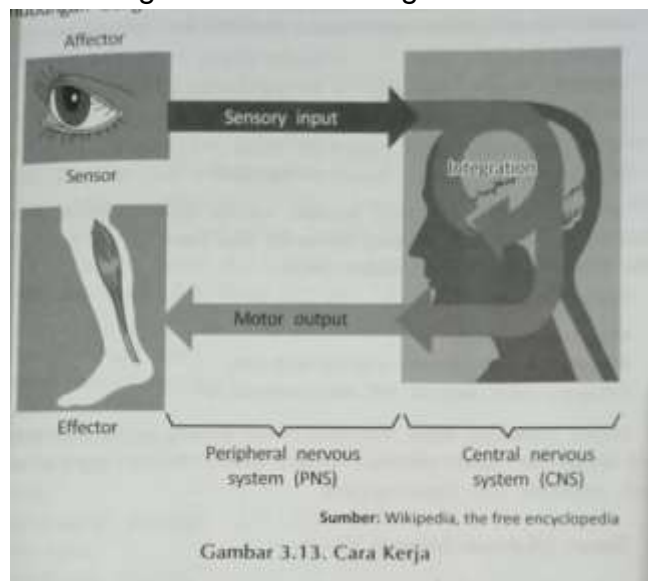
Kemampuan seseorang untuk menggerakkan tubuh atau bagian-bagian dalam satu ruang gerak yang seluas-luas mungkin, tanpa mengalami cedera pada persendian dan otot sekitarnya persendian.

Oleh karena kelenturan ini berpangkal pada luas gerak bagian tubuh di sekitar persendian tertentu, maka kebutuhan akan tarap kelenturan ini akan berbeda-beda pada tipa cabang olahraga. Contohnya kelenturan yang dibutuhkan untuk cabang senam akan lebih besar dibandingkan cabang renang.

B.3.4. Keseimbangan Tubuh (Balance)

Adalah hasil dari sejumlah sistem tubuh bekerja sama : Mata (Sistem Visual), Telinga (Sistem Vestibular) dan rasa tubuh dalam hal ruang (Proprioception). Idealnya harus utuh. Atau Sbg kemampuan relatif utk mengontrol pusat massa tubuh atau pusat gravitasi terhadap bidang tumpu.

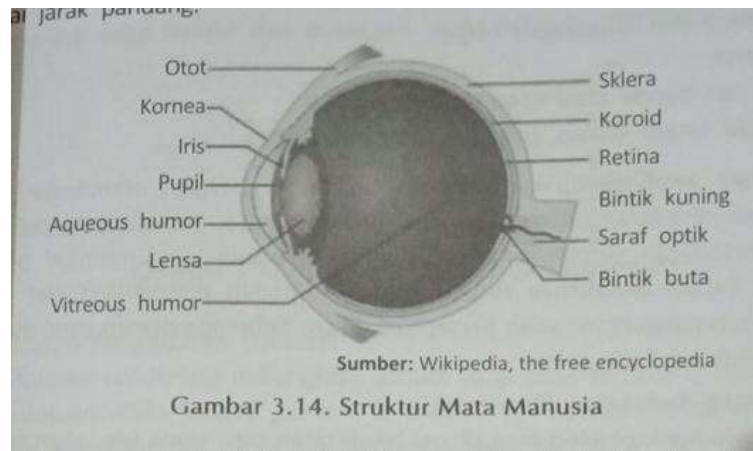
Tujuan : utk menyangga tubuh melawan gravitasi dan faktor eksternal lain, utk mempertahankan pusat massa tubuh agar seimbang dg bidang tumpu, menstabilisaisikan bagian tubuh ketika bagian tubuh lain bergerak.



B.3.4.a. Sistem Informasi Sensoris Visual

- Visual memegang peran penting dalam sistem sensoris. Cratty & Martin (1969) menyatakan bahwa keseimbangan akan terus berkembang sesuai umur, mata akan membantu agar tetap fokus pada titik utama untuk mempertahankan keseimbangan, dan sebagai monitor tubuh selama melakukan gerak statik atau dinamik. Penglihatan juga merupakan sumber utama informasi tentang lingkungan dan tempat kita berada, penglihatan memegang peran penting untuk mengidentifikasi dan mengatur jarak gerak sesuai lingkungan tempat kita berada. Penglihatan muncul ketika mata menerima sinar yang berasal dari obyek sesuai jarak pandang.
- Dengan informasi visual, maka tubuh dapat menyesuaikan atau bereaksi terhadap perubahan bidang pada lingkungan aktivitas sehingga

memberikan kerja otot yang sinergis untuk mempertahankan keseimbangan tubuh.



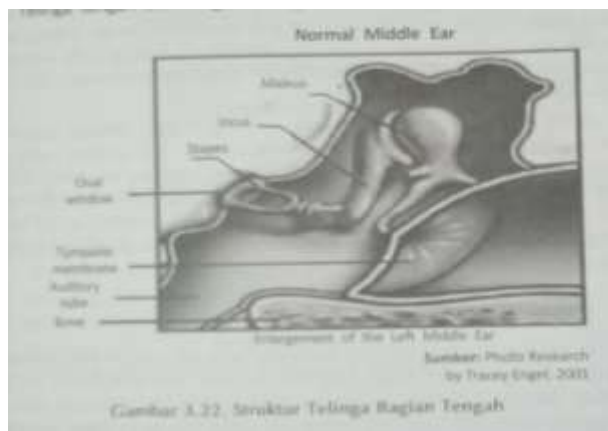
B.3.4.b. Sistem Vasbular

- Adalah sebuah sistem yang bertanggung jawab terhadap orientasi tubuh dalam ruang, baik saat sedang duduk, berdiri, tidur, dan lain sebagainya. Sistem ini menilai bagaimana posisi tubuh berdasarkan gerakan dan posisi kepala.
- Sistem vestibular meliputi organ-organ di telinga bagian dalam dan berhubungan dengan sistem visual dan pendengaran untuk merasakan arah dan kecepatan gerakan kepala. Gangguan fungsi vestibular dapat menyebabkan vertigo atau gangguan keseimbangan. Alergi makanan, dehidrasi dan trauma kepala atau leher dapat menyebabkan disfungsi vestibular.
- Melalui refleks vestibulo-ocular, mereka mengontrol gerak mata terutama ketika melihat obyek yang bergerak. Kemudian pesan diteruskan melalui saraf kranialis VIII ke nukleus vestibular yang berlokasi di batang otak (brain stem). Beberapa stimulus tidak menuju langsung ke nukleus vestibular tetapi ke cerebellum, formatio retikularis, thalamus dan korteks serebri. Nukleus vestibular menerima masukan (input) dari reseptor labyrinth,
- Merupakan sistem sensoris yg berfungsi penting dalam keseimbangan tubuh, kontrol kepala dan gerak bola mata. Reseptor sensoris vestibular berada dalam telinga.

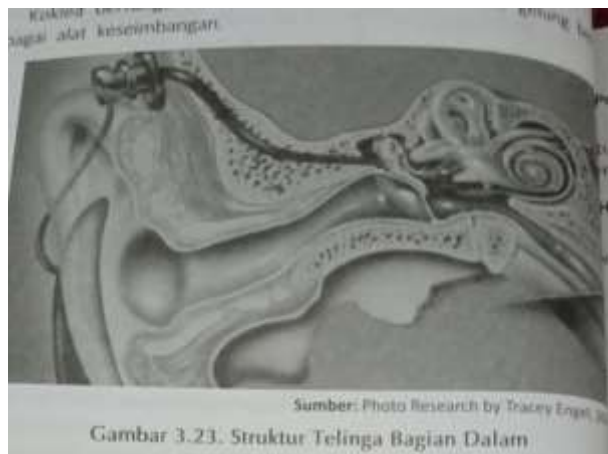


Gambar 3.21. Struktur Telinga Bagian Luar

Telinga tengah duhubungkan dg mulut olrh saluran *eustachius*.



Gambar 3.22. Struktur Telinga Bagian Tengah

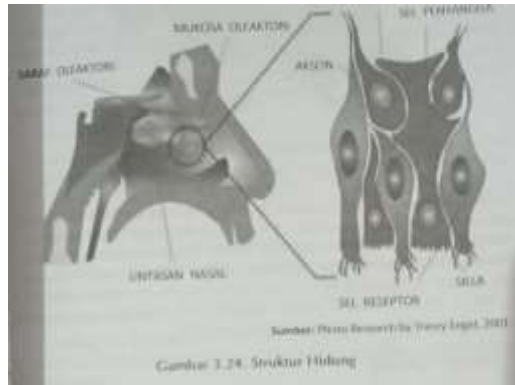


Gambar 3.23. Struktur Telinga Bagian Dalam

B.3.4.c. Somatosensoris

Adalah bagian dari sistem saraf sensorik. Sistem somatosensori adalah sistem kompleks dari neuron sensorik dan jalur saraf yang merespons perubahan di permukaan atau di dalam tubuh.

- Perabaan
- Hidung



- Lidah
- Kulit



B.3.4.d. Sensasi Gabungan

Tubuh memiliki sifat Diskriminatif 3 Dimensi. Melibatkan komponen kortikal (otak lobus parietal) utk menganalisis & menyintesis tiap jenis perasaan contoh :

1. Rasa Diskriminasi, melibatkan kemampuan taktil dari kulit terdiri dari :
 - a. Diskriminasi Intensitas (kemampuan menilai kekuatan stimulus , spt tekanan benda ke permukaan kulit)
 - b. Diskriminasi Spasial atau diskriminasi dua titik (kemampuan membedakan lokasi atau titik rangsang)
2. Barognosis : kemampuan mengenal berat benda yg dipegang
3. Stereognosis : kemampuan mengenal bentuk benda dg meraba.
4. Topognosis (Topostesia) : kemampuan utk melokalisasi tempat dari rasa raba.

B.3.4.e. Respon Otot2 Postural

Keseimbangan pada tubuh dlm berbagai posisi hanya dimungkinkan jika respons dari otot2 postural bekerja secara sinergi sbg reaksi dari perubahan posisi, titik tumpu, gaya gravitasi dan *alignment* tdd :

- a) Kekuatan Otot
- b) *Adaptive System*
- c) Lingkup Gerak Sendi

Faktor2 yg mempengaruhi Keseimbangan tubuh

- a) Pusat Gravitasi
- b) Garis Gravitasi
- c) Bidang Tumpu

B.3.4.f. Kecepatan (Speed)

B.3.4.g. Kelincahan (Agility)

B.3.4.h. Power (Elastic/Fast Strength)

B.3.4.i. Stamina

PERTANYAAN

1. Jelaskan hubungan ilmu Kinesiologi dengan Ergonomi Terapan !
2. Jelaskan kira2 apa yang terjadi jika kita tidak mempelajari ilmu kinesiologi pekerja ini
3. Jelaskan jelaskan apa saja yg kamu ketahui tentang fungsi tulang !
4. Jelaskan kapasitas fisik pekerja ditinjau dari pendekatan gerak tubuh !

REFERENSI

1. Ergonomi & K3 oleh Dr. Wowo S K, M.Pd.



**PROGRAM STUDI D4 K3
ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS BINAWAN
Tahun 2021**

MODUL PENDIDIKAN

**ERGONOMI TERAPAN & FISILOGI KERJA
MODUL 2 PERTEMUAN KE 6**

ANTROPOMETRI

**Bahan Pengajaran PS D4 K3 FKM
KMK OSH 067**

Oleh :

Defi Arjuni, SKM, M.Si

Sari Narulita, S.Kp, M.Si

M O D U L
ERGONOMI TERAPAN & FISILOGI KERJA
PERTEMUAN 6

- MODUL 1 *Human Information Proccesing, Kinerja Mental Dan Human Error Dan Ergonomi Terapan*
- MODUL 2 Ilmu Kinesiologi Pekerja & **Ilmu Antropometri**
- MODUL 3 Keseimbangan Fisik & Psikologi serta fisiologi kerja dalam upaya mencegah terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja dan lingkungan kerja yg aman
- MODUL 4 Biomekanika 1 & 2
- MODUL 5 Metode RULA & REBA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

MODUL 2 PERTEMUAN 6

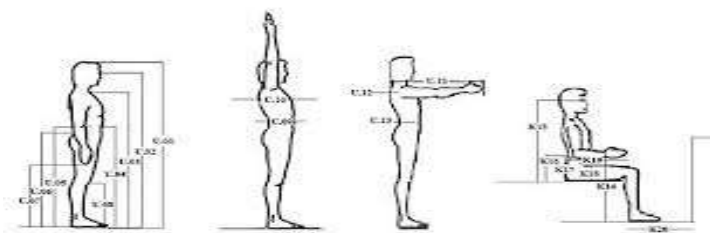
Ilmu Antropometri

POKOK BAHASAN

Antropometri :

1. Variasi dimensi tubuh manusia
2. Definisi & Sejarah
3. Faktor2 yg mempengaruhi Antropometri
4. Metode Pengukuran
5. Penggunaan Antropometri utk perancangan
6. Prinsip umum perancangan tempat kerja

1. VARIASI DIMENSI TUBUH MANUSIA



Berbagai dampak yg ditimbulkan :

1. Kerja otot berlebihan
2. Produktifitas kerja menurun akibat kelelahan karena terkurasnya tenaga
3. Resiko terjadinya kesalahan kerja
4. Pegal & ngilu pada bagian sistem otot rangka, jika penggunaannya dilakukan dlm waktu lama. Ngilu yg berkepanjangan pada sistem otot rangka dapat meningkatkan risiko kelainan atau cedera otot-rangka.



2. Definisi & Sejarah

2.1. Sejarah Antropometri

1. Arti kata antropometri sendiri berasal dari bahasa Yunani yaitu “*anthropos*” (manusia) dan “*metron*” (ukuran). Secara umum dijelaskan, *antropometri* adalah suatu studi yang sangat berhubungan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia
2. Menurut Sritomo (1989), salah satu bidang keilmuan ergonomis adalah istilah Anthropometri yang berasal dari “Anthro” yang berarti manusia dan “Metron” yang berarti ukuran. Secara definitif Anthropometri dinyatakan sebagai suatu studi yang menyangkut pengukuran dimensi tubuh manusia dan aplikasi rancangan yang menyangkut geometri fisik, massa dan kekuatan tubuh.

3. Menurut Stevenson (1989) dan Nurmiyanto (1991) adalah satu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik tubuh manusia berupa ukuran, bentuk dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain. Manusia pada dasarnya memiliki bentuk, ukuran (tinggi, lebar, dsb) berat dan lain-lain yang berbeda satu dengan yang lainnya.

Anthropometri secara lebih luas digunakan sebagai pertimbangan ergonomis dalam proses perencanaan produk maupun sistem kerja yang memerlukan interaksi manusia.

Data anthropometri akan diaplikasikan secara lebih luas antara lain dalam :

1. Perancangan areal kerja (work station, Interior mobil, dll).
2. Perancangan alat kerja seperti mesin, equipment perkakas (tools) dan sebagainya.
3. Perancangan produk-produk konsumtif seperti pakaian, kursi, meja, dan sebagainya.
4. Perancangan lingkungan kerja fisik

Antropometri dapat dibagi 2 :

1. Antropometri Statis : ukuran tubuh dan karakteristik tubuh dalam keadaan diam (statis) untuk posisi yang telah ditentukan atau standar Contoh: Tinggi Badan, Lebar bahu
2. Antropometri Dinamis : ukuran tubuh atau karakteristik tubuh dalam keadaan bergerak, atau memperhatikan gerakan-gerakan yang mungkin terjadi saat pekerja tersebut melaksanakan kegiatan. Contoh: Putaran sudut tangan, sudut putaran pergelangan kaki

Ad.1. Dimensi yang diukur pada Anthropometri statis diambil secara linier (lurus) dan dilakukan pada permukaan tubuh, agar hasilnya representatif maka pengukuran harus dilakukan dengan metode tertentu terhadap individu.

Manusia pada umumnya akan berbeda-beda dalam hal bentuk dan dimensi ukuran tubuhnya. Disini ada beberapa faktor yang akan mempengaruhi dimensi tubuh manusia sehingga semestinya seorang perancang harus memperhatikan faktor-faktor tersebut, yang antara lain adalah :

1. Umur. Digolongkan pula atas beberapa kelompok:
 - a. Balita
 - b. Anak-anak
 - c. Remaja
 - d. Dewasa
 - e. Lanjut usia

2. Jenis kelamin

Secara distribusi statistik ada perbedaan yang signifikan antara dimensi tubuh pria dan wanita yang terletak pada rata-rata dan nilai perbedaan yang tidak dapat diabaikan begitu saja.

3. Suku bangsa

Variasi diantara beberapa kelompok suku bangsa telah menjadi hal yang tidak kalah penting terutama karena meningkatnya jumlah angka migrasi dari satu negara ke negara lain.

4. Jenis pekerjaan atau latihan

Beberapa jenis pekerjaan tertentu menuntut adanya persyaratan dalam seleksi karyawan atau rekan kerjanya.

Ad.2. Untuk mengukur data Anthropometri dinamis terdapat tiga kelas pengukuran yaitu sebagai berikut:

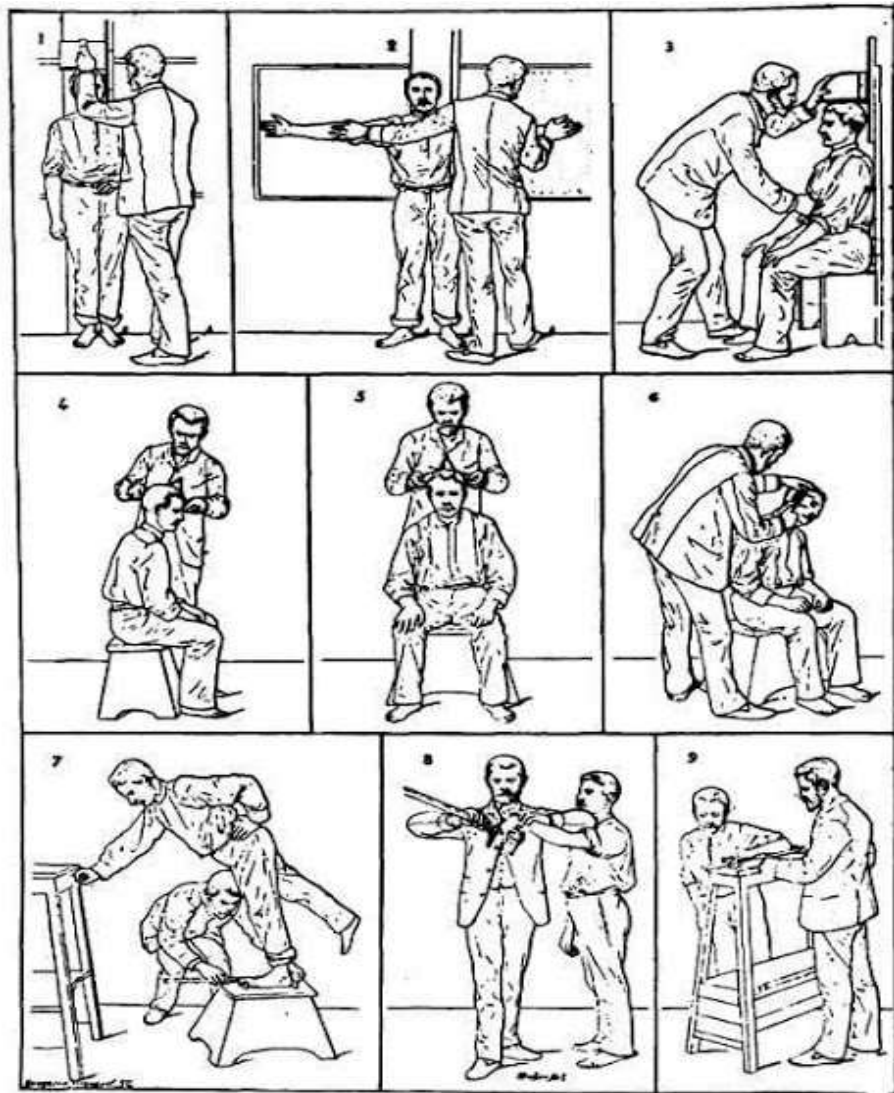
1. Pengukuran tingkat keterampilan sebagai pendekatan untuk mengerti keadaan mekanis dari suatu aktivitas, contohnya mempelajari performansi kerja.
2. Pengukuran jangkauan ruang yang dibutuhkan saat bekerja.
3. Pengukuran variabilitas kerja.

Dalam menentukan suatu rancangan produk dapat dilakukan langkah-langkah pendekatan penggunaan data Anthropometri, yaitu sebagai berikut :

1. Memilih standar deviasi yang sesuai dengan perancangan yang telah ditentukan.
2. Mencari data pada rata-rata dan distribusi dari dimensi yang digunakan sesuai dengan populasi yang diukur.
3. Memilih nilai persentil yang sesuai sebagai dasar perancangan.
4. Memilih jenis kelamin yang sesuai.

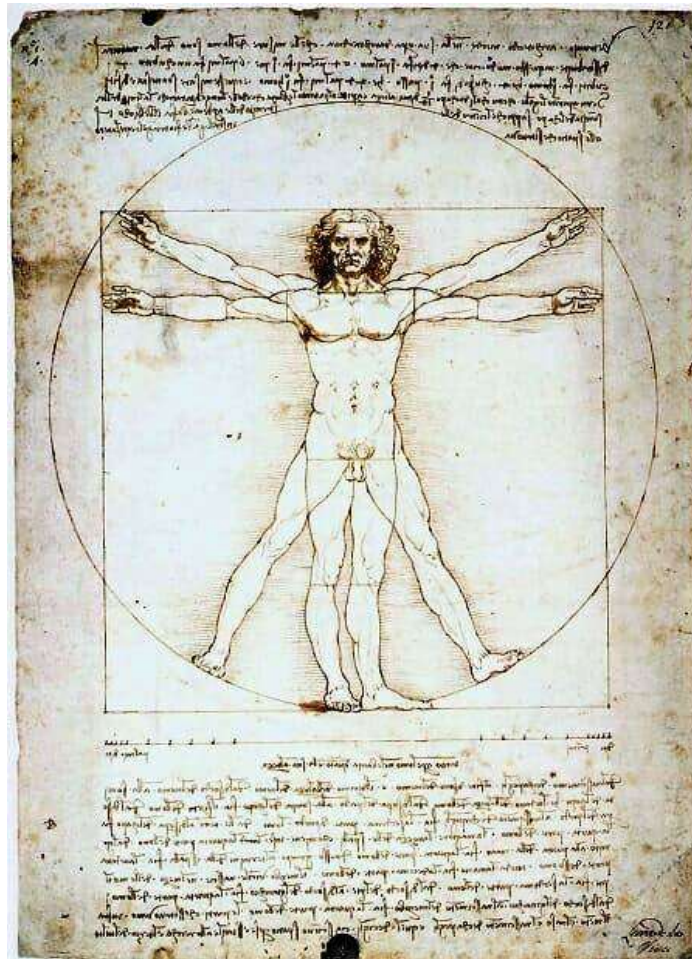
2.2. Sejarah Antropometri

- Zaman dahulu, ketika masih hidup dalam lingkungan alam asli, manusia sangat tergantung pada kegiatan tangan. Peralatan-peralatan, perlengkapan-perengkapan, dan rumah-rumah sederhana, dibuat hanya sekedar untuk mengurangi ganasnya alam pada saat itu.
- Penerapan antropometri utk perancangan baru terealisasi pada masa PD II. Data antropometri digunakan utk mengevaluasi perlengkapan militer, termasuk kokpit pesawat.



Salah satu karya Leonardo da Vinci berdasarkan Vitruvian Norm-Man dibuat sekitar tahun 1487 -1490.

- Nama Vitruvian berasal dari nama seorang arsitek dan insinyur militer Romawi, Markus Vitruvius Pollio yang menurut informasi hidup sekitar 100 tahun Sebelum Masehi. Berbagai buku yang ditulisnya adalah buku-buku mengenai arsitektur.
- menurut Vitruvius proporsi sebuah bangunan itu harus terkait dengan manusia yang menghuninya. Ukuran bagian-bagian dari sebuah bangunan haruslah memiliki efek terhadap pikiran manusia, dimana manusialah yang akan menjadi penghuninya. Berbagai teori ilmu arsitektur Vitruvius, diadaptasi oleh Da Vinci yang pada saat itu tertarik dengan ilmu anatomi. Hal tersebut terjadi, karena konon Da Vinci diharuskan oleh gurunya yang bernama Andrea del Verrocchio.
- Lukisan The Vitruvian Man ini adalah lukisan yang menggabungkan berbagai unsur, yakni unsur seni, sains, dan spiritual dalam satu lukisan.



3. FAKTOR2 YG MEMPENGARUHI ANTROPOMETRI

- a. Usia
- b. Jenis Kelamin
- c. Ras & Etnis
- d. Pekerjaan & Aktivitas
- e. Kondisi Sosio ekonomi

4. METODE PENGUKURAN

Data antropometri dikelompokkan :

1. Dimensi Linear (Jarak) : jarak terpendek antara 2 titik pada tubuh manusia meliputi panjang, tinggi & lebar segmen tubuh spt : panjang jari, tinggi lutut & lebar pinggul
2. Lingkar Tubuh : panjang keliling (sepanjang permukaan tubuh) misal lingkar paha, lingkar perut, lingkar kepala.
3. Ketebalan Lapisan Kulit
4. Sudut (pasif utk mengetahui kecenderungan posisi tubuh ketika bekerja & aktif utk mengetahui fleksibilitas tubuh dlm bentuk kemampuan maksimum gerakan sistem otot sendi byk dilakukan dlm studi terkait olah raga, rehabilitasi & biomekanika
5. Bentuk & Kontur Tubuh. Misal bentuk kaki utk merancang sepatu yg nyaman
6. Bobot

Metode yang digunakan dalam pengukuran terdiri dari

1. Secara Langsung/manual Menggunakan : mistar ukur, pita ukur, jangka sorong, kursi antropometri (rekayasa ITB). Kelemahan : Biaya dan waktu (kurang praktis) Kesalahan dalam input data ke komputer
2. Tidak langsung Metode Fotografi Kelemahan : Kamera baik manual maupun digital : Kurang presisi

Dimensi Tubuh Manusia yang diukur

1. Tinggi Badan Tegak
2. Tinggi mata Berdiri
3. Tinggi Bahu Berdiri
4. Tinggi Siku Berdiri
5. Tinggi Pinggang Berdiri
6. Tinggi Lutut Berdiri
7. Jangkauan Tangan ke depan

8. Jangkauan Tangan ke atas
9. Tinggi Mata Duduk
10. Tinggi Bahu Duduk
11. Tinggi Sandaran Punggung
12. Tinggi Siku Duduk
13. Tebal Paha Duduk
14. Pantat Popliteal
15. Lebar Pinggul Duduk

Uraian Dimensi Tubuh Manusia yang diukur :

1. Dimensi tinggi tubuh dalam posisi tegak(dari lantai s/d ujung kepala)
2. Tinggi mata dalam posisi tegak
3. Tinggi bahu dalam posisi tegak
4. Tinggi siku dlm posisi berdiri tegak (siku tegak lurus)
5. Tinggi kepalan tangan yang terjujur lepas dalam posisi tegak
6. Tinggi tubuh dalam posisi duduk (diukur dari alas tempat duduk / pantat sampai dengan kepala)
7. Tinggi mata dalam posisi duduk
8. Tinggi bahu dalam posisi duduk
9. Tinggi siku dalam posisi duduk (siku tegak lurus) Tinggi siku dalam posisi duduk (siku tegak lurus)
10. Tebal atau lebar paha
11. Panjang paha yang diukur dari pantat s/d ujung lutut
12. Panjang paha yang diukur dari pantat s/d bagian belakang dari lutut /betis
13. Tinggi lutut yang bisa diukur baik dalam posisi berdiri ataupun duduk
14. Tinggi tubuh dalam posisi duduk yang diukur dari lantai sampai dengan paha
15. Lebar dri bahu (bisa diukur dalam posisi berdiri ataupun duduk)
16. Lebar pinggul / pantat
17. Lebar dari dada dalam keadaan membusung
18. Lebar perut
19. Panjang siku yang diukur dari siku sampai dengan ujung jari
20. Lebar kepala

21. Panjang tangan diukur dari pergelangan sampai dengan ujung jari
22. Lebar telapak tangan
23. Lebar tangan dalam posisi tangan terbentang lebar kesamping kiri kanan
24. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi berdiri tegak, diukur dari lantai sampai tangan yang terjangkau lurus keatas (vertikal)
25. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi duduk tegak, diukur seperti halnya no 24 tetapi dalam posisi duduk
26. Jarak jangkauan tangan yang terjulur kedepan diukur dari bahu sampai ujung jari tangan.

Uraian Lingkaran Tubuh terdiri dari :

1. Lingkar kepala
2. Lingkar leher
3. Lingkar bahu
4. Lingkar lengan atas
5. Lingkar siku
6. Lingkar pergelangan tangan
7. Lingkar dada
8. Lingkar perut
9. Lingkar pinggang
10. Lingkar pantat
11. Lingkar paha
12. Lingkar lutut
13. Lingkar pergelangan kaki

Tehnik Pengolahan Data

1. Konsep Persentil. Persentil merupakan jumlah bagian per seratus orang dari suatu populasi yang memiliki ukuran tubuh tertentu (lebih kecil atau lebih besar). Dalam perancangan terdapat tiga nilai persentil:
 1. Persentil kecil (persentil 5 atau disingkat P5)
 2. Persentil tengah (persentil 50 atau disingkat P50)
 3. Persentil besar (persentil 95 atau disingkat P95)

Rumus Perhitungan Persentil

Biasanya data antropometri diasumsikan mempunyai distribusi normal. Utk itu pendekatan distribusi normal dapat digunakan dlm menghitung nilai persentil. Jika diketahui nilai rata2 (mean) dan simpangan baku (standard deviation) dari suatu set data, maka dg mudah dapat dihitung besarnya persentil P sbb: x_i/n

$$p_i = \bar{X} + k_i \cdot s$$

P = nilai persentil yg dihitung

\bar{X} = nilai rata2

\bar{X} =

$$\sum_{i=1}^n x_i/n$$

K = faktor pengali utk persentil yg diinginkan , dg nilai k dapat dilihat pada Tabel 1. yg diperoleh dari nilai z pada distribusi normal.

s = simpangan baku

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \bar{x}^2}{n - 1}}$$

Tabel Faktor Pengali dlm Perhitungan Persentil

Persentil	P ₁	P ₅	P ₁₀	P ₂₅	P ₅₀	P ₇₅	P ₉₀	P ₉₅
K	-2,326	-1,645	-1,282	-0,674	0	+0,674	+1,282	+1,645

Contoh kasus :

Hasil pengukuran antropometri jangkauan tangan keatas sampel pekerja di Jawa Barat menunjukkan simpangan baku 9,02 cm. Jika kita ingin merancang rak perkkas, Berapa sebaiknya tinggi rak yg paling atas

Solusi

Persentil yg dipilih utk perancangan adalah persentil kecil. Mereka yg memiliki tubuh pendek yg harus diperhatikan, krn akan kesulitan menjangkau rak yg terlalu tinggi. Misal persentil kecil P₅ (nilsi umum yg digunakan dalam perancangan)

Jawab :

Jika $\bar{x} = 200,4$ dan $s = 9,02$, maka P₅ dapat dihitung sbb : $p_i = \bar{x} + k_i \cdot s$

$$P_5 = 200,4 + (k \cdot 9,02) ;$$

$$K = -1,645$$

$$P_5 = 200,4 + (-1,645 \cdot 9,02)$$

$$185,6$$

Rekomendasi tinggi rak paling atas adalah 185,6 cm

Keterangan :

Nilai persentil 95% dimaksud dikarenakan populasi yg diakomodasi (sbg konsekuensi dari nilai persentil 5 atau 95). Dari nilai rata2 hanya sedikit dg nilai paling pendek atau paling tinggi shg diasumsikan 5%.

Mengakomodasi individu ekstrem dari suatu populasi bisa jadi mempunyai dampak besar pada rancangan berpengaruh pada aspek biaya, fungsional & tampilan. Contoh kursi yg dapat ditinggikan atau direndahkan. Biaya akan lebih besar

2. Pengolahan Data Lanjut

- a. Korelasi. Tingkat korelasi biasanya dilambangkan dg koefisien korelasi (r) dg nilai -1 dan +1 atau $-1 \leq r \leq 1$). Jika nilai absolut r mendekati 1 artinya korelasi antara 2 ukuran tsb sangat kuat(+1), menunjukkan kedua ukuran berbanding lurus. Sedangkan -1 menunjukkan keduanya berbanding terbalik. Nilai r yg mendekati 0 berarti korelasi antara 2 ukuran tsb hampir tidak ada
- b. Menggabungkan Dua Basis Data Antropometri. Penggabungan data antropometri sering dibutuhkan dalam peancangan

5. PENGGUNAAN ANTROOMETRI UTK PERANCANGAN

5.1. Perancangan Berdasarkan Individu Besar/Kecil (Konsep Persentil Kecil & Besar)

- Mereka yg mempunyai tubuh besar atau kecil dijadikan sbg Pembatas besar populasi pengguna yg akan diakomodasi oleh rancangan.
- Biasanya yg dijadikan acuan adalah : persentil Besar (P_{95}) atau - Persentil Kecil (P_5). Idealnya suatu rancangan dapat mengakomodasi 100 % populasi jika tidak ada kendala dlm hal biaya, estetika dan aspek teknis.
- Rancangan yg mampu mengakomodasi 100% pengguna diperlukan ketika faktor keselamatan mjd pertimbangan.
Mis : tinggi posisi alarm , mengacu pada tinggi bahu berdiri dg menggunakan (P_1), shg setiap orang jika diperlukan dapat menjangkau dg cepat dan mudah

5.2. Perancangan yg dapat Disesuaikan

Konsep ini digunakan utk berbagai produk atau alat disesuaikan panjang, lebar dan lingkarnya sesuai dg kebutuhan pengguna. Kisaran kemampu-suaian ini biasanya mulai dari perempuan dg persentil 5 hingga laki2 dg persentil 95. Namun tidak menutup kemungkinan terdapat kisaran yg lebih besar. Perancangan dg pendekatan ini

merupakan konsep yg ideal namun membutuhkan dukungan teknis & biaya yg mahal. Contoh produk yg biasa menggunakan pendekatan ini adalah kursi meja dg tinggi yg dapat dinaikturunkan, kemirinagn dpt diatur dsb.

5.3. Perancangan Berdasarkan Individu Rata2

10 Langkah Prosedur Sistematis Perancangan berdasarkan antropometri :

1. Tentukan Populasi Pengguna.
2. Tentukan dimensi tubuh yg terkait dg objek rancangan.
3. Lihat basis data antropometri yg tersedia
4. Lakukan pengukuran sendiri jika basis data tidak tersedia.
5. Tentukan persentase jumlah populasi yg akan diakomodasikan.
6. Tentukan perancangan yg akan digunakan
7. Tentukan nilai ukuran utk setiap dimensi yg sudah ditetapkan pada langkah ke 2.
8. Tambahkan besaran kelonggaran
9. Jika memungkinkan visualisasikan rancangan
10. Evaluasi hasil rancangan

6. VARIASI DIMENSI TUBUH MANUSIA

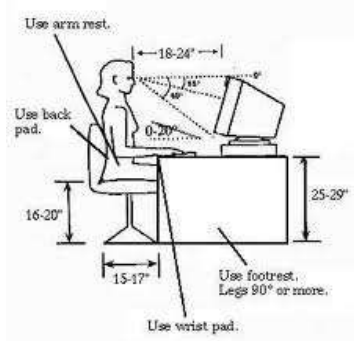
Prinsip Umum Perancangan Tempat Kerja

6.1. Stasiun Kerja Duduk

1. Pekerjaan tangan tidak membutuhkan gaya atau kerja otot yg besar.
2. Item-item utama yg dibutuhkan dlm bekerja (komponen, alat dll) dapat diambil dg mudah dlm posisi duduk dan berada dalam jangkauan tangan dalam posisiduduk & berada dlm jangkauan duduk normal.
3. Pekerjaan dominan berupa kegiatan tulis menulis

Yg perlu diperhatikan :

TB duduk, tinggi mata duduk, tinggi bahu duduk, tebal paha duduk, jangkauan tangan kedepan, tinggi siku dan tinggi popliteal duduk



6.2. Stasiun Kerja Berdiri

Terutama utk pekerjaan dg kondisi sbb :

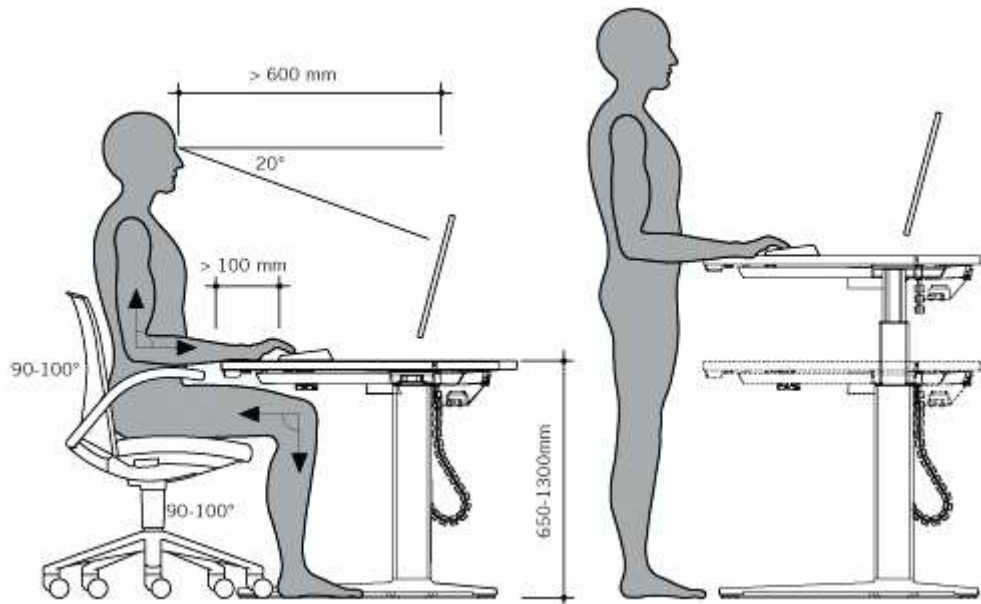
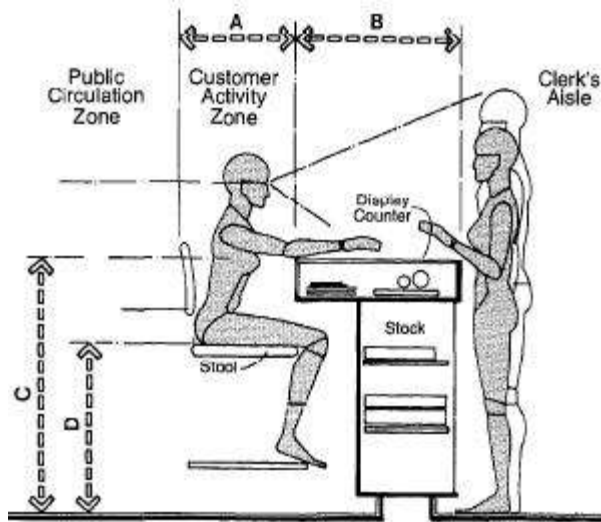
1. Pekerjaan membutuhkan penanganan barang/material yg sering, apalagi jika materialnya berat
2. Pekerjaan membutuhkan banyak pekerjaan menjangkau
3. Pekerjaan membutuhkan mobilitas yg cukup tinggi

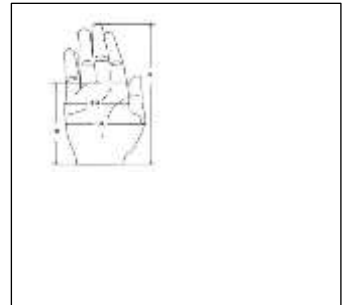
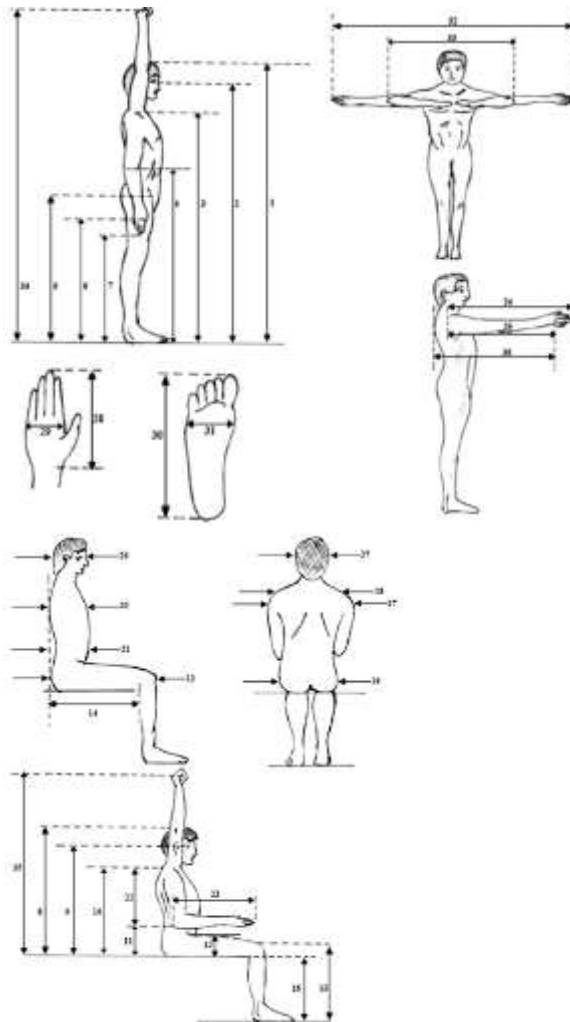
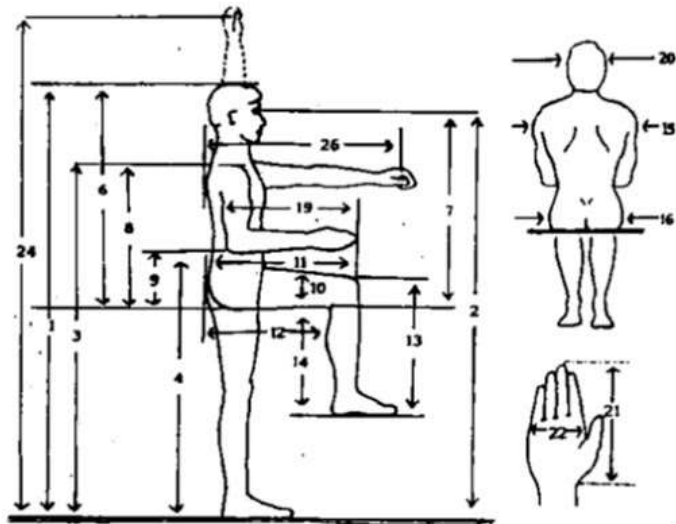
Dimensi kritis yg perlu diperhatikan pada Gambar tsb adalah :
Tinggi badan tegak, tinggi mata berdiri, tinggi bahu berdiri,, panjang lengan bawah, dan jangkauan tangan ke depan







6.3. Stasiun Kerja Duduk/Berdiri

Jika pekerjaan merupakan kombinasi dari elemen2 yg cocok utk kedua tipe stasiun kerja diatas, maka elemen1-elemen kerja tsb dapat difasilitasi dg menerapkan rancangan stasiun kerja duduk/berdiri





	tarikan dada	
	PENGUKURAN ANTROPOMETRI	
8.	Melakukan penimbangan (berat badan): <ul style="list-style-type: none"> - Letakan kain atau kertas pelindung dan atur skala timbangan ke titik nol sebelum penimbangan - Hasil timbangan dikurangi dengan berat alas dan pembungkus bayi - Normal: 2500-4000 gram 	
9.	Melakukan pengukuran panjang badan: <ul style="list-style-type: none"> - Letakan bayi di tempat yang datar - Ukur panjang bayi menggunakan alat pengukur panjang badan dari kepala sampai tumit dengan kaki/badan bayi diluruskan - Normal: 49-50 cm 	
10.	Mengukur lingkaran kepala <ul style="list-style-type: none"> - Cara: mengukur kepala pada diameter terbesar yaitu frontali- oksipitalis - Jika terdapat caput suksedanium, dapat dilakukan hari ke-2 atau ke-3 - Normal: 33-35 cm 	
11.	Mengukur lingkaran dada <ul style="list-style-type: none"> - Pengukuran dilakukan dari daerah dada ke punggung kembali ke dada (pengukuran dilakukan melalui kedua puting susu) - Normal: 30-38 cm 	

#Askeb Neonatus, Bayi dan Balita #Jur.Kebidanan Poltekkes Surakarta #Pemeriksaan Fisik BBL #Gita.K.

4

PERTANYAAN

5. Jelaskan apa manfaat ilmu Antropometri didalam Ergonomi Terapan !
6. Implementasi apa yg dapat anda lakukan ditempat kerja terkait ilmu antropometri

REFERENSI

- 6 Ergonomi & K3 oleh Dr. Wowo S K, M.Pd.
- 7 Ergonomi Suatu Pengantar oleh Ir.Hardiarto, MSIE, Ph.D. dan Yassierli, Ph.D
- 8 Ergonomi oleh Yanto, S.T., M.Sc., Ph.D & Billy Ngaliman, S.T., M.B.A.

Lampiran 1

Pembagian Kelompok Antropometri

Kelas C2018 A1 = 16 mahasiswa

Kelompok 1 (Putri) :

1.
2.
3.

Kelompok 2 (Putri) :

1.
2.
3.

Kelompok 3 (Putra) :

1.
2.
3.

Kelompok 4 (Putra) :

1.
2.
3.

Kelompok 5 (Putra) :

1.
2.
3.

Kelompok 6 (Putra) :

1.
2.
3.

Kelas C2 18 A2 = 20 mahasiswa

Kelompok 1 (Putri) :

1.
2.
3.

Kelompok 2 (Putri) :

1.
2.
3.

Kelompok 3 (Putra) :

1.
2.
3.

Kelompok 4 (Putra) :

1.
2.
3.

Kelompok 5 (Putra) :

1.
2.
3.

Kelompok 6 (Putra) :

1.
2.
3.

Lampiran 2

Peralatan per Kelompok:

1. Meteran
2. Penggaris 30 cm
3. Tabel

Lampiran 3

Tabel Data Pengukuran Tubuh

1. Dimensi Tubuh Manusia yang diukur

No	Dimensi Tubuh Manusia yang diukur	Nama		
1	Tinggi Badan Tegak			
2	Tinggi mata Berdiri			
3	Tinggi Bahu Berdiri			
4	Tinggi Siku Berdiri			
5	Tinggi Pinggang Berdiri			
6	Tinggi Lutut Berdiri			
7	Jangkauan Tangan ke depan			
8	Jangkauan Tangan ke atas			
9	Tinggi Mata Duduk			
10	Tinggi Bahu Duduk			
11	Tinggi Sandaran Punggung			
12	Tinggi Siku Duduk			
13	Tebal Paha Duduk			
14	Pantat / Popliteal			
15	Lebar Pinggul Duduk			

2. Uraian Dimensi Tubuh Manusia yang diukur

No	Uraian Dimensi Tubuh Manusia yang diukur :	Nama		

1	Dimensi tinggi tubuh dalam posisi tegak (dari lantai s/d ujung kepala)			
2	Tinggi mata dalam posisi tegak			
3	Tinggi bahu dalam posisi tegak			
4	Tinggi siku dlm posisi berdiri tegak (siku tegak lurus)			
5	Tinggi kepalan tangan yang terjujur lepas dalam posisi tegak			
6	Tinggi tubuh dalam posisi duduk (diukur dari alas tempat duduk / pantat sampai dengan kepala)			
7	Tinggi mata dalam posisi duduk			
8	Tinggi siku dalam posisi duduk (siku tegak lurus) Tinggi siku dalam posisi duduk (siku tegak lurus)			
9	Tebal atau lebar paha			
10	Panjang paha yang diukur dari pantat s/d ujung lutut			
11	Panjang paha yang diukur dari pantat s/d bagian belakang dari lutut /betis 13. Tinggi lutut yang bisa diukur baik dalam posisi berdiri ataupun duduk			
12	Tinggi tubuh dalam posisi duduk yang diukur dari lantai sampai dengan paha			
13	Lebar dri bahu (bisa diukur dalam posisi berdiri ataupun duduk)			
14	Lebar pinggul / pantat			
15	Lebar dari dada dalam keadaan membusung			
16	Lebar perut			
17	Panjang siku yang diukur dari siku sampai dengan ujung jari			

18	Lebar kepala			
19	Panjang tangan diukur dari pergelangan sampai dengan ujung jari			
20	Lebar telapak tangan			
21	Lebar tangan dalam posisi tangan terbentang lebar kesamping kiri kanan			
22	Lebar telapak tangan			
23	Lebar tangan dalam posisi tangan terbentang lebar kesamping kiri kanan			
24	Tinggi jangkauan tangan dalam posisi berdiri tegak, diukur dari lantai sampai tangan yang terjangkau lurus keatas (vertikal)			
25	Tinggi jangkauan tangan dalam posisi duduk tegak, diukur seperti halnya no 24 tetapi dalam posisi duduk			
26	Jarak jangkauan tangan yang terjulur kedepan diukur dari bahu sampai ujung jari tangan.			

3. Uraian Lingkaran Tubuh terdiri dari :

No	Uraian Dimensi Tubuh Manusia yang diukur :	Nama		
1	Lingkar kepala			
2	Lingkar leher			
3	Lingkar bahu			
4	Lingkar lengan atas			
5	Lingkar siku			
6	Lingkar pergelangan tangan			

7	Lingkar dada			
8	Lingkar perut			
9	Lingkar pinggang			
10	Lingkar pantat			
11	Lingkar paha			
12	Lingkar lutut			
13	Lingkar pergelangan kaki			



**PROGRAM STUDI D4 K3
ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS BINAWAN
Tahun 2021**

MODUL PENDIDIKAN

**Modul 3 PERTEMUAN 9
ERGONOMI TERAPAN & FISILOGI KERJA**

PRAKTIKUM KESEIMBANGAN FISIK & PSIKOLOGI

**Bahan Pengajaran PS D4 K3 FKM
KMK OSH 067**

Oleh :

**Defi Arjuni, S.KM, M.Si
Sari Narulita, S,Kp, M.Si**

MODUL

ERGONOMI TERAPAN & FISILOGI KERJA

- MODUL 1 *Human Information Proccesing*, Kinerja Mental Dan *Human Error* Dan **Ergonomi Terapan**
- MODUL 2 Ilmu Kinesiologi Pekerja & Ilmu Antropometri
- MODUL 3 Keseimbangan Fisik & Psikologi** serta Fisiologi Kerja dalam upaya mencegah terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja dan lingkungan kerja yg aman
- MODUL 4 Biomekanika 1 & 2
- MODUL 5 Metode RULA & REBA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

MODUL3 PERTEMUAN 9

Keseimbangan Fisik & Psikologi

POKOK BAHASAN

Keseimbangan Fisik & Psikologi .

1. Kapasitas dasar
2. Faktor budaya & iklim kerja
3. Kelelahan

I. Kapasitas Dasar

Keseimbangan Fisik & Psikologi bagi pekerja industry dapat ditinjau dari indicator sebagai berikut :

1. Banyaknya produk yg dipandang tidak memenuhi persyaratan saat proses pelayanan kerja
2. Pekerja banyak membuat kesalahan dalam pelayanan karena gerak tubuh tidak sesuai dg kebutuhan
3. Pekerja mengeluh dalam melakukan kerja akibat tuntutan kerumitan gerak tubuh.
4. Pekerja banyak melakukan istirahat sebelum waktunya
5. Adanya keterbatasan fisik pekeja sesuai dg tuntutan jenis pekerjaan, disebabkan oleh system rekrutmen tidak menjadi perhatian.
6. Tingkat pengunduran diri, disebabkan kurang mampuan pekerja.

Konsep keseimbangan factor kapasitas kerja dg faktor2 tuntutan antara faktor2 kapasitas kerjandg faktor2 pekerjaan dalam suatu lingkungan yg kompleks



Gambar tersebut, menunjukkan bahwa tuntutan tugas memiliki lingkungan khas , seperti berikut :

1. Karakteristik bahan atau alat/perkakas yg digunakan, untuk kepentingan proses produksi, menyangkut ukuran, jenis dan teknologi

2. Karakteristik tempat kerja seperti dimensi ruang, prasyaratruang (ventilasi udara, pencahayaan, pembuangan limbah, peredaman suara dan penyaringan debu).
3. Karakteristik organisasi (bentuk usaha, tujuan proses produksi, jumlah karyawan, system kerja, penguahan , budaya organisasi)
4. Karakteristik lingkungan (internal) keterpenuhan prasyarat lingkungan kerja seperti pengendalian limbah, sosioteknologi dan ekologi kerja.

Parameter dari tuntutan tugas yg dikemukakan, tentunya telah dimiliki sebagai awal perancangan perusahaan yg sesuai standar. Sebagai ilustrasi sbb :

- Perbandingan tuntutan kerja lebih dari kapasitas individu, maka kinerja seseorang akan menunjukkan : kelelahan, ketidaknyamanan, stress, kecelakaan kerja, cedera, rasa sakit dan munculnya penyakit yg menyebabkan produktifitas rendah.
- Perbandingan tuntutan kerja kurang dari kapasitas kerja individu, maka kinerja seseorang akan menunjukkan : kejenuhan, kelesuan, kebosanan, rasa sakit dan stress.

Kapasitas kerja merupakan kemampuan dasar sebagai factor penentu, mencakup karateristik pribadi pekerja seperti :

1. Umur

Setiap perusahaan memiliki kebijakan yg hamper sama dalam menetapkan persyaratan umumr minimal dan maksimal sesuai UU yg berlaku. Asumsi penetapan umur, bertolak dari factor puncak ketahanan fisik manusia 25 tahun, pada usia 50-60 tahun mengalami penurunan ketahanan otot mencapai 25%, kemampuan sensoris menurut sensoris menurun sekitar 60%. Penambahan usia akan diikuti oleh penurunan VO₂, ketajaman penglihatan, pendengaran, kecepatan pembedaan, pembuatan keputusan dan mengingat jangka pendek (Astrand & Rodahl, 1977; Gradjean; 1993; Genaidy, 1996 dan Konz, 1996)

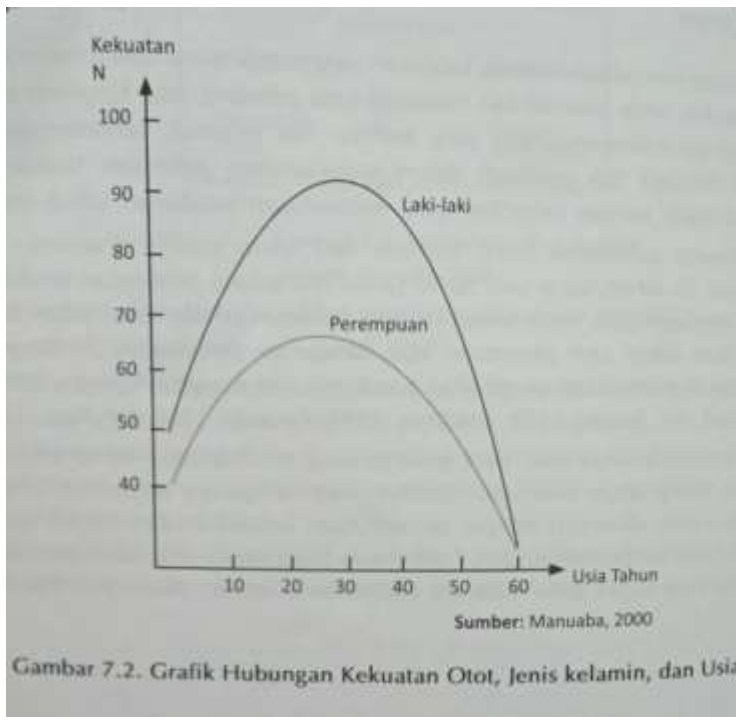
2. Jenis kelamin

Asumsi : kekuatan seseorang, dipengaruhi oleh otot yg menyangkut :

- a. Banyaknya serat
- b. Kekuatan maksimum, serta otot 0,3-0,4 N/mm² (1kg=10N), dari cross section dapat mengangkat beban 3-4 kg (30-40 N).
- c. Kekuatan palingbesar adalah pada saat awal kontraksi (relaksasi)
- d. Kekuatan fisik wanita 2/3 dari kekuatan otot laki-laki dan VO₂ maksimum 15-30% lebih rendah dari laki-laki. Persentasi lemak wanita lebih banyak dari laki-laki dan kadar Hb darah lebih rendah dari laki-laki (Konz, 1996).
- e. Tenaga aerobic maksimum wanita 2,4 L/menit dan laki-laki 3,0 L/menit. Namun dalam hal ketelitian dan ketahanan bekerja pada

tempat yg dingin, wanita lebih kuat dibanding laki-laki (Bhattacharya,1996).

Gender dalam pemilihan jenis dan bentuk pekerjaan bukanlah suatu diskriminasi, melainkan untuk memberikan keseimbangan yg harmonis bagi para pekerja dalam memelihara kesejahteraan yg harmonis bagi para pekerja dlm memelihara kesejahteraan. Hubungan kekuatan otot dg jenis kelamin dan usia dapat ditunjukkan pada grafik sbb



3. Antropometri

Antropometri secara khusus digunakan menurut kepentingan praktik ergonomic adalah bahan pertimbangan perencanaan produk suatu barang atau benda da system kerja manusia dalam pekerjaan yg berinteraksi dg lingkungan.

Hasil pengukuran antropometri disusun menjadi data informasi mengenai ukuran ketubuhan manusia, akan diharapkan spt :

- Perancangan wilayah tempat kerja
- Perancangan peralatan kerja (perkakas, mesin dan pengaman
- Perancangan produk barang2 tekologi dan kebutuhan manusia spt pakaian, tempat duduk, meja2 kerja, tempat tidur, tempat masak, arsitektur bangunan, kendaraan, mesin2, computer, permainan anak2 dll.
- Perancangan lingkungan kerja fisik pekerja
- Perancangan tehnik pelayanan dan tata cara kerja tehnis

Hasil pengukuran, berupa data statistic mengenai distribusi pada dimensi tubuh dari suatu populasi manusia terukur yg digunakan utk

perancangan produk maksimum. Masing2 populasi yg dijadikan objek pengukuran sangat dipengaruhi oleh antropometri fisik manusia (etnis) dan gaya hidup.

Perkembangan pengetahuan pengukuran tubuh manusia khususnya utk mempelajari Struktur Dasar dalam aktifitas dan kinerja para olahragawan dikenal dg **KINANTHROPOMETRY** (merupakan studi khusus mengenai aplikasi pengukuran dan penilaian ukuran tubuh manusia, menyangkut bentuk , proporsi, komposisi dan fungsi waktu. Studi ini terkait dg pertumbuhan, latihan, kinerja dan ilmu gizi.

4. Kondisi kesehatan

Postur Tubuh Ideal

Dinilai dari pengukuran antropometri utk menilai apakah komponen tersebut sesuai dg standar normal atau ideal. Pengukuran antropometri yg paling serig digunakan adalah ratio antara berat badan (kg) dan tinggi badan (m) kuadrat yg disebut Indeks Masa Tubuh (IMT)

$$IMT = \frac{BB \text{ (kg)}}{TB \times TB(m)}$$

Kondisi Berat Badan Ideal (IMT)

Status Gizi	Wanita	Laki-laki
Normal	17-23	18-25
Kegemukan	23-27	25-27
Obesitas	>27	>27

Contoh : Yuna seorang karyawan wanita dg TB = 157 cm, BB = 68 kg

$$IMT = \frac{68 \text{ (kg)}}{157 \times 157(m)} = 27,59 \text{ (Obesitas)}$$

Untuk mengetahui berat badan ideal dapat menggunakan **Rumus Brocca :**

$$BB \text{ Ideal} = (TB - 100) - 10\% (TB-100)$$

Batas ambang yg diperbolehkan adalah + 10%. Bila > 10% sudah kegemukan dan bila di atas 20% sudah terjadi obesitas.

Contoh :Yuna seorang karyawan wanita dg TB = 157 cm, BB = 62 kg

$$BB \text{ Ideal} = (157-100) - 10\% (TB-100)$$

$$= 57 - 5,7$$

$$= 51,3 \text{ kg}$$

$$62 \text{ kg} > 10\%$$

Triguna makanan adalah sebagai :

1. Sumber zat tenaga atau energy
2. Sumber zat pembangun
3. Sumber pengatur.

Zat Gizi Makro adalah : karbohidrat, protein dan lemak. Zat Gizi Mikro adalah : vitamin dan mineral. Kebutuhan zat gizi sehari bergantung pada umur, jenis kelamin, jenis aktifitas, suhu lingkungan dan kondisi tertentu.

Kebutuhan energi untuk laki-laki dewasa berkisar antara 1.900-2.700 Kkal/hari, pada wanita antara 1.700 – 2.100 Kkal/hari.

Kelayakan Konsumsi Makanan

Indikator	Tingkat Konsumsi	Tingkat Persediaan
Energi	2.150 K.kal	2.500 K.kal
Protein	46,2 gram	55 gram

AKG dalam takaran konsumsi makanan sehari pada orang dewasa umur 20-59 tahun : nasi/pengganti 4-5 piring, lauk hewani 3-4 potong, lauk nabati 2-4 potong, sayuran 1 1/2-2 mangkuk dan buah 2-3 potong. Dg catatan keadaan Berat Badan Ideal.

Peran Gizi pada pekerja teknis sbb :

1. Glukosa paling penting utk asupan energy pada otot yg berat
2. Lemak dan protein untuk asupan energy pada kerja moderat
3. Protein untuk asupan pada kerja otak

5. Kesegaran jasmani (*Physical fitness*)

Memiliki makna keselarasan antara keadaan tubuh dan mental seseorang dg tugas-tugas yg dihadapi. Kesesuaian ketubuhan dg aktifitas gerak organ-organ dan sikap untuk melakukan. Ditinjau dari ilmu keolahragaan, dikenal dg :

- *Anatomical fitness* : seseorang yg dapat memenuhi persyaratan kelengkapan anggota tubuh yg diperlukan untuk melakukan suatu kegiatan.
- *Physiological fitness* : seseorang dapat melakukan suatu kegiatan dg tangkas dan mampu memulihkan pada keadaan **fit** secara cepat, setelah kegiatan dilakukan. *Physiological fitness* merupakan kemampuan tubuh yg berfungsi secara maksimal, seperti kekuatan otot, ketangkasan, dan daya tahan (merupakan derajat sehat yg sesuai dg tugas fisik yg harus dilakukan oleh seseorang yg bersifat relative).

- *Psychological fitness* : seseorang memiliki sifat mental dalam melakukan kegiatan seperti kemauan keras utk mengatasi rintangan bersifat fisik, rasa sakit, dan penuh tantangan

Berdasarkan pengalaman, jenis pekerjaan yg didominasi oleh factor fisik diperlukan energy sekitar 450 kalori/jam, adapun pekerjaan yg relative ringan memerlukan energy sekitar 300 kal/ jam.

II. Faktor Budaya dan Iklim Kerja

Iklim organisasi disebut Iklim Perusahaan : proses mengukur “budaya” dari sebuah organisasi, mendahului gagasan budaya organisasi. Hal ini merupakan satu set property dari lingkungan kerja, dirasakan secara langsung atau tidak yg diasumsikan menjadi kekuatan utama dalam mempengaruhi perilaku karyawan.

Terdapat dua pendekatan dalam menganalisis iklim organisasi yaitu :

1. Skema kognitif menganggap konsep iklim sebagai persepsi individu dan representatif kognitif dari lingkungan kerja
2. Pendekatan persepsi bersama, menekankan pentingnya persepsi sebagai landasan dari gagasan iklim

Ada 2 Pendekatan :

1. Pendekatan Skema Kognitif

Representatif kognitif, merupakan wujud kelompok social yg disebut sebagai Skema. Skema merupakan struktur mental yg mewakili beberapa aspek organisasi, kondisi diatur memori dalam jaringan asosiatif. Dalam jaringan asosiatif, skema serupa berkumpul bersama, ketika skema tertentu diaktifkan akan tergambar seluruh peristiwa yg seharusnya dilaksanakan.

2. Pendekatan Persepsi Bersama

Model ini mengidentifikasi variable yg moderat dari kemampuan organisasi untuk memobilisasi tenaga kerja dalam rangka mencapai tujuan bisnis dan memaksimalkan kinerja.

Penelitian Dennis Rose dan rekan (2001-2004) telah menemukan hubungan yg sangat kuat antara iklim organisasi dan reaksi karyawan seperti tingkat stress, ketidakhadiran, komitmen dan partisipasi.

Proses seluruh budaya terungkap dalam sebuah organisasi melibatkan dan melihat partisipasi aktif dari seluruh karyawan yg bekerja di dalamnya bahwa setiap individu sebenarnya berkontribusi terhadap proses perkembangan tersebut meskipun tidak semua individu yg bekerja menghasilkan persepsi dan perasaan ttg hasil akhir yg dihasilkan oleh proses tersebut.

a. Asal Iklim Organisasi

Konsep iklim organisasi hanya berkaitan dg persepsi dan perasaan setiap individu matang dari lingkungan organisasi seperti yg sebenarnya dihasilkan oleh perkembangan budaya.

Ivanchevitch, et al. 2008 menegaskan bhw iklim organisasi sangat peduli dg pengaruh yg diberikan pada perilaku individu oleh beberapa elemen, karakteristik dan atau kualitas lingkungan kerja.

Schneider 2008 menuliskan bhw iklim organisasi berkaitan dg persepsi karyawan dalam praktik formal dan informal, prosedur dan kebijakan dilaksanakan dlm suatu organisasi

b. Pengaruh pada Perilaku

Jelas baik budaya dan iklim memiliki peran cukup penting dalam menentukan cara individu akan berperilaku dalam sebuah organisasi. Karena pengaruh iklim organisasi yg lebih langsung berdampak pada setiap individu dari budaya tidak dapat arena iklim eksklusif dan berbeda dirasakan oleh setiap karyawan, dalam hal ini terkait dg persepsi subjektifnya, dapat menyimpulkan bahwa iklim organisasi pasti memiliki pengaruh yg lebih langsung dan kuat terhadap perilaku individu dari iklim organisasi

c. Pengaruh pada Kontrak Psikologis

Jelas persepsi dan perasaan individu terhadap lingkungan kerja, praktik, kebijakan, dan prosedur diberlakukan oleh pimpinan mereka akan sangat dipengaruhi oleh masing-masing harapan individu.

d. Klasifikasi Iklim Organisasi

Berdasarkan hasil penelitian yg dilakukan oleh Halpin (1971) yg menggunakan *Organisasi Climate Description Questionare* (OCDQ), terdapat 6 klasifikasi iklim organisasi sbb :

1. *Open Climate*, menggambarkan ttg situasi dimana anggota organisasi merasa senang untuk bekerja, saling kerja sama serta adanya keterbukaan.
2. *Autonomous Climate*, situasi dimana adanya kebebasan, adanya peluang kreatif sehingga para anggota memiliki peluang utk memuaskan kebutuhan mereka.
3. *The Controlled Climate*, ditandai adanya penekanan atas prestasi dalam mewujudkan kebutuhan social, setiap orang bekerja keras serta kurangnya hubungan antar sesama anggota.
4. *The Familiar Climate*, adanya rasa kesejawatan tinggi antara pimpinan dan anggota
5. *The Paternal Climate*, bercirikan adanya pengontrolan pimpinan terhadap anggota.

6. *The Closed Climate* : ditandai suatu situasi rendahnya kepuasan dan prsetasi tugas serta kebutuhn social para anggota, pimpinan sangat tertutup terhada para anggotanya.

III. Kelelahan

A. Konsep Dasar

Kelelahan (kelesuan) adalah perasaan subjektif, tetpi berbeda dg kelemahan dan memiliki sifat bertahap. Tidak seperti kelemahan, kelelahan dapat diatasi dg periode istirahat. Kelelahan dapat disebabkan secara fisik atau mental.

Secara medis, kelelahan adalah gejala non spesifik yg berarti bahwa ia memiliki banyak kemungkinan penyebab. Kelelahan dianggap sebagai gejala, bukan tanda karena merupakan perasaan subjektif dilaporkan oleh pasien, daripada satu tujuan yg dapat diamati oleh orang lain. Kelelahan dan perasaan kelelahan sering bingung (Berrios GE, 1990)

B. Kelelahan di tempat kerja

Kelelahan dapat terjadi sebagai akibat dari berbagai factor yg mungkin berhubungan dg pekerjaan, gaya hidup atau kombinasi keduanya.

Faktor kerja terkait dapat mencakup hal2 berikut :

1. Waktu kerja
2. Penjadwalan dan perencanaan (missal pola daftar panjang dan waktu *shift*)
3. Waktu istirahat yg tidak memadai
4. Lamanya waktu terjaga
5. Waktu pemulihan cukup antara shift
6. Insentif pembayaran yg dapat menyebabkan bekerja double shift
7. Kondisi lingkungan (misalnya iklim, cahaya, kebisingan, *design workstation*).
8. Jenis pekerjaan yg dilakukan (missal fisik maupun mental dituntut kerja)
9. Tuntutan pekerjaan ditempatkan pada orang (missal jangka waktu, tenggat waktu, intensitas)
10. Budaya organisasi
11. Peran seseorang dalam organisasi

Faktor gaya hidup dapat meliputi :

1. Mutu tidur yg tidak memadai atau buruk akibat gangguan tidur missal sleep apnea. Gangguan tidur yg berpotensi serius ketika napas berhenti dan berlanjut berulang kembali. Faktor risiko antara lain penuaan dan obesitas. Kondisi ini lebih sering terjadi pada pria.
2. Kehidupan social

3. Tanggung jawab keluarga
4. Pekerjaan lain
5. Waktu tempuh (dapat dianggap waktu kerja dalam beberapa kasus)
6. Kesehatan dan kesejahteraan (missal gizi, diet, olahraga, nyeri penyakit)

Secara umum seseorang dapat menampilkan tanda-tanda berikut :

1. Sakit kepala dan / atau pusing
2. Mengembara atau pikiran terputus, melamun, kurang konsentrasi
3. Penglihatan kabur atau kesulitan menjaga mata terbuka
4. Menguap terus menerus, mengantuk yg santai perasaan atau jatuh tertidur di tempat kerja
5. Kemurungan, seperti mudah marah
6. Masalah memori jangka pendek
7. Motivasi rendah
8. Halusinasi
9. Gangguan pengambilan keputusan dan penilaian
10. Memperlambat reflex dan tanggapan
11. Fungsi system kekebalan tubuh berkurang
12. Peningkatan kesalahan
13. Tidur diperpanjang selama hari-hari libur kerja
14. Tertidur selama kurang dari satu detik utk beberapa detik dan menjadi tidak menyadari telah melakukan (atau dikenal sebagai tidur-mikro)
15. Hanyut dalam dan keluar dari jalur lalu lintas atau kehilangan kendali saat berkendara.

Terdapat potensi utk peningkatan kecelakaan dan cedera terjadi, sebagai contoh:

1. Saat mengoperasikan mesin dan mengemudi kendaraan
2. Ketika melakukan tugas-tugas penting yg memerlukan tingkat konsentrasi yg tinggi.
3. Konsekuensi dari kesalahan serius
4. Saat melakukan kerja malam ketika seseorang biasanya akan tidur.

Efek dari kelelahan bias jangka pendek atau panjang, misalnya seseorang dapat memiliki :

1. Kesulitan dalam konsentrasi dan mudah terganggu
2. Penilaian buruk dan pengambilan keputusan
3. Mengurangi kapasitas komunikasi interpersonal yg efektif
4. Koordinasi tangan-mata berkurang dan persepsi visual
5. Kewaspadaan berkurang
6. Waktu reaksi lebih lambat
7. Memori berkurang

Pengukuran kelelahan dapat dilakukan melalui berbagai cara :

1. Mengukur kecepatan denyut jantung
2. Mengukur kecepatan pernafasan
3. Mengukur tekanan darah
4. Mengukur jumlah kadar oksigen yg dikonsumsi
5. Menghitung perubahan suhu tubuh
6. Perubahan komposisi kimia darah dan urin
7. Jumlah karbondioksida yg terhirup

PERTANYAAN

1. Jelaskan apa manfaat mempelajari keseimbangan fisik & keseimbangan psikologi !
2. Kelelahan dapat terjadi sebagai akibat dari berbagai factor yg mungkin berhubungan dg pekerjaan, gaya hidup atau kombinasi keduanya. Berikan contoh !

REFERENSI

1. Ergonomi & K3 oleh Dr. Wowo S K, M.Pd.



**PROGRAM STUDI D4 K3
ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS BINAWAN
Tahun 2021**

MODUL PENDIDIKAN

**Modul 3 PERTEMUAN 10
ERGONOMI TERAPAN & FISILOGI KERJA**

**FISILOGI KERJA DALAM UPAYA MENCEGAH
TERJADINYA KECELAKAAN DAN PENYAKIT AKIBAT
KERJA DAN LINGKUNGAN KERJA YG AMAN**

**Bahan Pengajaran PS D4 K3 FKM
KMK OSH 067**

Oleh :

**Defi Arjuni, SKM, M.Si
Sari Narulita, S,Kp, M.Si**

MODUL

ERGONOMI TERAPAN & FISILOGI KERJA

- MODUL 1 *Human Information Proccesing*, Kinerja Mental Dan *Human Error*
Dan **Ergonomi Terapan**
- MODUL 2 Ilmu Kinesiologi Pekerja & Ilmu Antropometri
- MODUL 3** Keseimbangan Fisik & Psikologi serta **Fisiologi Kerja** dalam
**upaya mencegah terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat
kerja dan lingkungan kerja yg aman**
- MODUL 4 Biomekanika 1 & 2
- MODUL 5 Metode RULA & REBA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

MODUL3 PERTEMUAN 10

Fisiologi Kerja dalam upaya mencegah terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja dan lingkungan kerja yg aman

POKOK BAHASAN

1. Fisiologi Kerja
 - Kemampuan fisik & beban kerja, mekanisme tersedianya energy utk kerja, proses metabolisme, kapasitas kerja fisik, intervensi
2. Sistem Penginderaan
 - Penginderaan dalam ergonomics, system penglihatan, system pendengaran
3. Lingkungan Kerja Fisik
 - Kinerja & lingkungan kerja, pencegahan kebisingan & temperature lingkungan kerja

~~~~~

#### I. Fisiologi Kerja

##### 1.1. Kemampuan Fisik & Beban Kerja

Sejumlah dampak buruk dapat terjadi saat beban fisik suatu pekerjaan telah melampaui kapasitas fisiologis yg dimiliki pekerja. Dampak buruk ini secara konseptual diartikan sebagai rendahnya energy yg dihasilkan melalui proses metabolisme tubuh bila dibandingkan dg energy yg dibutuhkan utk melakukan aktivitas. Keadaan seperti ini secara kronik dapat mengakibatkan terjadinya kelelahan berlebihan yg bahkan mungkin tidak dapat diatasi dg pemberian istirahat saja (akumulasi kelelahan). Dalam jangka panjang, keadaan ini dapat berpengaruh buruk pada kesehatan kerja, bahkan dapat memicu penyakit lain yg berakhir dg kematian misal serangan jantung atau kegagalan fungsi2 penting tubuh yg lain.

##### 1.2. Mekanisme Tersedianya Energy Utk Kerja

Agar otot dapat berkontraksi diperlukan adanya energy. Energi diperoleh dari zat-zat gizi yg berasal dari makanan dan sebagian minuman yg masuk ke dalam tubuh. Zat-zat gizi ini melalui proses metabolisme dikonversi menjadi energy yg siap digunakan oleh otot. Oksigen akan membantu berlangsungnya proses metabolisme dan menghasilkan hasil sampingan berupa panas dan sisa2 metabolisme lainnya ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ) yg akan dikeluarkan dari tubuh. Utk memahami proses ini, diketahui fungsi2 yg terkait dg produksi energy di dalam tubuh terdiri dari :

###### 1. Sistem Pernapasan (Respirasi)

Fungsi utama adalah utk menyediakan Oksigen bagi tubuh dan mengeluarkan karbondioksida, air serta panas yg dibawa oleh darah. Secara umum pernapasan terdiri atas inspirasi (pemasukan udara) dan Ekspirasi (pengeluaran udara). System ini memiliki hubungan yg erat dg system peredaran darah (sirkulatori) yg terkontrol dg suatu mekanisme

tersendiri, misal CNS (*Central Nervous System*) atau system hormonal. Sistem pernapasan dan system sirkulasi ini bersama2 menjamin jumlah zat gizi dan oksigen yg cukup utk disuplai ke sel otot

## 2. Sistem Kardiovaskular

Jantung sbg pemompa darah terdiri dari 2 bagian yaitu kiri dan kanan. Sebelah kiri terdiri dari atrium kiri dan ventrikel kiri yg khusus berfungsi memompa darah ke seluruh otot tubuh yg dibutuhkan utk bekerja melalui pembuluh dari arteri. Melalui pembuluh darah vena, darah kemudian mengalir kembali ke jantung menuju atrium kanan, paru, tempat proses pertukaran udara terjadi. Orang dewasa memiliki sekitar 5 liter darah yg terdiri dari atas 2,75 liter plasma dan 2,25 liter berupa sel darah. Peningkatan aktivitas fisik akan memicu peningkatan kebutuhan darah yg dicapai melalui peningkatan frekuensi pemompaan (denyut jantung) seta naiknya tekanan darah. Saat istirahat, volume darah yg dipompakan lebih besar saat melakukan aktivitas fisik yg berat (Bridger et al., 2008). Utk atlet kenaikan volume ini dapat mencapai 35 liter/menit.

### 1.3. Proses Metabolisme

Diartikan sebagai proses kimia dalam tubuh yg bertujuan khususnya dalam menghasilkan energy. Aktivitas kerja baik fisik mau non fisik, hanya dilakukan apabila enenrgi tersedia dalam jumlah yg memadai. Energi diperoleh dari zat2 gizi yg masuk dalam tubuh melalui makanan atau minuman. Namun proses konversi energi dari makanan (dan minuman) ini tidak berlangsung efisien. Hanya sekitar 5%dari sumber energy ini diubah menjadi “kerja otot”, sedangkan sisanya diubah dalam bentuk panas.

Makanan & minuman

### 1.4. Kapasitas Kerja Fisik

Salah satu isi penting dalam Fisiologi Kerja adalah pemahaman mengenai kapasitas fisik seseorangpada saat bekerja. Dengan menggunakan pendekatan fisiologi kerja, kapasitas kerja fisik diartikan sebagai kemampuan maksimal tubuhdalam menghasilkan energy dan merupakan fungsi dari ketersediaan zat2 gizi serta kemampuan tubuh dalam memperoleh oksigen. Besarnya energy yg dibutuhkan pada saat kerja merupakan jumlah dari energy basal (*Basal Metabolic Rate*), energy yg diperlukan sekedar untuk hidup dan energy yg dibutuhkan ketika tengah melakukan pekerjaan tersebut.

Peran ergonomik adalah memastikan bahwa energy (*Metabolic cost*) yg dibutuhkan saat seseorang bekerja berada dalam kapasitas fisiologis individu tsb.

#### 1.4.1. Kapasitas Aerobik Maksimal

Dikenal sebagai daya aerobic maksimal dg daya itu sendiri berarti energy yg tersedia per unit waktu. Kapasitas aerobic maksimal dapat ditentukan dg cara mengukur volume oksigen maksimal( $VO_2$ ) yg dapat dihirup oleh seseorang persatuan waktu.  $VO_2$  maksimal dari seseorang umumnya diukur dari konsumsi oksigen saat berlari diatas

*treadmill* atau mengayuh *ergocycle*. Dg kecepatan *treadmill* ditingkatkan secara bertahap dlm waktu relative singkat.

#### 1.4.2. Evaluasi Beban Kerja

Untuk pekerjaan dg aktivitas fisik yg cenderung tidak statis, evaluasi beban kerja dapat dilakukan dg menghitung besarnya energy yg dibutuhkan (*energy cost*) yg dibutuhkan saat bekerja, kemudian dievaluasi dg mengacu pada sejumlah panduan (table) yg ada. Namun pendekatan yg lebih tepat adalah dg membandingkan energy yg dibutuhkan, relative terhadap kapasitas (fisiologis) maksimal dari individu yg bersangkutan . Rasio ini digunakan sebagai indicator utk menentukan suatu pekerjaan dapat dikategorikan sebagai pekerjaan ringan, menengah, atau berat. Evaluasi beban kerja dapat dilakukan dengan pengukuran langsung atau tidak langsung. Pengukuran langsung dilakukan dg menggunakan *calorimetric chamber*, sedang pengukuran tidak langsung dapat dilakukan dg mengukur konsumsi oksigen per menit yg merepresentasikan proses metabolisme, dapat mengukur denyut jantung yg sebenarnya berhubungan dg konsumsi oksigen

#### 1.4.3. Konsumsi Oksigen

Pengukuran energy yg dibutuhkan saat seseorang bekerja umumnya dilakukan secara tidak langsung melalui pengukuran jumlah oksigen yg dikonsumsi persatuan waktu (liter/menit). Hal ini dimungkinkan, namun dg asumsi bahwa rata2 sekitar 4,8-5 kkal energy dapat dihasilkan dari setiap liter oksigen yg digunakan dalam proses metabolisme zat gizi (Kroemer et al., 2001)

#### 1.4.4. Denyut Jantung

Evaluasi beban fisiologis yg dialami oleh pekerja dapat pula dilakukan dg mengukur denyut jantung. Pendekatan ini dapat dilakukan mengingat bahwa semakin berat kerja fisik seseorang, semakin berat pula kerja jantung yg diindikasikan oleh kenaikan denyut jantung. Dapat diasumsikan bahwa bahwa kenaikan denyut jantung semata-mata disebabkan oleh peningkatan intensitas kerja fisik. Utk pekerja industry Brouha (1960) menyarankan agar denyut jantung tidak melebihi 110-155 bpm.

Penelitian Bruha dilakukan dengan mengukur denyut nadi selama masa pemulihan (istirahat) setelah suatu siklus kerja ataupun waktu-waktu tertentu selama bekerja dengan tujuan untuk melihat apakah pemulihan cukup atau apakah beban kerja berlebihan. Di akhir siklus kerja, pekerja duduk di sebuah bangku, kemudian diukur temperatur mulutnya, dan denyut nadi dicatat pada tiga kondisi berikut.

- $HR_1$  : denyut nadi dihitung dari detik ke-30 sampai 1 menit
- $HR_2$  : denyut nadi dihitung dari menit ke-1,5 sampai menit ke-2
- $HR_3$  : denyut nadi dihitung dari menit ke-2,5 sampai menit ke-3

Setelah selesai pengukuran, dilakukan analisis sebagai berikut.

- Jika  $HR_1 - HR_2 \geq 10$  dan jika  $HR_1, HR_2, HR_3 \leq 90$ , maka pemulihan setelah kerja terjadi secara normal
- Jika rata-rata HR selama pengukuran  $\leq 110$ , dan  $HR_1 - HR_3 \geq 10$ , maka beban kerja tidak berlebihan.
- Jika  $HR_1 - HR_3 < 10$  dan jika  $HR_3 > 90$ , maka pemulihan masih kurang.

Berat-ringannya suatu pekerjaan dapat pula dievaluasi dengan menggunakan Tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Indikator beban kerja sebagai menggunakan data denyut nadi

| Kategori Pekerjaan | Denyut Jantung/menit |
|--------------------|----------------------|
| istirahat          | 70                   |
| Agak ringan        | 75                   |
| ringan             | 80                   |
| sedang berat       | 85                   |
| berat sangat berat | 90                   |

Indikator ini didasarkan pada anggapan bahwa energi kinetik manusia pada saat bekerja yang relatif sama, sesuai yang telah terjadi pada persediaan lain menyerasikan penggunaan dari denyut jantung yang sangat berbeda. Denyut jantung rata-rata biasanya merupakan hasil dari usia, dan dapat diprediksi sebagai berikut.

$$HR = 220 - \text{usia}$$

$$= 240 - (0,42 \times \text{berat}) \text{ atau}$$

$$= 240 - (0,42 \times \text{berat}) - 20$$

Berapa lebarnya adalah melalui formula ini bisa didapat dengan cara melakukan tes yang baik, menggunakan cara tinggi 50 cm, dan lakukan di beberapa pada anak-anak.

Setelah  $HR_{max}$  kita ketahui, beban fisiologis dapat diukur dengan menggunakan indikator berat kerja (HRRI) dengan formula sebagai berikut.

$$HRRI = \frac{200(HR_{max} - HR_{min})}{HR_{max} - HR_{min}}$$

dimana:

- $HR$  = heart rate range
- $HR_{max}$  = denyut jantungukur saat bekerja
- $HR_{min}$  = denyut jantungukur saat istirahatukur setelah istirahat pada posisi berbaring selama 20 menit
- $HR_{avg}$  = denyut jantung maksimal

Untuk pekerja yang melakukan aktivitas selama 8 jam berurutan, jika HR rata-rata yang dicarakan lebih tidak melebihi 120 (Chengalur et al., 2004). Hal ini, evaluasi beban kerja dengan menggunakan HRRI maupun lainnya dengan akan memberikan hasil yang sama. Namun, denyut jantung tidak dengan mudah dipengaruhi oleh aspek-aspek yang tidak berhubungan

langsung dengan pekerjaan, misalnya beban mental atau jenis lingkungan pekerjaan antara HR dan  $VO_2$ , maka dapat dimodelkan sebagai sebuah beban tambahan yang disebabkan oleh faktor-faktor tersebut. Sebuah bentuk tambahan yang disebabkan oleh faktor-faktor tersebut, beban kerja, evaluasi terhadap pekerjaan dengan menggunakan HRRI dan HRRI sebesar 47% dengan konsumsi oksigen sebesar 30%  $VO_2$ , maka jika HR sebesar 47% dengan konsumsi oksigen sebesar 30%  $VO_2$ , maka dapat menyimpulkan bahwa 25% peningkatan denyut jantung terkait erat dengan stres yang diperoleh dari hal-hal yang tidak berhubungan langsung dengan aktivitas fisik (misalnya kontrol stres menggunakan HR).

Berapa energi yang dibelakan untuk suatu pekerjaan dapat diukur dengan mempergunakan denyut jantung dan faktor demografi. Kumpulannya (2007) melakukan model persamaan untuk menghitung beban kerja sebagai berikut.

$$E_{tot} = 1867 + 858HR + 251HR^2 + 434 + 7,49W + 57,85$$

dimana,

- $E_{tot}$  : beban kerja (Watt)
- HR : denyut jantung saat bekerja (bpm)
- HT : tinggi badan (m)
- A : umur (tahun)
- HR : denyut jantung saat istirahat
- C : jenis kelamin (m = 0, f = 1)
- W : berat badan dengan 0,0143 kg/cm<sup>2</sup>.

tementara, Keytel (2005) mengukur beban kerja dalam persamaan berikut.

$$E_{tot} = 0,0958 \times HR + 0,6309 \times (W \times 0,1988) + (A \times 0,2017)$$

dimana,

- $E_{tot}$  : beban kerja (J/ment)
- W : berat badan (kg)
- A : kilmest setara dengan 0,238 kJ/ment

Beberapa penelitian tentang pengukuran energi lainnya dinyatakan dalam persamaan-persamaan dalam tabel 4.6 berikut.

**Tabel 4.6 Persamaan pengukuran energi berdasarkan beberapa penelitian**

| PERSAMAAN     |                                                                                                                                                                                                         |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Keytel (2005) | $EE = -20,4022 + (0,4472 HR) - (0,1263 w) + (0,074 A)$<br>$EE = \text{pengeluaran energi}$<br>$HR = \text{denyut jantung (denyut/menit)}$<br>$w = \text{bobot badan (kg)}$<br>$A = \text{usia (tahun)}$ |

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rakhmaniar (2007)          | $Y = 0,014 HR + 0,017 w - 1,706$ <p>Y = konsumsi oksigen (liter/menit)<br/> HR = denyut jantung (denyut/menit)<br/> w = bobot badan (kg)</p>                                                                                                                                                            |
| Kamalakkanan et al. (2007) | $MWR = -1967 + 8.58 HR + 25.1 HT + 4.50 A - 7.47 RHR + 67.8 G$ <p>MWR = <i>metabolic work rate</i> (W)<br/> HR = denyut jantung bekerja (denyut/menit)<br/> HT = tinggi badan (inci)<br/> A = usia (tahun)<br/> RHR = denyut jantung istirahat (denyut/menit)<br/> G = 1 untuk wanita, 0 untuk pria</p> |

Saat tubuh bekerja lebih berat, sejumlah tenaga biologis akan antara lain ke dalam dipelajari mengenai laju kerja yang lebih berat membutuhkan lebih banyak energi. Energi ini dapat disediakan apabila asupan dan tubuh untuk proses metabolisme tersedia dalam jumlah yang cukup. Hal ini terkait erat dengan kemampuan jantung dalam meningkatkan jumlah aliran darah ke otot yang memerlukan. Peningkatan intensitas kerja dalam batas tertentu cenderung meningkatkan konsumsi oksigen dan denyut jantung secara simultan.

Hubungan antara denyut jantung dan konsumsi oksigen dapat dipelajari di laboratorium, dan dapat dikembangkan suatu persamaan untuk menggambarkan hubungan tersebut. Dengan menggunakan persamaan tersebut, konsumsi oksigen untuk seseorang yang tengah melakukan suatu pekerjaan dapat diperkirakan (dan lebih jauh dapat digunakan untuk menentukan kebutuhan energi). Apabila data VO<sub>2</sub> maks untuk seorang individu (atau populasi tertentu) tersedia, evaluasi beban kerja dapat dilakukan dengan membandingkan konsumsi O<sub>2</sub> terhadap nilai VO<sub>2</sub> maks dari pekerja (populasi) yang bersangkutan. Pendekatan ini merupakan suatu cara yang lebih tepat dalam mengevaluasi beban kerja. Namun, pengembangan persamaan tersebut membutuhkan jenis pengukuran yang kompleks.

Denyut jantung juga merupakan suatu respons fisiologis yang relatif sensitif terhadap hal-hal yang tidak berhubungan langsung dengan intensitas kerja fisik. Sebagai contoh, stres lingkungan kerja dapat meningkatkan denyut jantung walaupun tidak ada peningkatan intensitas kerja. Dengan demikian, pendekatan ini tidak disarankan untuk pekerjaan di mana kontribusi non-fisik dapat memberi pengaruh cukup besar. Pendekatan ini juga tidak tepat untuk mengevaluasi beban kerja dengan intensitas kerja sangat tinggi, mendekati kapasitas fisik seseorang. Pada keadaan seperti ini, variabilitas denyut jantung cenderung cukup tinggi. Namun demikian, pengukuran denyut jantung sering

#### 1.4.5. Penilaian Subjektif

Penilaian atas beban kerja dapat dilakukan dg memanfaatkan persepsi seseorang atas beban yg dirasakan tubuh pada saat melakukan pekerjaan. Dg memanfaatkan *psychophysics*, dapat dikembangkan suatu model matematis yg memperlihatkan hubungan suatu stimulus fisik (intensitas kerja) dg sensasi psikologi yg dirasakan oleh individu. Dg memanfaatkan model seperti ini berat atau ringannya suatu aktivitas fisik dapat



dievaluasi dg caramemperoleh masukan berupa nilai dari pekerja yg bersangkutan.

#### 1.5. Intervensi

Memastikan bahwa suatu pekerjaan tidak membutuhkan energy yg berlebihan. Hal ini dapat dicapai melalui perancangan ulang atas system kerja yg bersangkutan serta pengaturan pekerja yg lebih bersifat administrative missal jadwal istirahat kerja, kerja sama pegawai, pengawasan kelelahan selama kerja, dan seleksi kerja.

Contoh :

Pekerjaan membungkuk mungkin membutuhkan energy lebih besar bila dibandingkan dengan posisi kerja berdiri. Agar posisi kerja berdiri dapat terpenuhi, metode dan peralatan kerja perlu didesain ulang, sehingga objek kerja berada pada ketinggian yg diinginkan.

## II. Sistem Penginderaan

### 2.1. Penginderaan Dalam Ergonomi.

Melalui pancaindera, manusia mampu menerima informa dari sekitarnya baik melalui rekan kerja, mesin, alat kerja, papan informasi atau lingkungannya. Namun pada kondisi actual, sering kali manusia tidak dapat menerima informasi tersebut secara baik. Hal ini dapat diakibatkan oleh beberapa factor yaitu :

- a. Gangguan pada kemampuan penginderaan.
- b. Rendahnya kualitas informasi yg diterima
- c. Kondisi lingkungan yg tidak mendukung

### 2.2. System Penglihatan

- a. Cahaya
- b. Pengukuran Cahaya
- c. Mekanisme Penglihatan

### 2.3. Faktor2 yg Mempengaruhi Kemampuan Penglihatan

- a. Ketajaman Visual
- b. Kemampuan Akomodasi Mata
- c. Usia

### 2.4. Keterbatasan dalam Sistem Penglihatan

- a. Kepekaan terhadap Kontras Cahaya
- b. Kemampuan Membedakan Warna
- c. Kelelahan Mata

### 2.5. Tipografi Display Visual

Display Visual adalah alat penyampai informasi yg dirancang utk ditangkap oleh mata manusia, meliputi spanduk, poster, rambu2 lalu lintas, petunjuk arah, papan pengumuman dll.

Dalam perancangan display visual, ukuran huruf menjadi salah satu, factor yg mempengaruhi cepat atau lambatnya mata dalam menangkap informasi yg tertuang. Salah satu ilmu yg membahas tentang ukuran huruf disebut Tipografi. Tipografi : mengacu pada serangkaian huruf2 (Sanders & Mc. Cormick1993)

### III. Sistem Pendengaran

- 3.1. Bunyi
- 3.2. Proses dalam Sistem Pendengaran
- 3.3. Faktor2 yg Mempengaruhi Kemampuan Pendengaran
  - a. Kebisingan
  - b. Kehilangan Pendengaran
  - c. Usia
- 3.4. Tehnik Reduksi Kebisingan
  - a. Penggunaan karet peredam
  - b. Menempatkan mesin kerja pada ruang tersendiri
  - c. Menjauhkan pekerja dari sumber kebisingan
- 3.5. Perancangan Sistem Alrm Menurut Wickens dkk (2004)
  - a. Alarm harus mampu didengar diatas ambang suara dan melebihi suara kebisingan
  - b. Alrm tidak boleh berada diatas ambang batas pendengaran yg aman yakni sekitar 85-90 dB.
  - c. Alrm tidak boleh datang tiba-tiba sehingga mengejutkan pekerja
  - d. Alrm seharusnya tidak mengganggu pemahaman perseptual pekerja terhadap sinyal lain agar tidak terjadi kebingungan dalam menerjemahkan arti informasi yg disampaikan melalui suara alarm. Biasanya, suatu alarm bahayanya disepakati dg suatu sinyal yg terus menerus bukan putus-putus (yg dapat dipahami berbeda)
  - e. Alarm harus bersifat informtif, seperti memberikan isyarat kepada pendengar dalam kondisi darurat atas tindakan yg dilakukan
- 3.6. Perancangan Alat Penyampai Informasi
  - 4 kelompok Perancangan alat penyampai informasi
  - a. Prinsip terkait Perseptual (*perceptual principles*)
    - Mudah dibaca dan didengar
    - Proses *Top-Down* (proses penginderaan yg dilanjutkan dg persepsi dan interpretasi didasarkan pengalaman)

- Penyampaian yg *Redundan* (kombinasi bentuk informasi berbeda, missal antara tulisan & gambar atau gambar dg bunyi. Tujuan : agar informasi yg diberikan tetap efektif walaupun salah satu dari dua kondisi penglihatan dan pendengaran mengalami degradasi spt saat pencahayaan kurang atau kebisingan tinggi, contoh lampu lalu lintas.
  - Pembedaan. Contoh secara tulisan I dan 1, audio contoh suara yg mirip. Dapat menimbulkan kebingungan penerima informasi contoh : “ASR49YUT” dan “ASR79YUT”. Pembedanya dapat di bold atau ditebalkan.
- b. Prinsip terkait Model Mental (*Mental Model principles*)
- Prinsip ttg *pictrical realism* (suatu alat penyampai informasi harus menggambarkan variable representasinya.
  - Prinsip terkait dg layar informasi bergerak. Mis gambar informasi berisikan perubahan posisi pesawat menunjukkan adanya kenaikan saat meningkatnya ketinggian pesawat
- c. Prinsip terkait Perhatian (*Principles based on attention*)
- Meminimalisasi waktu mengakses informasi
  - Prinsip kesesuaian
  - Penggunaan berbagai media penyampai informasi
- d. Prinsip terkait Mengingat (*Memory principles*)
- Mengurangi beban memori dg informasi visual
  - Alat penyampai informasi prediktif
  - Konsisten

#### IV. Lingkungan Kerja Fisik

##### 4.1. Kinerja & Lingkungan Kerja,

Kinerja seseorang dalam melakukan pekerjaannya seringkali bergantung pada lingkungan fisik tempat pekerjaan tersebut dilakukan. Disamping dapat berdampak buruk pada kinerja, lingkungan fisik yg tidak dirancang dg baik dapat mempengaruhi kesehatan dan bahkan keselamatan pekerja

##### 4.2. Pencahayaan, Kebisingan & Temperature Lingkungan Kerja

###### a. Pencahayaan

Menurut Chengalur et all (2004) sejumlah karakteristik pekerjaan berikut dapat menggambarkan berat ringannya suatu beban visual :

- Ukuran dan bentuk dari objek yg diamati
- Kontras antara objek kerja dan latar belakang

- Jarak pandang terhadap objek kerja
- Objek kerja diam atau bergerak
- Ruang pandang
- Sensitif suatu pekerjaan yg menyebabkan kesalahan (*error*)
- Seberapa sering (*frekuensi*)
- Waktu yg tersedia utk melakukan pekerjaan

b. Kebisingan

Merupakan paparan thd suara<sup>2</sup> yg tidak diinginkan (*unwanted sound*), suatu fenomena yg bersifat subjektif. Dampak buruk, mulai dari sekadar munculnya rasa ketidaknyamanan, menurunnya kinerja, serta kesulitan berkomunikasi.

Focus kajian kebisingan industry sering kali diarahkan pada pencegahan efek buruk berupa terjadinya kehilangan pendengaran. Kebisingan di industry dapat berasal dari proses, aktivitas, mesin<sup>2</sup> serta fasilitas produksi. Kebisingan ini perlu dikendalikan dan tempat<sup>2</sup> kerja harus dirancang sedemikian rupa utk memastikan bhw pekerja tdak terpapar pada kebisingan yg melebihi NAB.

Evaluasi atas kebisingan di tempat kerja umumnya dilakukan dg menentukan seberapa besar paparan harian (*daily exposure*) pada masing<sup>2</sup> atau kelompok pekerja. Pengukuran dapat dilakukan dg menggunakan SLM dan pengukuran dilakukan pada waktu<sup>2</sup> tertentu sepanjang shift kerja. Pengukuran secara acak dg menggunakan SLM mungkin kurang tepat, utk itu pengukuran harus dilakukan secara terus menerus atau dapat pula digunakan alat ukur lain Noise dosimeter. Alat ini dapat digunakan pada pekerja dan dapat merekam seluruh tingkat kebisingan, baik di tempat kerja maupun saat pekerja beristirahat.

c. Temperatur Lingkungan Kerja

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa ditempat panas berakibat pada meningkatnya denyut jantung dan temperature tubuh, kelelahan, bahkan dampak buruk terhadap keselamatan kerja. Paparan terhadap lingkungan panas juga dapat menurunkan kemampuan produksi. Menurut (Briger 2003) perbedaan temperature 10<sup>0</sup> C dapat menyebabkan kinerja aktivitas fisik spt mengangkat barang, turun sd 20%. Utk pekerjaan mengetik, temperature 20<sup>0</sup> C, menghasilkan tingkat produktifitas secara konsisten lebih tinggi sd 50% bila dibandingkan bekerja pada suhu 24<sup>0</sup> C. Suhu lingkungan kerja dipercaya mampu mempengaruhi kerjamental dan pengambilan keputusan. Kerja motoric juga umumnya terganggu pada temperature diatas 30<sup>0</sup> C – 34<sup>0</sup> C

Dalam keadaan normal suhu tubuh manusia memiliki suhu tetap antara 36° C sd 37° C (*core temperature*). Suhu tubuh yg tetap ini diatur secara otomatis melalui *Thermoregulation*. Tubuh dapat mengalami kehilangan panas atau sebaliknya melalui proses metabolisme. Panas dari dalam tubuh berasal dari otak, hati, jantung serta kerja otot, (75-80%) kerja otot akan berupa panas. Aktifitas manusia umumnya terganggu saat temperature tubuh (*core*) berada diatas 39,5° C dan akibat fatal saat tubuh di atas 42° C. Sebaliknya kerja jantung dapat terganggu pada saat suhu mencapai 33° C dan dampak fatal dapat terjadi pada temperature 25° C (Bridger, 2003). Dibandingkan dg organ2 di dalam tubuh, kulit dan permukaan tubuh cenderung mampu menerima perbedaan temperature yg lebih besar. Kelebihan panas di dalam tubuh akan dibuang dg bantuan peredaran darah menuju permukaan tubuh.

Salah satu konsep penting dlm pengaturan temperature manusia : Konsep keseimbangan suhu tubuh,. Panas yg keluar atau yg diperoleh tubuh dinyatakan dg Rumus (Bernard, 2001)

$$S = M + C + R + K + E$$

Keterangan

S = jumlah total panas yg diperoleh atau keluar dari tubuh, idealnya nilai yg mendekati nol

M = Panas yg diperoleh dari proses metabolisme kerja

C = Panas yg diperoleh atau hilang melalui mekanisme konveksi

R = Panas yg diperoleh atau hilang melalui mekanisme radiasi

K = Panas yg diperoleh atau hilang melalui mekanisme konduksi

E = Panas yg hilang melalui proses berkeringat (evaporasi)

## PERTANYAAN

7. Jelaskan apa manfaat mempelajari fisiologi kerja !
8. Ergonomi dan Sistem Penginderaan, jelaskan hubungan satu dg lainnya
9. Mengapa factor lingkungan sangat berpengaruh terhadap produktifitas kerja. Jelaskan.

## REFERENSI

Ergonomi Suatu Pengantar oleh Ir.Hardianto Iridiastadi, MSIE, Ph.D. dan Yassierli, Ph.D.



PROGRAM STUDI D4 K3  
ILMU KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS BINAWAN  
Tahun 2021

## **MODUL PENDIDIKAN**

### Modul 4 PERTEMUAN 12 ERGONOMI TERAPAN & FISILOGI KERJA **BIOMEKANIKA 1**

Bahan Pengajaran PS D4 K3 FKM  
KMK OSH 067

Oleh :

Defi Arjuni, SKM, M.Si

Sari Narulita, S,Kp, M.Si

# MODUL

## ERGONOMI TERAPAN & FISILOGI KERJA

- MODUL 1 *Human Information Proccesing*, Kinerja Mental Dan *Human Error* Dan Ergonomi Terapan
- MODUL 2 Ilmu Kinesiologi Pekerja & Ilmu Antropometri
- MODUL 3 Keseimbangan Fisik & Psikologi serta Fisiologi Kerja dalam upaya mencegah terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja dan lingkungan kerja yg aman
- MODUL 4 Biomekanika 1 & 2**
- MODUL 5 Metode RULA & REBA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

## MODUL 4 PERTEMUAN 12

# BIOMEKANIKA 1

### POKOK BAHASAN

Modul Biomekanika & Gerak Tubuh Telaah Biologi :

- I. Biomekanika
- II. Gerak Tubuh Telaah Biologi
  1. Gerak Volunter
  2. Gerak Reflek
  3. Gerak Ritmis
  4. Gerak Manipulatif

~~~~~

I. BIOMEKANIKA

1. Pendahuluan

Salah satu acuan dlm perancangan ergonomi adalah Tuntutan Beban Kerja ($D = \text{Demand of the Task}$) harus lebih kecil dari Kapasitas Pekerja ($C = \text{Capacity of the Power}$).

Prinsip ini digambarkan secara sederhana

$$D < C$$

Ini adalah Prasyarat agar resiko KK dan PAK diminimalkan.

Contoh : Kuli angkut. Jika D lebih kecil, maka pekerjaan tsb ergonomis

2. Definisi & Sejarah

2.1. Definisi :

- Kata "biomekanik" (1899) dan "biomekanik" terkait (1856) berasal dari bahasa Yunani Kuno βίος *bios* "kehidupan" dan μηχανική, *mēchanikē* "mekanika", untuk merujuk pada studi tentang prinsip-prinsip mekanis organisme hidup, khususnya gerakan dan struktur
- Biomekanika adalah disiplin sumber ilmu yang mengintegrasikan faktor-faktor yang mempengaruhi gerakan manusia, yang diambil

dari pengetahuan dasar fisika, matematika, kimia, fisiologi, anatomi dan konsep rekayasa untuk menganalisa gaya yang terjadi pada tubuh.

- Ilmu yg menggunakan hukum-hukum fisika dan mekanik tehnik utk mendeskripsikan gerakan pada bagian tubuh (*kinematik*) dan memahami memahami efek gaya dan momen yg terjadi pada tubuh (*kinetik*). (Chaffin, dkk, 2006)
- Kombinasi hukum2-hukum fisika & konsep2 tehnik dg pengetahuan dari keilmuan biologi dan perilaku manusia. (Chaffin, dkk, 2006)

2.1. Sejarah

- Biomekanik memiliki sejarah yang sangat panjang dan sedikit rumit, yang mencapai pada masa *Aristoteles* dan para **filsuf** pertama. Orang-orang ini berusaha untuk memahami sebuah kekuatan pendorong dari belakang kehidupan, dan dengan demikian, mereka mempelajari bagaimana cara hewan bergerak dan apa yang bisa menyebabkan tindakan itu. Membangun kesuksesan untuk mereka, para pemikir **Renaissans** menambahkan pengertian ini. *Leonard DaVinci* masih sangat dikenal karena karya **anatomi** nya dan **fisiologi**, yang memasukkan beberapa **biomekanik** berbasis matematika pertama yang tercatat. Insinyur biomekanik modern juga mengikuti jejak mereka.
- Di balik ide - ide Biomekanik memperoleh pijakan pada tahun **1500-an**, dengan tulisan-tulisan **Descartes**, dan yang lainnya yang dapat melihat dunia dengan cara mekanisme nya. Maka lahirlah sebuah ilmu **otomat**, atau gagasan bahwa semua makhluk hidup hanyalah mesin **biologis** yang dapat bereaksi terhadap rangsangan dengan cara yang sama seperti sebuah mesin. Gagasan ini telah memikat beberapa para ilmuwan selama ratusan tahun, karena itu akan memberikan kemampuan tertinggi untuk mengendalikan dan memanipulasi mesin-mesin ini. Namun, seiring dengan kemajuan pengetahuan dan

ilmu, **kompleksitas** mesin hidup dapat menjadi sangat rumit. Lapangan bercabang menjadi banyak **subdivisi**.

3. Sistem Otot – Rangka Manusia

- Struktur otot-rangka (*Musculoskeletal*) manusia dibentuk oleh komponen utama spt tulang, ligamen, tendon, otot & sendi.
- Fungsi utama sistem otot-rangka : menyokong & melindungi anggota tubuh, mempertahankan posisi tubuh dan menghasilkan gerakan.
- Berbagai bentuk gangguan antara pada :
 1. Tulang, Ligamen dan tendon
 2. Otot-rangka
 3. Gangguan pada sistem otot rangka
 - a. Gangguan MSDs pada tendon
 - b. Gangguan MSDs pada sendi
 - c. Gangguan MSDs pada jaringan syaraf
 - d. Gangguan pada jaringan Neurovaskuler
 4. Tingkat prevalensi Gangguan pada Sistem Otot Rangka
 5. Faktor Risiko Gangguan pada Sistem Otor Rangka. Terdapat 7 faktor risiko gangguan pada sistem otot rangka di tempat kerja yaitu :
 - a. Tekanan yg disebabkan oleh posisi kerja.
 - b. Kerja yg menggunakan kekuatan otot secara berlebihan
 - c. Gerakan yg dilakukan secara berulang
 - d. Sikap kerja menahan sesuatu secara statis
 - e. Tekanan kontak mekanis setempat
 - f. Getaran
 - g. Suhu Dingin

4. Survei Keluhan Otot-Rangka

Tujuan : utk mendapatkan umpan balik langsung dari pekerja ttg keluhan2 yg dirasakan berkaitan dg pekerjaan yg dilakukan.

Keluhan yg dirasakan dalam setahun terakhir. Survei dpt dilakukan wawancara atau kuesioner dg menanyakan secara umum bentuk dan tingkat keluhan yg dirasakan atau spesifik utk setiap anggota tubuh mulaidari leher hingga kaki.

Hasil survei dapat digunakan utk :

1. Indikasi Awal
2. Memilih unit kerja yg mjd prioritas ergonomi
3. Mengetahui secara umum tingkt permasalahan ergonomi di suatu perusahaan
4. Indikator keberhasilan program ergonomi
5. Langkah antisipasi dlm meminimalisasirisiko kelainan pada otot-rangka (MSDs)

5. PENGUKURAN KAPASITAS OTOT RANGKA

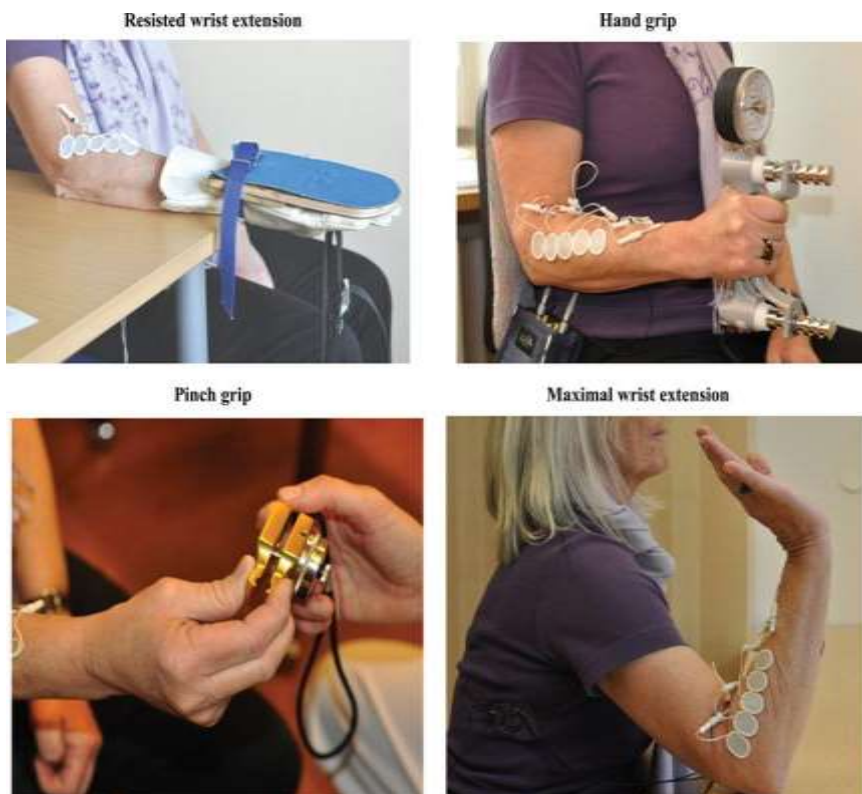
- a. Pada rumusan C (*worker Capacity*) dan D (*task Demand*) sbg acuan dlm penilaian keergonomian kerja.
- b. Sistem otot rangka yg terdiri atas tulang, ligamen, tendon dan otot merupakan kesatuan yg kompleks.
- c. Dlm analisis kerja, kapasitas otot dianggap lebih praktis utk dijadikan acuan. Kapasitas otot biasanya diukur dari kekuatan dan daya tahan otot. Kekuatan menggambarkan kemampuan otot utk kontraksi & mengerahkan kemampuan maksimumnya.
- d. Ada 2 metode Pengukuran yaitu : pengukuran langsung (data primer) & tidak langsung (data skunder). Jika data sekunder yg dijadikan sbg acuan nilai C, perhatikan posisi tubuh saat otot tsb diukur apakah sdh sesuai dg yg diinginkan. Perhatikan juga pengukuran bersifat statis atau dinamis.

Alat Pengukuran Otot terdiri dari :

1. Tes *Maximum Voluntary Contraction* (MVC) atau *Maximum Voluntary Exertion* (MVE)



2. Hand Grip Dynamometer utk mengukur kekuatan genggam.
3. Pinch Dynamometer utk mengukur kekuatan jari (mencubit)
4. Resisted wrist extention adalah ketegangan pada pergelangan tangan
5. Maximal wrist extention : maksimal perpanjangan pergelangan tangan
6. Berbagai instrumen pengukuran kekuatan otot yg lain seperti Biodex, Cybex, Kin-Com



6. Evaluasi Kerja Berdasarkan Biomekanika

6.1. Pemodelan Biomekanika

Dengan pemodelan ini, gaya internal pada otot & momen pada sendi tertentu dapat diperkirakan sbg respon thd Tuntutan Pekerjaan (D). Besarnya nilai D dpt dibandingkan dg kemampuan atau kapasitas pekerja (C) utk menentukan apakah pekerjaan tsb aman secara ergonomi. Tahapan pemodelan ini **perlu** dilakukan dlm tahapan desain suatu pekerjaan shg risiko yg akan tjd sudah diperhitungkan diatas kertas sebelum dilakukan oleh pekerja. Dalam hal ini dapat dilakukan *Job Safety Analisis (JSA)*.

Ada 2 Model dasar utk pekerjaan statis dlm analisis 2-Dimensi yaitu tangan-siku & model punggung bawah.

1. Model Pertama : digunakan utk menghitung besaran momen pada siku yg ditimbulkan akibat tangan menahan suatu beban.
2. Model Kedua : digunakan utk menghitung momen dan gaya yg terjadi pada punggung bawah akibat pengangkatan suatu benda.

Note :

Momen adalah : waktu yang pendek; saat

Gaya adalah tarikan atau dorongan yang terjadi pada suatu benda. Gaya ini menimbulkan perubahan posisi, gerak atau perubahan bentuk benda. Gaya memiliki nilai dan arah, sehingga masuk ke dalam besaran vektor.

Simbol = Force (f) dan satuan gaya adalah Newton (N).

Pengukuran gaya dilakukan dengan alat yang disebut dinamometer atau neraca pegas. Untuk melakukan sebuah gaya diperlukan tenaga. Semakin besar gaya yang hendak dilakukan, maka semakin besar pula tenaga yang harus dikeluarkan.

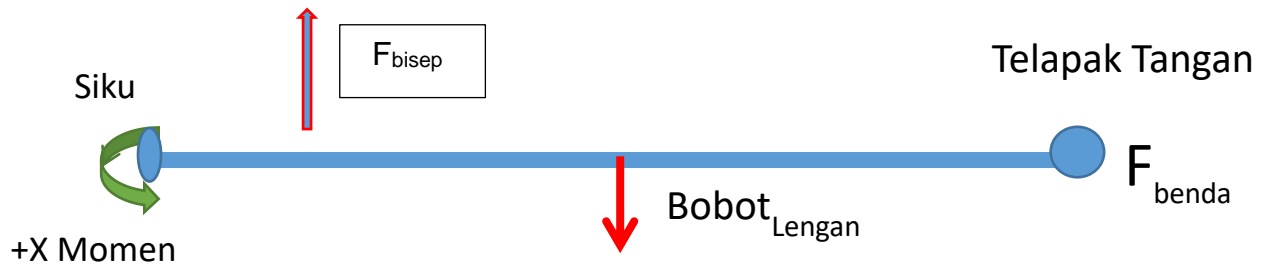
6.2. Model Tangan-Siku

Utk mengetahui apakah pekerjaan tsb aman atay tidak, pemodelan biomekanika dpt dilakukan tanpa perlu melakukan uji coba secara riil, utk menghindari risiko cedera. Bagian ini akan diuraikan bgmn melakukan analisa hanya dg melihat segmen tubuh tang dan siku

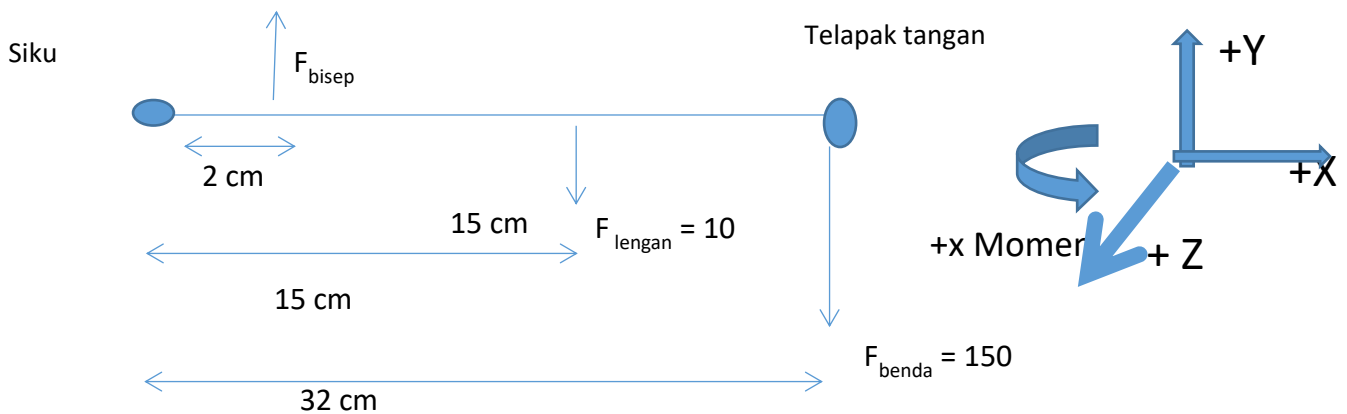


Model atau representasi statis dari siku hingga pergelangan tangan utk kasus di atas, dg fokus analisis hanya satu lengan tangan. Respon internasi tubuh thd tuntutan pekerjaan tsb dpt dihitung dari besarnya gaya pada otot biseps dan momen terjadi pada sendi siku

Model Analisis Tangan-Siku dlm Menahan sebuah Beban



Konvensi tanda yg digunakan pada penyelesaian kasus ini adalah tanda positif utk gaya yg memiliki arah ke atas & ke kanan serta tanda positif ytk momen yg bergerak berlawanan arah dg jarum jam.



Keterangan : Nilai yg tidak diketahui

- Gaya pada bisep & siku eksternal (F_{bisep} dan F_{siku})
- Momen eksternal pada siku (M_{siku})

Beban yg ditahan oleh satu sisi tangan adalah setengah dari beban total yakni mjd 15 kg . Maka gaya yg terdapat pada tangan yg disebabkan oleh benda tsb adalah sebesar 150 N (asumsi gravitasi 10 m/s^2) dg arah ke bawah & diasumsikan berada di ujung tangan (atau 32 cm dari siku). Jika diasumsikan bobot tangan adalah 1 kg, maka akan ada gaya pada titik pusat massa tangan sebesar 10 N. Gaya ini juga memiliki arah ke bawah dan

diasumsikan berada 15 cm dari siku. Hal yg ingin diketahui adalah besarnya gaya yg dilakukan oleh otot bisep atau (F_{bisep}) yg berjarak sekitar 2 cm dari titik siku dan besarnya momen yg bekerja pada siku (M_{siku})

Note :

Seluruh gaya yg bekerja pd suatu sistem, dimana gaya tsb memiliki suatu jarak dg titik tumpu akan menyebabkan momen pada titik tumpu tsb. Syarat pertama yg harus dipenuhi agar sistem berada dalam keadaan setimbang adalah besar keseluruhan momen² yg bekerja pada sistem tsb dari nol.

Terdapat 2 jenis momen yaitu :

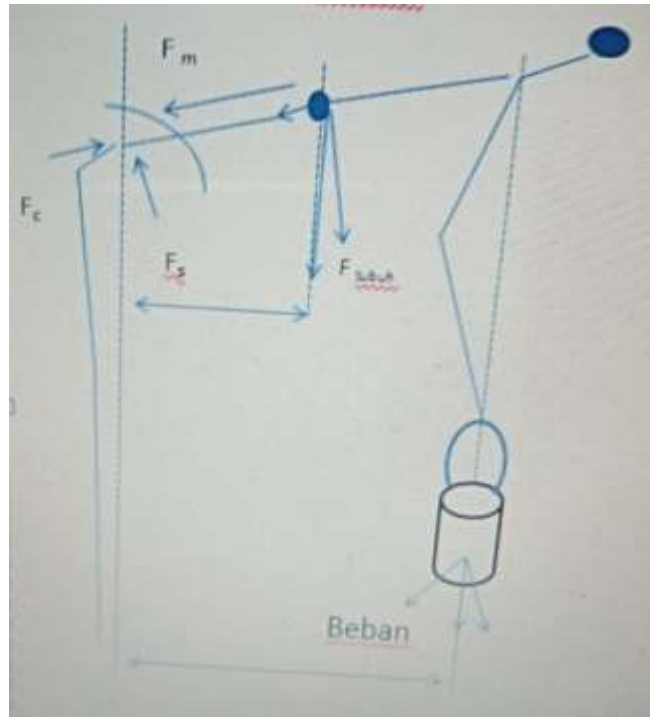
1. Momen Eksternal yg dihasilkan dari gaya² eksternal yaitu gaya pada titik beban serta gaya pada titik pusat massa tangan.
2. Momen Internal yg dihasilkan dari gaya² internal yaitu gaya pada titik siku serta gaya pada bisep (F_{bisep})

Selanjutnya, prinsip² analisis mekanik dapat digunakan utk menghitung besarnya F_{bisep} dan M_{siku}

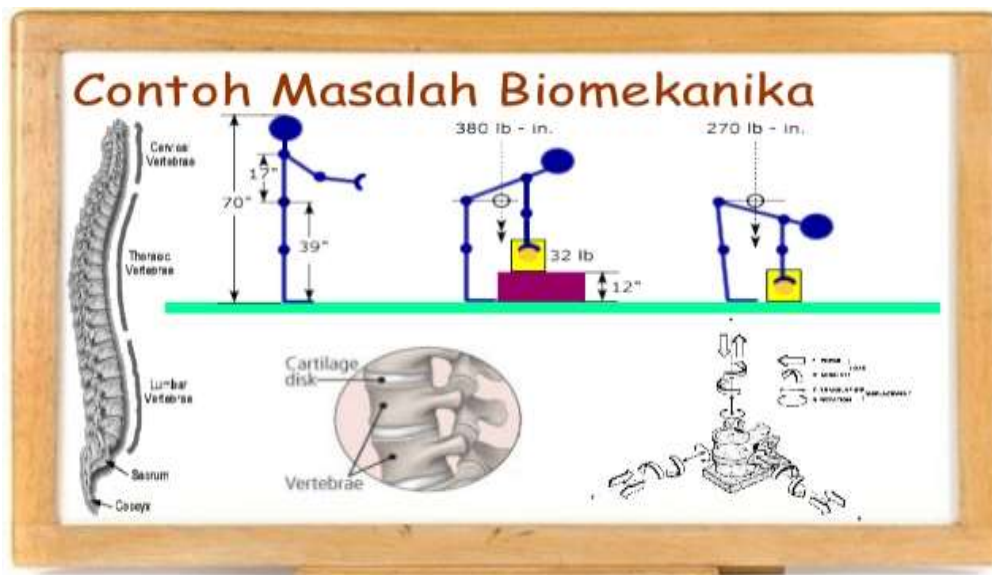
6.3. Modul Punggung Bawah

Dalam sikap dan kerja seperti itu terdapat beberapa parameter dan gaya yg harus dipertimbangkan antara lain :

1. Beban bagian tubuh diatas pinggang
2. Beban pada tangan sesuai dg beban yg diangkat
3. Gaya otot punggung
4. Momen pd titik tulang punggung
5. Momen pada titik tulang belakang
6. Gaya pada titik tulang belakang terdiri atas gaya tekan & gaya geser
7. Tekanan intro abdominal namun diabaikan utk mempermudah perhitungan



Contoh



Note :

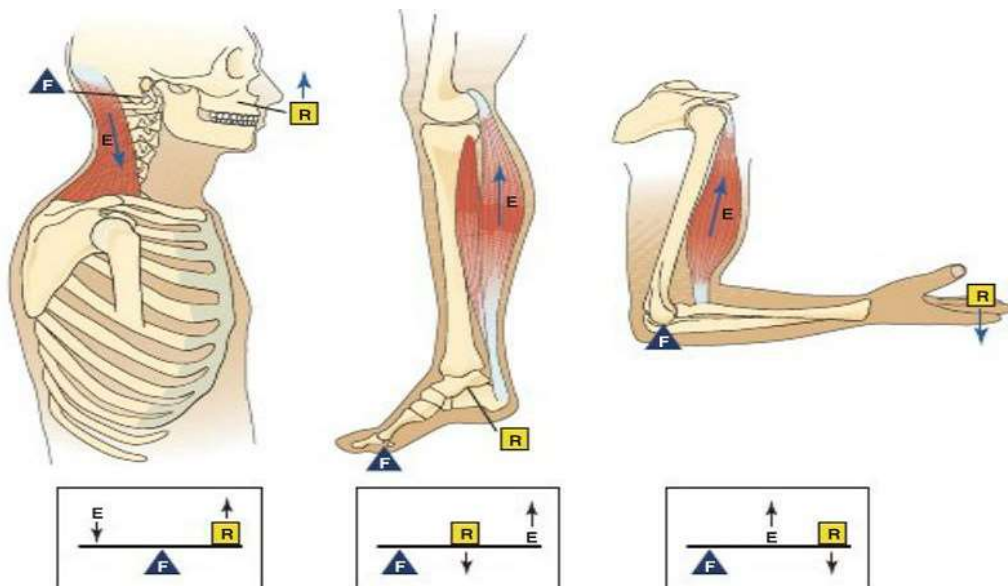
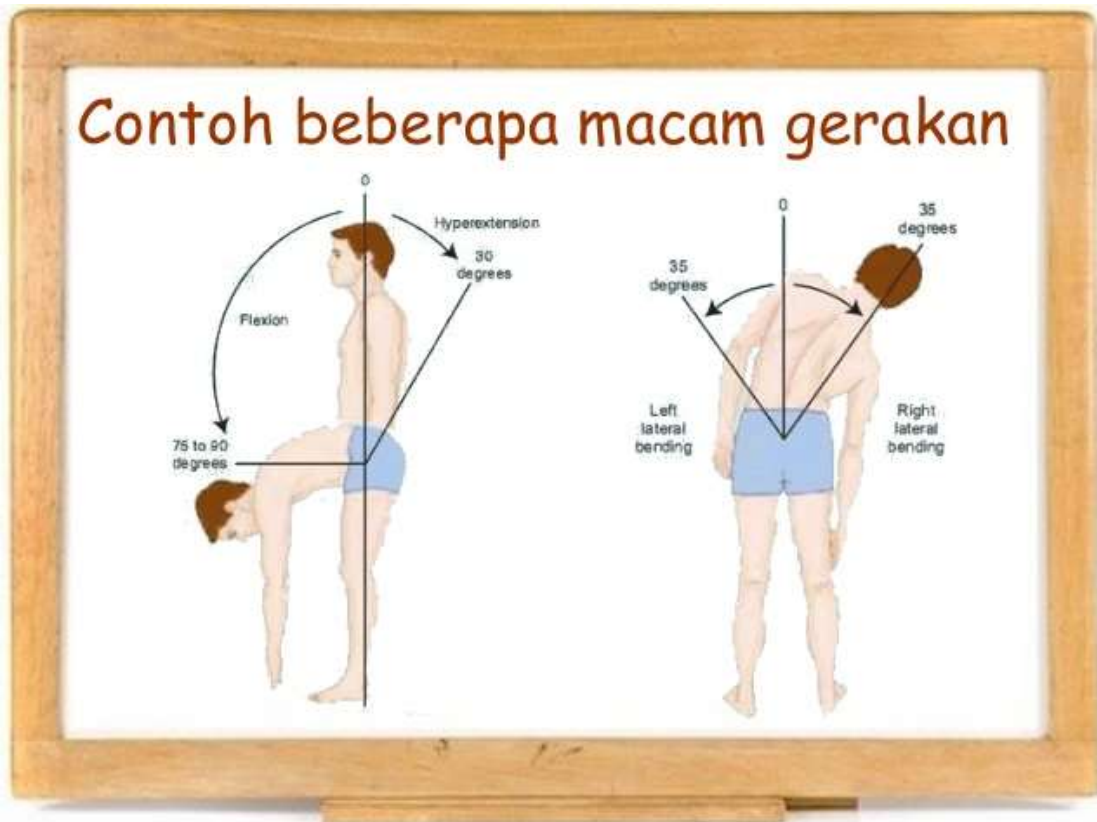
380 Pounds (lb)=172.3651 Kilograms (kg)

Pound adalah satuan pengukuran massa imperial sedangkan satuan metrik pengukuran massa adalah kilogram. **Lb** merupakan **singkatan** dari **pound** meskipun berasal dari kata Romawi Libra dan tidak ada hubungannya dengan kata **pound**. ... Jadi, mereka menggunakan **lbs** sebagai bentuk jamak untuk **lb** yang berarti satu pon.

6.4. Analisis Model

1. Hasil pemodelan tangan-siku menunjukkan bhw nilai kritis D (*task Demand*) adalah Gaya Bisesps & Momen pada siku.
2. Model ini relatif sederhana karena kedua besaran D tsb berbanding lurus dg beban yg ada ditangan. Semakin berat beban yg ada di tangan, maka kerja otot bisep juga akan semakin besar dan akan menimbulkan momen yg lebih besar juga pada sendi.
3. Analisa yg dilakukan pada model Tangan-Siku dan Model Punggung hanya berlaku utk satu sikap kerja. Jika terdapat berbagai sikap kerja, maka perlu dipilih sikap kerja yg dianggap

paling kritis, maka perhitungan D perlu dilakukan utk setiap sikap kerja yg dianggap kritis tsb.



Force (F) = Dalam huruf besar digunakan untuk simbol Gaya.

Energi (E) = Dalam huruf besar digunakan untuk simbol Energi,

Resultan gaya (R) adalah jumlah gaya yang bekerja pada benda (Putut, 1998: 26)

Momen (M) adalah hasil kali jarak ke suatu titik, dipangkatkan ke suatu daya, dan sejumlah besaran fisik seperti gaya, muatan, dll.

II. GERAK TELAAH BIOLOGI

Kompleksitas sistem ketubuhan dpt berjalan krn ada sistem kendali sbg komponen yg dpt mengatur berbagai variabel masukan dlm proses mencapai tujuan.

Sistem kendali berpangkal dari sistem saraf otak yg bekerja relatif cepat melalui hantaran impuls elektris sepanjang saraf.

Rangsangan yg ditimbulkan oleh perubahan lingkungan di dalam atau luar sistem tubuh akan merespons yg berwujud sbg perilaku manusia. Peristiwa refleksi terbentuk mll mekanisme & jalur tertentu

Pendahuluan

- Otak merupakan pusat koordinasi dalam tubuh manusia. Otak terdapat di dalam rongga tengkorak, tepatnya di depan sumsum tulang belakang, dan diselubungi oleh selaput. Selaput yang menyelubungi otak disebut selaput *meninges*. Selaput ini dibedakan menjadi tiga bagian, yaitu
 - lapisan terluar yang melekat pada tulang (*duramater*),
 - lapisan tengah yang berbentuk sarang laba-laba (*arachnoid*),
 - lapisan dalam yang melekat pada permukaan otak (*piamater*).

Diantara *arachnoid* dan *piamater* terdapat ruang berisi cairan yang merupakan pelindung otak, jika terjadi benturan. Bagian-bagian otak ini meliputi otak besar (*cerebrum*), otak kecil (*cerebelum*), otak tengah (*mesensefalon*), dan sumsum lanjutan (*medulla oblongata*).

- Otak besar mempunyai permukaan yang berlipat-lipat dan memiliki dua lapisan, yaitu
 - lapisan tipis di bagian luar (*korteks*)
 - lapisan tebal di bagian dalam (*medulla*).

Korteks berwarna kelabu berisi badan sel saraf, sedangkan *medulla* berwarna putih berisi dendrit serta *akson*.

- Otak besar manusia mempunyai beberapa bagian bagian fungsi masing-masing.
 - bagian belakang merupakan pusat penglihatan,
 - bagian samping merupakan pusat pendengaran.
 - bagian tengah otak besar merupakan pusat pengatur kepekaan kulit dan otot yang berhubungan dengan rangsang panas, dingin, sentuhan, serta tekanan.

Di bagian tengah dan belakang otak besar terdapat daerah sebagai pusat perkembangan kecerdasan, sikap, kepribadian, dan ingatan.

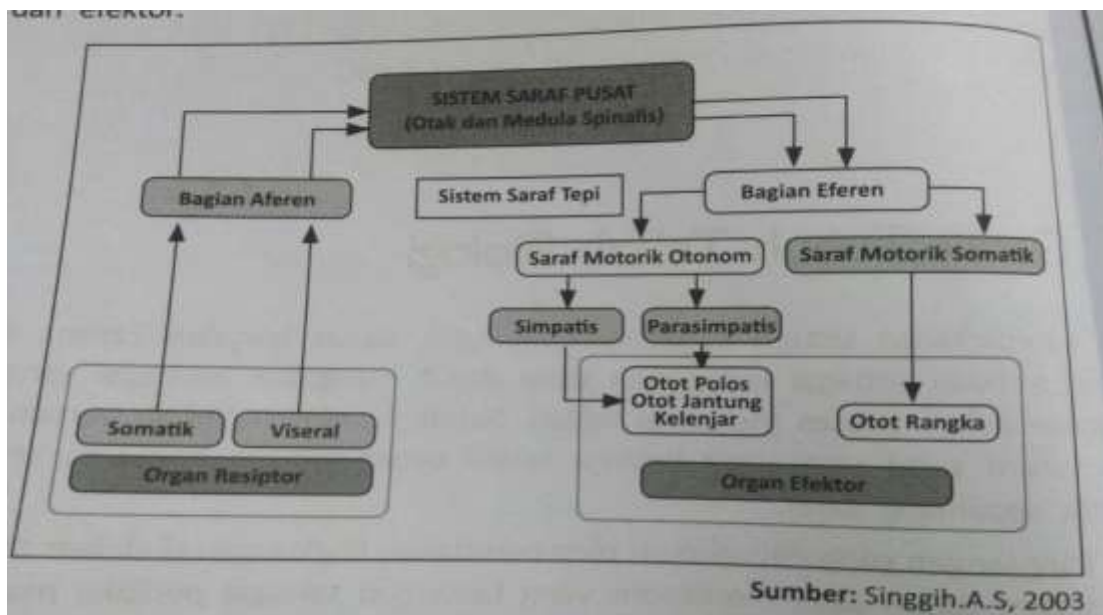
- Fungsi otak kecil : sebagai pengatur keseimbangan tubuh dan sebagai pusat koordinasi kerja otot ketika bergerak. Otak kecil terdiri dari bagian kiri dan kanan. Kedua bagian tersebut dihubungkan oleh *jembatan varol*. *Jembatan varol* berfungsi untuk menghantarkan impuls otot-otot bagian kanan dan kiri tubuh.
- Otak tengah terletak di depan otak kecil dan *jembatan varol*. Bagian atas otak tengah merupakan pusat reflex mata dan pusat pendengaran.
- Sumsum lanjutan disebut juga sumsum sambung atau batang otak. Sumsum lanjutan mempunyai beberapa fungsi, yaitu sebagai pusat pengatur pernafasan, denyut jantung, suhu tubuh, serta pusat pelebaran dan penyempitan pembuluh darah. Sumsum lanjutan atau sumsum penghubung merupakan penghubung antara otak dengan sumsum tulang belakang.

Pembagian Kendali Kegiatan pada Otak Besar



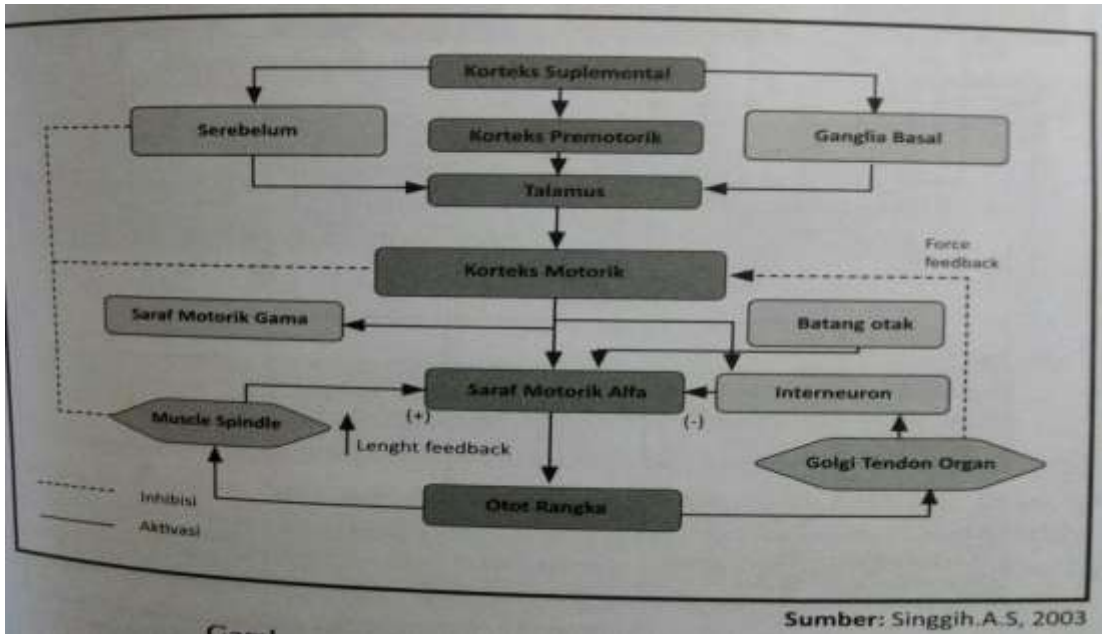
Skema urutan peristiwa yg terjadi di Reseptor, Saraf aferen, medula spinalis sbg saraf pusat, saraf eferen dan efektor.

Skematis Sistem Saraf Pusat

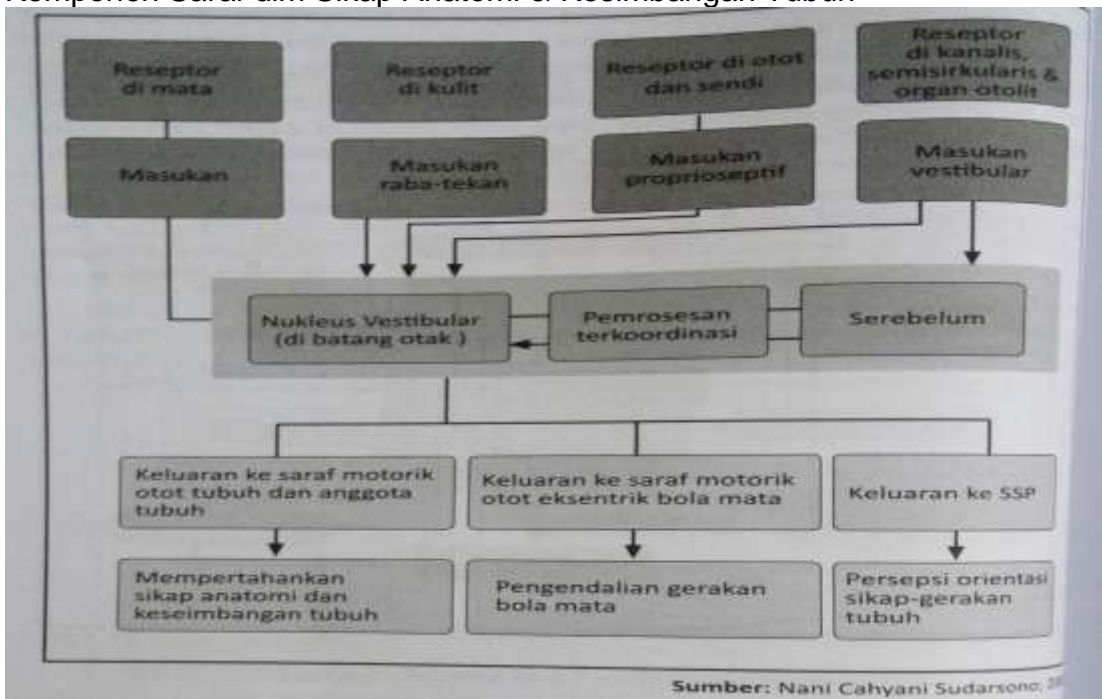


Sumber: Singgih.A.S, 2003

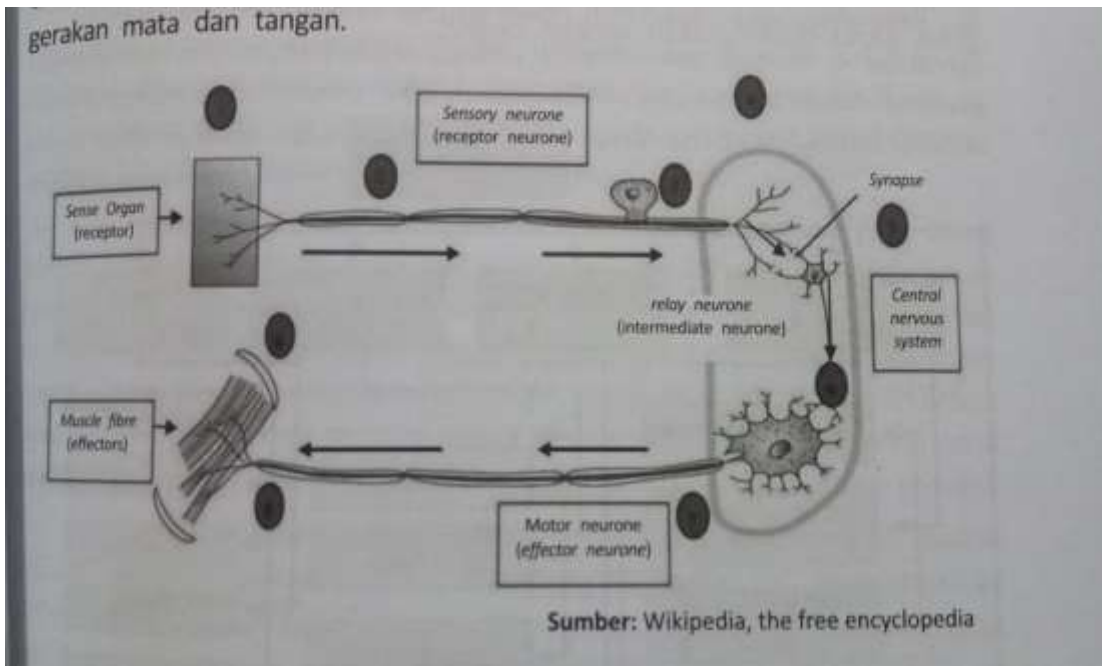
Sistem Saraf Motorik Somatik



Komponen Saraf dlm Sikap Anatomi & Kesimbangan Tubuh



Pengendalian Sistem Gerak Tubuh



Struktur Sistem Gerak Manusia



1. Gerak Volunter

Jenis gerak ini didasari oleh kemauan (*volunteer*) yg terkendali dan dilaksanakan utk mencapai tujuan tertentu.

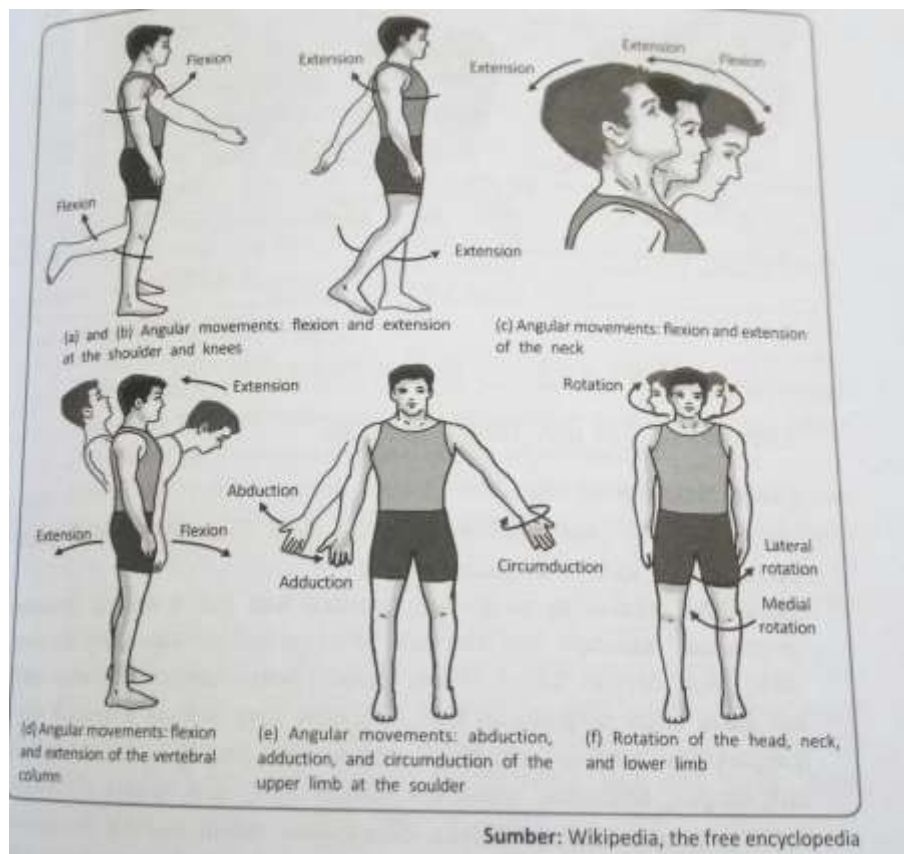
1.1. Menurut Arah Gerakan

- Gerakan Linear (*translatory*) : bergerak dlm garis antara 2 titik
- Gerakan Sudut (*rotary*) : terjadi ketika suatu objek disekitar objek lain meningkatkan atau menurunkan

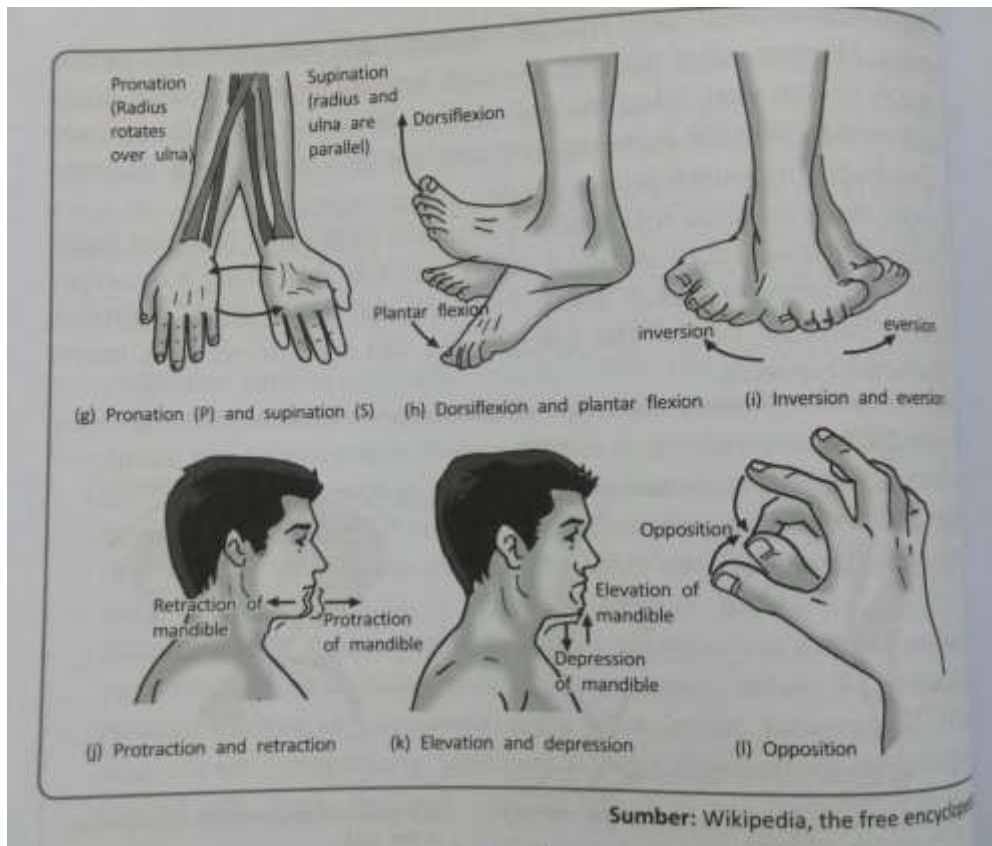
1.2. Menurut Gerakan Sendi

Jenis Gerakan ada 3 yaitu:

1. Fleksi dan ekstensi
2. Abduction dan Adduction
3. Rotasi
4. Elevasi & Depresi



Jenis gerakan berdasarkan Arah



1.3. Gerakan Khusus dari Tangan & Kaki

1. Fleksi & Ekstensi Kaki
2. Fleksi & Ekstensi Tangan
3. Pronasi & Supinasi
4. Inversi & Eversi

Otot Bagian kaki



Pronasi & Surinasi tangan



Sebuah lengan pronasi, jari-jari meringkuk ke arah siku, dan pergelangan tangan berubah sehingga buku-buku jari menunjuk langsung menjauh dari kepala.



Sumber: Wikipedia, the free encyclopedia

Sebuah lengan supinated, pergelangan tangan berubah sehingga buku-buku jari menunjuk arah kepala.

Inversi & Eversi



Eversi kaki kanan.



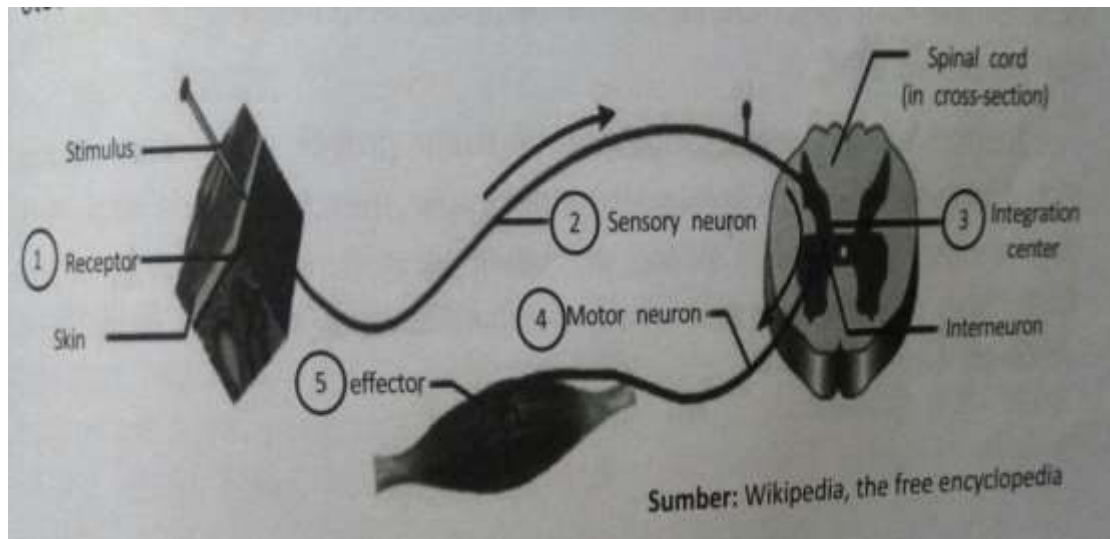
Inversi kaki kanan.

1.4. Gerakan Khusus lainnya

Anterograde dan aliran retrograde, mengacu pada pergerakan darah atau cairan lain dalam normal (anterograde) atau abnormal (retrograde) arah.

2. Gerak Reflek

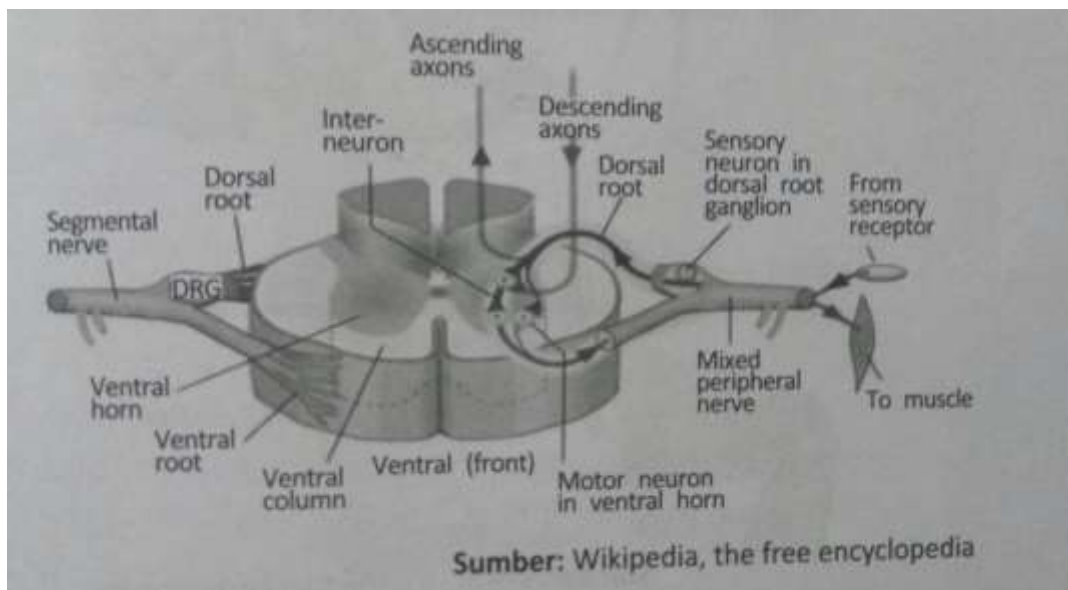
Terjadi karena adanya rangsang yg diterima reseptor dihantarkan melalui suatu lengkung refleks shg terjadi gerakan.



2.1. Refleks Spinal

2.1.1. Refleks Segmental

Merupakan gerakan refleks yg melibatkan satu ruas tulang belakang



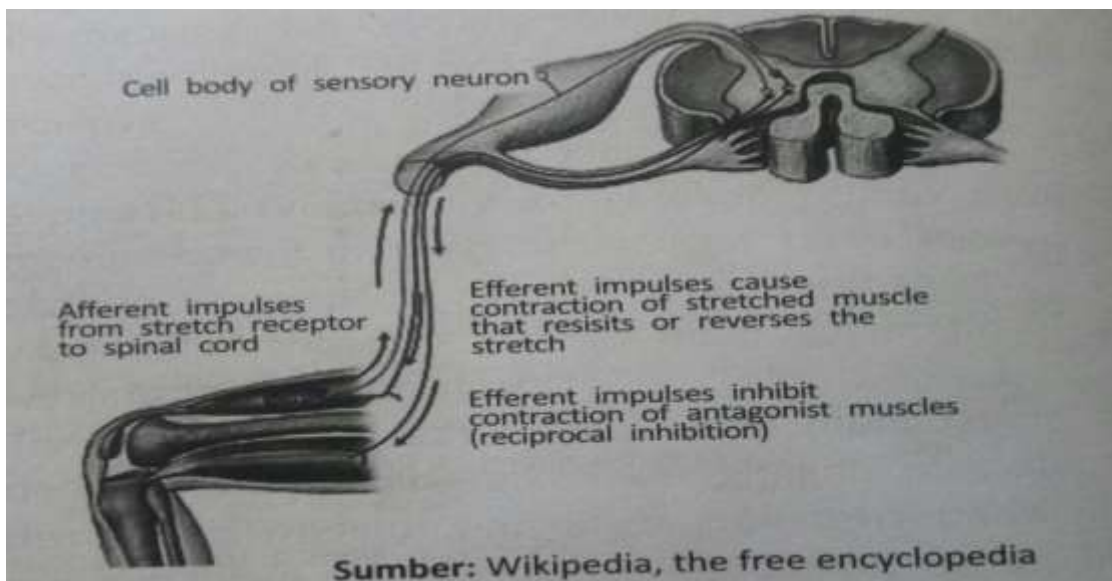
2.1.1.a. Refleks Fleksi

Suatu reaksi yg melibatkan anggota badan, lengan atau tungkai. Menyebabkan anggota bada bergerak mendekati badan.

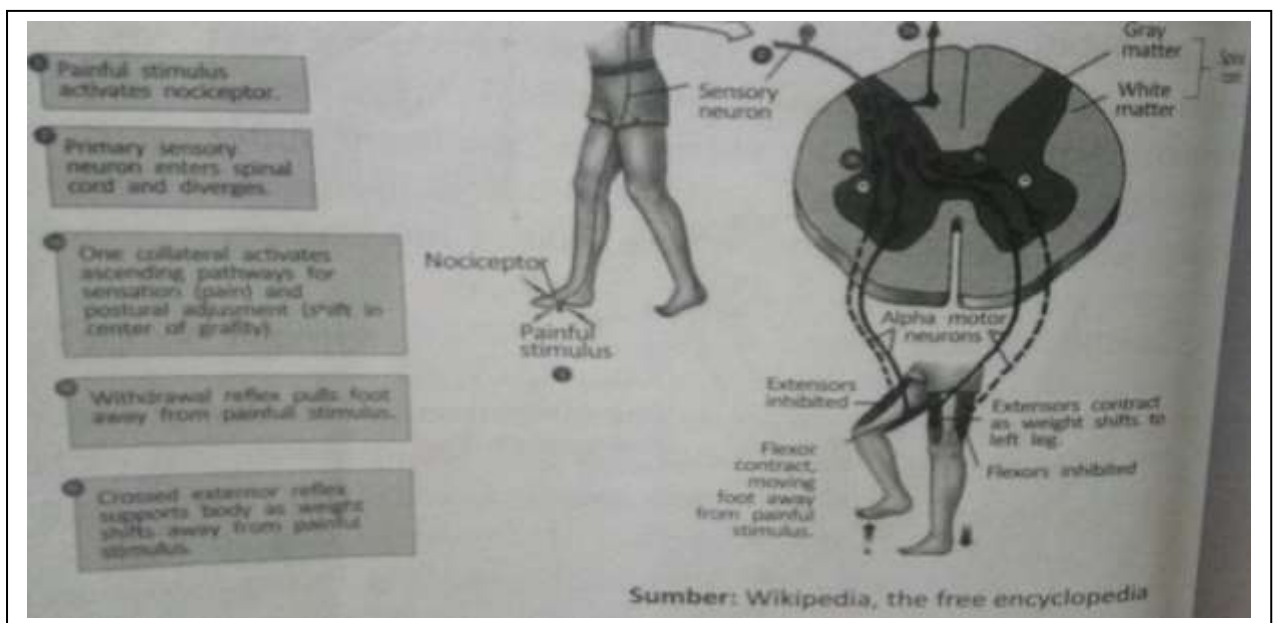
2.1.1.b. Refleks Miotik

Suatu gerakan yg menimbulkan mekanisme keseimbangan yg berfungsi utk :

- Meregang otot2 ekstensor
- Menyangga badan
- Mempertahankan titik berat badan & tumpuan badan



2.1.1.c. Reflek Ekstensi

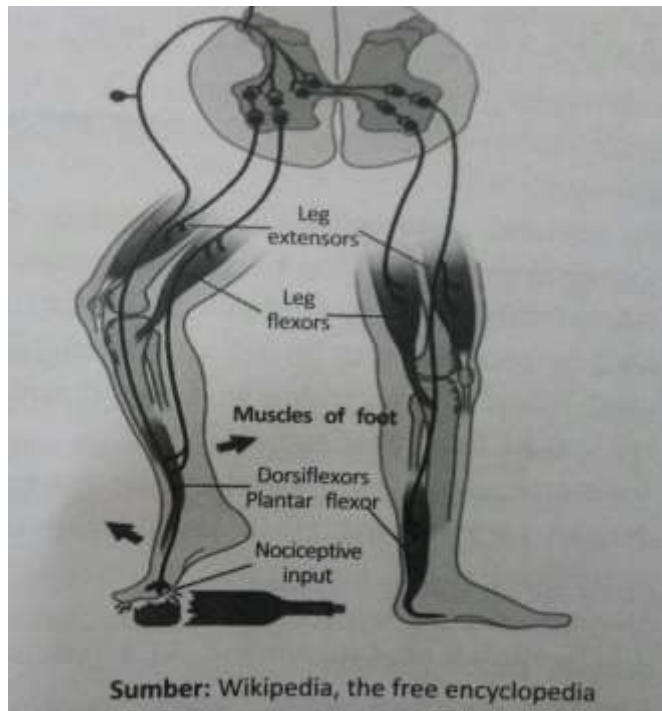


Merupakan kebalikan dari refleksi fleksi yaitu reaksi-reaksi gerakan yg meluruskan badan dan anggotanya

2.1.1.d. Refleksi Ekstensi

Adalah refleksi yg terjadi pada waktu berjalan

Segmentasi Refleksi Ekstensi Silang



2.1.1.2. Refleksi Intersegmental

Merupakan gerakan refleksi yg melibatkan lebih dari satu ruas tulang belakang. Contoh :

- Reflek Kooperatif : tjd 2 atau lebih refleksi saling mengikuti utk menghasilkan pola gerakan halus
- Reflek Kompetitif : gerakan refleksi disusul dg suatu gerakan refleksi yg berlawanan.
- Refleksi Induktif : hasil dari refleksi kompetitif, dimana refleksi antagonis disusul oleh refleksi lainnya utk menghasilkan pola gerakan mis berjalan, berlari.
- Refleksi berbentuk : pola gerakan yg kompleks yg melibatkan interaksi antar refleksi anggota badan (tangan & kaki). Refleksi ini adalah dasar koordinasi antara gerakan berjalan & berlari

2.1.3. Refleksi Suprasegmental

Adalah refleksi yg terjadi atas kerja sama pusat otak dg jaringan saraf beserta otot2 anggota badan utk menghasilkan gerakan.

- a. Refleksi Ekstensor yg kuat : pola gerakan badan yg kompleks, terutama ditentukan oleh kontraksi otot2 ekstensor atau otot anti gravitasi dari tangan dan tungkai
- b. Reaksi Plastis yg menyebabkan gerakan2 memendek & memanjang.
- c. Refleksi Postural : Refleksi yg mengatur badan, contoh
 - ❖ *Supporting Reaction* : gerakan reflek yg menunjang mempertahankan sikap badan agar tetap tegak.
 - ❖ *Shifting Reaction* (reaksi yg berubah2) : reaksi yg membantu agar badan tetap dlm posisi stabil tanpa kehilangan keseimbangan.
 - ❖ *Tonic- Attitudinal* : refleksi yg menguatkan sikap badan dg cara meningkatkan ketegangan otot2. Contoh refleksi ini distimulasi ml pengaruh kinestetis pada pundak yg menyebabkan penyesuaian sikap badan dlm hubungan dg posisi kepala
 - ❖ *Righting Reaction* : reaksi yg membantu individu memperoleh kembali keseimbangannya.
- ❖ Reflek Menggenggam : suatu gerakan menggenggam thd benda yg berada di telapak tangannya
- ❖ *Placing & Hopping Reaction* : reaksi penyesuaian anggota badan utk memperoleh penempatan diri yg lebih baik utk membantu posisi badan. Contoh orang yg kehilangan keseimbangannya segera melakukan lompatan utk memperoleh kembali keseimbangannya.

3. Gerak Ritmis

Didasari oleh adanya sinaps yg sifatnya merangsang & menghambat dlm suatu "sirkuit" rangkaian sinaps yg menghasilkan yg menghasilkan gerakan berulang dg pola ritmis. Gerak ini diawali dan diakhiri dg kesadaran, namun gerak berurutan yg mengikuti awal gerakan merupakan gerakan refleksi yg bentuknya tetap.

3.1. Gerak Dasar

Merupakan gerakan yg berkembang selaras dg pertumbuhan & kematangan dari seseorang.

3.1.1. Gerak Lokomotor

Tujuan dari gerakan yg ditimbulkan oleh daya gerak, merupakan upaya menggerakkan pd situasi ruang umum, merupakan perpindahan ketempat lain.

- 1). Berjalan
- 2). Lari
- 3). Lompatan (*Leap*)
- 4). Loncatan (*Jump*)

3.1.2.. Gerak Nonlokomotor

Adalah kombinasi dari berbagai gerak tubuh/gerak poros pd sumbu persendian tertentu dg pertimbangan sbb :

1. Nama dari gerak terurai sbg suatu karakteristik dari cara gerak tubuh dg bagian2nya.
2. Sejumlah gerakan yg ada dlm semua gerak anggota tubuh atau kedua2nya lokomotor dan non lokomotor.

Beberapa jenis gerak nonlokomotor sbb :

1. Tekukan : suatu gerakan dua bagian yg bersebelahan pd tubuh secara bersama2.
2. Peregangan : perluasan segala bagian dari dlm setiap arah yg mungkin.
3. Perputaran bagian dari tubuh disekitar poros pusat dg arah yg searah atau berlawanan dg jarum jam.
4. Ayunan : gerakan busur atau lingkaran disekitar pusat, secara khusus tjd pada suatu sambungan tertentu.

Gerakan Kombinasi Nonlokomotor

1. Desakan : berguna utk menggerakkan suatu objek dari suatu tempat ke tempat lain pd ruang & melawan reaksi tanpa menyerap & mengangkat. Contoh berjalan

2. Tarikan : kombinasi suatu peregangan & tekukan & bisa berguna bersama2 dg pola lokomotor.
3. Serangan : gerakan pemukulan yg kuat di dlm setiap arah, secara umum berguna utk tujuan pemukulan suatu objek.
4. Elakan : gerak cepat dari tubuh utk menghindari serangan objek.
5. Mengayun : menyiratkan suatu perpindahan berat atau beban dari suatu tempt ke tempat lain berdasarkan anggota tubuh. Contoh mengangkat & menggulung.
6. Mengangkat
7. Putaran
8. Duduk
9. Jatuh

4. Gerak Manipulatif

Adalah suatu gerak yg menstimulasi suatu objek tertentu, dg menggunakan tangan, kaki atau bagian tubuh lainnya.

PERTANYAAN

1. Jelaskan apa manfaat mempelajari Modul Biomekanika dan Gerak Tubuh Telaah Biologi :
2. Otak merupakan pusat koordinasi dalam tubuh manusia. Jelaskan hubungan antara fungsi otak dengan ergonomic terapan !
3. Manfaat apa saja yg diperoleh dengan mempelajari bermacam2 Gerak tubuh

REFERENSI

Ergonomi Suatu Pengantar oleh Ir.Hardianto Iridiastadi, MSIE, Ph.D. dan Yassierli, Ph.D.



PROGRAM STUDI D4 K3
ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS BINAWAN
Tahun 2021

MODUL PENDIDIKAN
ERGONOMI TERAPAN & FISILOGI KERJA
Modul 5 PERTEMUAN 15

Metode RULA, REBA, *Nordic Body Map* (NBM)

Bahan Pengajaran PS D4 K3 FKM
KMK OSH 067

Oleh :

Defi Arjuni, SKM, M.Si
Sari Narulita, S,Kp, M.Si

MODUL

ERGONOMI TERAPAN & FISILOGI KERJA

- MODUL 1 *Human Information Proccesing*, Kinerja Mental Dan *Human Error* Dan Ergonomi Terapan
- MODUL 2 Ilmu Kinesiologi Pekerja & Ilmu Antropometri
- MODUL 3 Keseimbangan Fisik & Psikologi serta Fisiologi Kerja dalam upaya mencegah terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja dan lingkungan kerja yg aman
- MODUL 4 Biomekanika 1 & 2
- MODUL 5 Metode, RULA, REBA, *Nordic Body Map* (NBM)**

LAMPIRAN-LAMPIRAN

MODUL 5 PERTEMUAN 15

Metode RULA, REBA, *Nordic Body Map* (NBM)

POKOK BAHASAN

1. RULA
2. REBA
3. *NORDIC BODY MAP* (NBM)

~~~~~

#### 1. RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

Tahun 1993, Dr. Lynn McAtamney memunculkan metode RULA.

- Metode ini merupakan metode cepat penilaian postur tubuh bagian atas yaitu telapak tangan, lengan atas, lengan bawah, punggung dan leher, beban yang diangkat, tenaga yang dipakai (statis/dinamis), jumlah pekerjaan.
- Tujuan metode ini menyediakan perlindungan yang cepat dalam pekerjaan seperti resiko pada pekerjaan yang berhubungan dengan upper limb disorders, mengidentifikasi usaha yang dibutuhkan otot yang berhubungan dengan postur tubuh saat kerja (penggunaan kekuatan dan kerja statis yang berulang)
- Untuk saat ini, analisis Manual Material Handling lebih efektif bila menggunakan metode RULA. Metode ini dapat menampilkan postur pada bagian tubuh manakah yang berbahaya untuk pekerjaan tersebut.
- Metode ini menggunakan diagram postur tubuh dan tiga tabel penilaian untuk memberikan evaluasi terhadap faktor resiko yang akan dialami oleh pekerja.
- Faktor-faktor resiko yang diselidiki dalam metode ini adalah yang telah dideskripsikan oleh McPhee' sebagai faktor beban eksternal (*external load factors*) yang meliputi :
  1. Jumlah gerakan
  2. Kerja otot statis
  3. Gaya
  4. Postur kerja yang ditentukan oleh perlengkapan dan perabotan
  5. Waktu kerja tanpa istirahat

Untuk menilai empat faktor beban eksternal pertama yang disebutkan di atas (jumlah gerakan, kerja otot statis, gaya dan postur).

**RULA dikembangkan untuk :**

Menyediakan metode penyaringan populasi kerja yang cepat, untuk penjabaran kemungkinan resiko cedera dari pekerjaan yang berkaitan dengan anggota tubuh bagian atas;  
 Mengenali usaha otot berkaitan dengan postur kerja, penggunaan gaya dan melakukan pekerjaan statis atau repetitif, dan hal-hal yang dapat menyebabkan kelelahan otot;  
 Memberikan hasil yang dapat digabungkan dalam penilaian ergonomi yang lebih luas meliputi faktor-faktor epidemiologi, fisik, mental, lingkungan dan organisasional; dan biasanya digunakan untuk melengkapi persyaratan penilaian dari *UK Guidelines on the prevention of work-related upper limb disorder* (Panduan dalam pencegahan cedera kerja yang berkaitan dengan anggota tubuh bagian atas di negara Inggris).

**Gambar 1.1 Worksheet RULA**

**RULA Employee Assessment Worksheet**

**A. Arm and Wrist Analysis**

**Step 1: Locate Upper Arm Position:**  
 +1, +2, +3, +4, -1, -2, -3, -4

**Step 1a: Adjust...**  
 If shoulder is raised: +1  
 If upper arm is abducted: +1  
 If arm is supported or person is leaning: -1

**Step 2: Locate Lower Arm Position:**  
 +1, +2, +3, +4, -1, -2, -3, -4

**Step 2a: Adjust...**  
 If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

**Step 3: Locate Wrist Position:**  
 +1, +2, +3, -1, -2, -3

**Step 3a: Adjust...**  
 If wrist is bent from midline: Add -1

**Step 4: Wrist Twist:**  
 If wrist is twisted or end-range: +1  
 If wrist is at or near end of range: +2

**Step 5: Look-up Posture Score in Table A:**  
 Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A.

**Step 6: Add Muscle Use Score**  
 If posture mainly static (i.e. hold 10 minutes),  
 Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

**Step 7: Add Force/Load Score**  
 If load < 4.4 lbs (intermittent): +0  
 If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1  
 If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2  
 If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

**Step 9: Find Row in Table C:**  
 Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

**SCORES**

**Table A: Wrist Posture Score**

| Upper Arm | Lower Arm | Wrist |     |     |       |
|-----------|-----------|-------|-----|-----|-------|
|           |           | Flex  | Ext | Dev | Twist |
| 1         | 1         | 2     | 2   | 2   | 3     |
| 1         | 2         | 2     | 2   | 3   | 3     |
| 1         | 3         | 3     | 3   | 3   | 4     |
| 1         | 4         | 4     | 4   | 4   | 5     |
| 2         | 1         | 2     | 3   | 3   | 3     |
| 2         | 2         | 3     | 3   | 3   | 4     |
| 2         | 3         | 3     | 3   | 3   | 4     |
| 2         | 4         | 4     | 4   | 4   | 5     |
| 3         | 1         | 2     | 3   | 3   | 3     |
| 3         | 2         | 3     | 4   | 4   | 4     |
| 3         | 3         | 4     | 4   | 4   | 5     |
| 3         | 4         | 4     | 4   | 4   | 5     |
| 4         | 1         | 2     | 3   | 3   | 3     |
| 4         | 2         | 3     | 4   | 4   | 4     |
| 4         | 3         | 4     | 4   | 4   | 5     |
| 4         | 4         | 4     | 4   | 4   | 5     |
| 5         | 1         | 2     | 3   | 3   | 3     |
| 5         | 2         | 3     | 4   | 4   | 4     |
| 5         | 3         | 4     | 4   | 4   | 5     |
| 5         | 4         | 4     | 4   | 4   | 5     |
| 6         | 1         | 2     | 3   | 3   | 3     |
| 6         | 2         | 3     | 4   | 4   | 4     |
| 6         | 3         | 4     | 4   | 4   | 5     |
| 6         | 4         | 4     | 4   | 4   | 5     |

**Table B: Neck, trunk and leg score**

| Neck | Trunk | Legs |     |     |       |
|------|-------|------|-----|-----|-------|
|      |       | Flex | Ext | Dev | Twist |
| 1    | 1     | 1    | 1   | 1   | 1     |
| 1    | 2     | 1    | 1   | 1   | 1     |
| 1    | 3     | 1    | 1   | 1   | 1     |
| 1    | 4     | 1    | 1   | 1   | 1     |
| 1    | 5     | 1    | 1   | 1   | 1     |
| 2    | 1     | 1    | 1   | 1   | 1     |
| 2    | 2     | 1    | 1   | 1   | 1     |
| 2    | 3     | 1    | 1   | 1   | 1     |
| 2    | 4     | 1    | 1   | 1   | 1     |
| 2    | 5     | 1    | 1   | 1   | 1     |
| 3    | 1     | 1    | 1   | 1   | 1     |
| 3    | 2     | 1    | 1   | 1   | 1     |
| 3    | 3     | 1    | 1   | 1   | 1     |
| 3    | 4     | 1    | 1   | 1   | 1     |
| 3    | 5     | 1    | 1   | 1   | 1     |
| 4    | 1     | 1    | 1   | 1   | 1     |
| 4    | 2     | 1    | 1   | 1   | 1     |
| 4    | 3     | 1    | 1   | 1   | 1     |
| 4    | 4     | 1    | 1   | 1   | 1     |
| 4    | 5     | 1    | 1   | 1   | 1     |
| 5    | 1     | 1    | 1   | 1   | 1     |
| 5    | 2     | 1    | 1   | 1   | 1     |
| 5    | 3     | 1    | 1   | 1   | 1     |
| 5    | 4     | 1    | 1   | 1   | 1     |
| 5    | 5     | 1    | 1   | 1   | 1     |

**Table C: Neck, trunk and leg score**

| Wrist and Arm Score | Neck, trunk and leg score |   |    |    |    |
|---------------------|---------------------------|---|----|----|----|
|                     | 1                         | 2 | 3  | 4  | 5  |
| 1                   | 1                         | 2 | 3  | 4  | 5  |
| 2                   | 2                         | 3 | 4  | 5  | 6  |
| 3                   | 3                         | 4 | 5  | 6  | 7  |
| 4                   | 4                         | 5 | 6  | 7  | 8  |
| 5                   | 5                         | 6 | 7  | 8  | 9  |
| 6                   | 6                         | 7 | 8  | 9  | 10 |
| 7                   | 7                         | 8 | 9  | 10 | 11 |
| 8                   | 8                         | 9 | 10 | 11 | 12 |

**Scoring: (Final score from Table C)**  
 1 or 2 = acceptable posture  
 3 or 4 = further investigation, change may be needed  
 5 or 6 = further investigation, change soon  
 7 = investigate and implement change.

**B. Neck, Trunk and Leg Analysis**

**Step 9: Locate Neck Position:**  
 +1, +2, +3, +4, -1, -2, -3, -4

**Step 9a: Adjust...**  
 If neck is twisted: +1  
 If neck is side bending: -1

**Step 10: Locate Trunk Position:**  
 +1, +2, +3, +4, -1, -2, -3, -4

**Step 10a: Adjust...**  
 If trunk is twisted: +1  
 If trunk is side bending: -1

**Step 11: Legs:**  
 If legs and feet are supported: -1  
 If not: -2

**Step 12: Look-up Posture Score in Table B:**  
 Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B.

**Step 13: Add Muscle Use Score**  
 If posture mainly static (i.e. hold 10 minutes),  
 Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

**Step 14: Add Force/Load Score**  
 If load < 4.4 lbs (intermittent): +0  
 If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1  
 If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2  
 If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

**Step 15: Find Column in Table C:**  
 Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

**Prosedur**

Dalam pengembangan metode RULA meliputi tiga tahap :

1. Pengembangan metode untuk merekam postur kerja,
2. Pengembangan sistem penilaian dengan skor,
3. Pengembangan dari skala tingkat tindakan yang memberikan panduan pada tingkat resiko dan kebutuhan tindakan untuk mengadakan penilaian lanjut yang lebih detail.

**TAHAP 1 :**

### **Pengembangan Metode Untuk Merekam Postur Kerja**

Untuk menghasilkan sebuah metode kerja yang cepat untuk digunakan, tubuh dibagi dalam segmen-segmen yang membentuk dua kelompok atau grup yaitu :

1. Grup A meliputi bagian lengan atas dan bawah, serta pergelangan tangan.
2. Grup B meliputi leher, punggung, dan kaki.

Hal ini untuk memastikan bahwa seluruh postur tubuh terekam, sehingga segala kejanggalan atau batasan postur oleh kaki, punggung atau leher yang mungkin saja mempengaruhi postur anggota tubuh bagian atas dapat tercakup dalam penilaian.

#### **I. Grup A (Lengan bagian Atas, lengan bagian bawah dan pergelangan tangan) :**

Jangkauan gerakan untuk lengan bagian atas (*upper arm*) dinilai dan diberi skor berdasarkan studi yang telah dilakukan oleh Tichauer, Chaffin, Herberts *et al*, Schuldt *et al*, dan Harms-Ringdahl & Schuldt. Skornya sebagai berikut:

- 1 untuk ekstensi 20° dan fleksi 20°
- 2 untuk ekstensi lebih dari 20° atau fleksi antara 20-45°;
- 3 untuk fleksi antara 45-90°;
- 4 untuk fleksi lebih dari 90°.

#### **II. Grup B (Leher, punggung dan kaki) :**

Jangkauan postur untuk leher (*neck*) didasarkan pada studi yang dilakukan oleh Chaffin dan Kilbom *et al*. Skor dan jangkauannya sebagai berikut

- 1 untuk fleksi 0-10°;
- 2 untuk fleksi 10-20°;
- 3 untuk fleksi lebih dari 20°;
- 4 bila dalam posisi ekstensi.

#### **TAHAP 2 :**

Pengembangan sistem skor untuk pengelompokan bagian tubuh.

Sebuah skor tunggal dibutuhkan dari Grup A dan B yang dapat mewakili tingkat pembebanan postur dari sistem muskuloskeletal kaitannya dengan kombinasi postur bagian tubuh. Hasil penjumlahan skor penggunaan otot (*muscle*) dan tenaga (*force*) dengan Skor Postur A menghasilkan Skor C. sedangkan penjumlahan dengan Skor Postur B menghasilkan Skor D.

#### **TAHAP 3 :**

Pengembangan *Grand Score and Action List*

Tahap ini bertujuan untuk menggabungkan Skor C dan Skor D menjadi suatu *grand score* tunggal yang dapat memberikan panduan terhadap prioritas penyelidikan / investigasi berikutnya. Tiap kemungkinan kombinasi Skor C dan Skor D telah diberikan peringkat, yang disebut *grand score* dari 1-7 berdasarkan estimasi resiko cedera yang berkaitan dengan pembebanan muskuloskeletal.

Berdasarkan *grand score* dari Tabel C, tindakan yang akan dilakukan dapat dibedakan menjadi 4 *action level* berikut :

**Action Level 1:** Skor 1 atau 2 menunjukkan bahwa postur dapat diterima selama tidak dijaga atau berulang untuk waktu yang lama.

**Action Level 2:** Skor 3 atau 4 menunjukkan bahwa penyelidikan lebih jauh dibutuhkan dan mungkin saja perubahan diperlukan.

**Action Level 3:** Skor 5 atau 6 menunjukkan bahwa penyelidikan dan perubahan dibutuhkan segera.

**Action Level 4:** Skor 7 menunjukkan bahwa penyelidikan dan perubahan dibutuhkan sesegera mungkin (mendesak).

## **APLIKASI**

1. Alat untuk melakukan analisis awal yang mampu menentukan seberapa jauh risiko pekerja untuk terpengaruh oleh factor-faktor penyebab cedera,yaitu:
  - Postur
  - Kontraksi otot statis
  - Gerakan repetitive
  - Gaya
2. Menentukan prioritas pekerjaan berdasarkan faktor risiko cedera. Hal ini dilakukan dengan membandingkan nilai tugas-tugas yang berbeda yang dievaluasi menggunakan RULA.
3. Menemukan tindakan yang paling efektif untuk pekerjaan yang memiliki risiko relatif tinggi. Analisis dapat menentukan kontribusi tiap faktor terhadap suatu pekerjaan secara keseluruhan dengancara melalui nilai tiap faktor risiko.
4. Menemukan sejauh mana penngaruh suatu modifikasi atas pekerjaan. Perbaikan secara kuantitatif dapat diukur dengan cara membandingkan penilaian sebelum dan sesudah modifikasi diterapkan.

## **2. REBA (Rapid Entire Body Assessment)**

adalah sebuah metode dalam bidang ergonomi yang digunakan secara cepat untuk menilai postur leher, punggung, lengan, pergelangan tangan, dan kaki seorang pekerja.

Dikembangkan oleh Dr. Sue Hignett dan Dr. Lynn McAtamney yang merupakan ergonomis dari universitas di Nottingham (*University of Nottingham's Institute of Occupational Ergonomics*).

REBA memiliki kesamaan yang mendekati metode RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*), tetapi metode REBA tidak sebaik metode RULA yang menunjukkan pada analisis pada keunggulan yang sangat dibutuhkan dan untuk pergerakan pada pekerjaan berulang yang diciptakan.

REBA lebih umum, dalam penjumlahan salah satu sistem baru dalam analisis yang didalamnya termasuk faktor-faktor dinamis dan statis bentuk pembebanan interaksi pembebanan perorangan, dan konsep baru berhubungan dengan pertimbangan dengan sebutan "*The Gravity Attended*" untuk mengutamakan posisi dari yang paling unggul.

- Selain itu metode ini juga dipengaruhi faktor coupling, beban eksternal yang ditopang oleh tubuh serta aktifitas pekerja.
- Penilaian dengan menggunakan REBA tidak membutuhkan waktu yang lama untuk melengkapi dan melakukan *scoring general* pada daftar aktivitas yang mengindikasikan perlu adanya pengurangan resiko yang diakibatkan postur kerja operator.
- Metode ergonomis tersebut mengevaluasi postur, kekuatan, aktivitas dan faktor coupling yang menimbulkan cedera akibat aktivitas yang berulang-ulang.
- Penilaian postur kerja dengan metode ini dengan cara pemberian skor resiko antara satu sampai lima belas, yang mana skor yang tertinggi menandakan level yang mengakibatkan resiko yang besar (bahaya) untuk dilakukan dalam bekerja.
- Hal ini berarti bahwa skor terendah akan menjamin pekerjaan yang diteliti bebas dari *ergonomic hazard*.
- REBA dikembangkan untuk mendeteksi postur kerja yang beresiko dan melakukan perbaikan sesegera mungkin (McAtamney, 2000).

REBA dikembangkan tanpa membutuhkan piranti khusus. Hal ini memudahkan peneliti untuk dapat dilatih dalam melakukan pemeriksaan dan pengukuran tanpa biaya peralatan tambahan. Pemeriksaan REBA dapat dilakukan di tempat yang terbatas tanpa mengganggu pekerja.

Pengembangan REBA terjadi dalam empat tahap, yaitu:

- 1) Tahap pertama adalah pengambilan data postur pekerja dengan menggunakan bantuan video atau foto.
- 2) Tahap kedua adalah penentuan sudut-sudut dari bagian tubuh pekerja.

- 3) Tahap ketiga adalah penentuan berat benda yang diangkat, penentuan coupling, dan penentuan aktivitas pekerja.
- 4) Tahap keempat adalah perhitungan nilai REBA untuk postur yang bersangkutan. Dengan didapatnya nilai REBA tersebut dapat diketahui level resiko dan kebutuhan akan tindakan yang perlu dilakukan untuk perbaikan kerja.

Metode ini tidak membutuhkan suatu peralatan untuk menentukan postur dari leher, punggung, dan anggota gerak bagian atas selama menggunakan fungsi dari otot, dan pembebanan eksternal yang mempengaruhi tubuh (McAtamney And Corlett, 1993).

*Rapid Entire Body Assessment* adalah sebuah metode yang dikembangkan dalam bidang ergonomi dan dapat digunakan secara cepat untuk menilai posisi kerja atau postur leher, punggung, lengan pergelangan tangan dan kaki seorang operator. Selain itu metode ini juga dipengaruhi faktor coupling, beban eksternal yang ditopang oleh tubuh serta aktifitas pekerja (McAtamney And Corlett, 1993).

#### **Pengembangan dari percobaan metode REBA adalah:**

Untuk mengembangkan sebuah sistem dari analisa bentuk tubuh yang pantas untuk resiko *musculoskeletal* pada berbagai macam tugas

Untuk membagi tubuh kedalam bagian-bagian untuk pemberian kode individual, menerangkan rencana perpindahan

Untuk mendukung sistem penilaian aktivitas otot pada posisi statis (kelompok bagian, atau bagian dari tubuh), dinamis (aksi berulang, contohnya pengulangan yang unggul pada *veces/minute*, kecuali berjalan kaki), tidak cocok dengan perubahan posisi yang cepat.

Untuk menggapai interaksi atau hubungan antara seorang dan beban adalah penting dalam manipulasi manual, tetapi itu tidak selalu bisa dilakukan dengan tangan.

Termasuk sebuah faktor yang tidak tetap dari pengambilan untuk manipulasi beban manual

Untuk memberikan sebuah tingkatan dari aksi melalui nilai akhir dengan indikasi dalam keadaan terpaksa

Penilaian postur dan pergerakan kerja menggunakan metode REBA melalui tahapan– tahapan sebagai berikut (Hignett dan McAtamney, 2000) :

1. Pengambilan data postur pekerja dengan menggunakan video/foto.  
Tujuan :
  - Mendapatkan gambaran sikap (postur) pekerja dari leher, punggung, lengan, pergelangan tangan hingga kaki secara terperinci



- Dan didapatkan data akurat untuk tahap perhitungan serta analisis selanjutnya.

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 meliputi punggung (batang tubuh), leher dan kaki.
  - 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 Tabel A untuk grup A dan Tabel B untuk grup B agar diperoleh skor untuk masing–masing tabel.

Gambar 2.1 Worksheet REBA

**REBA Employee Assessment Worksheet**

*Based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-205*

**A. Neck, Trunk and Leg Analysis**

**Step 1: Locate Neck Position**  
 -1, -2, +2, +3  
 Step 1a: Adjust...  
 If neck is twisted: -1  
 If neck is side bending: -1

**Step 2: Locate Trunk Position**  
 +1, +2, +3, +4  
 Step 2a: Adjust...  
 If trunk is twisted: -1  
 If trunk is side bending: +2

**Step 3: Legs**  
 +1, +2, +3, +4  
 Adjust: 20-60°  
 Add +1, Add +2

**Step 4: Look-up Posture Score in Table A**  
 Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A.

**Step 5: Add Force/Load Score**  
 If load < 11 lbs: -0  
 If load 11 to 22 lbs: +1  
 If load > 22 lbs: +2  
 Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1

**Step 6: Score A. Find Row in Table C**  
 Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A. Find Row in Table C.

**Scoring:**  
 1 = negligible risk  
 2 or 3 = low risk, change may be needed  
 4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon  
 8 to 10 = high risk, investigate and implement change  
 11+ = very high risk, implement change

**SCORES**

**Table A**

|                     | Neck          |             |         |
|---------------------|---------------|-------------|---------|
|                     | 1             | 2           | 3       |
| Legs                | 1 2 3 4       | 1 2 3 4     | 1 2 3 4 |
| Trunk Posture Score | 1 1 2 3 4     | 1 2 3 4     | 1 2 3 4 |
|                     | 2 2 3 4 5 3 4 | 5 6 4 5 8 7 |         |
|                     | 3 2 4 5 6 4 5 | 6 7 5 6 7 8 |         |
|                     | 4 3 5 6 7 5 6 | 7 8 7 8 9   |         |
|                     | 5 4 6 7 8 6 7 | 8 9 7 8 9   |         |

**Table B**

|                 | Lower Arm     |   |
|-----------------|---------------|---|
|                 | 1             | 2 |
| Wrist           | 1 2 3 1 2 3   |   |
| Upper Arm Score | 1 1 2 2 1 2 3 |   |
|                 | 2 1 2 3 2 3 4 |   |
|                 | 3 3 4 5 4 5 5 |   |
|                 | 4 4 5 5 8 8 7 |   |
|                 | 5 6 7 8 7 8 8 |   |
|                 | 6 7 8 8 8 9 9 |   |

**Table C**

| Score A (score from table A + force/load score) | Score B (rate B value + coupling score) |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                                                 | 1                                       | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 |
| 1                                               | 1                                       | 1  | 1  | 2  | 3  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 7  | 7  |
| 2                                               | 1                                       | 2  | 2  | 3  | 4  | 4  | 5  | 6  | 8  | 7  | 7  | 8  |
| 3                                               | 2                                       | 3  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 7  | 8  | 8  | 8  | 8  |
| 4                                               | 3                                       | 4  | 4  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 8  | 9  | 9  | 9  |
| 5                                               | 4                                       | 4  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 8  | 9  | 9  | 9  | 9  |
| 6                                               | 6                                       | 6  | 6  | 7  | 8  | 8  | 9  | 9  | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 7                                               | 7                                       | 7  | 7  | 8  | 9  | 9  | 9  | 10 | 10 | 11 | 11 | 11 |
| 8                                               | 8                                       | 8  | 8  | 9  | 10 | 10 | 10 | 10 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| 9                                               | 9                                       | 9  | 9  | 10 | 10 | 10 | 11 | 11 | 11 | 12 | 12 | 12 |
| 10                                              | 10                                      | 10 | 10 | 11 | 11 | 11 | 11 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| 11                                              | 11                                      | 11 | 11 | 11 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| 12                                              | 12                                      | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |

**Table C Score** + **Activity Score** = **Final REBA Score**

**B. Arm and Wrist Analysis**

**Step 7: Locate Upper Arm Position:**  
 +1, +2, +3, +4  
 Step 7a: Adjust...  
 If shoulder is raised: -1  
 If upper arm is abducted: +1  
 If arm is supported or person is leaning: -1

**Step 8: Locate Lower Arm Position:**  
 -1, +2  
 Step 8a: Adjust...  
 If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

**Step 9: Locate Wrist Position:**  
 -1, +2  
 Step 9a: Adjust...  
 If wrist is bent from midline or twisted: Add +1

**Step 10: Look-up Posture Score in Table B**  
 Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B.

**Step 11: Add Coupling Score**  
 Well fitting Handle and mid range power grip: good: +0  
 Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part: fair: +1  
 Hand hold not acceptable but possible: poor: +2  
 No handles, awkward, unsafe with any body part: Unacceptable: +3

**Step 12: Score B. Find Column in Table C**  
 Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

**Step 13: Activity Score**  
 +1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)  
 +1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)  
 +1 Action causes rapid large range changes in posture or unstable base

**Neck Score**

**Trunk Score**

**Leg Score**

**Posture Score A**

**Force/Load Score**

**Score A**

**Upper Arm Score**

**Lower Arm Score**

**Wrist Score**

**Posture Score B**

**Coupling Score**

**Score B**

**Final REBA Score**

Task name: \_\_\_\_\_ Reviewer: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

*This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in REBA.*

*provided by Practical Ergonomics  
 rbarber@ergosmart.com (816) 444-1667*

**III. NORDIC BODY MAP (NBM)**

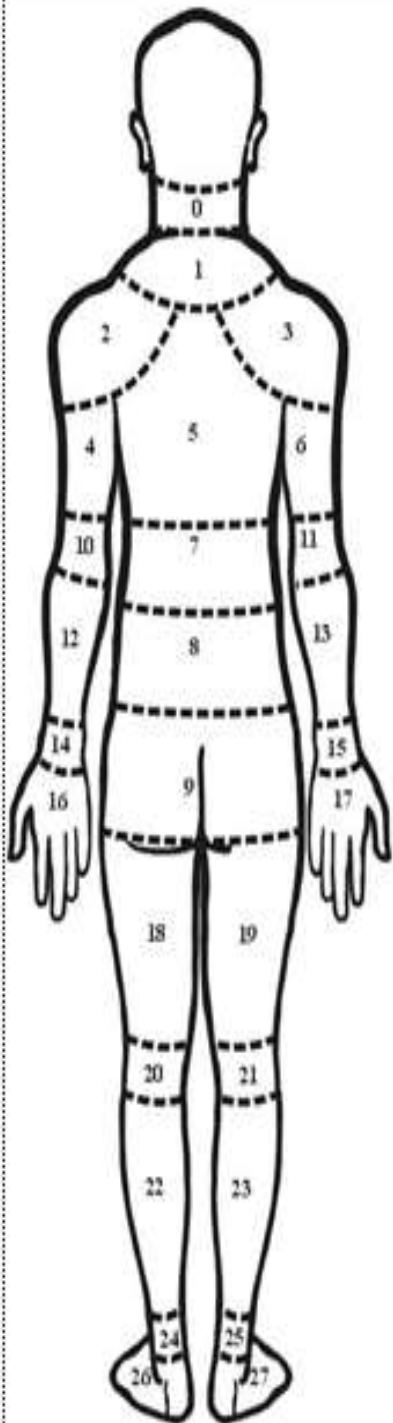
*Nordic Body Map* merupakan salah satu metode pengukuran subyektif untuk mengukur rasa sakit otot para pekerja. Untuk mengetahui letak rasa sakit atau ketidaknyamanan pada tubuh pekerja digunakan body map. Melalui *Nordic Body Map* dapat diketahui bagian bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari yang tidak nyaman (agak sakit) sampai rasa agak sakit.

*Nordic Body Map* digunakan untuk melihat dan menganalisis peta tubuh sehingga dapat di estimasi jenis dan tingkat keluhan otot skeletal yang dirasakan oleh pekerja. Cara ini sangat sederhana namun kurang teliti karna mengandung subjektivitas yang tinggi. Data keluhan muskuloskeletal didapat dengan melakukan wawancara kepada pekerja yaitu dengan mengisi table kuesioner *Nordic Body Map*. Hasil wawancara tersebut akan menentukan keluhan yang dirasakan pekerja pada waktu bekerja. *Nordic Body Map* merupakan indikator awal, apabila terjadi keluhan muskuloskeletal yang dirasakan oleh pekerja.

Melalui kuesioner ini dapat mengindikasikan keluhan yang dirasakan oleh pekerja. Penilaian *Nordic Body Map* berdasarkan jawaban yang diberikan oleh pekerja diantaranya tidak sakit, agak sakit, sakit, dan sangat sakit. Rasa sakit dengan nilai 1, agak sakit dengan nilai 2, sakit dengan nilai 3, dan sangat sakit dengan nilai 4. Dari jawaban ini akan diketahui peresentasi dari pekerja yang mengalami keluhan akibat kerja.

Kuesioner *Nordic Body Map* adalah kuesioner yang paling sering digunakan untuk mengetahui ketidaknyamanan pada para pekerja karena sudah terstandarisasi dan tersusun rapi. *Nordic Body Map* digunakan untuk mengetahui keluhan musculoskeletal disorder (MSDs) yang dirasakan pekerja.

| NO | JENIS KELUHAN                      |
|----|------------------------------------|
| 0  | Sakit / kaku di leher bagian atas  |
| 1  | Sakit / kaku di leher bagian bawah |
| 2  | Sakit di bahu kiri                 |
| 3  | Sakit di bahu kanan                |
| 4  | Sakit di lengan atas kiri          |
| 5  | Sakit di punggung                  |
| 6  | Sakit di lengan atas kanan         |
| 7  | Sakit di pinggang                  |
| 8  | Sakit di bokong                    |
| 9  | Sakit di pantat                    |
| 10 | Sakit di siku kiri                 |
| 11 | Sakit di siku kanan                |
| 12 | Sakit di lengan bawah kiri         |
| 13 | Sakit di lengan bawah kanan        |
| 14 | Sakit di pergelangan tangan kiri   |
| 15 | Sakit di pergelangan tangan kanan  |
| 16 | Sakit di tangan kiri               |
| 17 | Sakit di tangan kanan              |
| 18 | Sakit di paha kiri                 |
| 19 | Sakit di paha kanan                |
| 20 | Sakit di lutut kiri                |
| 21 | Sakit di lutut kanan               |
| 22 | Sakit di betis kiri                |
| 23 | Sakit di betis kanan               |
| 24 | Sakit di pergelangan kaki kiri     |
| 25 | Sakit di pergelangan kaki kanan    |
| 26 | Sakit di kaki kiri                 |
| 27 | Sakit di kaki kanan                |



Gambar 2.11 Nordic Body Map

## PERTANYAAN

1. Lakukan identifikasi posisi kerja berdasarkan Metode RULA & REBA
2. Tata cara :
  - a. Foto orang saat bekerja atau posisi orang saat bekerja (1 foto)
  - b. Identifikasi berdasarkan Panduan RULA & REBA oleh Mark Middleworth
  - c. Gunakan alat ukur (penggaris, busur)
  - d. Lakukan Analisa, evaluasi dan rekomendasi

## REFERENSI

1. Ergonomi Suatu Pengantar oleh Ir.Hardianto Iridiastadi, MSIE, Ph.D. dan Yassierli, Ph.D.
2. RULA-A-Step-by-Step-Guide1 Mark Middleworth
3. REBA-A-Step-by-Step-Guide Mark Middleworth



