

MODUL PRAKTIKUM ERGONOMI & PERANCANGAN SISTEM KERJA



DISUSUN OLEH :

Ir. Eli Mas'idah, MT.
Wiwiek Fatmawati, ST., MENG.
Rieska Ernawati, ST, MT

**LABORATORIUM PERANCANGAN SISTEM KERJA DAN ERGONOMI
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
20221/2022**

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	1
MODUL 1A	2
ANALISIS PENGARUH PERLAKUAN TEMPERATUR TERHADAP HASIL KERJA	2
MODUL 1B	11
ANALISA PENGARUH PERLAKUAN KEBISINGAN TERHADAP HASIL KERJA	11
MODUL 1C	19
ANALISIS PENGARUH PENCAHAYAAN TERHADAP HASIL KERJA	19
MODUL 1D	26
ANALISIS PENGARUH PERLAKUAN GETARAN TERHADAP HASIL KERJA	26
MODUL II	33
BIOMEKANIKA DALAM PERANCANGAN SISTEM KERJA	33
MODUL III	42
PENGUKURAN KERJA SECARA FISILOGIS	42
MODUL IV	59
ANTHROPOMETRI DALAM PERANCANGAN SISTEM KERJA	59

MODUL 1A
ANALISIS PENGARUH PERLAKUAN TEMPERATUR TERHADAP
HASIL KERJA



LABORATORIUM PERANCANGAN SISTEM KERJA DAN ERGONOMI
PROGRAM STUDITEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG 20221/2022

ANALISIS PENGARUH PERLAKUAN TEMPERATUR TERHADAP HASIL KERJA

A. TUJUAN PRAKTIKUM

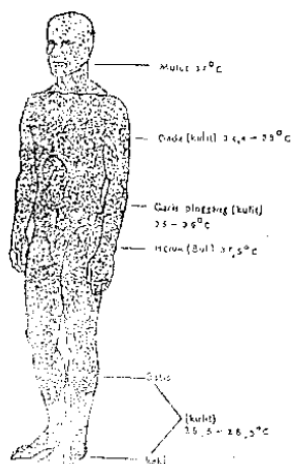
1. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan temperature terhadap hasil kerja.
2. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan temperature terhadap kondisi fisiologis kerja.
3. Menentukan tingkat temperatur yang optimal untuk jenis pekerjaan tertentu.

B. LANDASAN TEORI

B.1. Temperatur Badan

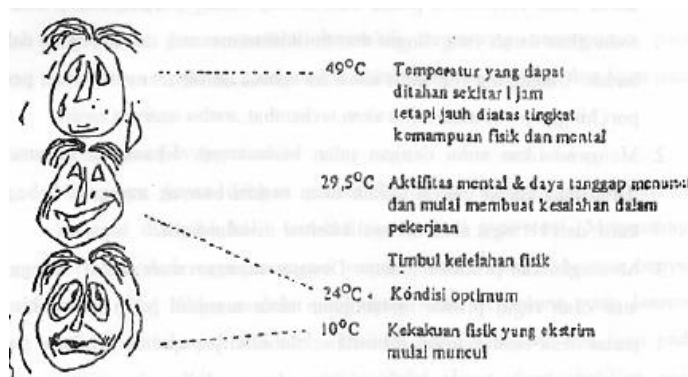
Temperatur pada tubuh manusia selalu tetap. Suhu konstan dengan sedikit berfluktuasi disekitar 37°C terdapat pada otak, jantung dan bagian dalam perut., yang disebut dengan *suhu inti (core temperature)*. Suhu inti ini diperlukan agar alat-alat itu dapat berfungsi normal. Sebaliknya, lawan dari *core temperature* adalah *shell temperature*, yang terdapat didalam otot, tangan, kaki, dan seluruh bagian kulit yang menunjukkan variansi tertentu.

Manusia mempunyai kemampuan untuk mempertahankan keadaan normal tubuh (mempunyai kemampuan untuk beradaptasi). Kapasitas untuk beradaptasi inilah yang membuat manusia mudah untuk mentolerir kekurangan panas secara temporer yang berjumlah ratusan kalori pada seluruh tubuh. Dengan kata lain, tubuh manusia dapat menyesuaikan diri karena kemampuannya untuk melakukan proses konveksi, radiasi dan penguapan jika terjadi kekurangan atau kelebihan panas yang membebani. Tetapi, kemampuan untuk menyesuaikan diri dengan temperatur luar tubuh tersebut tidak melebihi 20% untuk kondisi panas dan 35% untuk kondisi dingin.

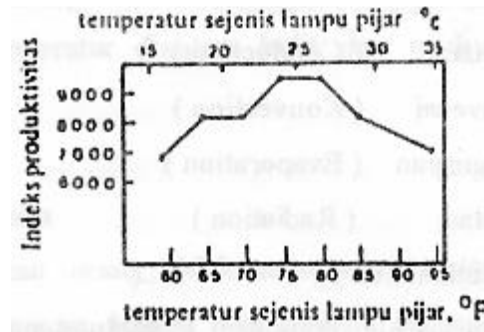


Menurut penyelidikan untuk berbagai tingkat temperatur akan memberikan pengaruh yang berbeda-beda, yaitu sebagai berikut:

1. 40 °C : Temperatur dapat ditahan sekitar satu jam, tetapi jauh diatas kemampuan fisik dan mental. Lebih kurang 30 °C; aktifitas mental dan daya tangkap mulai menurun dan cenderung untuk membuat kesalahan dalam pekerjaan.
2. 30 °C : Aktivitas mental dan daya tanggap mulai menurun dan cenderung untuk membuat kesalahan dalam pekerjaan. Timbul kelelahan fisik.
3. 24 °C : Kondisi optimum.
4. 10 °C : Kelakuan fisik yang ekstrim mulai muncul.



Dari suatu penyelidikan pula dapat diperoleh hasil bahwa produktifitas kerja manusia akan mencapai tingkat yang paling tinggi pada temperatur 24 sampai 27 °C.



Dengan demikian untuk dapat mengendalikan suhu badan agar tetap konstan dan untuk mengurangi pengaruh-pengaruh negatif yang muncul, misalnya: kelelahan fisik, ada beberapa cara yang dapat dilakukan, antara lain:

1. Pengendalian suplai darah kepada dan dari kulit. Jika kulit kedinginan, darah akan membawa panas dari dalam badan (suhu inti) kekulit, sedangkan darah yang dingin dari kulit akan menarik diri ke bagian dalam badan. Disamping itu, kulit akan mengerut untuk menyempitkan pori-pori hingga penurunan suhu akan terhambat.
2. Mengendalikan suhu dengan jalan berkeringat, jika kulit kepanasan, darah dari badan bagian dalam akan makin banyak mengalir kebagian kulit, dan keringat akan mengalir keluar melalui kulit.
3. Meningkatkan produksi panas. Dengan menggunakan otot (menggigil atau olahraga) proses metabolisme akan menjadi lebih giat sehingga panas akan lebih banyak dihasilkan. Sebaliknya, apabila produksi panas hendak diturunkan, maka badan harus didinginkan agar proses metabolisme otot dan organ-organ lain menjadi lebih besar.

B.2. Pertukaran Panas Dengan Lingkungan

Energi kimia dari makanan diubah menjadi energi mekanik dan panas untuk menjaga agar panas badan tetap konstan. Bila terjadi kelebihan panas, dia akan dibuang kepada lingkungannya. Tukar panas itu terjadi terus menerus, sebagian akan tergantung kepada mekanisme fisiologis dan sebagian lainnya mengikuti hukum

fisika yang relevan dengan proses “alih panas” (*heat transfer*). Tukar panas dapat berlangsung melalui 4 jalan, yaitu :

1. hantaran (*conduction*)

Pertukaran panas oleh konduksi tergantung pada konduktifitas objek dan material yang bersentuhan dengan kulit. Konduktifitas panas sangat penting didalam pemilihan material untuk keperluan suatu perancangan, misalnya lantai, mebel, dan bagian-bagian yang akan dipegang (*handle*) yang berada pada stasiun kerja.

2. Konveksi (*convection*)

Pertukaran panas melalui konveksi tergantung sepenuhnya pada perbedaan temperatur antara kulit dan udara sekeliling, dan juga pada aliran gerakan udara.

3. Penguapan (*evaporation*)

Hilangnya panas dengan proses keluarnya keringat terjadi karena keringat dibagian kulit tersebut menguap /evaporasi. Menguapnya keringat akan mengkonsumsi energi panas laten. Seberapa panas yang hilang melalui penguapan akan tergantung pada luasnya kulit yang akan dilalui oleh keringat yang menguap dan juga pada selisih antara lainnya yang penting adalah aliran udara sekeliling, yang disatu pihak akan meningkatkann gradien tekanan uap keringat, tetapi pada pihak lain akan dengan proses konveksi, yang nantinya akan menurunkan jumlah penguapan keringat.

4. Radiasi

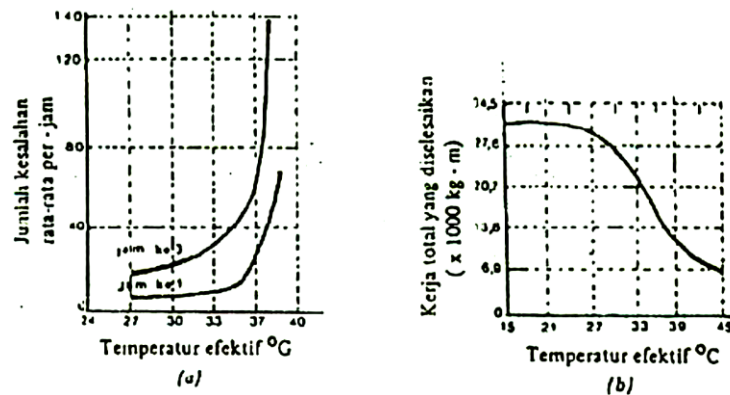
Proses pertukaran melalui radiasi tersebut terjadi diantara tubuh manusia dengan sekelilingnya (dinding, benda mati, manusia), dalam kedua arah sepanjang waktu. Radiasi panas banyak dipengaruhi oleh temperatur, kelembaban dan aliran udara. Hal itu tergantung sekali pada perbedaan temperatur diantara kulit dan medium yang berdekatan dengan kulit.

B.3. Kenyamanan Suasana

Kebanyakan orang tidak menyadari tentang kondisi suasana nyaman dalam ruangan. Hanya bila kondisi ini menyimpang dari batas kenyamanan, kita akan mengalami ketidaknyamanan. Rasa tak nyaman penting secara biologis, karena ia

menyebabkan orang atau binatang mengalami langkah-langkah untuk mengembalikan keseimbangan suhu. Penyimpangan dari batas kenyamanan suhu menyebabkan perubahan secara fungsional yang meluas. Kelewat panas akan menyebabkan rasa capek dan ngantuk yang mengurangi prestasi dan meningkatkan frekuensi kesalahan. Kelewat dingin akan menyebabkan ketidaktenangan dan mengurangi daya atensi, yang berpengaruh negatif terutama pada kerja mental.

Rentang temperatur dimana manusia merasakan kenyamanan adalah sangat bervariasi. Variasi tersebut akan sangat tergantung, pertama dari jenis pakaian yang dipakai, dari aktifitas fisik yang telah dilakukan. Di eropa sana nyaman ini terletak pada suhu 20 °C – 23 °C dan dinegara tropik sekitar 26 °C – 27 °C.



B.4. Keseimbangan Panas Dalam Tubuh Manusia

Rumus keseimbangan panas dalam tubuh manusia menurut sander (1987) adalah:

$$S = M - E \pm R \pm C - W$$

S = Kondisi kebisingan tubuh manusia

M = Metabolisme tubuh

E = Panas yang hilang karena evaporasi

R = Pertukaran panas akibat proses radiasi

C = Pertukaran panas akibat proses konveksi

W = Aktivitas kerja

Jika tubuh dalam keadaan seimbang, maka $S = 0$. Namun, jika terlalu dingin akan terasa *heat stroke* atau kematian. Hal ini terjadi bila keadaan terlalu dingin.

Secara umum ada panas yang didapat dari proses radiasi atau konveksi atau keduanya, sehingga sumber utama panas yang hilang hanya berasal dari proses evaporasi. Dengan demikian rumus keseimbangan tubuh manusia dan suhu sekitarnya dapat digambarkan sebagai berikut: $M \pm R \pm C - E = 0$

M = Panas yang diperoleh dari proses metabolisme

R = Perubahan panas akibat proses radiasi.

C = Perubahan panas karena konveksi

E = Hilangnya tenaga akibat penguapan

B.5. Aplikasi Temperatur Dalam Perancangan Ruang Kerja

Dalam perancangan suatu ruangan, kelembab nisbi mempunyai pengaruh yang sangat kecil terhadap perasaan atas suhu dalam zona nyaman asalkan waktu berlakunya tidak terlalu lama. Walaupun demikian, mutu bangunan harus tetap dijaga agar air tanah tidak sampai merembes melalui dinding - dinding. Kelembab tidak berpengaruh dalam menentukan perasaan atas suhu, tetapi lebih berperan dalam menurunnya daya tahan tubuh terhadap penyakit. Di bawah ini ada beberapa catatan tentang suhu ruangan yang ideal untuk suatu stasiun kerja:

1. Penggunaan AC

Jika menggunakan AC hendaknya selisih antara luar ruangan dengan dalam ruangan tidak lebih dari 4 °C. Jika perbedaan suhu terlalu besar, perasaan tidak nyaman akan banyak dirasakan oleh mereka yang keluar masuk gedung. Jika memasuki ruang akan dirasakan terlalu dingin, jika keluar akan terasa lesu dan habis tenaga. Perbedaan suhu dalam ruang dengan suhu luar gedung disarankan sebagai berikut :

Suhu luar gedung : 20 22 24 26 28 30 32 (°C)

Suhu dalam gedung : 20 21 22 23 24,5 26 28 (°C)

2. Beberapa contoh suhu yang diperkirakan cukup nyaman diberbagai keadaan :

- ◆ Ruang pertemuan rapat : 26 – 27 °C
- ◆ Ruang olahraga : 19,5 – 22,3 °C
- ◆ Ruang tunggu : 26 – 27 °C

-
- ◆ Ruang pertunjukan : 24 – 26 °C
 - ◆ Ruang istirahat : 27 °C
 - ◆ Kamar mandi : 27 °C
 - ◆ Dapur Kafetaria : 23 °C
 - ◆ Gudang : 22 – 24 °C
 - ◆ Bengkel Reparasi : 20 – 23 °C

C. PERALATAN PRAKTIKUM

Dalam praktikum tentang temperatur ini ada beberapa alat yang harus disediakan antara lain:

- ◆ Ruang iklim
- ◆ AC
- ◆ Obyek, misalnya : 1. Perakitan Resistor
- ◆ Termometer
- ◆ Thermocontroller
- ◆ Lampu

D. PROSEDUR PRAKTIKUM

1. Bagi tugas diantara anggota kelompok yang nantinya akan dilakukan secara bergantian.
 - 1 Orang Operator
 - 1 Orang Timer
2. Membuat tabel perlakuan tingkat kesalahan dari tinggi, sedang dan rendah.
3. Operator melakukan perakitan resistor dengan waktu selama 3 menit, dengan masing – masing pengamatan sebanyak 10 kali.
4. Timer menghitung waktu sebanyak 3 menit selama operator bekerja melakukan perakitan.
5. Kemudian timer menghitung jumlah kesalahan perakitan yang dilakukan oleh operator.

FORMAT LAPORAN RESMI

**ANALISIS PENGARUH PERLAKUAN TEMPERATUR TERHADAP HASIL
KERJA**

- BAB I : PENDAHULUAN**
Yang terdiri dari latar belakang masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan.
- BAB II : LANDASAN TEORI**
Landasan teori membahas tentang teori-teori yang dijadikan sebagai landasan. Mencakup pengertian-pengertian dan rumus-rumus yang digunakan.
- BAB III : PENGUMPULAN**
Berisi mengenai data-data yang diperoleh pada saat praktikum perakitan resistor
- BAB IV : PENGOLAHAN DATA**
Berisi mengenai langkah – langkah penyelesaiannya dengan menggunakan rumus – rumus yang telah ditentukan.
- BAB V : ANALISA**
Berisi tentang analisa hasil perhitungan dan penganalisaan
- BAB VI : PENUTUP**
Bab ini meliputi kesimpulan dan saran dari uraian bab yang telah di bahas, yang dapat di berikan penulis bagi perbaikan laporan.

LAMPIRAN

Berisi lembar pengamatan praktikum

MODUL 1B
ANALISA PENGARUH PERLAKUAN KEBISINGAN TERHADAP
HASIL KERJA



LABORATORIUM PERANCANGAN SISTEM KERJA DAN ERGONOMI
PROGRAM STUDITEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG 2021/2022

ANALISA PENGARUH PERLAKUAN KEBISINGAN TERHADAP HASIL KERJA

A. TUJUAN PRAKTIKUM

1. Praktikum dapat mengetahui dan memahami tentang kondisi lingkungan kerja (kebisingan) dapat mempengaruhi hasil suatu pekerjaan.
2. Praktikum dapat mengetahui tingkat intensitas bunyi (kebisingan) yang diijinkan untuk suatu pekerjaan tertentu.
3. Praktikum dapat menganalisis dan mampu membuat suatu rancangan ruang kerja dengan lingkungan kerja yang ergonomic.

B. LANDASAN TEORI

B.1 Pengertian Bunyi dan Ukuran Bunyi

Bunyi adalah fenomena fisis berbentuk gelombang longitudinal yang merambat melalui media udara sehingga dapat sampai ke telinga mengikuti garis lurus kecuali mendapat peredam ataupun dialihkan arahnya karena adanya penghalang.

Ada dua hal yang menentukan kualitas suatu bunyi, yaitu frekuensi dan intensitas bunyi. Frekuensi didefinisikan sebagai jumlah dari gelombang-gelombang yang sampai ke telinga dalam satu detik dan mempunyai satuan Hertz atau jumlah gelombang per detik. Maka suatu sumber bunyi yang menghasilkan 2.000 gelombang per detik dikatakan mempunyai frekuensi 2.000 Hz. Sedangkan intensitas bunyi adalah daya melalui suatu unit luasan dalam ruang dan sebanding dengan kuadrat tekanan suara, biasanya dinyatakan dalam satuan deciBell (dB).

B.2 Kebisingan

Bunyi yang tidak memberikan kenikmatan, disebut kebisingan. Dengan demikian kebisingan dianggap sebagai salah satu polutan yang selalu diprotes karena merupakan salah satu sumber stress dalam industri. Dalam kaitan ini kebisingan memiliki efek yang berbeda terhadap kinerja.

Sumber kebisingan dapat berupa apa saja, mulai dari mesin-mesin di pabrik (suara bernada tinggi dari mesin bubut, suara hampasan dari mesin tekan), suara “klik” dari key board, pesawat yang melintas di angkasa, lalu lintas jalan raya (kendaraan bermotor). Tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh sumber bunyi (*Sound Pressure Level*) dapat dihitung dari perbandingan dari tekanan sumber suara tersebut pada tekanan suara 0,0002 dyne/cm², yaitu tekanan bunyi dengan frekuensi 1.000 Hz yang dapat didengar oleh telinga normal. Biasanya dinyatakan dalam deciBell (dB). Telinga manusia mempunyai sensitivitas yang logaritmik. Oleh karena itu besaran yang dipakai merupakan logaritma intensitas. Tingkat kebisingan atau tingkat tekanan (‘*Sound Pressure Level*’ = SPL)

$$L_p = 10 \log (P_2 / P_{02}) \text{ dB}$$

$$L_p = 20 \log (P / P_0) \text{ dB}$$

P = Tekanan suara yang bersangkutan

P₀ = Tekanan suara standar

Karena deciBell merupakan hasil logaritma, maka tingkat kebisingan tidak dapat dijumlahkan atau dikurangkan secara aljabar melainkan harus melalui analog $L_{tot} = 10 \log [\sum 10^{L_i/10}] \text{ dB}$ Tingkat kebisingan dalam industri ternyata bervariasi terhadap waktu. Ini berarti bahwa kebisingan sesaat tidak dapat dipakai untuk menjelaskan tingkat kebisingan yang terjadi. Untuk itu harus dipakai tingkat kebisingan rata-rata. Pada pengukuran kebisingan industri dan lingkungan dipakai ‘tingkat kebisingan kontinyu ekuivalen ‘ atau yang dikenal dengan singkatan *Leq*, yang dinyatakan dengan :

$$L_{eq} = 10 \log [\sum F_i 10^{L_i/10}] \text{ dB}$$

F_i = Fraksi waktu dengan tingkat ketelitian tertentu

L_i = Tingkat kebisingan terukur

N = Jumlah pengamatan total

Adanya pengaruh kebisingan ini akan menyebabkan penurunan pendengaran. Hal ini jelas akan menghambat arus informasi yang diperlukan dalam pekerjaan. Selain gangguan pendengaran, kebisingan juga menyebabkan terjadinya gangguan psikologis, komunikasi, rasa lelah, mengurangi efisiensi.

Kondisi ini jelas akan menurunkan kinerja perusahaan. Dengan memperhatikan efek - efek negatif akibat adanya kebisingan, maka perlu dilakukan tindakan penjemahan atau dilakukan tindakan preventif dengan memberikan alat sumbat telinga pada pekerja.

B.3 Efek Fisiologis Kebisingan

Ambang batas kebisingan untuk daerah kerja sedikit berbeda antara satu negara dengan negara yang lain tetapi umumnya antara 85 atau 90 dB selama periode 8 jam. Bila lebih dari angka-angka tersebut maka pekerja tidak boleh melebihi periode 8 jam tersebut. Makin tinggi tingkat kebisingan maka makin pendek periode kerjanya. Menurut standar ISO untuk setiap kenaikan 3 dB maka periode yang diijinkan setengah setelah dari 8 jam. Sebagai contoh : bila batas waktu ditetapkan 8 jam untuk tingkat kebisingan 90 dB hanya 2 jam dan 115 dB kurang dari 2 menit. Untuk di Amerika Serikat yang ditetapkan oleh *Occupational Safety and Health Administration* (Badan Kesehatan dan Keselamatan Kerja Amerika Serikat) dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Tingkat Paparan Kebisingan yang Dijinkan

Lama paparan per hari (jam)	Tingkat Kebisingan (dB)
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1	110
0,5	115

Beberapa dampak kebisingan terhadap kinerja terjadi dalam beberapa bentuk :

1. Terganggu

Kebisingan yang terputus-putus pada tingkat kurang lebih 50dB memiliki pengaruh mengganggu yang lebih besar daripada suara yang lebih kontinyu walaupun intensitasnya lebih besar. Kebisingan dalam ruangan jelas lebih mengganggu bila dibandingkan dengan kebisingan di ruang terbuka.

Demikian juga tingkat frekuensinya, semakin tinggi frekuensi semakin besar gangguan yang dirasakan.

2. Kebingungan

Timbul perasaan bingung tanpa disadari akibat adanya kebisingan.

3. Gangguan Komunikasi

Untuk informasi yang sudah biasa diterima pemahaman pembicaraan tidak terganggu bila tingkat suara bicara 10 dB diatas tingkat kebisingan informasi yang tidak bisa dibutuhkan perbedaan sedikitnya 20dB.

4. Perhatian

Kebisingan mempengaruhi tingkat perhatian seseorang.

5. Produktivitas

Dari hasil studi yang cuma sedikit memberikan hasil bahwa kebisingan menyebabkan kecelakaan dan berkurangnya ketepatan. Di bawah ini pada tabel 2. adalah tabel ambang batas kebisingan yang diijinkan untuk ruangan - ruangan yang berbeda keperluannya.

Tabel 2. Jenis Ruangan dan Ambang Batas Kebisingannya

Tipe ruangan	Ambang batas kebisingan (dB)
Ruang konferensi	35
Kantor	40
Laboratorium, ruang inspeksi	50
Kantin	50
Ruang produksi	75
Runag mesin	90

B.4 Pengukuran Kebisingan.

Tujuan dilakukan pengukuran kebisingan adalah untuk memperoleh data kebisingan, sehingga dapat ditentukan tingkat kebisingan dan perbaikan. Secara praktis frekuensi bunyi dapat diukur secara langsung dengan suatu alat ukur yang disebut *Sound level Meter*. Alat ukur ini mempunyai beberapa skala : A, B, C, D, dan E. Dimana skala A, dinyatakan dengan dB (A) menggambarkan korelasi respon subyektif dengan telinga manusia.

B.5 Bentuk-bentuk Kebisingan

1. Kebisingan kontinyu dengan spektrum frekuensi yang luas, misal : kipas angin, dapur pijar.
2. Kebisingan kontinyu dengan spektrum frekuensi yang sempit, misal : gergaji sirkuler, katup gas, dan lain-lain.
3. Kebisingan terputus-putus (*intermittent*), misal : lalu lintas, kapal terbang.
4. Kebisingan impulsif, misalnya : pukulan tukul, tembakan bedil.
5. Kebisingan impulsif berulang, misalnya : mesin tempa kerusakan.
6. Kebisingan dapat berasal dari sumber eksternal (berasal dari luar bangunan atau lokasi) misal kebisingan lalu lintas, industri lain maupun dari sumber internal, misal mesin gerinda, mesin bor. Pada perkantoran kebisingan dapat timbul dari telepon, mesin ketik, printer dan pembicaraan orang.

B.6 Pengendalian Kebisingan

Untuk manajemen kebisingan perlu pengendalian secara teknik maupun administratif.

A. Secara Teknik

1. Pengendalian Suara
2. Pengendalian sepanjang jalur suara, yaitu dengan penempatan lapisan berpori di sepanjang sumber suara akan membantu mengurangi kebisingan. Pembuatan kotak (*Housing*) mesin dengan bahan yang sesuai.
3. Penyumbat telinga

B. Pengendalian secara administratif

Hal ini memfokuskan pada manajemen, misalnya dengan diadakan rotasi pekerja antara tempat bising dengan tempat kerja yang tenang. Pengendalian secara administratif dan teknik sebaiknya digunakan secara bersamaan untuk mencapai tujuan dalam pengendalian kebisingan.

B.7 Pengaruh Tingkat Kebisingan pada Produktivitas

Telinga ternyata lebih sensitif pada frekuensi tinggi dibandingkan pada frekuensi rendah. Dari beberapa penelitian dengan berbagai tingkat kebisingan dan dua

macam frekuensi dan intensitas bunyi (tinggi dan rendah) serta macam pekerjaan (sederhana dan rumit) memberikan hasil:

1. Pada kebisingan dengan frekuensi rendah (suara disel generator) produktivitas kerja seseorang tidak berpengaruh oleh tingkat kebisingan (dB) yang berbeda-beda, bila pekerjaan yang rumit dan memerlukan konsentrasi tinggi. Pada pekerjaan yang rumit dan membutuhkan konsentrasi tinggi produktivitas terpengaruh oleh tingkat kebisingan. Pada tingkat kebisingan 80 dB produktivitas produktivitas kerja tertinggi karena pada kondisi ini kebisingan menjadi simultan bagi pekerja dan menjadi pembangkit kesadaran.
2. pada kebisingan dengan frekuensi tinggi (misal : suara gergaji listrik, gerinda) produktivitas kerja terpengaruh oleh tingkat kebisingan (dB) yang berbeda-beda baik untuk pekerjaan sederhana maupun rumit.

C. ALAT-ALAT PRAKTIKUM

1. Ruang Iklim
2. *Sound Level Meter*
3. *Stop Watch*
4. AC
5. Tape
6. Lampu
7. Speaker

D. PROSEDUR PRAKTIKUM

6. Bagi tugas diantara anggota kelompok yang nantinya akan dilakukan secara bergantian.
 - 1 Orang Operator
 - 1 Orang Timer
7. Membuat tabel perlakuan tingkat kesalahan dari tinggi, sedang dan rendah.
8. Operator melakukan perakitan resistor dengan waktu selama 3 menit, dengan masing – masing pengamatan sebanyak 10 kali.

-
-
9. Timer menghitung waktu sebanyak 3 menit selama operator bekerja melakukan perakitan.
 10. Kemudian timer menghitung jumlah kesalahan perakitan yang dilakukan oleh operator.

FORMAT LAPORAN RESMI

PENETAPAN PERFORMANCE RATING DENGAN METODE SPEED RATING

- BAB I : PENDAHULUAN**
Yang terdiri dari latar belakang masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan.
- BAB II : LANDASAN TEORI**
Landasan teori membahas tentang teori-teori yang dijadikan sebagai landasan. Mencakup pengertian-pengertian dan rumus-rumus yang digunakan.
- BAB III : PENGUMPULAN**
Berisi mengenai data-data yang diperoleh pada saat praktikum perakitan resistor
- BAB IV : PENGOLAHAN DATA**
Berisi mengenai langkah – langkah penyelesaiannya dengan menggunakan rumus – rumus yang telah ditentukan.
- BAB V : ANALISA**
Berisi tentang analisa hasil perhitungan dan penganalisaan
- BAB VI : PENUTUP**
Bab ini meliputi kesimpulan dan saran dari uraian bab yang telah di bahas, yang dapat di berikan penulis bagi perbaikan laporan.

LAMPIRAN

Berisi lembar pengamatan praktikum

MODUL 1C
ANALISIS PENGARUH PENCAHAYAAN TERHADAP HASIL
KERJA



LABORATORIUM PERANCANGAN SISTEM KERJA DAN ERGONOMI
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG 2021/2022

ANALISIS PENGARUH PENCAHAYAAN TERHADAP HASIL KERJA

A. TUJUAN

1. Mengetahui besarnya intensitas cahaya yang tepat untuk suatu jenis pekerjaan.
2. Mengetahui hubungan antara intensitas cahaya dengan output yang dihasilkan.

B. LANDASAN TEORI

Salah satu faktor yang mungkin penting daripada lingkungan kerja yang dapat memberikan kepuasan dan produktifitas kepada karyawan adalah adanya penerangan yang baik. Penerangan yang baik dalam suatu pabrik akan membantu terdapatnya suatu tempat kerja yang aman, membantu dalam melaksanakan atau berhasilnya kegiatan dan membantu dalam menghemat baik penglihatan maupun tenaga serta membantu dalam memberikan semangat bekerja. Efisiensi seorang operator ditentukan pada ketepatan saat melihat dan bekerja, sehingga dapat meningkatkan efektifitas kerja dan dapat memberikan keamanan yang lebih besar.

Tingkat penerangan yang baik merupakan salah satu faktor untuk memberikan keadaan / kondisi penglihatan yang cukup baik. Masih ada beberapa faktor lagi yang mempengaruhi kemampuan kita untuk melihat.

Beberapa diantaranya berhubungan dengan faktor fisik pekerjaan dan tempat kerja, disamping aspek lain seperti kecapaian / kelelahan dan kecepatan memberikan reaksi. Penerangan sering mempengaruhi pembatasan seorang karyawan untuk melihat dengan baik maka dibutuhkan suatu penerangan yang baik. Ciri-ciri penerangan yang baik tersebut mempunyai :

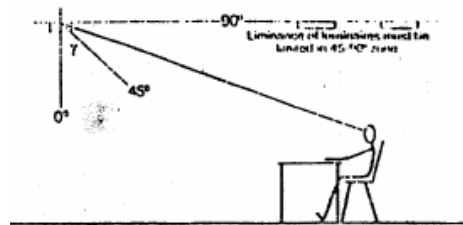
1. Sinar/cahaya yang cukup

Penerangan yang cukup merupakan suatu fungsi dari beberapa variabel yang saling mempengaruhi dalam menentukan kemampuan untuk melihat. Adapun variabel-variabel tersebut adalah: besar suatu obyek (*size of an object*) dan waktu/kecepatan. Besar (*size*) suatu obyek akan sangat menentukan sekali kemampuan untuk melihat dengan jelas. Untuk dapat melihat barang-barang

(obyek) yang kecil dibutuhkan tambahan penerangan yang cukup dan waktu yang agak lama. Peranan dari pada waktu yang agak lama. Peranan daripada waktu yang dibutuhkan dalam melihat ini akan bertambah penting lagi bila obyek yang dilihat dalam keadaan bergerak.

2. Sinar / cahaya yang tidak berkilau dan menyilaukan

Obyek yang dilihat harus terbebas dari cahaya yang menyilaukan. Cahaya yang menyilaukan dapat datang langsung dari sumber cahaya atau dari pemantulan / pengembalian cahaya. Sinar yang berasal dari benda-benda yang karena sifat atau pembawaan dari benda-benda yang terkena cahaya itu sendiri, yaitu mengkilap, licin, halus atau berkilau. Hal inilah yang mengganggu pekerja, karena ia melihat langsung kepada benda itu untuk menyelesaikan pekerjaannya. Keadaan ini dapat ditanggulangi dengan menempatkan kembali pekerjaan-pekerjaan dan sumber-sumber penerangan untuk mengurangi cahaya pantulan yang menuju kepada apa yang sedang dikerjakan. Standart Australia AS 1680 memberikan tingkat - tingkat maximum iluminasi untuk berbagai sudut yang berbeda dari garis vertikal yang sangat rapat dibawah *the luminaire* seperti gambar dibawah. Biasanya tingkat *illuminance* harus dibatasi dalam daerah 45° – 90°. Permukaan kerja yang mengkilap dan lantai yang mengkilap juga perlu menghindari adanya *glare* (silau).

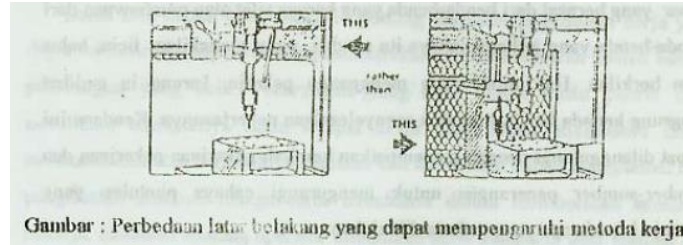


Gambar Iluminasi yang direkomendasikan

3. Tidak terdapat kontras yang tajam

Setiap kita melihat objek harus diusahakan adanya kekontrasan adanya objek yang satu dengan lainnya, serta latar belakang yang terdekat untuk lebih mudah membedakannya. Bila terdapat suatu kontras yang kurang baik, maka keadaan dapat diperbaiki dengan jalan menambah tingkat terangnya cahaya yang

diperlukan . peningkatan kontras mungkin salah satu cara yang lebih efektif dalam upaya meningkatkan kemampuan daya lihat. Latar belakang daerah kerja dibuat sesederhana mungkin. Background yang kacau, yang mempunyai banyak perpindahan seharusnya dihindari dengan menggunakan sekat - sekat seperti diilustrasikan seperti gambar dibawah.



4. Terangnya cahaya (brightness)

Terangnya cahaya yang diperlukan oleh suatu obyek tergantung pada banyaknya cahaya yang dipantulkan dari obyek tersebut ke mata kita. Penglihatan ke suatu bagian sering tergantung dari perbedaan cahaya diantara bagian tersebut dengan latar belakangnya. Perbedaan terangnya cahaya dapat dinyatakan sebagai ratio atau perbandingan terangnya cahaya, makin besar ratio makin cepat tugas dilaksanakan. Untuk efisien dan mudahnya melihat maka penerangan hendaknya mempunyai cahaya terang yang relatif uniform.

5. Distribusi cahaya, bayangan dan pemancaran/penebaran cahaya

Pada umumnya distribusi penerangan yang merata untuk bagian-bagian yang lebih diinginkan didalam industri, karena ini akan memungkinkan fleksibilitas dalam layout dan akan membantu adanya perataan/uniformitas dari terangnya cahaya. Penerangan yang berbintik-bintik atau buram, dengan adanya bagian-bagian yang terang adalah kurang baik, karena mata kita harus selalu mengadakan penyesuaian setiap kali kita melihat perbedaan bagian-bagian tersebut. Banyaknya cahaya yang dipancarkan bervariasi tergantung dengan jenis pekerjaannya.

6. Warna

Warna juga penting untuk penerangan dan penglihatan yang cukup baik. Pengaruh adanya warna akan jelas, dalam keselamatan dan kemudahan dalam

melihat. Jika diadakan pengkoordinasian penerangan dengan baik, pemilihan warna yang baik akan menimbulkan keadaan penglihatan yang cukup baik dengan mengurangi sinar silau, mengawasi kontras yang tajam dan meminimalisir kelelahan mata, warna juga merubah secara psikologis suatu ruangan.

Visi dan Pencahayaan

a. Mata

Mata merupakan alat indra yang sangat vital. Apalagi dalam bekerja peranan mata sangat penting untuk dapat menyelesaikan pekerjaan dengan baik.

Bagian mata yang menerima rangsangan dari luar adalah retina. Retina memiliki 2 jenis penerima yaitu: *the cones* yang masing-masing memiliki urat syaraf yang berhubungan langsung ke otak dan efektif dalam hal penerimaan dan warna cahaya terang, dan *the rod* yang dihubungkan secara berkelompok ke urat syaraf, urat syaraf akan mencapai efektifitas yang paling baik dalam lampu yang terang dan melindungi bagian – bagian penglihatan pada bagian ujung/tepi. Seluruh obyek yang harus diamati dan dipelajari dengan seksama dalam suatu pekerjaan, seharusnya diletakkan saling berdekatan satu dengan lainnya dan pada jarak yang sama dari mata. Informasi lain memberlakukan acuan aktif dan seharusnya ditempatkan langsung tepat didepan suatu posisi yang nyaman dan enak dari kepala, dan selanjutnya dapat untuk menopang kebutuhan, untuk memegang leher didalam posisi yang dibelokkan atau diputarbalikkan dalam periode yang cukup lama.

b. Adaptasi pada perubahan-perubahan tingkatan cahaya

Dalam cahaya terang, kepekaan yang relatif dari mata untuk membedakan warna ditunjukkan seperti gambar. Jika gelap diterima, kepekaan berpindah dengan baik melalui ujung dari spektrum yang berwarna biru. Oleh karena gelap yang diterima mata tidak peka terhadap warna merah, adaptasi gelap tersebut alat-alat yang digunakan pada malam hari seharusnya diperjelas dengan warna merah. Pengaruh dari terangnya suatu obyek tergantung pada keadaan penerimaan dari mata. Jika dalam penglihatan mengandung suatu wilayah yang sangat terang, maka

mata akan cenderung untuk menerimanya, mengurangi kepekaannya sampai ke wilayah lebih gelap.

c. Iluminasi

Penerangan dari suatu obyek tergantung dari suasana terang yang ada disekelilingnya, dimana mata dapat menerima suasana tersebut. Tingkat pencahayaan biasanya diukur dalam istilah *illuminance* atau penerangan, yaitu fluxflux yang berpendar dari suatu sumber cahaya yang dipancarkan pada suatu permukaan per luas permukaan. Pengukuran dilakukan dengan meletakkan sebuah light meter di atas permukaan benda kerja. Satuan internasional unit untuk penerangan adalah lumens/sq metre atau lux (lx). Cahaya yang dipantulkan dari suatu permukaan atau obyek dapat diukur dengan suatu light meter yang ditunjukkan atau diarahkan pada permukaan. Cahaya tersebut bergantung pada intensitas dari sumber dan refleksi dari permukaan.

C. ALAT YANG DIGUNAKAN

Alat-alat yang digunakan dalam praktikum kali ini adalah sebagai berikut :

- a. Lux meter
- b. Lampu
- c. Stopwatch
- d. Objek kerja : Perakitan resistor.
- e. Meja kerja

D. PROSEDUR PRAKTIKUM

1. Bagi tugas diantara anggota kelompok yang nantinya akan dilakukan secara bergantian.
 - 1 Orang Operator
 - 1 Orang Timer
2. Membuat tabel perlakuan tingkat kesalahan dari tinggi, sedang dan rendah.
3. Operator melakukan perakitan resistor dengan waktu selama 3 menit, dengan masing – masing pengamatan sebanyak 10 kali.

-
-
4. Timer menghitung waktu sebanyak 3 menit selama operator bekerja melakukan perakitan.
 5. Kemudian timer menghitung jumlah kesalahan perakitan yang dilakukan oleh operator.

FORMAT LAPORAN RESMI

- BAB I : PENDAHULUAN**
Yang terdiri dari latar belakang masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan.
- BAB II : LANDASAN TEORI**
Landasan teori membahas tentang teori-teori yang dijadikan sebagai landasan. Mencakup pengertian-pengertian dan rumus-rumus yang digunakan.
- BAB III : PENGUMPULAN**
Berisi mengenai data-data yang diperoleh pada saat praktikum perakitan resistor
- BAB IV : PENGOLAHAN DATA**
Berisi mengenai langkah – langkah penyelesaiannya dengan menggunakan rumus – rumus yang telah ditentukan.
- BAB V : ANALISA**
Berisi tentang analisa hasil perhitungan dan penganalisaan
- BAB VI : PENUTUP**
Bab ini meliputi kesimpulan dan saran dari uraian bab yang telah di bahas, yang dapat di berikan penulis bagi perbaikan laporan.

LAMPIRAN

Berisi lembar pengamatan praktikum

MODUL 1D
ANALISIS PENGARUH PERLAKUAN GETARAN TERHADAP
HASIL KERJA



LABORATORIUM PERANCANGAN SISTEM KERJA DAN ERGONOMI
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG 2021/2022

I. TUJUAN PRAKTIKUM

-
-
4. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan getaran terhadap hasil kerja.
 5. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan getaran terhadap kondisi fisiologis kerja.
 6. Praktikum dapat mengetahui tingkat getaran yang diijinkan untuk suatu pekerjaan tertentu.
 7. Praktikum dapat menganalisis dan mampu membuat suatu rancangan ruang kerja dengan lingkungan kerja yang ergonomis.

II. LANDASAN TEORI

2.1. Getaran

Menteri Negara Lingkungan Hidup dalam surat keputusannya mencantumkan bahwa getaran adalah gerakan bolak-balik suatu massa melalui keadaan setimbang terhadap suatu titik acuan, sedangkan yang dimaksud dengan getaran mekanik adalah getaran yang ditimbulkan oleh sarana dan peralatan kegiatan manusia (Kep.MENLH No: KEP-49/MENLH/11/1996).

Pendapat tersebut ditegaskan dalam buku saku Kesehatan dan Keselamatan Kerja dari Sucofindo (2002) yang menyatakan bahwa getaran ialah gerakan *ossillatory*/bolak-balik suatu massa melalui keadaan setimbang terhadap suatu titik tertentu. Dalam kesehatan kerja, getaran yang terjadi secara mekanis dan secara umum terbagi atas:

a. Getaran seluruh badan

Getaran seluruh tubuh biasanya dialami pengemudi kendaraan; traktor, bus, helikopter, atau bahkan kapal. Efek yang timbul tergantung kepada jaringan manusia, seperti: (Sucofindo, 2002)

- a. 3 - 6 Hz untuk bagian thorax (dada dan perut),
- b. 20 - 30 Hz untuk bagian kepala,
- c. 100 - 150 Hz untuk rahang.

Di samping rasa tidak ketidaknyamanan yang ditimbulkan oleh goyangan organ seperti ini, menurut beberapa penelitian, telah dilaporkan efek jangka lama yang menimbulkan osteoarthritis tulang belakang (Harrington dan Gill, 2005).

b. Getaran tangan-lengan.

Getaran jenis ini biasanya dialami oleh tenaga kerja yang diperkerjakan pada:

- a. Operator gergaji rantai,
- b. Tukang semprot, potong rumput,
- c. Gerinda,
- d. Penempa palu.

Menurut buku saku K3 Sucofindo tahun 2002 efek getaran pada tangan ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Kelainan pada peredaran darah dan persyarafan (vibration white finger),
- b. Kerusakan pada persendian dan tulang-tulang.

Efek getaran pada tangan lengan ini lebih mudah dijelaskan daripada menguraikan patofisiologisnya. Efek ini disebut sebagai sindroma getaran tangan lengan (Hand Vibration Arm Syndrome = HVAS) yang terdiri atas:

- a. Efek vaskuler-pemucatan episodik pada buku jari ujung yang bertambah parah pada suhu dingin (fenomena raynaud)
- b. Efek neurologik-buku jari ujung mengalami kesemutan total dan baal. Efek bersifat progresif apabila pemajanan terhadap alat bergetar berlanjut dan menyebabkan, dalam kasus yang parah, gangren. Aneka klasifikasi dan tahapan HVAS sudah dirumuskan. Yang terakhir ialah Modifikasi Stockholm (1987) menurut skala Taylor and Elmeier (1974) seperti ditampilkan dalam tabel berikut:

Tabel 1. Klasifikasi Stockholm Dua Tahap untuk Sindroma Getaran Tangan Lengan (a) Tahapan Fenomena Raynaud Akibat Dingin

Tahapan	Derajat	Uraian
0		Tidak ada serangan
1	Ringan	Serangan berkali-kali hanya pada satu ujung jari atau lebih
2	Sedang	Serangan sekali-kali pada falang distal dan tengah (jarang juga proksimal) dari satu jari

		atau lebih
3	Berat	Serangan sering pada semua falang dari sebagian besar jari
4	Sangat Berat	Seperti tahap 3, dengan perubahan tropik kulit pada sebagian besar jari.

Di samping itu, sangat bermanfaat untuk menilai luasnya keterlibatan buku jari dengan menggunakan skala yang diusulkan oleh Griffin (1982). Kepucatan, kebaalan, kesemutan dan perubahan warna dapat dinilai secara terpisah (Harrington dan Gill, 2005).

Besaran getaran dinyatakan dalam akar rata-rata kuadrat percepatan dalam satuan meter per detik ($m/detik^2$ rms). Frekuensi getaran dinyatakan sebagai putaran per detik (Hz). Getaran seluruh tubuh biasanya dalam rentang 0,5 - 4,0 Hz dan tangan-lengan 8-1000 Hz (Harrington dan Gill, 2005).

Vibrasi atau getaran, dapat disebabkan oleh getaran udara atau getaran mekanis misalnya mesin atau alat-alat mekanis lainnya, oleh sebab itu dapat dibedakan dalam 2 bentuk:

1. Vibrasi karena getaran udara yang pengaruh utamanya pada akustik.
2. Vibrasi karena getaran mekanis mengakibatkan timbulnya resonansi/turut bergetarnya alat-alat tubuh dan berpengaruh terhadap alat-alat tubuh yang sifatnya mekanis pula (Gabroel, 1996).

Penjalaran vibrasi mekanik melalui sentuhan/kontak dengan permukaan benda yang bergerak, sentuhan ini melalui daerah yang terlokasi (*tool hand vibration*) atau seluruh tubuh (*whole body vibration*). Bentuk *tool hand vibration* merupakan bentuk yang lazim di dalam pekerjaan.

Efek getaran terhadap tubuh tergantung besar kecilnya frekuensi yang mengenai tubuh :

3 – 9 Hz : akan timbul resonansi pada dada dan perut

- 6 – 10 Hz : Dengan intensitas 0,6 gram, tekanan darah, denyut jantung, pemakaian O₂ dan volume perdenyut sedikit berubah. Pada intensitas 1,2 gram terlihat banyak perubahan sistem peredaran darah.
- 10 Hz : Leher, Kepala, pinggul, kesatuan otot dan tulang akan beresonansi
- 13 – 15 Hz : tenggorokan akan mengalami resonansi
- < 20 Hz : Tonus otot akan mengikat, akibat kontraksi statis ini otot menjadi lemah, rasa tidak enak dan kurang ada perhatian.

2.2. Baku Tingkat Getaran

Baku tingkat getaran adalah batas maksimal tingkat getaran yang diperbolehkan dari usaha atau kegiatan pada media padat sehingga tidak menimbulkan gangguan terhadap kenyamanan dan kesehatan serta keutuhan bangunan. Begitu juga dengan batas maksimal tingkat getaran kereta api seyogyanya tidak akan mengganggu terhadap kenyamanan dan kesehatan masyarakat sekitarnya, disaat kereta api lewat getaran yang dirasakan harus dalam taraf tidak mengganggu, sehingga tetap menjamin kenyamanan. Penetapan baku tingkat getaran ini telah diatur dalam suatu Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-49/MENLH/11/1996 sebagai berikut:

Tabel 2. Baku Tingkat Getaran untuk Kenyamanan dan Kesehatan

Frekuensi (Hz)	Nilai Tingkat Getaran, da Frekuensi lam Mikron (10-6 meter)			
	Tidak mengganggu	Mengganggu	Tidak Nyaman	Menyakitkan
4	< 100	100 -500	> 500-1000	> 1000
5	< 80	80 - 350	> 350-1000	> 1000
6.3	< 70	70-275	> 275-1000	> 1000
8	< 50	50-160	> 160 -500	> 500
10	< 37	37 - 120	> 120 -300	> 300
12.5	< 32	32 -90	> 90-220	> 220
16	< 25	25 - 60	> 60-120	> 120
20	< 20	20 - 40	> 40- 85	> 85
25	< 17	17 -30	> 30- 50	> 50
31.5	< 12	12 -20	> 20- 30	> 30
40	< 9	9-15	> 15- 20	> 20
50	< 8	8-12	> 12- 15	> 15
63	< 6	6 -9	> 12- 15	> 12

Sumber: Himpunan Peraturan di Bidang Pengendalian Dampak Lingkungan Konversi:
percepatan $= (2\delta f)^2 \times \text{simpangan}$ kecepatan $= 2\delta f \times \text{simpangan}$

$$\delta = 3,14$$

C. ALAT YANG DIGUNAKAN

Alat-alat yang digunakan dalam praktikum kali ini adalah sebagai berikut :

- a. vibration meter
- b. Meja getar
- c. Stopwatch
- d. Objek kerja : Perakitan resistor.
- e. Meja kerja

D. PROSEDUR PRAKTIKUM

1. Bagi tugas diantara anggota kelompok yang nantinya akan dilakukan secara bergantian.
 - 1 Orang Operator
 - 1 Orang Timer
2. Membuat tabel perlakuan tingkat kesalahan dari tinggi, sedang dan rendah.
3. Operator melakukan perakitan resistor dengan waktu selama 3 menit, dengan masing – masing pengamatan sebanyak 10 kali.
4. Timer menghitung waktu sebanyak 3 menit selama operator bekerja melakukan perakitan.
5. Kemudian timer menghitung jumlah kesalahan perakitan yang dilakukan oleh operator.

FORMAT LAPORAN RESMI

BAB I : PENDAHULUAN

Yang terdiri dari latar belakang masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Landasan teori membahas tentang teori-teori yang dijadikan sebagai landasan. Mencakup pengertian-pengertian dan rumus-rumus yang digunakan.

BAB III : PENGUMPULAN

Berisi mengenai data-data yang diperoleh pada saat praktikum perakitan resistor

BAB IV : PENGOLAHAN DATA

Berisi mengenai langkah – langkah penyelesaiannya dengan menggunakan rumus – rumus yang telah ditentukan.

BAB V : ANALISA

Berisi tentang analisa hasil perhitungan dan penganalisaan

BAB VI : PENUTUP

Bab ini meliputi kesimpulan dan saran dari uraian bab yang telah di bahas, yang dapat di berikan penulis bagi perbaikan laporan.

LAMPIRAN

Berisi lembar pengamatan praktikum

MODUL II
BIOMEKANIKA DALAM PERANCANGAN SISTEM KERJA



LABORATORIUM PERANCANGAN SISTEM KERJA DAN ERGONOMI
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG 2021/2022

BIOMEKANIKA DALAM PERANCANGAN SISTEM KERJA

I. Tujuan Praktikum

1.1 Tujuan Umum

Dari praktikum ini diharapkan praktikan mampu mengintegrasikan berbagai pertimbangan ergonomi, khususnya dari sisi biomekanika dalam merancang berbagai sistem kerja untuk menghasilkan rancangan yang efektif, nyaman, sehat dan efisien (ENASE).

1.2 Tujuan Khusus

Dari praktikum ini diharapkan praktikan mampu menggunakan konsep dan teknik RWL (Recommended Weight Limit) dalam merancang gerakan-gerakan perpindahan alat dan benda kerja yang ergonomis.

II. Landasan Teori

Dalam sistem kerja, manusia berperan sebagai sentral yakni sebagai perencana, perancang, pelaksana, pengendali dan pengevaluasi sistem kerja, sehingga untuk dapat menghasilkan rancangan sistem kerja yang baik perlu dikenali sifat-sifat, keterbatasan serta kemampuan yang dimiliki manusia. Ergonomi adalah ilmu yang sistematis dalam memanfaatkan informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang sistem kerja. Dengan ergonomi, penggunaan dan penataan peralatan/fasilitas dapat lebih efektif serta memberikan kepuasan kerja. Dilihat dari sisi rekayasa, informasi hasil penelitian ergonomi dapat dikelompokkan dalam lima bidang penelitian, yaitu :

1. Antropometri
2. Biomekanika
3. Fisiologi
4. Penginderaan
5. Lingkungan fisik kerja

2.1 Biomekanika

Selain memperhatikan faktor antropometri, seorang perancang juga harus memperhatikan faktor biomekanika dan fisiologi manusia, sebagai suatu hal yang bersifat variatif dan akan menjadi pembatas rancangan. Biomekanika pada dasarnya mempelajari kekuatan, ketahanan, kecepatan dan ketelitian manusia dalam melakukan kerjanya. Faktor ini sangat berhubungan dengan pekerjaan yang bersifat *material handling*, seperti pengangkatan dan pemindahan barang secara manual atau pekerjaan lain yang dominan menggunakan otot tubuh. Meskipun kemajuan teknologi telah banyak membantu aktivitas manusia, namun ada beberapa pekerjaan yang tetap membutuhkan fisik yang cukup besar, misalnya penanganan atau pemindahan material secara manual. Usaha fisik yang besar ini banyak mengakibatkan kecelakaan kerja, yang menjadi isu besar dinegara-negara industri belakangan ini. Sebuah lembaga yang menangani masalah KATIGA di Ame.rika, NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health) melakukan analisis terhadap kekuatan manusia dalam mengangkat atau memindahkan beban, merekomendasikan batas beban yang dapat diangkat oleh manusia tanpa menimbulkan cedera meskipun pekerjaan tersebut dilakukan secara berulang-ulang dan dalam jangka waktu yang cukup lama.. Rekomendasi NIOSH tahun 1991 tersebut adalah sebagai berikut:

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

Dimana :

RWLH = batas beban yang direkomendasikan

LC = konstanta pembebanan = 23 kg

HM = factor pengali horizontal = 25/H

VM = factor pengali vertical = | 1-0.03 | V-75

DM = factor pengali perpindahan = 0.82+4.5/D

AM = factor pengali asimetrik = 1-0.0032 A

FM = factor pengali frekuensi

CM = factor pengali kopling

Besarnya CM dan FM dapat dilihat pada table 1 dan table 2 Berdasarkan penelitian terakhir, yang dicantumkan dalam revisi NIOSH *guidelines* dikemukakan 2 buah faktor pengali yang mempengaruhi berat beban yang boleh diangkat adalah :

1. Faktor pengali asimetrik yaitu pemindahan dengan postur diluar postur sagital dengan membentuk suatu sudut (maksimal 90°)
2. Pengali kopling, berdasarkan penelitian yang dilakukan, pengaruh adanya handel pada RWL mengakibatkan pengurangan beban dalam pemindahan beban.

Untuk pekerja Indonesia, terdapat perbedaan untuk VM, sebagai berikut :

1. Untuk pengangkatan dengan ketinggian awal dibawah 69 cm

$$VM = 1 - 0.0132 (V - 69)$$

2. Untuk pengangkatan dengan ketinggian awal diatas 69 cm

$$VM = 1 - 0.0145 (69 - V)$$

Perancangan *workspace* harus memperhatikan batasan-batasan ini, karena factor jarak merupakan salah satu factor yang mempengaruhi RWL.

Tabel 1 Faktor pengali Kopling

Coupling Type	V < 75 cm	V > 75 cm
<i>Good</i>	1.00	1.00
<i>Fair</i>	0.95	1.00
<i>Poor</i>	0.90	0.90

Tabel 2 Faktor pengali frekuensi

Frek (Lift/Min)	Work Duration					
	≤ 1 Jam		1 – 2 Jam		2 – 8 Jam	
	V ≤ 75	V ≥ 75	V ≤ 75	V ≥ 75	V ≤ 75	V ≥ 75
0.2	1.00	1.00	0.95	0.95	0.85	0.85
0.5	0.97	0.97	0.92	0.92	0.71	0.71
1	0.94	0.94	0.98	0.98	0.75	0.75
2	0.91	0.91	0.84	0.84	0.65	0.65
3	0.88	0.88	0.79	0.79	0.55	0.55
4	0.84	0.84	0.72	0.72	0.45	0.45
5	0.80	0.80	0.60	0.60	0.35	0.35
6	0.75	0.75	0.50	0.50	0.27	0.27
7	0.70	0.70	0.42	0.42	0.22	0.22
8	0.60	0.60	0.35	0.35	0.18	0.18
9	0.52	0.52	0.30	0.30	0.00	0.15
10	0.45	0.45	0.26	0.26	0.00	0.13
11	0.41	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.37	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
> 15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Sumber : waters, 1994

Untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan pada pengangkatan beban (lifting) dilakukan ;

1. Penerapan prinsip-prinsip biomekanika
2. Kurangi berat dari benda yang ditangani
3. Manfaatkan dua atau lebih orang untuk memindahkan barang yang berat
4. Ubahlah aktivitas jika mungkin sehingga lebih mudah, ringan dan tidak berbahaya
5. Minimasi jarak horizontal antara tempat mulai dan berakhir pada pemindahan barang
6. Material terletak tidak lebih tinggi dari bahu
7. Kurangi frekuensi pemindahan
8. Berikan waktu istirahat
9. Berlakukan rotasi kerja terhadap pekerjaan yang sedikit membutuhkan tenaga
10. Rancang kontainer agar mempunyai pegangan yang dapat dipegang dekat dengan tubuh
11. Benda yang berat dijaga agar diangkat setinggi lutut

Studi biomekanika dapat diterapkan pada :

1. Merancang kembali pekerjaan yang sudah ada
2. Mengevaluasi pekerjaan
3. Penyaringan pegawai
4. Tugas-tugas penanganan kerja secara manual
5. Pembebanan statis
6. Penentuan sistem waktu

III. Alat dan Bahan

1. Beban pengangkatan untuk simulasi RWL
2. Form lembar pengamatan
3. Alat tulis

IV. Prosedur Praktikum

Praktikum dilaksanakan oleh dua orang atau lebih sebagai perwakilan shift, dengan prosedur sebagai berikut :

1. Satu orang praktikan bertindak sebagai operator pemindah bahan dan satu orang lagi sebagai pencatat hasil simulasi.
2. Lakukan simulasi pengangkatan untuk perhitungan RWL dengan berbagai kombinasi dari situasi berikut ini; (titik acuan adalah titik tengah di antara dua tumit).

Beban yang diangkat	: 4 kg, 11 kg, 14kg
Jarak horizontal (jarak dari titik berat badan)	: 15 cm dan 30 cm
Jarak awal dari lantai	: 0 cm, 30 cm, 75 cm
Tinggi tujuan dari posisi beban awal	: + 25 cm

3. Catat hasil simulasi tersebut.

Tugas

- 1 Buatlah gambar semua simulasi pengangkatan yang dilakukan selama perhitungan ?
- 2 Hitunglah RWL untuk semua simulasi pengangkatan ?
- 3 Menghitung L I ?

FORMAT LAPORAN RESMI

Setelah menyelesaikan seluruh rangkaian praktikum, praktikan diminta untuk membuat laporan dengan format sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Maksimal 3 halaman

BAB II LANDASAN TEORI

Maksimal 5 halaman

BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

3.1 Perhitungan RWL untuk setiap posisi yang disimulasikan. Gambarkan posisi awal dan posisi akhir pemindahan bahan (tampak atas, tampak samping, dan tampak depan)

BAB IV ANALISA DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Analisis hasil RWL dengan kriteria Biomekanika

4.2 Analisis pengaruh jarak horisontal, jarak vertikal, ketinggian, frekuensi pengangkatan, posisi pemindahan, dan efek kopling terhadap RWL

BAB V PENUTUP

LAMPIRAN

Referensi

1. Galer.LA.R, *Applied Ergonomics Handbook*, Butterworths, 1989
2. Kroemer, K>H>E., *et al.* rgonomica : How to Design For Eaw and Efficiency. *Prentice Hall. New Jersey*, 1984.
3. Mc. Cormic & Ernest J., *Human Factors in Engineering and Design*. Me Graw liill, New York. *1994*.
4. Nebel, B.W and Freivalds, A., *Method, Standards and Work Design*, 9[^] Ed, Me Graw Hill, New York. 1999.
5. Proceeding, *Lokakarya I - III Methods Engineering*. Laboratorium Perancangan Kerja & Ergonomi, Teknik Industri - ITB, 1994 - 1996.
6. Roebuck, John. *Anthropometric Methods : Designing to Fit the Human Body*, Human factors and Ergonomics Society, 1995

-
7. Sutalaksana, et. Al. *Teknik 7 a/a Cara Kerja^ MV* - ITB, 1979
 8. Laboratory of Eastmen Kodak Co, The Human Factors Section Health, Safety & Human Factors, *Ergononnc Design/or People at Work*, Vol. .1, Lifetime Learning Publicatilns, California, 1983.
 9. Waters, Thomas, et. Al. *Aplication Manual for the Revised NIOSH f/ifting Equatiot*). Januari, 1994

FORM LEMBAR PENGAMATAN

BIOMEKANIKA DALAM PERANCANGAN SISTEM KERJA

Pengangkatan Beban Secara Manual

Nama Kelompok :

Kelompok :

No	Berat Badan	H	V	D	A	t1	t2	t3	Kopling
						(untuk mencari frekuensi pengangkatan dengan satuan angkatan per menit)			

MODUL III
PENGUKURAN KERJA SECARA FISIOLOGIS



LABORATORIUM PERANCANGAN SISTEM KERJA DAN ERGONOMI
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG 2021/2022

PENGUKURAN KERJA SECARA FISIOLOGIS

I. Tujuan Praktikum

1.1 Tujuan Umum

Dari praktikum ini, praktikan diharapkan :

1. Memahami perbedaan beban kerja/cara kerja dapat berpengaruh terhadap aspek fisiologi manusia.
2. Mampu melakukan pengukuran kerja dengan menggunakan metode fisiologi.
3. Menentukan besar beban kerja, berdasarkan kriteria fisiologi.
4. Merancang sistem kerja dengan memanfaatkan hasil pengukuran kerja dengan metode fisiologi.

1.2 Tujuan Khusus

Dari praktikum ini, praktikan diharapkan :

1. Mampu membuat grafik yang menghubungkan antara intensitas beban kerja, (lari pada kecepatan atau kemiringan tertentu) dengan *heartrale* dan lama waktu pemulihan (*recovery period*).
2. Mampu menghitung lama waktu istirahat total (*total rest time*).
3. Mampu menghitung besar *energy expenditure* pada suatu pekerjaan tertentu berdasarkan intensitas *heart rate*.
4. Mampu menentukan besar beban kerja untuk pekerjaan tertentu.

II. Landasan Teori

Secara garis besar terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hasil kerja (performansi) manusia dapat dibagi atas 2 kelompok, yaitu :

1. Faktor-faktor diri (individual), seperti sikap, sifat, sistem nilai, karakteristik fisik, minat, motivasi, usia, jenis kelamin, pendidikan, pengalaman, dan lain-lain.
2. Faktor-faktor situasional, seperti lingkungan fisik, mesin dan peralatan, metode kerja, dan lain-lain.

Kerja manusia bersifat mental dan fisik yang masing-masing mempunyai intensitas yang berbeda-beda. Tingkat intensitas yang terlampau tinggi memungkinkan pemakaian energi yang berlebihan, sebaliknya intensitas yang terlalu rendah menimbulkan rasa bosan dan jenuh. Karena itu perlu diupayakan tingkat intensitas yang optimum yang ada diantara kedua batas ekstrim tadi dimana tingkat optimum untuk masing-masing individu akan berbeda. Pekerjaan seperti operator yang bertugas memantau panel kontrol termasuk pekerjaan fisik dengan intensitas yang rendah namun intensitas mental tinggi, sebaliknya pekerjaan *material handling* secara manual, intensitas fisiknya tinggi namun intensitas mentalnya rendah.

Tingkat intensitas kerja optimum, umumnya dilaksanakan apabila tidak ada tekanan (*stress*) dan ketegangan (*strain*). Tekanan di sini berkenaan dengan beberapa aspek dan aktivitas manusia atau dan lingkungannya yang terjadi akibat reaksi individu tersebut mendapatkan beberapa keinginan yang tidak sesuai. Sedangkan ketegangan merupakan konsekuensi logis yang harus diterima oleh individu sebagai akibat dari tekanan.

2.1 Pengukuran Kerja Dengan Metode Fisiologis

Dalam suatu kerja fisik, manusia akan menghasilkan perubahan dalam konsumsi oksigen, *heart rate*, temperatur dan perubahan senyawa kimia dalam tubuh.

Kerja fisik ini dikelompokkan oleh Davis dan Miller :

1. Kerja total seluruh tubuh, yang mempergunakan sebagian besar otot biasanya melibatkan dua pertiga atau tiga perempat otot tubuh.
2. Kerja sebagian otot, yang membutuhkan lebih sedikit *energy expenditure* karena otot yang digunakan lebih sedikit.
3. Kerja otot statis, yaitu otot yang digunakan untuk menghasilkan gaya tetapi tanpa kerja mekanik. Membutuhkan kontraksi sebagian otot.

Sampai saat ini, metode pengukuran fisik dilakukan dengan menggunakan standar;

1. Konsep *Horse - Power (fool-pounds of work per minute)* oleh Taylor, tapi tidak memuaskan.
2. Tingkat konsumsi energi untuk mengukur pengeluaran energi.
3. Perubahan tingkat kerja jantung dan konsumsi oksigen (metode terbaru).

Tiffin mengemukakan kriteria-kriteria yang dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh pekerjaan terhadap manusia dalam suatu sistem kerja, yaitu kriteria faali, kriteria kejiwaan dan kriteria hasil kerja.

1. Kriteria faali meliputi : kecepatan denyut jantung, konsumsi energi, tekanan darah, tingkat penguapan, temperatur tubuh, komposisi kimia dalam darah dan air seni. Kriteria ini digunakan untuk mengetahui perubahan fungsi alat-alat tubuh selama bekerja.
2. Kriteria kejiwaan meliputi : pengujian tingkat kejiwaan pekerja, seperti tingkat kejemuan, emosi motivasi, sikap dan lain-lain. Kriteria kejiwaan digunakan untuk mengetahui perubahan kejiwaan yang timbul selama bekerja.
3. Kriteria hasil kerja meliputi : pengukuran hasil kerja yang diperoleh dari pekerja. Kriteria ini digunakan untuk mengetahui pengaruh seluruh kondisi kerja dengan melihat hasil yang diperoleh dari pekerja.

2.2 Kerja Fisik Dan Mental

Secara garis besar, kegiatan-kegiatan kerja manusia dapat dikelompokkan menjadi kerja fisik (otot) dan kerja mental (otak). Pemisahan ini tidak dapat dilakukan secara sempurna, karena terdapat hubungan yang erat antara satu dengan yang lainnya. Apabila dilihat dari energi yang dikeluarkan, kerja mental murni .relatif lebih sedikit mengeluarkan energi dibandingkan dengan kerja fisik.

Kerja fisik akan mengakibatkan perubahan pada fungsi alat-alat tubuh, yang dapat dideteksi melalui perubahan :

1. Konsumsi oksigen
2. Denyut jantung

-
3. Peredaran darah dalam paru-paru
 4. Temperatur tubuh
 5. Konsentrasi asam laktat dalam darah
 6. Komposisi kimia dalam darah dan air seni
 7. Tingkat penguapan dan faktor lainnya

Kerja fisik mengakibatkan pengeluaran energi yang berhubungan erat dengan konsumsi energi. Konsumsi energi pada waktu kerja biasanya ditentukan dengan cara tidak langsung, yaitu dengan pengukuran :

1. Kecepatan denyut jantung
2. Konsumsi oksigen

Hubungan kecepatan jaitung dengan aktivitas lainnya seperti :

1. Tekanan darah
2. Aliran darah
3. Komposisi kimia dalam darah
4. Temperatur tubuh
5. Tingkat penguapan
6. Jumlah udara yang dikeluarkan oleh paru-paru

2.3 Konsumsi Energi

Bilangan nadi atau denyut jantung merupakan perubah yang penting dan pokok, baik dalam penelitian lapangan maupun dalam penelitian laboratorium. Dalam hal ini penentuan konsumsi energi, biasa digunakan parameter indeks kenaikan bilangan kecepatan denyut jantung. indeks ini merupakan perbedaan antara kecepatan denyut jantung pada waktu kerja tertentu dengan kecepatan jantung pada saat istirahat.

Untuk merumuskan hubungan antara $f_{iwryy} \text{ uxciiUiltirn}$ dengan kecepatan denyut jantung dilakukan pendekatan kuantitatif hubungan antara $\text{energy}' \text{ expeniJitiirc}$ dengan kecepatan denyut jantung dengan menggunakan analisis regresi. Bentuk regresi hubungan energi dengan kecepatan denyut jantung secara umum adalah regresi kuadratis dengan persamaan sebagai berikut :

$$Y = 1,80411 - 0,0229038 X + 4,71733.10^{-4}X^2$$

dimana:

Y = energi (kilokalori per menit)

X = kecepatan denyut jantung (denyut per menit)

Setelah besaran kecepatan denyut jantung disetarakan dalam bentuk energi, maka konsumsi energi untuk kegiatan kerja tertentu bisa dituliskan dalam bentuk matematis sebagai berikut:

$$\mathbf{KE = Et - Ei}$$

diamana :

KE = konsumsi energi untuk suatu kegiatan kerja tertentu (kilokalori / menit)

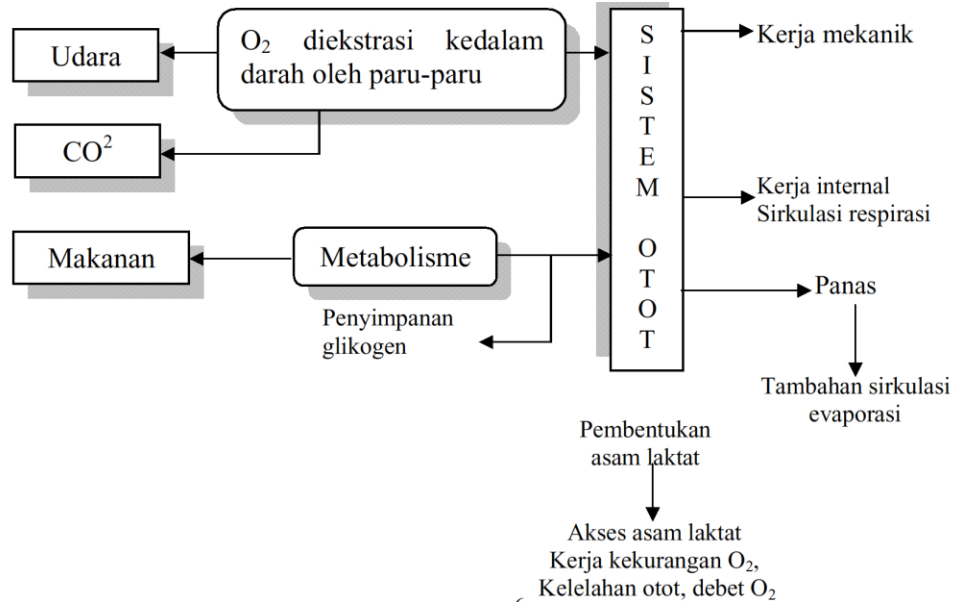
Et = pengeluaran energi pada saat waktu kerja tertentu (kilokalori / menit)

Ei = pengeluaran energi pada saat istirahat (kilokalori / menit)

Dengan demikian konsumsi energi pada waktu kerja tertentu merupakan selisih antara pengeluaran energi pada waktu kerja tersebut dengan pengeluaran energi pada waktu istirahat. Aktivitas Otot mengubah fungsi sebagai berikut :

1. Denyut jantung (*hear/ fate*)
2. Tekanan darah
3. Output jantung (*cardiac output* dalam liter/menit)
4. Komposisi kimia dalam darah dan urine
5. Temperatur tubuh
6. *Pespitation rate*
7. Ventilasi paru-paru (*piilmonaty ventilation* dalam liter/menit)
8. Konsumsi

Penjelasan sederhana tentang sistem konversi input udara, makanan dan air diberikan pada bagan alir yang ditunjukkan berikut ini:



Konversi Energi ntama antara lain :

Paru-paru :

Udara dihirup, oksigen ditransfer pada aliran darah paru-paru yang kemudian digunakan untuk metabolisme makanan dan melepaskan energi.

Otot :

Oksigen dalam darah diubah menjadi CO₂ dengan bentuk asam laktat ketika pemasukan oksigen tidak cukup memadai. Asam laktat menyebabkan kelelahan otot.

Permukaan tubuh :

Pada temperatur 27 °C (81°F) dan kerja normal maka panas dalam tubuh akan berkurang 75 % lewat konveksi dan radiasi, 25 % lewat evaporasi oleh paru-paru. Efisiensi aliran udara pada kulit berkebalikan secara proporsionai dengan kelembaban relatif.

Prosess digestive :

Makanan dan minuman diabsorpsi oleh sistem yang stabil. Makanan memberikan sistem *storage* dan minuman menjaga keseimbangan air.

2.4 Unit Kerja Fisiologis

Pengeluaran energi, kerja fisiologis dan biaya fisiologis berkaitan erat dengan konsumsi oksigen. Hal ini dapat diukur secara langsung dalam liter/menit atau secara tidak langsung dalam detak jantung/menit. Unit satuan dasar yang digunakan adalah pengeluaran kalori dalam gram kalori/menit. Astrand dan Cristensen menyelidiki pengeluaran energi dari tingkat detak jantung dan menemukan bahwa ada hubungan langsung antara keduanya. Tingkat pulsa dan detak jantung per menit dapat digunakan untuk menghitung pengeluaran energi.

2.5. Siklus Kerja Fisiologi

Jika denyut nadi dipantau selama istirahat, maka waktu pemulihan untuk beristirahat meningkat sejalan dengan beban kerja. Dalam keadaan yang ekstrim, pekerja tidak mempunyai waktu istirahat yang cukup sehingga mengalami kelelahan yang kronis. Murrell membuat metoda untuk menentukan waktu istirahat sebagai kompensasi dari pekerjaan fisik :

$$R = \frac{T(W - S)}{W - 1,5}$$

dimana:

R = waktu istirahat yang dibutuhkan dalam menit

T = total waktu kerja dalam menit

W = konsumsi energi rata-rata untuk bekerja dalam kal/menit

S = pengeluaran energi rata-rata yang direkomendasikan dalam kkal/menit
(biasanya 4 atau 5 kkal/menit)

2.6. Kurva Pemulihan

Untuk menghindari kerugian pengukuran pekerja ketika bekerja, dapat digunakan perubahan tingkat denyut selama pemulihan. Kurva pemulihan tingkat denyut jantung menunjukkan :

1. Tekanan fisiologis
2. Aptitude fisik dari subjek
3. Keberadaan kelelahan fisiologis
4. Kelelahan fisiologis saat rangkaian periode kerja diamati

Dengan melakukan pengukuran pada titik dapat ditunjukkan bahwa :

1. Untuk pemulihan normal : pengukuran dari denyut pertama ke denyut ketiga sama atau lebih besar dari 10 denyut/menit. Ketiga denyut nadi sama atau lebih kecil dari 90 denyut/menit.
2. Tanpa pemulihan : penurunan dari denyut pertama ke denyut ketiga atau lebih kecil dari 10 denyut/menit. Denyut nadi ketiga diatas 90 denyut/menit.

2.7. Menentukan Waktu-Waktu Dengan Metode Fisiologis

Waktu baku biasanya ditentukan dengan metode *lime study*, data waktu baku atau penentuan awal waktu yang umum, sehingga operator kualitas rata-rata terlatih, dan berpengalaman dapat memproduksi pada level sekitar 125% saat intensive diberikan. Diharapkan bahwa hampir 96% dari operator yang dapat bekerja pada performansi 100% dengan jauh lebih mudah daripada bekerja lainnya. Sebagai hasilnya mungkin beberapa orang yang memiliki performansinya hanya 110-115%. Waktu baku ditentukan dengan tugas, pekerjaan yang spesifik dan jejas dimensinya. Pengukuran fisiologis dapat dipergunakan untuk membandingkan *wsl energy'* pada suatu pekerjaan yang memenuhi waktu baku, dengan pekerjaan serupa yang tidak baku, tetapi perbandingan harus dibuat untuk orang yang sama. Dr. Lucien Brouha telah membuat tabel klasifikasi beban kerja, dalam reaksi fisiologi, untuk menentukan berat ringannya suatu pekerjaan.

Work Load	Oxygen Consumption in liters per minute	Energy expenditure in calories per minute	Heart rate during work in beats per minute
Light	0.5-1.0	2.5-5.0	60-100
Moderate	1.0-1.5	5.0-7.5	100-125
Heavy	1.5-2.0	7,5-10.0	125-150
Very heavy	2.0-2.5	10.0-12.5	150-175

2.8. Tingkat Energi

Terdapat 3 tingkat energi fisiologis yang umum, yaitu istirahat, limit kerja aerobik dan kerja anaerobik. Pada tahap istirahat pengeluaran energi yang diperlukan untuk mempertahankan kehidupan tubuh yang disebut tingkat metabolis. Hal tersebut mengukur perbandingan oksigen yang masuk dalam paru-paru dengan karbondioksida yang keluar. Berat tubuh dan luas permukaan adalah faktor penentu yang dinyatakan dalam kilokalori/area permukaan/jam. Rata-rata manusia mempunyai berat badan 65 kg dan mempunyai area permukaan 1.77 m² memerlukan energi besar sebesar 1 kkal/menit.

Kerja disebut aerobik bila suplai oksigen pada otot sempurna. Jika suplai tidak sempurna, sistem akan kekurangan oksigen dan kerja menjadi anaerob. Hal ini dipengaruhi oleh aktivitas fisiologis yang dapat ditingkatkan melalui latihan.

2.9. Aktifitas Dan Tingkat Energi

Energi (kkal/menit)	1	2.5	5	7.5	10
Detak (jantung/mnt)	60	75	100	125	150
Oksigen (liter/mnt)	0.2	0.5	1	1.5	2
	Metabolisme Basal	Kerja ringan	Jalan (6,5 kph)	Kerja Berat	Naik pohon
	Istirahat	Duduk	Angkat roda 100kg	Bekerja di tambang	Membuat tungku
	Tidur	Mengendarai mobil			Berjalan di bulan

Klasifikasi Beban Kerja D;in Reaksi Fisiologis

Tingkat Pekerjaan	Energi		Detak jantung	Konsmnsi en.
	Kkal/menit	Kkal/8 jam		
Undully heavy	> 12.5	>6000	> 175	>2.5
Very heavy	10.00-12.5	4800-6000	150-175	2.0-2.5
Heavy	7.5-10.00	3600-4800	125-150	i.5-2.0
Moderate	5.0-7.5	2400-3600	100-125	10-1 S
Light	2.5-5.0	1200-2400	60-100	0.5-1.0
Very Light	<2.5	< 1200	<60	<0.5

2.10. Fatigue (Kelelahan)

Fatigue adalah salah satu kelelahan yang terjadi pada syaraf otot-otot manusia sehingga tidak dapat beriiingsi sebagaimana mestinya. Makin berat beban yang dikerjakan dan semakin tidak teraturnya pergerakan, maka timbulnya fatigue akan lebih cepat. Timbulnya fatigue ini perlu dipelajari untuk menentukan tingkat kekuatan otot manusia, sehingga kerja yang akan dilakukan atau dibebankan dapat sesuai dengan kemampuan otot tersebut. Ralph. M. Bames menggolongkan kelelahan dalam 3 bagian, yaitu :

1. Perasaan lelah
2. Kelelahan karena fungsi fisiologis dalam tubuh
3. Menurunnya kemampuan kerja

Pada dasarnya kelelahan terjadi jika kemampuan otot telah berkurang dan mengalami puncaknya bila otot-otot sudah tak mampu lagi bergerak (kelelahan sempuma). Faktor-faktor yang mempengaruhi fatigue :

1. Besarnya tenaga yang dikeluarkan
2. Kecepatan
3. Cara dan sikap melakukan kegiatan
4. Jenis kegiatan
5. Jenis kelamin
6. Umur

Fatigue dapat diukur dengan :

1. Mengukur kecepatan denyut jantung dan pernafasan
2. Mengukur tekanan darah, peredaran udara dalam paru-paru, jumlah oksigen yang digunakan, jumlah karbondioksida yang dihasilkan, temperatur badan, komposisi kimia dalam urine dan darah
3. Menggunakan alat penguji kelelahan *Riken Fatigue Indicator* dengan ketentuan pengukuran elektroda iogam tes variasi perubahan air liur (saliva) karena lelah .

III. Alat dan Bahan

1. Sepeda statis dan treadmill
2. Alat pengukuran denyut nadi (pulse meter)
3. Stopwatch

IV. Prosedur Praktikum

Percobaan 1

PENGUKURAN DENYUT NADI SEBAGAI AKIBAT PERUBAHAN BEBAN FISIOLOGI

1. Pilih satu orang praktikan dan masing-masing kelompok yang memiliki postur tubuh yang ideal untuk pengujian fisik
2. Ukur denyut nadi pada saat istirahat (Dno)
3. Pasang pulse meter pada jari untuk mengukur denyut nadi
4. Lakukan praktikum dengan menggunakan sepeda statis sesuai dengan kecepatan rata-rata 20 m/menit dengan beban ditentukan oleh asisten selama 8 menit dengan istirahat 10 menit.
5. Pada saat bersepeda, 1 orang praktikan mencatat denyut jantung pada waktu yang ditentukan dan 1 orang mengamati pulsemeter
6. Ukur denyut nadi pada menit ke 1,2,3,4,5,6,7,8,9 dan menit ke 10, masing-masing selama dan setelah selesai melakukan praktikum (saat istirahat)

Percobaan 2

PENGUKURAN DENYUT NADI! SERTA LAMANYA WAKTU UNTUK PEMULIHAN (RECOVERY PERIOD)

1. Pilih satu orang praktikan dari masing-masing kelompok yang memiliki postur tubuh yang ideal untuk pengujian fisik
2. Ukur denyut nadi pada saat istirahat (Dno).
3. Pasang pulse meter untuk mengukur denyut nadi
4. Lakukan praktikum dengan menggunakan sepeda statis pada tingkat beban 1N dengan kecepatan rata-rata 20 m/menit selama 8 menit dan istirahat selama 10 menit. Kegiatan ini diulangi sebanyak 3 kali. Tidak ada selang waktu antara istirahat pertama dengan kerja kedua, dan istirahat kedua dengan kerja ketiga.
5. Pada saat bersepeda 1 orang praktikan mencatat denyut jantung pada waktu yang telah ditentukan, dan 1 orang mengamati pulsemeter.
6. Ukur denyut nadi pada menit ke 1,2,3,,4,5,6,7,8,9 dan menit 10, masing-masing selama dan setelah selesai melakukan praktikum (saat istirahat)

Tugas

1. Plot data pengukuran denyut nadi pada saat recovery period maupun pada saat bekerja dalam grafik maupun kurva !
2. Hitung konsumsi energi dan waktu istirahat yang dibutuhkan intuk tiap masing-masing percobaan !

FORMAT LAPORAN RESMI

BAB I PENDAHULUAN

Maksimal 3 halaman

BAB II LANDASAN TEORI

Maksimal 5 halaman

BAB III PENGUMPULAN DATA

- 3.1. Data denyut nadi awal dan pada saat akan melakukan kerja berdasarkan waktu pada percobaan
- 3.2. Data denyut nadi pada periode pemulihan (*recovery period*) pada percobaan 1 dan 2
- 3.3. Data denyut nadi awal dan pada saat melakukan kerja pada percobaan 1 dan 2

BAB IV PENGOLAHAN DATA

- 4.1. Data dari percobaan 1, buat grafik yang menunjukkan hubungan antara *heart rate* terhadap waktu (menit) dalam 1 grafik dengan 2 tingkat pembebanan
- 4.2. Buat grafik kurva pemulihan dan grafik siklus kerjanya untuk percobaan I dan 2
- 4.3. Dari data percobaan 2 buat grafik yang menunjukkan hubungan antara *heart rate* terhadap waktu (menit)

BAB V ANALISIS

- 5.1. Dari tiap grafik yang ada dari 4.1 s.d 4.3
 - 5.1.1. Bandingkan perbedaan yang terjadi pada intensitas *heart rate* maupun lamanya periode pemulihan, kaitkan dengan pengaruh beban fisiologis
 - 5.1.2. Bandingkan perbedaan yang terjadi pada konsumsi energi maupun lamanya periode pemulihan
 - 5.1.3. Interpretasikan kurva pemulan
 - 5.1.4. Jelaskan munculnya fatigue (kelelahan) pada percobaan ini
- 5.2. Berdasarkan 4.1 tentukan beban pekerjaan tersebut. Uraikan dengan penjelasannya

-
-
- 5.3. Bila beban kerja tersebut dilakukan selama 1 jam, hitunglah lamanya waktu istirahat total yang diperlukan untuk mengkompensasikan kerja tersebut !
(gunakan nilai maksimum energi cost = 4 kkal)
 - 5.4. Bandingkan perbedaan yang terjadi pada konsumsi energi maupun lamanya periode pemulihan dan kaitkan dengan presentasi total *rest time* serta siklus kerja fisiologisnya.
 - 5.5. Jelaskan manfaat perhitungan 5.3 dalam merancang kerja !

BAB VI PENUTUP

LAMPIRAN

Referensi

1. Barnes, Ralph M. *Motion & Time Study: Design & Measurement of Work*. John Wiley & Sons. New York. 1980.
2. Kroemer, K. H. E., *Ergonomics : How to Design For Ease and Efficiency*. Prentice Hall. New Jersey. 1994.
3. Mc.Cormick & Earnest J. *Human Factors in Engineering and Design*. Me. Graw Hill .New york. 1992.
4. Sutalaksana, Iftikar, et al. *Teknik Tata Cara Kerja*, Jurusan Teknik Industri, ITB-Bandung. 1979.

LEMBAR PENGAMATAN

**DATA DENYUT NADI AWAL (Dno) DAN PADA SAAT MELAKUKAN
KERJA BERDASARKAN WAKTU PADA PERCOBAAN**

BEBAN KERJA : 4 N

Menit Ke	Denyut / menit
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

BEBAN KERJA : 8 N

Menit Ke	Denyut / menit
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

**DATA DENYUT NADI PADA PERIODE PEMULIHAN (RECOVERY
PERIOD) PADA PERCOBAAN I DAN PERCOBAAN II
PERCOBAAN II**

OPERATOR :

BEBAN KERJA : 4 N

Menit Ke	Denyut / menit
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

BEBAN KERJA : 8 N

Menit Ke	Denyut / menit
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

BEBAN KERJA : 4 N

Menit Ke	Denyut / menit
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

BEBAN KERJA : 8 N

Menit Ke	Denyut / menit
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

MODUL IV
ANTHROPOMETRI DALAM PERANCANGAN SISTEM KERJA



LABORATORIUM PERANCANGAN SISTEM KERJA DAN ERGONOMI
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG 2021/2022

ANTHROPOMETRI DALAM PERANCANGAN SISTEM KERJA

I. Tujuan Praktikum

1.1. Tujuan Umum

Dari praktikum ini diharapkan praktikan dapat mengintegrasikan berbagai pertimbangan ergonomi, khususnya dari sisi anthropometri untuk menghasilkan rancangan sistem kerja yang efektif, nyaman, sehat dan efisien (ENASE).

1.2. Tujuan Khusus

Melalui praktikum ini, praktikan diharapkan dapat :

1. Mengaplikasikan metode pengukuran anthropometri dalam perancangan sistem kerja.
2. Mengidentifikasi data-data dimensional tubuh manusia, termasuk menentukan sample yang dibutuhkan dalam merancang stasiun kerja, serta mampu menggunakan berbagai alat anthropometri untuk pengambilan data-data tersebut.
3. Menggunakan metode pengolahan data anthropometri untuk mendapatkan informasi yang diperlukan untuk perancangan sistem kerja.
4. Merancang berbagai ruang kerja (work space) dari sistem kerja berdasarkan data anthropometri yang diperoleh.

II. Landasan Teori

Dalam sistem kerja, manusia berperan sebagai sentral yaitu sebagai perencana, perancang, pelaksana, pengendali dan pengevaluasi sistem kerja, sehingga untuk dapat menghasilkan rancangan sistem kerja yang baik perlu dikenal sifat-sifat, keterbatasan serta semua kemampuan yang dimiliki oleh Ergonomi adalah ilmu yang sistematis dalam memanfaatkan informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang sistem kerja. Dengan ergonomi, penggunaan dan penataan peralatan/fasilitas dapat lebih efektif serta memberikan kepuasan

kerja. Dilihat dari sisi rekayasa, informasi hasil penelitian ergonomi dapat dikelompokkan dalam 4 bidang penelitian yaitu :

1. Penelitian Tentang Display

Display merupakan alat yang menyajikan informasi tentang lingkungan yang dikomunikasikan dalam bentuk tanda-tanda atau lambang-lambang. Display terbagi menjadi 2 macam, display dinamis dan display statis. Display statis adalah display yang memberikan informasi tanpa dipengaruhi oleh variabel waktu, contohnya peta, denah, dll. Sedangkan display dinamis adalah display yang dipengaruhi oleh variabel waktu, contohnya speedometer yang memberikan informasi kecepatan sepeda motor/mobil dalam setiap kondisi.

2. Penelitian Tentang Kekuatan Fisik Manusia

Penelitian ini mencakup pengukuran kekuatan/daya tahan fisik manusia ketika bekerja dan mempelajari bagaimana cara kerja serta peralatan harus dirancang agar sesuai dengan kemampuan fisik manusia ketika melakukan aktivitas tersebut. Penelitian ini merupakan bagian dari biomekanik.

3. Penelitian Tentang Ukuran/Dimensi dari Tempat Kerja

Penelitian ini diarahkan untuk mendapatkan ukuran tempat kerja yang sesuai dengan ukuran tubuh manusia. Hal ini berkaitan dengan pengukuran anthropometri.

4. Penelitian Tentang Lingkungan Fisik Kerja

Pengukuran ini berkenaan dengan perancangan kondisi lingkungan fisik dari ruangan dan fasilitas-fasilitas, dimana manusia bekerja. Hal ini meliputi pencahayaan, suara, warna, temperature, kelembaban, bau-bauan serta getaran pada suatu fasilitas kerja.

2.1. Anthropometri

Anthropometri merupakan pengetahuan yang menyangkut pengukuran tubuh manusia khususnya dimensi tubuh dan aplikasi yang menyangkut geometri fisik, massa dan kekuatan tubuh manusia. Permasalahan variasi dimensi anthropometri

seringkali menjadi faktor dalam menghasilkan rancangan yang sesuai untuk penggunaannya.

Dimensi tubuh manusia dipengaruhi oleh beberapa faktor yang menjadi bahan pertimbangan dalam menentukan sample data yang akan diambil. Faktor-faktor tersebut antara lain:

1. Umur

Ukuran tubuh manusia akan berkembang dari saat lahir sampai kira-kira umur 20 tahun untuk pria dan 17 tahun untuk wanita. Kemudian ukuran tubuh manusia akan berkurang setelah usia 60 tahun.

2. Jenis kelamin

Pada umumnya pria mempunyai dimensi tubuh yang lebih besar daripada wanita, kecuali pada bagian pinggul dan dada.

3. Suku bangsa

Variasi dimensi tubuh manusia akan terjadi karena pengaruh etnis/ras.

4. Pekerjaan dan aktivitas sehari-hari yang berpengaruh

Pengukuran anthropometri dibagi menjadi dua bagian yaitu :

1. Anthropometri Statis

Pengukuran dilakukan pada tubuh manusia pada posisi diam.

2. Anthropometri Dinamis

Pengukuran dilakukan terhadap posisi tubuh pada saat tubuh melakukan gerakan-gerakan kerja (dalam posisi dinamis) dengan memperhatikan gerakan-gerakan yang mungkin terjadi pada saat pekerja tersebut melakukan kegiatannya.

2.2. Metode Perancangan dengan Anthropometri

Tahapan perancangan sistem kerja menyangkut *work space design* dengan memperhatikan faktor anthropometri adalah sebagai berikut :

1. Menentukan tujuan perancangan dan kebutuhannya (establish requirement).
2. Mendefinisikan dan mendeskripsikan populasi pemakai.
3. Pemilihan sample yang akan diambil datanya.

-
-
4. Penentuan kebutuhan data (dimensi-dimensi system kerja yang akan dirancang).
 5. Penentuan sumber data (dimensi tubuh yang akan diambil) dan pemilihan persentil yang akan dipakai.
 6. Penyiapan alat ukur anthropometri.
 7. Pengambilan data.
 8. Pengolahan data :
 - Uji kenormalan data
 - Uji keseragaman data
 - Uji kecukupan data
 - Perhitungan persentil data (persentil kecil, rata-rata & besar)
 9. Visualisasi rancangan dengan memperhatikan aspek-aspek :
 - Posisi tubuh secara normal
 - Kelonggaran (pakaian dan ruang)
 - Variasi gerak
 10. Analisa hasil rancangan.

III. Peralatan dan Bahan

Peralatan dan bahan untuk pengukuran anthropometri pada praktikum ini adalah:

1. Kursi Anthropometri.
2. Alat ukur anthropometri dimensi tangan dan kaki.
3. Archymetri.
4. Meteran.
5. Penggaris, alat tulis.
6. Lembar Pengamatan.

IV. Prosedur Praktikum

Praktikum ini terdiri dari :

1. Pengambilan data anthropometri praktikan.
2. Perancangan tempat kerja (work space) sesuai dengan prosedur anthropometric method.

Pengambilan data anthropometri :

1. Praktikan diperkenalkan dengan alat-alat ukur anthropometri yang ada dan petunjuk penggunaannya. Lakukan pengukuran terhadap berbagai variabel dimensi tubuh praktikan, sesuai dengan petunjuk asisten praktikum dan pedoman pengukuran data anthropometri terlampir. Perhatikan dengan baik cara pengukuran dan pembacaan hasil, sehingga data yang diperoleh benar-benar valid.
2. Tuliskan data hasil pengukuran pada lembar pengamatan yang tersedia.

PEDOMAN PENGUKURAN DATA ANTHROPOMETRI

A. Pengukuran Data Anthropometri Statis

A.1. Posisi : Duduk Samping

No	Data Yang Diukur	Cara Pengukuran
1	Tinggi duduk tegak	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung atas kepala. Subyek duduk tegak dengan pandangan lurus ke depan dan lutut membentuk sudut siku-siku.
2	Tinggi duduk normal	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung atas kepala. Subyek duduk normal dengan pandangan lurus ke depan dan lutut membentuk sudut siku-siku.
3	Tinggi mata duduk	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung bagian dalam. Subyek duduk tegak dengan pandangan lurus ke depan.
4	Tinggi bahu duduk	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung tulang bahu yang menonjol pada saat subyek duduk tegak.
5	Tinggi siku duduk	Ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung bawah siku kanan. Subyek duduk tegak

		dengan lengan atas vertikal disisi badan dan lengan bawah membentuk sudut siku-siku.
6	Tinggi siku duduk	Subyek duduk tegak, ukur jarak vertikal dan permukaan alas duduk sampai pucuk belikat bawah.
7	Tinggi pinggang	Subyek duduk tegak, ukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai pinggang.
8	Tebal perut	Subyek duduk tegak, ukur jarak samping dari belakang perut sampai depan perut.
9	Tebal paha	Subyek duduk tegak, ukur jarak dari permukaan alas duduk sampai permukaan atas pangkal paha.
10	Tinggi popliteal	Ukur jarak vertikal dari lantai sampai bagian bawah paha.
11	Pantat popliteal	Subyek duduk tegak, ukur jarak horizontal dari bagian terluar pantat sampai lekukan lutut sebelah dalam (popliteal). Paha dan kaki bagian bawah membentuk sudut siku-siku.
12	Pantat ke lutut	Subyek duduk tegak, ukur jarak horizontal dari bagian terluar pantat sampai lutut. Paha dan kaki bagian bawah membentuk sudut siku-siku. (point 11 + tebal lutut).

A.2. Posisi : Duduk Menghadap ke Depan

No	Data Yang Diukur	Cara Pengukuran
1	Lebar Bahu	Ukur jarak horizontal antara kedua lengan atas. Subyek duduk tegak dengan lengan atas merapat ke badan dan lengan bawah direntangkan ke depan.
2	Lebar Pinggul	Subyek duduk tegak. Ukur jarak horizontal dari bagian terluar pinggul sisi kiri sampai bagian terluar pinggul sisi kanan.

3	Lebar Sandaran Duduk	Ukur jarak horizontal antara kedua tulang belikat. Subyek duduk tegak dengan lengan atas merapat ke badan dan lengan bawah direntangkan ke depan.
4	Lebar Pinggang	Subyek duduk tegak. Ukur jarak horizontal dari bagian terluar pinggang sisi kiri sampai bagian terluar pinggang sisi kanan.
5	Siku ke Siku	Subyek duduk tegak dengan lengan atas merapat ke bawah direntangkan ke depan. Ukur jarak horizontal dari bagian terluar siku sisi kiri sampai bagian terluar siku sisi kanan.

A.3. Posisi : Berdiri

No	Data Yang Diukur	Cara Pengukuran
1	Tinggi badan tegak	Jarak vertikal telapak kaki sampai ujung kepala yang paling atas sementara subyek berdiri tegak dengan mata memandang lurus ke depan.
2	Tinggi mata berdiri	Ukur jarak vertikal dari lantai sampai ujung mata bagian dalam (dekat pangkal hidung). Subyek berdiri tegak dan memandang lurus ke depan.
3	Tinggi bahu berdiri	Ukur jarak vertikal dari lantai sampai bahu yang menonjol pada saat subyek berdiri tegak.
4	Tinggi siku berdiri	Ukur jarak vertikal dari lantai ke titik pertemuan antara lengan atas dan lengan bawah. Subyek berdiri tegak dengan kedua tangan tergantung secara wajar.
5	Tinggi pinggang berdiri	Ukur jarak vertikal dari lantai sampai pinggang pada saat subyek berdiri tegak.
6	Jangkauan	Tangan menjangkau ke atas setinggi-tingginya. Ukur

	tangan ke atas	jarak vertikal dari lantai sampai ujung jari tengah pada saat subyek berdiri tegak.
7	Panjang lengan Bawah	Subyek berdiri tegak, tangan di samping, ukur jarak dari siku sampai pergelangan tangan.
8	Tinggi lutut berdiri	Ukur jarak vertikal dari lantai sampai lutut pada saat subyek berdiri tegak.
9	Tebal dada berdiri	Subyek berdiri tegak, ukur jarak dari dada (bagian ulu hati) sampai punggung secara horizontal.
10	Tebal perut berdiri	Subyek berdiri tegak, ukur (menyamping) jarak dari perut depan sampai perut belakang secara horizontal.
11	Berat badan	Menimbang dengan posisi normal diatas timbangan badan.

A.4. Posisi : Berdiri dengan Tangan Lurus ke Depan

No	Data Yang Diukur	Cara Pengukuran
1	Jangkauan tangan ke depan/atas	Ukur jarak horizontal dari punggung sampai ujung jari tengah. Subyek berdiri tegak dengan beatis, pantat dan punggung merapat ke dinding, tangan direntangkan secara horizontal ke depan/atas.

A.5. Posisi : Berdiri dengan Kedua Tangan D direntangkan

No	Data Yang Diukur	Cara Pengukuran
1	Rentangan tangan	Ukur jarak horizontal dari ujung jari terpanjang tangan kiri sampai ujung jari terpanjang tangan kanan. Subyek berdiri tegak dan kedua tangan direntangkan horizontal ke samping sejauh mungkin.

A.6. Pengukuran Jari Tangan

No	Data Yang Diukur	Cara Pengukuran
1	Panjang jari 1, 2, 3, 4, 5	Diukur dari masing-masing pangkal ruas jari sampai ujung jari. Jari-jari subyek merentang lurus dan sejajar.
2	Pangkal ke tangan	Diukur dari pangkal pergelangan tangan sampai pangkal ruas jari. Lengan bawah sampai telapak tangan subyek lurus.
3	Lebar jari 2, 3, 4, 5	Diukur dari sisi jari telunjuk sampai sisi luar jari kelingking. Jari-jari subyek lurus dan rapat satu sama lain.
4	Lebar telapak tangan (metacarpal)	Diukur dari sisi luar jari telunjuk sampai sisi luar jari kelingking. (posisi seperti pada no. 3).
5	Lebar telapak tangan (maksimal)	Diukur dari sisi luar ibu jari sampai sisi luar jari kelingking. (posisi seperti pada no. 3).
6	Panjang telapak tangan	Diukur dari ujung jari tengah sampai pangkal pergelangan tangan.
7	Diameter genggam (Maksimal)	Diukur diameter genggaman tangan pada tirus yang paling maksimum.
8	Lebar maksimal	Diukur dari ujung ibu jari sampai ujung kelingking dengan telapak tangan direntangkan semaksimal mungkin.
9	Lebar fungsional maksimum	Diukur dari ujung ibu jari dalam sampai ujung jari manis dalam (merupakan posisi maksimum dimana tangan masih bisa untuk menggenggam).
10	Tebal telapak	Diukur dari punggung tangan sampai sebelum ibu jari.

	tangan	
--	--------	--

A.7 Pengukuran Kaki

No	Data yang Diukur	Cara Pengukuran
1	Panjang telapak kaki	Diukur dari ujung ibu jari sampai ujung tumit.
2	Panjang telapak lengan kaki	Diukur dari ujung tumit sampai tumpuan pijakan kaki.
3	Panjang kaki sampai jari kelingking	Diukur dari ujung jari kelingking sampai ujung tumit.
4	Lebar kaki	Diukur dari bagian dalam kaki sampai bagian luar kaki pada tumpuan pijakan.
5	Lebar tangkai kaki	Diukur dari bagian dalam kaki sampai bagian luar kaki pada tumit.
6	Tinggi mata kaki	Diukur dari telapak kaki sampai mata kaki.
7	Tinggi bagian tengah telapak kaki	Diukur dari telapak kaki sampai punggung kaki.
8	Jarak horizontal tangkai mata kaki.	Diukur dari telapak kaki sampai pangkal kaki.

A.8. Pengukuran Kepala

No	Data Yang Diukur	Cara Pengukuran
----	------------------	-----------------

1	Panjang kepala	Diukur dari ujung tulang yang menonjol ditengah - tengah atas mata sampai belakang mata.
2	Lebar kepala	Diukur dari bagian samping kepala sedikit di atas telinga sampai bagian samping kepala lainnya.
3	Diameter maksimal dari dagu	Diukur menyamping dari ujung dagu sampai bagian kepala yang paling tinggi/max.
4	Dagu ke puncak kepala	Diukur dari ujung dagu sampai ke ujung atas kepala.
5	Telinga ke puncak kepala	Diukur dari bagian tengah telinga sampai ke ujung atas kepala.
6	Telinga ke belakang kepala	Diukur dari bagian tengah telinga sampai belakang kepala.
7	Antara dua telinga	Diukur dari bagian tengah telinga kiri sampai ke bagian tengah telinga kanan.
8	Mata ke puncak kepala	Diukur dari mata sampai ke ujung atas kepala.
9	Mata ke belakang kepala	Diukur dari ujung mata bagian luar sampai ke belakang kepala.
10	Antara dua pupil mata	Diukur jarak antara dua pupil mata.
11	Hidung ke puncak kepala	Diukur dari ujung hidung sampai ke ujung atas kepala.
12	Hidung ke belakang kepala	Diukur dari ujung hidung sampai ke bagian belakang kepala.
13	Mulut ke puncak kepala	Diukur dari tengah-tengah mulut sampai ke ujung atas kepala.

14	Lebar mulut	Diukur jarak antara kedua ujung bibir secara horizontal.
15	Keliling leher	Diukur sekeliling leher yang paling dekat ke pundak.

B. Pengukuran Anthropometri Dinamis

No	Data yang Diukur	Cara Pengukuran
1	Putaran lengan	Ukur sudut putaran lengan tangan bagian bawah dari posisi awal sampai ke putaran maksimum. Posisi awal lengan tangan bagian bawah ditekuk ke kiri semaksimal mungkin, kemudian diputar ke kanan sejauh mungkin. Kemudian putar dari posisi awal ke kiri sejauh mungkin.
2	Putaran telapak tangan	Ukur sudut putaran cengkeraman jari tangan. Posisi awal jari-jari mencengkeram batang tengah busur. Kemudian diputar ke kanan sejauh mungkin (pergelangan dan lengan tangan tetap diam). Lalu dengan cara yang sama diputar ke kiri sejauh mungkin.
3	Sudut telapak kaki	Ukur sudut putaran vertical telapak kaki. Posisi awal, telapak kaki siku-siku dengan betis, kemudian diputar ke bawah sejauh mungkin. Kaki kembali ke posisi awal lalu ujung kaki dinaikkan setinggi mungkin. Total putaran vertical telapak kaki adalah $\beta = \beta_1 + \beta_2$

LEMBAR PENGAMATAN

1. Pengukuran Anthropometri Statis/Dimensi Tubuh

Nama :
Kelompok :
Umur :
Jenis Kelamin :
Suku Bangsa :

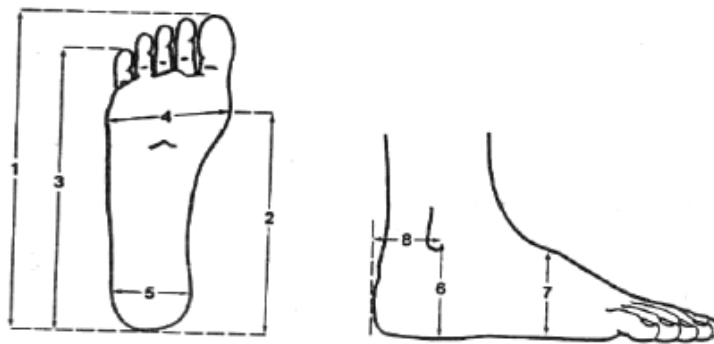
No	Data Yang Diukur	Simbol	Hasil Pengukuran
1	Tinggi duduk tegak	Tdt	
2	Tinggi duduk normal	Tdn	
3	Tinggi mata duduk	Tbd	
4	Tinggi bahu duduk	Tmd	
5	Tinggi siku duduk	Tsd	
6	Tinggi sandaran punggung	Tsp	
7	Tinggi pinggang	Tpg	
8	Tebal perut	Tpd	
9	Tebal paha	Tp	
10	Tinggi popliteal	Tpo	
11	Pantat popliteal	Pp	
12	Pantat ke lutut	Pkl	
13	Lebar bahu	Lb	
14	Lebar pinggul	Lsd	
15	Lebar sandaran duduk	Lp	
16	Lebar pinggang	Lpg	
17	Siku ke siku	Sks	
18	Tinggi badan tegak	Tbt	

19	Tinggi mata berdiri	Tmd	
20	Tinggi bahu berdiri	Tbhd	
21	Tinggi siku berdiri	Tsb	
22	Tinggi pinggang berdiri	Tpgb	
23	Tinggi lutut berdiri	Tlp	
24	Panjang lengan bawah	Plb	
25	Panjang telapak tangan	Ptt	
26	Tebal dada berdiri	Tdb	
27	Tebal perut berdiri	Tpb	
28	Berat badan	Bb	
29	Jangkauan tangan ke depan	Jta	
30	Jangkauan tangan ke atas	Jtd	
31	Rentangan tangan	Rt	
32	Panjang jari 1, 2, 3, 4, 5	Pj	
33	Pangkal ke tangan	Pkt	
34	Lebar jari 2, 3, 4, 5	Lj	
35	Lebar telapak tangan (metacarpal)	Lt	
36	Lebar telapak tangan (maksimal)	Ltm	
37	Panjang telapak tangan	Ptt	
38	Diameter genggang (maksimal)	Dg	
39	Lebar maksimal	Lm	
40	Lebar fungsional maksimum	Lfm	
41	Tebal telapak tangan	Ttt	
42	Panjang telapak kaki	Ptk	

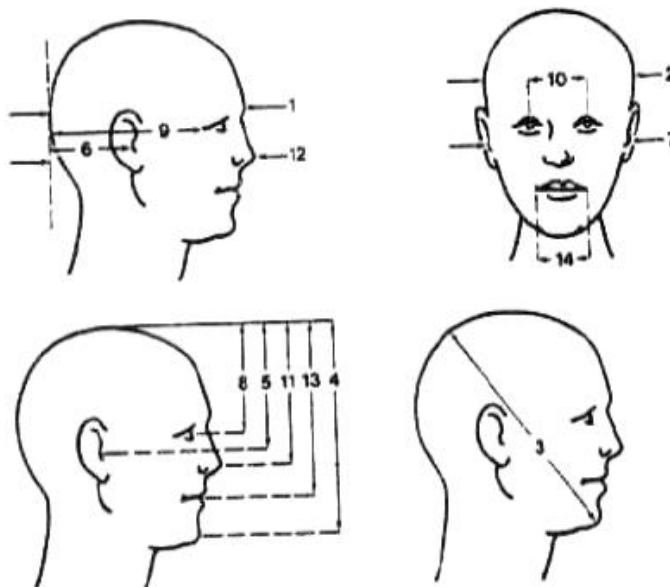
43	Panjang telapak lengan kaki	Ptl	
44	Panjang kaki sampai jari kelingking	Pkk	
45	Lebar kaki	Lk	
46	Lebar tangkai kaki	Ltk	
47	Tinggi mata kaki	Tmk	
48	Tinggi bagian tengah telapak kaki	Ttk	
49	Jarak horizontal tangkai mata kaki.	Hmk	
50	Panjang kepala	Pk	
51	Lebar kepala	Lkp	
52	Diameter maksimal dari dagu	Dmd	
53	Dagu ke puncak kepala	Dpk	
54	Telinga ke puncak kepala	Tpk	
55	Telinga ke belakang kepala	Tbk	
56	Antara dua telinga	Adt	
57	Mata ke puncak kepala	Mpk	
58	Mata ke belakang kepala	Mbk	
59	Antara dua pupil mata	Dpm	
60	Hidung ke puncak kepala	Hpk	
61	Hidung ke belakang kepala	Hbk	
62	Mulut ke puncak kepala	Mpl	
63	Lebar mulut	Lm	
64	Keliling leher	Kl	

2. Pengukuran Anthropometri Dinamis

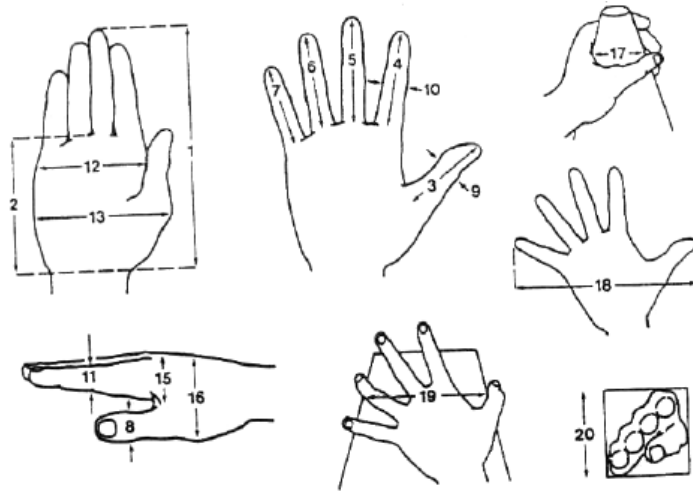
No	Data yang di ukur	Simbol	Hasil Pengukuran
1	Putaran lengan kanan	Pln	
2	Putaran lengan kiri	Pli	
3	Putaran telapak tangan atas	Ptta	
4	Putaran telapak tangan mendatar	Pttm	
5	Sudut telapak kaki	Stk	



Antropometri Kaki.



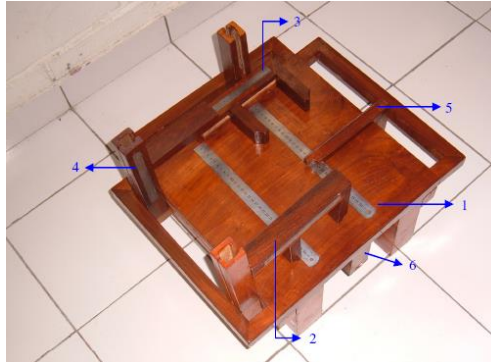
Antropometri Kepala.



Antropometri tangan

PENGGUNAAN ALAT UKUR ANTROPOMETRI DIMENSI STATIS TANGAN DAN KAKI

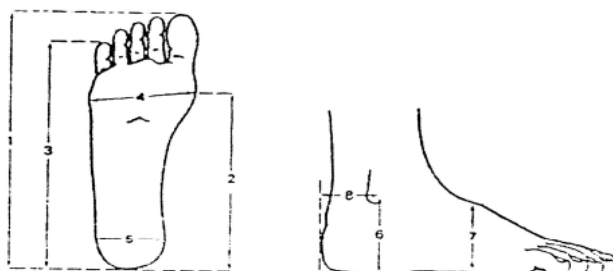
Bagian-Bagian Dari Alat Ukur Antropometri Dimensi Tangan Dan Kaki



Gambar 1
Alat ukur antropometri dimensi tangan dan kaki

Keterangan Gambar :

1. Nomer 1 : Pijakan kaki, pijakan kaki ini selain digunakan untuk meletakkan kaki pada alat ukur juga untuk mengukur panjang telapak kaki dan panjang kaki sampai jari kelingking.
2. Nomer 2 : Alat pencengkeram lebar kaki, digunakan untuk mengukur lebar dari kaki.
3. Nomer 3 : Alat pencengkeram tangkai kaki, digunakan untuk mengukur lebar Tangkai kaki dan juga untuk mengukur jarak horisontal tangkai mata kaki
4. Nomer 4 : Pembatas bagian tengah telapak kaki, digunakan untuk mengukur tinggi bagian tengah telapak kaki dan tinggi mata kaki.
5. Nomer 5 : Pembatas panjang telapak kaki, digunakan untuk memberi pembatas pada ujung jari kaki yang terpanjang, serta untuk memberi batasan pada panjang telapak tangan kaki sehingga memudahkan dalam pengukuran.
6. Nomer 6 : Meteran tangan, digunakan untuk mengukur dimensi-dimensi pada tangan kecuali lebar fungsional maksimum dan diameter genggam.



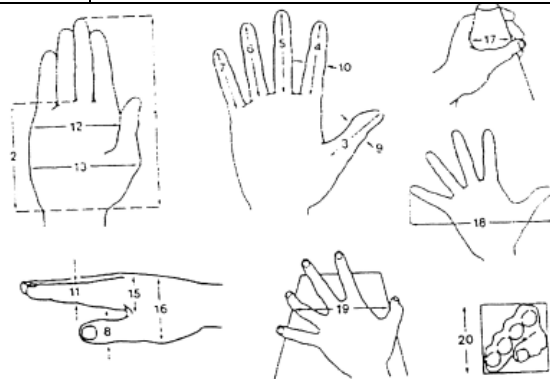
Antropometri Kaki.

Gambar 2 Pengukuran Anthropometri Kaki (Nurmianto, 1998)

Tabel 1 Pengukuran Jari Kaki

No	Data yang Diukur	Cara Pengukuran
1	Panjang telapak kaki	Diukur dari ujung ibu jari sampai ujung tumit.
2	Panjang telapak lengan kaki	Diukur dari ujung tumit sampai tumpuan pijakan kaki.
3	Panjang kaki sampai jari kelingking	Diukur dari ujung jari kelingking sampai ujung tumit.
4	Lebar kaki	Diukur dari bagian dalam kaki sampai bagian luar kaki pada tumpuan pijakan.
5	Lebar tangkai kaki	Diukur dari bagian dalam kaki sampai bagian luar kaki pada tumit.
6	Tinggi mata kaki	Diukur dari telapak kaki sampai mata kaki.
7	Tinggi bagian tengah telapak kaki	Diukur dari telapak kaki sampai punggung kaki.
8	Jarak horizontal	Diukur dari telapak kaki sampai pangkal kaki.

	tangkai mata kaki.	
--	-----------------------	--



Antropometri tangan

Gambar 3 Pengukuran Anthropometri jari tangan (Nurmianto, 1998)

Tabel 2 Cara Pengukuran Jari Tangan

No	Data Yang Diukur	Cara Pengukuran
1	Panjang jari 1, 2, 3, 4, 5	Diukur dari masing-masing pangkal ruas jari sampai ujung jari. Jari-jari subyek merentang lurus dan sejajar.
2	Pangkal ke tangan	Diukur dari pangkal pergelangan tangan sampai pangkal ruas jari. Lengan bawah sampai telapak tangan subyek lurus.
3	Lebar jari 2, 3, 4, 5	Diukur dari sisi jari telunjuk sampai sisi luar jari kelingking. Jari-jari subyek lurus dan merapat satu sama lain.
4	Lebar telapak tangan (metacarpal)	Diukur dari sisi luar jari telunjuk sampai sisi luar jari kelingking. (posisi seperti pada no. 3).
5	Lebar telapak tangan (maksimal)	Diukur dari sisi luar ibu jari sampai sisi luar jari kelingking. (posisi seperti pada no. 3).
6	Panjang	Diukur dari ujung jari tengah sampai pangkal

	telapak tangan	pergelangan tangan.
7	Diameter genggam (Maksimal)	Diukur diameter genggaman tangan pada tirus yang paling maksimum.
8	Lebar maksimal	Diukur dari ujung ibu jari sampai ujung kelingking dengan telapak tangan direntangkan semaksimal mungkin.
9	Lebar fungsional maksimum	Diukur dari ujung ibu jari dalam sampai ujung jari manis dalam (merupakan posisi maksimum dimana tangan masih bisa untuk menggenggam).
10	Tebal telapak tangan	Diukur dari punggung tangan sampai sebelum ibu jari.

Cara Penggunaan Alat Ukur Antropometri Dimensi Tangan Dan Kaki

PENGUKURAN DIMENSI TANGAN

Pengukuran dimensi tangan dengan menggunakan alat ukur ini sama dengan pengukuran menggunakan alat ukur manual. Pada pengukuran dimensi tangan, penulis hanya mencontohkan pada pengukuran panjang telapak tangan saja.

Panjang Telapak Tangan

- 1) Posisikan tangan pada posisi lurus kedepan dengan jari-jari tangan merapat satu dengan yang lainnya (lihat gambar 4)
- 2) Tarik meteran dari alat ukur
- 3) Arahkan meteran pada pangkal tangan.
- 4) Lihat hasil pengukuran pada meteran. (lihat gambar 4)



Gambar 4
Pengukuran telapak tangan

PENGUKURAN DIMENSI KAKI

Panjang Telapak Kaki

- 1) Letakkan kaki pada pijakan kaki (lihat gambar 5)
- 2) Posisikan kaki sehingga tumit kaki menyentuh alat pencengkeram lebar kaki (lihat gambar 5)
- 3) Lihatlah ukuran yang ditunjukkan oleh penggaris besi



Gambar 5
Pengukuran telapak kaki

Panjang Telapak Lengan Kaki

- 1) Letakkan kaki pada pijakan kaki (lihat gambar 5)
- 2) Posisikan kaki sehingga tumit kaki menyentuh alat pencengkeram lebar kaki (posisi seperti gambar 5)
- 3) Lihatlah ukuran yang ditunjukkan oleh penggaris besi



Gambar 6
Pengukuran panjang telapak lengan kaki

Panjang Kaki Sampai Jari Kelingking

- 1) Letakkan kaki pada pijakan kaki (lihat gambar 5)
- 2) Posisikan kaki sehingga tumit kaki menyentuh alat pencengkeram lebar kaki (posisi seperti gambar 5)
- 3) Lihatlah ukuran yang ditunjukkan oleh penggaris besi



Gambar 7
Pengukuran Jari Kelingking

Lebar Kaki

- 1) Letakkan kaki pada pijakan kaki (lihat gambar 5)
- 2) Aturlah alat pencengkeram lebar kaki sehingga berada diantara kaki (lihat gambar 8)
- 3) Geserkan alat pembatas pada pencengkeram lebar kaki sehingga menyentuh kaki satu dengan yang lainnya.
- 4) Lihat ukuran yang ditunjukkan oleh penggaris kecil yang berada pada alat pencengkeram lebar kaki.



Gambar 8
Pengukuran Lebar Kaki

Lebar Tangkai Kaki

- 1) Letakkan kaki pada pijakan kaki (lihat gambar 5)
- 2) Aturlah alat pencengkeram tangkai kaki sehingga berada diantara kaki (lihat gambar 9)
- 3) Geserkan alat pembatas pada pencengkeram tangkai kaki sehingga menyentuh tangkai kaki satu dengan yang lainnya.
- 4) Lihat ukuran yang ditunjukkan oleh penggaris kecil yang berada pada alat pencengkeram tangkai kaki.



Gambar 9
Pengukuran Tangkai Kaki

Tinggi Mata Kaki

- 1) Letakkan kaki pada pijakan kaki (lihat gambar 5)
- 2) Posisikan alat pembatas bagian tengah telapak kaki sehingga tepat berada di samping mata kaki (lihat gambar 10)

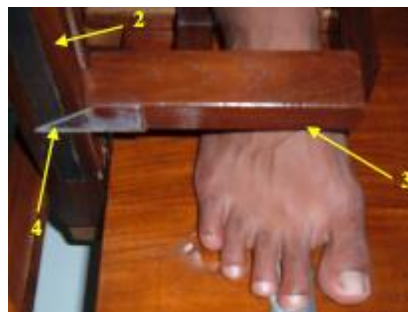
-
-
- 3) Naik/turunkan pembatas yang berada pada alat pembatas bagian tengah telapak kaki hingga menyentuh mata kaki.
 - 4) Lihatlah ukuran yang ditunjukkan oleh penggaris besi



Gambar 10
Pengukuran Tinggi Mata Kaki

Tinggi Bagian Tengah Telapak Kaki

- 1) Letakkan kaki pada pijakan kaki (lihat gambar 5)
- 2) Posisikan alat pembatas bagian tengah telapak kaki sehingga tepat berada di samping tengah telapak kaki (lihat gambar 11)
- 3) Naik/turunkan pembatas yang berada pada alat pembatas bagian tengah telapak kaki hingga menyentuh bagian atas telapak kaki.
- 4) Lihatlah ukuran yang ditunjukkan oleh penggaris besi

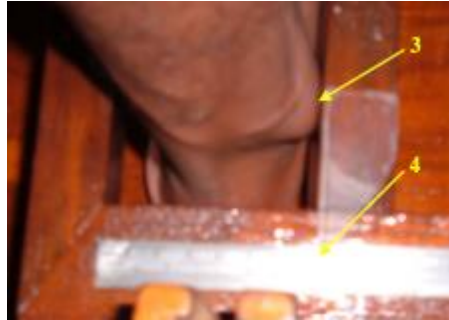


Gambar 11
Pengukuran Tinggi Mata Kaki

Jarak Horisontal Tangkai Mata Kaki

- 1) Letakkan kaki pada pijakan kaki (lihat gambar 5)
- 2) Aturlah alat pencengkeram tangkai kaki sehingga berada diantara mata kaki (lihat gambar 12)

-
- 3) Geserkan alat pembatas pada pencengkeram tangkai kaki sehingga menyentuk mata kaki satu dengan yang lainnya.
 - 4) Lihat ukuran yang ditunjukkan oleh penggaris kecil yang berada pada alat pencengkeram tangkai kaki.



Gambar 12
Pengukuran Tinggi Mata Kaki

FORMAT LAPORAN RESMI

ANTHROPOMETRI DALAM PERANCANGAN SISTEM KERJA

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan praktikum, dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

BAB III : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

3.1. Pengumpulan data

3.1.1. Rekapitulasi seluruh data dimensional praktikan (data yang diperoleh ditambah dengan data yang diambil dari bank data sehingga jumlah data/item sebanyak 30 data).

3.2. Pengolahan data

3.2.1. Uji keseragaman data

3.2.2. Uji kenormalan data

3.2.3. Uji kecukupan data

3.3. Perencanaan benda kerja

BAB IV : ANALISIS

4.1. Perancangan

Berdasarkan data yang diperoleh anda diminta untuk merancang *workspace* dan tata letak stasiun kerja pada ruang kerja dengan memperhatikan faktor anthropometri. Lingkup kerja adalah luas meja kerja, bangku kerja, peralatan-peralatan lain dan allowance ruang minimal dengan memperhatikan dimensi benda-benda/peralatan yang ada didalamnya.

4.2. Analisa Hasil Rancangan

Meliputi analisa data anthropometri dan analisa hasil rancangan.

BAB V : PENUTUP

Berisi kesimpulan dan saran

LAMPIRAN