

**IMPLEMENTASI KONSEP ERGONOMI UNTUK MENDESAIN
ULANG (*REDESIGN*) MEJA-KURSI LABKOM SEKOLAH DASAR
BERDASARKAN DATA ANTROPOMETRI SISWA**

(Studi Kasus di MIN Loloan Timur, Negara - Bali)

**SKRIPSI
KONSENTRASI TEKNIK INDUSTRI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

NASIHUDDIN
NIM . 0001060202-62

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN MESIN

MALANG

2007



LEMBAR PERSETUJUAN

**IMPLEMENTASI KONSEP ERGONOMI UNTUK MENDESAIN
ULANG (*REDESIGN*) MEJA-KURSI LABKOM SEKOLAH DASAR
BERDASARKAN DATA ANTROPOMETRI SISWA
(Studi Kasus di MIN Loloan Timur, Negara - Bali)**

**SKRIPSI
KONSENTRASI TEKNIK INDUSTRI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh :
NASIHUDDIN
NIM . 0001060202-62

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. Handono Sasmito, M.Eng. Sc.
NIP. 130 818 811

Taufiq Basjry Tuhepaly, ST. MMT.
NIP. 132 137 965

LEMBAR PENGESAHAN

**IMPLEMENTASI KONSEP ERGONOMI UNTUK MENDESAIN
ULANG (*REDESIGN*) MEJA-KURSI LABKOM SEKOLAH DASAR
BERDASARKAN DATA ANTROPOMETRI SISWA
(Studi Kasus di MIN Loloan Timur, Negara - Bali)**

Disusun Oleh :

NASIHUDDIN
NIM. 0001060202-62

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
Tanggal 31 Juli 2007

DOSEN PENGUJI

Skripsi 1

Skripsi 2

Ir. Purnomo Budi Santoso, Msc.,Ph.D

NIP. 131 653 469

Ir. Djarot B. Darmadi,MT

NIP. 132 125 714

Komprehensif

Dr.Ir. Achmad As'ad Sonief,MT.

NIP. 131 756 003

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Slamet Wahyudi, ST.MT.

NIP. 132 159 708



"Hanya kepada-Mu lah kami menyembah dan hanya kepada-Mu lah kami meminta pertolongan" (QS. Al-Faatihah ayat 5)

"Sesungguhnya Allah pasti menolong orang yang menolong (agama)-Nya" (QS. Al-Hajj ayat 40)

"Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan" (QS. Al-Insyirah ayat 5-6)

"Sebaik-baik manusia adalah manusia yang paling bermanfaat bagi sesamanya" (Al-Hadits)

"Ridha Allah bergantung kepada ridha kedua Orang Tua dan murka Allah bergantung kepada murka kedua Orang Tua" (Al-Hadits)

KARYA INI KUPERSEMBAHKAN UNTUK :

- ❖ "AYAHANDA HUSIN ZEN DAN IBUNDA TASLIAH YANG TERCINTA". KARYA YANG (PASTI) TIDAK SEBANDING DENGAN CUCURAN KERINGAT DAN AIR MATA YANG TELAH KALIAN TUMPAHKAN SERTA KESABARAN DAN KASIH SAYANG YANG KALIAN BERIKAN DEMI ANANDA DAN (PASTI) TIDAK AKAN DAPAT DIBALAS DENGAN

APAPUN DAN SAMPAI KAPANPUN!!! HANYA DO'A YANG BISA ANANDA PANJATKAN.

- ❖ **"KELURGA BESAR-Q DAN SAUDARA-SAUDARA-Q"
U ALL THE BEST THAT I HAVED**
- ❖ **"MY SELF".
KAMU BISA!!!**

KATA PENGANTAR

Bismillaahirrahmaanirrahiim.

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas Rahmat dan Hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul **"IMPLEMENTASI KONSEP ERGONOMI UNTUK MENDESAIN ULANG (REDESIGN) MEJA-KURSI LABKOM SEKOLAH DASAR BERDASARKAN DATA ANTROPOMETRI SISWA"**. Shalawat serta salam semoga senantiasa terlimpahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW.

Skripsi ini merupakan salah satu bagian integrasi pendidikan yang ada di Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Oleh karena itu, setiap mahasiswa wajib menempuhnya sebagai syarat kelulusan program sarjana (S1) Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Handono Sasmito, M.Eng.Sc. yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.
2. Bapak Taufiq Basjry Tuhepaly, ST.MMT. yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Slamet Wahyudi, ST.MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak Ir. Tjuk Oerbandono, M.Sc. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
5. Bapak Ir. Masduki, MM. selaku Ketua Kelompok Pengajar Konsentrasi Industri.
6. Bapak Ir. Pratikto, M.MT selaku dosen wali.
7. Ibu Hj. Azizah H. Djunaidi selaku Kepala MIN Loloan Timur yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian skripsi ini.
8. Bapak Ahyar selaku guru di MIN Loloan Timur yang telah banyak memberikan bantuannya dalam pengambilan data penelitian.

9. Kedua Orang Tua yang sangat kami cintai dan kami hormati atas segala bimbingan, dukungan dan do'a yang telah diberikan sepanjang masa.
10. Keluarga besarku semuanya dan saudara-saudaraku atas segala bimbingan, dukungan dan do'a yang telah diberikan selama ini.
11. Keluarga besar Bapak Sutaji dan Bapak Saib atas segala bimbingan, dukungan dan rasa kekeluargaan yang telah diberikan selama ini.
12. Rekan-rekan Mesin 2000 dan rekan-rekan mesin semua atas persahabatannya.

Terima kasih juga penulis sampaikan kepada berbagai pihak yang turut membantu terselesainya penulisan skripsi ini, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak mungkin penulis sebutkan satu persatu di sini. Semoga amalan tersebut dicatat oleh Allah SWT sebagai amal kebajikan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini sangat jauh dari kesempurnaan dan masih banyak kekurangan baik dari segi penulisan maupun perhitungannya. Oleh karena itu, koreksi, saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan skripsi ini senantiasa sangat kami harapkan. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat berguna bagi seluruh pembaca umumnya dan penulis sendiri khususnya. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya kepada kita semua. Amiin Yaa Rabbal'aalamiin.

Malang, 15 Juli 2007

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
RINGKASAN	x
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Asumsi-Asumsi	4
1.6. Manfaat Penelitian	4
1.7. Sistematika Penulisan	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Ergonomi	6
2.1.1. Definisi Ergonomi	6
2.1.2. Sejarah Ergonomi	6
2.1.3. Aplikasi Ergonomi	9
2.1.4. Sumber Keilmuan Ergonomi	10
2.2. Antropometri	11
2.2.1. Definisi dan Sejarah Antropometri	11
2.2.2. Aplikasi Antropometri	11
2.2.3. Variasi Antropometri	12
2.2.4. Jenis Data Antropometri	14
2.2.5. Alat Ukur Antropometri	17
2.2.6. Aplikasi Data Antropometri Dalam Perancangan Produk/Fasilitas Kerja	18

2.2.6.1. Prinsip Perancangan Produk Bagi Individu Dengan Ukuran yang Ekstrim	19
2.2.6.2. Prinsip Perancangan Produk yang Bisa Dioperasikan Diantara Rentang Ukuran Tertentu	19
2.2.6.3. Prinsip Perancangan Produk Dengan Ukuran Rata-Rata	20
2.3. Perancangan Kursi	21
2.3.1. Sejarah Perancangan Kursi	21
2.3.2. Sikap Duduk	21
2.3.3. Dinamika Posisi Duduk	22
2.3.4. Antropometri Posisi Duduk	23
2.3.5. Prinsip Mendesain Tempat Duduk	24
2.4. Perancangan Meja Komputer	28
2.4.1. Pedoman Umum Perancangan Meja Komputer	28
2.4.2. Dampak-Dampak yang Ditimbulkan Meja dan VDU yang Tidak Ergonomis	32
2.4.2.1. <i>Computer Vision Syndrome</i> (CVS)	32
2.4.2.2. <i>Repetitive Strain Injury</i> (RSI) atau <i>Cumulative Stress Disorder</i> (CSD)	33
2.5. Kelelahan Kerja	34
2.5.1. Jenis-Jenis Kelelahan Kerja	34
2.5.2. Gejala-Gejala Kelelahan Kerja dan Cara-Cara Menanggulangnya	34
2.6. Metode Pengolahan Data	35
2.6.1. Uji Keseragaman Data	35
2.6.2. Uji Kecukupan Data	37
2.6.3. Distribusi Frekuensi	38
2.6.4. Distribusi Normal dan Persentil	38

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian Secara Operasional	41
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	41
3.3. Alat-Alat dan Bahan-Bahan yang Digunakan	42
3.3.1. Alat-Alat yang Digunakan	42
3.3.2. Bahan-Bahan yang Digunakan	42
3.4. Metode Pengumpulan dan Pengolahan Data	42
3.4.1. Metode Pengumpulan Data	42
3.4.2. Metode Pengolahan Data	43

3.5. Perencanaan	43
3.6. Kesimpulan dan Saran	44
3.7. Diagram Alir Penelitian	45
3.8. Diagram Alir Penentuan Data Perencanaan dari Antropometri	46

IV. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data	47
4.1.1. Data Antropometri	47
4.1.2. Data Fasilitas (Meja-Kursi) Labkom	47
4.2. Pengolahan Data	48
4.2.1. Tinggi Lipat Lutut	48
4.2.2. Jarak Pantat – Lipat Lutut	52
4.2.3. Tinggi Siku	56
4.2.4. Tinggi Bahu	60
4.2.5. Tinggi Mata	65
4.2.6. Lebar Panggul	70
4.2.7. Lebar Bahu	75
4.2.8. Tinggi Lumbar	79
4.3. Tabel Hasil Perhitungan	83
4.3.1. Keseragaman Data	83
4.3.2. Kecukupan Data	83
4.3.3. Persentil	83

V. PEMBAHASAN

5.1. Pertimbangan Perencanaan Fasilitas (Meja-Kursi) Labkom	85
5.2. Penentuan Ukuran dan Bentuk Fasilitas (Meja-Kursi) Labkom	85
5.2.1. Ukuran dan Bentuk Kursi Labkom	85
5.2.2. Ukuran dan Bentuk Meja Labkom	93

VI. PENUTUP

6.1. Kesimpulan	96
6.2. Saran	97

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1.	Statistik dari tinggi badan dalam satuan sentimeter (cm) dan karakteristik lainnya dari 26 sampel	13
Tabel 2.2.	Antropometri masyarakat Indonesia yang didapat dari interpolasi masyarakat Inggris dan Hongkong serta istilah dimensionalnya.....	17
Tabel 2.3.	Perbandingan berbagai macam dimensi <i>prototipe</i> kursi	28
Tabel 4.1.	Data pengukuran kursi labkom yang digunakan pada saat ini	47
Tabel 4.2.	Data pengukuran meja labkom yang digunakan pada saat ini	48
Tabel 4.3.	Distribusi frekuensi tinggi lipat lutut	50
Tabel 4.4.	Distribusi frekuensi jarak pantat – lipat lutut	53
Tabel 4.5.	Distribusi frekuensi tinggi siku	57
Tabel 4.6.	Distribusi frekuensi tinggi bahu	62
Tabel 4.7.	Distribusi frekuensi tinggi mata	67
Tabel 4.8.	Distribusi frekuensi lebar panggul	72
Tabel 4.9.	Distribusi frekuensi lebar bahu	76
Tabel 4.10.	Distribusi frekuensi tinggi lumbar	80
Tabel 4.11.	Hasil perhitungan keseragaman data.....	83
Tabel 4.12.	Hasil perhitungan kecukupan data.....	83
Tabel 4.13.	Hasil perhitungan persentil.....	83

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 1.1.	Diagram kue kesesuaian sarana sekolah terhadap antropometri siswa di 5 Sekolah Dasar di Kodya Dati II Tangerang	2
Gambar 1.2.	Diagram batang dampak-dampak yang diakibatkan oleh ketidaksesuaian (<i>mismatches</i>) sarana sekolah (meja-kursi) dengan ukuran tubuh siswa	2
Gambar 2.1.	Data statistik pada tinggi tubuh pria <i>Pygmy</i> (Afrika Tengah), Amerika dan <i>Nilote</i> Utara (Sudan Selatan)	14
Gambar 2.2.	Pengukuran dimensi tubuh (antropometri)	15
Gambar 2.3.	Data antropometri yang diperlukan untuk perancangan produk/fasilitas kerja	15
Gambar 2.4.	Peralatan ukur antropometri yang lazim digunakan	18
Gambar 2.5.	Sikap duduk yang salah	22
Gambar 2.6.	Tulang duduk (<i>ischial tuberosities</i>) dari seseorang dalam posisi duduk	23
Gambar 2.7.	Pedoman dimensi-dimensi antropometri yang dibutuhkan bagi perancangan kursi	24
Gambar 2.8.	Dampak-dampak dari pengaruh tinggi permukaan tempat duduk	25
Gambar 2.9.	Dampak-dampak dari pengaruh kedalaman tempat duduk	26
Gambar 2.10.	Penyangga <i>lumbar</i> dan ruang tambahan bagi penonjolan daerah pantat	27
Gambar 2.11.	Daerah visual dalam bidang vertikal	29
Gambar 2.12.	Dampak-dampak dari pengaruh ketinggian monitor	30
Gambar 2.13.	Ketinggian permukaan meja yang terlalu tinggi	31
Gambar 2.14.	Stasiun kerja komputer yang baik	31
Gambar 2.15.	Stasiun kerja komputer yang tidak beraturan	33
Gambar 2.16.	Kurva lonceng (<i>bell- curve</i>) distribusi normal	39
Gambar 3.1.	Diagram alir penelitian	45
Gambar 3.2.	Diagram alir penentuan data perencanaan dari antropometri	46
Gambar 4.1.	Peta Kontrol (<i>Control Chart</i>) data untuk tinggi lipat lutut	51
Gambar 4.2.	Peta Kontrol (<i>Control Chart</i>) data untuk jarak pantat-lipat lutut	55

Gambar 4.3. Peta Kontrol (*Control Chart*) data untuk tinggi siku 59

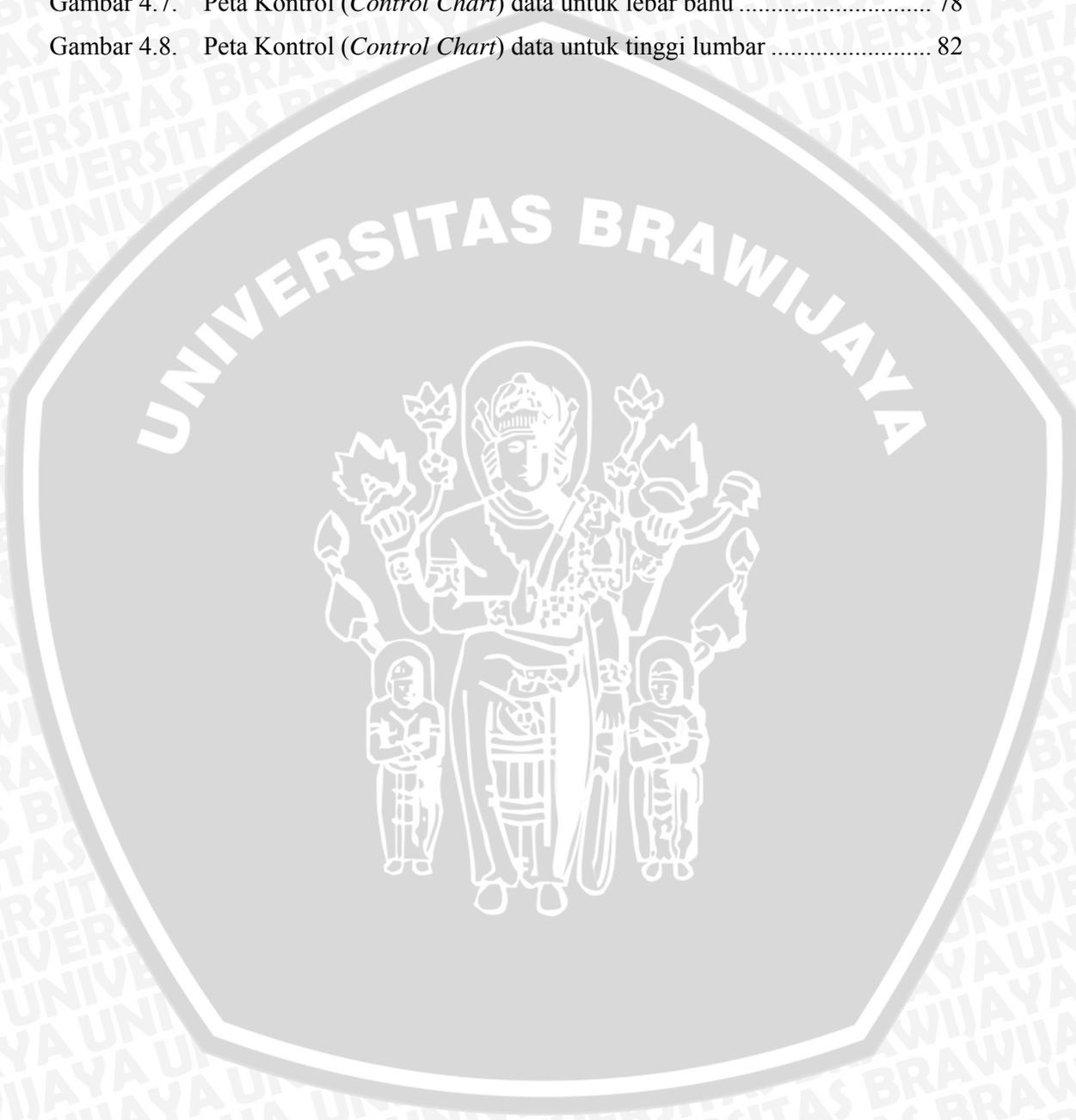
Gambar 4.4. Peta Kontrol (*Control Chart*) data untuk tinggi bahu 64

Gambar 4.5. Peta Kontrol (*Control Chart*) data untuk tinggi mata 69

Gambar 4.6. Peta Kontrol (*Control Chart*) data untuk lebar panggul 74

Gambar 4.7. Peta Kontrol (*Control Chart*) data untuk lebar bahu 78

Gambar 4.8. Peta Kontrol (*Control Chart*) data untuk tinggi lumbar 82



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul
Lampiran 1	Data antropometri (dalam posisi duduk) siswa
Lampiran 2	Tabel distribusi frekuensi dan perhitungan data antropometri
Lampiran 3	Desain fasilitas (meja-kursi) labkom yang dipakai pada saat ini
Lampiran 4	Desain ulang (<i>Redesign</i>) fasilitas (meja-kursi) labkom yang diusulkan

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



RINGKASAN

Nasihuddin, Jurusan Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2007. Implementasi Konsep Ergonomi Untuk Mendesain Ulang (Redesign) Meja-Kursi Labkom Sekolah Dasar Berdasarkan Data Antropometri Siswa. Dosen Pembimbing : Ir. Handono Sasmito, M.Eng.Sc. dan Taufiq Basjry Tuhepaly, ST.MMT.

MIN (Madrasah Ibtidaiyah Negeri) Loloan Timur, Negara-Bali adalah sekolah setingkat Sekolah Dasar (SD) yang telah memberikan pelatihan komputer khusus bagi siswa kelas 4 dan 5 (usia 9-11 tahun) sejak awal tahun ajaran 2004/2005. Kendala utama dalam kegiatan pelatihan tersebut adalah adanya ketidaksesuaian (*mismatches*) antara dimensi sarana (meja-kursi) labkom dengan dimensi tubuh (antropometri) sebagian besar siswa. Kondisi seperti ini tentunya akan menimbulkan pengaruh negatif bagi kesehatan tubuh siswa dan secara keseluruhan akan mengarah kepada gangguan dalam proses belajar (*learning disability*).

Penelitian ini dilakukan untuk merancang/mendesain ulang (*redesign*) sarana (meja-kursi) labkom sehingga sesuai dengan dimensi tubuh (antropometri) siswa sekolah dasar dengan mengimplementasikan konsep ilmu ergonomi. Dengan penggunaan sarana (meja-kursi) labkom yang ergonomis, maka akan dapat mencegah lebih dini berbagai gangguan kesehatan anak di masa dewasanya nanti, membentuk sikap tubuh (*posture*) yang benar, mengurangi kelelahan, meningkatkan kenyamanan dan konsentrasi belajar, dan akhirnya secara keseluruhan dapat meningkatkan sumber daya manusia yang lebih berkualitas, baik dari segi derajat kesehatannya maupun pada peningkatan kemampuan dalam kegiatan belajar (*learning ability*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua ukuran dimensi sarana (meja-kursi) labkom yang digunakan pada saat ini tidak sesuai dengan ukuran dimensi tubuh (antropometri) mayoritas siswa penggunaannya. Desain ulang untuk kursi labkom yang diusulkan adalah sebagai berikut : tinggi alas duduk = 37,5 cm ; panjang (kedalaman) alas duduk = 37,5 cm ; lebar alas duduk = 35 cm ; ketebalan busa bantalan alas duduk = 4 cm ; kemiringan alas duduk = 0° ; profil alas duduk = kontur duduk manusia ; tinggi sandaran punggung = 40,5 cm ; tinggi sandaran lumbar = 15 cm ; lebar sandaran punggung = 35 cm ; ketebalan busa bantalan sandaran punggung = 3 cm ; kemiringan sandaran punggung = 100° dan profil sandaran punggung = kontur punggung manusia. Sedangkan desain ulang meja labkom yang diusulkan adalah sebagai berikut : tinggi permukaan meja = 50,5 cm ; panjang permukaan meja = 80 cm dan lebar permukaan meja = 62 cm.

Kata Kunci : antropometri, ergonomi, meja-kursi, redesign.

BAB I

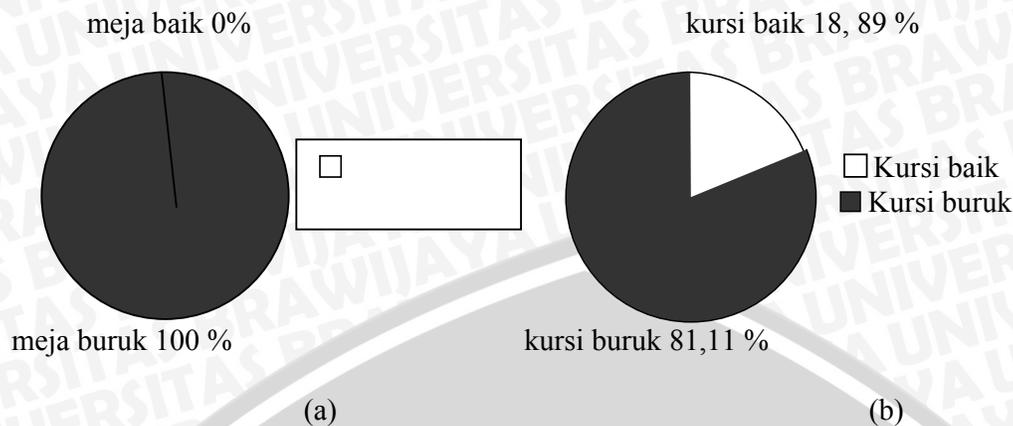
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di Indonesia, masalah ketidaksesuaian dari aspek ergonomi antara sarana dengan manusia serta pengaruhnya terhadap kesehatan, belum mendapatkan perhatian yang serius. Salah satu contohnya adalah pada sarana pendidikan (meja-kursi) yang terdapat di sekolah-sekolah, terutama di jenjang Sekolah Dasar (SD). Ketidakserasian antara ukuran dimensi sarana sekolah (meja-kursi) dengan ukuran antropometri (dimensi tubuh) anak sekolah, belum mendapatkan perhatian yang serius sehingga perlu ditinjau kembali, mengingat dampaknya terhadap kesehatan anak sekolah. (<http://digilib.litbang.depkes.go.id>)

Kenyataan yang terlihat bahwa untuk postur tubuh anak usia sekolah sekarang tampak lebih besar dibandingkan dengan anak terdahulu. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan tubuh anak usia sekolah sekarang meningkat seiring dengan kecukupan gizi yang baik. Penelitian terhadap kondisi kesehatan anak usia sekolah telah banyak dilakukan, akan tetapi penelitian kesehatan anak sekolah yang berkaitan dengan meja-kursi sekolah sangat sedikit sekali bahkan nyaris tidak ada. Selain itu, informasi tentang permasalahan ini pun sangat sulit untuk didapatkan.

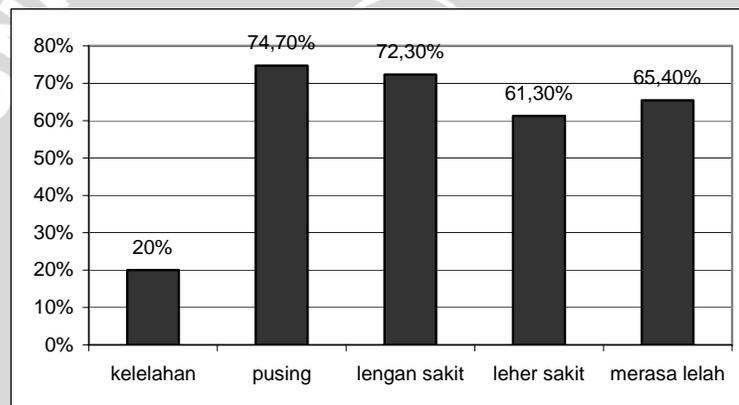
Dampak dari ketidakserasian antara meja-kursi dengan ukuran antropometri anak sekolah merupakan salah satu kendala dalam upaya meningkatkan Sumber Daya Manusia (SDM) yang berkualitas. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Pusat Penelitian Penyakit Tidak Menular Badan Litbang Kesehatan Depkes RI di 5 Sekolah Dasar di Kodya dati II Tangerang, Banten, menunjukkan adanya ketidaksesuaian (*mismatches*) antara sarana sekolah (meja-kursi) dengan ukuran tubuh anak (meja 100%, kursi 81,11%). Dampak dari kondisi ini, antara lain dapat mengakibatkan anak cepat mengalami kelelahan (20%) dan berbagai keluhan, antara lain pusing (74,7%), lengan sakit (72,3%), leher sakit (61,3%) dan merasa lelah (65,4%), sehingga menimbulkan perasaan tidak nyaman (gelisah), kurang konsentrasi, mengantuk dan lain sebagainya. Adapun apabila kondisi tersebut berlangsung lama (selama masa sekolah), akibat lebih jauh akan menyebabkan perubahan sikap tubuh dan gangguan pertumbuhan. Secara keseluruhan akibatnya akan mengarah kepada gangguan dalam proses belajar (*learning disability*).



gambar 1.1. Diagram kue kesesuaian sarana sekolah terhadap antropometri siswa di 5 Sekolah Dasar di Kodya Dati II Tangerang

- (a) Meja sekolah
- (b) Kursi sekolah

(Sumber : Pusat Penelitian Penyakit Tidak Menular Balitbang Kesehatan Depkes RI)



Gambar 1.2. Diagram batang dampak-dampak yang diakibatkan oleh ketidaksesuaian (*mismatches*) sarana sekolah (meja-kursi) dengan ukuran tubuh siswa
(Sumber : Pusat Penelitian Penyakit Tidak Menular Balitbang Kesehatan Depkes RI)

Untuk mengantisipasi adanya ketidakserasian antara meja-kursi dengan ukuran tubuh anak sekolah, maka alternatif pemecahannya adalah dengan penerapan meja-kursi sekolah yang sesuai (ergonomis) dengan postur tubuh anak. Untuk itu, perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan kesesuaian antara ukuran dimensi meja-kursi yang ergonomis berdasarkan ukuran antropometri anak sekolah.

MIN (Madrasah Ibtidaiyah Negeri) Loloan Timur memberikan pelatihan komputer khusus bagi siswa kelas 4 dan kelas 5 (usia 9 - 11 tahun) sejak awal tahun ajaran 2004/2005. Kendala utama dalam kegiatan pelatihan tersebut adalah adanya ketidaksesuaian antara dimensi sarana (meja-kursi) lab komputer dengan dimensi tubuh

(antropometri) sebagian besar siswa. Hal ini tentunya mengakibatkan beberapa dampak negatif, seperti posisi duduk yang tidak benar (kaki menggantung karena letak permukaan tempat duduk terlalu tinggi), posisi mengetik yang tidak benar (pergelangan tangan tertekuk dan lengan terangkat ke samping karena letak *keyboard*/permukaan meja terlalu tinggi), ketidaknyamanan dan kelelahan pada mata (letak monitor yang lebih tinggi dari posisi mata dalam keadaan duduk) dan sebagainya. Oleh karena itu, maka perlu dilakukan perancangan ulang (*redesign*) terhadap sarana (meja-kursi) labkom yang sesuai dengan dimensi tubuh (antropometri) siswa sekolah dasar dengan menerapkan prinsip-prinsip ilmu ergonomi.

Dengan penerapan meja-kursi sekolah yang ergonomis, maka dapat mencegah lebih dini berbagai gangguan kesehatan anak di masa dewasanya nanti, membentuk sikap tubuh (*posture*) yang benar (posisi duduk), mengurangi kelelahan, lebih berkonsentrasi, dan akhirnya secara keseluruhan akan dapat meningkatkan sumber daya manusia untuk lebih berkualitas, baik dari segi derajat kesehatannya maupun pada peningkatan kemampuan/konsentrasi dalam belajar (*learning ability*). Kelompok usia anak Sekolah Dasar (SD) adalah generasi penerus bangsa yang merupakan kelompok strategis dalam upaya pencegahan secara dini gangguan kesehatan melalui pelaksanaan Usaha Kesehatan Sekolah (UKS)

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka permasalahan yang dirumuskan adalah bagaimana **mendesain ulang meja-kursi labkom sekolah dasar yang ergonomis berdasarkan data antropometri siswa ?**

1.3. Batasan Masalah

Agar permasalahan dapat mengarah pada tujuan, maka permasalahan dibatasi sebagai berikut :

1. Desain ulang (*redesign*) hanya dilakukan pada sarana meja dan kursi labkom Sekolah Dasar.
2. Subjek dan objek penelitian yang akan diambil data antropometrinya adalah siswa kelas 4 dan 5 (usia 9 – 11 tahun) sebanyak 80 sampel dan dimensi meja dan kursi labkom yang digunakan saat ini.
3. Tidak membahas masalah biaya.
4. Tidak membahas proses produksi meja dan kursi, jenis bahan dan kekuatannya.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah agar dapat memberikan suatu masukan tentang desain meja dan kursi labkom sekolah dasar yang ergonomis, sehingga diharapkan dapat meningkatkan kenyamanan, keamanan, kesehatan dan efektifitas siswa dalam proses belajar di labkom.

1.5. Asumsi-asumsi

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Keadaan siswa yang diambil data antropometrinya dalam kondisi sehat dan tidak cacat/memiliki kelainan bentuk tubuh.
2. Kondisi pencahayaan, temperatur, dan lain-lain di labkom memenuhi standar.
3. Semua literatur yang digunakan dalam perencanaan *redesign* dianggap memadai dan memenuhi persyaratan.

1.6. Manfaat Penelitian

Dari penelitian tugas akhir ini diharapkan diperoleh manfaat sebagai berikut :

1. Bagi pihak manajemen sekolah, sebagai bahan masukan (rekomendasi) dan pertimbangan dalam menentukan kebijakan penggunaan sarana sekolah (meja-kursi) yang ergonomis, demi kenyamanan, kesehatan dan efektifitas proses belajar siswa di labkom dan sebagai salah satu bentuk upaya pelaksanaan program Usaha Kesehatan Sekolah (UKS).
2. Dapat mengaplikasikan teori-teori ilmu yang didapat selama di bangku kuliah, khususnya ilmu tentang ergonomi.
3. Diharapkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat menambah bahan pustaka untuk pengembangan sarana (meja-kursi) sekolah yang lebih ergonomis.

1.7. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah penulisan dan pemahaman laporan tugas akhir ini, maka dibuat sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, rumusan dan batasan masalah, tujuan penelitian, asumsi-asumsi dan manfaat penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi landasan teori yang relevan dengan permasalahan yang diajukan untuk menunjang dalam perancangan/pendesainan, pengumpulan dan pengolahan data penelitian dan penyelesaian masalah.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang metode penelitian yang digunakan, tempat dan waktu penelitian, alat-alat dan bahan-bahan yang digunakan, metode pengumpulan dan pengolahan data yang diperlukan dalam pemecahan masalah untuk memperoleh jawaban terhadap tujuan penelitian.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Berisi tentang pengumpulan dan pengolahan data, sehingga didapatkan suatu hasil perhitungan yang digunakan dalam perencanaan desain ulang (*redesign*).

BAB V PEMBAHASAN

Berisi tentang perencanaan dan pembahasan hasil perencanaan desain ulang (*redesign*) yang dilakukan.

BAB VI PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dan saran berdasarkan hasil penelitian.

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ergonomi

2.1.1. Definisi Ergonomi

Istilah “Ergonomi” berasal dari bahasa Latin, yaitu “*Ergon*” yang berarti kerja dan “*Nomos*” yang berarti peraturan/hukum alam. Istilah ergonomi dicetuskan pertama kali oleh K.H.F Murrell (seorang ilmuwan Inggris) pada tahun 1949. Istilah ergonomi ini lebih populer digunakan di negara-negara Eropa (Barat), sedangkan di negara Amerika lebih dikenal dengan istilah *human factors*. Beberapa istilah lain untuk ergonomi diantaranya adalah *human engineering*, *human factors engineering* (negara-negara Amerika bagian utara) dan *biotechnology* (negara-negara Skandinavia : Swedia, Denmark, Norwegia, Finlandia).

International Labour Organization (ILO) mendefinisikan ergonomi sebagai ilmu terapan biologi manusia dan hubungannya dengan ilmu teknik bagi pekerja dan lingkungan kerjanya, agar mendapatkan kepuasan kerja yang maksimal selain meningkatkan produktifitasnya.

International Ergonomics Association (IEA) mendefinisikan ergonomi sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen dan desain/perancangan.

Ergonomi berkenaan pula dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan dan kenyamanan manusia di tempat kerja, di rumah, tempat rekreasi dan di tempat-tempat lainnya.

2.1.2. Sejarah Ergonomi

Istilah “Ergonomi” mulai dicetuskan pada tahun 1949, akan tetapi aktivitas yang berkenaan dengannya telah bermunculan puluhan tahun sebelumnya. Beberapa peristiwa penting yang menjadi sejarah terbentuknya ilmu ergonomi adalah sebagai berikut : (Eko Nurmianto, 1998: 8-10)

- C. T. Thackrah, Inggris, 1831.

Thackrah adalah seorang dokter dari Inggris yang meneruskan pekerjaan dari seorang Italia bernama Ramazzini. Dalam serangkaian kegiatan yang berhubungan dengan lingkungan kerja yang tidak nyaman yang dirasakan oleh

para operator di tempat kerjanya. Ia mengamati postur tubuh pada saat bekerja sebagai bagian dari masalah kesehatan. Pada saat itu Thackrah mengamati seorang penjahit yang bekerja dengan posisi dan dimensi kursi-meja yang kurang sesuai secara antropometri serta pencahayaan yang tidak ergonomis, sehingga mengakibatkan membungkuknya badan dan iritasi indera penglihatan. Di samping itu juga mengamati para pekerja yang berada pada lingkungan kerja dengan temperatur tinggi, kurangnya ventilasi, jam kerja yang panjang dan gerakan kerja yang berulang-ulang (*repetitive work*).

- F. W. Taylor, Amerika Serikat, 1898.

Frederick Winslow Taylor adalah seorang insinyur teknik mesin, yang menerapkan metode ilmiah untuk menentukan cara yang terbaik dalam melakukan suatu pekerjaan. Beberapa metodenya merupakan konsep ergonomi dan manajemen modern. F.W.Taylor dijuluki sebagai “*The Father of Scientific Management*” dan “*The Father of Industrial Engineering*”. Beberapa kontribusi pemikirannya dalam ilmu pengetahuan, antara lain : (Sritomo Wignjosoebroto, 2003: 19)

- Mengawali studi tentang pengukuran waktu kerja (*time study*).
- Mengintroduksikan “*The Principles of Scientific Management*” dalam studi mengenai tata cara dan pengukuran kerja.
- Mengenalkan sistem pemberian insentif berdasarkan hasil *time studies*.

- F. B. Gilberth, Amerika Serikat, 1911.

Frank Bunker Gilberth adalah seorang sarjana teknik sipil, yang mengamati dan mengoptimasi metode kerja. Dalam hal ini lebih mendetail dalam analisa gerakan dibandingkan dengan Taylor. Dalam bukunya “*Motion Study*” yang diterbitkan pada tahun 1911, ia menunjukkan bagaimana postur membungkuk dapat diatasi dengan mendesain suatu sistem meja yang dapat diatur naik-turun (*adjustable*). Beberapa kontribusi pemikirannya dalam ilmu pengetahuan, antara lain : (Sritomo Wignjosoebroto, 2003: 20)

- Mempublikasikan papernya yang terkenal : “*Bricklaying System*” yang merupakan awal dari studi mengenai gerakan kerja (*motion study*).
- Mengintroduksikan prinsip-prinsip ekonomi gerakan (*The Principles of Motion Economy*)
- Bersama dengan istrinya, Lilian Gilberth (seorang psikolog), selanjut-

nya memasukkan unsur perilaku manusia dalam studi tentang kerja/manajemen dan mempublikasikan “*Applied Motion Study*”.

- Badan Penelitian Untuk Kelelahan Industri (*Industrial Fatigue Research Board*), Inggris, 1918.

Badan ini didirikan sebagai penyelesaian masalah yang terjadi di pabrik amunisi pada Perang Dunia I. Mereka menunjukkan bagaimana *output* setiap harinya meningkat dengan jam kerja per harinya yang menurun. Di samping itu mereka juga mengamati waktu siklus optimum untuk sistem kerja berulang (*repetitive work systems*) dan menyarankan adanya variasi dan rotasi pekerjaan.

- E. Mayo, Amerika Serikat, 1933.

Elton Mayo, seorang warga negara Australia, memulai beberapa studi di suatu perusahaan listrik, yaitu *Western Electric Company*, Hawthorne, Chicago. Tujuan studinya adalah untuk mengkuantifikasi pengaruh dari variabel fisik, seperti misalnya, pencahayaan dan lamanya waktu istirahat terhadap faktor efisiensi dari para operator kerja pada unit perakitan.

- Perang Dunia II, Inggris dan Amerika Serikat.

Masalah operasional yang terjadi pada peralatan militer yang berkembang secara cepat (seperti misalnya pesawat terbang) harus melibatkan sejumlah kelompok antardisiplin ilmu secara bersama-sama, sehingga mempercepat perkembangan ergonomi pesawat terbang. Masalah yang ada pada saat itu adalah penempatan dan identifikasi untuk pengendali pesawat terbang, efektifitas alat peraga (*display*), handel pembuka, ketidaknyamanan karena terlalu panas atau terlalu dingin, desain pakaian untuk suasana kerja yang terlalu panas atau terlalu dingin dan pengaruhnya pada kinerja operator.

- Pembentukan Kelompok Ergonomi

Pembentukan Masyarakat Peneliti Ergonomi (*The Ergonomics Research Society*) di Inggris pada tahun 1949 melibatkan beberapa profesional yang telah banyak berkecimpung dalam bidang ini. Hal ini menghasilkan jurnal (majalah ilmiah) pertama dalam bidang Ergonomi pada bulan November 1957. Perkumpulan Ergonomi Internasional (*The International Ergonomics Association*) terbentuk pada tahun 1957 dan Masyarakat Faktor-Faktor Manusia (*The Human Factors Society*) di Amerika pada tahun yang sama. Di samping itu patut diketahui pula bahwa Konferensi Ergonomi Australia yang pertama diselenggarakan pada tahun 1964 dan hal ini mencetuskan terbentuknya

Masyarakat Ergonomi Australia dan Selandia Baru (*The Ergonomics Society of Australia and New Zealand*). (Eko Nurmianto, 2003: 3-5)

2.1.3. Aplikasi Ergonomi

Dalam ergonomi dibutuhkan studi tentang sistem, dimana manusia, fasilitas kerja dan lingkungannya (meliputi pencahayaan, kebisingan, pengendalian suhu, ventilasi) saling berinteraksi dengan tujuan utama yaitu menyesuaikan suasana kerja dengan manusianya. Metode ergonomi lama yang lazim disebut metode *procuster*, mengepaskan kapabilitas dan keterbatasan manusia dengan tempat dan fasilitas kerja (*fitting the man to the task/job*). Sebaliknya pada metode ergonomi modern justru menyesuaikan tempat dan fasilitas kerja terhadap kapabilitas dan keterbatasan manusia (*fitting the task/job to the man*).

Ergonomi mengkaji kapabilitas dan keterbatasan fisik maupun mental manusia dalam hubungannya dengan mesin, peralatan, tempat dan lingkungan kerja sebagai satu kesatuan sistem. Oleh karena itu ergonomi sangat berkaitan dengan karakteristik manusia secara fisik (meliputi ukuran tubuh, kemampuan fisik, postur dalam bekerja dan sebagainya) maupun psikis/mental (meliputi kemampuan belajar, kemampuan pengolahan informasi dan memori, reaksi dalam gerakan, kecepatan pengambilan keputusan dan sebagainya). Ergonomi banyak digunakan oleh berbagai macam ahli/profesional pada bidangnya, misalnya: ahli anatomi, fisiologi, arsitektur, desainer interior, desainer produk-produk industri, militer, fisika, manajemen, fisioterapi, teknologi informasi, psikologi, kedokteran dan lain-lain.

Penerapan ergonomi pada umumnya merupakan aktivitas rancang bangun (desain) ataupun rancang ulang (re-desain). Hal ini dapat meliputi perangkat keras, seperti misalnya, perkakas kerja (*tools*), bangku kerja (*benches*), *platform*, kursi, pegangan alat kerja (*workholders*), sistem pengendali (*controls*), alat peraga (*displays*), jalan/lorong (*access ways*), pintu (*doors*), jendela (*windows*) dan lain-lain, maupun perangkat lunak karena dengan semakin banyaknya pekerjaan yang berkaitan erat dengan komputer. Penyampaian informasi dalam suatu sistem komputer harus pula diusahakan sekompatibel mungkin sesuai dengan kemampuan pemrosesan informasi oleh manusia.

Ergonomi memberikan kontribusi yang sangat penting dalam meningkatkan faktor keselamatan dan kesehatan kerja, misalnya : desain suatu sistem kerja untuk mengurangi rasa nyeri dan ngilu pada sistem kerangka dan otot manusia, desain stasiun

kerja untuk alat peraga visual (*visual display unit station*) untuk mengurangi ketidaknyamanan visual dan postur kerja, desain suatu perkakas kerja (*handtools*) untuk mengurangi kelelahan kerja, desain suatu peletakan instrumen dan sistem pengendali (*controls*) agar didapat optimasi dalam proses transfer informasi dengan dihasilkannya suatu respon yang cepat dengan meminimumkan risiko kesalahan dari manusia (*human error*), serta supaya didapatkan optimasi, efisiensi kerja dan hilangnya risiko kesehatan akibat metode kerja yang kurang tepat. (Eko Nurmianto, 2003: 1-2)

2.1.4. Sumber Keilmuan Ergonomi

Secara keilmuan, ergonomi merupakan *multidisipliner* yang didukung oleh banyak ilmu, antara lain : (Sritomo Wignjosoebroto, 2003: 7)

1. Ilmu faal, yaitu ilmu tentang faal yang dikhususkan untuk manusia yang bekerja, disebut faal kerja (*work physiology*). Dalam faal kerja dimaksudkan bahwa manusia (tenaga kerja) dalam melakukan kerjanya mempunyai kemampuan yang optimal dan maksimal.
2. Biomekanika (*biomechanics*), yaitu ilmu penerapan prinsip-prinsip mekanika pada anatomi dan fisik tubuh manusia dalam kaitan dengan *mucles, tendons, aligments, joints, bones*, yang digunakan untuk mengangkat, mendorong, memindahkan barang dan lain-lain. Dalam penerapannya diharapkan agar dengan tenaga sekecil-kecilnya dapat dicapai hasil kerja yang semaksimal mungkin. Biomekanika memberikan pengetahuan-pengetahuan tentang gerakan-gerakan dan kekuatan pada penggunaan leher dan kepala, tulang belakang, lengan, tangan, kaki, jari dan sebagainya.
3. Antropometri, yaitu ilmu tentang pengukuran (kalibrasi) dimensi tubuh manusia baik dalam keadaan statis maupun dinamis. Pengukuran yang dilakukan, misalnya :
 - Bobot/berat (*weight*)
 - Ketinggian dalam posisi duduk dan berdiri (*sitting and standing height*)
 - Jangkauan lengan (*arm length*)
 - Dan lain-lain
4. Psikologi, yaitu ilmu yang membahas kejiwaan manusia (dalam bekerja) dan perilaku manusia dalam menerima rangsangan yang datang dan mengolah informasi yang diterimanya dan bagaimana mereka membuat keputusan dan bertindak. Dan lain-lain.

2.2. Antropometri

2.2.1. Definisi dan Sejarah Antropometri

Istilah “Antropometri” berasal dari bahasa Latin, yaitu “*Anthro*” yang berarti manusia dan “*Metri*” yang berarti ukuran. Secara definitif, antropometri dapat diartikan sebagai satu studi/ilmu yang secara khusus mempelajari tentang pengukuran dimensi tubuh manusia, guna merumuskan perbedaan-perbedaan ukuran pada tiap individu ataupun kelompok dan sebagainya. Pelopor bidang ini adalah seorang ahli matematika berkebangsaan Belanda bernama Quetlet, yang pada tahun 1870 memperkenalkan karyanya yang berjudul “*Anthropometrie*”. Beliau tidak hanya disebut sebagai penemu atau pencetus ilmu tersebut, namun juga merupakan orang yang pertama kali memperkenalkan istilah “antropometri”.

Dengan berjalannya waktu, sejumlah data antropometri telah berhasil dikumpulkan. Namun, sayangnya data-data tersebut lebih banyak ditujukan bagi kepentingan ilmu-ilmu seperti taksonomi, fisiologi dan lainnya yang sejenis, tetapi belum dipikirkan pemakaiannya bagi perancangan serta ergonomi. Baru pada sekitar tahun 1940 meningkatnya kebutuhan data antropometri mulai dirasakan oleh sejumlah bidang industri, khususnya industri pesawat terbang. Pecahnya Perang Dunia II dapat dikatakan sebagai pendorong kebutuhan ini, bahkan pada masa kini pun sektor industri militer adalah sektor yang paling berkepentingan dengan riset-riset antropometri tersebut. Lambat laun data antropometri makin banyak tersedia, baik dalam skala nasional maupun internasional. Dengan terus bertambahnya populasi dunia, makin meningkatnya eksplorasi ruang luar angkasa, makin meluasnya jaringan perdagangan dan pemasaran jasa dan produk berskala internasional dan dengan semakin diperhatikannya masalah kualitas hidup oleh masyarakat umum, maka penelitian-penelitian data antropometri akan semakin berlimpah. (J. Panero & M. Zelnik, 2003:11)

2.2.2. Aplikasi Antropometri

Data antropometri yang berhasil diperoleh akan diaplikasikan secara luas, antara lain : (Sritomo Wignjosoebroto, 2003: 60)

- Perancangan areal kerja (*work station*, interior mobil, dan lain-lain).
- Perancangan peralatan dan fasilitas kerja seperti mesin, *equipment*, perkakas (*tools*) dan sebagainya.
- Perancangan produk-produk konsumtif, seperti pakaian, kursi/meja komputer, dan lain-lain.

- Perancangan lingkungan kerja fisik.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data antropometri akan menentukan bentuk dan dimensi yang tepat yang berkaitan dengan produk yang dirancang dan manusia yang akan mengoperasikan/menggunakan produk tersebut. Produk juga harus dirancang agar mampu mengakomodasikan dimensi tubuh dari populasi terbesar yang akan menggunakan produk tersebut.

2.2.3. Variasi Antropometri

Manusia pada umumnya akan berbeda-beda dalam hal bentuk dan dimensi ukuran tubuhnya. Beberapa faktor yang mempengaruhi variasi ukuran tubuh manusia, antara lain : (Sritomo Wignjosoebroto, 2003: 61)

1. Umur (*Age*)

Secara umum dimensi tubuh manusia akan tumbuh dan bertambah besar seiring dengan bertambahnya umur, yaitu sejak awal kelahirannya sampai dengan umur sekitar 20 tahunan. Dari suatu penelitian yang dilakukan oleh A.F. Roche dan G.H. Davila (1972) di USA, diperoleh kesimpulan bahwa laki-laki akan tumbuh dan berkembang naik sampai dengan usia 21,2 tahun, sedangkan wanita 17,3 tahun; meskipun ada sekitar 10% yang masih terus bertambah tinggi sampai usia 23,5 tahun (laki-laki) dan 21,1 tahun (wanita). Setelah itu, tidak lagi akan terjadi pertumbuhan bahkan justru akan cenderung berubah menjadi penurunan ataupun penyusutan yang dimulai sekitar umur 40 tahunan, dikarenakan adanya proses penuaan.

2. Jenis Kelamin (*Sex*)

Dimensi ukuran tubuh laki-laki umumnya akan lebih besar dibandingkan dengan wanita, terkecuali untuk beberapa bagian tubuh tertentu, seperti pinggul, dan sebagainya. Pada masa-masa awal pertumbuhan, perbedaan dimensi tubuh laki-laki dengan wanita tidaklah begitu berarti (signifikan). Semakin bertambahnya usia, maka tingkat perbedaan akan semakin signifikan.

3. Suku Bangsa (*Ethnic*)

Setiap suku bangsa ataupun kelompok etnik akan memiliki karakteristik fisik yang akan berbeda satu dengan yang lainnya. Sebagai contoh, dapat dilihat pada tabel 2.1 yang menunjukkan data statistik tinggi badan dari beberapa kelompok bangsa. Variasi hasilnya cukup berarti, mulai dari 160,5 cm pada orang-orang Vietnam sampai 179,9 cm pada orang-orang Belgia, sehingga

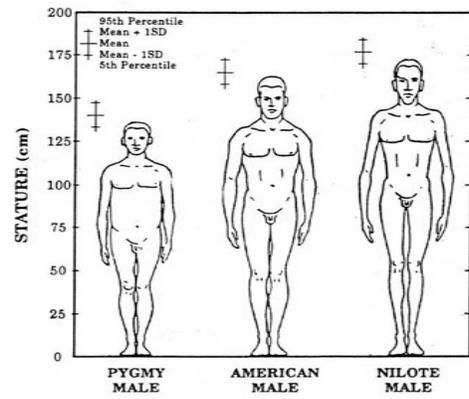
perbedaannya berkisar 19,4 cm. Bahkan yang lebih ekstrim lagi adalah perbedaan tinggi antara kelompok manusia terpendek dan manusia tertinggi seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1. D.F.Roberts mencatat kelompok manusia terpendek, yaitu kelompok suku *Pygmy* di Afrika Tengah dengan tinggi badan rata-rata 143,8 cm, sementara kelompok manusia tertinggi yang pernah tercatat adalah kelompok suku *Nilote* Utara di Sudan bagian Selatan dengan tinggi badan rata-rata 182,9 cm, sehingga selisih perbedaannya adalah 39,1 cm.

Tabel 2.1. Statistik dari tinggi badan dalam satuan sentimeter (cm) dan karakteristik lainnya dari 26 sampel

Sampel	Tahun	Jumlah	Usia*	Tinggi Badan	
				Rata-rata	SD
Republik Vietnam	1964	2.129	27,2	160,5	5,5
Angkatan Bersenjata					
Thailand	1964	2.950	24,0	163,4	5,3
Angkatan Bersenjata					
Republik Korea	1970	3.473	24,7	164,0	5,9
Angkatan Darat					
Angkatan Bersenjata	1967	733	23,1	166,4	6,1
Amerika Latin (18 negara)					
Iran	1970	9.414	23,8	166,8	5,8
Angkatan Bersenjata					
Jepang	1962	239	24,1	166,9	4,8
Pilot JASDF					
India	1969	4.000	27,0	167,5	6,0
Angkatan Darat					
Republik Korea	1961	264	28,0	168,7	4,6
Pilot ROKAF					
Turki	1963	915	24,1	169,3	5,7
Angkatan Bersenjata					
Yunani	1963	1.084	22,9	170,5	5,9
Angkatan Bersenjata					
Italia	1963	1.358	26,5	170,6	6,2
Angkatan Bersenjata					
Perancis	1955	7.084	18-45	171,3	5,8
Awak Penerbangan					
Angkatan Bersenjata	1921	96.596	24,9	172,0	6,7
Amerika Serikat					
(demobilisasi Perang					
Dunia I)					
Australia	1970	3.695	21,0	173,0	6,0
Angkatan Darat					
Pegawai sipil AS	1965	3.091	44,0	173,2	7,2
Survei Kesehatan Nasional					
Angkatan Darat AS	1951	24.508	24,3	173,9	6,4
(pelaku Perang Dunia II)					
Angkatan Darat AS	1971	6.682	22,2	174,5	6,6
Pasukan Darat					
Angkatan Darat AS	1971	1.482	26,2	174,6	6,3
Penerbang					
Republik Federasi	1965	300	22,8	174,9	6,1
Jerman (awak tank					
Angkatan Darat)					
Angkatan Udara AS	1954	4.062	27,9	175,5	6,2
Awak penerbangan					
Inggris	1968	200	28,7	177,0	6,1
Kru udara RAF dan RN					
Inggris	1965	4.357	—	177,2	6,2
Pilot RAF					
Angkatan Udara AS	1972	2.420	30,0	177,3	6,2
Awak Penerbangan					
Kanada	1965	314	—	177,4	6,1
Pilot RCAF					
Norwegia	1964	5.765	20,0	177,5	6,0
Para pemuda					
Belgia	1954	2450	17-50	179,9	5,8
Awak Penerbangan					

*Menunjukkan rata-rata kecuali bila diberikan rentangnya

Sumber : J. Panero dan M. Zelnik, 2003: 12



Gambar 2.1. Data statistik pada tinggi tubuh pria *Pygmy* (Afrika Tengah), Amerika dan *Nilote* Utara (Sudan Selatan)
(Sumber : Eko Nurmianto, 2003: 53)

Selain faktor-faktor tersebut di atas, masih ada pula beberapa faktor lain yang mempengaruhi variabilitas ukuran tubuh manusia, seperti : cacat tubuh, tebal tipisnya pakaian yang harus dikenakan, kehamilan (khusus perempuan), jenis pekerjaan, kelompok sosio ekonomi, dan lain-lain.

2.2.4. Jenis Data Antropometri

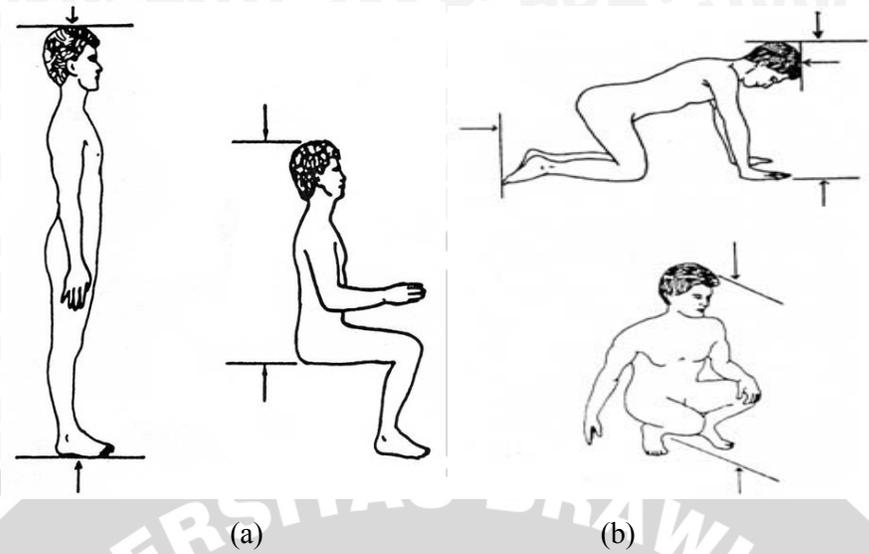
Ada 2 jenis data antropometri yang didasarkan pada posisi/sikap tubuh (*posture*) ketika dilakukan proses pengukuran, yaitu : (Sritomo Wignjosoebroto, 2003: 62-64)

1. Antropometri Statis

Yaitu data antropometri yang bertalian dengan ukuran-ukuran tubuh manusia dalam kondisi tetap/diam (*statis*). Istilah lain dari pengukuran tubuh dengan cara ini dikenal dengan pengukuran dimensi struktur tubuh (*structural body dimension*). Ukuran-ukuran tersebut digunakan untuk merencanakan tempat kerja dan perlengkapannya, yang menjamin sikap tubuh paling alamiah dan memungkinkan dilakukan gerakan-gerakan yang dibutuhkan.

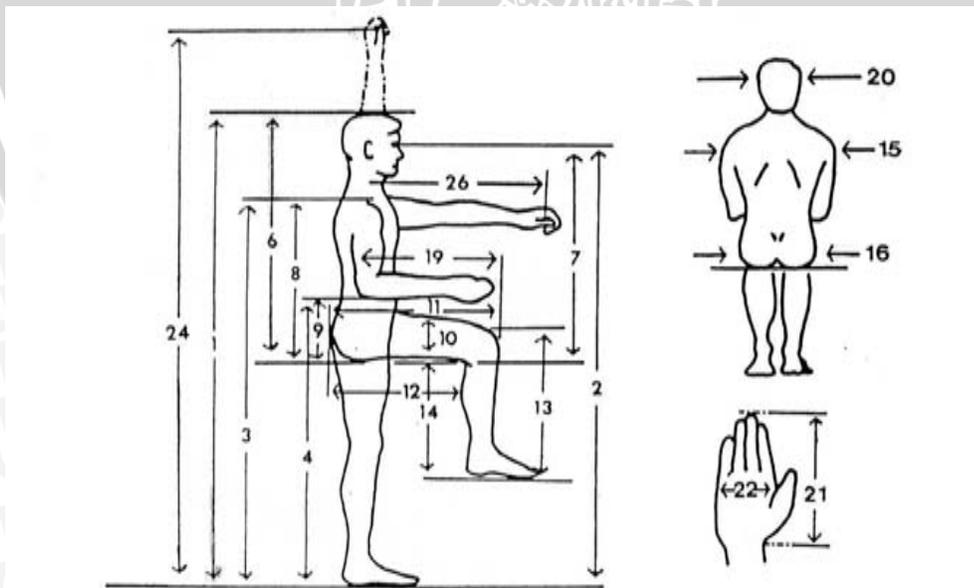
2. Antropometri Dinamis

Yaitu data antropometri yang bertalian dengan pengukuran terhadap posisi tubuh (*posture*) pada saat melakukan gerakan-gerakan kerja (*dinamis*) tertentu yang berkaitan dengan kegiatan/pekerjaan yang harus diselesaikan. Pengukuran ini dilakukan sesuai dengan kemampuan gerak normal dan maksimal. Istilah lain dari pengukuran tubuh dengan cara ini ini dikenal dengan pengukuran dimensi fungsional tubuh (*functional body dimension*).



Gambar 2.2. Pengukuran dimensi tubuh (antropometri)
 (a) Pengukuran dimensi struktur tubuh (antropometri statis)
 (b) Pengukuran dimensi fungsional tubuh (antropometri dinamis)
 (Sumber : Sritomo Wignjosoebroto, 2003: 63-64)

Untuk memperjelas mengenai data antropometri (statis) yang bisa diaplikasikan dalam berbagai rancangan produk ataupun fasilitas kerja, maka pada gambar 2.3 di bawah ini akan memberikan informasi tentang berbagai macam anggota tubuh yang perlu diukur secara umum.



Gambar 2.3. Data antropometri yang diperlukan untuk perancangan produk/fasilitas kerja
 (Sumber : Sritomo Wignjosoebroto, 2003: 70)

Keterangan :

- | | |
|--|--|
| 1 = Tinggi tubuh dalam posisi berdiri tegak | 18 = Tebal perut (tidak tampak dalam gambar) |
| 2 = Tinggi mata dalam posisi berdiri tegak | 19 = Jarak dari siku ke ujung jari tangan |
| 3 = Tinggi bahu dalam posisi berdiri tegak | 20 = Lebar kepala |
| 4 = Tinggi siku dalam posisi berdiri tegak | 21 = Panjang tangan(pergelangan-ujung jari) |
| 5 = Tinggi kepalan tangan (<i>knuckler</i>) pada posisi relaks ke bawah (dalam gambar tidak ditunjukkan) | 22 = Lebar telapak tangan |
| 6 = Tinggi badan pada posisi duduk | 23 = Jarak bentang dari ujung jari tangan kanan ke kiri |
| 7 = Tinggi mata pada posisi duduk | 24 = Tinggi pegangan tangan (<i>grip</i>) pada posisi tangan vertikal ke atas dan berdiri tegak |
| 8 = Tinggi bahu pada posisi duduk | 25 = Tinggi pegangan tangan (<i>grip</i>) pada posisi tangan vertikal ke atas dan duduk (tidak ditunjukkan dalam gambar) |
| 9 = Tinggi siku pada posisi duduk | 26 = Jarak genggam tangan (<i>grip</i>) ke punggung pada posisi tangan ke depan (horisontal) |
| 10 = Tebal paha | |
| 11 = Jarak dari pantat ke ujung lutut | |
| 12 = Jarak dari pantat ke lipat lutut (<i>popliteal</i>) | |
| 13 = Tinggi lutut | |
| 14 = Tinggi lipat lutut (<i>popliteal</i>) | |
| 15 = Lebar bahu (<i>bideltoid</i>) | |
| 16 = Lebar pinggul/pantat | |
| 17 = Tebal dada (tidak tampak dalam gambar) | |

Pada tabel 2.2 berikut ini, diberikan contoh pengukuran dimensi-dimensi tubuh yang disebutkan di atas terhadap orang Indonesia (laki-laki dan wanita dewasa).

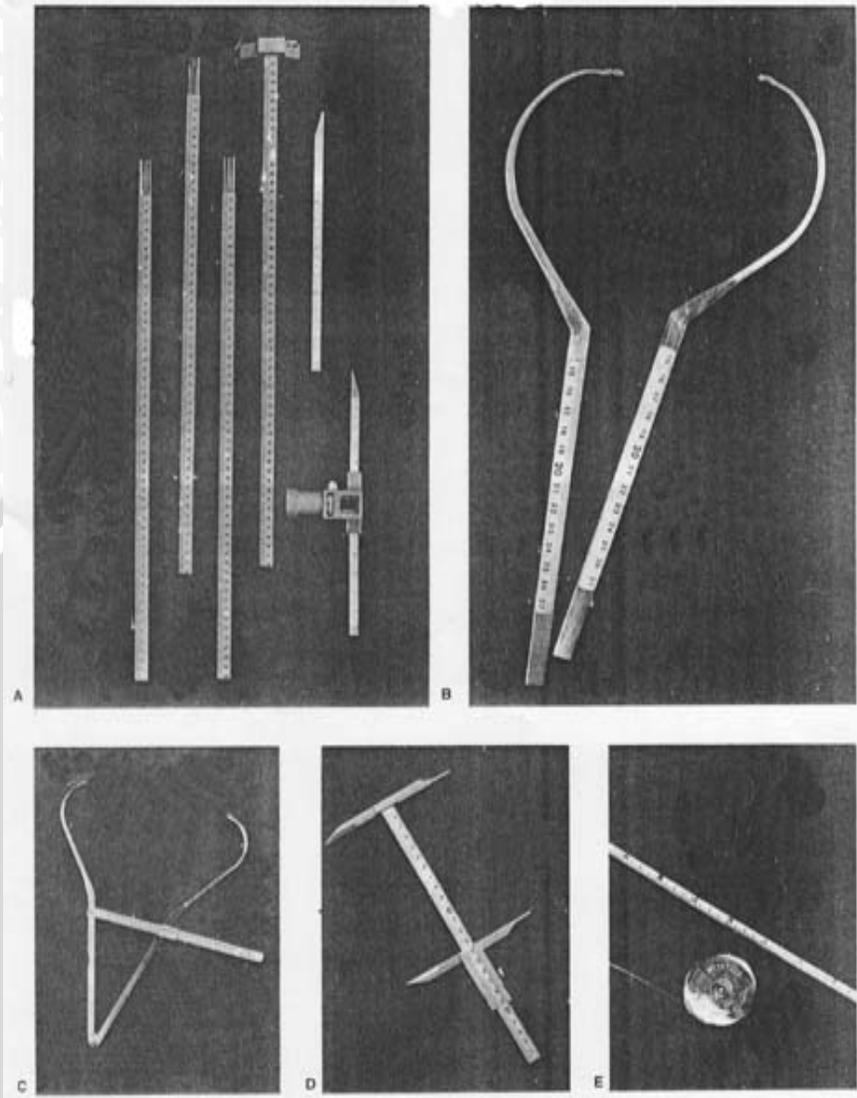
Tabel 2.2. Antropometri masyarakat Indonesia yang didapat dari interpolasi masyarakat Inggris dan Hongkong serta istilah dimensionalnya
 Dimana: X = nilai rata-rata (*mean*), SD= Standar Deviasi, 5% = nilai 5 persentil, 95%= nilai 95 persentil

DIMENSI TUBUH	P R I A				WANITA			
	5%	X	95%	S.D	5%	X	95%	S.D
1. Tinggi Tubuh Posisi berdiri Tegak	1.532	1.632	1.732	61	1.464	1.563	1.662	60
2. Tinggi Mata	1.425	1.520	1.615	58	1.350	1.446	1.542	58
3. Tinggi Bahu	1.247	1.338	1.429	55	1.184	1.272	1.361	54
4. Tinggi Siku	932	1.003	1.074	43	886	957	1.028	43
5. Tinggi Genggaman Tangan (<i>Knuckle</i>) pada Posisi Relaks kebawah	655	718	782	39	646	708	771	38
6. Tinggi Badan pada Posisi Duduk	809	864	919	33	775	834	893	36
7. Tinggi Mata pada Posisi Duduk	694	749	804	33	666	721	776	33
8. Tinggi Bahu pada Posisi Duduk	523	572	621	30	501	550	599	30
9. Tinggi siku pada Posisi Duduk	181	231	282	31	175	229	283	33
10. Tebal Paha	117	140	163	14	115	140	165	15
11. Jarak dari Pantat ke Lutut	500	545	590	27	488	537	586	30
12. Jarak dari Lipat Lutut (<i>popliteal</i>) ke Pantat	405	450	495	27	488	537	586	30
13. Tinggi Lutut	448	496	544	29	428	472	516	27
14. Tinggi Lipat Lutut (<i>popliteal</i>)	361	403	445	26	357	382	428	28
15. Lebar Bahu (<i>bicepoid</i>)	382	424	466	26	342	385	428	26
16. Lebar Panggul	291	331	371	24	298	345	392	29
17. Tebal Dada	174	212	250	23	178	228	278	30
18. Tebal Perut (<i>abdominal</i>)	174	228	282	33	175	231	287	34
19. Jarak dari Siku ke Ujung Jari	405	439	473	21	374	409	443	34
20. Lebar Kepala	140	150	160	6	135	146	157	7
21. Panjang Tangan	161	176	191	9	153	168	183	9
22. Lebar Tangan	71	79	87	5	64	71	78	4
23. Jarak Bentang dari Ujung Jari Tangan Kiri ke Kanan	1.520	1.663	1.806	87	1.400	1.523	1.646	75
24. Tinggi Pegangan Tangan (<i>grip</i>) pada Posisi Tangan Vertikal ke Atas & Berdiri Tegak	1.795	1.923	2.051	78	1.713	1.841	1.969	79
25. Tinggi Pegangan Tangan (<i>grip</i>) pada Posisi Tangan Vertikal ke Atas & Duduk	1.065	1.169	1.273	63	945	1.030	1.115	52
26. Jarak Genggaman Tangan (<i>grip</i>) ke Punggung pada Posisi Tangan ke Depan (<i>horizontal</i>)	649	708	767	37	610	661	712	31

Sumber : Eko Nurmianto, 2003: 61

2.2.5. Alat Ukur Antropometri

Ada begitu banyak jenis dan bentuk peralatan antropometrik yang lazim digunakan untuk melakukan pengukuran dimensi bagian-bagian tubuh manusia, seperti : antropometer, batang pengukur lengkung, jangka lengkung, jangka sorong, pita ukur antropometrik dan sebagainya. Selain itu, ada pula teknik dan peralatan pengukuran yang lebih rumit, seperti : pemeriksaan kontur beragam, sistem kamera *fotometrik*, sistem kamera *andrometrik*, *stereofotogrametri*, dan sebagainya, namun pemakaiannya tidak terlalu luas.



Gambar 2.4. Peralatan ukur antropometri yang lazim digunakan
(A) Antropometer; (B) Batang pengukur lengkung; (C) Jangka lengkung yang dapat diregangkan; (D) Jangka sorong; (E) Pita ukur antropometrik
(Sumber : J. Panero dan M. Zelnik, 2003: 17)

2.2.6. Aplikasi Data Antropometri dalam Perancangan Produk/Fasilitas Kerja

Data antropometri yang menyajikan data ukuran dari berbagai macam anggota tubuh manusia dalam persentil tertentu, akan sangat besar manfaatnya pada saat suatu rancangan produk ataupun fasilitas kerja akan dibuat. Agar rancangan suatu produk nantinya bisa sesuai dengan ukuran tubuh manusia yang akan mengoperasikan/menggunakannya, maka prinsip-prinsip yang harus diambil di dalam aplikasi data antropometri tersebut harus ditetapkan dahulu, yaitu antara lain : (Sritomo Wignjosoebroto, 2003: 68-69)

1. Prinsip perancangan produk bagi individu dengan ukuran yang ekstrim.
2. Prinsip perancangan produk yang bisa dioperasikan di antara rentang ukuran tertentu.
3. Prinsip perancangan produk dengan ukuran rata-rata.

2.2.6.1. Prinsip Perancangan Produk Bagi Individu dengan Ukuran yang Ekstrim

Di sini rancangan produk dibuat agar bisa memenuhi 2 sasaran produk, yaitu :

1. Bisa sesuai untuk ukuran tubuh manusia yang mengikuti klasifikasi ekstrim, dalam arti terlalu besar atau terlalu kecil bila dibandingkan dengan rata-ratanya.
2. Tetap bisa digunakan untuk memenuhi ukuran tubuh yang lain, sesuai dengan ukuran mayoritas dari populasi yang dituju.

Agar bisa memenuhi sasaran produk tersebut maka ukuran yang diaplikasikan ditetapkan dengan 2 cara :

1. Untuk dimensi minimum, yang harus ditetapkan dari suatu rancangan produk umumnya didasarkan pada nilai persentil yang terbesar, seperti 90-th atau 95-th persentil. Contoh konkrit pada kasus ini bisa dilihat pada penetapan ukuran minimal dari lebar dan tinggi pintu darurat dan sebagainya.
2. Untuk dimensi maksimum, yang harus ditetapkan diambil berdasarkan nilai persentil yang paling rendah, misalnya 1-th, 5-th atau 10-th persentil dari distribusi data antropometri yang ada. Hal ini diterapkan sebagai contoh dalam penetapan jarak jangkauan dari suatu mekanisme kontrol yang harus dioperasikan oleh seseorang pekerja.

Secara umum aplikasi data antropometri untuk perancangan produk ataupun fasilitas kerja akan menetapkan nilai 5-th persentil untuk dimensi maksimum dan 95-th persentil untuk dimensi minimum.

2.2.6.2. Prinsip Perancangan Produk yang Bisa Dioperasikan Di antara Rentang Ukuran Tertentu

Di sini rancangan bisa diubah-ubah ukurannya, sehingga cukup fleksibel dioperasikan oleh setiap orang yang memiliki berbagai macam ukuran tubuh. Contoh yang paling umum dijumpai adalah perancangan kursi/jok mobil, yang mana dalam hal ini bisa diubah-ubah sesuai dengan yang diinginkan. Dalam kaitannya untuk

mendapatkan rancangan yang fleksibel semacam ini, maka data antropometri yang umum diaplikasikan adalah data rentang nilai persentil 5-th sampai pada persentil 95-th.

2.2.6.3. Prinsip perancangan Produk dengan Ukuran Rata-Rata

Dalam hal ini rancangan produk didasarkan terhadap rata-rata ukuran manusia. Problem pokok yang dihadapi dalam hal ini justru sedikit sekali mereka yang berbeda dalam ukuran rata-rata. Di sini produk dirancang dan dibuat untuk mereka yang berukuran sekitar rata-rata, sedangkan bagi mereka yang memiliki ukuran ekstrim akan dibuatkan rancangan tersendiri.

Berkaitan dengan aplikasi data antropometri yang diperlukan dalam proses perancangan produk ataupun fasilitas kerja, maka ada beberapa saran/rekomendasi yang bisa diberikan sesuai dengan langkah-langkah berikut ini :

1. Terlebih dahulu harus ditetapkan anggota tubuh mana yang nantinya akan difungsikan untuk mengoperasikan rancangan tersebut.
2. Tentukan dimensi tubuh yang penting dalam proses perancangan tersebut. Dalam hal ini juga perlu diperhatikan apakah harus menggunakan data *structural body dimension* ataukah dengan data *functional body dimension*.
3. Selanjutnya, tentukan populasi terbesar yang harus diantisipasi, diakomodasikan dan menjadi target utama pemakai rancangan produk tersebut. Hal ini lazim dikenal sebagai “*market segmentation*”, seperti produk mainan untuk anak-anak, peralatan rumah tangga untuk wanita dan lain-lain.
4. Tetapkan prinsip ukuran yang harus diikuti, misalnya, apakah rancangan tersebut untuk ukuran individual yang ekstrim, rentang ukuran yang fleksibel (*adjustable*) ataukah untuk ukuran rata-rata.
5. Pilih persentase populasi yang harus diikuti, misalnya persentil 90-th, 95-th, 99-th ataukah nilai persentil lain yang dikehendaki.
6. Untuk setiap dimensi tubuh yang telah diidentifikasi, selanjutnya pilih atau tetapkan nilai ukurannya dari tabel data antropometri yang sesuai. Aplikasikan data tersebut dan tambahkan faktor-faktor kelonggaran (*allowance*) bila diperlukan, seperti halnya tambahan ukuran akibat faktor tebalnya pakaian yang harus dikenakan oleh operator, pemakaian sepatu, pemakaian sarung tangan (*gloves*) dan sebagainya.

2.3. Perancangan Kursi

2.3.1. Sejarah Perancangan Kursi

Perancangan tempat duduk telah dikenal sejak jaman dahulu. Bangku, sebagai contoh, sudah digambarkan sebagai salah satu jenis perabot yang berharga bagi bangsa Mesir sejak tahun 2050 SM dan kursi sejak tahun 1600 SM. Selain dari keberadaannya yang sudah dikenal luas dan sejarahnya yang panjang, tampaknya tempat duduk merupakan alat yang paling jarang dirancang dengan seksama. Seorang perancang industri bernama Neils Diffrient pernah mengatakan, “Perancangan kursi merupakan suatu ujian berat bagi para perancang”. Salah satu kesulitan utama dalam perancangan tempat duduk adalah seringkali posisi duduk dipandang sebagai gerak statik, padahal duduk lebih dapat dikatakan sebagai gerakan dinamik. Sesuai dengan pendapat itu, sekedar penerapan data statik secara dua dimensi untuk menyelesaikan masalah dinamik tiga dimensi serta pertimbangan biomekanika, jelas bukan merupakan pendekatan perancangan yang tepat. Jika rancangan suatu tempat duduk tidak memperhatikan sama sekali hal-hal yang berkenaan dengan dimensi-dimensi manusia dan besar tubuhnya, maka tidaklah aneh bila rancangan tersebut tidak akan nyaman.

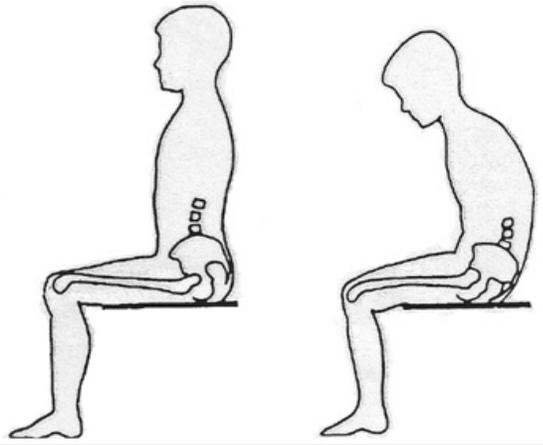
Kesulitan lain adalah hanya sedikit sekali data yang tersedia sehubungan dengan biomekanika dari perancangan kursi dan hampir tidak ada riset yang pernah dipublikasikan berkaitan dengan masalah kenyamanan. (J. Panero dan M. Zelnik, 2003: 51)

2.3.2. Sikap Duduk

Duduk memerlukan lebih sedikit energi daripada berdiri, karena hal itu dapat mengurangi banyaknya beban otot statis pada kaki. Seorang operator yang bekerja sambil duduk memerlukan sedikit istirahat dan secara potensial lebih produktif. Di samping itu operator tersebut juga lebih kuat bekerja dan oleh karena itu lebih cekatan dan mahir.

Namun, sikap duduk yang keliru akan merupakan penyebab adanya masalah-masalah punggung. Tekanan pada bagian tulang belakang akan meningkat pada saat duduk dibandingkan dengan saat berdiri ataupun berbaring. Jika diasumsikan tekanan tersebut sekitar 100%, maka cara duduk yang tegang atau kaku (*erect posture*) dapat menyebabkan tekanan tersebut mencapai 140% dan cara duduk yang dilakukan dengan membungkuk ke depan menyebabkan tekanan tersebut sampai 190%. (E.Nurmianto, 2003: 109)

Pada gambar 2.5 di bawah ini, diberikan contoh sikap duduk yang salah, yang dapat menimbulkan nyeri bahkan cedera pada tulang belakang.



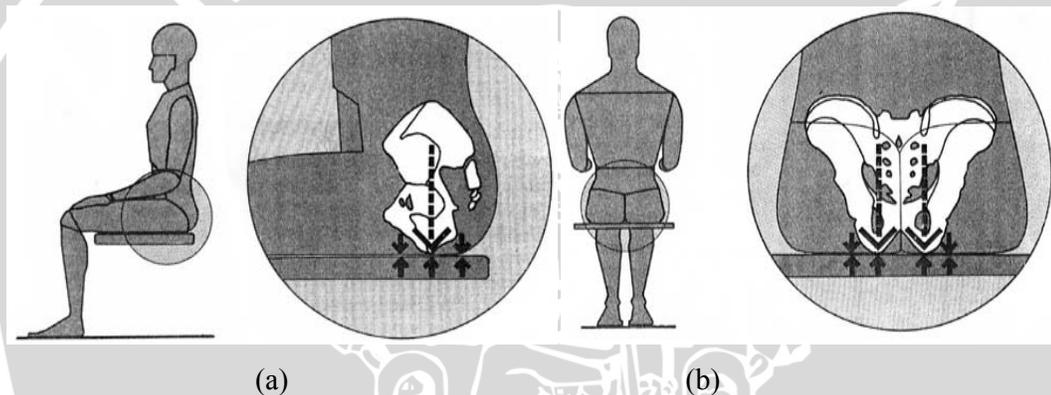
Gambar 2.5. Sikap duduk yang salah
(Sumber : R.S. Bridger, 1995: 61)

2.3.3. Dinamika Posisi Duduk

Dinamika posisi duduk dapat lebih mudah digambarkan dengan mempelajari mekanika sistem penyangga dan keseluruhan struktur tulang yang terlibat di dalam gerakannya. Menurut Tichauer, “sumbu penyangga dari batang tubuh yang diletakkan dalam posisi duduk adalah sebuah garis pada bidang datar koronal, melalui titik terendah dari tulang duduk (*ischial tuberosities*) di atas permukaan tempat duduk. Gambar 2.6 menunjukkan *tuberosities*. Branton melakukan dua pengamatan berkenaan dengan hal ini. Pengamatan pertama menunjukkan bahwa sekitar 75% dari keseluruhan berat badan hanya disangga oleh daerah seluas 4 inci persegi atau 26 cm persegi dari tulang duduk ini. Hal ini mengungkapkan bahwa berat badan yang diterima, disebarkan hanya pada daerah yang kecil saja dan sebagai akibatnya, terjadi tegangan yang sangat besar pada daerah pantat di bawahnya. Pengamatan Tichauer menunjukkan bahwa besarnya tekanan-tekanan yang terjadi diperkirakan sebesar 85 hingga 100 pon per inci persegi (Psi). Data lain menunjukkan bahwa gaya tekan (kompresi) yang terjadi pada daerah-daerah kulit pantat dan landasan kursi yang keras besarnya sekitar 40 sampai 60 Psi, sedangkan tekanan pada jarak beberapa inci besarnya hanya sekitar 4 Psi. Tekanan-tekanan ini menimbulkan perasaan lelah dan tidak nyaman serta menyebabkan subjek mengubah posisi duduknya agar mencapai kondisi yang nyaman. Bertahan pada posisi duduk dalam jangka waktu yang lama tanpa mengubah-ubah posisinya, di bawah

kondisi tekanan kompresi yang terjadi, akan dapat menyebabkan kurangnya aliran darah pada suatu daerah (*ischemia*), gangguan pada sirkulasi darah, menyebabkan nyeri, sakit dan rasa kebal (mati rasa).

Oleh karena itu, suatu perancangan tempat duduk harus diupayakan sedemikian rupa sehingga berat badan yang disangga oleh tulang duduk tersebar pada daerah yang cukup luas. Alas yang tepat pada landasan tempat duduk dapat memenuhi kebutuhan tersebut. Harus juga diupayakan agar subyek yang sedang duduk di atas tempat duduk tersebut dapat mengubah-ubah posisi atau postur tubuhnya untuk mengurangi rasa ketidaknyamanannya. Sehubungan dengan hal ini, data antropometri yang tepat sangat diperlukan untuk dapat menentukan pengukuran-pengukuran yang tepat dan jarak bersih yang diperlukan. (J. Panero dan M. Zelnik, 2003: 51-53)

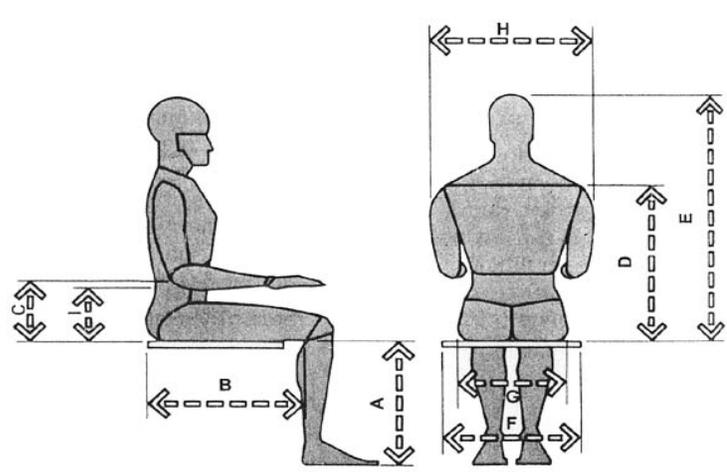


Gambar 2.6. Tulang duduk (*ischial tuberosities*) dari seseorang dalam posisi duduk
 (a) Potongan tulang duduk tampak samping
 (b) Potongan tulang duduk pada bagian posterior
 (Sumber : J. Panero dan M. Zelnik, 2003: 52)

Pengamatan Branton yang kedua menunjukkan bahwa secara struktural, tulang duduk membentuk sistem penopang atas dua titik yang pada dasarnya tidak stabil. Oleh karenanya, landasan tempat duduk saja tidak cukup untuk menciptakan kestabilan. Secara teoritis, kaki, telapak kaki dan punggung, yang juga bersinggungan dengan bagian lain dari tempat duduk selain dari bagian landasannya, seharusnya juga dapat turut menciptakan kestabilan yang dimaksud.

2.3.4. Antropometri Posisi Duduk

Dimensi-dimensi antropometri yang penting bagi suatu perancangan tempat duduk ditunjukkan pada gambar 2.7 berikut ini.



Gambar 2.7. Pedoman dimensi-dimensi antropometri yang dibutuhkan bagi perancangan kursi
(Sumber : J. Panero dan M. Zelnik, 2003: 56)

Keterangan :

A = Tinggi lipatan dalam lutut

B = Jarak pantat-lipatan dalam lutut

C = Tinggi siku posisi istirahat

D = Tinggi bahu

E = Tinggi duduk normal

F = Rentang antar siku

G = Rentang panggul

H = Rentang bahu

I = Tinggi lumbar

2.3.5. Prinsip Mendesain Tempat Duduk

Kesesuaian dan manfaat dari kursi/tempat duduk seharusnya dirancang sesuai dengan keadaan fisik pemakainya. Kursi mobil, bioskop dan halte, rancangannya tentu berbeda dengan kursi yang dirancang untuk keperluan pribadi. Berikut ini diberikan petunjuk umum di dalam merancang atau mendesain tempat duduk, yaitu meliputi :

1. Distribusi berat

Yaitu pembagian daerah tekan pada pantat pada saat duduk pada suatu tempat. Dari pembagian ini akan diketahui daerah mana yang akan memberikan tekanan yang sedang serta lemah. Dari informasi yang diberikan oleh pembagian daerah ini akan menentukan bagaimana membuat serta mendesain kursi yang enak diduduki, sehingga tidak berpengaruh buruk pada pantat baik untuk jangka waktu pendek ataupun jangka waktu yang lama.

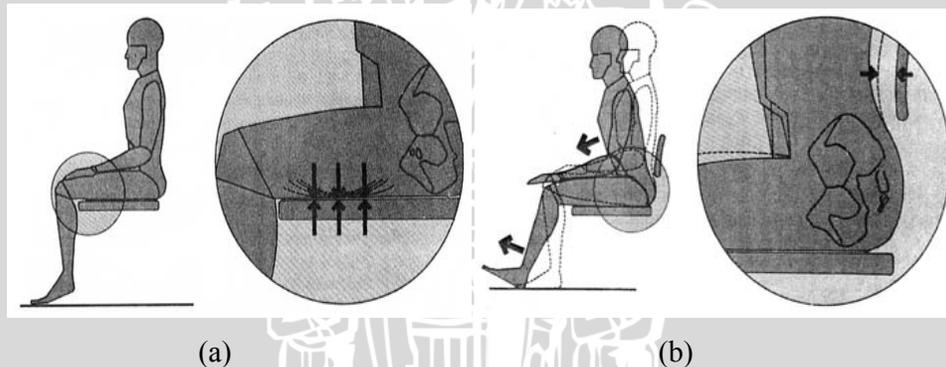
Kursi dengan alas yang keras dan datar sebaiknya dihindari, karena akan menyebabkan ketidaknyamanan jika digunakan dalam jangka waktu yang lama.

Penggunaan bantalan dengan perancangan/pendesainan yang tepat (jenis, ketebalan dan lain-lain) akan dapat meyelesaikan masalah ini.

2. Tinggi tempat duduk

Untuk rancangan tinggi tempat duduk maka menggunakan persentil ke-5, sehingga hasil rancangan dapat mengakomodasi jumlah terbesar para pemakainya. Sedangkan tinggi tempat duduk dari lantai diukur berdasarkan tinggi lipatan dalam lutut (*popliteal*).

Jika permukaan tempat duduk terlalu tinggi letaknya, maka bagian bawah paha akan tertekan seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.8 (a). Hal ini dapat menimbulkan ketidaknyamanan, gangguan peredaran darah dan ketidakstabilan tubuh akibat dari telapak kaki yang tidak menapak pada permukaan lantai secara sempurna. Sebaliknya, jika permukaan tempat duduk terlalu rendah, kaki akan memanjang dan pada posisi maju ke depan, ditunjukkan pada gambar 2.8 (b). Pada posisi demikian kaki akan meniadakan stabilitas tubuh.



Gambar 2.8. Dampak-dampak dari pengaruh tinggi permukaan tempat duduk

(a) Permukaan tempat duduk yang terlalu tinggi

(b) Permukaan tempat duduk yang terlalu rendah

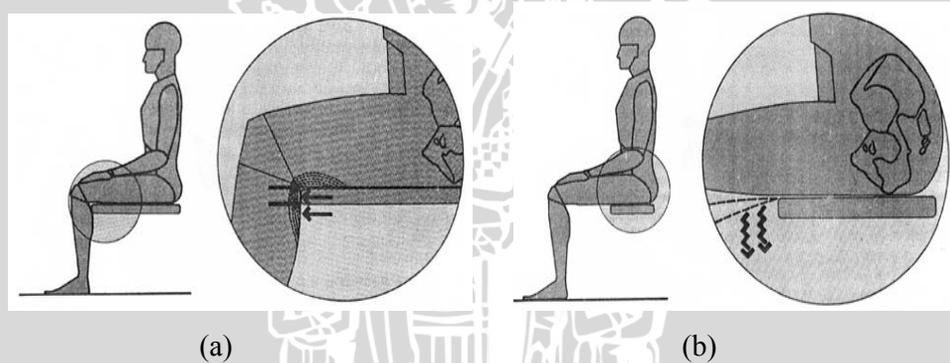
(Sumber : J. Panero dan M. Zelnik, 2003: 57)

3. Kedalaman dan lebar tempat duduk

Untuk kedalaman kursi secara umum disesuaikan dengan ukuran orang-orang yang memiliki ukuran jarak pantat-lipatan dalam lutut (*buttock popliteal length*) pada persentil ke-5, sehingga bisa mengakomodasi jumlah terbesar para pemakainya. Jika kedalaman tempat duduk terlalu besar, maka bagian depan dari permukaan atau ujung dari tempat duduk tersebut akan menekan daerah tepat di belakang lutut dan memotong peredaran darah di bagian kaki, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.9 (a). Tekanan pada jaringan-jaringan akan

menyebabkan iritasi dan ketidaknyamanan. Bahaya yang lebih besar ialah terjadinya penggumpalan darah (*thrombophlebitis*) jika subjek tidak mengubah posisi tubuhnya. Untuk menghindari ketidaknyamanan pada bagian kaki, maka subjek akan memajukan posisi pantatnya dan hal ini menyebabkan bagian punggungnya tidak dapat bersandar, sehingga stabilitas tubuh melemah dan tenaga otot yang diperlukan menjadi semakin besar sebagai upaya untuk menjaga keseimbangan. Akibatnya adalah kelelahan, ketidaknyamanan dan sakit di bagian punggung. Sebaliknya, jika kedalaman tempat duduk terlalu sempit, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.9 (b), maka akan menimbulkan kondisi yang buruk pula, yaitu dapat menimbulkan perasaan terjatuh atau terjungkal dari kursi yang disebabkan berkurangnya penopangan pada bagian bawah paha.

Sedangkan untuk perancangan lebar tempat duduk, maka yang digunakan adalah data persentil ke-95, karena adanya jarak bersih (*clearance*) yang dibutuhkan.



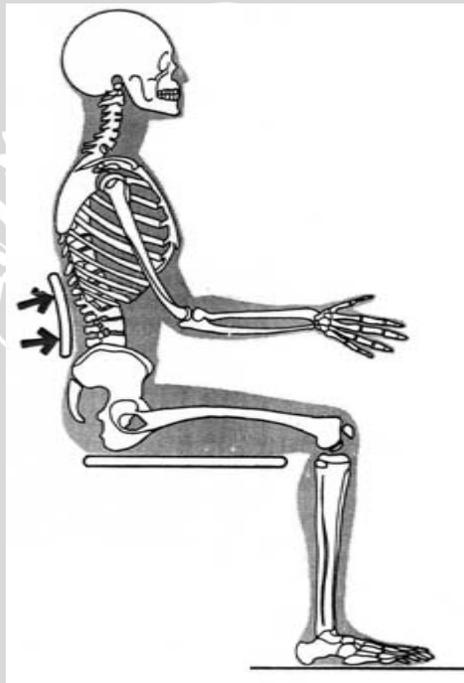
Gambar 2.9. Dampak-dampak dari pengaruh kedalaman tempat duduk
 (a) Kedalaman tempat duduk terlalu besar
 (b) Kedalaman tempat duduk yang terlalu sempit
 (Sumber : J. Panero dan M. Zelnik, 2003: 60)

4. Sandaran punggung

Yaitu merupakan salah satu bagian tempat duduk yang sangat penting, karena berfungsi untuk menopang tulang belakang ketika punggung ingin duduk bersandar. Desain sandaran harus dibuat sesuai dengan lekuk dari struktur tulang belakang. Ketinggian sandaran punggung dapat bervariasi sesuai dengan jenis dan maksud pemakaian suatu kursi. Selain itu, apabila diinginkan dalam merancang sebuah kursi bisa juga ditambahkan sandaran tangan, tergantung pada aktifitas/pekerjaan yang akan dilakukan selama duduk.

5. Penyangga *Lumbar* (ruas tulang belakang bagian bawah)

Pendekatan ini menekankan pada ketentuan dari sandaran punggung yang dapat disetel untuk menyangga daerah *lumbar* (ruas tulang belakang bagian bawah, yang berbentuk cekung). Penyangga *lumbar* ini dapat mengurangi usaha otot yang diperlukan untuk menjaga suatu sikap duduk yang kaku atau tegang. Hal ini juga dapat mengurangi kecenderungan tulang belakang ke arah bentuk *kyphosis*. Satu hal yang perlu diperhatikan juga ialah untuk menyediakan ruang tambahan bagi penonjolan daerah pantat. Jarak bersih ini dapat berupa daerah terbuka berbentuk ceruk antara permukaan tempat duduk dan penyangga *lumbar*. Bantalan yang empuk pada bagian ini juga akan mengakomodasi penonjolan bagian pantat ini.



Gambar 2.10. Penyangga *lumbar* dan ruang tambahan bagi penonjolan daerah pantat

(Sumber : J. Panero dan M. Zelnik, 2003: 61)

Pada tabel 2.3 berikut ini, diberikan contoh perbandingan berbagai macam dimensi *prototipe* kursi menurut beberapa ahli.

Tabel 2.3. Perbandingan berbagai macam dimensi *prototipe* kursi

SUMBER	A		B		C		D		E		F		G
	LEBAR TEMPAT DUDUK		KEDALAMAN TEMPAT DUDUK		TINGGI TEMPAT DUDUK		G.T TINGGI SANDARAN PUNGGUNG DARI PERMUKAAN TEMPAT DUDUK		TINGGI SANDARAN PUNGGUNG		SUDUT KEMIRINGAN PERMUKAAN TEMPAT DUDUK		SUDUT SANDARAN PUNGGUNG
	in	cm	in	cm	in	cm	in	cm	in	cm	derajat	derajat	
1 CRONEY	17	43,2	13,5-15	33,6-38,1	14-19	35,6-48,2	5-7,5	12,7-19,0	4-8	10,2-20,3	0°-5° atau 3°-5°	95°-115°	
2 DIFFRIENT	16 min	40,6	15-16	38,1-40,6	13,6-20,6	34,5-52,3	9-10	22,9-25,4	6-9	15,2-22,9	0°-5°	95°	
3 DREYFUSS	15	38,1	12-15	30,5-38,1	15-18	38,1-45,7	7-11	17,8-27,9	5,1-8	12,9-20,3	0°-5°	95°-105°	
4 GRANDJEAN	15,75	40,0	15,75	40,0	14,9-20,8	37,8-52,8			7,9-8	20-30	0°-5°	dapat diubah	
5 PANERO-ZELNIK	17-19	43,2-48,3	15,5-16	39,4-40,6	14-20	35,6-50,8	8-10	19,2-25,4	6-9	15,2-22,9	0°-5°	95°-105°	
6 WOODSON-CONOVER	15	38,1	12-15	30,5-38,1	15-18	38,1-45,7	7-10	17,8-25,4	6-8	15,2-20,32	3°-5°	20°	

Sumber : J. Panero dan M. Zelnik, 2003: 125

2.4. Perancangan Meja Komputer

Meja komputer atau disebut juga meja VDU (*Visual Display Unit*) merupakan salah satu jenis meja yang banyak dirancang dewasa ini, karena kebutuhan akan meja jenis ini kian meningkat akibat dari perkembangan IT (*Information Technology*) dan penggunaan fasilitas komputer yang semakin pesat. Meja jenis ini banyak dibutuhkan di perkantoran, institusi pendidikan, warnet, pusat permainan (*game center*) dan lain-lain. Perancangan meja jenis ini haruslah disesuaikan dengan karakteristik fisik penggunanya (*user*) dan jenis aktifitas/pekerjaan yang akan dilakukan, serta harus terintegrasi dengan baik terhadap penggunaan kursi yang telah didesain/dirancang sebelumnya.

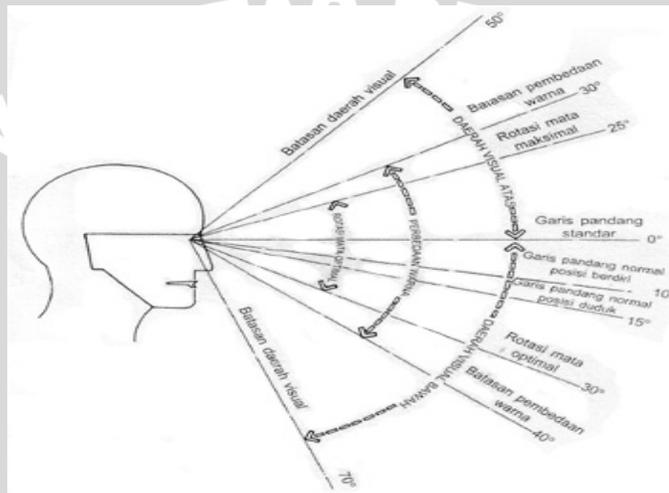
2.4.1. Pedoman Umum Perancangan Meja Komputer

Berikut ini diberikan pedoman umum yang diperlukan untuk mendesain atau merancang meja komputer, yaitu antara lain :

1. Ketinggian monitor

Desain yang umum akan menempatkan puncak monitor sejajar dengan posisi mata dalam kondisi duduk tegak. Akan tetapi, dalam perkembangan desain

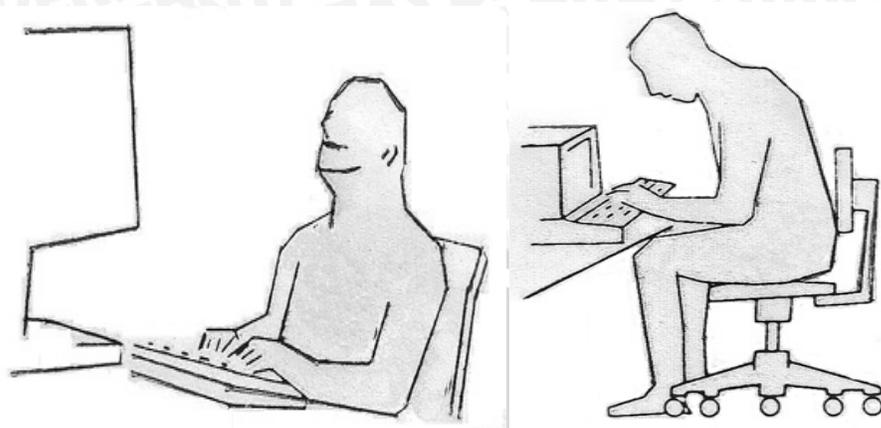
dan konsep, monitor kini ditempatkan pada posisi yang lebih rendah (bahkan ada yang sejajar dengan dada). Namun, posisi terbaik adalah posisi yang membuat *user* merasa nyaman. Sudut penglihatan mata terhadap layar komputer berkisar antara 10-30° di bawah garis pandang standar (garis horisontal pada 0°), yang merupakan zona pengamatan optimal. Selain itu, usahakan posisi permukaan layar monitor membentuk sudut 90° relatif terhadap garis penglihatan. Sedangkan jarak pandangan mata ke permukaan layar monitor berkisar antara 30–60 cm.



Gambar 2.11. Daerah visual dalam bidang vertikal
(Sumber : J. Panero dan M. Zelnik, 2003: 290)

Ketinggian monitor secara umum disesuaikan dengan orang-orang yang memiliki ukuran tinggi mata pada posisi duduk (*sitting eye height*) pada persentil ke-5, sehingga bisa mengakomodasi jumlah terbesar para pemakainya.

Pada gambar 2.12 berikut ini, ditunjukkan bagaimana akibat yang ditimbulkan oleh letak monitor yang terlalu tinggi dan terlalu rendah, yaitu *user* akan mengangkat lehernya (mendongak) untuk menatap layar jika monitor terlalu tinggi dan akan membungkuk jika monitor terlalu rendah. Kedua sikap tubuh tersebut akan dapat menyebabkan tegangan yang berlebihan pada leher (*neck*) dan bahu (*shoulders*), dan jika dipertahankan dalam jangka waktu yang lama, maka dapat menyebabkan ketidaknyamanan dan nyeri yang sangat mengganggu, bahkan mungkin pula dapat menyebabkan cedera pada kedua bagian tubuh tersebut.



(a)

(b)

Gambar 2.12. Dampak-dampak dari pengaruh ketinggian monitor

(a) Letak monitor yang terlalu tinggi

(b) Letak monitor yang terlalu rendah

(Sumber : R.S. Bridger, 1995: 133)

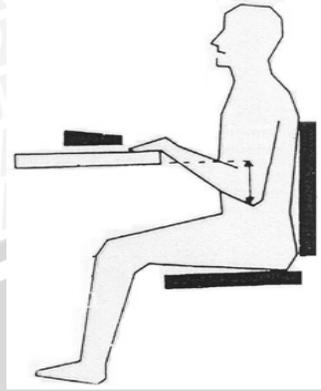
2. Panjang dan lebar permukaan meja

Perancangan ini setidaknya-tidaknya harus dapat menampung peletakan monitor, *keyboard* dan *mouse*, serta memberikan kenyamanan bagi pergerakan tangan selama mengoperasikan komputer.

3. Ketinggian permukaan meja

Ketinggian meja ditentukan setelah perancangan ketinggian kursi dilakukan. Ketinggian meja disesuaikan dengan orang-orang yang memiliki ukuran tinggi siku pada posisi duduk (*sitting elbow height*) pada persentil ke-5. Ketinggian meja harus dapat membuat siku membentuk sudut $\geq 90^\circ$ pada saat tangan berada pada *keyboard*.

Ketinggian meja yang tepat akan menghindari lengan atas yang diangkat/disampingkan ke atas (*abduksi*), sehingga mengurangi pembebanan otot dan menghilangkan keharusan untuk deviasi *ulnar* (penyimpangan pergelangan tangan ke arah kelingking), serta menghindari tekanan tajam pada sisi lengan bagian bawah oleh pinggiran/tepi meja, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.13. Penempatan *mouse* dan *keyboard* sebaiknya pada ketinggian yang sama (*mouse* berada persis di sebelah *keyboard*). Penempatan semacam ini akan mereduksi gerakan total keseluruhan tangan ketika menggunakan kedua perangkat tersebut secara bergantian.

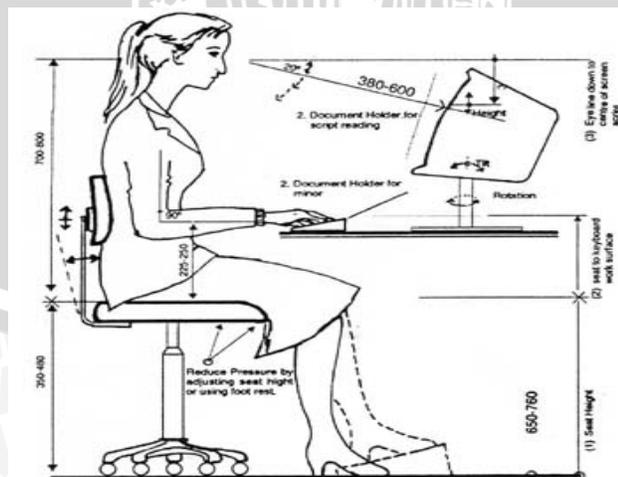


Gambar 2.13. Ketinggian permukaan meja yang terlalu tinggi
(Sumber : R.S Bridger, 1995: 104)

4. Ruang untuk kaki dan lutut

Perancangan ruang ini harus dapat menciptakan keleluasaan serta jarak bersih yang tepat untuk pergerakan kaki dan lutut selama mengoperasikan komputer. Perancangan ruang ini ditentukan setelah perancangan ketinggian tempat duduk dan permukaan meja selesai dilakukan. Selain itu, apabila diinginkan dapat pula ditambahkan perancangan sandaran kaki (*footrest*) di bawah meja untuk menghindari monotoni posisi kaki, sepanjang tidak mengganggu kebebasan gerak kaki.

Pada gambar 2.14 di bawah ini, ditunjukkan contoh perancangan stasiun kerja komputer yang baik dan direkomendasikan bagi orang dewasa.



Gambar 2.14. Stasiun kerja komputer yang baik
(Sumber : Eko Nurmiyanto, 2003: 121)

2.4.2. Dampak-Dampak yang Ditimbulkan Meja dan VDU yang Tidak Ergonomis

Banyak dampak-dampak negatif yang dapat ditimbulkan oleh penggunaan meja komputer dan perangkat VDU (*Visual Display Unit*) yang tidak ergonomis. Di Amerika Serikat (USA) pernah dilaporkan, 115.400 orang menderita sakit akibat bekerja di depan komputer. Sementara dari Melbourne, Australia, Reuter mengabarkan, anak-anak sekolah usia 8-15 tahun di suatu wilayah, mengalami sakit punggung dan bahu karena banyak menghabiskan waktu di depan komputer (bermain *game*).

Dampak-dampak negatif tersebut yang umum dijumpai yaitu *Computer Vision Syndrome* (CVS) dan *Repetitive Strain Injury* (RSI) atau *Cumulative Stress Disorder* (CSD).

2.4.2.1. Computer Vision Syndrome (CVS)

Yaitu gangguan pada mata akibat monitor komputer. Tanda-tandanya adalah mata kering, tegang dan memerah, sensitif terhadap cahaya, mata berair secara berlebihan, penglihatan kabur, rasa terbakar pada mata, rasa pusing dan lain-lain. Gangguan-gangguan ini dapat dihindari dengan cara-cara sebagai berikut :

- Secara berkala, istirahatkan mata dengan mengalihkan fokus pandangan mata dari monitor pada objek yang jauh yang tidak searah dengan monitor setiap 15-20 menit.
- Pencahayaan ruangan yang cukup (tidak terlalu terang) dan hindari adanya pantulan cahaya yang menyilaukan pada monitor yang mengenai mata. Sudut lampu yang baik adalah 45°.
- Mengedipkan mata sesering mungkin untuk melumasi bola mata. Penelitian di Jepang mengungkapkan, saat menatap layar komputer, mata hanya berkedip 7 kali per menit, sedangkan mata normal (rileks) berkedip 15-22 kali per menit.
- Mengatur sudut penglihatan mata terhadap layar komputer antara 10 - 30° di bawah garis pandang standar (garis horisontal pada 0°).
- Menggunakan ukuran *font* (huruf) dan ukuran teks dokumen yang tidak terlalu kecil serta menggunakan warna yang teduh (abu-abu) sehingga mudah terbaca.
- Membersihkan layar monitor secara teratur dan sebaiknya menggunakan monitor yang telah dilengkapi dengan *antiglare treatment*. Fasilitas ini mampu mengurangi efek radiasi, statik dan silau pada monitor. Jika tidak dilengkapi fasilitas tersebut, maka dapat digunakan *screen filter* pada layar monitor.

2.4.2.2. *Repetitive Strain Injury (RSI)* atau *Cumulative Stress Disorder (CSD)*

Yaitu gangguan pada tubuh yang disebabkan karena gerakan fisik yang “salah” yang dilakukan berulang-ulang dan terus menerus dalam jangka waktu yang lama. Tanda-tandanya antara lain : rasa geli, terbakar atau mati rasa pada telapak tangan, lengan dan pergelangan tangan; nyeri, kaku atau kejang pada bahu, leher dan punggung; tekanan darah naik, gangguan urat syaraf secara tiba-tiba dan lain-lain. Gangguan-gangguan ini dapat dihindari dengan cara-cara sebagai berikut :

- Melakukan peregangan sebelum memulai berkomputer.
- Beristirahat secara berkala, yaitu sekitar 5-15 menit setiap satu jam, dengan melakukan senam atau aktifitas selingan lainnya untuk melancarkan aliran darah dan meregangkan otot.
- Menggunakan perangkat *mouse* dan *keyboard* yang ergonomis (anti-RSI) dan mengetik dengan memanfaatkan kesepuluh jari.
- Menggunakan kursi dan meja komputer yang ergonomis.
- Duduk dengan sikap badan (*posture*) yang benar dan rileks, serta sesering mungkin untuk bergerak dan mengubah posisi (duduk dinamis).

Pada gambar 2.15 di bawah ini, ditunjukkan contoh stasiun kerja komputer yang tidak beraturan yang dapat menyebabkan timbulnya dampak-dampak negatif bagi tubuh operator (*user*), baik itu yang berupa *Computer Vision Syndrome (CVS)* maupun *Repetitive Strain Injury (RSI)*.



Gambar 2.15. Stasiun kerja komputer yang tidak beraturan
(Sumber : Eko Nurmianto, 2003: 107)

2.5. Kelelahan Kerja

Secara garis besar, kelelahan kerja dapat didefinisikan sebagai suatu pola yang timbul pada suatu keadaan, yang secara umum terjadi pada setiap individu, yang telah tidak sanggup lagi untuk melakukan aktivitas/pekerjaannya.

Semua jenis pekerjaan akan menghasilkan kelelahan kerja. Kelelahan kerja akan menurunkan kinerja (*performance*) dan menambah tingkat kesalahan kerja. Meningkatnya kesalahan kerja akan memberikan peluang terjadinya kecelakaan kerja.

2.5.1. Jenis-Jenis Kelelahan Kerja

Pada hakikatnya kelelahan menunjukkan keadaan yang berbeda-beda, tetapi semuanya berakibat kepada pengurangan kinerja kerja dan ketahanan tubuh. Terdapat 2 jenis kelelahan, yaitu : (Iftikar Z. Sutralaksana, et al., 1979: 77-79)

1. Kelelahan fisiologis

Yaitu kelelahan yang timbul karena adanya perubahan-perubahan fisiologis dalam tubuh. Pada dasarnya kelelahan jenis ini disebabkan karena terakumulasinya produk-produk sisa (asam laktat, CO₂, *sacrolactic*, *phosphati*, dan lain-lain) dalam otot dan peredaran darah, sehingga membatasi kelangsungan aktivitas otot.

2. Kelelahan psikologis

Yaitu bentuk kelelahan yang umum, ditandai dengan berkurangnya kemauan untuk bekerja. Kelelahan ini bisa dikatakan kelelahan yang “palsu”, yang timbul dalam perasaan/emosi orang yang bersangkutan dan terlihat dengan tingkah lakunya atau pendapat-pendapatnya yang tidak konsekuen lagi serta jiwanya yang labil dengan adanya perubahan walaupun sendiri dalam kondisi lingkungan. Faktor-faktor yang berpengaruh pada kelelahan ini, antara lain : intensitas dan lamanya waktu kerja mental dan fisik, kurang minat dalam pekerjaan, berbagai penyakit, monoton, kondisi lingkungan, adanya hukum moral yang mengikat dan merasa tidak cocok; sebab-sebab mental, seperti : tanggung jawab, kekhawatiran dan konflik-konflik. Pengaruh-pengaruh ini seakan-akan terkumpul dalam tubuh (benak) dan menimbulkan rasa lelah.

2.5.2. Gejala-Gejala Kelelahan Kerja dan Cara-Cara Menanggulangnya

Berikut ini diberikan 3 kelompok daftar yang bisa digunakan sebagai acuan untuk mengetahui telah datangnya gejala-gejala atau perasaan-perasaan dari kelelahan,

yaitu sebagai berikut : (Iftikar Z. Sutalaksana, et al., 1979: 80)

1. Perlemahan kegiatan

Ditandai dengan perasaan berat di kepala, lelah pada seluruh badan, kaki terasa berat, menguap, pikiran merasa kacau, mengantuk, mata terasa “berat”, kaku dan canggung dalam gerakan, tidak seimbang dalam berdiri dan merasa ingin berbaring.

2. Perlemahan motivasi

Ditandai dengan merasa susah berpikir, lelah bicara, menjadi gugup, tidak dapat berkonsentrasi, tidak dapat mempunyai perhatian terhadap sesuatu, cenderung untuk lupa, kurang kepercayaan, cemas terhadap sesuatu, tidak dapat mengontrol sikap dan tidak dapat tekun dalam pekerjaan.

3. Kelelahan fisik akibat psikologis

Ditandai dengan sakit kepala, kekakuan di bahu, merasa nyeri di punggung, pernapasan merasa tertekan, haus, suara serak, merasa pening, *spasme* dari kelopak mata, *tremor* pada anggota badan dan merasa kurang sehat.

Kelelahan dapat dikurangi dengan berbagai cara, diantaranya :

- Menyediakan kalori secukupnya sebagai sumber tenaga untuk tubuh.
- Bekerja dengan menggunakan metode kerja yang baik.
- Memperhatikan kemampuan tubuh, dalam artian pengeluaran tenaga tidak melebihi pemasukannya dengan memperhatikan batasan-batasannya.
- Memperhatikan waktu kerja dan istirahat yang teratur dan cukup.
- Mengatur lingkungan fisik sebaik-baiknya, seperti : temperatur, kelembaban, sirkulasi udara, pencahayaan, bau/wangi-wangian dan lain-lain.
- Mengurangi monoton dan ketegangan-ketegangan akibat kerja, misalnya : menggunakan warna dan dekorasi ruangan kerja yang tepat, menyediakan musik dan lain-lain.

2.6. Metode Pengolahan Data

2.6.1. Uji Keseragaman Data

Langkah awal yang dilakukan dalam mengolah dan menganalisa data pengukuran yang telah didapat adalah melakukan uji keseragaman data. Hal ini perlu dilakukan terlebih dahulu sebelum menggunakan data yang diperoleh guna menetapkan

data yang seragam. Uji keseragaman data bisa dilaksanakan dengan cara visual dan/atau mengaplikasikan peta kontrol (*control chart*).

Uji keseragaman data secara visual dilakukan secara sederhana, mudah dan cepat, yaitu hanya dengan sekedar melihat data yang terkumpul dan seterusnya mengidentifikasi data yang terlalu “ekstrim”. Data ekstrim adalah data yang terlalu besar atau terlalu kecil dan jauh menyimpang dari *trend* rata-ratanya. Selanjutnya, data ekstrim tersebut harus dibuang dan tidak dimasukkan dalam perhitungan selanjutnya.

Peta kontrol (*control chart*) adalah suatu alat (*tool*) tepat guna yang digunakan dalam menguji keseragaman data yang diperoleh dari hasil pengukuran. Sedangkan rumusan dari peta kontrol ini meliputi Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB), yaitu sebagai berikut : (Sritomo Wignjosoebroto, 2003: 201)

$$BKA = \bar{X} + k \cdot S \dots\dots\dots(2-1)$$

$$BKB = \bar{X} - k \cdot S \dots\dots\dots(2-2)$$

Keterangan :

BKA = Batas Kontrol Atas (*Upper Control Limit*)

BKB = Batas Kontrol Bawah (*Lower Control Limit*)

\bar{X} = Rata-rata hitung (*mean*)

k = Koefisien/harga indeks tingkat kepercayaan
 untuk tingkat kepercayaan 90%, k = 1 ; 95%, k = 2 ; 99%, k = 3

S = Standar deviasi dari hasil pengukuran

Metode statistika yang dipakai dalam hal ini adalah :

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \dots\dots\dots(2-3)$$

Keterangan :

\bar{X} = Rata-rata hitung (*mean*)

X_i = Data pengukuran ke-i

n = Jumlah sampel/data pengukuran

$$S = \sqrt{\frac{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}{n(n-1)}} \dots\dots\dots(2-4)$$

Keterangan :

- S = Standar deviasi
- X_i = Data pengukuran ke-i
- n = Jumlah sampel/data pengukuran

Dalam penelitian ini digunakan tingkat kepercayaan 95% ($k = 2$) dan tingkat ketelitian 5% ($s = 0,05$). Hal ini memberikan pengertian bahwa sekurang-kurangnya 95 dari 100 harga rata-rata dari data yang dicatat/diukur akan memiliki penyimpangan tidak lebih dari 5%.

2.6.2. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data diperlukan untuk memastikan bahwa data yang telah dikumpulkan adalah cukup secara objektif. Idealnya, pengukuran harus dilakukan dalam jumlah yang banyak, bahkan sampai jumlah yang tak terhingga agar data hasil pengukuran layak digunakan. Namun pengukuran dalam jumlah yang sangat banyak atau tak terhingga sulit sekali dilakukan, mengingat keterbatasan-keterbatasan yang ada, baik dari segi tenaga, biaya, waktu dan sebagainya. Sebaliknya, pengumpulan data dalam jumlah yang sedikit atau sekadarnya juga kurang baik karena tidak dapat mewakili karakteristik dan keadaan/kondisi populasi yang sebenarnya.

Untuk menetapkan berapa jumlah observasi atau data sampel pengukuran yang harusnya dibuat (n'), maka harus ditentukan terlebih dahulu berapa tingkat kepercayaan (*Convidence Level*) dan derajat ketelitian (*Degree Of Accuracy*) yang digunakan dalam suatu pengambilan data atau kesiapan analisisnya. Tingkat kepercayaan dan tingkat ketelitian adalah pencerminan tingkat kepastian yang diinginkan pengukur setelah memutuskan tidak akan melakukan pengukuran dalam jumlah yang banyak. Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran yang masih diizinkan. Sedangkan tingkat kepercayaan menunjukkan besarnya keyakinan pengukur akan ketelitian data. Data dikatakan telah mencukupi jika $n' < n$ dan jika $n' > n$ maka jumlah pengamatan harus ditambah. (Iftikar Z. Satalaksana, et al., 1979: 142)

Rumus yang digunakan untuk pengujian kecukupan data ini adalah sebagai berikut : (Sritomo Wignjosobroto, 2003: 189)

$$n' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n \left(\sum X_i^2 \right) - \left(\sum X_i \right)^2}}{\sum X_i} \right]^2 \dots\dots\dots(2-5)$$

Keterangan :

- n' = Jumlah pengukuran yang seharusnya dilakukan
- n = Jumlah pengukuran yang telah dilakukan
- X_i = Data pengukuran ke- i
- k = Koefisien/harga indeks tingkat kepercayaan (*convidence level*)
untuk tingkat kepercayaan 90%, $k = 1$; 95%, $k = 2$; 99%, $k = 3$
- s = Koefisien derajat ketelitian (*degree of accuracy*)

Dalam penelitian ini digunakan tingkat kepercayaan 95% ($k = 2$) dan tingkat ketelitian 5% ($s = 0,05$). Hal ini memberikan pengertian bahwa sekurang-kurangnya 95 dari 100 harga rata-rata dari data yang dicatat/diukur akan memiliki penyimpangan tidak lebih dari 5%.

2.6.3. Distribusi Frekuensi

Tujuan pengelompokan data ke dalam distribusi frekuensi adalah untuk memperoleh gambaran yang sederhana, jelas dan sistematis mengenai suatu peristiwa yang dinyatakan dalam angka-angka. Adapun langkah-langkah membuat tabel distribusi frekuensi adalah sebagai berikut : (Akhmad Fauzy, 2001 : 29-31)

Menentukan Rentang (R), dimana nilai data terbesar/tertinggi dikurangi nilai data terkecil/terendah.

$$R = X_{\text{terbesar}} - X_{\text{terkecil}} \dots\dots\dots(2-6)$$

Menentukan banyaknya kelas interval (k) dengan rumus sebagai berikut :

$$k = 1 + 3,3 \log n \dots\dots\dots(2-7)$$

dimana n adalah jumlah sampel/data pengukuran.

3. Menentukan panjang kelas interval (Ci) dengan rumus sebagai berikut :

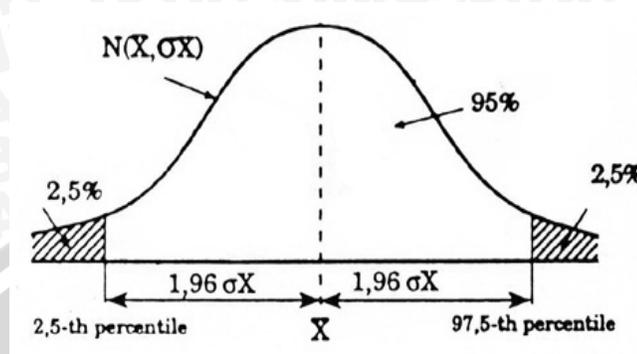
$$C_i = \frac{R}{k} = \frac{R \cdot n \tan g}{\text{Banyak kelas}} \dots\dots\dots(2-8)$$

4. Memilih batas bawah interval pertama. Dapat dilakukan dengan cara mengambil data terkecil atau data terkecil dikurangi setengah dari satuan terkecil data.

2.6.4. Distribusi Normal dan Persentil

Penggunaan distribusi normal secara umum diterapkan untuk penetapan data antropometri, yang akan digunakan untuk diaplikasikan dalam perancangan produk ataupun fasilitas kerja. Dalam statistik, distribusi normal dapat diformulasikan

berdasarkan harga rata-rata (*mean*, \bar{X}) dan standar deviasinya (*standard deviation*, S) dari suatu kumpulan data yang ada.



Gambar 2.16. Kurva lonceng (*Bell-curve*) distribusi normal
(Sumber : Sritomo Wignjosoebroto, 2003: 66)

Secara statistik terlihat bahwa data pengukuran tubuh manusia pada berbagai populasi akan terdistribusi dalam grafik sedemikian rupa, sehingga data-data yang bernilai kurang lebih sama akan terkumpul di bagian tengah grafik (berada di sekitar harga rata-rata), sedangkan sebagian kecil data-data dengan nilai penyimpangan yang ekstrim akan terletak di ujung-ujung grafik/distribusi. Hal inilah yang mendasari sering digunakannya konsep rata-rata untuk memudahkan dalam melakukan perencanaan, walaupun sebenarnya perencanaan dengan cara seperti ini kurang tepat.

Persentil adalah suatu nilai yang menunjukkan bahwa persentase tertentu dari suatu populasi yang dimensinya sama dengan atau lebih rendah dari nilai tersebut. Dalam konsep persentil ini, seluruh distribusi populasi yang diurutkan dari nilai terkecil ke nilai terbesar untuk suatu ukuran tertentu dibagi menjadi 100 bagian yang sama, dimana tiap bagian bernilai 1%. Misalnya, persentil ke-5 untuk tinggi tubuh menyatakan bahwa terdapat 5% dari populasi yang diamati memiliki tinggi tubuh sama dengan atau lebih rendah dari dimensi yang ditentukan, sedangkan 95% dari populasi yang diamati memiliki tinggi tubuh diatas dari dimensi yang ditentukan. Dalam antropometri, nilai persentil ke-95 akan menunjukkan ukuran manusia yang “terbesar”, sedangkan persentil ke-5 akan menunjukkan ukuran manusia yang “terkecil”.

Dalam konsep persentil penelitian ini ada 2 hal penting yang harus dipahami, yaitu meliputi : (J. Panero dan M. Zelnik, 2003: 26)

1. Suatu persentil antropometri dari tiap individu hanya berlaku untuk satu data dimensi tubuh saja. Seperti tinggi duduk, tinggi siku, dan sebagainya.

2. Tidak ada orang yang disebut sebagai orang persentil ke-90 saja atau orang persentil ke-5 saja untuk keseluruhan dimensi tubuhnya. Seseorang yang memiliki persentil ke-50 untuk tinggi duduk, mungkin saja memiliki tinggi tubuh pada persentil ke-40 atau panjang tangan pada persentil ke-60.

Persentil ini menekankan pada 3 hal yaitu sebagai berikut :

1. Adanya prosedur yang sistematis yang berperan dalam menyesuaikan ukuran/dimensi tubuh pemakainya.
2. Adanya suatu basis data antropometri yang mampu menggambarkan populasi pemakai.
3. Adanya keputusan yang menentukan bagaimana dan bagian mana dari tubuh serta ukurannya yang harus sesuai dengan hasil perbaikan.

Persentil ini diperlukan untuk membatasi sistem populasi siswa yang ada. Dari perhitungan ini, maka akan diketahui batas-batas dari populasi. Persentil ini dihitung dengan rumus sebagai berikut : (Akhmad Fauzy, 2001 : 43)

$$P_i = L_{pi} + \left[\frac{(i.n/100) - f_{pi}}{f_p} \right] \times C_i \dots\dots\dots(2-9)$$

Keterangan :

- P_i = Persentil ke-i (dimana i = 1, 2, 3, , 99)
- L_{pi} = Nilai batas bawah dari kelas yang memuat persentil ke-i
- n = Jumlah semua frekuensi (jumlah data sampel)
- f_{pi} = Frekuensi kumulatif semua kelas sebelum kelas yang memuat persentil ke-i
- f_p = Frekuensi dari kelas yang memuat persentil ke-i
- C_i = Besarnya interval kelas yang memuat persentil ke-i

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian merupakan suatu tahap-tahap yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan dalam suatu penelitian. Langkah-langkah yang digunakan selama penelitian harus direncanakan secara cermat, terencana, sistematis dan sesuai dengan tujuan penelitian yang dilakukan. Metodologi penelitian digunakan sebagai teknik pengumpulan dan pengolahan data-data dari suatu permasalahan, yang dapat membantu dalam penyelesaian masalah tersebut.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif, yang berfungsi untuk menggambarkan sesuatu (fakta) yang telah berlangsung pada saat penelitian sedang dilakukan dan untuk menguraikan sifat-sifat atau karakteristik dari suatu keadaan secara sistematis.

3.1. Metode Penelitian Secara Operasional

Metode penelitian secara operasional ini dilakukan sebagai berikut :

1. Mengamati, mengukur dan mencatat data-data yang diperlukan terhadap objek (meja-kursi labkom) yang akan diteliti dan didesain ulang.
2. Mengamati, mengukur dan mencatat data-data antropometri dari 80 sampel siswa-siswi kelas 4 dan 5 (usia 9 – 11 tahun).
3. Mengamati dan mencatat gerakan-gerakan siswa selama melakukan kegiatan belajar dengan komputer, agar didapatkan informasi-informasi tambahan yang diperlukan dalam perancangan produk (meja-kursi labkom).
4. Merancang/mendesain ulang dimensi dan bentuk meja-kursi labkom yang sesuai berdasarkan data-data sampel antropometri siswa yang telah didapat.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dan pengambilan data dilakukan di MIN Loloan Timur, Negara-Bali, yaitu untuk pengambilan data-data subjek (antropometri siswa) dan data-data objek (meja-kursi labkom). Penelitian dilakukan pada bulan Juni 2006 hingga data-data yang diperlukan telah mencukupi.

3.3. Alat-Alat dan Bahan-Bahan yang Digunakan

3.3.1. Alat-Alat yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian/pengambilan data antara lain sebagai berikut :

1. Meteran *roll* : digunakan untuk mengukur dimensi meja-kursi labkom yang akan didesain ulang dan dimensi tubuh (antropometri) para siswa.
2. Jangka sorong : digunakan untuk mengukur dimensi bagian-bagian meja-kursi labkom yang sulit dijangkau dan diukur secara presisi.

3.3.2. Bahan-Bahan yang Digunakan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian/pengambilan data antara lain sebagai berikut :

1. Siswa kelas 4 dan 5 : Dalam penelitian ini para siswa tersebut berfungsi sebagai subjek penelitian karena merekalah yang nanti akan menggunakan produk (meja-kursi labkom) hasil rancang/desain ulang (*redesign*).
2. Meja-kursi labkom : Dalam penelitian ini meja-kursi labkom berfungsi sebagai objek penelitian karena akan mengalami proses rancang/desain ulang (*redesign*).

3.4. Metode Pengumpulan dan Pengolahan Data

3.4.1. Metode Pengumpulan Data

Untuk bisa mendapatkan dan mengumpulkan data yang relevan dengan permasalahan yang sedang diteliti, maka diperlukan metode-metode tertentu, yaitu sebagai berikut :

1. Observasi Pendahuluan

Pengamatan pendahuluan dilakukan dengan tujuan mendapatkan gambaran secara jelas tentang keadaan desain meja-kursi labkom yang digunakan oleh para siswa pada saat ini, sehingga dapat mengidentifikasi permasalahan-permasalahan yang ada.

2. Studi Pustaka (*Library Research*)

Dalam studi kepustakaan dikumpulkan informasi-informasi yang terkait dengan permasalahan-permasalahan yang telah diidentifikasi dari literatur-

literatur yang mempunyai hubungan langsung dengan permasalahan yang ada. Dari studi kepustakaan ini akan diperoleh landasan metode-metode untuk melakukan pengolahan data dan literatur mengenai subjek dan objek pengamatan, serta acuan-acuan yang akan dipergunakan dalam penelitian. Sumber literatur yang digunakan dapat berupa buku, majalah ilmiah, jurnal, laporan penelitian terdahulu, internet, surat kabar dan sebagainya.

3. Studi Lapangan (*Field Research*)

Studi ini berfungsi untuk memperoleh dan mengumpulkan data dengan cara melakukan pengamatan langsung ke lapangan untuk lebih memahami kondisi lapangan yang akan diteliti. Studi lapangan ini dilakukan dengan 2 cara, yaitu :

a. Wawancara

Mengadakan wawancara langsung terhadap para siswa serta pihak manajemen/pengelola sekolah untuk mendapatkan informasi-informasi yang lebih detail, baik berupa data kualitatif maupun data kuantitatif, berkaitan dengan permasalahan yang akan diteliti.

b. Observasi (Pengukuran)

Melakukan pengambilan data, baik terhadap subjek penelitian (antropometri siswa) maupun objek penelitian (dimensi meja-kursi labkom).

c. Dokumentasi

Melakukan pengumpulan data yang berupa laporan-laporan, arsip-arsip, atau catatan-catatan yang telah ada pada pihak manajemen sekolah.

3.4.2. Metode Pengolahan Data

Pengolahan data antropometri yang diukur pada 80 sampel siswa kelas 4 dan 5 (usia 9 – 11 tahun) yang dipilih secara acak (random), yaitu dengan menggunakan uji keseragaman dan uji kecukupan data sampel serta perhitungan persentil. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.2.

3.5. Perencanaan

Dalam tahap perencanaan ini dilakukan analisa dan pembahasan terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan, yang nantinya digunakan sebagai dasar untuk

melakukan perancangan/pendesainan ulang (*redesign*) pada meja-kursi labkom yang lebih aman dan nyaman bagi para siswa berdasarkan prinsip-prinsip ilmu ergonomi.

3.6. Kesimpulan dan Saran

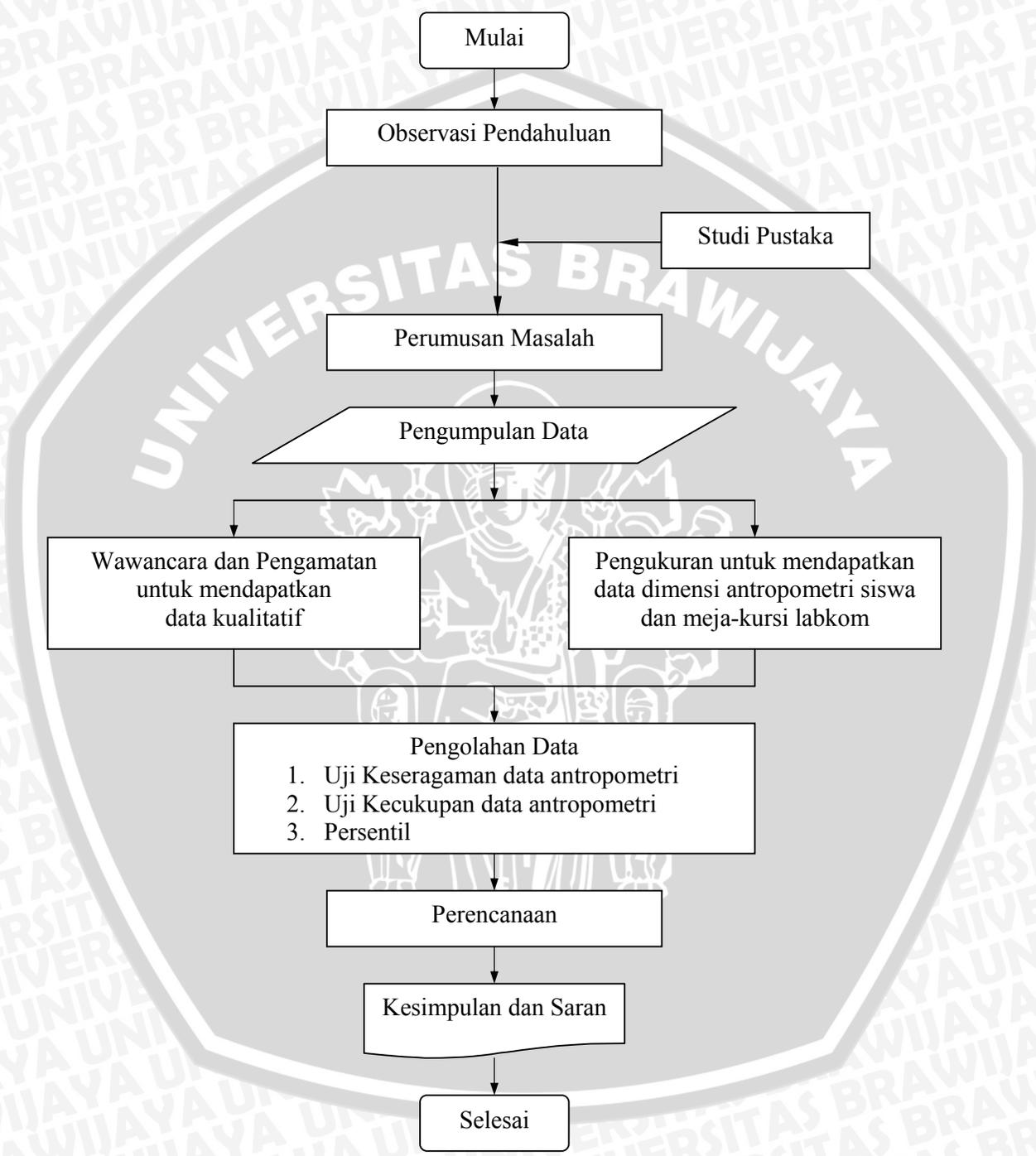
Tahap ini merupakan akhir/penutup dari keseluruhan langkah-langkah penelitian yang dilakukan. Kesimpulan diambil dari analisa dan pembahasan hasil pengolahan data pada tahapan perencanaan dan berisikan jawaban dari rumusan masalah dalam penelitian ini. Selain itu, dalam tahapan ini juga disertakan beberapa saran atau masukan bagi pihak manajemen sekolah yang masih berkaitan dengan bidang ilmu penelitian ini.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



3.7. Diagram Alir Penelitian

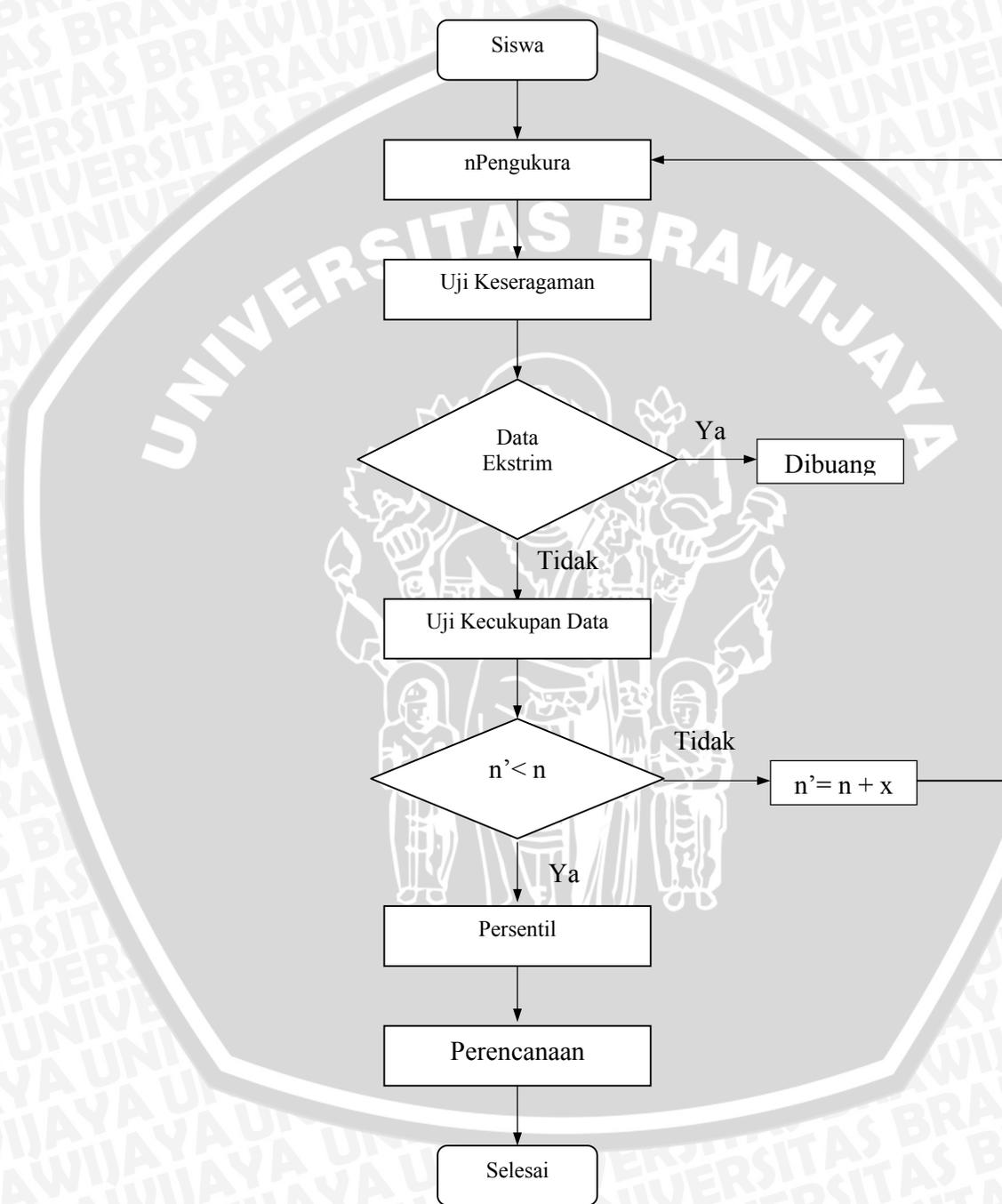
Aliran kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat digambarkan dalam sebuah diagram alir pada gambar 3.1 sebagai berikut :



Gambar 3.1. Diagram alir penelitian

3.8. Diagram Alir Penentuan Data Perencanaan dari Antropometri

Aliran proses untuk mendapatkan data perencanaan yang valid yang bersumber dari data antropometri siswa dapat digambarkan dalam sebuah diagram alir pada gambar 3.2 sebagai berikut :



Gambar 3.2. Diagram alir penentuan data perencanaan dari antropometri

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data

4.1.1. Data Antropometri

Data Antropometri sangat diperlukan dalam suatu perancangan fasilitas atau peralatan untuk menciptakan kondisi yang sesuai dengan keadaan fisik manusia sehingga ukuran dari rancangan sesuai dengan kemampuan dan keterbatasan manusia dalam mengoperasikan fasilitas atau peralatan sehingga memperlancar proses kerjanya.

Pengambilan data antropometri ini dilakukan dengan menggunakan metode “tukang jahit”, yaitu pengukuran langsung terhadap segmen-segmen tubuh siswa yang relevan dalam proses perancangan ulang (*redesign*) meja-kursi labkom. Jenis data antropometri yang diukur adalah data antropometri statis atau dimensi struktur tubuh (*structural body dimension*), yaitu data antropometri yang diukur pada subjek (manusia yang diukur) pada posisi diam/tetap (statis). Pada penelitian ini, subjek (siswa) diukur dalam posisi/kondisi duduk.

Hasil pengukuran data antropometri 80 siswa kelas 4 dan 5 (usia 9 – 11 tahun) di MIN Loloan Timur, Negara-Bali dapat dilihat pada Lampiran 1 yang disertakan pada bagian akhir skripsi ini.

4.1.2. Data Fasilitas (Meja-Kursi) Labkom

Pengambilan data ini dilakukan dengan cara pengukuran pada fasilitas (meja-kursi) labkom yang digunakan saat penelitian dilakukan. Berikut ini adalah hasil pengukuran yang telah didapat :

Tabel 4.1. Data pengukuran kursi labkom yang digunakan pada saat ini

No	Jenis Pengukuran	Dimensi Kursi (cm)
1	Tinggi alas duduk	43
2	Panjang (kedalaman) alas duduk	45
3	Lebar alas duduk	40
4	Ketebalan busa bantalan alas duduk	0
5	Kemiringan alas duduk	0°
6	Tinggi sandaran punggung	48
7	Tinggi sandaran lumbar	0
8	Lebar sandaran punggung	40

9	Ketebalan busa bantalan sandaran punggung	0
10	Kemiringan sandaran punggung	90°

Tabel 4.2. Data pengukuran meja labkom yang digunakan pada saat ini

No	Jenis Pengukuran	Dimensi Meja (cm)
1	Tinggi permukaan meja	60
2	Panjang permukaan meja	65
3	Lebar permukaan meja	55

Untuk data-data ukuran yang lebih lengkap/rinci beserta gambar dimensinya dapat dilihat pada Lampiran 3 yang disertakan pada bagian akhir skripsi ini.

4.2. Pengolahan Data

4.2.1. Tinggi Lipat Lutut

A. Uji Keseragaman Data

- ❖ Rata – Rata Hitung (\bar{X}) dan Standar Deviasi (S)

$$n = 80$$

$$\sum X_i = 3073$$

$$\sum X_i^2 = 118475$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{3073}{80} = 38,413$$

$$S = \sqrt{\frac{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{80(118475) - (3073)^2}{80(80-1)}}$$

$$S = 2,342$$

- ❖ Dengan mengambil Tingkat Kepercayaan 95% dan Tingkat Ketelitian 5% maka didapat : k = 2 dan s = 0,05

- ❖ Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$BKA = \bar{X} + k . S = 38,413 + 2 . 2,342$$

$$BKA = 43,10$$

$$BKB = \bar{X} - k . S = 38,413 - 2 . 2,342$$

$$BKB = 33,73$$

Dari 80 data yang diukur, terdapat 2 data yang bernilai 33. Karena nilai data tersebut berada di luar batas kontrol (di bawah BKB) maka ke-2 data tersebut harus dibuang dan untuk selanjutnya kembali dilakukan perhitungan seperti di atas hingga Keseragaman Data terpenuhi.

- ❖ Rata – Rata Hitung (\bar{X}) dan Standar Deviasi (S)

$$n = 78$$

$$\sum X_i = 3007$$

$$\sum X_i^2 = 116297$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{3007}{78} = 38,550$$

$$S = \sqrt{\frac{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{78(116297) - (3007)^2}{78(78-1)}}$$

$$S = 4,848$$

- ❖ Dengan mengambil Tingkat Kepercayaan 95% dan Tingkat Ketelitian 5% maka didapat : $k = 2$ dan $s = 0,05$
- ❖ Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$BKA = \bar{X} + k \cdot S = 38,550 + 2 \cdot 4,848$$

$$BKA = 48,25$$

$$BKB = \bar{X} - k \cdot S = 38,550 - 2 \cdot 4,848$$

$$BKB = 28,85$$

Karena semua data telah berada dalam batas-batas kontrol (BKA dan BKB)-seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.1.-maka dapat diketahui bahwa data-data pengukuran sudah seragam sehingga semua data tersebut dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

B. Uji Kecukupan Data

$$n = 78$$

Dengan mengambil Tingkat Kepercayaan 95% dan Tingkat Ketelitian 5% maka didapat :

$$\text{Koefisien tingkat kepercayaan (k) = 2} \quad \sum X_i = 3007$$

$$\text{Koefisien tingkat ketelitian (s) = 0,05} \quad \sum X_i^2 = 116297$$

$$n' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2 = \left[\frac{2}{0,05} \sqrt{78(116297) - (3007)^2}}{3007} \right]^2$$

$$n' = 5,152$$

karena $n' < n$; maka data yang digunakan sudah mencukupi.

C. Persentil

$$\text{Rentang (R)} = X_{\text{terbesar}} - X_{\text{terkecil}} = 42 - 34 = 8$$

$$\text{Jumlah kelas interval (k)} = 1 + 3,3 \log n = 1 + 3,3 \log 78 = 7,24 \approx 7$$

$$\text{Panjang kelas interval (Ci)} = \frac{R}{k} = \frac{8}{7} = 1,14 \approx 2$$

Tabel 4.3. Distribusi Frekuensi Tinggi Lipat Lutut

Kelas Interval	Frekuensi	Frekuensi Kumulatif
32 – 33	0	0
34 – 35	8	8
36 – 37	15	23
38 – 39	24	47
40 – 41	26	73
42 - 43	5	78
44 – 45	0	78

Persentil 5 :

$$P_i = L_{pi} + \left[\frac{(i.n/100) - f_{pi}}{fp} \right] \times C_i$$

$$\text{letak persentil 5 : } \frac{i \times n}{100} = \frac{5 \times 78}{100} = 3,9$$

dimana :

$$i = 5 ; n = 78 ; L_{pi} = 33,5 ; f_{pi} = 0 ; fp = 8 ; C_i = 2$$

$$P_5 = 33,5 + \left[\frac{(5.78/100) - 0}{8} \right] \times 2$$

$$P_5 = 34,48$$

Persentil 95 :

$$P_i = L_{pi} + \left[\frac{(i.n/100) - f_{pi}}{fp} \right] \times C_i$$

$$\text{letak persentil 95 : } \frac{i \times n}{100} = \frac{95 \times 78}{100} = 74,1$$

dimana :

$$i = 95 ; n = 78 ; L_{pi} = 41,5 ; f_{pi} = 73 ; fp = 5 ; C_i = 2$$

$$P_{95} = 41,5 + \left[\frac{(95.78/100) - 73}{5} \right] \times 2$$

$$P_{95} = 41,94$$

4.2.2. Jarak Pantat – Lipat Lutut

A. Uji Keseragaman Data

- ❖ Rata – Rata Hitung (\bar{X}) dan Standar Deviasi (S)

$$n = 80$$

$$\sum X_i = 3256$$

$$\sum X_i^2 = 132876$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{3256}{80} = 40,70$$

$$S = \sqrt{\frac{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{80(132876) - (3256)^2}{80(80-1)}}$$

$$S = 2,125$$

- ❖ Dengan mengambil Tingkat Kepercayaan 95% dan Tingkat Ketelitian 5% maka didapat : k = 2 dan s = 0,05
- ❖ Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$BKA = \bar{X} + k \cdot S = 40,70 + 2 \cdot 2,125$$

$$BKA = 44,95$$

$$BKB = \bar{X} - k \cdot S = 40,70 - 2 \cdot 2,125$$

$$BKB = 36,45$$

Dari 80 data yang diukur, terdapat 2 data yang bernilai 36 dan 2 data yang bernilai 45. Karena nilai data-data tersebut berada di luar batas kontrol (di bawah BKB dan di atas BKA) maka ke-4 data tersebut harus dibuang dan untuk selanjutnya kembali dilakukan perhitungan seperti di atas hingga Keseragaman Data terpenuhi.

- ❖ Rata – Rata Hitung (\bar{X}) dan Standar Deviasi (S)

$$n = 76$$

$$\sum X_i = 3094$$

$$\sum X_i^2 = 126234$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{3094}{76} = 40,711$$

$$S = \sqrt{\frac{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{76(126234) - (3094)^2}{76(76-1)}}$$

$$S = 3,675$$

- ❖ Dengan mengambil Tingkat Kepercayaan 95% dan Tingkat Ketelitian 5% maka didapat : $k = 2$ dan $s = 0,05$

- ❖ Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$BKA = \bar{X} + k \cdot S = 40,711 + 2 \cdot 3,675$$

$$BKA = 48,06$$

$$BKB = \bar{X} - k \cdot S = 40,711 - 2 \cdot 3,675$$

$$BKB = 33,36$$

Karena semua data telah berada dalam batas-batas kontrol (BKA dan BKB)-seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.2.-maka dapat diketahui bahwa data-data pengukuran sudah seragam sehingga semua data tersebut dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

B. Uji Kecukupan Data

$$n = 76$$

Dengan mengambil Tingkat Kepercayaan 95% dan Tingkat Ketelitian 5% maka didapat :

$$\text{Koefisien tingkat kepercayaan (k)} = 2 \quad \sum X_i = 3094$$

$$\text{Koefisien tingkat ketelitian (s)} = 0,05 \quad \sum X_i^2 = 126234$$

$$n' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n \left(\sum X_i^2 \right) - \left(\sum X_i \right)^2}}{\sum X_i} \right]^2 = \left[\frac{2}{0,05} \sqrt{76(126234) - (3094)^2}}{3094} \right]^2$$

$$n' = 3,501$$

karena $n' < n$; maka data yang digunakan sudah mencukupi

C. Persentil

$$\text{Rentang (R)} = X_{\text{terbesar}} - X_{\text{terkecil}} = 44 - 37 = 7$$

$$\text{Jumlah kelas interval (k)} = 1 + 3,3 \log n = 1 + 3,3 \log 76 = 7,25 \approx 8$$

$$\text{Panjang kelas interval (Ci)} = \frac{R}{k} = \frac{7}{8} = 0,88 \approx 0,9$$

Tabel 4.4. Distribusi Frekuensi Jarak Pantat – Lipat Lutut

Kelas Interval	Frekuensi	Frekuensi Kumulatif
37,0 – 37,9	4	4
38,0 – 38,9	6	10
39,0 – 39,9	11	21

40,0 – 40,9	15	36
41,0 – 41,9	13	49
42,0 – 42,9	11	60
43,0 – 43,9	10	70
44,0 – 44,9	6	76

Persentil 5 :

$$P_i = L_{pi} + \left[\frac{(i.n/100) - f_{pi}}{fp} \right] \times C_i$$

$$\text{letak persentil 5 : } \frac{i \times n}{100} = \frac{5 \times 76}{100} = 3,8$$

dimana :

$$i = 5 ; n = 76 ; L_{pi} = 36,95 ; f_{pi} = 0 ; fp = 4 ; C_i = 0,9$$

$$P_5 = 36,95 + \left[\frac{(5.76/100) - 0}{4} \right] \times 0,9$$

$$P_5 = 37,81$$

Persentil 95 :

$$P_i = L_{pi} + \left[\frac{(i.n/100) - f_{pi}}{fp} \right] \times C_i$$

$$\text{letak persentil 95 : } \frac{i \times n}{100} = \frac{95 \times 76}{100} = 72,2$$

dimana :

$$i = 95 ; n = 76 ; L_{pi} = 43,95 ; f_{pi} = 70 ; fp = 6 ; C_i = 0,9$$

$$P_{95} = 43,95 + \left[\frac{(95.76/100) - 70}{6} \right] \times 0,9$$

$$P_{95} = 44,28$$

4.2.3. Tinggi Siku

A. Uji Keseragaman Data

- ❖ Rata – Rata Hitung (\bar{X}) dan Standar Deviasi (S)

$$n = 80$$

$$\sum X_i = 942$$

$$\sum X_i^2 = 11202$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{942}{80} = 11,775$$

$$S = \sqrt{\frac{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{80(11202) - (942)^2}{80(80-1)}}$$

$$S = 1,180$$

- ❖ Dengan mengambil Tingkat Kepercayaan 95% dan Tingkat Ketelitian 5% maka didapat : k = 2 dan s = 0,05
- ❖ Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$BKA = \bar{X} + k \cdot S = 11,775 + 2 \cdot 1,180$$

$$BKA = 14,14$$

$$BKB = \bar{X} - k \cdot S = 11,775 - 2 \cdot 1,180$$

$$BKB = 9,42$$

Karena semua data telah berada dalam batas-batas kontrol (BKA dan BKB)-seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.3.-maka dapat diketahui bahwa data-data pengukuran sudah seragam sehingga semua data tersebut dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

B. Uji Kecukupan Data

$$n = 80$$

Dengan mengambil Tingkat Kepercayaan 95% dan Tingkat Ketelitian 5% maka didapat :

$$\text{Koefisien tingkat kepercayaan (k) = 2} \quad \sum X_i = 942$$

$$\text{Koefisien tingkat ketelitian (s) = 0,05} \quad \sum X_i^2 = 11202$$

$$n' = \left[\frac{k \sqrt{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2 = \left[\frac{2 \sqrt{80(11202) - (942)^2}}{0,05 \cdot 942} \right]^2$$

$$n' = 15,860$$

karena $n' < n$; maka data yang digunakan sudah mencukupi

Persentil

$$\text{Rentang (R)} = X_{\text{terbesar}} - X_{\text{terkecil}} = 14 - 9,5 = 4,5$$

$$\text{Jumlah kelas interval (k)} = 1 + 3,3 \log n = 1 + 3,3 \log 80 = 7,28 \approx 7$$

$$\text{Panjang kelas interval (Ci)} = \frac{R}{k} = \frac{4,5}{7} = 0,64 \approx 0,9$$

Tabel 4.5. Distribusi Frekuensi Tinggi Siku

Kelas Interval	Frekuensi	Frekuensi Kumulatif
8,5 – 9,4	0	0
9,5 – 10,4	9	9
10,5 – 11,4	18	27
11,5 – 12,4	23	50
12,5 – 13,4	22	72
13,5 – 14,4	8	80
14,5 – 15,4	0	80

Persentil 5 :

$$P_i = L_{pi} + \left[\frac{(i.n/100) - f_{pi}}{fp} \right] \times C_i$$

$$\text{letak persentil 5 : } \frac{i \times n}{100} = \frac{5 \times 80}{100} = 4$$

dimana :

$$i = 5 ; n = 80 ; L_{pi} = 9,45 ; f_{pi} = 0 ; fp = 9 ; C_i = 0,9$$

$$P_5 = 9,45 + \left[\frac{(5.80/100) - 0}{9} \right] \times 0,9$$

$$P_5 = 9,85$$

Persentil 95 :

$$P_i = L_{pi} + \left[\frac{(i.n/100) - f_{pi}}{fp} \right] \times C_i$$

$$\text{letak persentil 95 : } \frac{i \times n}{100} = \frac{95 \times 80}{100} = 76$$

dimana :

$i = 95 ; n = 80 ; L_{pi} = 13,45 ; f_{pi} = 72 ; fp = 8 ; Ci = 0,9$

$$P_{95} = 13,45 + \left[\frac{(95.80/100) - 72}{8} \right] \times 0,9$$

$$P_{95} = 13,90$$



4.2.4. Tinggi Bahu

A. Uji Keseragaman Data

- ❖ Rata – Rata Hitung (\bar{X}) dan Standar Deviasi (S)

$$n = 80$$

$$\sum X_i = 3523$$

$$\sum X_i^2 = 155691$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{3523}{80} = 44,038$$

$$S = \sqrt{\frac{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{80(155691) - (3523)^2}{80(80-1)}}$$

$$S = 2,631$$

- ❖ Dengan mengambil Tingkat Kepercayaan 95% dan Tingkat Ketelitian 5% maka didapat : $k = 2$ dan $s = 0,05$
- ❖ Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$BKA = \bar{X} + k \cdot S = 44,038 + 2 \cdot 2,631$$

$$BKA = 49,30$$

$$BKB = \bar{X} - k \cdot S = 44,038 - 2 \cdot 2,631$$

$$BKB = 38,78$$

Dari 80 data yang diukur, terdapat 1 data yang bernilai 37, 1 data yang bernilai 38 dan 2 data yang bernilai 50. Karena nilai data-data tersebut berada di luar batas kontrol (di bawah BKB dan di atas BKA) maka ke-4 data tersebut harus dibuang dan untuk selanjutnya kembali dilakukan perhitungan seperti di atas hingga Keseragaman Data terpenuhi.

- ❖ Rata – Rata Hitung (\bar{X}) dan Standar Deviasi (S)

$$n = 76$$

$$\sum X_i = 3348$$

$$\sum X_i^2 = 147878$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{3348}{76} = 44,053$$

$$S = \sqrt{\frac{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{76(147878) - (3348)^2}{76(76-1)}}$$

$$S = 2,280$$

- ❖ Dengan mengambil Tingkat Kepercayaan 95% dan Tingkat Ketelitian 5% maka didapat : $k = 2$ dan $s = 0,05$

- ❖ Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$BKA = \bar{X} + k \cdot S = 44,053 + 2 \cdot 2,280$$

$$BKA = 48,61$$

$$BKB = \bar{X} - k \cdot S = 44,053 - 2 \cdot 2,280$$

$$BKB = 39,49$$

Dari 76 data yang tersisa, terdapat 2 data yang bernilai 39 dan 2 data yang bernilai 49. Karena nilai data-data tersebut berada di luar batas kontrol (di bawah BKB dan di atas BKA) maka ke-4 data tersebut harus dibuang dan untuk selanjutnya kembali dilakukan perhitungan seperti di atas hingga Keseragaman Data terpenuhi.

- ❖ Rata – Rata Hitung (\bar{X}) dan Standar Deviasi (S)

$$n = 72$$

$$\sum X_i = 3172$$

$$\sum X_i^2 = 140034$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{3172}{72} = 44,056$$

$$S = \sqrt{\frac{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{72(140034) - (3172)^2}{72(72-1)}}$$

$$S = 2,020$$

- ❖ Dengan mengambil Tingkat Kepercayaan 95% dan Tingkat Ketelitian 5% maka didapat : $k = 2$ dan $s = 0,05$

- ❖ Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$BKA = \bar{X} + k \cdot S = 44,056 + 2 \cdot 2,020$$

$$BKA = 48,10$$

$$BKB = \bar{X} - k \cdot S = 44,056 - 2 \cdot 2,020$$

$$BKB = 40,00$$

Karena semua data telah berada dalam batas-batas kontrol (BKA dan BKB)-seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.4-maka dapat diketahui bahwa data-data pengukuran sudah seragam sehingga semua data tersebut dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

B. Uji Kecukupan Data

$n = 72$

Dengan mengambil Tingkat Kepercayaan 95% dan Tingkat Ketelitian 5% maka didapat :

Koefisien tingkat kepercayaan (k) = 2 $\sum X_i = 3172$

Koefisien tingkat ketelitian (s) = 0,05 $\sum X_i^2 = 140034$

$$n' = \left[\frac{k}{s} \sqrt{n \left(\sum X_i^2 \right) - \left(\sum X_i \right)^2} \right]^2 = \left[\frac{2}{0,05} \sqrt{72(140034) - (3172)^2} \right]^2$$

$n' = 3,318$

karena $n' < n$; maka data yang digunakan sudah mencukupi

C. Persentil

Rentang (R) = $X_{\text{terbesar}} - X_{\text{terkecil}} = 48 - 40 = 8$

Jumlah kelas interval (k) = $1 + 3,3 \log n = 1 + 3,3 \log 72 = 7,13 \approx 7$

Panjang kelas interval (Ci) = $\frac{R}{k} = \frac{8}{7} = 1,14 \approx 2$

Tabel 4.6. Distribusi Frekuensi Tinggi Bahu

Kelas Interval	Frekuensi	Frekuensi Kumulatif
38 – 39	0	0
40 – 41	8	8
42 – 43	18	26
44 – 45	29	55
46 – 47	13	68
48 – 49	4	72
50 – 51	0	72

Persentil 5 :

$$P_i = L_{pi} + \left[\frac{(i.n/100) - f_{pi}}{fp} \right] \times Ci$$

letak persentil 5 : $\frac{i \times n}{100} = \frac{5 \times 72}{100} = 3,6$

dimana :

$i = 5 ; n = 72 ; L_{pi} = 39,5 ; f_{pi} = 0 ; fp = 8 ; Ci = 2$

$$P_5 = 39,5 + \left[\frac{(5.72/100) - 0}{8} \right] \times 2$$

$$P_5 = 40,40$$

Persentil 95 :

$$P_i = L_{pi} + \left[\frac{(i.n/100) - f_{pi}}{fp} \right] \times C_i$$

$$\text{letak persentil 95 : } \frac{i \times n}{100} = \frac{95 \times 72}{100} = 68,4$$

dimana :

$$i = 95 ; n = 72 ; L_{pi} = 47,5 ; f_{pi} = 68 ; fp = 4 ; C_i = 2$$

$$P_{95} = 47,5 + \left[\frac{(95.72/100) - 68}{4} \right] \times 2$$

$$P_{95} = 47,70$$



4.2.5. Tinggi Mata

A. Uji Keseragaman Data

- ❖ Rata – Rata Hitung (\bar{X}) dan Standar Deviasi (S)

$$n = 80$$

$$\sum X_i = 4476$$

$$\sum X_i^2 = 251326$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{4476}{80} = 55,950$$

$$S = \sqrt{\frac{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{80(251326) - (4476)^2}{80(80-1)}}$$

$$S = 3,364$$

- ❖ Dengan mengambil Tingkat Kepercayaan 95% dan Tingkat Ketelitian 5% maka didapat : $k = 2$ dan $s = 0,05$
- ❖ Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$BKA = \bar{X} + k \cdot S = 55,950 + 2 \cdot 3,364$$

$$BKA = 62,68$$

$$BKB = \bar{X} - k \cdot S = 55,950 - 2 \cdot 3,364$$

$$BKB = 49,22$$

Dari 80 data yang diukur, terdapat 2 data yang bernilai 48, 1 data yang bernilai 49 dan 3 data yang bernilai 63. Karena nilai data-data tersebut berada di luar batas kontrol (di bawah BKB dan di atas BKA) maka ke-6 data tersebut harus dibuang dan untuk selanjutnya kembali dilakukan perhitungan seperti di atas hingga Keseragaman Data terpenuhi.

- ❖ Rata – Rata Hitung (\bar{X}) dan Standar Deviasi (S)

$$n = 74$$

$$\sum X_i = 4142$$

$$\sum X_i^2 = 232410$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{4142}{74} = 55,973$$

$$S = \sqrt{\frac{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{74(232410) - (4142)^2}{74(74-1)}}$$

$$S = 2,794$$

- ❖ Dengan mengambil Tingkat Kepercayaan 95% dan Tingkat Ketelitian 5% maka didapat : $k = 2$ dan $s = 0,05$

- ❖ Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$BKA = \bar{X} + k \cdot S = 55,973 + 2 \cdot 2,794$$

$$BKA = 61,56$$

$$BKB = \bar{X} - k \cdot S = 55,973 - 2 \cdot 2,794$$

$$BKB = 50,39$$

Dari 74 data yang tersisa, terdapat 2 data yang bernilai 50 dan 1 data yang bernilai 62. Karena nilai data-data tersebut berada di luar batas kontrol (di bawah BKB dan di atas BKA) maka ke-3 data tersebut harus dibuang dan untuk selanjutnya kembali dilakukan perhitungan seperti di atas hingga Keseragaman Data terpenuhi.

- ❖ Rata – Rata Hitung (\bar{X}) dan Standar Deviasi (S)

$$n = 71$$

$$\sum X_i = 3980$$

$$\sum X_i^2 = 223566$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{3980}{71} = 56,056$$

$$S = \sqrt{\frac{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{71(223566) - (3980)^2}{71(71-1)}}$$

$$S = 2,568$$

- ❖ Dengan mengambil Tingkat Kepercayaan 95% dan Tingkat Ketelitian 5% maka didapat : $k = 2$ dan $s = 0,05$

- ❖ Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$BKA = \bar{X} + k \cdot S = 56,056 + 2 \cdot 2,568$$

$$BKA = 61,19$$

$$BKB = \bar{X} - k \cdot S = 56,056 - 2 \cdot 2,568$$

$$BKB = 50,92$$

Karena semua data telah berada dalam batas-batas kontrol (BKA dan BKB)-seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.4.-maka dapat diketahui bahwa data-data pengukuran sudah seragam sehingga semua data tersebut dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

B. Uji Kecukupan Data

$n = 71$

Dengan mengambil Tingkat Kepercayaan 95% dan Tingkat Ketelitian 5% maka didapat :

Koefisien tingkat kepercayaan (k) = 2 $\sum X_i = 3980$

Koefisien tingkat ketelitian (s) = 0,05 $\sum X_i^2 = 223566$

$$n' = \left[\frac{k \sqrt{n \left(\sum X_i^2 \right) - \left(\sum X_i \right)^2}}{\sum X_i} \right]^2 = \left[\frac{2 \sqrt{71(223566) - (3980)^2}}{3980} \right]^2$$

$n' = 3,312$

karena $n' < n$; maka data yang digunakan sudah mencukupi

C. Persentil

Rentang (R) = $X_{\text{terbesar}} - X_{\text{terkecil}} = 61 - 51 = 10$

Jumlah kelas interval (k) = $1 + 3,3 \log n = 1 + 3,3 \log 71 = 7,11 \approx 7$

Panjang kelas interval (C_i) = $\frac{R}{k} = \frac{10}{7} = 1,43 \approx 2$

Tabel 4.7. Distribusi Frekuensi Tinggi Mata

Kelas Interval	Frekuensi	Frekuensi Kumulatif
48 – 49	0	0
50 – 51	3	3
52 – 53	9	12
54 – 55	15	27
56 – 57	24	51
58 – 59	13	64
60 – 61	7	71

Persentil 5 :

$$P_i = L_{pi} + \left[\frac{(i \cdot n / 100) - f_{pi}}{f_p} \right] \times C_i$$

letak persentil 5 : $\frac{i \times n}{100} = \frac{5 \times 71}{100} = 3,55$

dimana :

$i = 5 ; n = 71 ; L_{pi} = 49,5 ; f_{pi} = 0 ; f_p = 3 ; C_i = 2$

$$P_5 = 49,5 + \left[\frac{(5.71/100) - 0}{3} \right] \times 2$$

$$P_5 = 51,87$$

Persentil 95 :

$$P_i = L_{pi} + \left[\frac{(i.n/100) - f_{pi}}{fp} \right] \times C_i$$

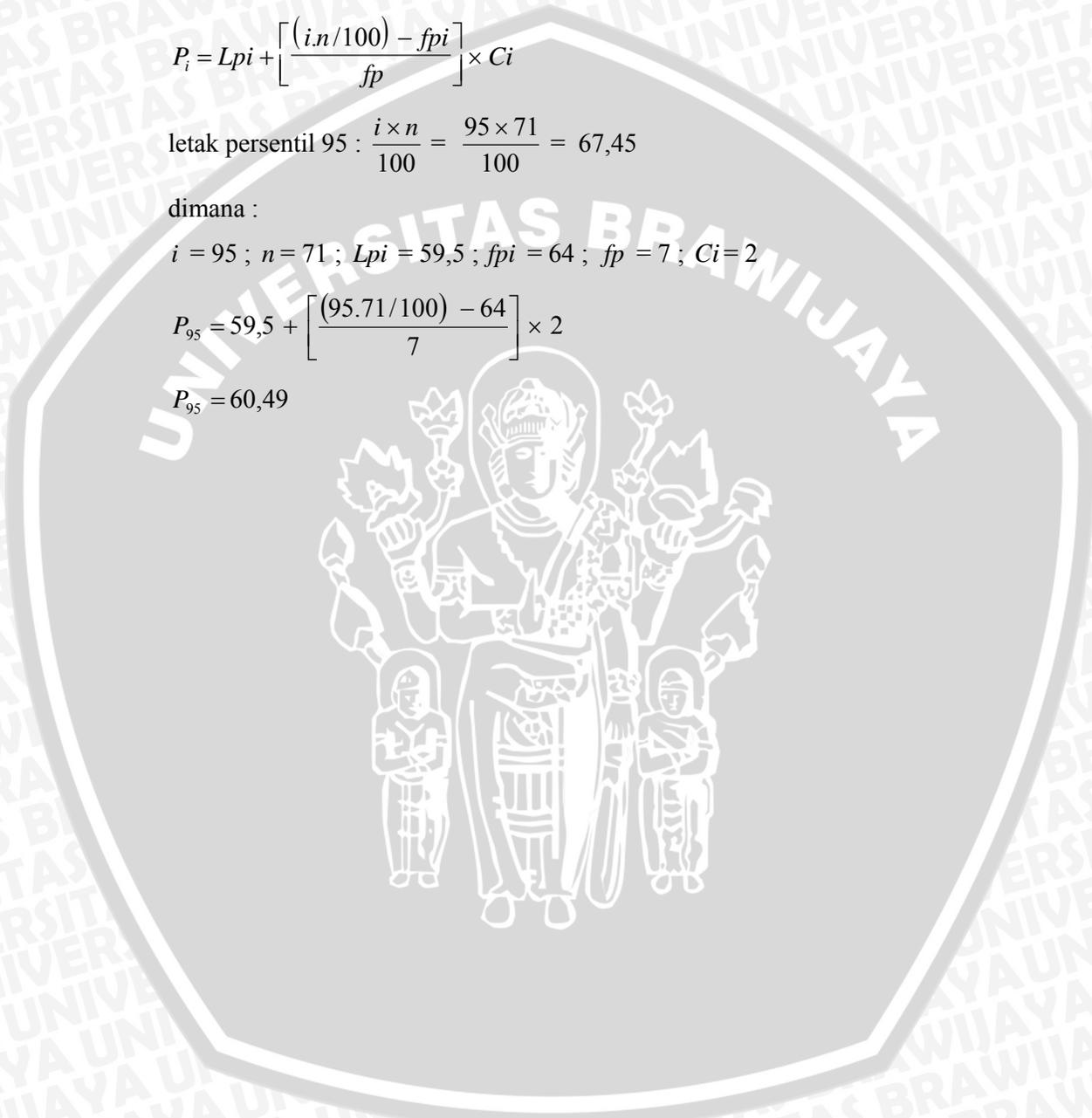
$$\text{letak persentil 95 : } \frac{i \times n}{100} = \frac{95 \times 71}{100} = 67,45$$

dimana :

$$i = 95 ; n = 71 ; L_{pi} = 59,5 ; f_{pi} = 64 ; fp = 7 ; C_i = 2$$

$$P_{95} = 59,5 + \left[\frac{(95.71/100) - 64}{7} \right] \times 2$$

$$P_{95} = 60,49$$



4.2.6. Lebar Panggul

A. Uji Keseragaman Data

- ❖ Rata – Rata Hitung (\bar{X}) dan Standar Deviasi (S)

$$n = 80$$

$$\sum X_i = 2145$$

$$\sum X_i^2 = 57899$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{2145}{80} = 26,813$$

$$S = \sqrt{\frac{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{80(57899) - (2145)^2}{80(80-1)}}$$

$$S = 2,211$$

- ❖ Dengan mengambil Tingkat Kepercayaan 95% dan Tingkat Ketelitian 5% maka didapat : $k = 2$ dan $s = 0,05$
- ❖ Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$BKA = \bar{X} + k \cdot S = 26,813 + 2 \cdot 2,211$$

$$BKA = 31,24$$

$$BKB = \bar{X} - k \cdot S = 26,813 - 2 \cdot 2,211$$

$$BKB = 22,39$$

Dari 80 data yang diukur, terdapat 2 data yang bernilai 32. Karena nilai data tersebut berada di luar batas kontrol (di atas BKA) maka ke-2 data tersebut harus dibuang dan untuk selanjutnya kembali dilakukan perhitungan seperti di atas hingga Keseragaman Data terpenuhi.

- ❖ Rata – Rata Hitung (\bar{X}) dan Standar Deviasi (S)

$$n = 78$$

$$\sum X_i = 2081$$

$$\sum X_i^2 = 55851$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{2081}{78} = 26,679$$

$$S = \sqrt{\frac{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{78(55851) - (2081)^2}{78(78-1)}}$$

$$S = 2,073$$

- ❖ Dengan mengambil Tingkat Kepercayaan 95% dan Tingkat Ketelitian 5% maka didapat : $k = 2$ dan $s = 0,05$

- ❖ Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$BKA = \bar{X} + k \cdot S = 26,679 + 2 \cdot 2,073$$

$$BKA = 30,83$$

$$BKB = \bar{X} - k \cdot S = 26,679 - 2 \cdot 2,073$$

$$BKB = 22,53$$

Dari 78 data yang tersisa, terdapat 4 data yang bernilai 31. Karena nilai data tersebut berada di luar batas kontrol (di atas BKA) maka ke-4 data tersebut harus dibuang dan untuk selanjutnya kembali dilakukan perhitungan seperti di atas hingga Keseragaman Data terpenuhi.

- ❖ Rata – Rata Hitung (\bar{X}) dan Standar Deviasi (S)

$$n = 74$$

$$\sum X_i = 1957$$

$$\sum X_i^2 = 52007$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{1957}{74} = 26,446$$

$$S = \sqrt{\frac{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{74(52007) - (1957)^2}{74(74-1)}}$$

$$S = 1,859$$

- ❖ Dengan mengambil Tingkat Kepercayaan 95% dan Tingkat Ketelitian 5% maka didapat : $k = 2$ dan $s = 0,05$

- ❖ Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$BKA = \bar{X} + k \cdot S = 26,446 + 2 \cdot 1,859$$

$$BKA = 30,16$$

$$BKB = \bar{X} - k \cdot S = 26,446 - 2 \cdot 1,859$$

$$BKB = 22,73$$

Karena semua data telah berada dalam batas-batas kontrol (BKA dan BKB)-seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.6.-maka dapat diketahui bahwa data-data pengukuran sudah seragam sehingga semua data tersebut dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

B. Uji Kecukupan Data

$n = 74$

Dengan mengambil Tingkat Kepercayaan 95% dan Tingkat Ketelitian 5% maka didapat :

Koefisien tingkat kepercayaan (k) = 2 $\sum X_i = 1957$

Koefisien tingkat ketelitian (s) = 0,05 $\sum X_i^2 = 52007$

$$n' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n \left(\sum X_i^2 \right) - \left(\sum X_i \right)^2}}{\sum X_i} \right]^2 = \left[\frac{2}{0,05} \sqrt{74(52007) - (1957)^2} \right]^2$$

$n' = 7,799$

karena $n' < n$; maka data yang digunakan sudah mencukupi

C. Persentil

Rentang (R) = $X_{\text{terbesar}} - X_{\text{terkecil}} = 30 - 23 = 7$

Jumlah kelas interval (k) = $1 + 3,3 \log n = 1 + 3,3 \log 74 = 7,17 \approx 6$

Panjang kelas interval (C_i) = $\frac{R}{k} = \frac{7}{6} = 1,17 \approx 2$

Tabel 4.8. Distribusi Frekuensi Lebar Panggul

Kelas Interval	Frekuensi	Frekuensi Kumulatif
21 – 22	0	0
23 – 24	12	12
25 – 26	26	38
27 – 28	28	66
29 – 30	8	74
31 – 32	0	74

Persentil 5 :

$$P_i = L_{pi} + \left[\frac{(i.n/100) - f_{pi}}{fp} \right] \times C_i$$

letak persentil 5 : $\frac{i \times n}{100} = \frac{5 \times 74}{100} = 3,7$

dimana :

$i = 5 ; n = 74 ; L_{pi} = 22,5 ; f_{pi} = 0 ; fp = 12 ; C_i = 2$

$$P_5 = 22,5 + \left[\frac{(5.74/100) - 0}{12} \right] \times 2$$

$$P_5 = 23,12$$

Persentil 95 :

$$P_i = L_{pi} + \left[\frac{(i.n/100) - f_{pi}}{fp} \right] \times C_i$$

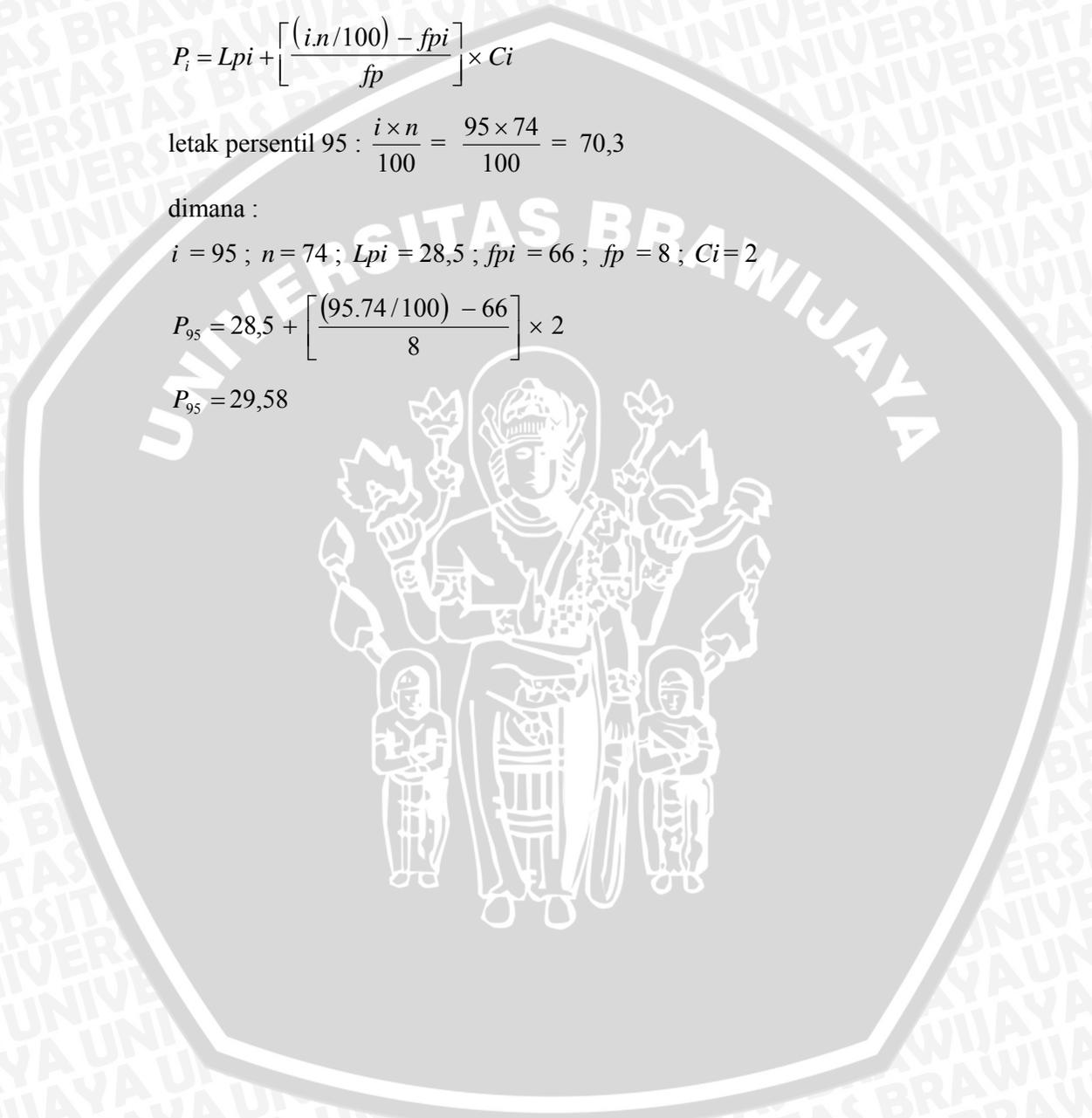
$$\text{letak persentil 95 : } \frac{i \times n}{100} = \frac{95 \times 74}{100} = 70,3$$

dimana :

$$i = 95 ; n = 74 ; L_{pi} = 28,5 ; f_{pi} = 66 ; fp = 8 ; C_i = 2$$

$$P_{95} = 28,5 + \left[\frac{(95.74/100) - 66}{8} \right] \times 2$$

$$P_{95} = 29,58$$



4.2.7. Lebar Bahu

A. Uji Keseragaman Data

- ❖ Rata – Rata Hitung (\bar{X}) dan Standar Deviasi (S)

$$n = 80$$

$$\sum X_i = 2461$$

$$\sum X_i^2 = 76163$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{2461}{80} = 30,763$$

$$S = \sqrt{\frac{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{80(76163) - (2461)^2}{80(80-1)}}$$

$$S = 2,404$$

- ❖ Dengan mengambil Tingkat Kepercayaan 95% dan Tingkat Ketelitian 5% maka didapat : k = 2 dan s = 0,05
- ❖ Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$BKA = \bar{X} + k \cdot S = 30,763 + 2 \cdot 2,404$$

$$BKA = 35,57$$

$$BKB = \bar{X} - k \cdot S = 30,763 - 2 \cdot 2,404$$

$$BKB = 25,96$$

Karena semua data telah berada dalam batas-batas kontrol (BKA dan BKB)-seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.7.-maka dapat diketahui bahwa data-data pengukuran sudah seragam sehingga semua data tersebut dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

B. Uji Kecukupan Data

$$n = 80$$

Dengan mengambil Tingkat Kepercayaan 95% dan Tingkat Ketelitian 5% maka didapat :

$$\text{Koefisien tingkat kepercayaan (k) = 2} \quad \sum X_i = 2461$$

$$\text{Koefisien tingkat ketelitian (s) = 0,05} \quad \sum X_i^2 = 76163$$

$$n' = \left[\frac{k \sqrt{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2 = \left[\frac{2 \sqrt{80(76163) - (2461)^2}}{2461} \right]^2$$

$$n' = 9,648$$

karena $n' < n$; maka data yang digunakan sudah mencukupi

C. Persentil

$$\text{Rentang (R)} = X_{\text{terbesar}} - X_{\text{terkecil}} = 35 - 26 = 9$$

$$\text{Jumlah kelas interval (k)} = 1 + 3,3 \log n = 1 + 3,3 \log 80 = 7,28 \approx 7$$

$$\text{Panjang kelas interval (Ci)} = \frac{R}{k} = \frac{9}{7} = 1,29 \approx 2$$

Tabel 4.9. Distribusi Frekuensi Lebar Bahu

Kelas Interval	Frekuensi	Frekuensi Kumulatif
24 – 25	0	0
26 – 27	9	9
28 – 29	16	25
30 – 31	21	46
32 – 33	23	69
34 – 35	11	80
36 – 37	0	80

Persentil 5 :

$$P_i = L_{pi} + \left[\frac{(i.n/100) - f_{pi}}{fp} \right] \times Ci$$

$$\text{letak persentil 5 : } \frac{i \times n}{100} = \frac{5 \times 80}{100} = 4$$

dimana :

$$i = 5 ; n = 80 ; L_{pi} = 25,5 ; f_{pi} = 0 ; fp = 9 ; Ci = 2$$

$$P_5 = 25,5 + \left[\frac{(5.80/100) - 0}{9} \right] \times 2$$

$$P_5 = 26,39$$

Persentil 95 :

$$P_i = L_{pi} + \left[\frac{(i.n/100) - f_{pi}}{fp} \right] \times Ci$$

$$\text{letak persentil 95 : } \frac{i \times n}{100} = \frac{95 \times 80}{100} = 76$$

dimana :

$$i = 95 ; n = 80 ; L_{pi} = 33,5 ; f_{pi} = 69 ; f_p = 11 ; C_i = 2$$

$$P_{95} = 33,5 + \left[\frac{(95.80/100) - 69}{11} \right] \times 2$$

$$P_{95} = 34,77$$



4.2.8. Tinggi Lumbar

A. Uji Keseragaman Data

- ❖ Rata – Rata Hitung (\bar{X}) dan Standar Deviasi (S)

$$n = 80$$

$$\sum X_i = 1178$$

$$\sum X_i^2 = 17480$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{1178}{80} = 14,725$$

$$S = \sqrt{\frac{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{80(17480) - (1178)^2}{80(80-1)}}$$

$$S = 1,302$$

- ❖ Dengan mengambil Tingkat Kepercayaan 95% dan Tingkat Ketelitian 5% maka didapat : $k = 2$ dan $s = 0,05$
- ❖ Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$BKA = \bar{X} + k \cdot S = 14,725 + 2 \cdot 1,302$$

$$BKA = 17,33$$

$$BKB = \bar{X} - k \cdot S = 14,725 - 2 \cdot 1,302$$

$$BKB = 12,12$$

Dari 80 data yang diukur, terdapat 5 data yang bernilai 12. Karena nilai data tersebut berada di luar batas kontrol (di bawah BKB) maka ke-5 data tersebut harus dibuang dan untuk selanjutnya kembali dilakukan perhitungan seperti di atas hingga Keseragaman Data terpenuhi.

- ❖ Rata – Rata Hitung (\bar{X}) dan Standar Deviasi (S)

$$n = 75$$

$$\sum X_i = 1118$$

$$\sum X_i^2 = 16760$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{1118}{75} = 14,907$$

$$S = \sqrt{\frac{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{75(16760) - (1118)^2}{75(75-1)}}$$

$$S = 1,129$$

- ❖ Dengan mengambil Tingkat Kepercayaan 95% dan Tingkat Ketelitian 5% maka didapat : $k = 2$ dan $s = 0,05$

- ❖ Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB)

$$BKA = \bar{X} + k \cdot S = 14,907 + 2 \cdot 1,129$$

$$BKA = 17,17$$

$$BKB = \bar{X} - k \cdot S = 14,907 - 2 \cdot 1,129$$

$$BKB = 12,65$$

Karena semua data telah berada dalam batas-batas kontrol (BKA dan BKB)-seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.8.-maka dapat diketahui bahwa data-data pengukuran sudah seragam sehingga semua data tersebut dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya.

B. Uji Kecukupan Data

$$n = 75$$

Dengan mengambil Tingkat Kepercayaan 95% dan Tingkat Ketelitian 5% maka didapat :

$$\text{Koefisien tingkat kepercayaan (k)} = 2 \quad \sum X_i = 1118$$

$$\text{Koefisien tingkat ketelitian (s)} = 0,05 \quad \sum X_i^2 = 16760$$

$$n' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n \left(\sum X_i^2 \right) - \left(\sum X_i \right)^2}}{\sum X_i} \right]^2 = \left[\frac{2}{0,05} \sqrt{75(16760) - (1118)^2}}{1118} \right]^2$$

$$n' = 9,058$$

karena $n' < n$; maka data yang digunakan sudah mencukupi

C. Persentil

$$\text{Rentang (R)} = X_{\text{terbesar}} - X_{\text{terkecil}} = 17 - 13 = 4$$

$$\text{Jumlah kelas interval (k)} = 1 + 3,3 \log n = 1 + 3,3 \log 75 = 7,19 \approx 7$$

$$\text{Panjang kelas interval (Ci)} = \frac{R}{k} = \frac{4}{7} = 0,57 \approx 0,9$$

Tabel 4.10. Distribusi Frekuensi Tinggi Lumber

Kelas Interval	Frekuensi	Frekuensi Kumulatif
12,0 – 12,9	0	0
13,0 – 13,9	9	9
14,0 – 14,9	16	25

15,0 – 15,9	31	56
16,0 – 16,9	11	67
17,0 – 17,9	8	75
18,0 – 18,9	0	75

Persentil 5 :

$$P_i = L_{pi} + \left[\frac{(i.n/100) - f_{pi}}{fp} \right] \times C_i$$

$$\text{letak persentil 5 : } \frac{i \times n}{100} = \frac{5 \times 75}{100} = 3,75$$

dimana :

$$i = 5 ; n = 75 ; L_{pi} = 12,95 ; f_{pi} = 0 ; fp = 9 ; C_i = 0,9$$

$$P_5 = 12,95 + \left[\frac{(5.75/100) - 0}{9} \right] \times 0,9$$

$$P_5 = 13,33$$

Persentil 95 :

$$P_i = L_{pi} + \left[\frac{(i.n/100) - f_{pi}}{fp} \right] \times C_i$$

$$\text{letak persentil 95 : } \frac{i \times n}{100} = \frac{95 \times 75}{100} = 71,25$$

dimana :

$$i = 95 ; n = 75 ; L_{pi} = 16,95 ; f_{pi} = 67 ; fp = 8 ; C_i = 0,9$$

$$P_{95} = 16,95 + \left[\frac{(95.75/100) - 67}{8} \right] \times 0,9$$

$$P_{95} = 17,43$$

4.3. Tabel Hasil Perhitungan

4.3.1. Keceragaman Data

Tabel 4.11. Hasil Perhitungan Keceragaman Data

Jenis Data	Rata – Rata (\bar{X})	Standar Deviasi (S)	BKA	BKB
1. Tinggi Lipat Lutut	38,550	4,848	48,25	28,85
2. Jarak Pantat - Lipat Lutut	40,711	3,675	48,06	33,36
3. Tinggi Siku	11,775	1,180	14,14	9,42
4. Tinggi Bahu	44,056	2,020	48,10	40,00
5. Tinggi Mata	56,056	2,568	61,19	50,92
6. Lebar Panggul	26,446	1,859	30,16	22,73
7. Lebar Bahu	30,763	2,404	35,57	25,96
8. Tinggi Lumbar	14,907	1,129	17,17	12,65

4.3.2. Kecukupan Data

Tabel 4.12. Hasil Perhitungan Kecukupan Data

Jenis Data	n	n'	Keterangan
1. Tinggi Lipat Lutut	78	5,152	Mencukupi
2. Jarak Pantat - Lipat Lutut	76	3,501	Mencukupi
3. Tinggi Siku	80	15,860	Mencukupi
4. Tinggi Bahu	72	3,318	Mencukupi
5. Tinggi Mata	71	3,312	Mencukupi
6. Lebar Panggul	74	7,799	Mencukupi
7. Lebar Bahu	80	9,648	Mencukupi
8. Tinggi Lumbar	75	9,058	Mencukupi

4.3.3. Persentil

Tabel 4.13. Hasil Perhitungan Persentil

Jenis Data	Persentil 5	(\bar{X})	Persentil 95
1. Tinggi Lipat Lutut	34,48	38,55	41,94
2. Jarak Pantat - Lipat Lutut	37,81	40,71	44,28

3. Tinggi Siku	9,85	11,78	13,90
4. Tinggi Bahu	40,40	44,06	47,70
5. Tinggi Mata	51,87	56,06	60,49
6. Lebar Panggul	23,12	26,45	29,58
7. Lebar Bahu	26,39	30,76	34,77
8. Tinggi Lumbar	13,33	14,91	17,43

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB V

PEMBAHASAN

Dalam merencanakan rancangan/desain suatu fasilitas/peralatan kerja maka kita harus memperhatikan beberapa aspek, baik aspek yang berhubungan langsung dengan perencanaan fasilitas/peralatan itu sendiri maupun aspek yang tidak langsung berpengaruh terhadap fasilitas/peralatan tersebut. Aspek yang berpengaruh langsung tersebut misalnya : material/bahan yang akan digunakan, ukuran, fungsi, bentuk/model dan biaya yang akan dikeluarkan untuk membuat fasilitas/peralatan tersebut. Sedangkan faktor yang tidak langsung antara lain : kapan fasilitas/peralatan itu digunakan, untuk siapa fasilitas/peralatan itu dirancang dan sebagainya.

5.1. Pertimbangan Perencanaan Fasilitas (Meja-Kursi) Labkom

Ada beberapa pertimbangan yang harus diperhatikan sebelum merencanakan fasilitas (meja-kursi) labkom, yaitu meliputi :

1. Jika rancangan/desain yang akan kita buat merupakan rancangan/desain ulang (*redesign*) dari fasilitas/peralatan yang telah ada, maka kita harus mempelajari secara cermat rancangan/desain lama yang telah ada, agar diketahui kelebihan dan kekurangannya.
2. Faktor yang berhubungan dengan dimensi tubuh siswa (data antropometri). Dengan adanya data antropometri maka ukuran rancangan/desain ulang fasilitas dapat disesuaikan dengan ukuran tubuh mayoritas pemakai (siswa).
3. Faktor yang berkaitan dengan perbaikan metode/tata cara kerja dengan menekankan pada prinsip ekonomi gerakan dan kebiasaan manusia (pemakai).

Perubahan rancangan/desain fasilitas labkom ini diupayakan sebagai upaya perbaikan. Oleh karena itu ukuran dan bentuk rancangan/desain ulang (*redesign*) fasilitas labkom disesuaikan dengan hasil pengolahan data antropometri dan prinsip-prinsip ergonomi.

5.2. Penentuan Ukuran dan Letak Fasilitas (Meja-Kursi) Labkom

5.2.1. Ukuran dan Bentuk Kursi Labkom

A. Alas Duduk

❖ Tinggi Alas Duduk

Ketinggian alas duduk yang ada pada saat ini = 43 cm

Ketinggian alas duduk yang diusulkan = 37,5 cm

Dasar usulan = Tinggi Lipat Lutut (P_5) + *Allowance* (kelonggaran untuk pemakaian sepatu)

$$= 34,48 \text{ cm} + 3 \text{ cm}$$

$$= 37,48 \text{ cm} \approx 37,5 \text{ cm}$$

Pertimbangan usulan :

Untuk menentukan tinggi alas duduk kursi maka dasar yang digunakan adalah data tinggi lipat lutut dengan persentil ke-5 (P_5). Hal ini diambil dengan harapan agar siswa yang termasuk memiliki ukuran tinggi lipat lutut terendah bisa menggunakan rancangan kursi ini dengan baik, sehingga saat melakukan aktivitas (selama kegiatan pelatihan komputer) berlangsung dengan nyaman dan aman. Sedangkan untuk siswa yang ukuran tinggi lipat lututnya lebih tinggi dari persentil ke-5 tentu tidak akan mengalami kesulitan.

Alas duduk yang terlalu tinggi akan menyebabkan posisi kaki pemakai (siswa) yang berkaki pendek akan dalam posisi menggantung, sehingga bagian bawah paha akan tertekan alas duduk. Hal ini dapat menimbulkan ketidaknyamanan, gangguan peredaran darah dan stabilitas tubuh akan melemah akibat dari telapak kaki yang tidak dapat menapak pada permukaan lantai secara sempurna.

Sebaliknya, jika tinggi alas duduk terlalu rendah maka pada lutut kaki akan mengalami beban tumpu yang cukup besar sehingga dapat mengakibatkan terjadinya kelelahan pada kaki, atau dapat pula menyebabkan kaki memanjang pada posisi maju terjulur ke depan dan terjadinya pergerakan tubuh ke depan yang dapat menjauhkan tubuh dari keadaan stabil dan menjauhkan punggung dari sandaran.

❖ Panjang (kedalaman) Alas Duduk

Panjang alas duduk yang ada pada saat ini = 45 cm

Panjang alas duduk yang diusulkan = 37,5 cm

Dasar Usulan = Jarak dari Pantat – Lipat lutut (P_5)

$$= 37,81 \approx 37,5 \text{ cm}$$

Pertimbangan usulan :

Untuk menentukan panjang (kedalaman) alas duduk maka dasar yang digunakan adalah jarak dari pantat ke lipat lutut pada persentil ke-5

P₅). Hal ini ditetapkan dengan harapan agar siswa yang memiliki ukuran jarak pantat-lipat lutut terendah dapat duduk dengan pas dan nyaman. Sedangkan untuk siswa yang berada di atas persentil ke-5 tentu tidak akan mengalami kesulitan.

Jika panjang (kedalaman) alas duduk terlalu panjang maka bagian depan dari permukaan atau ujung dari tempat duduk tersebut akan menekan jaringan syaraf dan pembuluh darah di daerah tepat di belakang lutut sehingga akibatnya dapat menghambat sirkulasi peredaran darah, terjadinya iritasi, kesemutan, nyeri dan panas, hingga bahaya yang lebih besar yaitu terjadinya penggumpalan darah (*thrombophlebitis*); dan jika untuk menghindari ketidaknyamanan pada bagian kaki ini subjek (pemakai) memajukan posisi duduknya maka tindakan ini dapat menyebabkan bagian punggungnya tidak dapat bersandar, sehingga stabilitas tubuh melemah dan tenaga otot yang diperlukan menjadi semakin besar sebagai upaya untuk menjaga keseimbangan. Akibatnya adalah kelelahan, ketidaknyamanan dan sakit pada bagian punggung.

Sebaliknya, jika panjang (kedalaman) alas duduk terlalu pendek maka akan menimbulkan kondisi yang buruk pula, yaitu dapat menimbulkan perasaan terjatuh atau terjungkal dari kursi yang disebabkan berkurangnya penopangan pada bagian bawah paha.

❖ **Lebar Alas Duduk**

Lebar alas duduk yang ada pada saat ini = 40 cm

Lebar alas duduk yang diusulkan = 35 cm

Dasar Usulan = Lebar Panggul (P₉₅) + *allowance* (kelonggaran untuk ruang gerak)

$$= 29,58 \text{ cm} + 5 \text{ cm}$$

$$= 34,58 \text{ cm} \approx 35 \text{ cm}$$

Pertimbangan usulan :

Pertimbangan yang digunakan untuk menentukan ukuran lebar alas duduk kursi adalah lebar panggul pada persentil ke-95 (P₉₅). Hal ini diambil dengan harapan agar siswa yang memiliki ukuran lebar panggul terbesar dapat duduk dengan nyaman dan leluasa. Sedangkan untuk

siswa yang memiliki ukuran lebar panggul di bawah persentil ke-95 tentunya akan terakomodasi dengan lebih baik.

Jika lebar alas duduk terlalu pendek/sempit maka dapat menyebabkan panggul (pantat) pemakai tidak mendapat tempat yang cukup memadai, sehingga panggul dapat terjepit oleh bagian sisi-sisi kursi/sandaran lengan (jika ada) atau tertekannya bagian bawah panggul oleh ujung pinggiran sisi-sisi kursi akibat tidak tertopangnya keseluruhan luasan panggul. Kondisi ini dapat menyebabkan kurangnya aliran darah (*ischemia*) pada panggul, rasa nyeri dan panas, kesemutan dan rasa kebal (mati rasa) pada bagian panggul yang sangat mengganggu dalam jangka waktu yang lama.

Sebaliknya, jika alas duduk terlalu lebar maka dalam kondisi tertentu dapat menyebabkan terbatasnya ruang gerak pemakai dan utamanya tidak ekonomis dari segi pemakaian bahan/material kursi.

❖ **Ketebalan Busa Bantalan Alas Duduk**

Ketebalan busa bantalan alas duduk yang ada pada saat ini = 0 cm

Ketebalan busa bantalan alas duduk yang diusulkan = 4 cm

Pertimbangan usulan :

Penggunaan busa bantalan pada alas duduk berfungsi untuk mendistribusikan berat tubuh pemakai secara merata tersebar ke seluruh luasan alas duduk dan sekaligus menghindari adanya tekanan (kompresi) yang berlebihan dari permukaan alas duduk yang keras (kursi tanpa busa bantalan) terhadap tulang duduk (*ischial tuberosities*).

Pemilihan ketebalan busa bantalan alas duduk haruslah pas. Jika busa bantalan terlalu tebal dan empuk maka tubuh pemakai akan “tenggelam” dalam massa bantalan yang empuk sehingga dapat mempengaruhi keseimbangan tubuh akibat berkurangnya kemampuan penopangan tubuh yang hanya mengandalkan kaki yang menapak di atas permukaan lantai saja sebagai penopangnya sehingga akan menambah beban stabilisasi tubuh pada aktivitas internal otot. Selain itu, berat badan yang “tenggelam” pada bantalan yang terlalu tebal dapat menyebabkan bagian ujung depan dari bantalan terangkat dan menimbulkan tekanan pada bagian bawah paha dan jaringan syaraf di

daerah tersebut. Sebagai tambahan, makin dalam tubuh “tenggelam” pada bantalan makin besar pula usaha yang dibutuhkan untuk dapat bangkit dari kursi.

Sebaliknya, jika busa bantalan terlalu tipis maka permukaan alas duduk akan terasa lebih keras sehingga gaya tekan (kompresi) yang terjadi pada daerah persinggungan antara pantat (tulang duduk khususnya) dengan landasan duduk akan semakin besar. Tekanan-tekanan ini menimbulkan perasaan lelah dan ketidaknyamanan serta menyebabkan subjek mengubah-ubah posisi duduknya agar mencapai kondisi yang nyaman. Tetapi jika subjek bertahan pada posisi duduk tersebut dalam jangka waktu yang lama tanpa mengubah-ubah posisinya, di bawah kondisi tekanan kompresi yang terjadi, dapat menyebabkan kurangnya aliran darah pada pantat (*ischemia*), gangguan pada sirkulasi darah, menyebabkan nyeri, sakit dan rasa kebal (mati rasa).

Berdasarkan data-data yang diperoleh dari berbagai ketebalan busa bantalan alas duduk kursi yang diukur berkisar antara 3 – 6 cm, maka dipilih ketebalan busa bantalan sebesar 4 cm.

❖ **Kemiringan Alas Duduk**

Kemiringan alas duduk yang ada pada saat ini = 0°

Kemiringan alas duduk yang diusulkan = 0°

Pertimbangan usulan :

Berdasarkan kemiringan alas duduk standar yang berkisar antara $0^\circ - 5^\circ$, maka ditetapkan sudut kemiringan alas duduk yang diusulkan sama dengan sudut kemiringan alas duduk yang ada pada saat ini, yaitu sebesar 0° dalam desain ulang ini. Sudut kemiringan alas duduk 0° ini dinilai sesuai untuk desain kursi bagi anak-anak.

❖ **Profil Alas Duduk**

Bentuk/profil alas duduk yang baik, nyaman digunakan dan dapat dikatakan memenuhi konsep ergonomi adalah jika bentuknya mendekati kontur permukaan duduk seseorang dan juga mempertimbangkan distribusi berat seseorang saat duduk. Oleh karena itu bentuk/profil alas duduk yang diusulkan adalah alas duduk dengan menggunakan pendekatan kontur permukaan duduk seseorang.

B. Sandaran Punggung (*Backrest*)

❖ **Tinggi Sandaran Punggung**

Tinggi sandaran punggung yang ada pada saat ini = 48 cm

Tinggi sandaran punggung yang diusulkan = 40,5 cm

Dasar usulan = Tinggi bahu pada posisi duduk (P_5)
= 40,40 cm \approx 40,5 cm

Pertimbangan usulan :

Untuk mendapatkan tinggi sandaran punggung, dasar yang digunakan adalah tinggi bahu pada persentil ke-5 (P_5). Hal ini diambil dengan harapan agar siswa yang memiliki ukuran tinggi bahu terendah bisa bersandar dengan pas dan nyaman. Sedangkan untuk populasi siswa yang memiliki ukuran tinggi bahu lebih besar dari persentil ke-5 masih bisa bersandar dengan baik dan nyaman pula.

Tinggi sandaran punggung yang terlalu rendah dapat menyebabkan sebagian besar punggung kehilangan penopangannya sehingga dapat mengurangi stabilitasnya. Akibatnya akan memicu timbulnya kelelahan karena untuk tetap menjaga stabilitas tubuh diperlukan aktivitas otot internal tambahan.

Sebaliknya, jika sandaran punggung terlalu tinggi dapat menyebabkan benturan/tekanan pada daerah tengkuk atau belakang kepala jika pemakai memaksakan diri untuk bersandar secara penuh dan dapat pula mengurangi ruang pergerakan leher dan kepala.

❖ **Tinggi (Titik Pusat Lengkung) Sandaran Lumbar**

Tinggi sandaran lumbar yang ada pada saat ini = 0 cm

Tinggi sandaran lumbar yang diusulkan = 15 cm

Dasar usulan = Tinggi Lumbar (P_{50})
= 14,91 cm \approx 15 cm

Pertimbangan usulan :

Untuk menentukan tinggi sandaran lumbar, maka dasar yang digunakan adalah data tinggi lumbar pada persentil ke-50 (P_{50}), sehingga dapat mengakomodasi mayoritas pemakai baik yang memiliki tinggi lumbar terendah maupun tertinggi, agar dapat bersandar dengan baik dan nyaman.

Sudah menjadi kesepakatan umum bahwa fungsi utama dari perancangan sandaran punggung adalah untuk mengadakan penopangan bagi daerah lumbar (bagian kecil dari punggung bagian bawah yang berbentuk cekung). Penopangan daerah lumbar berfungsi untuk mencegah kecenderungan terjadinya lekukan ruas tulang belakang ke arah belakang (*kyphosis*) ketika duduk, sehingga pemakai tidak dalam posisi/postur membungkuk (*slumped posture*).

Oleh karena itu, penentuan tinggi sandaran lumbar haruslah pas sehingga sesuai dengan profil lekukan lumbar dan tulang belakang secara keseluruhan. Tinggi sandaran lumbar yang tidak tepat, baik itu terlalu tinggi maupun terlalu rendah, dapat menyebabkan kelelahan hingga nyeri pada punggung (lumbar) dan dapat membuat pemakai mengubah-ubah posisi tubuhnya.

❖ **Lebar Sandaran Punggung**

Lebar sandaran punggung yang ada pada saat ini = 40 cm

Lebar sandaran punggung yang diusulkan = 35 cm

Dasar usulan = Lebar bahu (P_{95})
= 34,77 cm \approx 35 cm

Pertimbangan usulan :

Pertimbangan yang digunakan untuk menentukan lebar sandaran punggung adalah data lebar bahu pada persentil ke-95 (P_{95}). Hal ini diambil dengan harapan agar siswa yang memiliki ukuran lebar bahu terbesar dapat bersandar dengan baik dan nyaman. Sedangkan untuk siswa yang memiliki ukuran lebar bahu kurang dari persentil ke-95 tentunya akan dapat bersandar dengan lebih nyaman dan leluasa.

Sandaran punggung yang terlalu pendek/sempit dapat menyebabkan punggung tidak dapat bersandar sepenuhnya secara sempurna karena berkurangnya penopangan pada sebagian punggung. Kondisi sandaran punggung seperti ini dapat menyebabkan punggung tertekan oleh ujung pinggir sisi-sisi sandaran, terutama jika sandaran tidak memiliki lapisan busa bantalan.

Sebaliknya, jika sandaran punggung terlalu lebar maka dalam kondisi tertentu akan dapat membatasi/mengganggu gerakan bahu dan

siku. Selain itu, dipandang dari aspek pemakaian bahan/material tidaklah ekonomis.

❖ **Ketebalan Busa Bantalan Sandaran Punggung**

Ketebalan busa bantalan sandaran yang ada pada saat ini = 0 cm

Ketebalan busa bantalan sandaran yang diusulkan = 3 cm

Pertimbangan usulan :

Penggunaan busa bantalan pada sandaran punggung berfungsi untuk mendistribusikan beban punggung ke arah belakang secara merata tersebar ke seluruh bidang luasan sandaran dan juga sekaligus untuk mereduksi tekanan-tekanan (kompresi) yang berlebihan yang ditimbulkan oleh bidang permukaan sandaran punggung yang keras terhadap otot punggung dan tulang belakang.

Berdasarkan data-data yang diperoleh dari berbagai ketebalan busa bantalan sandaran punggung yang diukur berkisar antara 2 – 5 cm, maka dipilih ketebalan busa bantalan sandaran punggung sebesar 3 cm.

❖ **Kemiringan Sandaran Punggung**

Kemiringan sandaran punggung yang ada pada saat ini = 90°

Kemiringan sandaran punggung yang diusulkan = 100°

Pertimbangan usulan :

Sandaran punggung dimiringkan ke arah belakang untuk menyesuaikan dengan profil lekukan tulang belakang dan sekaligus untuk menghindari terjadinya postur duduk yang tegak dan kaku serta untuk mengurangi beban aktivitas otot internal dalam usahanya untuk tetap menjaga stabilitas batang tubuh selama duduk.

Berdasarkan kemiringan sandaran punggung standar (untuk perancangan kursi kerja dan umum) yang berkisar antara 95° - 105° , maka dipilih sudut kemiringan sebesar 100° dalam desain ulang ini.

❖ **Profil Sandaran Punggung**

Bentuk/profil sandaran punggung yang baik, nyaman digunakan dan dapat dikatakan memenuhi konsep ergonomi adalah jika bentuknya mendekati kontur permukaan punggung seseorang saat bersandar. Oleh karena itu bentuk/profil sandaran punggung yang diusulkan adalah

sandaran dengan menggunakan pendekatan kontur permukaan punggung seseorang saat bersandar.

5.2.2. Ukuran dan Bentuk Meja Labkom

❖ Tinggi Permukaan Meja

Tinggi permukaan meja yang ada pada saat ini = 60 cm

Tinggi permukaan meja yang diusulkan = 50,5 cm

$$\begin{aligned}\text{Dasar usulan} &= \text{Tinggi alas duduk yang diusulkan} + \text{Tinggi siku (P}_5\text{)} + \\ &\quad \textit{allowance} \text{ (kelonggaran untuk ruang lutut dan paha)} \\ &= 37,5 \text{ cm} + 9,85 \text{ cm} + 3 \text{ cm} \\ &= 50,35 \text{ cm} \approx 50,5 \text{ cm}\end{aligned}$$

Pertimbangan usulan :

Untuk menentukan tinggi permukaan meja maka dasar yang digunakan adalah data tinggi siku pada persentil ke-5 (P_5). Hal ini ditetapkan dengan harapan agar siswa yang memiliki ukuran tinggi siku terendah dapat beraktivitas di atas permukaan meja dengan baik dan nyaman. Sedangkan bagi siswa yang memiliki ukuran tinggi siku lebih besar dari persentil ke-5 tentunya tidak akan mengalami kesulitan.

Ketinggian permukaan meja haruslah dirancang sedemikian rupa sehingga siku membentuk sudut $\geq 90^\circ$ pada saat tangan berada pada permukaan meja dan memungkinkan layar monitor bagian atas berposisi sejajar atau lebih rendah dari tinggi mata/garis pandang standar (sudut penglihatan berkisar antara $10^\circ - 30^\circ$). Selain itu, ketinggian permukaan meja yang dirancang haruslah menjamin adanya ruang untuk keleluasaan pergerakan bagi lutut dan kaki secara keseluruhan.

Jika permukaan meja terlalu tinggi, maka hal ini akan memaksa lengan atas disampingkan ke atas (*abduksi*) untuk mencapai permukaan meja. Akibatnya dapat menimbulkan beban otot yang terlalu berat, tekanan (kompresi) tajam pada sisi lengan bagian bawah oleh ujung pinggir depan meja dan terjadinya *deviasi ulnar* yaitu penyimpangan pergelangan tangan ke arah kelingking. Jika berlangsung lama, hal-hal tersebut dapat menyebabkan terjadinya kelelahan dan nyeri pada bahu, tulang dada, sisi lengan bagian bawah serta pergelangan tangan. Selain itu, permukaan meja yang terlalu tinggi secara otomatis juga akan meninggikan letak monitor

sehingga puncak monitor akan berposisi lebih tinggi dari tinggi mata/garis pandang standar. Kondisi ini akan menyebabkan subjek (pemakai) mengangkat (mendongak) kepalanya untuk melihat layar monitor. Akibatnya subjek akan merasakan kelelahan dan pegal pada leher dan bahu.

Sebaliknya, jika permukaan meja terlalu rendah, maka hal ini dapat menyebabkan tubuh berada dalam posisi membungkuk secara terus-menerus dan pergelangan tangan berada dalam posisi yang tidak alami (tertekuk) ketika berada di atas permukaan meja. Akibatnya, akan timbul rasa lelah dan nyeri pada leher, punggung dan pergelangan tangan. Selain itu, dampak utama yang ditimbulkan permukaan meja yang terlalu rendah adalah terbatasnya bahkan ditiadakannya ruang gerak untuk lutut dan kaki. Jika subjek memaksakan untuk menempatkan lutut dan kakinya di bawah meja, maka resikonya akan terjadi benturan atau tekanan oleh ujung pinggiran bagian bawah permukaan meja terhadap lutut maupun paha bagian atas.

❖ Panjang Permukaan Meja

Panjang permukaan meja yang ada pada saat ini = 65 cm

Panjang permukaan meja yang diusulkan = 80 cm

Pertimbangan usulan :

Untuk menentukan panjang permukaan meja maka hal utama yang harus diperhatikan adalah bahwa panjang permukaan meja yang dirancang ulang tersebut haruslah dapat mengakomodasi penempatan berbagai perangkat *input/output* komputer dengan baik (seperti *keyboard*, *mouse* dan monitor) dan dapat memberikan ruang yang cukup untuk pergerakan tangan selama beraktivitas di atas permukaan meja.

Penempatan letak perangkat-perangkat komputer sebaiknya mempertimbangkan faktor ruang bebas yang lebih baik serta faktor ekonomi gerakan. CPU (*Central Processing Unit*) sebaiknya ditempatkan di sisi kanan bagian bawah permukaan meja. Hal ini untuk menyederhanakan jumlah perangkat yang berada di atas permukaan meja sekaligus memberikan ruang ekstra bagi keleluasaan pergerakan tangan. *Keyboard* dan *mouse* sebaiknya diletakkan sama-sama di atas permukaan meja (*mouse* berada persis di sebelah *keyboard*). Hal ini untuk mengurangi gerakan

keseluruhan tangan (ekonomi gerakan) ketika menggunakan *keyboard* dan *mouse* secara bergantian, sehingga cedera otot pada lengan yang dapat ditimbulkan akibat perulangan gerakan-gerakan tersebut dapat dihindari.

Panjang permukaan meja haruslah dirancang dengan pas. Jika permukaan meja terlalu panjang maka hal ini akan dapat mengurangi (mempersempit) ruang bebas yang terletak diantara meja komputer yang satu dengan yang lain. Selain itu, permukaan meja yang terlalu panjang secara kumulatif sangat tidak ekonomis karena akan banyak menggunakan bahan/material. Sebaliknya, jika permukaan meja terlalu pendek maka akibatnya penempatan perangkat-perangkat komputer tidak dapat terakomodasi dengan baik serta mengurangi ruang bagi pergerakan tangan.

❖ **Lebar Permukaan Meja**

Lebar permukaan meja yang ada pada saat ini = 55 cm

Lebar permukaan meja yang diusulkan = 62 cm

Pertimbangan usulan :

Untuk menentukan lebar permukaan meja maka dasar/pertimbangan yang digunakan secara prinsip sama dengan dasar/pertimbangan yang digunakan untuk menentukan panjang permukaan meja, yaitu lebar permukaan meja yang dirancang ulang tersebut haruslah mampu mengakomodasi penempatan perangkat-perangkat komputer di atas permukaan meja dengan baik serta mampu menyediakan ruang yang cukup untuk keleluasaan dan kenyamanan pergerakan lengan selama beraktivitas di atas permukaan meja.

Perancangan ulang lebar permukaan meja haruslah pas. Jika permukaan meja terlalu lebar maka akibatnya akan mengurangi (mempersempit) ruang bebas yang terdapat diantara meja komputer yang satu dengan yang lain, tidak ekonomis dari aspek pemakaian bahan/material serta dapat menjauhkan jarak pandang standar mata terhadap layar monitor ($\pm 30 - 60$ cm). Sebaliknya, jika permukaan meja terlalu pendek/ sempit maka akan berdampak pada penempatan perangkat-perangkat komputer di atas permukaan meja yang tidak terakomodasi dengan baik serta mempersempit jarak pandang standar mata terhadap layar monitor, akibatnya bola mata akan mudah teriritasi, perih, terasa lelah dan mengantuk akibat radiasi monitor.

BAB VI

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Dari hasil pengolahan dan analisa data serta pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

A. Desain ulang (*redesign*) kursi laboratorium komputer

❖ Alas Duduk

Tinggi alas duduk didesain ulang sebesar 37,5 cm (lebih rendah 5,5 cm dari tinggi alas duduk kursi yang digunakan saat ini), panjang (kedalaman) alas duduk didesain ulang sebesar 37,5 cm (lebih pendek 7,5 cm dari panjang kursi yang digunakan saat ini), lebar alas duduk didesain ulang sebesar 35 cm (lebih pendek 5 cm dari lebar alas duduk kursi yang digunakan saat ini), ketebalan busa bantalan alas duduk ditetapkan sebesar 4 cm (alas duduk kursi yang digunakan saat ini tidak memiliki busa bantalan), sudut kemiringan alas duduk ditetapkan sebesar 0° dan profil alas duduk didesain ulang mendekati kontur duduk manusia (alas duduk kursi yang digunakan saat ini berbentuk datar horisontal).

❖ Sandaran Punggung (*backrest*)

Tinggi sandaran punggung didesain ulang sebesar 40,5 cm (lebih rendah 7,5 cm dari tinggi sandaran punggung kursi yang digunakan saat ini), tinggi sandaran lumbar ditetapkan sebesar 15 cm (kursi yang digunakan saat ini tidak memiliki sandaran lumbar), lebar sandaran punggung didesain ulang sebesar 35 cm (lebih pendek 5 cm dari lebar sandaran punggung kursi yang digunakan saat ini), ketebalan busa bantalan sandaran punggung ditetapkan sebesar 3 cm (sandaran punggung kursi yang digunakan saat ini tidak memiliki busa bantalan), kemiringan sandaran punggung didesain ulang sebesar 100° dan profil sandaran punggung didesain ulang mendekati kontur punggung manusia (sandaran punggung kursi yang digunakan saat ini berbentuk datar vertikal, 90°).

B. Desain ulang (*redesign*) meja laboratorium komputer

Tinggi permukaan meja didesain ulang sebesar 50,5 cm (lebih rendah 9,5 cm dari tinggi permukaan meja yang digunakan saat ini), panjang permukaan meja didesain ulang sebesar 80 cm (lebih panjang 15 cm dari panjang permukaan meja

yang digunakan saat ini) dan lebar permukaan meja didesain ulang sebesar 62 cm (lebih lebar 7 cm dari lebar permukaan meja yang digunakan saat ini).

6.2. Saran

1. Perlu diterapkan uji pakai pada meja-kursi labkom yang telah dirancang ulang (*redesign*), untuk selanjutnya dilakukan penelitian lanjutan tentang pengaruhnya terhadap siswa yang menggunakan.
2. Sebaiknya dilakukan penelitian untuk mendesain ulang ruangan labkom secara keseluruhan.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2005. "PC Membuat Anda Sakit?". *Computer Easy*. Mei, 2005, hal. 30.
- Bridger, R.S. 1995. *Introduction to Ergonomics*. New York : McGraw-Hill Book Co.
- Dajan, Anto. 1986. *Pengantar Metode Statistik Jilid II*. Jakarta : LP3ES.
- Fauzy, Akhmad. 2001. *Statistik Industri 1*. Jogjakarta : UII Press.
- <http://digilib.litbang.depkes.go.id>
- Nurmianto, Eko. 2003. *Ergonomi: Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Jakarta: Guna Widya.
- Panero, Julius dan M. Zelnik. 2003. *Dimensi Manusia dan Ruang Interior*. Jakarta : Erlangga.
- Sanders, Mark S. dan Ernest J. McCormick. 1992. *Human Factors in Engineering and Design*. New York : McGraw-Hill, Inc.
- Sutalaksana, Iftikar Z., R. Anggawisastra dan J.H. Tjakraatmadja. 1979. *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung : Departemen Teknik Industri ITB.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. *Ergonomi : Studi Gerak dan Waktu*. Jakarta : Guna Widya.



LAMPIRAN 1
DATA ANTROPOMETRI (DALAM POSISI DUDUK) SISWA

Data Antropometri (Dalam Posisi Duduk) 80 Siswa

X_i	Tinggi Lipat Lutut (cm)	Jarak Pantat-Lipat Lutut (cm)	Tinggi Siku (cm)	Tinggi Bahu (cm)	Tinggi Mata (cm)	Lebar Panggul (cm)	Lebar Bahu (cm)	Tinggi Lumbar (cm)
1	36	39	10,5	41	51	27	26	13
2	41	43	13	47	56	28	31	17
3	38	39	11	43	54	28	34	14
4	40	42	11,5	45	55	26	34	15
5	37	39	13,5	42	59	27	33	16
6	33	36	9,5	38	48	23	26	12
7	39	42	11	44	55	26	27	14
8	41	44	12,5	47	57	28	29	15
9	39	42	12,5	44	59	30	33	15
10	37	39	11	42	52	25	28	14
11	41	43	12	47	56	27	30	15
12	38	41	13	44	58	27	34	17
13	39	41	11,5	44	56	26	35	15
14	42	44	13	48	57	26	31	16
15	38	39	10,5	44	54	30	34	14
16	41	43	12	46	56	28	33	15
17	37	38	10	42	52	26	28	13
18	40	44	11	45	56	27	29	14
19	35	37	9,5	40	51	24	26	12
20	38	40	10,5	43	55	24	32	14
21	37	39	12,5	43	58	27	29	15
22	38	40	11	44	55	28	27	14
23	38	41	11,5	43	55	28	31	15
24	33	36	9,5	37	49	26	29	12
25	41	41	12,5	46	57	30	30	15
26	34	37	10	40	53	23	29	13
27	40	41	13	45	56	27	30	16
28	35	39	10	41	53	27	27	13
29	34	38	9,5	39	50	24	29	12
30	38	40	12	43	56	30	27	15
31	40	42	12,5	45	56	26	32	15
32	36	39	10,5	41	53	24	34	14
33	34	38	10	39	50	23	29	13
34	37	40	13,5	42	62	32	32	16
35	38	40	11,5	43	54	27	34	15
36	42	44	12,5	49	58	28	33	15
37	37	38	11	42	53	26	33	14
38	34	37	10,5	40	53	24	30	13
39	39	42	11	44	55	26	33	14
40	35	40	13	41	61	29	28	16
41	36	37	10,5	42	51	25	32	13

42	41	43	12	47	57	28	31	15
43	41	45	13	48	59	26	31	16
44	41	41	12,5	49	58	31	32	15
45	40	43	12	45	57	26	30	14
46	39	39	11	44	55	26	30	14
47	42	45	13	50	61	25	31	16
48	41	43	12,5	47	57	27	29	14
49	36	39	10,5	42	52	23	30	13
50	37	39	13,5	43	63	28	31	16
51	41	42	13	48	58	25	33	17
52	38	42	13,5	44	61	27	33	16
53	38	40	11	44	54	25	32	14
54	38	42	14	44	63	30	31	17
55	38	40	12,5	44	59	25	32	15
56	40	40	12	45	56	28	28	15
57	42	43	12,5	50	58	26	30	15
58	39	42	11	44	54	25	33	14
59	40	40	11,5	45	54	24	33	15
60	40	43	12	46	56	25	33	15
61	36	40	13,5	43	60	29	26	17
62	40	44	12	46	54	27	34	15
63	38	38	11,5	44	54	26	32	15
64	41	43	12	46	56	28	31	15
65	39	41	11,5	44	56	28	33	14
66	40	41	11,5	45	56	31	32	15
67	40	42	12	45	56	27	28	15
68	41	41	12	46	57	28	29	15
69	34	38	9,5	40	48	23	27	12
70	41	44	12,5	46	58	24	32	15
71	36	41	14	43	63	31	31	17
72	37	40	13	43	61	32	30	17
73	40	40	12	46	57	30	28	16
74	38	41	14	44	60	25	34	17
75	42	43	13	48	59	26	35	16
76	40	40	11,5	45	56	26	30	15
77	37	41	12,5	43	59	28	32	15
78	38	42	12	44	60	27	31	15
79	38	41	10,5	44	52	25	34	13
80	39	40	11,5	44	57	31	28	15

Sumber : MIN Loloan Timur, Negara-Bali



LAMPIRAN 2
TABEL DISTRIBUSI FREKUENSI
DAN
PERHITUNGAN DATA ANTROPOMETRI

A. Tinggi Lipat Lutut

X	X ²	f	(X × f)	(X ² × f)
33	1089	2	66	2178
34	1156	5	170	5780
35	1225	3	105	3675
36	1296	6	216	7776
37	1369	9	333	12321
38	1444	16	608	23104
39	1521	8	312	12168
40	1600	13	520	20800
41	1681	13	533	21853
42	1764	5	210	8820
		n = 80	ΣXi = 3073	ΣXi ² = 118475
		n = 78	ΣXi = 3007	ΣXi ² = 116297

setelah ke-2 data yang bernilai 33 dibuang

B. Jarak Pantat – Lipat Lutut

X	X ²	f	(X × f)	(X ² × f)
36	1296	2	72	2592
37	1369	4	148	5476
38	1444	6	228	8664
39	1521	11	429	16731
40	1600	15	600	24000
41	1681	13	533	21853
42	1764	11	462	19404
43	1849	10	430	18490
44	1936	6	264	11616
45	2025	2	90	4050
		n = 80	ΣXi = 3256	ΣXi ² = 132876
		n = 76	ΣXi = 3094	ΣXi ² = 126234

setelah ke-4 data yang bernilai 36 dan 45 dibuang

C. Tinggi Siku

X	X ²	f	(X × f)	(X ² × f)
9,5	90,25	5	47,5	451,25
10	100	4	40	400
10,5	110,25	8	84	882
11	121	10	110	1210
11,5	132,25	10	115	1322,5
12	144	13	156	1872
12,5	156,25	12	150	1875
13	169	10	130	1690
13,5	182,25	5	67,5	911,25
14	196	3	42	588
		n = 80	ΣXi = 942	ΣXi ² = 11202

D. Tinggi Bahu

X	X ²	f	(X × f)	(X ² × f)
37	1369	1	37	1369
38	1444	1	38	1444
39	1521	2	78	3042
40	1600	4	160	6400
41	1681	4	164	6724
42	1764	7	294	12348
43	1849	11	473	20339
44	1936	19	836	36784
45	2025	10	450	20250
46	2116	8	368	16928
47	2209	5	235	11045
48	2304	4	192	9216
49	2401	2	98	4802
50	2500	2	100	5000
		n = 80	ΣXi = 3523	ΣXi ² = 155691
		n = 72	ΣXi = 3172	ΣXi ² = 140034

setelah ke-8 data yang bernilai 37, 38, 39, 49 dan 50 dibuang

E. Tinggi Mata

X	X ²	f	(X × f)	(X ² × f)
48	2304	2	96	4608
49	2401	1	49	2401
50	2500	2	100	5000
51	2601	3	153	7803
52	2704	4	208	10816
53	2809	5	265	14045
54	2916	8	432	23328
55	3025	7	385	21175
56	3136	15	840	47040
57	3249	9	513	29241
58	3364	7	406	23548
59	3481	6	354	20886
60	3600	3	180	10800
61	3721	4	244	14884
62	3844	1	62	3844
63	3969	3	189	11907

setelah ke-9 data yang bernilai 48, 49, 50, 62 dan 63 dibuang

n = 80	ΣXi = 4476	ΣXi ² = 251326
n = 71	ΣXi = 3980	ΣXi ² = 223566

F. Lebar Panggul

X	X ²	f	(X × f)	(X ² × f)
23	529	5	115	2645
24	576	7	168	4032
25	625	10	250	6250
26	676	16	416	10816
27	729	14	378	10206
28	784	14	392	10976
29	841	2	58	1682
30	900	6	180	5400
31	961	4	124	3844
32	1024	2	64	2048

setelah ke-6 data yang bernilai 31 dan 32 dibuang

n = 80	ΣXi = 2145	ΣXi ² = 57899
n = 74	ΣXi = 1957	ΣXi ² = 52007

G. Lebar Bahu

X	X²	f	(X × f)	(X² × f)
26	676	4	104	2704
27	729	5	135	3645
28	784	7	196	5488
29	841	9	261	7569
30	900	10	300	9000
31	961	11	341	10571
32	1024	11	352	11264
33	1089	12	396	13068
34	1156	9	306	10404
35	1225	2	70	2450
		n = 80	ΣXi = 2461	ΣXi² = 76163

H. Tinggi Lumbar

X	X²	f	(X × f)	(X² × f)
12	144	5	60	720
13	169	9	117	1521
14	196	16	224	3136
15	225	31	465	6975
16	256	11	176	2816
17	289	8	136	2312
		n = 80	ΣXi = 1178	ΣXi² = 17480
setelah ke-5 data yang bernilai 12 dibuang		n = 75	ΣXi = 1118	ΣXi² = 16760

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LAMPIRAN 3

**DESAIN FASILITAS (MEJA-KURSI) LABKOM YANG DIPAKAI
PADA SAAT INI**





LAMPIRAN 4
**DESAIN ULANG (*REDESIGN*) FASILITAS (MEJA-KURSI)
LABKOM YANG DIUSULKAN**