

BAB II

DASAR TEORI DAN KAJIAN PUSTAKA

A. Ergonomi

1. Pengertian Ergonomi

Istilah ergonomi berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari dua kata yaitu *ergon* yang artinya kerja dan *nomos* yang artinya aturan atau hukum. Menurut (Panero, 2003) Ergonomi adalah teknologi perancangan kerja yang didasarkan pada ilmu-ilmu biologi manusia, anatomi, fisiologi, dan psikologi.

2. Tujuan Ergonomi

Menurut (Tawarka, 2004) Tujuan ilmu ergonomi adalah:

- a. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
- b. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah tidak produktif.
- c. Menciptakan keseimbangan nasional antara berbagai aspek yaitu aspek teknis, ekonomis, antropologis dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.

3. Ruang Lingkup Ergonomi

Menurut (Sutalaksana, 1979) ergonomi dibagi menjadi empat kelompok utama, yaitu:

a. Biomekanik

Menitikberatkan pada aktivitas-aktivitas manusia ketika bekerja dan cara mengukur dari setiap aktivitas tersebut

b. Display

Menitikberatkan pada bagian dari lingkungan yang mengkomunikasikan pada manusia.

c. Lingkungan

Menitikberatkan kepada fasilitas-fasilitas dan ruangan-ruangan yang biasa digunakan oleh manusia dan kondisi lingkungan kerja karena kedua hal tersebut banyak mempengaruhi tingkah laku manusia.

d. Antropometri

Menitikberatkan pada nilai ukuran-ukuran yang sesuai dengan ukuran tubuh manusia. Dalam hal ini terjadi penggabungan dan pemakaian data antropometri dengan ilmu statistik yang menjadi prasarat utama.

Pada tugas akhir ini, pembahasan dibatasi hanya pada masalah ergonomi fisik atau antropometri.

B. Antropometri

1. Pengertian Antropometri

Antropometri merupakan salah satu cabang ilmu ergonomi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia yang dapat digunakan untuk merancang fasilitas yang ergonomis. Menurut (Wignjosoebroto, 2000) Kata antropometri berasal dari bahasa Yunani, yaitu kata *anthropos (man)* yang artinya manusia dan kata *metreinn (to measure)* yang artinya ukuran, sehingga antropometri adalah ilmu yang berhubungan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Menurut (Nurmianto dalam Prasetyo 2011) bahwa antropometri adalah suatu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik tubuh manusia dalam hal ukuran, bentuk, dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain. Antropometri secara luas dapat digunakan sebagai pertimbangan ergonomis dalam proses perancangan atau desain produk maupun sistem kerja yang akan digunakan manusia.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa data antropometri akan menentukan bentuk, ukuran, dan dimensi yang tepat pada produk yang dirancang serta manusia yang akan menggunakan produk tersebut sehingga perancang suatu produk harus mampu mengakomodasikan dimensi tubuh dari populasi terbesar yang akan menggunakan produk hasil rancangannya tersebut. Contoh-contoh dari aplikasi data antropometri misalnya: pakaian, kursi, botol, helm, dan sebagainya.

2. Sumber Variabilitas Ukuran-Ukuran Antropometri

Manusia pada umumnya memiliki bentuk dan dimensi tubuh yang berbeda-beda antara satu dengan yang lainnya, sehingga semakin banyak jumlah manusia yang diukur maka akan didapat variasi ukuran tubuh antara yang satu dengan yang lainnya. Menurut (Wignjosoebroto dalam Tim Dosen Laboratorium Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja, 2009) Variabilitas tersebut disebabkan oleh faktor-faktor berikut:

a. Usia

Usia merupakan faktor yang dapat menunjukkan secara jelas mengenai terdapatnya variasi dimensi tubuh manusia. Secara kasat mata dapat terlihat adanya perbedaan ukuran dimensi tubuh anak balita dengan orang dewasa. Akibat adanya faktor usia tersebut, ukuran peralatan yang dibutuhkan antar manusia dengan perbedaan usia ini menjadi berbeda.

b. Jenis Kelamin

Selain faktor usia, faktor lainnya yang menyebabkan terdapatnya variasi pada ukuran dimensi tubuh manusia adalah jenis kelamin. Secara umum dimensi tubuh pria lebih besar dibandingkan dimensi tubuh wanita. Namun pada beberapa bagian tubuh seperti bagian pinggul hal tersebut tidaklah berlaku.

c. Suku Bangsa

Setiap suku bangsa memiliki karakteristik yang khas terkait dengan dimensi tubuh mereka. Pengaruh faktor suku bangsa terhadap

dimensi tubuh manusia terekam dalam penelitian yang dilakukan oleh Ashby (1979). Dalam penelitiannya, Ashby merancang suatu peralatan yang sesuai untuk digunakan oleh 90% populasi pria di Amerika Serikat dan kemudian mengenakan peralatan terkait pada populasi pria di negara lainnya. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa peralatan tersebut hanya mampu digunakan oleh 90% populasi pria di Jerman, 80% populasi pria di Perancis, 65% populasi pria di Italia, 45% populasi pria di Jepang, 25% populasi pria di Thailand, dan 10% populasi pria di Vietnam.

d. Nutrisi dan Kondisi Lingkungan

Tidak dapat dipungkiri bahwa nutrisi yang baik akan mendukung pertumbuhan tubuh manusia. Hal mengenai pengaruh faktor nutrisi dengan perbedaan ukuran tubuh manusia ditunjukkan oleh penelitian yang dilakukan oleh Annis (1978). Penelitian oleh Annis (1978) terhadap penduduk Amerika Serikat menunjukkan bahwa terdapat perubahan tren pada ukuran dimensi tubuh dan perubahan tersebut berupa peningkatan sekitar 1 cm per dekade sejak 1920.

e. Postur Tubuh

Faktor ini biasanya dipengaruhi oleh kebiasaan sikap seseorang yang pada akhirnya dapat mempengaruhi ukuran dimensi tubuh seseorang.

f. Jenis Pekerjaan

Jenis pekerjaan khususnya pekerjaan-pekerjaan yang bersifat fisik dapat melatih otot pada bagian-bagian tubuh tertentu. Hal tersebut kemudian menyebabkan ukuran yang berbeda pada bagian tubuh tertentu dengan ukuran tubuh manusia pada umumnya. Akibat perbedaan ini, maka terbentuklah variasi pada ukuran tubuh manusia.

3. Cara pengukuran Antropometri

Menurut (Panero, 2003) berdasarkan cara pengukurannya, antropometri terbagi atas dua macam, yaitu:

a. Antropometri Statis

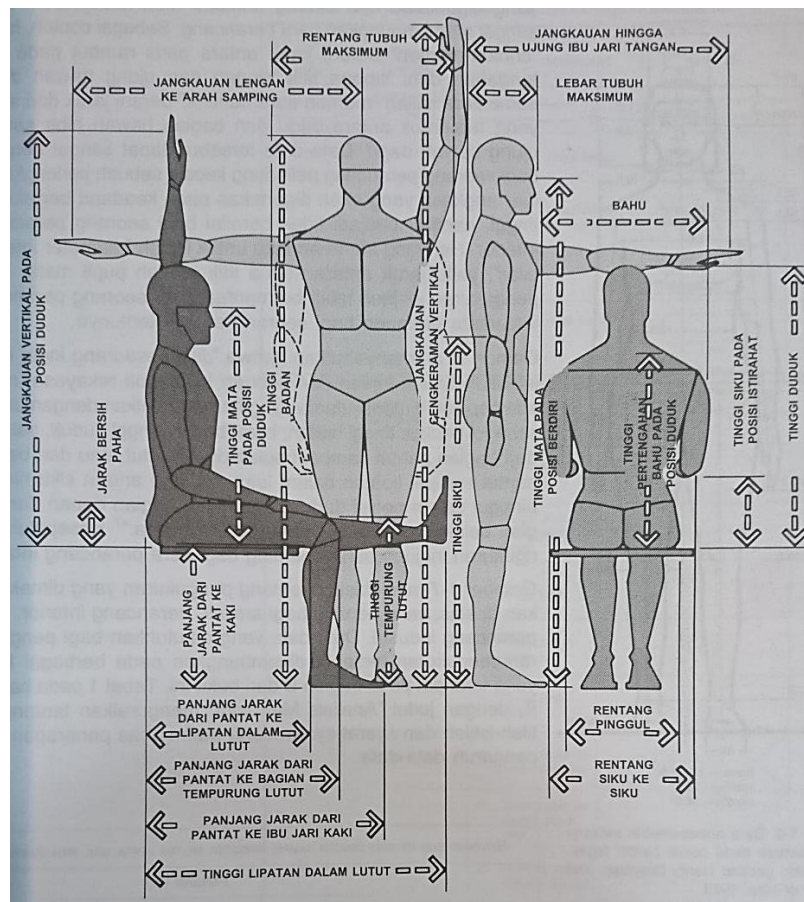
Antropometri statis adalah pengukuran data yang mencakup pengukuran atas bagian – bagian tubuh seperti dimensi kepala, batang tubuh, dan anggota badan lainnya pada posisi standar (tegak sempurna). Pengukuran antropometri statis biasanya digunakan untuk mendesain barang – barang yang digunakan manusia seperti meja, kursi, dan pakaian.

b. Antropometri Dinamis

Antropometri dinamis yaitu pengukuran yang dilakukan pada posisi tubuh sedang bekerja atau melakukan aktivitas. Dimensi yang diukur pada antropometri dinamis diambil secara linier (lurus) dan saat pemakai melakukan aktivitasnya seperti ketinggian orang saat sedang berjalan.

4. Penggolongan Data Antropometri

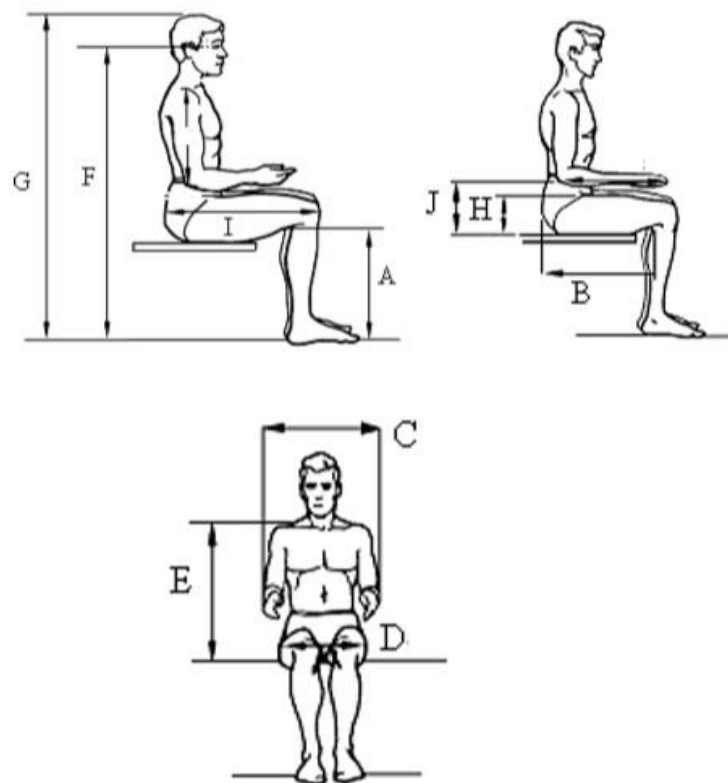
Menurut Panero (2003) data antropometri statik harus dibedakan berdasarkan suku bangsa dan umur manusia calon penghuninya. Sebagai contoh, data statik antropometri manusia Eropa akan berbeda dengan data statik manusia Asia, hal itupun dibedakan pula dalam hal umur. Khusus manusia Asia, juga telah dilakukan penelitian statik khususnya data standing height (ketinggian total manusia rata-rata) oleh UNESCO (1997), yang membedakan manusia asia berdasarkan umur dan tingkat pendidikannya, yaitu Sekolah Dasar (SD), Sekolah Menengah Pertama (SMP), Sekolah Menengah Umum (SMU), dan Pasca SMU.



Gambar 1. Ukuran tubuh manusia yang sering digunakan perancang interior (Sumber: Panero, 2003)

5. Antropometri pada posisi duduk

Menurut Panero (2003), tempat duduk merupakan elemen ruang interior yang paling jarang dirancang dengan seksama. Sebuah kursi yang secara antropometri benar, belum tentu nyaman. Jika rancangan suatu tempat duduk tidak memperhatikan sama sekali hal-hal yang berkenaan dengan dimensi manusia dan besar tubuhnya, tidaklah aneh bila rancangan tersebut tidak nyaman. Berikut adalah pedoman dimensi antropometri yang dibutuhkan bagi perancangan kursi:



Gambar 2. Dimensi antropometri untuk perancangan kursi
(Sumber: Egi, 2010)

Tabel 1. Data antropometri posisi duduk

No	Data Antropometri	Cara Pengukuran
A	Tinggi Poplitel	Diperoleh dengan mengukur jarak vertikal dari lantai sampai lekukan lutut sebelah dalam. Subjek duduk tegak dengan mata memandang lurus ke depan dan lutut membentuk sudut siku-siku.
B	Jarak Antara Pantat-Poplitel	Diperoleh dengan mengukur jarak horizontal dari bagian terluar pantat sampai lekukan lutut sebelah dalam (Poplitel). Paha dan kaki bagian bawah membentuk sudut siku-siku.
C	Lebar Bahu	Diperoleh dengan mengukur jarak horizontal antara kedua lengan atas dan subjek duduk tegak dengan lengan atas merapat ke badan dan lengan bawah direntangkan ke depan.
D	Lebar Panggul	Diperoleh dengan mengukur subjek duduk tegak dan ukur jarak horizontal dari bagian terluar pinggul sisi kiri samping bagian terluar pinggul sisi kanan.
E	Tinggi Bahu	Diperoleh dengan mengukur jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung tulang bahu yang menonjol pada saat subjek duduk tegak. Permukaan alas duduk sampai ujung tulang bahu yang menonjol pada saat subjek duduk tegak.
F	Tinggi Mata	Diperoleh dengan mengukur jarak vertikal dari lantai sampai ujung mata bagian dalam. Subjek duduk tegak dan memandang lurus ke depan.
G	Tinggi Duduk Tegak	Ukur jarak vertikal dari lantai sampai ujung atas kepala. Subjek duduk tegak dengan mata memandang lurus ke depan dan membentuk sudut siku-siku.
I	Pantat Ke Lutut	Ukur jarak horizontal dari bagian terluar pantat sampai ke lutut. Paha dan kaki bagian bawah membentuk sudut siku-siku.
J	Tinggi Siku	Ukur jarak vertikal dari alas kursi sampai bagian bawah siku.

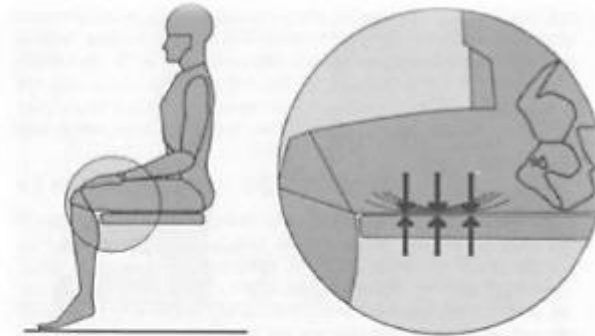
(Sumber: Panero, 2003)

6. Akibat Penggunaan Kursi yang Tidak Sesuai Antropometri

Akibat dari desain kursi yang tidak ergonomis dapat menimbulkan pengaruh yang kurang baik bagi penggunanya, akibat tersebut antara lain:

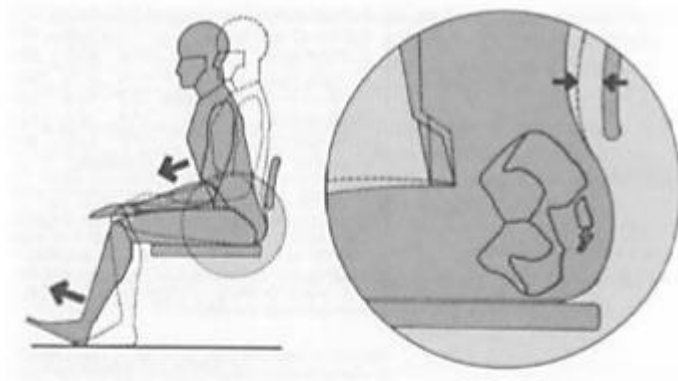
a. Tinggi Tempat Duduk

Jika landasan tempat duduk letaknya terlalu tinggi dapat menyebabkan bagian bawah paha akan tertekan dan peredaran darah dapat terhambat



Gambar 3. Dampak Landasan tempat duduk yang terlalu tinggi
(Sumber: Panero, 2003)

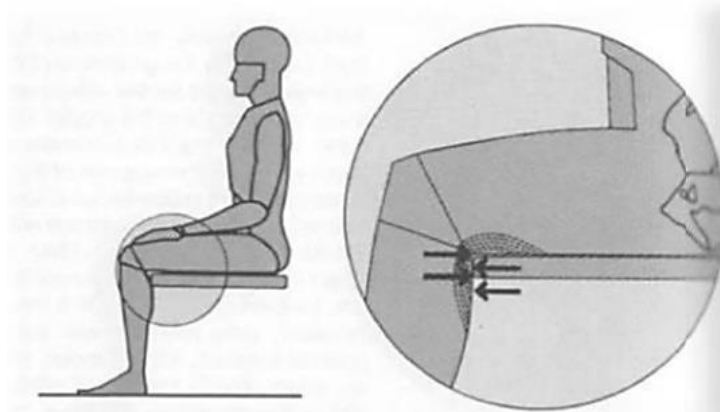
Jika landasan tempat duduk yang letaknya terlalu rendah dapat menyebabkan kaki terjulur ke depan, menjauhkan tubuh dari keadaan stabil. Sebagai tambahan, pergerakan tubuh ke depan akan menjauhkan punggung dari sandaran sehingga penopangan lumbar tidak terjaga dengan tepat.



Gambar 4. Dampak Landasan tempat duduk yang terlalu rendah
(Sumber: Panero, 2003)

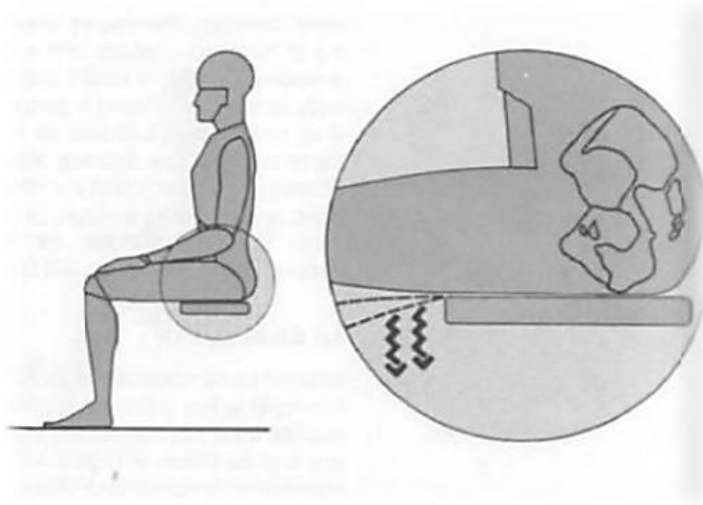
b. Kedalaman Tempat Duduk

Bila kedalaman landasan tempat duduk terlalu panjang, bagian ujung dari tempat duduk akan menekan daerah tepat dibelakang lutut dan menimbulkan ketidaknyamanan serta gangguan pada peredaran darah.



Gambar 5. Dampak landasan tempat duduk terlalu lebar
(Sumber: Panero, 2003)

Jika landasan tempat duduk terlalu sempit akan menghilangkan penopangan yang terletak pada bagian paha. Hal ini dapat menimbulkan perasaan terjatuh atau terjungkal dari kursi.



Gambar 6. Dampak landasan tempat duduk yang sempit
(Sumber: Panero, 2003)

7. Metode Perancangan dengan Antropometri

Menurut (Egi, 2010) Ada tiga prinsip dasar yang digunakan dalam mengaplikasikan data antropometri agar bisa menghasilkan rancangan produk, fasilitas, maupun stasiun kerja yang sesuai dengan ukuran tubuh dari poplasi pemakai yaitu:

- a. Prinsip perancangan produk bagi individu dengan ukuran ekstrim (*Design for extreme individuals*)

Pada prinsip ini, rancangan produk dibuat agar dapat mengakomodasikan mereka yang memiliki ukuran yang terkecil atau yang terbesar (dipilih salah satu) dengan orientasi bahwa rancangan yang dibuat tetap bisa digunakan oleh mayoritas populasi yang ada.

- b. Prinsip perancangan produk yang bisa dioperasikan diantara rentang ukuran tertentu (*Design for adjustable range*)

Pada prinsip ini, perancangan suatu produk yang ukurannya dapat diubah-ubah sehingga cukup fleksibel dioperasikan oleh setiap

orang yang memiliki berbagai macam ukuran tubuh, baik oleh mereka yang memiliki ukuran tubuh terkecil hingga yang terbesar. Data antropometri yang umum diaplikasikan adalah rentang nilai persentil ke 5 s/d 95 persentil. Contohnya adalah perancangan kursi mobil yang mana dalam hal ini letaknya bisa digeser maju mundur dan sudut sandarannya bisa diubah-ubah sesuai yang diinginkan.

- c. Prinsip perancangan produk dengan ukuran rata-rata (*Design for average*)

Dalam prinsip ini, rancangan produk didasarkan pada rata-rata ukuran tubuh populasi. Rancangan produk yang dibuat berdasarkan prinsip ini banyak dijumpai pada perancangan produk atau fasilitas yang digunakan untuk umum seperti kursi kereta api, bus, dan fasilitas umum lainnya yang dipakai oleh orang banyak. Namun, masalah yang dihadapi adalah sedikit sekali mereka yang berbeda dalam ukuran rata-rata sehingga rancangan produk yang dibuat tidak sesuai mayoritas populasi yang ada.

C. Ruang Kelas

1. Pengertian Ruang Kelas

Menurut (BSNP, 2011) bahwa ruang kuliah adalah ruang tempat berlangsungnya kegiatan pembelajaran secara tatap muka. Kegiatan pembelajaran ini dapat dalam bentuk ceramah, diskusi, tutorial, seminar, dan lain sebagainya. Menurut Pasal 41 ayat 1 Standar Sarana dan Prasarana Perguruan Tinggi bahwa kapasitas ruang kuliah paling banyak adalah 40

orang untuk program sarjana, 32 orang untuk program diploma, 20 orang untuk program magister dan doktor, 10 orang untuk program spesialis dan subspesialis, dengan rasio luas ruang kuliah paling sedikit 1,5 m²/mahasiswa dan luas ruang kuliah minimum 20 m². Menurut (Panero, 2003) zona sirkulasi ditetapkan minimal 61 cm agar tidak saling mengganggu saat orang beraktifitas. Ruang kelas juga harus dilengkapi dengan perlengkapan sarana dan prasarana yang meliputi meja, kursi, LCD proyektor, dan papan tulis.

2. Jenis Perabot

Jenis perabot ditentukan oleh kegiatan (fungsi) yang harus didukung jenis dan jumlah pemakai, serta tingkat prioritas fungsi utama, penunjang, dan pelengkap. Jenis perabot yang terdapat pada ruang kuliah meliputi:

a. Kursi

Kursi adalah prasarana paling penting yang perlu diperhatikan karena peserta didik menghabiskan sebagian besar waktu mereka dalam posisi duduk. Sehingga apabila kursi yang ada tidak membuat mahasiswa merasa nyaman, maka hal ini akan berpengaruh dalam penyerapan materi kuliah yang diberikan oleh dosen. Menurut (M. Amin dalam Pribadhini, 2015) Alas tempat duduk kursi kerja berukuran 28 x 28 cm, terbuat dari kayu keras dengan ketebalan 2,5 – 3 cm.

b. Meja

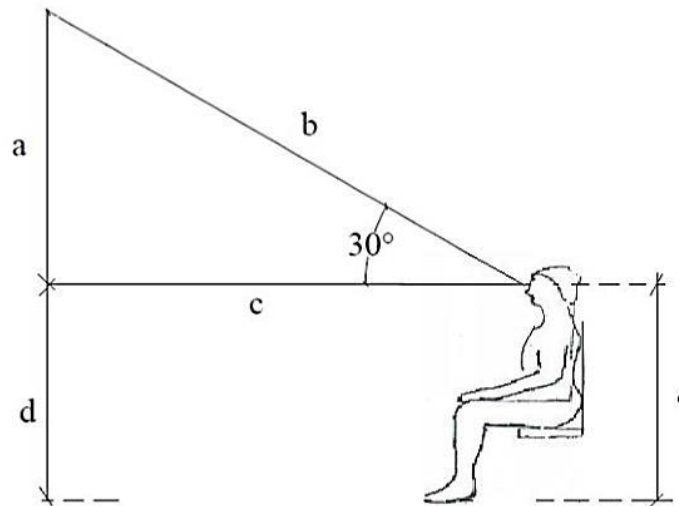
Prasarana kedua yang penting untuk diperhatikan adalah meja. Desain meja harus disesuaikan dengan penggunaan dan kursinya, selain itu juga keserasiannya (bahan, warna, dan tekstur). Menurut (Neufert, 2002) sesuai dengan standar ergonomi, ada tujuh kriteria umum yang harus dipenuhi untuk mencapai kenyamanan meja dan kursi siswa, yaitu:

1. Posisi alas kaki harus datar dan rata (*flat*) dengan lantai.
2. Ada sela ruang antara bagian belakang lutut dengan bagian depan alas duduk.
3. Pada bagian depan alas duduk tidak ada tekanan antara paha dengan alas duduk.
4. Antara daun meja bagian bawah dan paha harus ada sela ruang yang cukup untuk bergerak.
5. Tinggi meja kira-kira sama dengan siku saat posisi lengan vertikal.
6. Penyangga punggung sedikit miring.
7. Antara sandaran punggung dan alas duduk ada ruang gerak untuk tulang ekor.

c. Papan Tulis

Ukuran papan tulis hendaknya tidak terlalu kecil dan juga tidak terlalu besar. Menurut (BSNP dalam Aminah, 2013) Ukuran minimal papan tulis hendaknya dengan ukuran 120 cm x 240 cm dan digantungkan pada titik gantung setinggi 2 m dari lantai. Sedangkan

sudut ideal kemiringan mata barisan paling depan maksimal 30° .
Berikut ini cara pengukuran dan perhitungan jarak pandang mata memandang papan tulis:



Gambar 7. Pengukuran jarak pandang papan tulis
(Sumber, Aminah 2013)

Keterangan:

- a: Lebar papan tulis
- b: Jarak mata dengan papan tulis bagian atas
- c: Jarak mata dengan papan tulis bagian bawah
- d: Tinggi papan tulis dari lantai
- e: Tinggi mata mahasiswa pada posisi duduk

Berdasarkan standar sudut ideal: 30°

Dihitung dengan rumus:

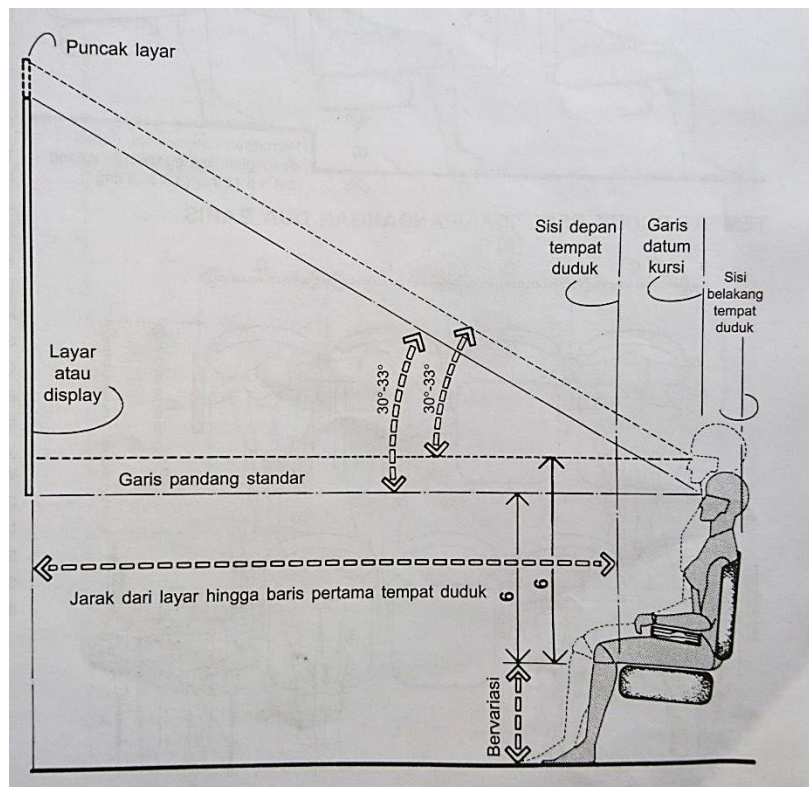
$$\sin \emptyset = a/b$$

$$\cos \emptyset = c/b$$

d. Layar

Menentukan jarak antara layar dengan mata, tinggi layar, dan sudut layar merupakan pertimbangan yang penting agar sesuai antropometri penggunaannya. Menurut (Egi, 2010) berikut ini adalah syarat posisi layar agar sesuai antropometri penggunaannya:

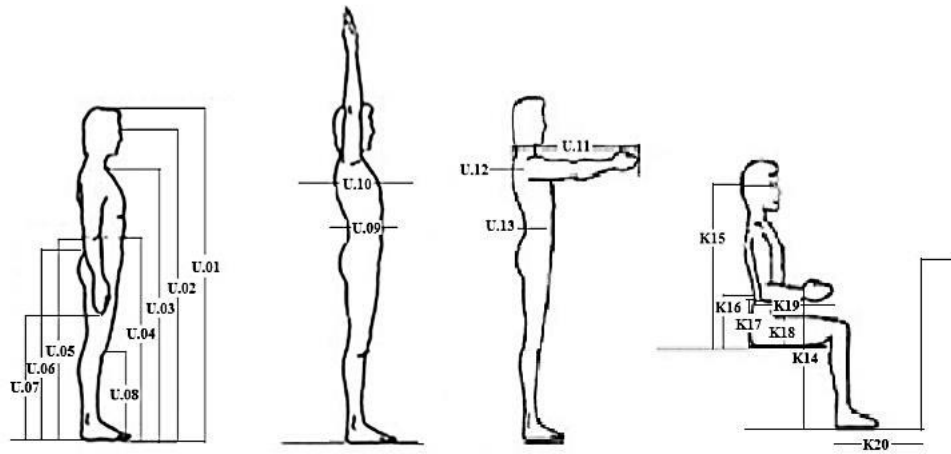
1. Tinggi layar: Tinggi layar yang ideal adalah sesuai dengan tinggi mata pengamat pada posisi duduk.
2. Posisi duduk terjauh dari layar: Berdasarkan prinsip posisi duduk terjauh dari layar dengan bahan definisi standar, mengatakan bahwa posisi duduk terjauh adalah sekitar 5 kali lebar layar.
3. Sudut layar: Sudut layar harus ditempatkan pada permukaan pengamat yang tegak lurus dengan garis pandang normal.
4. Berdasarkan prinsip ergonomi: Agar posisi duduk tidak menyebabkan sakit pada leher, maka layar tidak boleh diletakkan $>35^\circ$ ke kiri dan ke kanan sehingga posisi duduk bisa nyaman.
5. Jarak layar: Jarak minimal antara baris pertama dengan layar adalah pada jarak tidak kurang dari 30° dan tidak lebih dari 33° . Namun, diambil sudut yang paling optimak yaitu 33° sehingga orang yang duduk di baris kedua hingga baris terakhir dapat melihat layar dengan baik.



Gambar 8. Pengukuran jarak pandang layar proyektor
(Sumber: Egi, 2010)

3. Analisis Perhitungan Dimensi Perabot

Dasar perhitungan untuk menentukan ukuran perabot menggunakan perbandingan dimensi tubuh manusia dengan tinggi badan. Menurut penelitian (*Asean Regional Institute For School Boarding Research* dalam Aminah, 2013), perbandingan dimensi tubuh manusia dengan tinggi badan adalah sebagai berikut:



Gambar 9. Dimensi tubuh manusia posisi berdiri dan duduk (sumber: Aminah, 2013)

Untuk mengetahui perbandingan dimensi tubuh dengan ketinggian badan dapat dilihat pada tabel 2:

Tabel 2. Perbandingan dimensi tubuh dengan ketinggian badan

Kode	Dimensi Tubuh	Perbandingan U.01
U.01	Ketinggian badan, dari puncak kepala hingga ujung kaki	1,00 x U.01
U.02	Ketinggian mata, dari tengah mata hingga telapak kaki.	0,92 x U.01
U.03	Ketinggian bahu, dari tonjolan bahu hingga telapak kaki.	0,81 x U.01
U.04	Ketinggian tulang belikat, dari tonjolan tulang belikat hingga telapak kaki.	0,73 x U.01
U.05	Ketinggian siku tangan, dari tonjolan siku tangan hingga telapak kaki.	0,63 x U.01
U.06	Ketinggian tulang pinggul, dari tonjolan tulang pinggul hingga telapak kaki.	0,59 x U.01
U.07	Ketinggian ujung jari, dari ujung jari hingga telapak kaki.	0,37 x U.01
U.08	Ketinggian lutut, dari tempurung lutut hingga telapak kaki.	0,27 x U.01
U.09	Jarak kedua tonjolan siku tangan pada posisi mendatar.	0,52 x U.01
U.10	Panjang rentang tangan kesamping, dari pangkal tangan sampai ujung jari tengah.	0,42 x U.01
U.11	Panjang jangkauan tangan ke depan, dari pangkal tangan hingga ujung jari.	0,49 x U.01
U.12	Lebar bahu, jarak antara kedua tonjolan luar bahu.	0,22 x U.01
U.13	Lebar pinggul, jarak antara kedua tonjolan pinggul.	0,17 x U.01
K.14	Jarak antara pergelangan tangan (sudut 20 hingga lantai)	0,56 x U.01
K.15	Jarak antara mata hingga bidang dalam posisi duduk.	0,45 x U.01
K.16	Jarak antara sudut bawah tulang belikat hingga bidang kursi dalam posisi duduk.	0,26 x U.01
K.17	Jarak antara tonjolan siku hingga bidang kursi dalam posisi duduk.	0,15 x U.01
K.18	Ketebalan paha dalam posisi duduk.	0,08 x U.01
K.19	Jarak antara ketiak lutut hingga bagian luar pinggul dalam posisi duduk.	0,29 x U.01
K.20	Jarak antara telapak kaki dengan bidang meja untuk kegiatan menggunakan alat bantu.	0,50 x U.01

(Sumber: *Asean Regional Institute For School Boarding Research* dalam Aminah, 2013)

Berdasarkan tabel 2, diperoleh rumusan ukuran kursi dan meja. Tinggi rata-rata mahasiswa yang digunakan sebagai dasar perhitungan adalah U.01

a. Rumus penentuan dimensi kursi:

Panjang bidang duduk : $U.12 \pm 4 \text{ cm}$

Lebar bidang duduk : $K.19 - (U.11 - U.10) \pm 4 \text{ cm}$

Tinggi bidang duduk dari lantai : $U.08 \pm 2 \text{ cm}$

Tinggi ujung sandaran dari dudukan : $K.16 \pm 2 \text{ cm}$

b. Rumus penentuan ukuran meja

Panjang daun meja : $U.12 + 0,5 (U.09 - U.12) \sqrt{2} \pm 4 \text{ cm}$

Lebar daun meja : $U.10 - (U.11 - U.10) \pm 4 \text{ cm}$

Tinggi meja : $U.08 + K.17 \pm 2 \text{ cm}$

Tinggi laci dari lantai : $U.08 + K.18 \pm 2 \text{ cm}$

Catatan:

Penambahan angka $\pm 2 \text{ cm}$ adalah toleransi vertikal.

Penambahan angka $\pm 4 \text{ cm}$ adalah toleransi horizontal.

4. Analisis Kebutuhan Luas Ruang

Menurut (Buku Pedoman Penjamin Mutu Akademik dalam Sumarjo, 2012) bahwa standar kebutuhan luas ruang per mahasiswa adalah 2 m^2 / mahasiswa.

Rumus luas ruang (Aminah, 2013):

LRT: $SPT \times JPT$

Keterangan:

LRT; Luas Ruang

SPT: Satuan Luas Standar Pemakai Ruang (termasuk sirkulasi) 2 m²/ mahasiswa.

JPT: Jumlah Pemakai Ruang

Dengan toleransi fungsional standar luas ruang sebagai berikut:

Tabel 3. Toleransi fungsional standar luar ruang

Perbedaan	Keterangan
≤10%	Sesuai standar
11% - 20%	Kurang sesuai standar
>20%	Tidak sesuai standar

(Sumber: BSNP dalam Aminah, 2013)

D. Laboratorium

Menurut Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara No 3 Tahun 2010 menyatakan bahwa laboratorium adalah unit penunjang akademik pada lembaga pendidikan, berupa ruangan tertutup atau terbuka, bersifat permanen atau bergerak, dikelola dengan sistematis untuk kegiatan pengujian, kalibrasi, dan/ atau produksi dalam skala terbatas, dengan menggunakan peralatan dan bahan berdasarkan metode keilmuan tertentu, dalam rangka pelaksanaan pendidikan, penelitian, dan/ atau pengabdian kepada masyarakat. Berdasarkan aturan tersebut laboratorium dibagi dalam 4 kategori:

1. Laboratorium Tipe I

Laboratorium tipe I adalah laboratorium ilmu dasar yang terdapat di sekolah pada jenjang pendidikan menengah, atau unit pelaksana teknis yang menyelenggarakan pendidikan dan/ atau pelatihan dengan fasilitas penunjang kategori I dan II, dan bahan yang

dikelola adalah bahan kategori umum untuk melayani kegiatan pendidikan siswa.

2. Laboratorium Tipe II

Laboratorium tipe II adalah laboratorium ilmu dasar yang terdapat di perguruan tinggi tingkat persiapan (semester I, II) atau unit pelaksana teknis yang menyelenggarakan pendidikan dan/ atau pelatihan dengan fasilitas penunjang peralatan kategori I dan II, dan bahan yang dikelola adalah bahan kategori umum untuk melayani kegiatan pendidikan mahasiswa.

3. Laboratorium Tipe III

Laboratorium tipe III adalah laboratorium bidang keilmuan yang terdapat di jurusan atau program studi, atau unit pelaksana teknis yang menyelenggarakan pendidikan dan/ atau pelatihan dengan fasilitas penunjang peralatan kategori I, II, dan III, dan bahan yang dikelola adalah bahan kategori umum dan khusus untuk melayani kegiatan pendidikan, dan penelitian mahasiswa dan dosen.

4. Laboratorium Tipe IV

Laboratorium tipe IV adalah laboratorium terpadu yang terdapat di pusat studi fakultas atau universitas, atau unit pelaksana teknis yang menyelenggarakan pendidikan dan/ atau pelatihan dengan fasilitas penunjang peralatan kategori I, II, III, dan bahan yang dikelola adalah bahan kategori umum dan khusus untuk melayani kegiatan penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat, mahasiswa dan dosen.

E. Standar Penilaian

Kategori penilaian didapatkan dari tabel Kriteria Nilai Keandalan Bangunan Gedung. Tabel 4 menjadi acuan kategori penilaian arsitektur bangunan. Penilaian ini menggunakan standar Kementerian PUPR dari Direktorat Jenderal Perumahan dan Pemukiman dalam menilai keandalan bangunan.

Tabel 4. Kriteria Nilai Keandalan Bangunan Gedung

No	Aspek yang Dinilai	Kriteria Penilaian (%)						Bobot Penilaian (%)	Nilai Total Keandalan
		Andal	Nilai K	Kurang Andal	Nilai K	Tidak Andal	Nilai K		
1	Arsitektur	95 - 100		75 - <95		<75		10.00	
2	Struktur	95 - 100		85 - <95		<85		30.00	
3	Utilitas dan Proteksi Kebakaran	99 - 100		95 - <99		<95		50.00	
4	Aksesibilitas	95 - 100		75 - <95		<75		5.00	
5	Tata Bangunan dan Lingkungan	95 - 100		75 - <95		<75		5.00	
Jumlah Total								100.00	
Bangunan yang diperiksa: -								Masuk Kategori: -	
Keterangan: Andal: $\mu_{ku} = 95 - <100\%$; Kurang andal: $\mu_{ku} = 75 - <95\%$; Tidak andal: $\mu_{ku} = <75\%$;									

(Sumber: Kementerian PUPR Direktorat Jenderal Perumahan dan Pemukiman dalam Wibawa 2018)

Nilai signifikansi berdasarkan tabel 4.

1. Nilai signifikansi $\leq 5\%$ = sesuai/ ergonomis.
2. Nilai signifikansi $5\% - \leq 25\%$ = kurang sesuai/ kurang ergonomis.
3. Nilai signifikansi $\geq 25\%$ = tidak sesuai/ tidak ergonomis.