

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 DASAR ERGONOMI

##### 2.1.1 Definisi Ergonomi

Istilah "*ergonomi*" berasal dari bahasa Latin yaitu *ERGON* (Kerja) dan *NOMOS* (Hukum Alam) dapat didefinisikan 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 dan tempat rekreasi.

Ergonomi juga digunakan oleh berbagai macam ahli/profesional pada bidangnya misalnya : ahli anatomi, arsitektur, perancangan produk industri, fisika, fisioterapi, terapi pekerjaan, psikologi dan teknik industri. (Definisi diatas adalah berdasar pada Internasional Ergonomics Association). Selain itu ergonomi juga dapat diterapkan untuk bidang fisiologi, psikologi, perancangan, analisis, sintesis, evaluasi proses kerja dan produk bagi wiraswastawan, manajer, pemerintahan, militer, dosen dan mahasiswa.

Penerapan ergonomi pada umumnya merupakan aktivitas rancang bangun (desain) ataupun rancangulang (re-desain). Hal ini dapat meliputi perangkat keras seperti misalnya perkakas kerja (tools), bangku kerja, platform, kursi, pegangan alat kerja (work holders), sistem pengendali (controls), alat peraga (displays), jalan/ lorong (access ways), pintu (doors), jendela (windows) dan lain-lain. Masih dalam kaitan dengan hal tersebut diatas adalah bahasan mengenai rancang bangun lingkungan kerja (working environment), karena jika sistem perangkat keras berubah maka akan berubah pula lingkungan kerjanya.

Ergonomi dapat berperan pula sebagai desain pekerjaan pada suatu organisasi, misalnya : penentuan jumlah jam istirahat, pemilihan jadwal pergantian waktu kerja (shift kerja), meningkatkan variasi pekerjaan dan lain-lain. Ergonomi dapat pula berfungsi sebagai desain 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.

Disamping itu ergonomi juga memberikan peranan 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). Hal itu adalah untuk mengurangi ketidaknyamanan visual dan postur kerja, desain suatu perkakas kerja

(hand tools) untuk mengurangi kelelahan kerja, desain suatu peletakan instrumen dan sistem pengendali agar didapat optimasi dalam proses transfer informasi dengan dihasilkannya suatu respon yang cepat dengan meminimumkan risiko kesalahan, serta supaya didapatkan optimasi, efisiensi kerja dan hilangnya risiko kesehatan akibat metoda kerja yang kurang tepat.

Penerapan faktor ergonomi lainnya yang tidak kalah pentingnya adalah untuk desain dan evaluasi produk. Produk-produk ini haruslah dapat dengan mudah diterapkan (dimengerti dan digunakan) pada sejumlah populasi masyarakat tertentu tanpa mengakibatkan bahaya/ risiko dalam penggunaannya.

### 2.1.2 Sejarah Ergonomi

Istilah "ergonomi" mulai dicetuskan pada tahun 1949, akan tetapi aktivitas yang berkenaan dengannya telah bermunculan puluhan tahun sebelumnya. Beberapa kejadian periling diilustrasikan sebagai berikut :

#### 1. *C.T. Thacrah, England, 1831.*

Thackrah adalah seorang dokter dari Inggris/England yang meneruskan pekerjaan dari seorang Italia bernama Ramazzini, dalam serangkaian kegiatan yang berhubungan dengan lingkungan kerja yang tidak nyaman yang dirasakan oleh para operator ditempat 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. Disamping 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).

2. *F.W. Taylor, U.S.A., 1898.*

Frederick W.Taylor adalah seorang insinyur Amerika yang menerapkan metoda ilmiah untuk menentukan cara yang terbaik dalam melakukan suatu pekerjaan. Beberapa metodenya merupakan konsep ergonomi dan manajemen modern.

3. *F.B. Gilbreth, U.S.A., 1911.*

Gilbreth juga mengamati dan mengoptimasi metoda 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).

4. *E. Mayo dan teman-temannya, U.S.A., 1933.*

Elton Mayo seorang warga negara Australia, memulai beberapa studi di suatu Perusahaan Listrik yaitu Western Electric Com-pany, 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.

5. *Perang dunia kedua, England dan U.S.A.*

Masalah operasional yang terjadi pada peralatan militer yang berkembang secara cepat (seperti misalnya pesawat terbang) harus melibatkan sejumlah kelompok interdisiplin 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, ketidak-nyamanan karena terlalu panas atau terlalu dingin, desain pakaian untuk suasana kerja yang terlalu panas atau terlalu dingin dan pengaruhnya pada kinerja operator.

### 2.1.3 Dasar Keilmuan Dari Ergonomi

Banyak penerapan ergonomi yang hanya berdasarkan sekedar "common sense" (dianggap suatu hal yang sudah biasa terjadi), dan hal

itu benar, jika sekiranya suatu keuntungan yang besar bisa didapat hanya sekedar dengan penerapan suatu prinsip yang sederhana. Hal ini biasanya merupakan kasus dimana ergonomi belum dapat diterima sepenuhnya sebagai alat untuk proses desain, akan tetapi masih banyak aspek ergonomi yang jauh dari kesadaran manusia. Karakteristik fungsional dari manusia seperti kemampuan penginderaan, waktu respon/tanggapan, daya ingat, posisi optimum tangan dan kaki untuk efisiensi kerja otot, dan lain-lain adalah merupakan suatu hal yang belum sepenuhnya dipahami oleh masyarakat awam. Agar didapat suatu perancangan pekerjaan maupun produk yang optimum daripada tergantung dan harm dengan "trial and error" maka pendekatan ilmiah harus segera diadakan.

Ilmu-ilmu terapan yang banyak berhubungan dengan fungsi tubuh manusia adalah anatomi dan fisiologi. Untuk menjadi ergonomis diperlukan pengetahuan dasar tentang fungsi dari sistem kerangka otot. Yang berhubungan dengan hal tersebut adalah KINESIOLOGI (mekanika pergerakan manusia/mechanics of human movement) dan BIOMEKANIKA (aplikasi ilmu mekanika teknik untuk analisis sistem kerangka-otot manusia). Ilmu-ilmu ini akan memberikan modal dasar untuk mengatasi masalah postur dan pergerakan manusia di tempat dan ruang kerjanya.

Disamping itu, suatu hal yang vital pada penerapan ilmiah untuk ergonomi adalah ANTROPOMETRI (kalibrasi tubuh manusia). Dalam hal

ini terjadi penggabungan dan pemakaian data antropometri dengan ilmu-ilmu statistik yang menjadi prasyarat utamanya.

#### 2.1.4 Studi Tentang Sistem Kerja Secara Global

Dalam penerapan ergonomi adalah penting untuk secara langsung mengikutsertakan pembahasan tentang sistem secara menyeluruh agar tidak perlu adanya studi lanjut maupun re-desain. Sebagai contoh adalah dalam mendesain ruang kerja untuk pengemudi kendaraan misalnya, hal-hal seperti berikut perlu dipertimbangkan:

1. Acces (getting in and out) – masalah utama untuk desain interior alat transportasi.
2. Restraint- pemasangan sabuk pengaman pada alat transportasi.
3. Visibility – untuk para pejalan kaki (pedestrian), lampu parkir, alat transportasi, blind spots, dll.
4. Seating – memberikan penyangga punggung (back support), penyangga lengan, beban merata untuk distribusi berat tubuh pada tempat duduk, penyerap getaran, mampu atur (adjustability), dll.
5. Displays (instrumen)- beberapa hal utama antara lain: visibility, lighting, clarity.
6. Controls – mudah dijangkau, mudah diidentifikasi dan operasi, posisi dan pergerakan yang standard.

7. Lingkungan – cukup ventilasi, hindari pengaruh panas lang-sung yang berlebihan, hindari bentuk yang meruncing/tajam (sharp contour) pada panel instrumen.

### **2.1.5 Tujuan Ergonomi**

Secara umum penerapan ergonomi terdiri dari banyak tujuan. berikut ini tujuan dalam penerapan ergonomi:

1. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
2. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial dan mengkoordinasi kerja secara tepat, guna meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah tidak produktif.
3. Menciptakan keseimbangan rasional antara aspek teknis, ekonomis, dan antropologis dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.



### 2.1.6 Prinsip Kerja Ergonomi

Memahami prinsip ergonomi akan mempermudah evaluasi setiap tugas atau pekerjaan meskipun ilmu pengetahuan dalam ergonomi terus mengalami kemajuan dan teknologi yang digunakan dalam pekerjaan tersebut terus berubah. Prinsip ergonomi adalah pedoman dalam menerapkan ergonomi di tempat kerja, menurut Baiduri dalam diktat kuliah ergonomi terdapat 12 prinsip ergonomi yaitu:

1. Bekerja dalam posisi atau postur normal
2. Mengurangi beban berlebihan
3. Menempatkan peralatan agar selalu berada dalam jangkauan
4. Bekerja sesuai dengan ketinggian dimensi tubuh
5. Mengurangi gerakan berulang dan berlebihan
6. Minimalisasi gerakan statis
7. Minimalisasikan titik beban
8. Mencakup jarak ruang
9. Menciptakan lingkungan kerja yang nyaman
10. Melakukan gerakan, olah raga, dan peregangan saat bekerja
11. Membuat agar *display* dan contoh mudah dimengerti
12. Mengurangi stres

### 2.1.7 Lingkup Kajian Ergonomi

Sebelum masuk ke apa saja yang menjadi lingkup kajian ergonomi terlebih dahulu dijelaskan bahwa ergonomi merupakan ilmu yang muncul dari ilmu-ilmu lain atau bisa disebut sebagai salah satu ilmu yang multidisipliner. Terdapat 6 ilmu yang secara garis besar mendominasi dalam ergonomi yakni:

1. Antropometri, berkembang dari ilmu anatomi
2. Biomekanik, berkembang dari ilmu ortopedi
3. Fisiologi manusia kerja, berkembang dari ilmu fisiologi
4. Kesehatan dan keselamatan kerja (K3), berkembang dari ilmu kedokteran / medis
5. Manajemen dan psikologi kerja, berkembang dari ilmu psikologi
6. Hubungan kerja, berkembang dari ilmu sosiologi

Sedangkan lingkup yang menjadi kajian ergonomi bisa merupakan turunan atau bagian dari salah satu dari enam ilmu di atas atau bisa merupakan gabungan dari dua atau lebih dari turunan ilmu di atas. Adapun lingkup kajian Ergonomi dapat dibagi menjadi empat bidang utama yakni:

#### 1. Ergonomi fisik

Berkaitan dengan aktifitas fisik manusia kerja. Topik-topik yang relevan dalam ergonomi fisik antara lain: anatomi tubuh manusia, antropometri, karakteristik fisiologi dan biomekanika, kekuatan fisik manusia kerja, postur kerja, beban fisik kerja, pemindahan material, studi gerakan dan waktu kerja, MSD, tata letak tempat kerja, keselamatan kerja,

kesehatan kerja, ukuran / dimensi tempat atau alat kerja, fungsi indra dalam kerja, control & display dsb.

## 2. Ergonomi kognitif

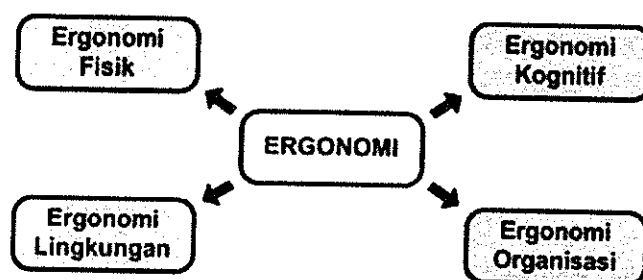
Berkaitan dengan proses mental manusia kerja. Topik-topik yang relevan dalam ergonomi kognitif antara lain: persepsi dalam kerja, ingatan dalam kerja, reaksi dalam kerja, beban kerja, pengambilan keputusan, performa kerja, human-computer interaction, kehandalan manusia, motivasi kerja, stres kerja dsb.

## 3. Ergonomi organisasi

Berkaitan dengan sosioleknik dalam sistem kerja. Topik-topik yang relevan dalam ergonomi organisasi antara lain: struktur organisasi kerja, kebijakan dan proses, komunikasi kerja, manajemen SDM, alokasi fungsi kerja, task analysis, perancangan waktu kerja, teamwork, participatory approach, komunitas kerja, kultur organisasi, organisasi virtual, produktivitas kerja tim / individu dsb.

## 4. Ergonomi lingkungan

Berkaitan dengan hal-hal di sekitar orang berkerja, biasanya berupa lingkungan fisik. Topik yang relevan dalam ergonomi organisasi antara lain: pencahayaan di tempat kerja, temperatur di tempat kerja, kebisingan di tempat kerja, getaran di tempat kerja, desain interior tempat kerja termasuk bentuk dan warna dsb.



Gambar 2.1 Lingkup kajian ergonomi

Semua lingkup kajian di atas digunakan untuk medesain atau merancang sistem kerja. Oleh karena itu ergonomi juga sering diasosiasikan dengan perancangan sistem kerja, karena ilmu ergonomi dipakai untuk merancang atau memperbaiki sistem kerja dengan manusia sebagai orientasi utamanya.

Perlu diketahui bahwa dalam perancangan sebuah sistem kerja atau dalam penelitian kerja, keempat bidang di atas seringkali tidak berdiri sendiri-sendiri, sebagai contoh: penelitian untuk mengetahui seberapa jauh efek pencahayaan di tempat kerja (ergonomi lingkungan) maka dalam penelitian tersebut juga melibatkan performa kerja (ergonomi kognitif) sebagai indikatornya. Contoh lain pada penelitian tentang pengaruh getaran di tempat kerja (ergonomi lingkungan) bisa melibatkan performa kerja (ergonomi kognitif) sebagai indikatornya dan/atau melibatkan karakteristik fisik manusia misalnya dalam hal kerusakan telinga / pendengaran (ergonomi fisik) yang disebabkan dari kebisingan tersebut.

## 2.2 LINGKUNGAN KERJA

### 2.2.1 Jenis Lingkungan Kerja

Secara garis besar, jenis lingkungan kerja terbagi menjadi 2 yakni :  
(1) lingkungan kerja fisik dan (2) lingkungan kerja non fisik.

#### 1. Lingkungan kerja Fisik

Lingkungan kerja fisik adalah semua keadaan berbentuk fisik yang terdapat di sekitar tempat kerja yang dapat mempengaruhi karyawan baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Lingkungan kerja fisik dapat dibagi dalam dua kategori, yakni :

- a. Lingkungan yang langsung berhubungan dengan karyawan  
(Seperti: pusat kerja, kursi, meja dan sebagainya)
- b. Lingkungan perantara atau lingkungan umum dapat juga disebut lingkungan kerja yang mempengaruhi kondisi manusia, misalnya :temperatur, kelembaban, sirkulasi udara, pencahayaan, kebisingan, getaran mekanis, bau tidak sedap, warna dan lain-lain.

Untuk dapat memperkecil pengaruh lingkungan fisik terhadap karyawan, maka langkah pertama adalah harus mempelajari manusia, baik mengenai fisik dan tingkah lakunya maupun mengenai fisiknya, kemudian digunakan sebagai dasar memikirkan lingkungan fisik yang sesuai.

## 2. Lingkungan Kerja Non Fisik

Lingkungan kerja non fisik adalah semua keadaan yang terjadi yang berkaitan dengan hubungan kerja, baik hubungan dengan atasan maupun hubungan sesama rekan kerja, ataupun hubungan dengan bawahan".Lingkungan non fisik ini juga merupakan kelompok lingkungan kerja yang tidak bisa diabaikan.

### 2.2.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Lingkungan Kerja

Manusia akan mampu melaksanakan kegiatannya dengan baik, sehingga dicapai suatu hasil yang optimal, apabila diantaranya ditunjang oleh suatu kondisi lingkungan yang sesuai. Suatu kondisi lingkungan dikatakan baik atau sesuai apabila manusia dapat melaksanakan kegiatannya secara optimal, sehat, aman, dan nyaman. Ketidaksesuaian lingkungan kerja dapat dilihat akibatnya dalam jangka waktu yang lama. Lebih jauh lagi, Keadaan lingkungan yang kurang baik dapat menuntut tenaga dan waktu yang lebih banyak dan tidak mendukung diperolehnya rancangan sistem kerja yang efisien. Banyak faktor yang mempengaruhi terbentuknya suatu kondisi lingkungan kerja.

Berikut ini beberapa faktor yang diuraikan dapat mempengaruhi terbentuknya suatu kondisi lingkungan kerja dikaitkan dengan kemampuan karyawan, diantaranya adalah :

1. Penerangan/cahaya di tempat kerja
2. Temperatur/suhu udara di tempat kerja
3. Kelembaban di tempat kerja
4. Sirkulasi udara di tempat kerja
5. Kebisingan di tempat kerja
6. Getaran mekanis di tempat kerja
7. Bau tidak sedap ditempat kerja
8. Tata warna di tempat kerja
9. Dekorasi di tempat kerja
10. Musik di tempat kerja
11. Keamanan di tempat kerja

### **2.2.3 Penerangan/Cahaya di Tempat Kerja**

Cahaya atau penerangan sangat besar manfaatnya bagi karyawan guna mendapat keselamatan dan kelancaran kerja. Oleh sebab itu perlu diperhatikan adanya penerangan (cahaya) yang terang tetapi tidak menyilaukan. Cahaya yang kurang jelas, sehingga pekerjaan akan lambat, banyak mengalami kesalahan, dan pada skhirnya menyebabkan kurang

efisien dalam melaksanakan pekerjaan, sehingga tujuan organisasi sulit dicapai. Pada dasarnya, cahaya dapat dibedakan menjadi empat yaitu :

- Cahaya langsung
- Cahaya setengah langsung
- Cahaya tidak langsung
- Cahaya setengah tidak langsung

Tabel 2.1 Tingkat Pencahayaan Lingkungan Kerja

Jenis kegiatan	Tingkat pencahayaan minimal(LUX)	Keterangan
Pekerjaan kasar dan tidak terus –menerus	100	Ruang penyimpanan & ruang peralatan/instalasi yang memerlukan pekerjaan yang kontinyu
Pekerjaan kasar dan terus – menerus	200	Pekerjaan dengan mesin dan perakitan kasar
Pekerjaan rutin	300	Ruang administrasi, ruang kontrol, pekerjaan mesin & perakitan/penyusun
Pekerjaan agak halus	500	Pembuatan gambar atau bekerja dengan mesin kantor, pekerjaan pemeriksaan atau pekerjaan dengan mesin
Pekerjaan halus	1000	Pemilihan warna, pemrosesan teksti, pekerjaan mesin halus & perakitan halus
Pekerjaan amat halus	1500 (tidak menimbulkan bayangan)	Mengukir dengan tangan, pemeriksaan pekerjaan mesin dan perakitan yang sangat halus
Pekerjaan terinci	3000 (tidak menimbulkan bayangan)	Pemeriksaan pekerjaan, perakitan sangat halus

Sumber: KEPMENKES RI. No. 1405/MENKES/SK/XI/02



### 2.2.3.1 Metode Pengukuran Intensitas Penerangan Ditempat Kerja

**(SNI 16-7062-2004)**

Pengukuran intensitas penerangan ini memiliki alat lumeter yang hasilnya dapat langsung dibaca. Alat ini mengubah energi cahaya menjadi energi listrik, kemudian energi listrik dalam bentuk arus digunakan untuk menggerakkan arum skala. Untuk alat digital, energi listrik dirubah menjadi angka yang langsung dapat dibaca pada layar monitor.

Penentuan titik pengukuran :

- a. Penerangan setempat : obyek kerja, berupa meja kerja maupun peralatan. Bila merupakan meja kerja, pengukuran dapat dilakukan diatas meja yang ada. Denah pengukuran intensitas penerangan setempat seperti di Lampiran C.
- b. Penerangan umum: titik potong garis horizontal panjang dan lebar ruangan disetiap jarak tertentu setinggi 1 meter dari lantai. Luas ruangan kurang dari 10 meter persegi : titik potong garis horizontal panjang dan lebar ruangan adalah pada jarak setiap 1 meter.

1 M	1 M	1 M	1 M	1 M
1 M	1 M	1 M	1 M	1 M

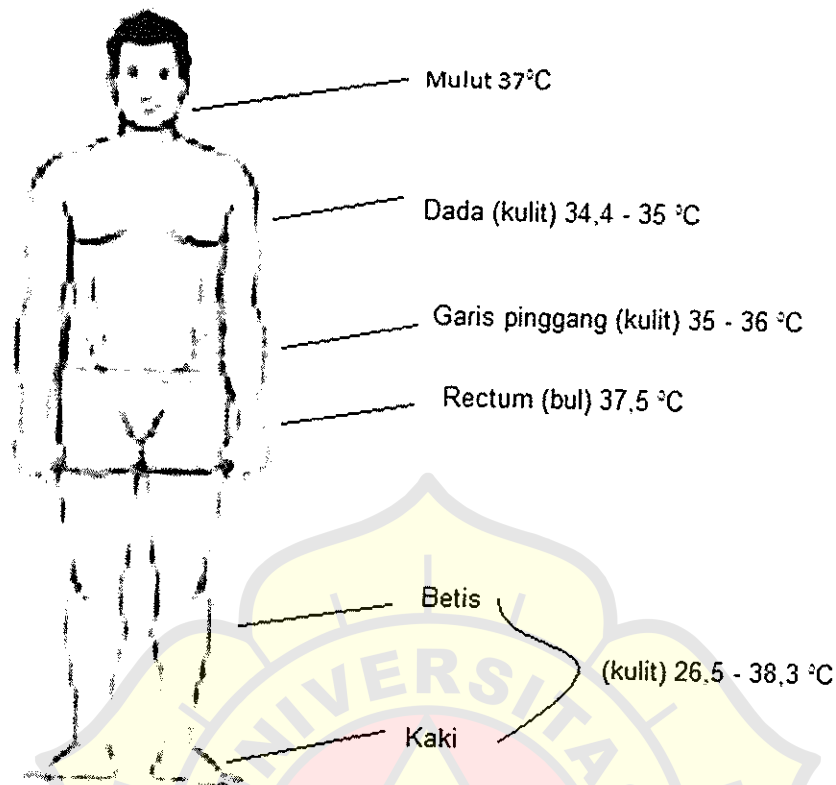
Gambar 2.2 Titik pengukuran tingkat pencahayaan

Tata cara :

1. Hidupkan luxmeter yang telah dikalibrasi dengan membuka penutup sensor.
2. Bawa alat ketempat titik pengukuran yang sudah ditentukan.
3. Baca hasil pengukuran pada layar monitor setelah menunggu beberapa saat sehingga didapat angka yang stabil.
4. Catat hasil pengukuran pada lembar hasil pencatatan untuk intensitas penerangan.
5. Matikan lumeter setelah selesai dilakukan pengukuran intensitas penerangan.

#### **2.2.4 Temperatur di Tempat Kerja**

Suhu ruang tempat kerja hendaknya berada pada suhu nyaman. Untuk orang Indonesia suhu nyaman sekitar 25 °C, sedangkan untuk orang yang biasa hidup di daerah dingin suhu nyaman sekitar dibawah 20 °C. Suhu tubuh pekerja hendaknya dapat dijaga tetap sekitar suhu normal untuk menjaga kapasitas kerja dan efisiensi kerja. Suhu tubuh pekerja normal sekitar 37 °C. Selama bekerja, tubuh akan menghasilkan sejumlah panas. Panas ini akan dilepaskan ke dalam udara ruang kerja.



Gambar 2.3 Temperatur disetiap anggota tubuh manusia dalam keadaan normal

Bila suhu udara lingkungan kerja pada suhu nyaman yaitu 25 °C (lebih dingin dari suhu tubuh yang normal), panas yang dihasilkan tubuh sewaktu bekerja dilepas ke udara ruangan kerja, sehingga suhu tubuh dapat dijaga tetap sekitar 37 °C . Terjadi keseimbangan antara panas yang diproduksi dan panas yang dilepaskan oleh tubuh selama bekerja, sehingga suhu tubuh pekerja selama bekerja tetap pada kondisi suhu tubuh normal. Penyebaran panas tubuh ke udara lingkungan kerja dapat terjadi dengan beberapa cara yaitu dengan cara penguapan (keringat, pernafasan), radiasi, konveksi dan konduksi.

Bila suhu lingkungan kerja lebih panas (diatas suhu nyaman) misalnya pada lokasi peleburan, pembakaran dll, maka tubuh akan menerima panas dari udara lingkungan kerja, atau panas dari tubuh pekerja sewaktu bekerja sulit dilepas ke udara lingkungan kerja, sehingga suhu tubuh dapat meningkat. Panas yang diterima tubuh dari udara ruang kerja dan panas tubuh yang sulit dilepas ke udara ruang kerja dapat merupakan beban kerja bagi pekerja. Akibatnya suhu badan pekerja akan meningkat, sehingga kapasitas dan efisiensi kerja menjadi menurun.

Apabila suhu ruang kerja terlalu rendah misalnya pada ruang penyimpanan dingin, maka panas tubuh akan dipancarkan ke udara lingkungan kerja lebih banyak dibandingkan bila suhu tempat kerja berada pada kondisi nyaman. Sedangkan tubuh berupaya untuk menjaga suhu badan normal, untuk dapat beraktifitas optimal. Untuk itu tubuh akan memproduksi panas dengan membakar karbohidrat, lemak, protein dalam badan lebih banyak dari biasanya selama pekerja, untuk mempertahankan suhu tubuh yang normal. Bila kompensasi tubuh memproduksi panas gagal maka pekerja akan mengalami kedinginan (suhu tubuh lebih rendah dari suhu badan normal) maka kapasitas dan efisiensi kerja akan menurun. Menurut penyelidikan untuk berbagai tingkat temperatur akan memberikan pengaruh yang berbeda-beda seperti tabel dibawah ini :

Tabel 2.2 Pengaruh temperatur pada manusia

No	Suhu (°C)	Dampak
1	40 °C	Temperatur yang dapat ditahan sekitar 1 jam tetapi jauh diatas tingkat kemampuan dan mental
2	29,5 °C	Aktifitas mental dan daya tangkap menurun dan mulai membuat kesalahan dalam pekerjaan Timbul kelelahan fisik
3	24 °C	Kondisi optimum
4	10 °C	Kekakuan fisik yang ekstrim mulai muncul

Peralatan untuk mengukur suhu udara ruangan dapat menggunakan thermometer alcohol dan pencatatan suhu udara ditujukan untuk memperoleh suhu rata-rata, maksimum, minimum, dan selisih suhu (amplitudo) di ruang kerja.

### 2.2.5 Kelembaban di Tempat Kerja

Kelembaban adalah banyaknya air yang terkandung dalam udara, biasa dinyatakan dalam persentase. Kelembaban ini berhubungan atau dipengaruhi oleh temperatur udara, dan secara bersama-sama antara temperatur, kelembaban, kecepatan udara bergerak dan radiasi panas dari udara tersebut akan mempengaruhi keadaan tubuh manusia pada saat menerima atau melepaskan panas dari tubuhnya. Suatu keadaan dengan temperatur udara sangat panas dan kelembaban tinggi, akan menimbulkan pengurangan panas dari tubuh secara besar-besaran,

karena sistem penguapan. Pengaruh lain adalah makin cepatnya denyut jantung karena makin aktifnya peredaran darah untuk memenuhi kebutuhan oksigen dan tubuh manusia selalu berusaha untuk mencapai keseimbangan antar panas tubuh dengan suhu disekitarnya.

### **2.2.6 Sirkulasi Udara di Tempat Kerja**

Oksigen merupakan gas yang dibutuhkan oleh mahluk hidup untuk menjaga kelangsungan hidup, yaitu untuk proses metabolisme. Udara di sekitar dikatakan kotor apabila kadar oksigen, dalam udara tersebut telah berkurang dan telah bercampur dengan gas atau bau-bauan yang berbahaya bagi kesehatan tubuh. Sumber utama adanya udara segar adalah adanya tanaman di sekitar tempat kerja. Tanaman merupakan penghasil oksigen yang dibutuhkan oleh manusia. Dengan sukunya oksigen di sekitar tempat kerja, ditambah dengan pengaruh secara psikologis akibat adanya tanaman di sekitar tempat kerja, keduanya akan memberikan kesejukan dan kesegaran pada jasmani. Rasa sejuk dan segar selama bekerja akan membantu mempercepat pemulihan tubuh akibat lelah setelah bekerja.

## 2.2.7 Kebisingan di Tempat Kerja

Salah satu polusi yang cukup menyibukkan para pakar untuk mengatasinya adalah kebisingan, yaitu bunyi yang tidak dikehendaki oleh telinga. Tidak dikehendaki, karena terutama dalam jangka panjang bunyi tersebut dapat mengganggu ketenangan bekerja, merusak pendengaran, dan menimbulkan kesalahan komunikasi, bahkan menurut penelitian, kebisingan yang serius bisa menyebabkan kematian. Karena pekerjaan membutuhkan konsentrasi, maka suara bising hendaknya dihindarkan agar pelaksanaan pekerjaan dapat dilakukan dengan efisien sehingga produktivitas kerja meningkat.

Ada tiga aspek yang menentukan kualitas suatu bunyi, yang bisa menentukan tingkat gangguan terhadap manusia, yaitu :

- Lamanya kebisingan,
- Intensitas kebisingan
- Frekuensi kebisingan

.Semakin lama telinga mendengar kebisingan, akan semakin buruk akibatnya, diantaranya pendengaran dapat makin berkurang. Untuk lebih jelasnya mengenai seberapa besar tingkat kebisingan yang normal dapat dilihat pada tabel 2.3 dibawah ini:

Tabel 2.3 Batas ambang kebisingan

Nilai Ambang Batas		
Waktu Pemaparan Perhari		Intensitas Kebisingan dalam DBA
8	Jam	85
4		88
2		91
1		94
30	Menit	97
15		100
7,5		103
3,75		106
1,88		109
0,94		112
28,12	Detik	115
14,06		118
7,03		121
3,52		124
1,76		127
0,88		130
0,44		133
0,22		136
0,11		139

Sumber : (Kep Menaker No.51/Men/2004)

**Catatan:**

*Tidak boleh lebih dari 140dBA, walaupun sesaat.*



### 2.2.7.1 Metode Pengukuran Intensitas Kebisingan Ditempat Kerja

(SNI 7231 : 2009)

Tingkat tekanan bunyi diukur dengan alat sound meter yang mempunyai kelengkapan  $L_{eq}$  A dengan rentang waktu tertentu pada pembobotan waktu S. Tekanan bunyi menyentuh membran mikropon pada alat, sinyal bunyi diubah menjadi sinyal listrik dilewatkan pada filter pembobotan, sinyal dikuatkan oleh amplifier diteruskan pada layar hingga dapat terbaca tingkat intensitas bunyi yang terukur. Tekanan bunyi sinambung setara pembobotan A (e), nilai rata-rata kuadrat tekanan bunyi sinambung setara pada pembobotan A berasal dari sumber bunyi sinambung ataupun tetap pada rentang waktu pengukuran tertentu dengan rumus sebagai berikut :

$$L_{seq}(T) = 10 \text{ Log}_{10} \left( \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \left[ \frac{P_A(t)^2}{P_0^2} \right] dt \right)$$

atau jika berfluktuasi dapat :

$$L_{eq}(8 \text{ jam}) = 10 \text{ Log}_{10} \left( \frac{1}{8} \left( \sum_{i=1}^8 t_i 10^{0,1L_i} \right) \right)$$

Prosedur pengukuran :

- a. Hidupkan alat ukur intensitas kebisingan
- b. Periksa kondisi baterai, pastikan bahwa keadaan power dalam kondisi baik.

- c. Pastikan skala pembobotan.
- d. Sesuaikan pembobotan waktu respon alat ukur dengan karakteristik sumber bunyi yang diukur (S untuk sumber bunyi relatif konstan atau F untuk bunyi kejut).
- e. Posisikan mikropon alat ukur setinggi posisi telinga pekerja.
- f. Arahkan mikropon alat ukur dengan dengan sumber bunyi sesuai dengan karakteristik mikropon (mikropon tegak lurus dengan bunyi  $70^{\circ}$ - $80^{\circ}$  dari sumber bunyi).
- g. Pilih tingkat tekanan bunyi (SPL) atau tingkat tekanan bunyi sinambung setara ( $l_{eq}$ ) sesuai tujuan pengukuran.
- h. Catatlah hasil pengukuran intensitas kebisingan pada lembar sampling.
- i. Bila alat ukur sound level meter tidak memiliki fasilitas  $l_{eq}$ , maka dihitung secara manual dengan menggunakan rumus.

### **2.2.8 Getaran Mekanis di Tempat Kerja**

Getaran mekanis artinya getaran yang difimbulkan oleh alat mekanis, yang sebagian dari getaran ini sampai ke tubuh karyawan dan dapat menimbulkan akibat yang tidak diinginkan. Getaran mekanis pada umumnya sangat mengganggu tubuh karena ketidak teraturannya, baik tidak teratur dalam intensitas maupun frekwensinya. Gangguan terbesar terhadap suatu alat dalam tubuh terdapat apabila frekwensi alam ini

beresonansi dengan frekwensi dari getaran mekanis. Secara umum getaran mekanis dapat mengganggu tubuh dalam hal :

1. Kosentrasi bekerja
2. Datangnya kelelahan
3. Timbulnya beberapa penyakit, diantaranya karena gangguan terhadap : mata, syaraf, peredaran darah, otot, tulang, dan lain-lain.

#### **2.2.9 Bau-bauan di Tempat Kerja**

Adanya bau-bauan di sekitar tempat kerja dapat dianggap sebagai pencemaran, karena dapat mengganggu konsentrasi bekerja dan bau-bauan yang terjadi terus menerus dapat mempengaruhi kepekaan penciuman. Pemakaian "air condition" yang tepat merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk menghilangkan bau-bauan yang mengganggu di sekitar tempat kerja.

#### **2.2.10 Tata Warna di Tempat Kerja**

Menata warna di tempat kerja perlu dipelajari dan direncanakan dengan sebaik-baiknya. Pada kenyataannya tata warna tidak dapat dipisahkan dengan penataan dekorasi. Hal ini dapat dimaklumi karena warna mempunyai pengaruh besar terhadap perasaan. Sifat dan

pengaruh warna kadang-kadang menimbulkan rasa senang, sedih, dan lain-lain, karena dalam sifat warna dapat merangsang perasaan manusia.

### **2.2.11 Dekorasi di Tempat Kerja**

Dekorasi ada hubungannya dengan tata warna yang baik, karena itu dekorasi tidak hanya berkaitan dengan hasil ruang kerja saja tetapi berkaitan juga dengan cara mengatur tata letak, tata warna, perlengkapan dan lainnya untuk bekerja.

### **2.2.12 Musik di Tempat Kerja**

Menurut para pakar, musik yang nadanya lembut sesuai dengan suasana, waktu dan tempat dapat membangkitkan dan merangsang karyawan untuk bekerja. Oleh karena itu lagu-lagu perlu dipilih dengan selektif untuk dikumandangkan di tempat kerja. Tidak sesuainya musik yang diperdengarkan di tempat kerja akan mengganggu konsentrasi kerja.

### **2.2.13 Keamanan di Tempat Kerja**

Guna menjaga tempat dan kondisi lingkungan kerja tetap dalam keadaan aman maka perlu diperhatikan adanya keberadaannya. Salah satu upaya untuk menjaga keamanan di tempat kerja, dapat memanfaatkan tenaga Satuan Petugas Keamanan (SATPAM).

## **2.3 ANTROPOMETRI**

### **2.3.1 Definisi Antropometri**

Antropometri berasal dari “anthro” yang memiliki arti manusia dan “metri” yang memiliki arti ukuran. Antropometri adalah sebuah studi tentang pengukuran tubuh dimensi manusia dari tulang, otot dan jaringan adiposa atau lemak . Antropometri adalah studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Bidang antropometri meliputi berbagai ukuran tubuh manusia seperti berat badan, posisi ketika berdiri, ketika merentangkan tangan, lingkaran tubuh, panjang tungkai dan sebagainya.

Data antropometri digunakan untuk berbagai keperluan, seperti perancangan stasiun kerja, fasilitas kerja dan desain produk agar diperoleh ukuran-ukuran yang sesuai dan layak dengan dimensi anggota tubuh manusia yang akan menggunakannya.

### **2.3.2 Faktor-faktor Mempengaruhi Dalam Antropometri**

#### **1. Umur**

Dimensi tubuh manusia akan tumbuh dan bertambah besar seiring dengan berkembangnya umur sejak awal kelahirannya sampai dengan umur sekitar 20 tahun untuk pria dan 17 tahun untuk wanita.

## 2. Jenis kelamin

Dimensi ukuran tubuh laki-laki umumnya lebih besar dibandingkan dengan wanita, kecuali untuk beberapa bagian tubuh tertentu seperti lingkaran dada dan pinggul.

## 3. Suku/Etnis

Setiap suku bangsa ataupun etnis akan memiliki karakteristik fisik yang akan berbeda satu dengan lainnya.

## 4. Postur dan posisi tubuh

Ukuran tubuh akan berbeda dipengaruhi oleh posisi tubuh pada saat akan melakukan aktivitas tertentu yaitu *structural dan functional body dimensions*. Posisi standar tubuh pada saat melakukan gerakan-gerakan dinamis dimana gerakan tersebut harus dijadikan dasar pertimbangan pada saat data antropometri diimplementasikan.

## 5. Pakaian

Pakaian seperti model, jenis bahan, jumlah rangkapan, dan lain-lain yang melekat di tubuh akan menambah dimensi ukuran tubuh manusia.

## 6. Jenis pekerjaan

Jenis pekerjaan mewajibkan adanya persyaratan dalam menyeleksi dimensi tubuh manusia seperti tinggi, berat badan, lingkaran perut, dan lain-lain. Seperti untuk buruh dermaga atau pelabuhan harus mempunyai

postur tubuh yang relatif besar dibandingkan dengan pegawai kantoran atau mahasiswa.

#### 7. Faktor kehamilan

Faktor kehamilan pada wanita merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi variabilitas data antropometri yaitu terutama pada tebal perut dan tebal dada. Sehingga, data antropometri yang digunakan dalam merancang produk dan stasiun kerja untuk wanita hamil berbeda dengan data antropometri wanita lainnya.

#### 8. Cacat tubuh secara fisik

Cacat tubuh secara fisik merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi variabilitas data antropometri. Seperti, orang normal dan orang yang memiliki keterbatasan fisik tidak mempunyai lengan. Untuk dimensi tinggi siku, tinggi pinggul, tinggi tulang ruas, tinggi ujung jari, dan lain-lain sangatlah berbeda antara orang normal dengan orang yang memiliki keterbatasan fisik. Sehingga, data antropometri yang digunakan dalam merancang produk dan stasiun kerja untuk orang yang cacat tubuh secara fisik berbeda dengan orang normal.

### 2.3.3 Jenis-jenis Antropometri

Salah satu pembatas kinerja tenaga kerja. Guna mengatasi keadaan tersebut diperlukan data antropometri tenaga kerja sebagai

acuan dasar desain sarana prasarana kerja. Antropometri sebagai salah satu disiplin ilmu yang digunakan dalam ergonomi memegang peran utama dalam rancang bangun sarana dan prasarana kerja.

Antropometri dapat dibagi menjadi:

#### 1. Antropometri Statis

Antropometri statis merupakan ukuran tubuh dan karakteristik tubuh dalam keadaan diam (statis) untuk posisi yang telah ditentukan atau standar. *Contoh: Tinggi Badan, Lebar bahu*

#### 2. Antropometri Dinamis

Antropometri dinamis adalah ukuran tubuh atau karakteristik tubuh dalam keadaan bergerak, atau memperhatikan gerakan-gerakan yang mungkin terjadi saat pekerja tersebut melaksanakan kegiatan. *Contoh: Putaran sudut tangan, sudut putaran pergelangan kaki.*

#### 2.3.4 Data Antropometri

Data antropometri adalah data-data dari hasil pengukuran yang digunakan sebagai data untuk perancangan peralatan. Mengingat bahwa keadaan dan ciri dapat membedakan satu dengan yang lainnya, maka dalam perancangan yang digunakan data antropometri terdapat tiga prinsip yang harus diperhatikan yaitu:



1. Prinsip perancangan fasilitas berdasarkan individu ekstrim (minimum atau maksimum) Prinsip ini digunakan apabila kita mengharapkan agar fasilitas yang akan di rancang tersebut dapat di pakai dengan enak dan nyaman oleh sebagian besar orang-orang yang akan memakainya.

Contohnya: Ketinggian kontrol maksimum digunakan tinggi jangkauan keatas dari orang pendek, ketinggian pintu di sesuaikan dengan orang yang tinggi dan lain-lain.

2. Prinsip perancangan fasilitas yang bisa disesuaikan. Prinsip digunakan untuk merancang suatu fasilitas agar fasilitas tersebut dapat menampung atau bisa dipakai dengan enak dan nyaman oleh semua orang yang mungkin memerlukannya. Biasanya rancangan ini memerlukan biaya lebih mahal tetapi memiliki fungsi yang lebih tinggi.

Contohnya: Kursi kemudi yang bisa di atur maju-mundur dan kemiringan sandarannya, tinggi kursi sekretaris atau tinggi permukaan mejanya.

3. Prinsip perancangan fasilitas berdasarkan harga rata rata para pemakainya. Prinsip ini hanya di gunakan apabila perancangan berdasarkan harga ekstrim tidak mungkin dilaksanakan dan tidak layak jika menggunakan prinsip perancangan fasilitas yang bisa disesuaikan. Prinsip berdasarkan harga ekstrim tidak mungkin

dilaksanakan bila lebih banyak rugi dari pada untungnya, ini berarti hanya sebagian kecil dari orang-orang yang merasa enak dan nyaman ketika menggunakan fasilitas tersebut.

Kenyataan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan atribut/ukuran fisik antara satu manusia dengan manusia yang lain. Perbedaan antara satu populasi dengan populasi yang lain dikarenakan oleh faktor-faktor yang mempengaruhi data antropometri, yaitu :

1. Umur
2. Jenis kelamin
3. Ras dan suku bangsa
4. Jenis pekerjaan

Dalam rangka untuk mendapatkan suatu rancangan yang optimum dari suatu ruang dan fasilitas akomodasi maka hal-hal yang harus diperhatikan adalah faktor- seperti panjang dari suatu dimensi tubuh manusia baik dalam posisi statis maupun dinamis selain itu juga harus didapatkan data-data yang sesuai dengan tubuh manusia. Pengukuran tersebut adalah relatif mudah untuk didapat jika diaplikasikan pada data perorangan. Akan tetapi semakin banyak jumlah manusia yang diukur dimensi tubuhnya, maka akan semakin kelihatan betapa besar variansinya antara tubuh dengan tubuh lainnya baik secara keseluruhan tubuh maupun segmennya.

### 2.3.5 Antropometri Dan Aplikasinya Dalam Perancangan Fasilitas

Istilah antropometri berasal dari “*anthro*” yang berarti manusia dan “*metri*” yang berarti ukuran. Secara definitif antropometri dapat dinyatakan sebagai suatu studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Antropometri secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan ergonomi dalam proses perancangan produk maupun sistem kerja yang akan memerlukan interaksi manusia. Data antropometri yang berhasil diperoleh akan diaplikasikan secara luas antara lain dalam hal :

1. Perancangan area kerja (*work station, mobile, interior, dll*)
2. Perancangan peralatan kerja seperti mesin, *equipment*, perkakas dan sebagainya
3. Perancangan produk-produk konsumtif seperti pakaian, kursi, meja, dan sebagainya.
4. Perancangan lingkungan kerja fisik

Jadi dapat disimpulkan bahwa data antropometri dapat menentukan bentuk, ukuran dan dimensi yang berkaitan dengan produk yang dirancang dan manusia yang akan mengoperasikannya atau menggunakan produk tersebut. Dalam kaitan ini maka perancangan produk harus mampu mengakomodasikan dimensi dari populasi terbesar yang akan menggunakan produk hasil rancangan tersebut.

Secara umum sekurang-kurangnya 90%-95% dari populasi yang menjadi target dalam kelompok pemakai suatu produk haruslah dapat menggunakan produk tersebut.

Untuk mendesain peralatan kerja secara ergonomi yang digunakan dalam lingkungan sehari-hari atau mendesain peralatan yang ada pada lingkungan seharusnya disesuaikan dengan manusia di lingkungan tersebut. Apabila tidak ergonomis akan menimbulkan berbagai dampak negatif bagi manusia tersebut. Dampak negatif bagi manusia tersebut akan terjadi dalam jangka waktu pendek (*short term*) maupun jangka panjang (*long term*).

### **2.3.6 Prinsip Perancangan Produk Atau Fasilitas Dengan Ukuran Rata-Rata Data Antropometri**

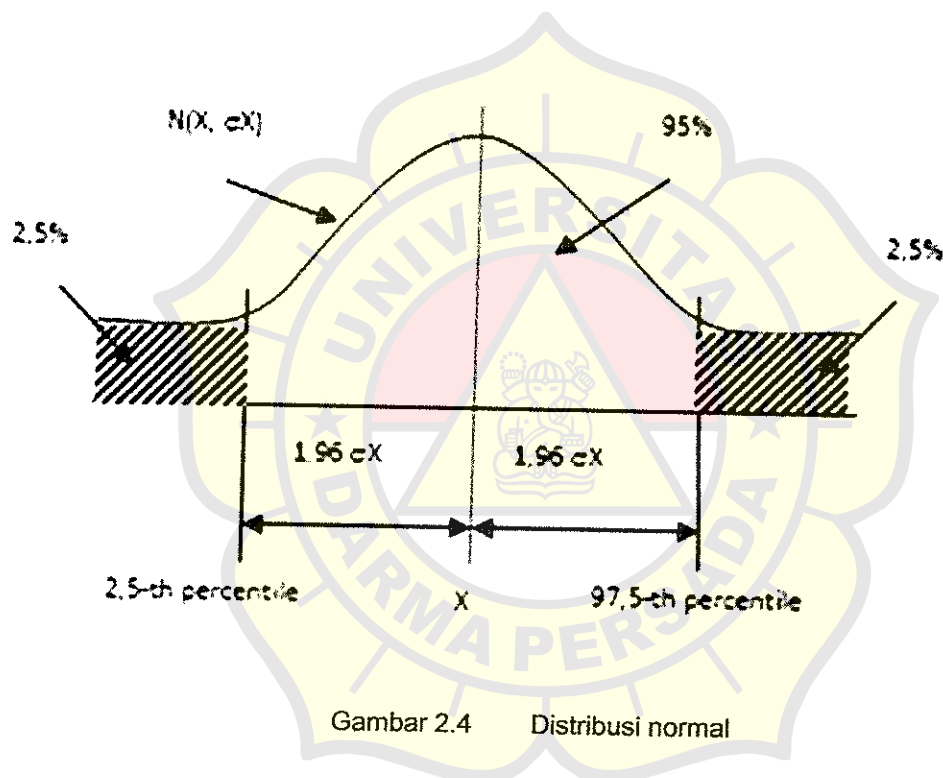
Dalam hal ini rancangan produk didasarkan terhadap rata-rata ukuran manusia. Problem pokok yang dihadapi dalam hal ini justru sedikit sekali mereka yang berbeda dalam ukuran rata-rata, sedangkan bagi mereka yang memiliki ukuran ekstrim akan dibuatkan rencana tersendiri.

Berkaitan dengan aplikasi data antropometri yang diperlukan dalam proses perancangan produk ataupun fasilitas kerja, maka ada beberapa sarana/ rekomendasi yang bisa diberikan sesuai langkah-langkah sebagai berikut (Nurmianto, 2003):

1. Pertama kali terlebih dahulu harus ditetapkan anggota tubuh mana yang nantinya akan difungsikan untuk mengoperasikan rencana tersebut
2. Tentukan dimensi tubuh yang penting dalam proses perancangan tersebut, dalam hal ini perlu juga diperhatikan apakah harus menggunakan data dimensi tubuh statis atautkah data dimensi tubuh dinamis
3. Selanjutnya tentukan populasi terbesar yang harus diantisipasi, diakomodasikan dan menjadi target utama pemakai rancangan produk tersebut. Hal ini lazim dikenal sebagai "segmentasi pasar" seperti produk mainan anak-anak, peralatan rumah tangga untuk wanita, dll.
4. Tetapkan prinsip ukuran yang harus diikuti semisal apakah rancangan tersebut untuk ukuran individual yang ekstrim, rentang ukuran yang fleksibel (*adjustabel*) atautkah ukuran rata-rata.
5. Pilih prosentase populasi yang harus diikuti 90th, 95th, 99th atautkah nilai persentil yang lain yang dikehendaki
6. Untuk setiap dimensi tubuh yang telah diidentifikasi selanjutnya pilih/tetapkan nilai ukurannya dari tabel data antropometri yang sesuai. Aplikasikan data tersebut dan tambahkan faktor kelonggaran (*allowance*) bila diperlukan seperti halnya tambahan

ukuran akibat tebalnya pakaian yang harus dikenakan oleh operator, pemakaian sarung tangan dan lain-lain.

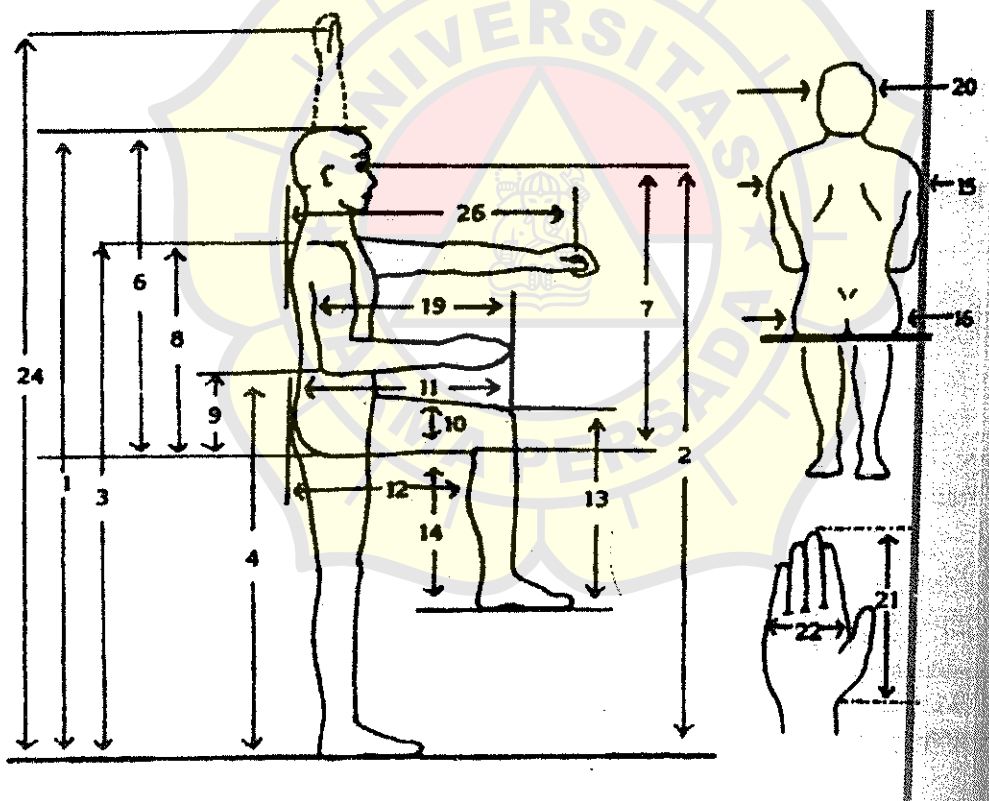
Selanjutnya untuk menjelaskan mengenai data antropometri untuk bisa diaplikasikan dalam berbagai rancangan produk ataupun fasilitas kerja, maka gambar berikut akan memberikan informasi tentang berbagai macam anggota tubuh yang perlu diukur.



Nilai-nilai distribusi persentil yang umum diaplikasikan dalam perhitungan data antropometri dijelaskan pada tabel di bawah ini

Tabel 2.4 Distribusi normal dan perhitungan persentil

PERSENTIL	KALKULASI
1st	$\bar{X} - 2,325 \sigma_x$
2.5th	$\bar{X} - 1,960 \sigma_x$
5th	$\bar{X} - 1,645 \sigma_x$
10th	$\bar{X} - 1,280 \sigma_x$
50th	$\bar{X}$
90th	$\bar{X} + 1,280 \sigma_x$
95th	$\bar{X} + 1,645 \sigma_x$
97,5th	$\bar{X} + 1,960 \sigma_x$
99th	$\bar{X} + 2,325 \sigma_x$



Gambar 2.5 Antropometri tubuh manusia

Tabel 2.5 Antropometri masyarakat Indonesia yang didapat dari interpolasi masyarakat British dan Hongkong (Pheasant, 1986) terhadap masyarakat Indonesia (Suma'mur, 1989) serta istilah dimensionalnya dari (Nurmianto, 1991a; Nurmianto, 1991b).

Dimana:  $G_x$  = nilai rata-rata (mean),  $T$  = nilai standar deviasi (SD), 5% = nilai 5 persentil, 95% = nilai 95 persentil

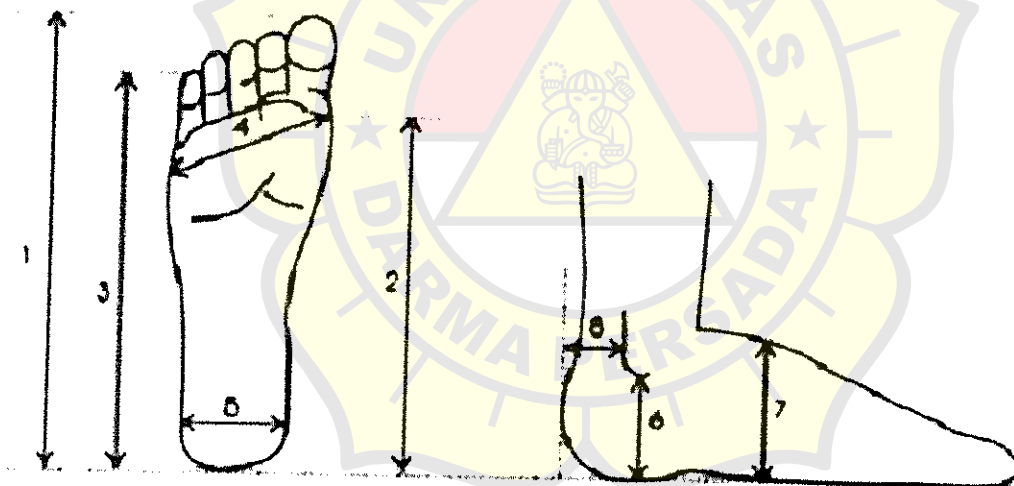
DIMENSI TUBUH	PRIA				WANITA			
	5%	X	95%	S.D	5%	X	95%	S.D
1. Tinggi Tubuh Posisi berdiri Tegak	1.532	1.632	1.732	61	1.464	1.563	1.662	60
2. Tinggi Mata	1.425	1.520	1.615	58	1.350	1.446	1.542	58
3. Tinggi Bahu	1.247	1.338	1.429	55	1.184	1.272	1.361	54
4. Tinggi Siku	932	1.003	1.074	43	886	957	1.028	43
5. Tinggi Genggaman Tangan (Knuckle) pada Posisi Relaks ke bawah	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 (popliteal) 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 (popliteal)	361	403	445	26	337	382	428	28
15. Lebar Bahu (bideltoid)	382	424	466	26	342	385	428	26
16. Lebar Panggul	291	330	371	24	298	345	392	29
17. Tebal Dada	174	212	250	23	178	228	278	30
18. Tebal Perut (abdominal)	174	228	282	33	175	231	287	34
19. Jarak dari Siku ke Ujung Jari	405	439	473	21	374	409	444	21
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 Kanan ke Kiri	1.520	1.663	1.806	87	1.400	1.523	1.646	75
24. Tinggi Pegangan Tangan (grip) 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 (grip) pada Posisi Tangan Vertikal ke Atas & Duduk	1.065	1.169	1.273	63	945	1.030	1.115	52
26. Jarak Genggaman Tangan (grip) ke Punggung pada Posisi Tangan ke Depan (horizontal)	649	708	767	37	610	661	712	31



Tabel 2.6 Antropometri kaki orang Indonesia yang didapat dari interpolasi data Dempster (1955), Reynolds (1978) dan Nurmianto (1991).

Dimana : Panjang telapak kaki = 15,2% tinggi badan pria dan 14,7% tinggi badan wanita. Dari pendekatan tersebut diusahakan interpolasi antropometri dengan koefisien variansi yang sesuai.

DIMENSI	PRIA				WANITA			
	5th	50th	95th	S.D.	5th	50th	95th	S.D.
1. Panjang Telapak Kaki	230	248	266	11	212	230	248	11
2. Panjang Telapak Lengan Kaki	165	178	191	8	158	171	184	8
3. Panjang Kaki sampai Jari Kelingking	186	201	216	9	178	191	204	8
4. Lebar Kaki	82	89	96	4	81	88	95	4
5. Lebar Tangkai Kaki	61	66	71	3	49	54	59	3
6. Tinggi Mata Kaki	61	66	71	3	59	64	69	3
7. Tinggi Bagian Tengah Telapak Kaki	68	75	82	4	64	69	74	3
8. Jarak Horisontal Tangkai Mata Kaki	49	52	55	2	46	49	52	2



Gambar 2.6 Antropometri kaki

Tabel 2.7 Antropometritelapak tangan orang Indonesia yang didapat dari interpolasi data Pheasant (1986), Suma'mur (1989) dan Nurmianto (1991)

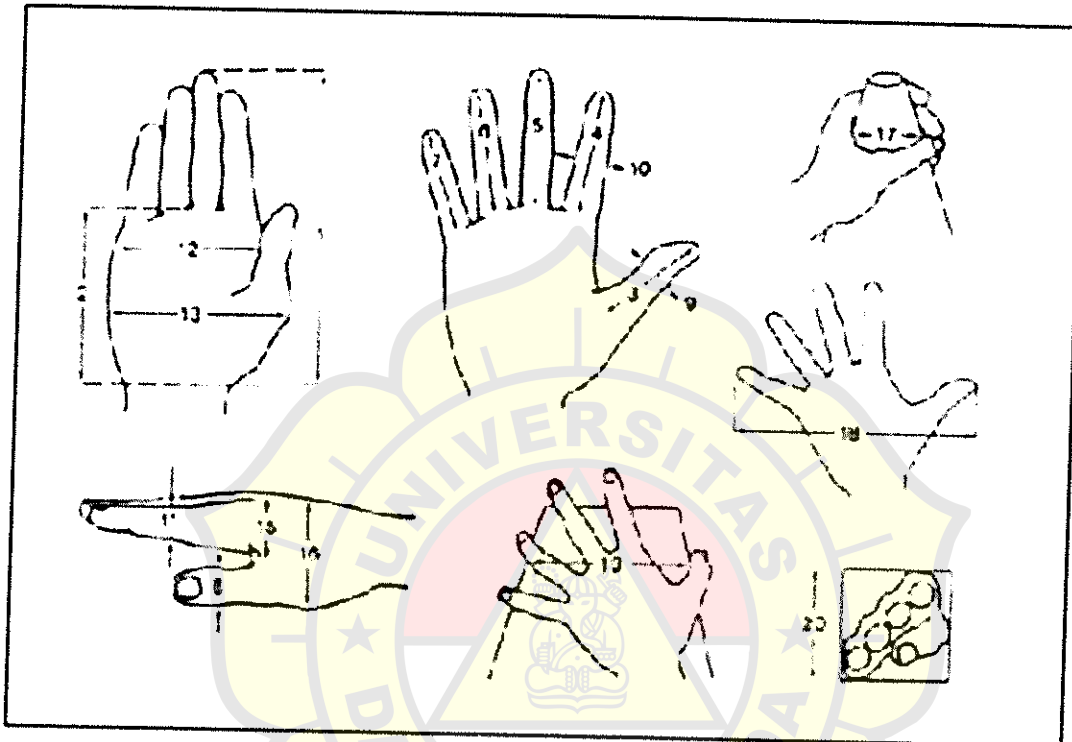
(Semua dimensi dalam satuan mm)

DIMENSI	PRIA				WANITA			
	5th	50th	95th	SD	5th	50th	95th	SD
1. Panjang tangan	163	176	189	8	155	168	181	8
2. Panjang telapak tangan	92	100	108	5	87	94	101	4
3. Panjang ibu jari	45	48	51	2	42	45	48	2
4. Panjang jari telunjuk	2	67	72	3	60	65	70	3
5. Panjang jari tengah	70	77	84	4	69	74	79	3
6. Panjang jari manis	62	67	72	3	59	64	69	3
7. Panjang jari kelingking	48	51	54	2	45	48	51	2
8. Lebar ibu jari (IPJ)	19	21	23	1	16	18	20	1
9. Tebal ibu jari (IPJ)	19	21	23	1	15	17	19	1
10. Lebar jari telunjuk (PIPJ)	18	20	22	1	15	17	19	1
11. Tebal jari telunjuk (PIPJ)	16	18	20	1	13	15	17	1
12. Lebar telapak tangan (metacarpal)	74	81	88	4	68	73	78	3
13. Lebar telapak tangan (sampai ibu jari)	88	98	108	6	82	89	96	4
14. Lebar telapak tangan (minimum)	68	75	82	4	64	59	74	3
15. Tebal telapak tangan (metacarpal)	28	31	34	2	25	27	29	1
16. Tebal telapak tangan (sampai ibu jari)	41	48	47	2	41	44	47	2
17. Diameter genggam (maksimum)	45	48	51	2	43	46	49	2
18. Lebar maksimum (ibu jari ke jari kelingking)_	177	192	206	9	169	184	199	9
19. Lebar fungsional maksimum (ibu jari ke jari lain)	122	132	142	6	113	123	134	6
20. Segi empat manimum yang dapat dilewati telapak tangan	57	62	67	3	51	56	61	3

**Catatan :**

IPJ = Interphalangeal Joint(sambungan antar ruas tulang jari)

PIPJ = Proximal Interphalangeal Joint(sambungan antar ruas tulang jari ke arah mendekati tubuh)



Gambar 2.7 Antropometri tangan

## 2.4 KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3)

### 2.4.1 Definisi K3

Definisi tentang K3 adalah yang dirumuskan oleh ILO/WHO Joint Safety and Health Committee, yaitu : *Occupational Health and Safety is the promotion and maintenance of the highest degree of physical, mental and social well-being of all occupation; the prevention among workers of*

*departures from health caused by their working conditions; the protection of workers in their employment from risk resulting from factors adverse to health; the placing and maintenance of the worker in an occupational environment adapted to his physiological and psychological equipment and to summarize the adaptation of work to man and each man to his job.*

Bila dicermati definisi K3 di atas maka definisi tersebut dapat dipilah-pilah dalam beberapa kalimat yang menunjukkan bahwa K3 adalah: "Promosi dan memelihara derajat tertinggi semua pekerja baik secara fisik, mental, dan kesejahteraan sosial di semua jenis pekerjaan, untuk mencegah penurunan kesehatan kesehatan pekerja yang disebabkan oleh kondisi pekerjaan mereka, melindungi pekerja pada setiap pekerjaan dari risiko yang timbul dari faktor-faktor yang dapat mengganggu kesehatan, penempatan dan memelihara pekerja di lingkungan kerja yang sesuai dengan kondisi fisiologis dan psikologis pekerja dan untuk menciptakan kesesuaian antara pekerjaan dengan pekerja dan setiap orang dengan tugasnya".

Dari pengertian di atas dapat diambil suatu tujuan dari K3 yaitu untuk menjaga dan meningkatkan status kesehatan pekerja pada tingkat yang tinggi dan terbebas dari faktor-faktor di lingkungan kerja yang dapat menyebabkan terjadinya gangguan kesehatan. Definisi K3 yang dirumuskan oleh ILO dan WHO dapat ditelaah dengan menggunakan sistematika 4W (*What, Who, When, Where*) dan 1 H (*How*).

### What

Kata "what" berarti apa atau apakah. Dalam konteks pembahasan ini sesuai dengan definisi di atas maka yang dimaksud dengan what adalah apa yang menjadi perhatian dalam keilmuan K3. Dari definisi di atas terlihat koncern K3 yang dirumuskan lebih memperhatikan aspek kesehatan dengan penekanan terhadap pengendalian terhadap potensi-potensi hazard yang ada di lingkungan kerja. Pada definisi di atas juga terlihat sedikit mengenai aspek keserasian antara pekerja dengan pekerjaan dan lingkungan kerja (aspek ergonomic).

### Who

Pada definisi di atas yang dimaksud dengan "who" adalah semua pekerja yang berada di tempat kerja mulai dari level tertinggi dalam manajemen sampai level terendah. Aspek yang diperhatikan meliputi fisik, mental dan kesejahteraan sosial.

### When

Bila merujuk pada definisi di atas yang mana terdapat kata promotion, prevention, protection, dan maintenance, menunjukkan bahwa K3 dalam penerapannya dilakukan di semua tahapan proses. Tahapan yang dimaksud misalnya tahap disain (preventif dan promotif), tahap proses berjalan (protection dan maintenance) serta dapat dilakukan pada saat pasca operasi khususnya untuk penanganan masalah keselamatan dan kesehatan produk dan masalah limbah produksi.

Where

Where yang berarti di mana pada definisi di atas berarti tempat di mana K3 harus di jalankan atau dilaksanakan. Bila merujuk pada definisi di atas, maka tempat penerapan K3 adalah pada setiap pekerjaan di lingkungan kerja.

How

How yang berarti bagaimana maksudnya adalah bagaimana metode untuk melaksanakan K3 di lingkungan kerja pada semua jenis pekerjaan. Terlihat bahwa penerapan K3 menurut ILO/WHO adalah dengan melakukan promotive, preventive, protective, maintenance dan adaptative.

#### **2.4.2 Tujuan dan Manfaat K3**

K3 merupakan kebutuhan mutlak bagi seluruh pekerja di dunia, setiap perusahaan wajib mempunyai standart keselamatan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Melindungi tenaga kerja apabila usaha rekayasa (engineering) dan administratif tidak dapat dilakukan dengan baik.
2. Meningkatkan efektivitas dan produktivitas kerja
3. Menciptakan lingkungan kerja yang aman

Dari penerapan K3 di setiap perusahaan maka terdapat manfaat sebagai berikut:

1. Untuk melindungi seluruh/sebagian tubuhnya terhadap kemungkinan adanya potensi bahaya/kecelakaan kerja.
2. Mengurangi resiko akibat kecelakaan

#### 2.4.3 Jenis alat K3 :

Alat pelindung diri (APD) merupakan peralatan yang harus disediakan oleh pengusaha oleh karyawan. Kewajiban menggunakan APD itu sendiri telah disepakati oleh pemerintah melalui departement tenaga kerja Republik Indonesia .

Adapun bentuk APD standar untuk bahan kimia berbahaya adalah pelindung kepala (Helm), pelindung mata, pelindung wajah, pelindung tangan, dan pelindung kaki, Pelindung Telinga, Tali Keselamatan, Jas Laboratorium (Bagi pekerja di Industri yang banyak bekerja di Laboratorium).Berikut merupakan jenis-jenis alat pelindung:

1. Alat pelindung kepala: topi pelindung/pengaman (Safety Helmet), tutup kepala, hats/cap, topi pengaman.
2. Alat pelindung muka dan mata: safety glasses, face shields, goggles.
3. Alat pelindung telinga: tutup telinga (Ear muff ), sumbat telinga (Ear plugs)

4. Alat pelindung pernafasan: masker, respirator
5. Alat pelindung tangan: sarung tangan (Safety Gloves)
6. Alat pelindung kaki: sepatu bot
7. Alat pelindung Badan: jas laboratorium
8. Safety Belt
9. Alat pelindung diri untuk tugas khusus.

## 2.5 UJI KECUKUPAN DAN KESERAGAMAN DATA

Uji kecukupan data digunakan untuk menentukan bahwa jumlah sampel data yang diambil telah cukup untuk proses inferensi ataupun pengolahan data pada proses selanjutnya. Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu sebenarnya, sedangkan tingkat kepercayaan menunjukkan besarnya kebenaran hasil yang diperoleh memenuhi syarat ketelitian tadi. Dalam uji ini akan digunakan persamaan dengan tingkat ketelitian 5% dan tingkat kepercayaan 95%.

$$N' = \left[ \frac{k/s \sqrt{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2}}{\sum xi} \right]^2, N > N'$$

$$N' = \left[ \frac{2/0,05 \sqrt{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2}}{\sum xi} \right]^2$$



Dimana :

$N'$  = Jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan.

$k$  = Tingkat kepercayaan dalam pengamatan. ( $k = 2$ ,  $1-\alpha=95\%$ )

$s$  = Derajat ketelitian dalam pengamatan (5%)

$n$  = Jumlah pengamatan yang sudah dilakukan.

$x_i$  = Data pengamatan

(Data pengamatan dianggap cukup apabila  $N'$  lebih besar dari  $N$ ).

Sedangkan uji keseragaman data dimaksudkan untuk menentukan bahwa populasi data sampel yang digunakan memiliki penyimbangan yang normal dari nilai rata-ratanya pada tingkat kepercayaan/signifikansi tertentu. Data dianggap seragam bila seluruh sampel data berada dalam cakupan range antara batas bawah dan batas atas.

- Perhitungan harga rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

- Perhitungan standart deviasi

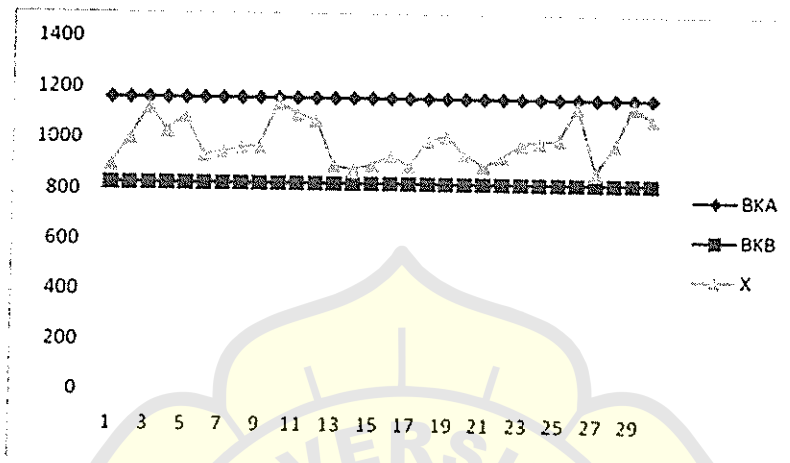
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

- Penetapan batas kendali :

$$BKA = \bar{X} + 2 \sigma_x$$

$$BKB = \bar{X} - 2 \sigma_x$$

Setelah menghitung 30 data seperti rata-rata, standar deviasi dan batas kontrol maka dapat dilihat ternyata tidak ada yang out of control seperti terlihat pada gambar diagram dibawah:



Gambar 2.8 Grafik pengujian batas kendali