

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Definisi Perancangan, Pengembangan dan Inovasi Produk

Perancangan adalah kegiatan awal dari suatu rangkaian kegiatan dalam proses pembuatan produk. Perancangan dan pembuatan produk merupakan hal yang sangat penting dalam pembuatan sebuah produk, kegiatan perancangan dimulai dengan didapatkanya tentang hal yang menjadi kebutuhan manusia/konsumen, kemudian disusul oleh penciptaan konsep produk, dan diakhiri dengan pembuatan dan pengiriman produk (Kristanto & Manopo, 2010). Keberadaan sebuah produk ditempuh melalui suatu tahap-tahap siklus kehidupan produk, yaitu:

1. Ditemukan kebutuhan produk
2. Perancangan dan pengembangan produk
3. Pembuatan dan pendistribusian produk
4. Pemanfaatan produk
5. Pemusnahan

Perancangan produk adalah sebuah proses yang berawal dari ditemukannya kebutuhan manusia akan suatu produk sampai diselesaikannya gambar dan dokumen hasil rancangan yang akan dipakai sebagai dasar pembuatan suatu produk. Hasil rancangan yang dibuat menjadi produk diharapkan dapat memenuhi kebutuhan manusia.

Pengembangan produk merupakan usaha meningkatkan mutu dari barang atau jasa dan penemuan barang atau jasa baru yang akan menambah kepuasan konsumen. Dari pengertian pengembangan produk tersebut tampak sekali bahwa segala bentuk barang dan jasa yang dihasilkan selalu berkaitan dengan kepuasan konsumen. (Indriani, 2006) mengemukakan bahwa yang terpenting dalam pengembangan produk adalah kemampuan untuk mengubah jarak permintaan dengan harapan yang samar-samar menjadi produk yang nyata.

Proses pengembangan produk menurut Urich dan Eppinger dalam bukunya yang berjudul Perancangan dan Pengembangan Produk terdiri atas enam fase yaitu:

1. Fase 0: Perencanaan Produk

Kegiatan perencanaan sering dirujuk sebagai “*zero fase*” karena kegiatan ini mendahului persetujuan proyek dan proses peluncuran pengembangan produk aktual.

2. Fase 1: Pengembangan Konsep

Pada fase pengembangan konsep, kebutuhan pasar target diidentifikasi, alternatif konsep-konsep produk dibangkitkan dan dievaluasi, dan satu atau lebih konsep dipilih untuk pengembangan dan percobaan lebih jauh.

3. Fase 2: Perancangan Tingkat Sistem

Fase perancangan tingkat sistem mencakup definisi arsitektur produk dan uraian produk menjadi sub sistem - sub sistem serta komponen-komponen

4. Fase 3: Perancangan Detail

Fase perancangan detail mencakup spesifikasi lengkap dari bentuk, material, dan toleransi-toleransi dari seluruh komponen unik pada produk dan identifikasi seluruh komponen standar yang dibeli dari pemasok.

5. Fase 4: Pengujian dan Perbaikan

Fase pengujian dan perbaikan melibatkan konstruksi dan evaluasi dari bermacam-macam versi produksi awal produk.

6. Fase 5: Produksi Awal

Pada fase produksi awal, produk dibuat dengan menggunakan sistem produksi yang sesungguhnya. Tujuan dari produksi awal ini adalah untuk melatih tenaga kerja dalam memecahkan permasalahan yang timbul pada proses produksi sesungguhnya. Peralihan dari produksi awal menjadi produksi sesungguhnya biasanya tahap demi tahap. Pada beberapa titik pada masa peralihan ini, produk diluncurkan dan mulai disediakan untuk didistribusikan

Definisi mengenai inovasi adalah sebuah mekanisme perusahaan untuk beradaptasi dalam lingkungan yang dinamis. Oleh karena itu, perusahaan dituntut untuk mampu menciptakan pemikiran-pemikiran baru, gagasan-gagasan baru, dan

menawarkan produk yang lebih inovatif, serta meningkatkan pelayanan yang memuaskan pelanggan (Purnomo, 2017). Fontana menyebutkan inovasi produk yang mencakup perubahan-perubahan pada:

1. Bungkus produk, membangun, memperbaiki kemasan suatu produk sehingga lebih inovatif
2. Ukuran produk, adanya keragaman ukuran yang inovatif.
3. Inovasi proses, mengubah maupun membangun proses produksi menjadi lebih efisien.
4. Inovasi sistem distribusi, membuat saluran distribusi lebih sederhana.
5. Inovasi manajemen, bertujuan membuat manajemen organisasi menjadi lebih fleksibel dan lincah dalam menghadapi perubahan kondisi lingkungan organisasi.

2.1.2 Ergonomi

2.1.2.1 Sejarah Perkembangan Ergonomi

Istilah "ergonomi" mulai dicetuskan pada tahun 1949, akan tetapi aktivitas yang berkenaan dengannya telah bermunculan puluhan tahun sebelumnya (Wardhana, 2013). Beberapa kejadian penting sebagai berikut:

1. C.T. Thackrah, England., 1831.

Thackrah adalah seorang dokter dari Inggris/ England yang meneruskan pekerjaan dari seorang Italia bernama Ramazzuu, 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. 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 metodanya merupakan konsep ergonomi dan manajemen modern.

3. F.B. Gilberth, 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. Badan Penelitian untuk Kelelahan Industri (*Industrial Fatigue*) Research Board), England, 1918.

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

5. 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 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.

6. 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, ketidaknyamanan karena terlalu panas atau terlalu dingin, desain pakaian untuk suasana kerja yang terlalu panas atau terlalu dingin dan pengaruhnya pada kinerja operator.

7. Pembentukan Kelompok Ergonomi.

Pembentukan Masyarakat Peneliti Ergonomi (*the Ergonomics Research Society*) di England pada tahun 1949 melibatkan beberapa profesional yang telah banyak berkecimpung dalam bidang ini. Hal ini menghasilkan jurnal (majalah ilmiah) pertama dalam bidang Ergonomi pada Nopember 1957. Perkumpulan Ergonomi Internasional (*The International Ergonomics Association*) terbentuk pada tahun 1957, dan *The Human Faktors Society* di Amerika pada tahun yang sama. Di samping itu patut diketahui pula bahwa Konperensi Ergonomi Australia yang pertama diselenggarakan pada tahun 1964, dan hal ini mencetuskan terbentuknya Masyarakat Ergonomi Australia dan New Zealand (*The Ergonomics Society of Australia and New Zealand*).

2.1.2.2 Pengertian Ergonomi

Dalam *International Ergonomics Association* dijelaskan istilah ergonomi berasal dari bahasa Latin Istilah ‘ergonomi’ berasal dari bahasa Latin, yaitu Ergon yang berarti kerja, dan nomor yang berarti hukum alam. Dengan demikian maka ergonomi 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 (Soenandi et al., 2013).

Ergonomi adalah suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia merancang suatu sistem kerja, sehingga manusia dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu dengan efektif, aman, dan nyaman. Fokus dari ergonomi adalah manusia dan

interaksinya dengan produk, peralatan, fasilitas, prosedur dan lingkungan dan pekerja serta kehidupan sehari-hari dimana, dengan demikian ergonomi juga dapat diartikan sebagai ilmu atau kaidah yang mempelajari manusia sebagai komponen dari suatu sistem kerja mencakup karakteristik fisik maupun nonfisik, keterbatasan manusia, dan kemampuannya dalam rangka merancang suatu sistem yang efektif, aman, sehat, nyaman, dan efisien (Andriani & Erfani, 2017).

Pendekatan ergonomi perlu dilakukan dalam perencanaan dan perancangan ruang kerja yang berpusat pada manusia. Ergonomi merupakan suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi mengenai sifat manusia, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang sistem kerja yang baik agar tujuan dapat dicapai dengan efektif, aman dan nyaman (Nur Fajri Alfata et al., 2012).

Selain pengertian diatas ada pengertian lain yang menyatakan bahwa disiplin ergonomi adalah suatu cabang keilmuan yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem dengan baik untuk mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan dengan efektif, efisien, aman dan nyaman.

2.1.2.3 Tujuan Ergonomi

Secara umum tujuan dari penerapan ergonomi adalah :

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, mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun secara tidak produktif.
3. Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek seperti aspek teknis, ekonomis, antropologis dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup tinggi.

2.1.2.4 Bidang Kajian Ergonomi

Pengelompokan bidang kajian yang lengkap dan mencakup seluruh perilaku manusia dalam bekerja adalah kajian Ergonomi yang dikelompokkan oleh Dr. Ir. Iftikar Z. Sutalaksana sebagai berikut :

1. Anthropometri.

Anthropometri adalah cabang ergonomi yang mengkaji masalah dimensi tubuh manusia, Informansi dimensi tubuh manusia diperlukan untuk merancang sistem kerja yang ergonomis.

2. Faal Kerja

Perilaku manusia yang dibahas dalam Faal kerja adalah reaksi tubuh selama bekerja, khususnya mengenai energi yang dikeluarkannya. Hal-hal yang banyak dibahas dalam Faal kerja manusia adalah kelelahan (*fatigue*) kerja otot.

3. Biomekanika Kerja.

Biomekanika kerja mengkaji perilaku manusia dalam aspek-aspek mekanika gerakan. Objek penelitian sehubungan dengan masalah biomekanika ini adalah kekuatan kerja otot, kecepatan dan ketelitian gerak anggota badan, serta daya tahan jaringan-jaringan tubuh terhadap beban.

4. Penginderaan.

Manusia pada dasarnya memiliki lima indera utama, yaitu indera penglihatan (mata), indera pendengaran (telinga), indera penciuman (hidung), indera perasa (kulit), serta indera perasa (lidah).

5. Psikologi Kerja

Psikologi kerja membahas masalah-masalah kejiwaan yang ditemukan di tempat kerja, yakni menyangkut faktor diri manusia, termasuk didalamnya: kebiasaan, jenis kelamin, usia, sifat dan kepribadian, sistem nilai, karakteristik fisik, minat, motivasi, pendidikan, pengalaman dan sebagainya.

2.1.3 Evaluasi Ergonomi Dalam Perancangan Desain

Untuk melaksanakan kajian atau evaluasi (pengujian) bahwa desain sudah memenuhi persyaratan ergonomis adalah dengan mempertimbangkan faktor manusia, dalam hal ini ada empat aturan sebagai dasar perancangan desain, yakni (Wardani, 2003):

1. Memahami bahwa manusia merupakan fokus utama perancangan desain, sehingga hal-hal yang berhubungan dengan struktur anatomi (fisiologik) tubuh manusia harus diperhatikan, demikian juga dengan dimensi ukuran tubuh (antropometri).
2. Menggunakan prinsip-prinsip kinesiologi dalam perancangan desain (studi mengenai gerakan tubuh manusia dilihat dari aspek biomechanics), tujuannya untuk menghindarkan manusia melakukan gerakan kerja yang tidak sesuai, tidak beraturan dan tidak memenuhi persyaratan efektivitas efisiensi gerakan.
3. Pertimbangan mengenai kelebihan maupun kekurangan (keterbatasan) yang berkaitan dengan kemampuan fisik yang dimiliki oleh manusia di dalam memberikan respon sebagai kriteria-kriteria yang perlu diperhatikan pengaruhnya dalam perancangan desain.
4. Mengaplikasikan semua pemahaman yang terkait dengan aspek psikologik manusia sebagai prinsip-prinsip yang mampu memperbaiki motivasi, attitude, moral, kepuasan dan etos kerja.

Selain hal-hal tersebut di atas, unsur lain yang juga penting untuk diperhatikan dalam perancangan desain adalah hubungan antara lingkungan, manusia, alat-alat atau perangkat kerja, dengan produk fasilitas kerjanya. Satu sama lain saling berinteraksi dan memberi pengaruh signifikan terhadap peningkatan produktivitas, efisiensi, keselamatan, kesehatan, kenyamanan maupun ketenangan orang bekerja sehingga menghindarkan diri dari segala bentuk kesalahan manusiawi (*human error*) yang berakibat kecelakaan kerja.

2.1.4 Postur Kerja

Postur kerja merupakan titik penentu dalam menganalisis keefektifan dari suatu pekerjaan yang dilakukan. Apabila postur kerja yang dilakukan oleh pekerja sudah baik dan ergonomis maka dapat dipastikan hasil yang akan diperoleh oleh pekerja tersebut adalah hasil yang baik. Akan tetapi sebaliknya bila postur kerja pekerja salah atau tidak ergonomis maka pekerja tersebut akan mudah mengalami kelelahan dan dalam jangka panjang akan menimbulkan keluhan-keluhan pada bagian tubuh tertentu.

Untuk menghindari postur kerja yang demikian, pertimbangan-pertimbangan ergonomis antara lain menyarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Mengurangi keharusan pekerja untuk bekerja dengan postur kerja membungkuk dengan frekuensi kegiatan yang sering dalam jangka waktu yang lama.
2. Pekerja tidak seharusnya menggunakan jarak jangkauan maksimal.
3. Pekerja tidak seharusnya duduk atau berdiri pada saat bekerja untuk waktu yang lama dengan kepala. Leher, dada atau kaki berada dalam postur kerja miring.
4. Operator tidak seharusnya dipaksa bekerja alam frekuensi atau periode waktu yang lama dengan tangan atau lengan berada dalam posisi diatas level siku yang normal.

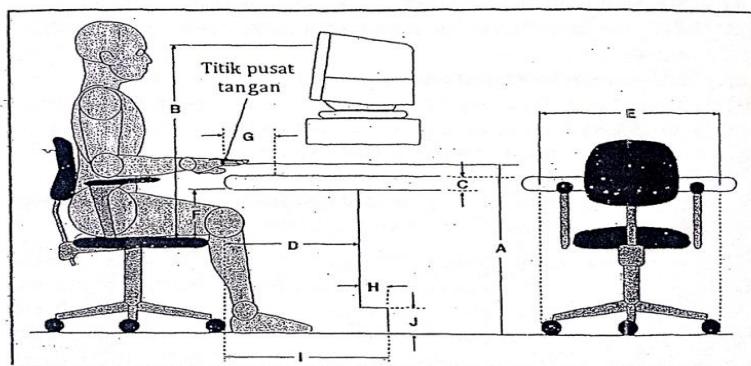
2.1.5 Desain Stasiun Kerja dan Sikap Kerja Duduk

Sikap kerja duduk merupakan sikap kerja yang kaki tidak terbebani dengan berat tubuh dan posisi stabil selama bekerja. Duduk memerlukan lebih sedikit energi daripada berdiri karena hal itu dapat mengurangi banyaknya beban otot statis pada kaki. Posisi duduk dalam jangka waktu yang lama juga akan berakibat buruk terhadap kesehatan. Jika kursi dan postur kerja yang dirancang tidak bagus (tidak ergonomis), dapat mengakibatkan timbulnya rasa pegal pada leher, tulang belakang, kelainan bentuk pada tulang belakang, dan masalah yang berhubungan dengan fungsi otot. Postur kerja merupakan pengaturan sikap tubuh saat bekerja.

Sikap kerja duduk berhubungan dengan kursi. Kegunaan kursi adalah untuk menstabilkan postur tubuh berupa:

1. Nyaman selama periode waktu.
2. Memuaskan secara fisiologis.
3. Tepat digunakan untuk tugas atau kegiatan yang bersangkutan.

Contoh desain stasiun kerja untuk sikap duduk dapat dilihat seperti Gambar 2.1 di bawah ini



Gambar 2.1 Desain stasiun kerja duduk dan pertimbangan antropometri
Sumber : <https://muhyidin.id/ergonomi-perkantoran/>

Keterangan Gambar

- A. Tinggi landasan kerja adalah setinggi siku duduk
- B. Tinggi visual pekerjaan adalah setinggi mata duduk
- C. Ketebalan landasan kerja
- D. Kedalaman meja untuk kemudahan akses kursi adalah mempertimbangkan agar lutut tidak sampai membentur kedalaman meja
- E. Lebar kaki kursi beroda yang harus diperhitungkan terhadap lebar ruang bebas dibawah meja
- F. Jarak antara landasan kursi dengan landasan meja bagian bawah adalah mempertimbangkan ukuran tebal paha
- G. Lokasi penempatan peralatan yang sering digunakan, seperti keyboard, adalah mempertimbangkan ukuran tebal paha.
- H. Kedalaman meja bagian bawah untuk kemudahan akses kaki
- I. Adalah panjang D + 1
- J. Tinggi kedalaman meja bagian bawah untuk kemudahan akses kaki

Meski banyak orang yang mengatakan bahwa pekerjaan yang dilakukan dengan posisi duduk adalah pekerjaan ringan, akan tetapi pada kenyataanya jika pekerjaan tersebut dilakukan dalam waktu yang lama maka pekerjaan tersebut akan terasa sangat berat dan melelahkan. Untuk itu dibawah ini merupakan petunjuk-petunjuk sederhana yang dapat diimplementasikan untuk membuat pekerjaan dengan sikap duduk menjadi sedikit lebih nyaman dan tentunya untuk membantu meningkatkan produktivitas kerja.

1. Pada saat duduk, otot lutut akan menarik tulang pinggul kemudian akan meluruskan tulang belakang. Duduk pada posisi tulang belakang yang lurus akan menyebabkan tekanan tambahan pada bagian depan *disc spinal* dan mengakibatkan ketegangan pada ligamen.
2. Pada saat duduk tanpa menyandar, akan lebih baik jika tulang pinggul condong/miring kedepan untuk mendapatkan sikap tubuh yang netral.
3. Posisi tegak lurus dengan sudut 90^0 adalah posisi baik yang dapat diterima, tetapi jarang diterapkan. Sandaran dengan bentuk yang menyerupai garis tulang belakang (Kurva ‘S’) akan dapat melepaskan kepenatan dan ketidaknyamanan pada bagian tersebut.
4. Apabila menggunakan sandaran punggung/pinggang, maka tulang belakang harus menupang dalam keadaan alamiah (sudut inklinasi 100 s/d 119^0)

2.1.6 Pendekatan Pendekatan untuk perancangan kursi

Menurut Nurmianto (1991) yang dikutip dari (Kusumawati, 2011), pendekatan-pendekatan yang dilakukan dalam perancangan kursi antara lain:

1. Merancang penyangga lumbar pada posisi duduk

Pendekatan ini menekankan pada ketentuan dari sandaran punggung yang dapat disetel untuk menyangga daerah lumbal atau daerah yang lebih rendah pada tulang belakang. 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*.

2. Perancangan tempat duduk yang miring kedepan

Pada umumnya permukaan duduk dimiringkan sekitar 5^0 kearah belakang

untuk mengurangi kemungkinan operator meluncur kedepan. Diperkirakan kemiringan bangku kedepan sampai 15^0 , dari permukaan, 20^0 dari lekukan lumbal. Oleh karena itu perancangan kursi harus lebih sedikit miring kedepan dengan tujuan agar operator merasa condong dengan meja kerja sehingga akan lebih mudah untuk melakukan aktivitas diatas meja kerja.

3. Postur duduk berlutut

Kursi keseimbangan adalah suatu hasil logika terhadap problema dari perubahan tekukan tulang belakang jika duduk. Perputaran pinggul dapat dikurangi dengan cepat dan rotasi pinggul hampir dapat dihilangkan. Akan tetapi kelemahannya seseorang akan dapat meluncur pada kursi ini jika kursi model seperti ini tidak dilengkapi sandaran untuk lutut.

4. Perancangan sudut sandaran kursi sampai suatu posisi “*semi-reclining*”

Hal ini akan mengurangi reaksi pada berat badan bagian atas sepanjang punggung, dan sepanjang tulang belakang. Suatu sandaran punggung yang sesuai untuk kursi panjang (kursi malas) dan yang paling penting lagi untuk tempat duduk kendaraan adalah sama sudut 110^0 . Grandjean (1993) memberikan suatu sudut yang sejenis untuk kursi panjang (kursi malas).

2.1.7 Ukuran (Dimensi Kursi)

Ukuran-ukuran kursi seharusnya didasarkan pada data antropometri yang sesuai dari penggunanya, dan ukuran-ukurannya ditetapkan. Adanya penyesuaian tinggi dan posisi sandaran punggung, tetapi penerapanya belum praktis dalam banyak keadaan (transportasi umum, gedung-gedung pertunjukkan, restoran, dan lain-lain). Dalam pemilihan ukuran kursi harus diperhatikan jangkauan penyesuaian untuk tinggi tempat duduk (Kusumawati, 2011). Adapun dalam hal ini dibedakan menjadi :

1. Kursi Rendah, yang digunakan pada bangku dan meja (*desk and tables*).

Tujuan perancangan kursi ini adalah untuk membiarkan kaki dapat istirahat langsung diatas lantai dan menghindari tekanan pada sisi bagian bawah paha. Terlalu rendahnya sebuah tempat duduk akan dapat menimbulkan masalah-masalah baru pada tulang belakang. Menurut Panero J dan Zelnik

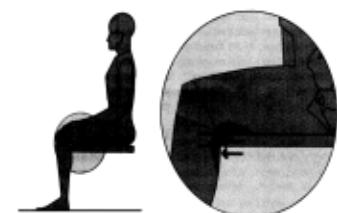
M jika suatu landasan tempat duduk terlalu rendah dapat menyebabkan kaki condong menjulur ke depan, menjauhkan tubuh dari keadaan stabil dan akan menjauhkan punggung dari sandaran sehingga penopangan lumbar tidak terjaga dengan tepat. Untuk menghindari kompresi paha diharapkan tinggi tempat duduk adalah 5th persentil wanita dan 95th persentil pria. Untuk tinggi tempat duduk yang tetap dapat menyebabkan kesalahan pada ketinggian yang rendah Panero dan Zelnik (2003).

2. Kursi yang tinggi

Tinggi bangku untuk pekerjaan sambil berdiri didasarkan pada tinggi siku saat berdiri. Bangku-bangku seperti ini diharapkan dapat dirancang, namun bangku ini tidak dapat digunakan setiap waktu. Kursi tinggi dengan tinggi tempat duduk yang dapat disetel dapat menyangga badan bagian atas sedemikian rupa sehingga tinggi siku berada beberapa centimeter diatas pekerjaan. Problem utama yang timbul dari kursi seperti ini adalah terbatasnya gerak untuk lutut. Perancangan ulang untuk kursi yang memiliki ruang untuk lutut lebih diinginkan. Jelasnya sebuah sandaran kaki merupakan bagian yang paling penting dari suatu kursi yang tinggi, tanpa sandaran tersebut beban kaki bagian bawah akan dipindahkan pada sisi dalam dari lipat paha.

3. Kedalaman tempat duduk

Pertimbangan dasar lainnya dari perancangan sebuah kursi adalah kedalaman landasan tempat duduk. Bila kedalaman landasan tempat duduk terlalu besar, bagian depan dari permukaan atau ujung dari tempat duduk tersebut akan menekan daerah tepat dibelakang lutut, memotong peredaran darah pada bagian kaki, seperti ditunjukkan pada gambar 2.2 di bawah.



Gambar 2.2 Landasan tempat duduk yang terlalu lebar
Sumber : Panero 2003

Bila kedalaman landasan tempat duduk terlalu sempit, akan menimbulkan situasi yang buruk pula, yaitu dapat menimbulkan perasaan terjatuh atau terjungkal dari kursi dan akan menyebabkan berkurangnya penopangan pada bagian bawah paha

2.1.8 Karakteristik kursi yang ideal (ergonomis)

Perancangan kursi kerja harus dikaitkan dengan jenis pekerjaan, postur yang diakibatkan, gaya yang dibutuhkan, arah visual (pandangan mata), dan kebutuhan akan perlunya merubah posisi (postur). Kursi tersebut haruslah terintegrasi dengan bangku atau meja. Adapun kriteria kursi kerja yang ideal adalah sebagai berikut:

1. Stabilitas Produk

Diharapkan suatu kursi mempunyai empat atau lima kaki untuk menghindari ketidakstabilan produk. Kursi lingkar yang berkaki lima dirancang dengan posisi kaki kursi berada pada bagian luar proyeksi tubuh. Sedangkan kursi dengan kaki gelinding sebaiknya dirancang untuk permukaan yang berkarpet.

2. Kekuatan Produk

Kursi kerja haruslah dirancang sedemikian rupa sehingga kompak dan kuat dengan konsentrasi perhatian pada bagian-bagian yang mudah retak dilengkapi dengan sistem mur-baut ataupun keling pasak pada bagian sandaran tangan (arm-rest) dan sandaran punggung (back-rest). Kursi kerja tidak boleh dirancang pada populasi dengan persentil kecil dan seharusnya cukup kuat untuk menahan beban pria yang berpersentil 99th.

3. Sandaran punggung

Sandaran punggung sangat penting untuk menahan beban punggung kearah belakang (lumber spine). Hal ini haruslah dirancang agar dapat digerakkan naik-turun maupun maju mundur. Selain itu harus dapat pula diatur fleksibilitasnya sehingga sesuai dengan bentuk punggung.

4. Fungsional

Bentuk tempat duduk tidak boleh menghambat berbagai macam alternatif perubahan postur (posisi).

5. Bahan material

Tempat duduk dan sandaran harus dilapisi dengan material yang cukup lunak.

6. Kedalaman kursi

Kedalaman kursi (depan-belakang) harus sesuai dengan dimensi panjang antara lutut (popliteal) dan pantat (*buttock*).

7. Lebar kursi

Lebar kursi minimal sama dengan lebar pinggul wanita 5 persentil populasi.

8. Lebar sandaran kursi

Lebar sandaran punggung seharusnya sama dengan lebar punggung wanita persentil 5 populasi. Jika terlalu lebar maka akan mempengaruhi kebebasan gerak siku.

9. Bangku tinggi

Kursi untuk bangku tinggi harus diberi sandaran kaki yang dapat digerakkan naik-turun.

Sedangkan Prinsip-prinsip umum desain kursi menurut Pheasant (1987) yang dikutip dari (Siswiyanti, 2013), Ukuran dan bentuk dasar dari beberapa kursi harus ditentukan dengan pertimbangan- pertimbangan ukuran Antropometri.

1. Tinggi kursi harus tidak terlalu tinggi dari popliteal pemakai.
2. Kedalaman kursi (dari depan sampai sandaran) harus tidak terlalu besar dari jarak pantat-popliteal dari pemakai yang pendek.
3. Lebar tempat duduk di antara sandaran tangan harus memberikan kelonggaran untuk pemakai yang lebar (95 *percentil*) lebar pinggul.
4. Tanpa sandaran tangan lebar tempat duduk dapat sedikit lebih kecil daripada lebar pinggul.
5. Sandaran punggung harus didesain untuk menyangga berat tubuh para pemakai.
6. Sudut sandaran punggung harus ditentukan sesuai dengan fungsi tempat duduk. Sudutnya 100°-110° dari horisontal untuk kursi kerja dan 110°-120° untuk kursi istirahat.
7. Permukaan / bagian atas kursi harus datar

2.1.9 Perancangan Meja

Meja merupakan salah satu fasilitas yang digunakan oleh orang dalam bekerja, terutama berkaitan dengan aktivitas menulis dan membaca. Karena adanya berbagai faktor seperti ukuran benda kerja, gerakan yang dibutuhkan oleh pekerja, keseluruhan *layout* kerja, sehingga ketinggian permukaan kerja tidak dapat disamakan untuk setiap pekerjaan. Berikut rekomendasi tinggi meja kerja dengan beberapa kategori kerja sebagai berikut:

1. Untuk tugas yang memerlukan tingkat ketelitian yang tinggi, tinggi meja kerja yaitu 50-100 mm dibawah tinggi siku.
2. Untuk tugas seperti menulis, tinggi meja kerja yaitu 50-100 mm diatas tinggi siku.
3. Untuk tugas berat seperti melibatkan tekanan pekerja, tinggi meja kerja yaitu 100-250 mm dibawah tinggi siku.
4. Untuk tugas panel kontrol, tinggi meja kerja yaitu berada diantara tinggi siku dan tinggi bahu.

Ketinggian meja harus selalu dikaitkan dengan posisi siku, dan ketinggian meja harus disesuaikan setelah ketinggian kursi. Hal penting yang harus diingat adalah tinggi permukaan kerja tidak selalu sama dengan tinggi meja, seperti tinggi *keyboard* merupakan tinggi permukaan kerja. Ketinggian tempat kerja disarankan 3,5 cm di bawah siku. Meja yang terlalu rendah menyebabkan abduksi atau pengangkatan bahu dan membungkuk ke depan atau *kyphosis* leher yang menyebabkan kelelahan pada bahu dan otot leher.

2.1.10 Antropometri

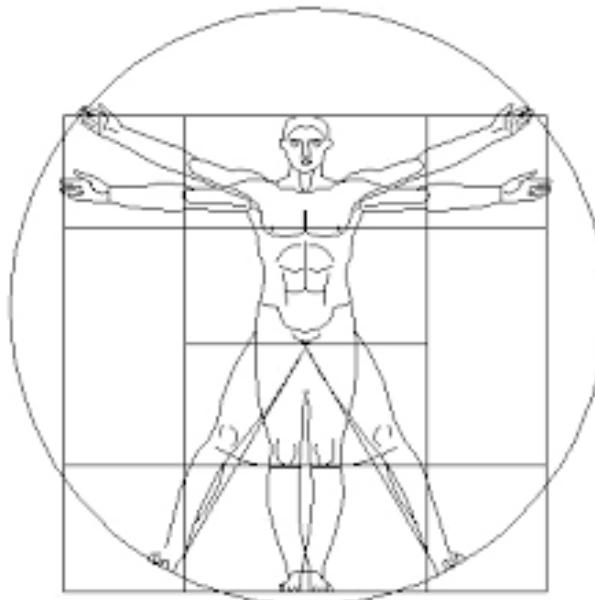
2.1.10.1 Sejarah Dan Perkembangan Antropometri

Istilah "Antropometri" sebenarnya sudah ada sejak berabad-abad silam, akan tetapi aktivitas yang berkenaan dengannya baru digunakan secara luas beberapa puluh tahun yang lalu yang lalu (Wardhana triwahyu dimas, 2013). Beberapa kejadian penting diilustrasikan sebagai berikut:

1. Vitruvius, abad 1 SM Seorang filsuf yang hidup pada abad 1 SM yang

bernama Vitruvius menyatakan bahwa pusar manusia adalah merupakan pusat tubuh manusia.

2. Leonardo da Vinci Adalah pembuat gambar manusia yang diilhami oleh konsep yang dikemukakan oleh seorang filsuf tersebut sehingga terbentuk gambar sedemikian rupa.



Gambar 2.3 Proporsi Tubuh Manusia Oleh Leonardo Da Vinci
Sumber : Hari Purnomo, 2013

3. Panero dan Zelnik, 1979 Panero dan Zelnik, dari gambar seorang pelukis terkenal dan konsep yang dikemukakan oleh seorang filsuf Roma ia menyimpulkan dan menyatakan “jika seseorang dibaringkan secara rata terlentang dengan kedua tangan dan kakinya direntangkan dan sebuah jangka dipusatkan pada pusarnya, maka jari-jari kaki dan jari-jari tangannya akan menyentuh batas garis lingkaran yang dibuatnya dan jarak dari telapak kaki hingga kepala akan sama panjangnya dengan ukuran lengan yang terentang”.
4. Kromer *et al.*, 1994 Dalam bukunya ia menyebutkan seorang ahli statistik bangsa Belgia bernama Adolphe Quetelet adalah orang yang memperkenalkan antropometri dengan mengaplikasikan konsep statistik pada data antropologi. Kromer *et al.* Ia juga menyebutkan bahwa antropometri mulai digunakan secara luas pada berbagai disiplin ilmu mulai

pada akhir abad 19, pada masa itu pula antropometri bersama-sama dengan biomekanika menjadi sesuatu yang sangat menarik bagi ahli rekayasa.

2.1.10.2 Definisi Antropometri

Antropometri berasal dari kata latin yaitu *anthropos* yang berarti manusia dan *metron* yang berarti pengukuran, dengan demikian antropometri mempunyai arti sebagai pengukuran tubuh manusia Bridger (1995). Sedangkan Pulat (1992) mendefinisikan antropometri sebagai studi dari dimensi tubuh manusia. Lebih lanjut Tayyari and Smith (1997) menjelaskan bahwa antropometri merupakan studi yang berkaitan erat dengan dimensi dan karakteristik fisik tertentu dari tubuh manusia seperti berat, volume, pusat gravitasi, sifat-sifat inersia segmen tubuh, dan kekuatan kelompok otot. Sanders and Mc.Cormick (1987) menyatakan bahwa antropometri adalah pengukuran dimensi tubuh atau karakteristik fisik tubuh lainnya yang relevan dengan desain tentang sesuatu yang dipakai orang. Dengan mengetahui ukuran dimensi tubuh pekerja, dapat dibuat rancangan peralatan kerja, stasiun kerja dan produk yang sesuai dengan dimensi tubuh pekerja sehingga dapat menciptakan kenyamanan, kesehatan, keselamatan kerja.

2.1.10.3 Data Antropometri dan Cara Pengukurannya

Data antropometri digunakan sebagai dasar oleh para ergonom untuk merancang, dengan tujuan agar terjadi kesesuaian antara dimensi tubuh manusia (pengguna) dengan rancangan yang digunakan. Rancangan yang menggunakan data antropometri diharapkan akan memudahkan pengguna dalam beraktivitas sehingga dapat meningkatkan kemampuan kerja yang akan berdampak pada peningkatan produktivitas kerja.

Penerapan data antropometri dewasa ini telah digunakan pada semua aspek kehidupan, baik kehidupan pribadi, di rumah tangga maupun di industri. Sebagai contoh dalam kehidupan pribadi, seseorang dalam kehidupan sehari-hari tidak akan suka memakai sepatu yang tidak sesuai dengan ukuran kaki kita. Jika kita paksakan memakai sepatu yang tidak sesuai dengan ukuran kaki, maka tidak akan dapat berjalan dengan nyaman. Pada saat kita duduk di kantor, di kampus maupun

dirumah, kita akan merasa tidak nyaman jika kursi yang kita gunakan untuk duduk terlalu pendek atau terlalu tinggi, kita juga akan merasa tidak nyaman jika kita duduk di atas kursi yang terlalu lebar atau terlalu sempit.

Paparan di atas menunjukkan bahwa rancangan produk, peralatan kerja dan stasiun kerja harus sesuai dengan dimensi tubuh manusia sebagai pengguna. Ketidaksesuaian hasil rancangan dengan dimensi tubuh manusia akan berdampak pada ketidaknyamanan dalam menggunakan rancangan tersebut sehingga akan menimbulkan kelelahan dini dan stres kerja. Manusia pada umumnya memiliki bentuk dan dimensi ukuran tubuh yang berbeda – beda. Ada beberapa faktor yang akan mempengaruhi ukuran tubuh manusia , yaitu :

1. Umur

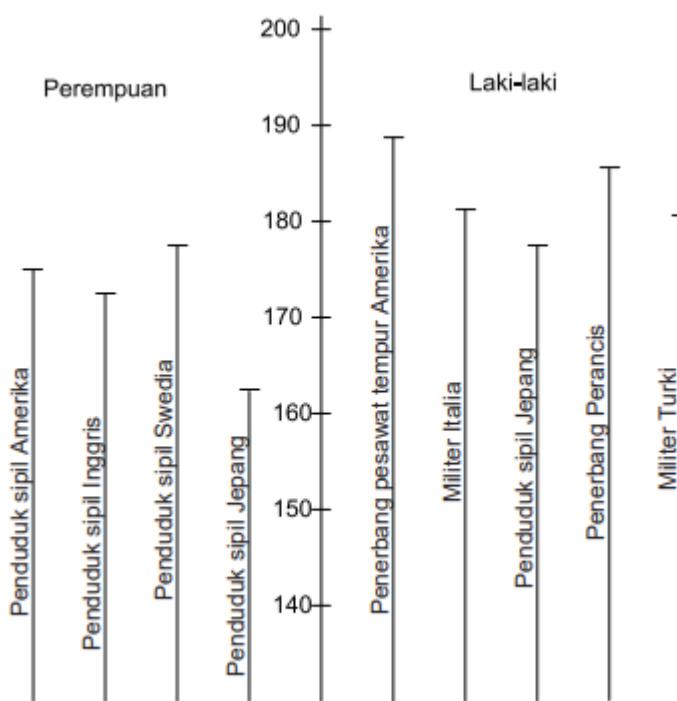
Sebuah rancangan akan nyaman digunakan jika sesuai dengan umur pengguna. Rancangan peralatan untuk anak-anak akan berbeda dengan rancangan peralatan untuk orang dewasa. Dengan demikian umur merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam perancangan fasilitas, dikarenakan variabilitas dimensi tubuh manusia salah satunya dipengaruhi oleh umur. Pertumbuhan manusia berawal dari manusia lahir sampai usia dewasa, dan akan berhenti pada umur tertentu. Laki-laki dan perempuan mempunyai batas pertumbuhan yang berbeda, dimana pertumbuhan tinggi badan laki-laki biasanya berhenti pada usia dua puluhan tahun. Sedangkan untuk perempuan akan berhenti lebih awal dibandingkan laki-laki. Stoudt *et al.*, (1960) menjelaskan bahwa perempuan secara kontinyu akan tumbuh tinggi badannya tiap tahun dan akan berhenti pada umur sekitar 17 tahun. Sedangkan untuk laki-laki akan berhenti pada usia 20 tahun. Semakin tua usia seseorang semakin pendek orang tersebut. Hal ini disebabkan kerana tergerusnya *disk* pada tulang belakang dan menurunnya tingkat elastisitas tulang belakang. Trotter dan gleser dalam Pulat (1992) menjelaskan bahwa seseorang akan mengalami penurunan tinggi badan pada usia 40 tahun dan perempuan lebih cepat penurunannya dibandingkan laki-laki.

2. Jenis Kelamin

Secara umum lelaki dewasa mempunyai dimensi tubuh yang lebih besar dibanding perempuan untuk sebagian besar dimensi tubuh. Walaupun laki-laki secara umum lebih besar daripada perempuan, namun beberapa dimensi, seperti ukuran pinggul dan paha tidak ada perbedaan yang cukup besar antara laki-laki dan perempuan, tetapi untuk ketebalan lipatan kulit (*skinfold thickness*) perempuan melampaui laki-laki.

3. Suku Bangsa

Setiap suku bangsa ataupun kelompok *etnic* akan memiliki karakteristik fisik yang berbeda satu dengan yang lainnya. Dimensi tubuh suku bangsa Negara Barat pada umumnya mempunyai ukuran yang lebih besar daripada dimensi tubuh suku bangsa negara Timur. Gambar 2.4 menunjukkan variabilitas manusia dari berbagai bangsa.



Gambar 2.4 Variabilitas manusia dari berbagai bangsa
Sumber : Hari Purnomo, 2013

4. Variabilitas Jenis Pekerjaan atau Profesi

Perbedaan dimensi tubuh dapat dilihat pada jenis pekerjaan atau profesi yang dilakukan. Seorang tukang batu atau petani yang pekerjaannya

mencangkul mempunyai lengan lebih besar dibandingkan dengan pegawai negeri sipil. Kondisi ini disebabkan karena seorang tukang batu atau petani lebih banyak menggunakan lengan untuk aktivitas kerja. Profesi seseorang sebagai peragawati mempunyai dimensi tubuh yang tinggi dan langsing dibandingkan dengan wanita umumnya. Profesi ini menjadi tuntutan sehingga seorang peragawati harus tetap menjaga kelangsungan tubuhnya. Seseorang yang mempunyai profesi sebagai atlit mempunyai dimensi tubuh yang berbeda dari jenis olahraga yang lain.

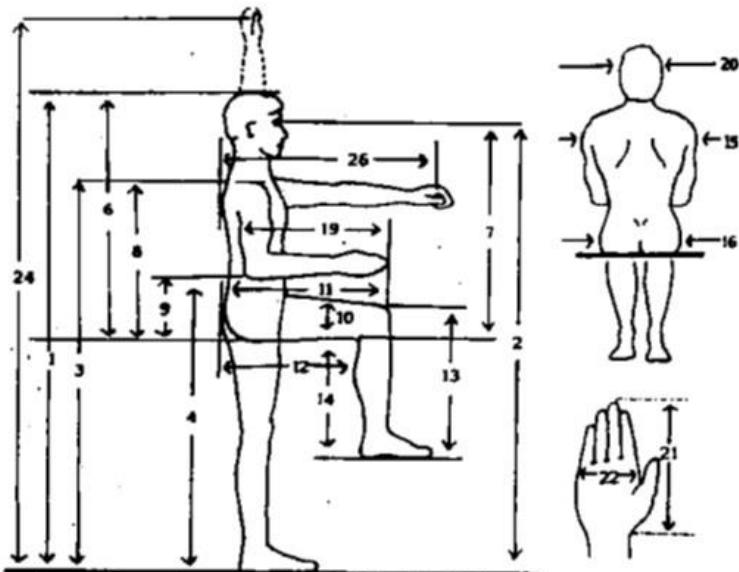
5. Lingkungan Daerah

Lingkungan daerah menentukan dimensi tubuh manusia, orang yang tinggal di daerah pegunungan akan berbeda dengan orang yang tinggal di daerah pesisir atau orang yang tinggal di perkotaan. Orang yang tinggal di pedesaan cenderung lebih kurus dibandingkan dengan orang yang tinggal di kota.

6. Tingkat Sosial Dan Status Nutrisi

Perbedaan dimensi tubuh manusia juga dipengaruhi oleh tingkat sosial dan status nutrisi. Tingkat sosial tinggi akan berdampak pada pemenuhan gizi yang cukup dan baik. Dengan demikian orang yang tingkat sosialnya rendah dengan status nutrisi yang rendah akan mempunyai dimensi tubuh.

Selanjutnya untuk memperjelas mengenai data antropometri yang tepat diaplikasikan dalam berbagai rancangan produk ataupun fasilitas kerja, diperlukan pengambilan ukuran dimensi anggota tubuh. Penjelasan mengenai pengukuran dimensi antropometri tubuh yang diperlukan dalam perancangan dijelaskan pada Gambar 2.5.



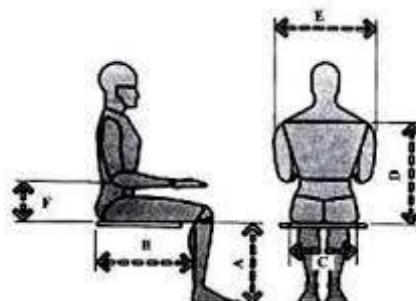
Gambar 2.5 Antropometri untuk Perancangan Produk
Sumber : <http://www.improvementqhse.com/antropometri/>

Keterangan Gambar 2.5 di atas, yaitu:

1. Dimensi tinggi tubuh dalam posisi tegak (dari lantai sampai ujung kepala).
2. Tinggi mata dalam posisi berdiri tegak.
3. Tinggi bahu dalam posisi berdiri tegak.
4. Tinggi siku dalam posisi berdiri tegak (siku tegak lurus).
5. Tinggi kepalan tangan yang terjulur lepas dalam posisi berdiri tegak (dalam gambar tidak ditunjukkan).
6. Tinggi tubuh dalam posisi duduk (di ukur dari alas tempat duduk pantat sampai dengan kepala).
7. Tinggi mata dalam posisi duduk.
8. Tinggi bahu dalam posisi duduk.
9. Tinggi siku dalam posisi duduk (siku tegak lurus).
10. Tebal atau lebar paha.
11. Panjang paha yang di ukur dari pantat sampai dengan ujung lutut.
12. Panjang paha di ukur dari pantat sampai bagian belakang dari lutut betis.
13. Tinggi lutut yang bisa di ukur baik dalam posisi berdiri ataupun duduk.
14. Tinggi tubuh dalam posisi duduk yang di ukur dari lantai sampai paha.
15. Lebar dari bahu (bisa di ukur baik dalam posisi berdiri ataupun duduk).

16. Lebar pinggul ataupun pantat.
17. Lebar dari dada dalam keadaan membusung (tidak tampak dalam gambar).
18. Lebar perut.
19. Panjang siku yang di ukur dari siku sampai dengan ujung jari-jari dalam posisi siku tegak lurus.
20. Lebar kepala.
21. Panjang tangan di ukur dari pergelangan sampai dengan ujung jari.
22. Lebar telapak tangan.
23. Lebar tangan dalam posisi tangan terbentang lebar kesamping kiri kanan (tidak ditunjukkan dalam gambar).
24. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi berdiri tegak.
25. Tinggi jangkauan tangan dalam posisi duduk tegak.
26. Jarak jangkauan tangan yang terjulur kedepan diukur dari bahu sampai dengan ujung jari tangan.

Sedangkan penjelasan mengenai pengukuran dimensi antropometri pokok yang diperlukan dalam perancangan sebuah tempat duduk/kursi dijelaskan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Antropometri untuk Perancangan Kursi
Sumber : Hermanto, 2017

Keterangan Gambar 2.6 di atas, yaitu:

- A. Tinggi popliteal
- B. Panjang popliteal
- C. Lebar pinggul
- D. Tinggi bahu posisi duduk
- E. Lebar bahu

F. Tinggi siku duduk

Data-data dari hasil pengukuran atau disebut dengan data antropometri digunakan sebagai data untuk perancangan peralatan. Terdapat tiga prinsip dalam pemakaian data antropometri tersebut yaitu:

1. Prinsip perancangan produk berdasarkan individu ekstrim

Prinsip ini digunakan apabila fasilitas kerja yang dirancang dapat dipakai dengan enak dan nyaman oleh sebagian besar orang-orang yang memakainya yang biasanya minimal oleh 95 % pemakai.

2. Prinsip perancangan produk fasilitas yang bisa disesuaikan

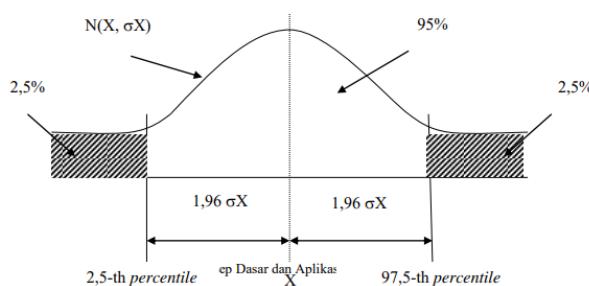
Prinsip ini digunakan untuk merancang fasilitas agar fasilitas tersebut bisa dirubah-ubah ukurannya sehingga cukup fleksibel dioperasikan oleh setiap orang yang memiliki berbagai macam ukuran tubuh.

3. Prinsip perancangan produk dengan ukuran rata-rata

Dalam hal ini rancangan produk didasarkan terhadap ukuran rata-rata tubuh.

2.1.11 Aplikasi Distribusi Normal dan Nilai Persentil

Dalam analisis statistik, distribusi normal paling banyak digunakan. Distribusi normal disebut *Gauss* atau disebut juga sebagai kurva lonceng, karena bentuk grafiknya di lihat dari fungsi kepekatan probabilitas seperti bentuk lonceng. Dalam banyak pengujian hipotesis sering kali mengasumsikan data berdistribusi normal. Begitu juga dalam analisis statistik penggunaan data antropometri mengasumsikan bahwa data berdistribusi normal. Gambar distribusi normal ditunjukkan seperti pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Distribusi Normal

Sumber : Hari Purnomo, 2013

Adapun distribusi normal ditandai dengan adanya nilai mean (rata-rata) dan SD (standar deviasi). Sedangkan persentil adalah suatu nilai yang menyatakan bahwa persentase tertentu dari sekelompok orang yang dimensinya sama dengan atau lebih rendah dari nilai tersebut. Misalnya: 95% populasi adalah sama dengan atau lebih rendah dari 95 persentil; 5% dari populasi berada sama dengan atau lebih rendah dari 5 persentil (Wardhana triwahyu dimas, 2013).

Persentil ke-50 memberi gambaran yang mendekati nilai rata-rata dari suatu kelompok tertentu, namun demikian pengertian ini jangan disalah artikan sama dengan mengatakan bahwa rata-rata orang pada kelompok tersebut memiliki ukuran tubuh yang dimaksudkan tadi. Ada dua hal penting yang harus selalu diingat bila menggunakan persentil. Pertama, persentil antropometri dari tiap individu hanya berlaku untuk satu data dimensi tubuh saja. Kedua, tidak dapat dikatakan seseorang memiliki persentil yang sama, ke-95 atau ke-90 atau ke-5, untuk keseluruhan dimensi tubuhnya (Wardhana triwahyu dimas, 2013).

Pemakaian nilai-nilai persentil yang umum diaplikasikan dalam perhitungan data antropometri, ditunjukkan dalam tabel 2.1

Tabel 2.1 Macam Persentil dan Cara Perhitungan dalam distribusi normal

Persentil	Perhitungan
1-st	$\bar{x} - 2,235 \sigma x$
2,5-th	$\bar{x} - 1,96 \sigma x$
5-th	$\bar{x} - 1,645 \sigma x$
10-th	$\bar{x} - 1,28 \sigma x$
50-th	$\bar{x} -$
90-th	$\bar{x} + 1,28 \sigma x$
95-th	$\bar{x} + 1,645 \sigma x$
97,5-th	$\bar{x} + 1,96 \sigma x$
99-th	$\bar{x} + 2,235 \sigma x$

Sumber: Wardhana triwahyu dimas, 2013

Sedangkan pada penentuan dimensi rancangan fasilitas kerja perakitan dibutuhkan beberapa persamaan berdasarkan pendekatan antropometri. Ini berkaitan dengan penentuan penggunaan persentil 5 dan 95. Perhitungan nilai persentil 5 dan persentil 95 dari setiap jenis data yang diperoleh, dilanjutkan dengan perhitungan untuk penentuan ukuran rancangan dan pembuatan rancangan

berdasarkan ukuran hasil rancangan. Menurut Sritomo Wignjosoebroto (2000), untuk menghitung persentil 5 dan persentil 95 menggunakan rumus perhitungan yang terdapat pada Tabel 2.1. sebelumnya.

$$P5 = x - 1,645 \sigma_x \dots \quad (2.1)$$

$$P50 = x \dots \quad (2.2)$$

$$P95 = x + 1,645 \sigma_x \dots \quad (2.3)$$

2.1.12 Uji Keseragaman Data

Tes keseragaman data secara visual dapat dilakukan secara sederhana mudah dan cepat. Di sini kita hanya melihat data yang terkumpul dan seterusnya mengidentifikasi data yang telalu “ekstrim”. Yang dimaksudkan dengan data ekstrim disini ialah data yang terlalu besar atau terlalu kecil dan jauh menyimpang dari rata-rata data yang ada. Data yang terlalu ekstrim ini harus di buang dan tidak dimasukkan dalam perhitungan selanjutnya

Langkah pertama dalam uji keseragaman data yaitu menghitung besarnya rata-rata dari setiap hasil pengamatan, dengan persamaan berikut :

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N} \dots \quad (2.4)$$

Dimana:

x_i = Dimensi tubuh yang diukur

N = Jumlah responden

Langkah kedua adalah menghitung deviasi standar sebagai berikut:

$$SB = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N}} \dots \quad (2.5)$$

Dimana:

SB = Simpang baku (Standar deviasi)

x_i = Dimensi tubuh yang diukur

N = Jumlah responden

Langkah ketiga adalah menentukan batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) yang digunakan untuk dibuangnya data ekstrim berikut :

$$BKA = X + k\sigma \dots \quad (2.6)$$

$$BKB = X - k\sigma \dots \quad (2.7)$$

Dimana:

\bar{X} = Rata-rata data hasil pengamatan.

σ = Standar deviasi dari populasi.

k = Koefisien indeks tingkat kepercayaan, yaitu:

Tingkat kepercayaan 0 % - 68 % harga k adalah 1.

Tingkat kepercayaan 69 % - 95 % harga k adalah 2.

2.2 Population Trends

Yang dijadikan landasan pada penelitian ini adalah:

- “Perancangan Meja Petugas Pelayanan Perkuliahinan Dengan Metode Anthropometri” oleh : Dimas Triwahyu Wardhana, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”, 2013. Pada penelitian tersebut menyatakan bahwa meja kerja pada umumnya digunakan untuk membantu bekerja, menulis, membaca, dll. Meja petugas pelayanan perkuliahan yang digunakan di jurusan Teknik Industri saat ini dinilai tidak ergonomis sehingga pada saat menggunakan terasa kurang nyaman, posisi meja terlalu tinggi sehingga pengguna duduk terlalu tegak dan menyebabkan badan terasa kaku, tidak ada loker atau tempat absen untuk peletakan alat tulis maupun penyimpanan barang, tidak ada laci PC dan tidak adanya pintu pengaman sehingga absen, alat tulis atau keperluan dikjar yang lain bisa terjadi kemungkinan hilang. Dengan adanya masalah tersebut, maka dilakukan pengukuran dimensi tubuh manusia yang bertujuan untuk melakukan perancangan dan pengembangan meja petugas pelayanan perkuliahan jurusan Teknik Industri yang ergonomis dan inovatif sesuai dengan kebutuhan penggunanya sehingga mampu memberikan kenyamanan pada saat menggunakannya.
 - “Meja Dan Kursi Belajar Ergonomis Mengurangi Keluhan Muskuloskeletal Siswa SMP Tunas Daud Di Denpasar” Oleh : Agnes Ayu Biomi, Universitas

Bali Internasional, 2021. Pada penelitian menyatakan pada 10 orang siswa SMP swasta di Denpasar, diperoleh data bahwa 40% siswa mengalami keluhan pusing, 50% silau dan 10% mata perih. Selain itu, keluhan muskuloskeletal siswa disebabkan karena ukuran kursi dan meja belajar tidak sesuai dengan antropometri siswa dan akibat dari suatu kondisi lingkungan yang monoton, kurang menimbulkan stimulus atau rangsangan berpengaruh pada konsentrasi siswa pada saat pembelajaran.

3. “Perancangan Produk Meja Dan Kursi Pinisi Resto, Situ Patenggang, Berdasarkan Pendekatan Aspek Ergonomi Dan Antropometri Manusia” Oleh : Aileen Nur’Annisa Kurniawan, 2018. Pada penelitian ini penulis menyatakan, furnitur yang digunakan restoran kurang sesuai dan maksimal untuk menarik pengunjung. Meja dan kursi restoran masih sangat sederhana dan kurang sesuai jika dikaitkan dengan antropometri pengguna, penataannya tidak beraturan sehingga sirkulasi restoran terganggu dan menyulitkan pengelola saat meja kursi perlu dipindahkan ketika restoran sedang direservasi. Oleh karena itu, penulis merancang meja dan kursi yang dapat di *expand* untuk memudahkan pengelola Pinisi Resto dalam menata restoran sehingga aktivitas dan sirkulasi restoran tidak terganggu dan pengunjung merasa nyaman. Aspek ergonomi dan antropometri sangat berpengaruh dalam perancangan karena produk berinteraksi secara langsung dengan pengguna. Pengukuran pasti mengenai dimensi tubuh manusia sangat dibutuhkan sebagai acuan dimensi dari produk agar dapat berfungsi secara maksimal. Keamanan dan kenyamanan pengguna juga merupakan poin utama dalam perancangan.
4. “Perancangan Ulang Egrek Yang Ergonomis Untuk Meningkatkan Produktivitas Pekerja Pada Saat Memanen Sawit” Oleh : Meri Andriani, 2017. Pada penelitian ini penulis menyatakan ketidaksesuaian fasilitas kerja terhadap operator pemanen yang menyebabkan ketidaknyamanan dalam melakukan aktivitas panen sehingga diperlukan penanganan khusus terhadap permasalahan dengan operator pemanen.Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan postur kerja yang ergonomis ketika mengegrek

sawit dan merancang ulang egrek yang ergonomis untuk meningkatkan produktivitas kerja.

5. “Aspek ergonomi pada produk kursi dan meja siswa di Rehabilitasi Sosial Bina Netra (RSBN) Malang” Oleh : Wahyu Waskito Putra, Universitas Bina Nusantara, 2021. Kursi dan meja adalah fasilitas sekolah yang berpengaruh terhadap postur tubuh anak termasuk siswa tunanetra. Postur tubuh akan bekerja secara alami jika menggunakan meja dan kursi yang ergonomis. Sebaliknya, kursi dan meja yang tidak ergonomis cenderung menyebabkan keluhan muskuloskeletal. Hasil checklist penelitian siswa kelas 1 dengan rata-rata tinggi badan 115,6 cm diperoleh bahwa ketidaksesuaian dari tinggi meja dan tinggi kursi dengan siswa. Siswa kelas 5 dengan rata-rata tinggi badan 133,7 cm diperoleh bahwa ketidaksesuaian tinggi meja dan tinggi kursi dengan siswa. Hal ini cenderung menyebabkan siswa mengalami keluhan muskuloskeletal yang diukur dengan SNQ pada leher, tangan, kaki, punggung, pinggang, siku, dan lutut