

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Tata Letak

Menurut Wignjosoebroto,S.,(2009:67), Tata letak merupakan suatu landasan utama dalam sebuah industri. Tata letak dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas guna menunjang kelancaran proses operasinal di dalamnya. Pengaturan tersebut dengan cara mencoba memanfaatkan luas area (*space*) untuk menempatkan penyimpanan material (*storage*) baik yang bersifat temporer maupun permanen, kelancaran gerakan perpindahan material, personal pekerja dan sebagainya.

Pekerjaan merancang fasilitas biasanya mulai dengan suatu analisis tentang produk atau jasa yang akan diberikan, dan sebuah perhitungan tentang aliran baarang atau kegiatan menyeluruh. Kemudian berlanjut tentang perencanaan secara rinci mengenai susunan masing-masing tempat kerja, lalu keterkaitan antara tempat kerja, daerah yang berhubungan erat di kelompokkan dalam satu satuan yang biasa disebut dengan departemen, yang kemudian menjadi satu tata letak akhir (Apple, J.M.,1990:3).

2.1.1 Tujuan Perancangan Tata Letak

Menurut Apple,J.M.,(1990:6-8), Jika tata letak berfungsi sebagai penggambaran sebuah penyusunan yang ekonomis dari tempat-tempat kerja yang saling berkaitan maka harus dirancang dengan memahami tujuan piñata letak, tujuan tersebut adalah :

1. Meminimumkan pemindahan barang.
2. Menjaga keluwesan terhadap kemungkinan perubahan yang terjadi.
3. Menurunkan penanaman modal dalam peralatan.
4. Menghemat pemakaian ruang bangunan.
5. Meningkatkan keefektifan tenaga kerja.
6. Memberikan kemudahan, keselamatan, dan kenyamanan pada pegawai.

Suatu rancangan ataupun rencana tentang tata letak fasilitas tidak akan pernah bisa dibuat efektif jika data penunjang mengenai berbagai macam faktor yang berpengaruh terhadap tata letak itu sendiri tidak berhasil dikumpulkan dengan sebaik-baiknya. Salah satu informasi data yang diperlukan dalam perancangan tata letak adalah mengenai jenis atau macam volume produk yang ada, (Wignjosoebroto,S.,2009:67).

2.2 Pengertian Gudang

Menurut Warman (2004), gudang (kata benda) adalah suatu bangunan yang dipergunakan untuk menyimpan barang, sedangkan pergudangan (kata kerja) adalah kegiatan menyimpan dalam gudang. Jadi pengertian gudang dalam arti luas adalah suatu tempat yang digunakan untuk menyimpan barang baik itu barang *raw material*, *work in process* atau *finished goods*.

Menurut Apple, J.M., (1990:241), Menjelaskan tentang masalah penyimpanan menembus keseluruhan perusahaan, sejak penerimaan, melewati produksi sampai pengiriman. Aktivitas perencanaan, persoalan penyimpanan menyeluruh dapat dijabarkan kedalam kategori-kategori berikut :

1. Penerimaan yaitu selama proses penerimaan dan sebelum penyaluran.
2. Gudang yaitu penyimpanan bahan baku dan barang yang dibeli jadi sampai diperlukan produksi.
3. Perlengkapan yaitu barang bukan produktif yang digunakan untuk mendukung fungsi produktif.
4. Ditengah proses yaitu barang setengah jadi dan sedang menunggu operasi selanjutnya.
5. Komponen jadi yaitu yang sedang menunggu perakitan (dapat juga disimpan pada daerah ditengah proses atau daerah perakitan).
6. Sisa yaitu bahan, bagian, produk dsb, yang akan diproses kembali menjadi bentuk yang berguna lagi.
7. Buangan, sekrap dsb yaitu penumpukan, pemilihan, dan penyaluran barang yang tidak berguna lagi.
8. Macam- macam yaitu peralatan, perlengkapan dsb, yang tidak berguna untuk digunakan kembali pada masa yang akan datang.
9. Produk jadi yaitu produk yang siap di produksi atau disimpan pada jangka waktu yang cukup lama.

2.2.1 Fungsi Gudang

Fungsi utama gudang adalah sebagai tempat penyimpanan dengan memaksimalkan penggunaan sumber-sumber yang ada dalam melayani pelanggan, sumber daya gudang yang paling utama adalah ruangan, peralatan dan personil. Pelanggan membutuhkan gudang dan fungsi pergudangan untuk dapat memperoleh barang yang di inginkan sesuai dengan kehendaknya dan dalam kondisi yang baik. Maka dalam perancangan gudang harus memperhatikan tujuan umum dari metode penyimpanan barang, (Apple, J.M., 1990:246) :

1. Penggunaan volume bangunan yang maksimum.
2. Penggunaan waktu, buruh dan perlengkapan yang tepat.
3. Kemudahan pencapaian bahan.
4. Pengangkutan barang yang cepat dan mudah.
5. Identifikasi barang yang baik.
6. Pemeliharaan barang yang maksimum.
7. Penampilan yang rapih dan tersusun.

Gudang sebagai tempat penyimpanan produk untuk memenuhi permintaan pelanggan secara cepat mempunyai beberapa fungsi di antara penerimaan dan pengiriman produk. Fungsi-fungsi pokok gudang sebagai berikut (Hadiguna & Setiawan, 2008):

1. *Receiving* (penerimaan) dan *shipping* (pengiriman).
2. *Identifying sorting* (pengidentifikasian dan penyaringan).
3. *Dispatching* (mengirim) ke penyimpanan.
4. *Picking the order* (pemilihan pesanan).
5. *Storing* (penyimpanan).
6. *Assembling the order* (perakitan pesanan).
7. *Packaging* (pengepakan).
8. *Dispatching the shipment*.
9. *Maintaining record* (perawatan produk).

Penyimpanan barang dalam gudang diatur dan ditata sesuai dengan kebijakan perusahaan yang telah ditentukan. Ada empat metode yang dapat digunakan untuk mengatur posisi atau lokasi penyimpanan barang, antara lain :

1. Metode penyimpanan acak (*Random Storage*)
Yaitu penyimpanan item yang datang di setiap lokasi yang tersedia, di mana setiap item mempunyai kemungkinan atau peluang sarana pada setiap lokasi. Penempatan barang hanya memperhatikan jarak terdekat menuju suatu tempat penyimpanan menggunakan sistem *First In First Out*. Metode ini memiliki kelebihan, yaitu setiap lokasi penyimpanan dapat dipergunakan untuk setiap jenis barang. Kekurangan dari metode ini adalah penempatan barang menjadi kurang teratur karena tidak memperhatikan karakteristik barang serta faktor-faktor lain
2. Metode penyimpanan tetap (*Dedicated Storage*)
Yaitu barang yang disimpan tidak diletakkan di sembarang tempat karena karena karakteristik barang, seperti dimensi, berat dan jaminan keamanan pada setiap barang tidaklah sama. Metode ini memiliki kelebihan, yaitu lokasi penyimpanan menjadi lebih teratur dan lebih terorganisir. Akan tetapi, kelemahan metode ini adalah penggunaan

ruang yang cukup banyak karena tidak setiap jenis barang dapat dimasukkan ke dalam area kosong yang tersedia.

3. Metode *Class Based Storage*

Metode ini merupakan gabungan antara Random Storage dan Dedicated Storage. Metode ini membagi setiap produk yang ada ke dalam tiga, empat atau lima kelas berdasarkan atas kesamaan suatu jenis bahan atau material ke dalam kelas tersebut sehingga pengaturan tempat dirancang lebih fleksibel karena nantinya kelas tersebut akan ditempatkan pada suatu lokasi khusus pada gudang. Masing-masing kelas dapat diisi secara acak oleh beberapa jenis barang yang sudah diklasifikasikan berdasarkan jenis maupun karakteristik dari barang tersebut.

4. Metode *Shared Storage*

Kebutuhan ruang yang diperlukan untuk metode ini berkisar antara kebutuhan ruang untuk random storage dan dedicated storage tergantung dari banyaknya informasi yang tersedia mengenai level persediaan selama kurun waktu tertentu. Metode ini lebih cocok digunakan jika produk yang disimpan bermacam-macam jenisnya dengan permintaan yang relatif konstan.

2.2.2 Macam Tipe Gudang

Menurut Sugiharto (2009), dalam bukunya menyebutkan beberapa macam tipe gudang, antara lain :

1. Gudang pabrik (*Manufacturing plant warehouse*)

Aktivitas di dalam gudang ini meliputi penerimaan dan penyimpanan material, pengambilan material, penyimpanan barang jadi ke gudang jadi, transaksi internal gudang, dan pengiriman barang jadi ke central warehouse, distribution warehouse, atau langsung ke konsumen. Warman (2005) manufacturing plant warehouse dapat dibagi-bagi lagi menjadi :

a. Gudang operasional

Gudang operasional digunakan untuk menyimpan raw material dan sparepart yang nantinya akan diperlukan dalam proses produksi.

b. Gudang perlengkapan

Gudang perlengkapan digunakan untuk menyimpan perlengkapan yang akan digunakan dalam proses produksi.

c. Gudang pemberangkatan

Gudang pemberangkatan digunakan untuk menyimpan barang jadi atau *finished good*.

d. Gudang musiman

Gudang musiman adalah gudang yang sifatnya insidental, biasanya ada saat gudang operasional ataupun gudang pemberangkatan penuh.

2. Gudang pokok (*Central warehouse*)

Aktivitas didalam *central warehouse* meliputi penerimaan barang jadi (langsung dari pabrik, dari *manufacturing warehouse*, atau dari *supplier*), penyimpanan barang jadi ke gudang, dan pengiriman barang jadi ke *distribution warehouse*.

3. Gudang distribusi (*Distribution warehouse*)

Distribution warehouse adalah gudang distribusi. Aktivitas di dalamnya meliputi penerimaan barang jadi (dari *central warehouse*, pabrik, atau *supplier*), penyimpanan barang yang diterima dari gudang, pengambilan dan persiapan barang yang akan dikirim, dan pengiriman barang ke konsumen. Terkadang *distribution warehouse* juga berfungsi sebagai *central warehouse*.

4. Gudang pengecer (*Retailer warehouse*)

Bisa diartikan gudang yang dimiliki toko yang menjual barang langsung kepada konsumen.

2.2.3 Aktivitas Gudang

Aktivitas yang mendominasi di dalam operasional gudang adalah lebih banyak pada kegiatan mencari, mengambil, menyiapkan, sampai menyerahkan barang yang diminta (*order picking*), maka layout gudang perlu dibuat dengan tujuan menunjang kelancaran seluruh kegiatan tersebut. Pada dasarnya desain layout gudang merupakan pengaturan tata letak yang mengikuti system operasi gudang yang telah ditetapkan. Diperlukan penetapan yang jelas mengenai posisi dimana setiap kegiatan (penerimaan, pengambilan, penyimpanan, pemeriksaan dan pengiriman) dilakukan, serta pertimbangan keterkaitan antar pihak-pihak yang terlibat.

Menurut Purnomo (2004), terdapat tiga fungsi utama dalam aktivitas pergudangan, yaitu :

1. Perpindahan (*Movement*) yaitu suatu aktivitas yang bertujuan memperbaiki perputaran persediaan dan mempercepat proses pesanan dari produksi hingga ke pengiriman utama. Aktivitas di dalamnya diantaranya:

- 1) *Receiving (Unloading)*, yaitu :
 - a. Penerimaan barang datang sesuai dengan pesanan.
 - b. Pengecekan kualitas dan kuantitas material sesuai dengan pesanan.
 - c. Penempatan material digudang, ke departemen lain, atau ke bagian lain yang memerlukan.
 - 2) *Putaway*, yaitu aktivitas penempatan di dalam gudang terhadap material atau produk yang telah dibeli. Meliputi aktivitas *material handling*, verifikasi lokasi dan penempatan material atau produk tersebut.
 - 3) *Storage*, yaitu aktivitas penyimpanan sementara sambil menunggu material tersebut digunakan untuk proses selanjutnya atau dikirim kepada bagian yang memerlukan atau pelanggan.
 - 4) *Order picking*, yaitu aktivitas pemindahan barang dari gudang untuk memenuhi permintaan tertentu. Hal ini termasuk pelayanan gudang kepada pembeli atau konsumen.
 - 5) *Shipping (Loading)*, yaitu aktivitas pemeriksaan kesempurnaan pesanan yang akan dikirim ke pembeli atau konsumen.
 - 6) *finish good* ke kendaraan dan siap untuk dikirim ke konsumen.
2. Penyimpanan (*Storage*), merupakan aktivitas penyimpanan barang berupa bahan baku (*raw material*) ataupun barang jadi (*finished goods*).
 3. Pertukaran informasi (*Transfer Information*), merupakan aktivitas pertukaran informasi seperti informasi mengenai stok barang yang ada di gudang atau informasi lain yang berguna untuk pihak *internal* maupun *eksternal*.

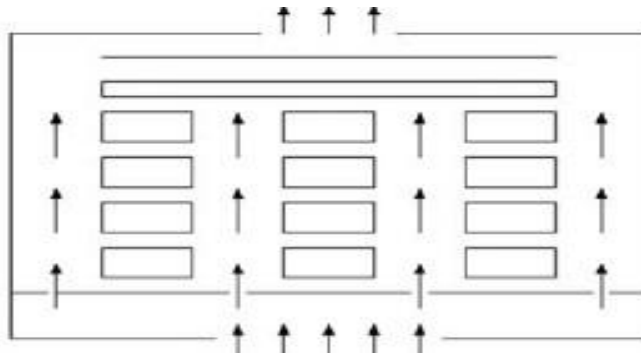
2.2.4 Jenis Layout Gudang

Menurut Apple (1990), Tidak hanya besarnya ruangan yang menentukan kapasitas gudang, tapi kapasitas gudang juga ditentukan oleh cara mengatur *layout* barang yang disimpan. Gudang dengan tata ruang yang baik akan lebih rapi dan efisien jika dibanding dengan gudang yang penataannya tidak teratur atau sembarangan. Selain itu terdapat hal lain yang juga harus diperhatikan dalam perencanaan *layout*, yaitu jenis barang yang disimpan apakah barang tersebut termasuk dalam golongan :

1. *Fast moving*, yaitu barang yang aktivitas pergerakan atau sirkulasinya cepat, biasanya berupa barang-barang yang laku cepat atau yang sering dibutuhkan dalam produksi ataupun konsumen.
2. *Slow moving*, yaitu barang yang aktivitas pergerakan atau sirkulasinya lambat, biasanya berupa barang-barang yang lakunya lambat atau yang jarang dibutuhkan dalam produksi ataupun konsumen.

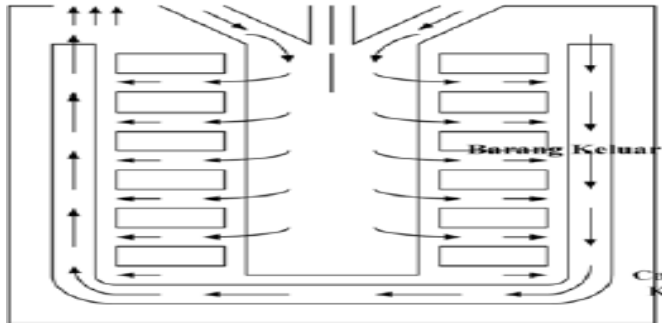
Berdasarkan arus keluar masuk barang yang terjadi dalam operasional gudang, ada beberapa bentuk *layout* gudang yang dapat diterapkan, yaitu :

1. Arus garis lurus sederhana, dimana *layout* ini menggambarkan arus keluar masuk barang berbentuk garis lurus. Kegiatan keluar masuk barang tidak melalui gang atau lorong yang berkelok-kelok sehingga proses penyimpanan dan pengambilan barang relatif lebih cepat. Lokasi penyimpanan barang dibedakan antara barang yang bersifat *fast moving* dan *slow moving*. Barang yang sifatnya *fast moving* disimpan di lokasi yang dekat dengan pintu keluar, dan sebaliknya barang yang sifatnya *slow moving* disimpan di lokasi yang dekat dengan pintu masuk. Arus garis lurus sederhana bisa dilihat pada gambar berikut :



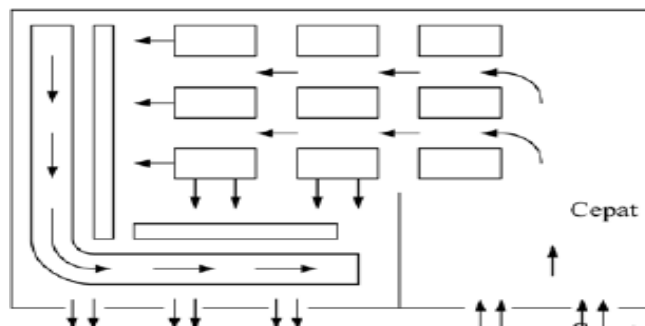
Gambar 2.1 *Layout* Arus Garis Lurus
(Sumber : Tata Letak Pemindahan Bahan, 1990)

2. Arus “U”, dimana *layout* arus barang berbentuk “U” ini proses keluar masuk barang melalui gang atau lorong yang berkelok-kelok sehingga proses penyimpanan dan pengambilan barang relatif lebih lama. Lokasi penyimpanan barang dibedakan antara barang yang bersifat *fast moving* dan *slow moving*. Barang yang sifatnya *fast moving* disimpan di lokasi yang dekat dengan pintu keluar, dan sebaliknya barang yang sifatnya *slow moving* disimpan di lokasi yang dekat dengan pintu masuk. *Layout* dengan arus “U” bisa dilihat pada gambar berikut :

Gambar 2.2 *Layout* Arus “U”

(Sumber: Tata Letak dan Pemindahan Bahan, 1990)

3. Arus “L”, dimana *layout* arus barang berbentuk “L” ini proses keluar masuk barang melalui lorong/gang yang tidak terlalu berkelok-kelok, sehingga proses penyimpanan dan pengambilan barang relatif cepat. Lokasi penyimpanan barang dibedakan antara barang yang bersifat *fast moving* dan *slow moving*. Barang yang sifatnya *fast moving* disimpan di lokasi yang dekat dengan pintu keluar, dan sebaliknya barang yang sifatnya *slow moving* disimpan di lokasi yang dekat dengan pintu masuk. *Layout* dengan arus “L” bisa dilihat pada gambar berikut :

Gambar 2.3 *Layout* arus “L”

(Sumber: Tata Letak dan Pemindahan Bahan, 1990)

2.2.5 Perancangan *Layout* Gudang

Pada umumnya tujuan keseluruhan dalam perancangan fasilitas adalah membawa masukan (bahan, pasokan, dan lain-lain) melalui setiap fasilitas yang ada dalam waktu singkat dan dengan biaya yang wajar.

Dalam perancangan gudang perlu juga diperhatikan jalan lintasan atau *aisle*. Menurut Wignjosobroto,S.,(2009:221), jalur lintasan atau *aisle* dalam pabrik

digunakan terutama untuk dua hal yaitu komunikasi dan transportasi. Perencanaan yang baik daripada jalan lintasan ini akan banyak menentukan proses gerakan perpindahan personil, bahan, ataupun peralatan produksi dari satu lokasi ke lokasi yang lain. *Layout aisle warehouse* yang layak adalah dimana bisa memudahkan perpindahan peralatan dan operator, meningkatkan produktivitas transportasi operator *warehouse*, mengurangi resiko kerusakan barang dan peralatan. Bentuk dan ukuran *aisle* tergantung oleh :

1. Tipe peralatan pemindahan bahan yang digunakan.
2. Tipe dari rak yang digunakan.

Bila yang digunakan adalah *mobile crane*, maka diperlukan *aisle* lebar, sedangkan bila yang digunakan adalah *forklift* maka dapat dipilih *aisle* yang lebih sempit. Apabila digunakan rak dua sisi maka setiap rak harus dipisahkan untuk memudahkan penyimpanan atau pengambilan. Pengaturan ini akan menambah ruang untuk *aisle* tapi mengurangi ruang penyimpanan.

Tabel 2.1 Standar Lebar Jalan Lintasan yang Direkomendasikan

Macam lalu lintas	Lebar beban/bahan yang melintas (meter)	Lebar jalan lintasan (meter)
Hanya orang yang bergerak melintasi dalam dua arah.	-	1,00
Jalan lintasan antar departemen yang akan dilewati orang dan gerobak/ kereta dorong (2 roda), satu arah dan tidak bisa untuk putar balik.	0,75	1,50
Truk pengirim barang dimana orang/ karyawan gudang harus bergerak mengelilingi truk saat melakukan kegiatan.	1,50	2,0
Jalan lintas satu arah yang dilewati <i>forklift trucks</i> .	1,50	2,25
Jalan lintas dua arah yang dilewati <i>forklift trucks</i> .	3,0	4,50
Jalan lintas dua arah yang dilewati <i>tractor-trailer trains</i> .	3,0	4,50
Jalan lintas dua arah yang dilewati <i>mobile crane</i> atau <i>trucks</i> besar.	-	5,0

(Sumber : Wignjosoebroto,S.,2009:224)

Menurut Arif (2017:89), dalam menghitung luas lantai penyimpanan barang jadi perlu melibatkan masalah-masalah yang akan berkaitan dengan kegiatan lainnya yang akan mempengaruhi terhadap luas lantai, yaitu :

1. Alat angkut.
2. Cara pengangkutan.
3. Cara penyimpanan bahan baku (ditumpuk atau di sebuah rak).
4. Aliran bahan.

Langkah-langkah yang perlu diperhatikan dalam perancangannya adalah :

1. Tentukan ukuran dimensi kemasan.
2. Tentukan produksi jadi persatu periode.
3. Tentukan volume kemasan total.
4. Tentukan luas lantai.
5. Tentukan *allowance* (kelonggaran).

2.3 Pengertian *Material Handling*

Menurut Wignjosoebroto,S.,(2009:212), Istilah pemindahan bahan atau material ini diterjemahkan dari *material handling*, dimana aktivitas ini sangat penting dalam kegiatan produksi dan berkaitan erat dengan perancangan tata letak fasilitas. Aktivitas ini tergolong aktivitas "*non produktif*" karena tidak memberikan nilai perubahan apa-apa terhadap material atau barang yang dipindahkan. Akan tetapi dari sisi lain justru menambah biaya (*cost*), dengan demikian sebisa mungkin aktivitas pemindahan material atau barang di minimalisasi, atau lebih tepatnya untuk menekan biaya pemindahan ini adalah dengan memindahkan material atau barang dengan jarak sependek-pendeknya dengan mengatur tata letak fasilitas yang ada.

Berdasarkan perumusan yang dibuat oleh *American Material Handling Society* (AMHS), pengertian material handling adalah seni dan ilmu yang meliputi penanganan (*handling*), pemindahan (*moving*), pembungkusan atau pengepakan (*packaging*), penyimpanan (*storing*), sekaligus pengendalian/pengawasan (*controlling*), dari bahan atau material dengan segala bentuknya.

Menurut Arif (2017:116), *material handling* mempunyai arti penanganan material dalam jumlah yang tepat dari material yang sesuai dalam kondisi yang baik pada tempat yang cocok, pada waktu yang tepat dalam posisi yang benar, dalam urutan yang sesuai dan biaya yang murah menggunakan metode yang benar. Penggunaan metode yang sesuai, maka sistem material handling akan terjamin atau aman dan bebas dari kerusakan. Sistem material handling berfokus pada pembahasan mengenai :

1. *Motion* (gerakan), sebuah *material handling* harus mampu memindahkan setiap produk dari satu lokasi ke lokasi yang lain.
2. *Time* (waktu), sebuah *material handling* harus mampu memenuhi kedatangan sebuah produk dengan tepat, tidak terlambat ataupun terlalu awal.
3. *Quantity* (jumlah), *material handling* harus mampu membawa barang atau produk yang diantar ke berbagai lokasi dengan jumlah yang benar.
4. *Space* (ruang), kebutuhan akan *space* sangat dipengaruhi oleh bentuk aliran dari sistem *material handling*nya.

Faktor-faktor yang terlibat dalam *analisis material handling*, yaitu :

1. Barang (*material*), dapat dilihat dari tipe, karakteristik, maupun kuantitasnya.
2. Pergerakan (*move*), dapat mempertimbangkan *source dan destination*, logistic, karakteristik dan tipenya.
3. Metode perpindahan (*method*), dapat dilihat dari *handling unit*, peralatan dan kuantitasnya.
4. Batas fisik (*physical restriction*), yang dipengaruhi oleh lokasi, *aisle*, dan *space*.

2.3.1 Tujuan Kegiatan *Material Handling*

Kegiatan *material handling* merupakan kegiatan yang selalu dilakukan, dan tentu saja kegiatan ini membutuhkan biaya dan mempengaruhi struktur biaya operasional. Maka dari itu sistem *material handling* dalam suatu industri harus selalu dalam kontrol dan perbaikan supaya sasaran pokok pemindahan produk dapat dicapai (Wignjosoebroto,S.,2009:225-227), sebagai berikut:

1. Menambah kapasitas produksi, peningkatan ini bisa tercapai dengan cara :
 - a. Menambah produktivitas kerja orang per jam kerja.
 - b. Meningkatkan efisiensi peralatan *material handling* dengan mengurangi *down time* (waktu henti).
 - c. Menjaga aliran kerja dengan tidak membiarkan terjadinya penumpukan bahan atau produk.
 - d. Perbaikan control kegiatan melalui penjadwalan yang terencana baik dan pengawasan ketat.
2. Mengurangi limbah buangan (*waste*), mengurangi kesalahan dalam melakukan *material handling* yang berakibat material tersebut tidak bisa terpakai lagi (*waste*) dengan cara :

- a. Memindahkan material secara hati-hati selama proses berlangsung.
 - b. Fleksibilitas untuk memenuhi ketentuan khusus pemindahan material ditinjau dari sifat dan karakternya.
3. Memperbaiki kondisi area kerja (*working condition*), faktor ini bisa meningkatkan produktivitas. *Material handling* yang baik bisa dicapai dengan :
 - a. Menjaga kondisi area kerja yang aman dan nyaman.
 - b. Mengurangi faktor kelelahan operator.
 - c. Memperbaiki perasaan nyaman bekerja para operator.
 - d. Memotivasi pekerja untuk lebih produktif lagi dalam bekerja.
 4. Memperbaiki distribusi material, kegiatan *material handling* juga meliputi kegiatan akhir (*finished goods product*) yang berpengaruh langsung terhadap harga jual produksinya, sasaran dalam hal ini antara lain :
 - a. Mengurangi kerusakan dalam proses pemindahan atau pengiriman yang harus ditempuh.
 - b. Memperbaiki route pemindahan yang harus ditempuh.
 - c. Memperbaiki fasilitas gudang dengan mengaturnya.
 - d. Meningkatkan efisiensi kerja dalam proses penerimaan dan pengiriman barang.
 5. Mengurangi biaya, pengurangan ini diartikan pengurangan biaya secara total, yaitu :
 - a. Meningkatkan produktivitas kerja
 - b. Mengurangi dan mengendalikan inventories.
 - c. Memanfaatkan luas area untuk hal-hal lebih baik lagi
 - d. Mengurangi kegiatan pemindahan yang tidak efisien.
 - e. Mengatur jadwal pemindahan material dengan baik.

Menurut Apple, J.M., (1990:241), sebuah pola aliran bahan yang direncanakan dengan baik dan cermat mempunyai beberapa keuntungan, dan akan menuju pencapaian tujuan perancangan fasilitas. Beberapa keuntungan yang dimaksud adalah :

1. Menaikkan efisiensi produksi, produktivitas.
2. Pemanfaatan ruangan yang lebih baik.
3. Kegiatan pemindahan yang lebih sederhana.
4. Mengurangi waktu menganggur.
5. Pemanfaatan tenaga kerja lebih efisien.
6. Mengurangi kerusakan produk.
7. Meminimalkan kecelakaan kerja.

8. Mengurangi kemacetan pergerakan di gang
9. Meminimumkan langkah balik.
10. Aliran bahan lancar.

2.3.2 Ongkos *Material Handling* (OMH)

Menurut Wignjosoebroto,S.,(2009:232), secara umum biaya *material handling* terbagi dalam tiga klasifikasi :

1. Biaya yang berkaitan dengan transportasi *raw material* dari sumber asal menuju pabrik pengiriman *finished goods product* ke consumer yang dibutuhkannya. Biaya ini berkaitan langsung dengan pemilihan lokasi pabrik dengan mempertimbangkan tempat dimana sumber material berada serta lokasi tujuannya.
2. *In-plant receiving and storage*, yaitu biaya yang diperlukan untuk gerakan perpindahan material dari proses satu ke proses berikutnya, *warehousing* serta pengiriman produk lainnya.
3. *Handling materials* yang dilakukan oleh operator pada mesin atau peralatan kerjanya serta proses perakitan yang berlangsung di atas meja perakitan.

Menurut Arif (2017:134), besarnya ongkos *material handling* (OMH) tergantung pada beberapa faktor :

1. Jenis alat angkut, hal ini ditentukan oleh beban yang dibawa. Untuk efisiensi, selama bisa di tangani manusia maka material dapat diangkut manusia. Jika melebihi beban yang bisa diangkut manusia maka dapat menggunakan mesin, namun harus diperhatikan biaya pemakaian mesin lebih mahal daripada biaya tenaga manusia. Beberapa alat angkut yang biasa digunakan adalah:
 - a. Alat angkut dengan menggunakan tenaga manusia (0-5 kg).
 - b. Alat angkut dengan menggunakan *walky fallet* (5-30 kg).
 - c. Alat angkut dengan menggunakan *lift truck* (diatas 30 kg).
2. Berat benda yang dipindahkan, berat benda yang dipindahkan menentukan jenis alat angkutnya. Makin berat benda yang dipindahkan maka makin besar pula daya angkutnya, dan tentunya ongkos *material handling* akan lebih besar pula.
3. Jarak perpindahan, semakin jauh jarak yang digunakan maka ongkos yang dibutuhkan akan semakin besar.

Format ongkos *material handling* dapat dilihat dari gambar dibawah ini:

Tabel 2.2 Format Tabel OMH

Dari	Ke	Nama Komponen	Produk/ Jam	Berat Bentuk	Berat Total	Alat Angkut	OMH Rp/m/ Gerakan	Jarak (m)	Total Ongkos
Total OMH									

(Sumber : Arif, 2017:138)

Rumus :

$$\text{Ongkos material handling} = \text{Jarak} \times \text{Biaya} \times \text{Frekuensi} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\text{OMH/meter} = \frac{\text{Biaya operasional per hari}}{\text{Jarak perpindahan per hari}} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$\text{Frekuensi} = \frac{\text{Satuan yang dipindahkan}}{\text{Kapasitas alat angkut}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Didalam sebuah perusahaan yang menjadi *input* dan *output* ongkos *material handling* adalah sebagai berikut :

1. *Input* ongkos *material handling*, diantaranya : Tabel material, *Operation Proses Chart*, Tabel luas lantai, jarak mesin.
2. *Output* ongkos *material handling*, adalah tabel dan total ongkos atau biaya *material handling* suatu perusahaan atau pabrik.

2.3.3 Ketentuan Ukuran Jarak

Menurut Heragu (2008), ukuran jarak dalam perancangan tata letak dibagi menjadi tujuh, yaitu :

1. Jarak *Euclidean*, merupakan jarak yang diukur lurus antara pusat fasilitas satu dengan pusat fasilitas lainnya. Formula yang digunakan dalam pengukuran jarak *euclidean* yaitu :

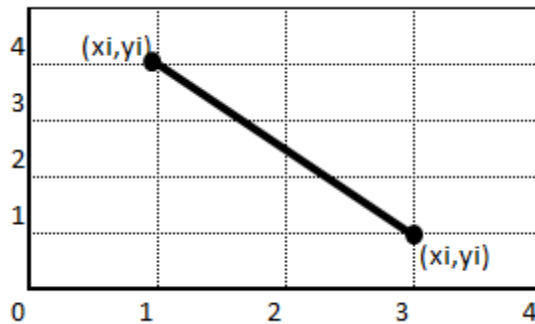
$$d_{ij} = [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2]^{1/2} \dots\dots\dots(2.4)$$

dimana :

x_i = koordinat x pada pusat fasilitas i

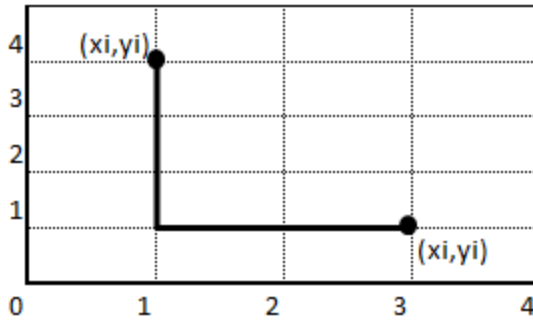
y_i = koordinat x pada pusat fasilitas j

d_{ij} = jarak antara pusat fasilitas i dan j



Gambar 2.4 Jarak *Eucliden*
 (Sumber : Arif, 2017:139)

2. Jarak *Squared Eucliden*, merupakan pengukuran jarak dengan mengkuadratkan jarak eucliden dimana adanya pembebanan lebih besar kepada pasangan fasilitas yang berjauhan dari pasangan yang berdekatan. Formula yang digunakan dalam pengukuran jarak ini yaitu :
 $d_{ij} = [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2] \dots \dots \dots (2.5)$
 dimana :
 x_i = koordinat x pada pusat fasilitas i
 y_i = koordinat x pada pusat fasilitas j
 d_{ij} = jarak antara pusat fasilitas i dan j
3. Jarak *Rectilinear*, merupakan jarak yang diukur mengikuti jalur tegak lurus dari satu titik pusat fasilitas ke titik pusat fasilitas lainnya. Formula yang digunakan dalam pengukuran ini yaitu :
 $d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \dots \dots \dots (2.6)$
 dimana :
 x_i = koordinat x pada pusat fasilitas i
 y_i = koordinat x pada pusat fasilitas j
 d_{ij} = jarak antara pusat fasilitas i dan j



Gambar 2.5 Jarak *Rectilinear*
(Sumber : Arif, 2017:149)

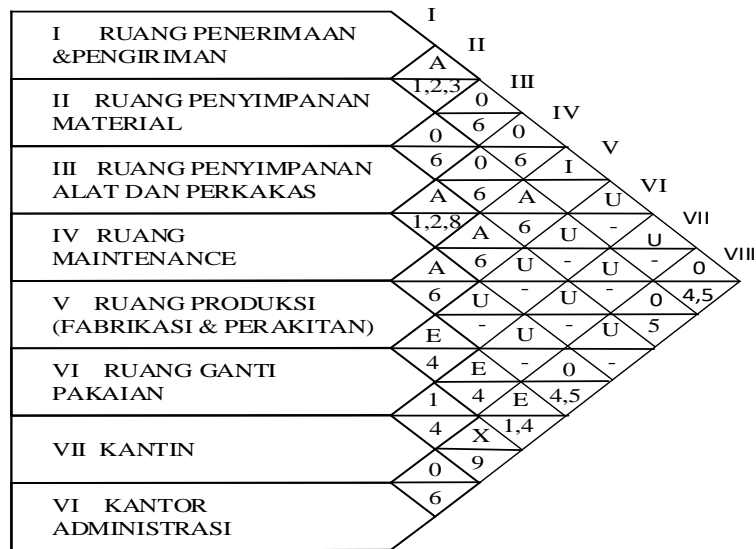
4. *Tchebychev*, pengukuran ini biasanya diaplikasikan pada permasalahan picking, dimana dimensi yang dipakai adalah tiga dimensi, sehingga formulasinya yaitu :

$$d_{ij} = \max (|X_i - X_j| , |Y_i - Y_j| , |Z_i - Z_j|) \dots \dots \dots (2.7)$$
5. *Aisle Distance*, merupakan pengukuran jarak secara aktual, dengan mengukur jarak sepanjang lintasan yang dilalui alat pengangkut bahan atau *material handling*.
6. *Adjacency*, bila fasilitas atau departemen i dan j saling berhubungan secara langsung (*adjacency*).
7. *Shortest Path*, merupakan perhitungan yang biasa digunakan untuk menentukan jarak dua titik yang paling pendek dalam permasalahan *network location*.

2.4 Activity Relationship Chart (ARC)

Menurut Wignjosoebroto, S., (2009:200), Peta hubungan aktivitas atau *Activity Relationship Chart (ARC)* adalah suatu teknik yang sederhana di dalam merencanakan tata letak fasilitas atau departemen berdasarkan derajat hubungan aktivitas yang sering dinyatakan dalam penilaian kualitatif dan cenderung berdasarkan pertimbangan yang bersifat subyektif dari masing-masing fasilitas atau departemen. Metode ini hampir sama dengan *form to chart*, hanya dalam metode ini analisa lebih bersifat kualitatif, jika dalam *form to chart* analisis dilakukan berdasarkan angka-angka berat atau volume dan jarak perpindahan bahan dari satu

departemen ke departemen yang lain, maka dalam *activity relationship chart* akan menggantikan kedua hal tersebut dengan kode-kode huruf yang akan menunjukkan derajat hubungan aktivitas secara kualitatif dan juga kode angka yang akan menjelaskan untuk pemilihan kode huruf tersebut.



Gambar 2.6 Peta Hubungan Aktivitas
(Sumber : Wignjosoebroto,S.,2009:201)

Tabel 2.3 Tabel Standard Penggambaran Derajat Hubungan Aktivitas

DERAJAT (NILAI) KEDEKATAN	DESKRIPSI	KODE GARIS	KODE WARNA
A	Mutlak	=====	Merah
E	Sangat penting	=====	Oranye
I	Penting	=====	Hijau
O	Cukup/biasa	=====	Biru
U	Tidak penting		Tidak ada kode warna
X	Tidak dikehendaki	~~~~~	Coklat

(Sumber : Wignjosoebroto,S.,2009:202)

Tabel 2.4 Alasan Penetapan Derajat Hubungan

Kode Alasan	Deskripsi Alasan
1	Penggunaan catatan secara bersamaan
2	Menggunakan tenaga kerja yang sama
3	Menggunakan <i>space</i> area yang sama
4	Derajat kontak personel yang sering dilakukan
5	Derajat kontak kertas kerja yang sering dilakukan
6	Urutan aliran kerja
7	Melaksanakan kegiatan kerja yang sama
8	Menggunakan peralatan kerja yang sama
9	Kemungkinan adanya bau yang tidak mengenakan, ramai, dll

(Sumber : Wignjosoebroto,S.,2009:201)

Dari gambar dan tabel di atas, kode huruf seperti A, E, I dan seterusnya menunjukkan bagaimana aktivitas dari masing-masing departemen tersebut akan mempunyai hubungan secara langsung atau erat kaitannya. Kode huruf ini diletakkan pada bagian kotak atas dan pemberian warna yang khusus juga diberikan supaya lebih mudah menganalisisnya. Sedangkan kode angka 1, 2, 3 dan seterusnya diletakkan dibagian bawah kotak, hal ini menjelaskan alasan pemilihan atau penentuan derajat hubungan antar masing-masing departemen.

2.5 Antropometri Manusia

Anthropometri adalah suatu studi yang berhubungan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Sedangkan menurut Nurmianto (1991) *anthropometri* adalah satu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakter fisik tubuh manusia, ukuran, bentuk dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain *anthropometri* secara luas akan digunakan sebagai pertimbangan ergonomis dalam proses perencanaan (*design*) produk maupun sistem kerja yang akan memerlukan interaksi manusia. Istilah *anthropometri* berasal dari kata “anthropos (man)” yang berarti dan “metron (measure)” yang berarti ukuran (Bridger, 1995). Secara definitif antropometri dapat dinyatakan sebagai suatu studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Kini, antropometri berperan penting dalam bidang perancangan industri, perancangan pakaian, *ergonomic* dan arsitektur. Dalam bidang-bidang tersebut, data statistik tentang distribusi dimensi tubuh dari suatu populasi diperlukan untuk menghasilkan produk yang optimal. Perubahan

dalam gaya kehidupan sehari-hari, nutrisi, dan komposisi etnis dari masyarakat dapat membuat perubahan dalam distribusi ukuran tubuh (misalnya dalam bentuk epidemic kegemukan), dan membuat perlunya penyesuaian berkala dari koleksi data antropometrik.

Data antropometri yang diperoleh akan diaplikasikan secara luas antara lain dalam hal :

- a. Perancangan areal kerja (*work station*, interior mobil dll)
- b. Perancangan peralatan kerja seperti mesin, *equipment*, perkakas (*tools*) dan sebagainya.
- c. Perancangan produk-produk *konsumtif* seperti pakaian, kursi, meja, komputer.
- d. Perancangan lingkungan kerjafisik

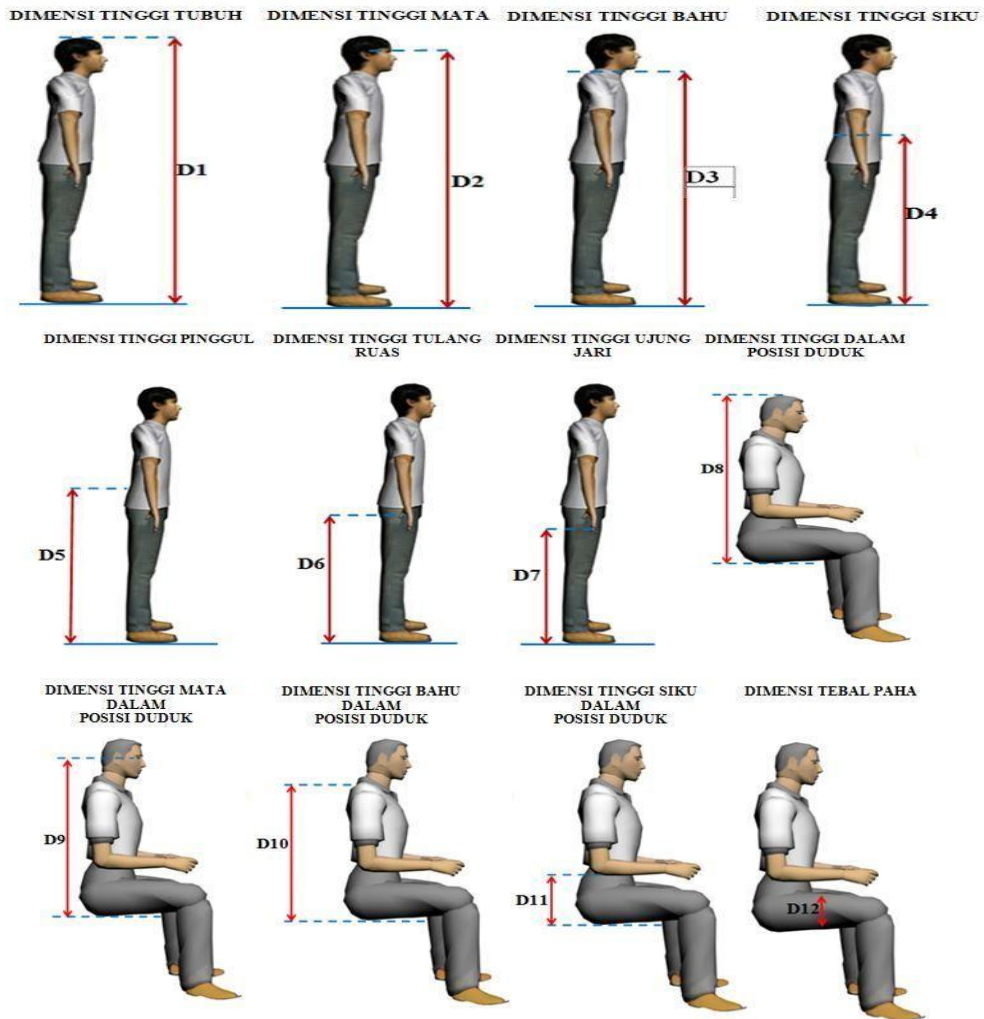
Anthropometri dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

- a. *Anthropometri statis*, dimana pengukuran dilakukan pada saat tubuh dalam keadaan diam / tidak bergerak.
- b. *Anthropometri dinamis*, dimana dimensi tubuh diukur dalam berbagai posisi tubuh yang sedang bergerak.

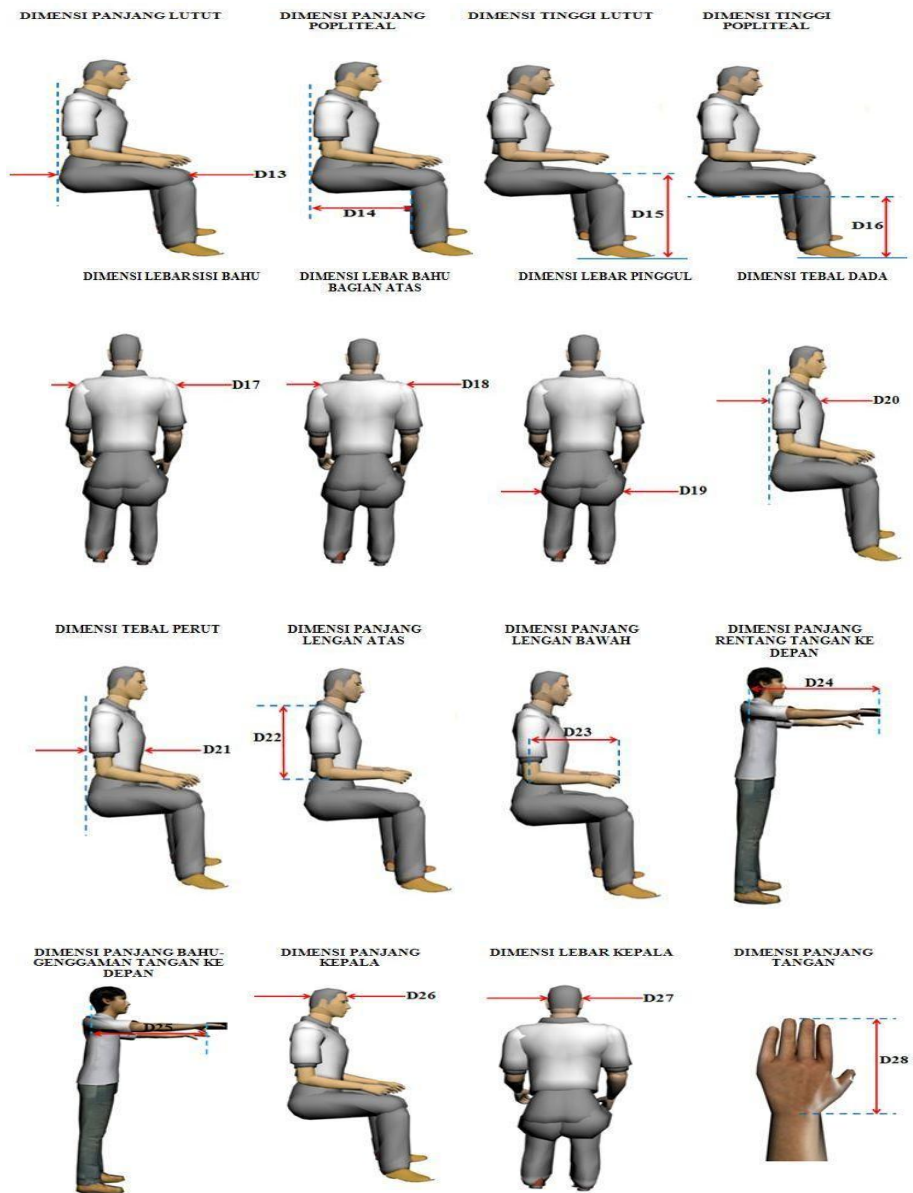
Beberapa syarat yang mendasari penggunaan antropometri adalah sebagai berikut :

- a. Alatnya mudah di dapat dan di gunakan seperti dacin, pita lingkar lengan atas, mikrotoa, dan alat pengukur panjang bayi yang dapat diibuat sendiri dirumah.
- b. Pengukuran dapat dilakukan berulang-ulang dengan mudah dan objektif.
- c. Pengukuran bukan hanya dilakukan dengan tenaga khusus profesional, juga oleh tenaga lain setelah dilatih untuk itu.
- d. Biaya relatif murah
- e. Hasilnya mudah disimpulkan karena mempunyai ambang batas.
- f. Secara alamiah diakui kebenarannya.

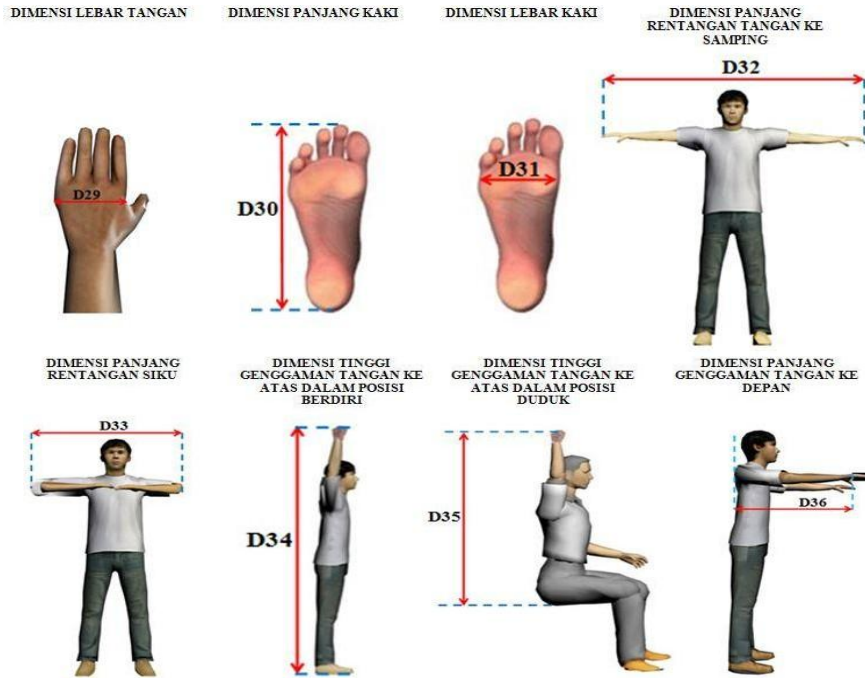
Berikut ini merupakan data antropometri dimensi tubuh manusia yang terdiri atas dimensi antropometri manusia ketika duduk dan berdiri menurut antropometri Indonesia.



Gambar 2.7 Dimensi Tubuh Manusia D1 sampai dengan D12
Sumber : Antropometri Indonesia (2014)



Gambar 2.8 Dimensi Tubuh Manusia D13 sampai dengan D28
 Sumber : Antropometri Indonesia (2014)



Gambar 2.9 Dimensi Tubuh Manusia D25 sampai dengan D36
 Sumber : Antropometri Indonesia (2014)

Untuk keterangan gambar diatas bisa dilihat pada tabel 2.5 sebagai berikut :

Tabel 2.5 Keterangan Dimensi Tubuh Manusia

Dimensi	Keterangan Dimensi	Rata-rata
D1	Dimensi tinggi tubuh pada posisi berdiri	168,31
D2	Dimensi tinggi mata pada posisi berdiri	157,07
D3	Dimensi tinggi bahu pada posisi berdiri	140,41
D4	Dimensi tinggi siku pada posisi berdiri	104,5
D5	Dimensi tinggi pinggul pada posisi berdiri	61,58
D6	Dimensi tinggi tulang ruas pada posisi berdiri	87,04
D7	Dimensi tinggi ujung jari pada posisi berdiri	75
D8	Dimensi tinggi dalam posisi duduk	59,02
D9	Dimensi tinggi mata dalam posisi duduk	22,23

Dimensi	Keterangan Dimensi	Rata-rata
D10	Dimensi tinggi bahu dalam posisi duduk	14,28
D11	Dimensi tinggi siku dalam posisi duduk	59,28
D12	Dimensi tebal paha dalam posisi duduk	48,24
D13	Dimensi panjang lutut dalam posisi duduk	53,2
D14	Dimensi panjang popliteal dalam posisi duduk	42,5
D15	Dimensi tinggi lutut dalam posisi duduk	38,58
D16	Dimensi tinggi popliteal dalam posisi duduk	38,35
D17	Dimensi lebar sisi bahu dalam posisi duduk	22,45
D18	Dimensi lebar bahu bagian atas dalam posisi duduk	168,32
D19	Dimensi lebar pinggul dalam posisi duduk	157,07
D20	Dimensi tebal dada dalam posisi duduk	140,41
D21	Dimensi tebal perut dalam posisi duduk	24,23
D22	Dimensi panjang lengan atas dalam posisi duduk	36,03
D23	Dimensi panjang lengan bawah dalam posisi duduk	45,76
D24	Dimensi panjang rentang tangan ke depan dalam posisi berdiri	73,35
D25	Dimensi panjang bahu – genggam tangan ke depan dalam posisi berdiri	63,87
D26	Dimensi panjang kepala	20,01
D27	Dimensi lebar kepala	17,04
D28	Dimensi panjang tangan	8,6
D29	Dimensi lebar tangan	25,36
D30	Dimensi panjang kaki	173,05
D31	Dimensi lebar kaki	88,09
D32	Dimensi panjang rentangan tangan ke samping dalam posisi berdiri	120,94
D33	Dimensi panjang rentangan siku dalam posisi berdiri	73,06
D34	Dimensi panjang genggam tangan ke atas dalam posisi berdiri	73,35
D35	Dimensi panjang genggam tangan ke atas dalam posisi duduk	63,87
D36	Dimensi panjang genggam tangan ke depan dalam posisi berdiri	20,01

Sumber : Antropometri Indonesia (2014)

Halaman ini sengaja dikosongkan.