Bab 2
Tinjauan Pustaka

2.1. Perancangan Fasilitas

Perancangan fasilitas merupakan kegiatan menganalisis, membentuk konsep, merancang, dan mewujudkan sistem dalam pembuatan barang atau jasa. Rancangan ini umumnya digambarkan sebagai rencana lantai, yaitu suatu susunan fasilitas fisik (perlengkapan, tanah, bangunan, dan sarana lain) untuk mengoptimumkan hubungan antara petugas pelaksana, aliran barang, aliran informasi, dan tata cara yang diperlukan untuk mencapai tujuan usaha secara efisien, ekonomis, dan aman. Umumnya tujuan keseluruhan rancang fasilitas adalah membawa masukan (bahan, pasokan, dan lain – lain.) melalui setiap fasilitas dalam waktu tersingkat yang memungkinkan, dengan biaya yang wajar. Dalam batasan industri, makin singkat sepotong bahan berada dalam pabrik, makin kecil keharusan pabrik menaggung beban buruh dan ongkos tidak langsung Apple (1990).

2.1.1. Peranan Perancangan Fasilitas

Pentingnya rancang fasilitas bagi operasi satu perusahaan yang efisien tidak dapat ditunjukan. Harus diketahui bahwa aliran barang biasanya merupakan tulang punggung fasilitas produksi, dan harus dirancang dengan cermat. Konsep ini dapat diringkaskan sebagai berikut:

1. perencanaan efisien bagi aliran barang adalah prasyarat bagi produksi yang ekonomis.
2. Pola dalam aliran barang menjadi dasar bagi penyusunan fasilitas yang efektif.
3. Pemindahan barang merubah pola aliran statis kedalam satu kenyataan cerdas, memberikan cara bagaimana barang dipindahkan.
4. Susunan fasilitas yang efisien disekitar pola aliran barang dapat menghasilkan pelaksanaan berbagai proses yang berkaitan secara efisien.
5. Penyelesaian proses yang efisien dapat meminimumkan biaya produksi.
6. Biaya produksi minimum dapat memberikan keuntungan maksimum.

2.1.2. Ruang Lingkup Rancangan Fasilitas

Ruang lingkup pekerjaan rancang fasilitas mencakup satu kajian yang cermat paling tidak dari bidang – bidang berikut; pengangkutan, peneriamaan, gudang bahan baku, produksi, perakitan, pengemasan dan pengepakan, pemindahan barang, pelayanan pegawai, kegiatan produski penunjang, pergudangan, pengiriman, perkantoran, fasilitas luar (penunjang), bangunan, lokasi, keamana, dan buangan.

2.2. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik dapat didefinisikan sebagai tata cara penganturan fasilitas – fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Pengaturan tersebut akan memanfaatkan luas luas area untuk penempatan mesin atau fasilitas penunjang prduksi lainya, kelancaran gerakan – gerakan *material*, penyimpanan *material* (*storage*) baik yang bersifat temporer maupun permanen, personil pekerja dan sebagainya. Terdapat dua hal yang diatur dalam tata letak pabrik yaitu penganturan mesin (*machine layout*) dan pengaturan departemen (*departement layout).*

Menurut Heizer dan Render (2006), tata letak memiliki banyak dampak strategis karena tata letak menentukan daya saing perusahaan dalam hal kapasitas, proses, fleksibilitas, dan biaya, serta kulaitas lingkungan kerja, kontak pelanggan dan citra perusahaan. Tata letak yang efektif dapat membantu organisasi mencapai sebuah strategi yang menunjang diferensiasi, biaya rendah, atau respon yang cepat. Tujuan strategi tata letak adalah membangun tata letak yang ekonomis yang memenuhi kebutuhan persaingan perusahaan dan desain tata letak harus mempertimbangkan utilitas ruang dan peralatan, aliran informasi dan orang, kondisi lingkungan kerja yang lebih aman.

2.2.1. Tujuan Tata Letak

Secara umum tujuan dari perancangan tata letak adalah untuk mendapatkan susunan tata letak yang paling optimal dari fasilitas – fasilitas produksi yang tersedia didalam perusahaan. Dan tujuan utama tata letak yang baik adalah memberikan banyak keuntungan dalam sistem produksi sebagai berikut:

1. Memudahkan Proses Manufaktur

   Tata letak harus dirancang sedemikaian rupa seperti susunan mesin, peralatan, dan tempat kerja hingga barang dapat bergerak dengan lancar sepanjang suatu jalur, hilangkan hambatan – hambatan yang ada, rencanakan aliran, dan jaga mutu pekerjaan.
2. Meminimumkan Pemindahan Barang

   Tata letak yang baik harus dirancang sedemikian sehingga pemindahan barang diturunkan sampai batas minimum, seperti pemindahan harus mekanis, dan pemindahan semua harus dirancang untuk memindahkan komponen menuju daerah pengiriman.
3. Menghemat Pemakaian Rung Bangunan

   Setiap meter persegi luas lantai dalam sebuah pabrik memakai biaya, akan tetapi apabila tiap meter persegi ini digunakan dengan sebaik – baiknya maka ongkos tak langsung untuk tiap produk dapat ditekan.
4. Menurunkan Penanaman Modal Dalam Peralatan

   Susunan mesin yang tepat dan departemen yang tepat dapat membantu menurunkan jumlah peralatan yang diperlukan.
5. Memberi Kemudahan, Keselamatan, dan Kenyamanan Pada Pegawai

   Untuk memenuhi tujuan ini diperlukan perhatian atas hal – hal seperti penerangan, pergantian udara, keselamatan, pembuangan lembaban, debu, kotoran, dan sebagainya.
6. Memelihara Perputaran Barang Setengah Jadi yang Tinggi

   Setiap menit yang dilewatkan komponen dalam fasilitas akan menambah ongkos, melalui modal kerja yang tertanam.
7. Menaikan *Output* Produksi

   Suatu tata letak yang baik akan memberikan produk (*output*) yang lebih besar atau lebih sedikit, *man hours* yang lebih kecil dan atau mengurangi jam kerja mesin.
8. Proses *Manufacturing* yang Lebih Singkat

   Dengan memperpendek jarak antar operasi satu dengan operasi berikutnya dan mengurangi bahan yang menunggu serta *storage* yang tidak diperlukan maka

waktu yang diperlukan bahan baku untuk berpindah dapat diperpendek sehingga secara total waktu produksi akan dapat juga diperpendek.

9. Mengurangi Waktu Tunggu (*Delay*)

   Pengaturan tata letak yang terkoordinir dan terencana baik akan dapat mengurangi waktu tunggu (*delay*) yang berlebihan.

10. Menguruangi Faktor yang Bisa Merugikan dan Mempengaruhi Kualitas Bahan baku ataupun Produk Jadi

    Tata letak yang direncanakan dengna baik akan dapat mengurangi kerusakan – kerusakan yang bisa terjasi pada bahan baku atau produk jadi. Getaran – getaran, debu, panas, dan lain – lain dapat secara mudah merusak kulaitas *material* ataupun produk yang dihasilkan.

11. Minimasi *Material handling Cost*

    Penyusunan tata letak pabrik yang tepat diharapkan dapat memperoleh intensif dan kontribusi terhadap penurunan *material handling cost*. Di sisi lain, tata letak yang baik itu akan menunjang pelaksanaan proses produksi secara efisien.

12. Memudahkan Komunikasi

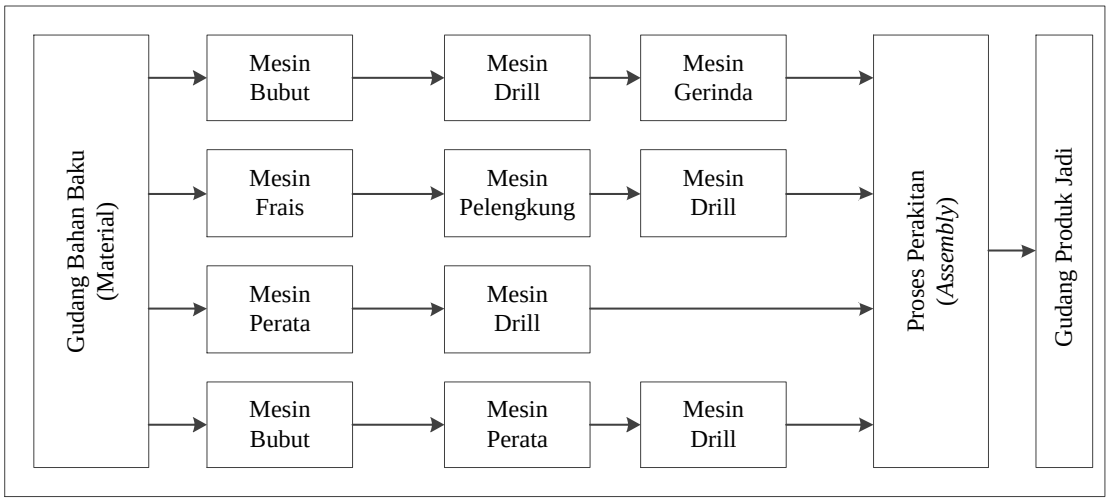
    Dari berbagai hasil peneliitian diperoleh simpulan bahwa rancangan tata letak yang membatasi komunikasi antara sesama pekerja, pekerja dengna supervisisnya, dan antar supervisi yang ada, akan memiliki produktivitas yang rendah. Sehubungan dengna itu, rancangan tata letak harus dibuat sedemikian rupa sehingga menghilangkan kendala komunikasi antara sesama pekerja, pekerja dengna supervisisnya, serta antara sesama supervisi.

2.2.2. Tipe Tata Letak Lantai Produksi dan Pola Aliran *Material*

Pemilihan dan penempatan *layout* merupakan langkah yang kritis dalam proses perencanaan fasilitas produksi, karena *layout* yang dipilih akan menentukan hubungan fisik dari aktivitas – aktivitas produksi yang saling berhubungan. Beberapa jenis tata letak fasilitas berdasarkan aliran produksinya, diantaranya:

1. Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Aliran Produksi (*Product Layout* atau *Line Product*)

Product layout dapat didefinisikan sebagai metode atau cara pengaturan dan penempatan fasilitas produksi yang diperlukan ke dalam suatu departemen. Suatu produk dapat diproduksi sampai selesai di dalam departemen tersebut. Bahan baku dipindahkan dari satu mesin ke mesin lainya didalam departemen tersebut, dan tidak perlu dipindah – pindahkan ke departemen yang lainya. Dalam *Product layout,* mesin – mesin atau alat bantu disusun menurut urutan proses dari produk tersebut. Produk – produk bergerak secara terus menerus dalam satu garis perakitan. Product *layout* akan digunakan bila volume produksi cukup tinggi dan variasi produk tidak banyak dan sangat sesuai untuk produksi yang kontinyu. Tujuan dari tata letak ini adalah untuk mengurangi proses pemindahan bahan dan memudahkan pengawasan di dalam aktivitas produksi, sehingga pada akhirrnya akan terjadi penghematan biaya. Gambaran aliran produksi *product layout* dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Contoh aliran produksi *product layout*

Keuntungan tipe *product layout* adalah:

1. *Layout* sesuai dengan urutan operasi, sehingga proses berbentuk garis.
2. Pekerjaan dari suatu proses secara langsung dikerjakan pada proses berikutnya, sebagai akibat *inventory* barang setengah jadi menjadi kecil.

3. Total waktu produksi per unit menjadi pendek.
4. Mesin dapat ditempatkan pada jarak yang minimal, konsekuensi dari operasi ini adalah *material handling* dapat dikurangi.
5. Lokasi yang tidak begitu luas dapat digunakan untuk transit dan penyimpanan barang sementara
6. Memerlukan aktivitas yang sedikit selama proses produksi berlangsung.

Sedangkan kekurangan dari *product layout* adalah:

1. Kerusakan dari satu mesin akan mengakibatkan terhentinya proses produksi.
2. *Layout* ditentukan oleh produk yang diproses, perubahan desain produk memerlukan penyusunan *layout* ulang.
3. Kecepatan produksi ditentukan oleh mesin yang beroperasi paling lambat
4. Membutuhkan investasi yang besar karena mesin yang sejenis akan dipasang lagi kalau proses yang sejenis diperlukan.

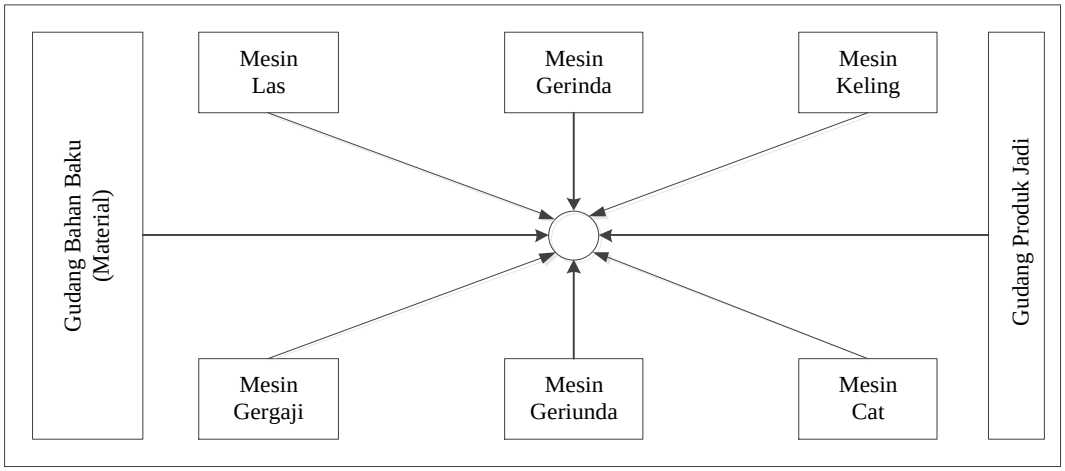
Layout yang Berposisi Tetap (*Fixed Position Layout*)

Sistem berdasarkan *product layout* maupun proses *layout*, produk bergerak menuju mesin sesuai dengan urutan proses yang dijalankan. *Layout* yang berposisi tetap ditunjukan bahwa mesin, manusia serta komponen – komponen bergerak menuju lokasi *material* untuk menhasilkan produk. *Layout* ini biasanya digunakan untuk memproses barang yang relatif besar dan berat sedangkan peralatan yang digunakan mudah untuk dipindahkan. Contoh dari industri ini adalah industri pesawat terbang, pengalangan kapal, pekerjaan kontruksi bangunan. Keuntungan tata letak tipe ini yaitu; karena yang berpindah adalah fasilitas – fasilitas produksi, maka perpindahan *material* dapat dikurangi, sedangkan kerugiannya adalah memerlukan pengawasan dann koordnasi kerja yang ketat khususnya dalam penjadwalan produksi. Gambaran aliran produksi *Fixed Position Layout* dapat dilihat pada gambar 2.2.

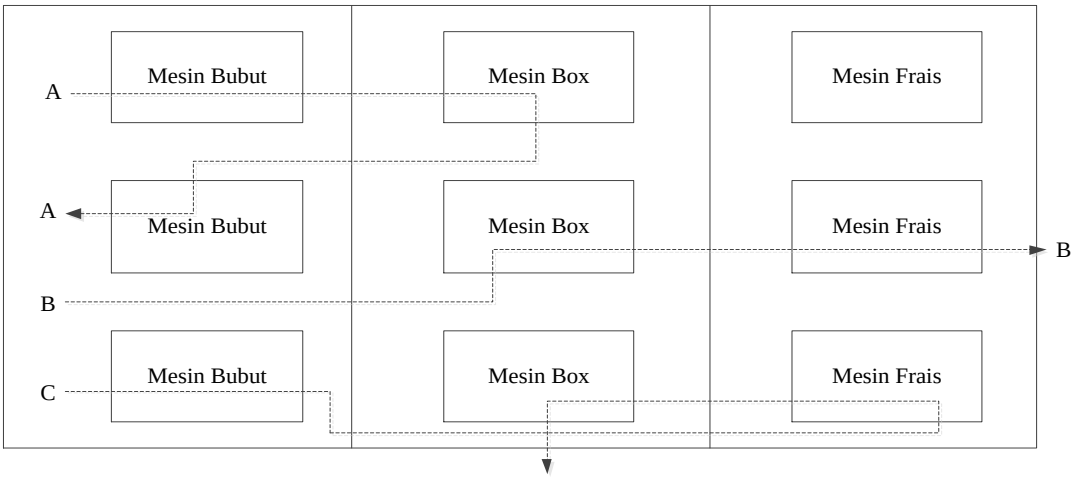
2. Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Aliran Proses (*Process Layout*)

Dalam tata letak fasilitas berdasarka aliran proses, pekerjaan dalam proses produksi mengalir melewati departemen – departemen dan departemen tersebut

disusun hanya untuk satu jenis pekerjaan. Misalnya, dalam pabrik yang melakukan pekerjaan mesin, mesin bor akan ditempatkan pada satu departemen, mesin bubut pada departemen lain lagi, mesin frais pada departemen lain dan seterusnya. Berikut ini contoh tata letak fasilitas berdasarkan aliran poses dapat dilihat pada gamabar 2.3.



Gambar 2.2. Contoh aliran produksi *fixed position layout*



Gambar 2.3. Tata letak fasilitas berdasarkan aliran proses

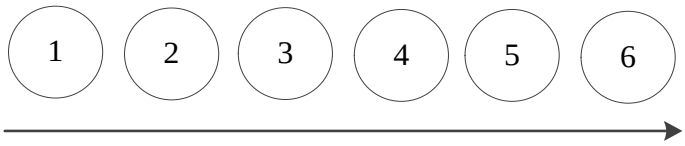
3. Pola Aliran Bahan Untuk Proses Produksi (Pabrikasi)

Pola aliran yang dipakai untuk pengaturan aliran bahan dalam proses produksi yang terdiri dari:

1. Garis lurus (*Straight Line*)

   Pola aliran garis lurus umum dipakai pada proses produksi pendek, relatif sederhana, dan hanya mengandung sedikit komponen atau beberapa peraltan produksi. Pola aliran bahan berdasarkan garis lurus ini akan memberikan:

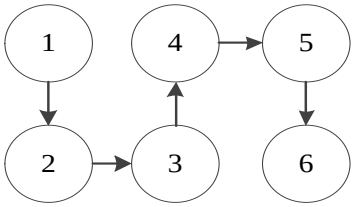
   - Jarak terpendek antara dua titik.
   - Proses atau aktivitas produksi berlangsung sepanjang garis lurus.
   - Jarak perpindahan bahan secara total akan kecil karena jarak antara masing – masing mesin adalah yang sependek – pendeknya.



Gambar 2.4. Contoh aliran produksi *straight line*

2. Zig – zag (S – *Shaped*)

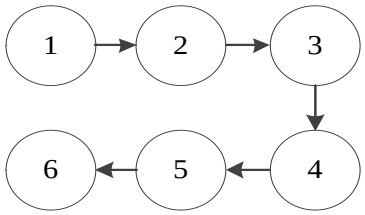
   Pola aliran ini sangat baik diterapkan pada lintasan aliran produki lebih panjang dari ruangan yang tersedia. Untuk itu aliran bahan akan dibelokan untuk menambah panjangnya garis aliran yang ada dan secara ekonomis hal ini dapat mengatasi segala keterbatasan dari area, dan ukuran dari bangunan yang ada.



Gambar 2.5. Contoh aliran produksi s – *shaped*

3. Bentuk U (U – *Shaped*)

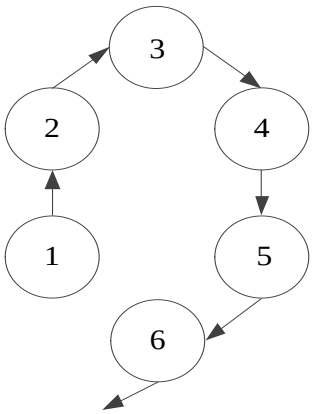
   Pola aliran ini dapat diterapkan apabila akhir proses produksi akan berada pada lokasi yang sama dengan awal proses produksinya. Pola ini akan mempermudah pemanfaatan fasilitas transportasi dan juga sangat mempermudah pengawsan keluar masuknya *material* dari dan menuju pabrik.



Gambar 2.6. Contoh aliran produksi u – *shaped*

4. Melingkar (*Circular*)

   Pola aliran berdasarkan bentuk lingkaran sangat baik digunakan untuk proses produksi yang berulang dimana *material* atau produk harus kembali pada titik awal aliran produksi beralangsung. Seperti digunakanya mesin dengan rangkaian yang sama untuk kedua kalinya.

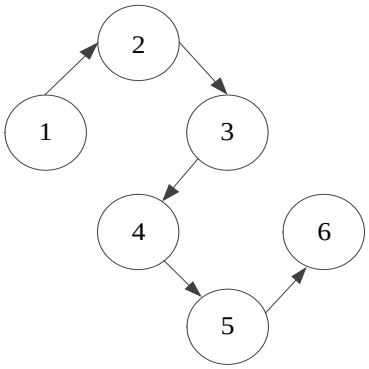


Gambar 2.7. Contoh aliran produksi *circular*

5. Sudut ganjil (*Old Angle*)

   Pola aliran sudut ganjil sering disebut juga dengan pola tak tentu, dan pada dasarnya pola ini sangat umum dan baik digunakan untuk kondisi – kondisi seperti:

   - Jika tujuan utamanya untuk memperpendek lintasan aliran antar kelompok dari wilayanh yang berdekatan.
   - Jika pemindahanya mekanis.
   - Jika keterbatasan ruangan menyebabkan pola aliran lain tidak dapat diterapkan.
   - Jika lokasi permanen dari fasilitas – fasilitas produksi yang ada.



Gambar 2.8. Contoh aliran produksi *old angle*

2.3. *Material handling*

Material handling adalah salah satu jenis transportasi (pengangkutan) yang dilakukan dalam perusahaan industri, yang artinya memindahkan bahan baku, barang setengah jadi, atau barang jadi, dari tempat asal ke tempat tujuan yang telah ditetapkan. Pemindahan *material* dalam hal ini adalah bagaimana cara yang terbaik untuk memindahkan *material* dari satu tempat proses produksi ke tempat proses produksi yang lain. Menghilangkaan transportasi tidaklah mungkin bisa dihilangkan, maka caranya adalah dengan melakukan *hand off*, yaitu menekan jumlah ongkos yang digunkan untuk biaya transportasi. Menekan ongkos transportasi dapat dilakukan dengan cara menghapus langkas transportasi, mekanisasi, atau minimasi jarak.

Ongkos *material handling* adalah suatu ongkos yang timbul akibat adanya aktivitas *material* dari satu mesin ke mesin lainya atau dari satu departemen ke departemen lain yang besarnya ditentukan sampai pada suatu tertentu. Satuan yang digunakan adalah rupiah/meter gerak. Tujuan dibuatnya perencanaan *material handling* ini adalah:

1. Meningkatkan kapasitas
2. Memperbaiki kondisi kerja
3. Memperbaiki pelayanan konsumen
4. Meningkatkan kelengkapan dan kegunaan ruangan
5. Mengurangi ongkos

Secara umum biaya *material handling* akan terbagi dalam tiga klasifikasi:

a. Biaya yang berkaitan dengan transportasi dari sumber asalnya menuju pabrik dan pengiriman produk jadi ke konsumen yang membutuhkanya. Biaya transportasi disini merupakan fungsi yang berkaitan langsung dengan pemilihan lokasi pabrik dengan memperhatikan sumber *material* berada.
b. *In – Plant Receiving and Strorage*, yaitu biaya – biaya yang diperlukan untuk pemindahan *material* dari satu proses ke proses berikutnya sampai ke pengiriman produk akhir.
c. *Handling materials* yang dilakukan oleh operator pada mesin kerjanya serta proses perakitan yang berlangsung diatas meja perakitan.

Dalam usaha menganalisa biaya *material handling*, perlu memperhatikan faktor *material*; seperti harga pembelian alat angkut dan direct power cost (*kilo watt hour*, bbm), dan juga faktor *salary*. Untuk mendapatkan perhitungan besaran ongkos *material handling* per meter, dilakukan perhitungan sebagai berikut (Hadiguna, Rika Ampuh, M.T. (2009). Manajemen Pabrik; Pendekatan Sistem untuk Efisiensi dan Efektivitas. Jakarta; Bumi Aksara. 137 – 139.):

Ongkos *material handling* dikonversikan kedalam satuan detik kemudian dikalikan dengan detik per meter geraknya.

- Upah Operator $= \frac{\text{Upah Operator}}{\text{Waktu kerja}}$

  OMH Manusia = Upah Operator x detik per meter

  (2.1. Ongkos *material handling* per meter gerak untuk manusia)

- Harga *hand fallet* $= \frac{\text{Harga Alat Angkut}}{\text{Umur pakai x 1 tahun hari kerja}}$

  OMH *Hand Fallet* = (Upah Operator x harga *hand fallet*) x detik per meter

  (2.2. Ongkos *material handling* per meter gerak untuk *hand fallet*)

- Harga *Forklift* $= \frac{\text{Harga Alat Angkut}}{\text{Umur pakai x 1 tahun hari kerja}}$

$$\textit{Direct power cost} = \frac{\text{Tarif /bulan}}{\text{Waktu kerja}}$$

OMH *Forklift* = (Upah Operator + Harga *forklift* + BBM) x detik per meter

(2.3. Ongkos *material handling* per meter gerak untuk *forklift*)

2.3.1. Peralatan Pemindah Bahan

Keseimbangan pemindahan bahan yang akan dipindahkan haruslah menunjukan sebuah tata cara yang benar dan tepat. Sebelum melakukan pemilihan peralatan, pengenalan singkat pada konsep alat pemindah bahan akan berguna dalam menyatukan tujuan menyeluruh analisis pemindahan dalam merancang tata cara pemindahan. Dalam memilih tata cara pemindahan, harus selalu diingat bahwa untuk suatu fasilitas fisik atau lingkungan haruslah memperhatikan biaya yang terkait, melibatkan kesesuaian antara karakteristik bahan dan kebutuhan pemindahan

Peralatan tidak sepenuhnya selalu dibutuhkan dalam memecahkan masalah pemindahan barang, terkadang cara yang paling sederhana dan paling ekonomis tidak membutuhkan peralatan sama sekali. Pendekatan penyederhanaan kerja menyarankan prosedur umum sebagai berikut:

1. Kurangi pemindahan
2. Kombinasikan pemindahan dengan fungsi lain, seperti pemprosesan, pemeriksaan, dan penyimpanan.
3. Ubah urutan kegiatan, pendekkan, kurangkan, atau ubah kebutuhan pemindahan.
4. Sederhanakan pemindahan, untuk mengurangi cakupan, luas atau jarak atau untuk memperbaiki cara atau pemilihan peralatan.

Terdapat empat jenis peralatan pemindah, yaitu sebagai berikut:

1. Penghantar, yaitu peralatan yang menggunakan gaya berat atau tenaga (mesin) biasanya digunakan untuk memindahkan muatan merata dan jujuh dari tempat ke tempat sepanjang satu lintasan tetap, dengan fungsi utama menghantar,

contoh; roda penghantar, sabuk penghantar, corong, rantai penghantar, keranjang penghantar, dan penghantar *pneumatic*.

2. Derek dan Kerekan, yaitu peralatan layang digunakan untuk memindahkan berbagai beban atau muatan secara serentak antar dua tempat yang tetap dengan dukungan dan pengarahan rel dengan fungsi utama memindahkan, contoh; derek – layang pemindah, derek jembatan, derek dingding, kerekan, derek *pneumatic*, dan monorel.
3. Truk Industri, yaitu kendaaraan tangan atau bermesin (bukan kendaraan jalan raya) yang digunakan untuk memindahkan beban campuran atau sejenis secara serentak sepanjang berbagai lintasan yang mempunyai permukaan yang dapat dijalani (dilalui), dengan fungsi utama mengangkut, conoh; truk pengangkut, truk anjungan (landasan), truk – tangan beroda dua, kerekta traktor – gandeng, truk tangan – penumatik, dan truk dorong.
4. Perlengkapan tambahan, yaitu peralatan atau penunjang yang digunakan dengan peralatan pemindah agar lebih mudah dalam pemakaianya, contoh; palet, gerobak, petikemas, peralatan kait, penunjang truk pengangkut, papan galangan, pemuat dan penururn muatan palet, penempat, peletak, dan peralatan penimbang.

2.3.2. Metode – Metode Perhitungan Jarak

Ada beberapa macam cara perhitungan jarak yang sering digunakan pada perancangan tata letak pabrik, yaitu sebagai berikut:

1. *Euclidean*

Metode *Euclidean* mengukur garis lurus yang terbentuk dari titik pusat fasilitas. Perhitungan dilakukan secara langsung terhadap masing – masing titik pusat ataupun dengan bantuan perhitungan garis sumbu untuk mendapatkan garis tangen. Metode ini dapat diaplikasikan pada jenis *material handling* yang bergerak mendekati arah tangensial seperti conveyor dan juga jaringan transportasi dan distribusi. Untuk menentukan jarak *euclidean* fasilitas satu dengan fasilitas lainya menggunakan formula sebagai berikut:

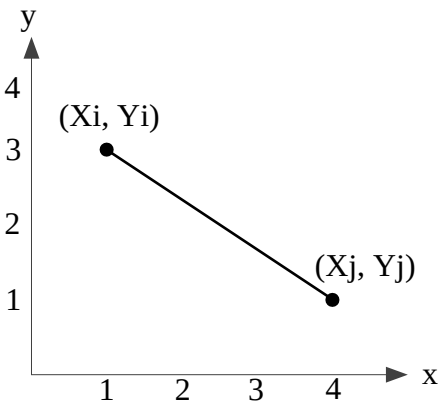
$$d_{ij} = [(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2]^{1/2} \quad \text{..... (2.4. } \textit{Euclidean}\text{)}$$

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

X_i = koordinat x pada pusat fasilitas i

Y_i = koordinat y pada pusat fasilitas i

Perhitungan jarak *euclidean* antara i dan j seperti pada gamabar 2.9. adalah sebagai berikut: $d_{ij} = [(4-1)^2 + (3-1)^2]^{1/2} = 3{,}6$



Gambar 2.9. Jarak *euclidean*

2. *Squared Euclidean*

Metode *squared euclidean* mirip dengan *euclidean*, tapi *squared euclidean* merupakan pangkat dua dari hasil *euclidean*. Metode ini digunakan untuk masalah jarak yang membutuhkan asumsi beban pada pergerakan sumbu. Formula yang digunakan dalam *squared euclidean*:

$d_{ij} = [(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2]$ ..... (2.5. *Squared euclidean*)

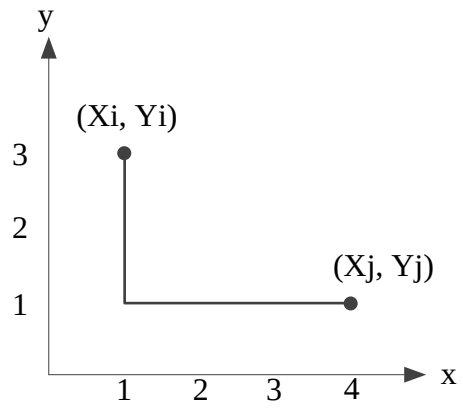
3. *Rectilinear*

Metode *rectilinear* adalah cara perhitungan jarak menggunakan jumlah jarak tempuh pada setiap garis sumbu dengan kata lain jarak yang mengukur mengikuti jalur tegak lurus. Metode ini diterapkan pada alat *material handling* sejenis *overhead crane* yang bergerak secara *rectangular*. Formula yang digunakan dalam perhitungan *rectilinear* adalah sebagai berikut:

$d_{ij} = |X_i - X_j| + |Y_i - Y_j|$ ..... (2.6. *Rectilinear*)

Misalkan pada gambar 2.10. jarak antara i dan j adalah sebagai berikut:

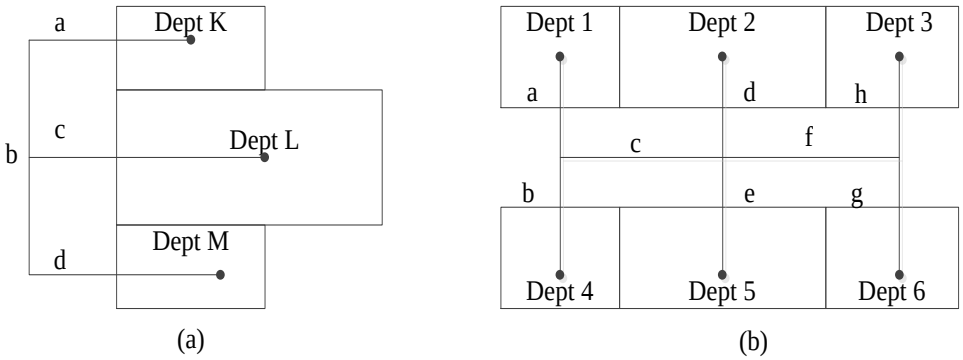
$d_{ij} = |4-1| + |3-1| = 5$



Gambar 2.10. Jarak *rectilinear*

4. *Aisle Distance*

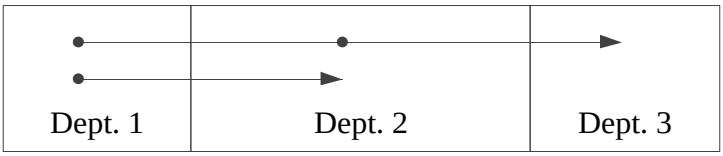
Metode *Aisle Distance* merupakan perhitungan jarak aktual yang dialami *material*, berdasarkan akumulasi jarak sumbu. Metode ini digunakan pada jenis *material handling* yang bergerak secara *rectangular*. Pada gambar 2.3 (a) ukuran jarak aisle antara departemen K dan M merupakan jumlah dari a, b, dan d. Sedang gambar 2.12 (b) jarak aisle departemen 1 dengan departemen 3 merupakan jumlah dari a, c, f, dan h. *Aisle Distance* pertama kali diaplikasikan pada masalah tata letak dari proses manufaktur.



Gambar 2.11. *Aisle distance*

5. Jarak Berdasarkan Luas Departemen

Untuk menentukan jarak berdasarkan luas lantai, diperlukan data lintasan yang dilalui *material* dari satu departemen ke departemen berikutnya. Sehingga jarak antar departemen dapat dihitung berdasarkan luas lantai asal, departemen yang dilalui, dan departemen tujuan.



Gamabr 2.12. Jarak berdasarkan luas departemen

Jarak departemen1 ke departemen2 yaitu:

½ √luas lantai departemen1 + ½ √luas departemen2

Sedangkan jika jarak departemen1 ke departemen3 yaitu:

½ √luas lantai departemen1 + √luas lantai departemen2 + ½ √luas departemen3

(2.7. Jarak berdasarakan luas departemen)

2.3.3. Cara Pengangkutan

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan cara pengangkutan adalah sebagai berikut:

a. Telusuri OPC sejak proses paling awal, kemudian dapat ditentukan urutan proses pengangkutan dari mana ke mana.
b. Isi kolom dari, maka sebelum mengisi yang berikutnya terlebih dahulu diisi kolom ke yang merupakan kelompok tujuan, misalnya dari *Receiving* ke:
   - Kelompok mesin A
   - Kelompok mesin B
   - Kelompok mesin C

   Sesuai dengan aliran yang terjadi pada *Multi Product Process Chart*.

Dalam mengisi kolom ke yang merupakan daerah tujuan pengangkutan, sebelum mencantumkan aktivitas lainnya, maka aktivitas pertama harus telah selesai mencantumkan semua *material* yang akan diterima dari sumber (kolom dari) yang diuraikan pada kolom (3) untuk nama komponen serta kolom (4) untuk bentuk *material*nya.

Dari hal-hal tersebut, maka dapat digambarkan mengenai cara pengangkutan tersebut, yaitu setiap pengangkutan dilakukan dari sumber yang sama mengangkut beberapa bahan menuju tujuan yang sama, kemudian dari sumber yang sama menuju tujuan yang lainnya. Setelah diperhitungkan faktor yang mempengaruhi perhitungan ongkos *material handling*, maka selanjutnya perhitungan OMH tersebut dapat segera dilakukan. Pada dasarnya setelah ditentukan alat angkut serta jarak untuk setiap pengangkutan maka ongkos *material handling* dapat segera diketahui, dimana:

"Total OMH = Ongkos alat angkut permeter gerakan x jarak tempuh pengangkutan"

(2.8. Tota ongkos *material handling*)

Tabel 2.1. Ongkos *material handling*

Dari	Ke	Komponen	Produk/jam	Berat Bentuk	Berat Total	Alat Angkut	OMH	Jarak	Total Ongkos

Setelah ditentukan alat angkut yang dilakukan serta jarak untuk setiap pengangkutan, maka ongkos *material handling* dapat segera diketahui, dimana contoh perhitungannya seperti dibawah ini:

1. Untuk pengisian kolom pertama sampai kolom ketiga didapat dari OPC atau *Routing Sheet*.
2. Kolom keempat yaitu kolom Produksi/Jam didapat dari perhitungan yang dilakukan pada pembuatan *Routing Sheet*.
3. Kolom kelima berisi berat bentuk dari komponen yang datanya diperoleh dari daftar komponen.

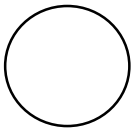
2.3.4. *Operation Proses Chart* (OPC)

Peta – peta kerja merupakan salah satu alat yang sistematis dan jelas untuk berkomunikasi secara luas. Melalui peta – peta kerja ini juga kita mendapatkan informasi – informasi yang diperlukan untuk memperbaiki suatu metode kerja. *Operation proses chart* (OPC) adalah suatu diagram yang menggambarkan langkah – langkah proses yang akan dialami *material* (bahan baku) dalam urutan – urutan operasi dan pemeriksaan sejak dari awal sampai menjadi produk jadi. Serta memuat informasi – informasi yang diperlukan untuk analisis yang lebih lanjut, seperti waktu yang dihabiskan, tempat atau mesin yang di pakai dan *material* yang digunakan. Manfaat pembuatan *operation process chart* antara lain:

a. Untuk mengetahui kebutuhan mesin, operator dan penganggaranya.
b. Bisa memperkirakan kebutuhan bahan baku (dengan memperhitungkan efisiensi di tiap operasi/ pemeriksaan).
c. Alat untuk menentukan tata letak pabrik.
d. Alat untuk perbaikan cara kerja.
e. Alar untuk pelatihan kerja.

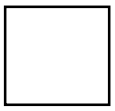
Lambang – lambang yang digunakan untuk membuat *operation proses chart* antara lain adalah:

1. Operasi merupakan suatu kegiatan benda kerja yang mengalami perubahan sifat, baik fisik maupun kimiawi. Mengambil informasi maupun memberikan informasi pada suatu keadaan juga termasuk operasi. Adapun contoh dari proses operasi, yaitu:
    - Pekerjaan menyerut kayu dengan mesin serut.
    - Pekerjaan mengeraskan logam.
    - Pekerjaan merakit.



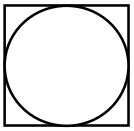
Gambar 2.13. Lambang operasi

2. Pemeriksaan merupakan kegiatan yang terjadi pada benda kerja atau peralatan mengalami pemeriksaan baik untuk segi kualitas maupun kuantitas. Lambang ini digunakan jika kita melakukan pemeriksaan terhadap suatu objek atau membandingkan objek tertentu dengan suatu standar. Adapun contoh dari proses pemeriksaan, yaitu:
   - Mengukur dimensi benda.
   - Memeriksa warna benda.
   - Membaca alat ukur tekanan uap pada suatu mesin uap.



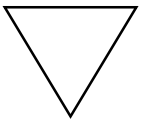
Gambar 2.14. Lambang pemeriksaan

3. Aktivitas Gabungan, kegiatan ini terjadi apabila antara aktivitas operasi dan pemeriksaan dilakukan bersamaan atau dilakukan pada suatu tempat kerja.



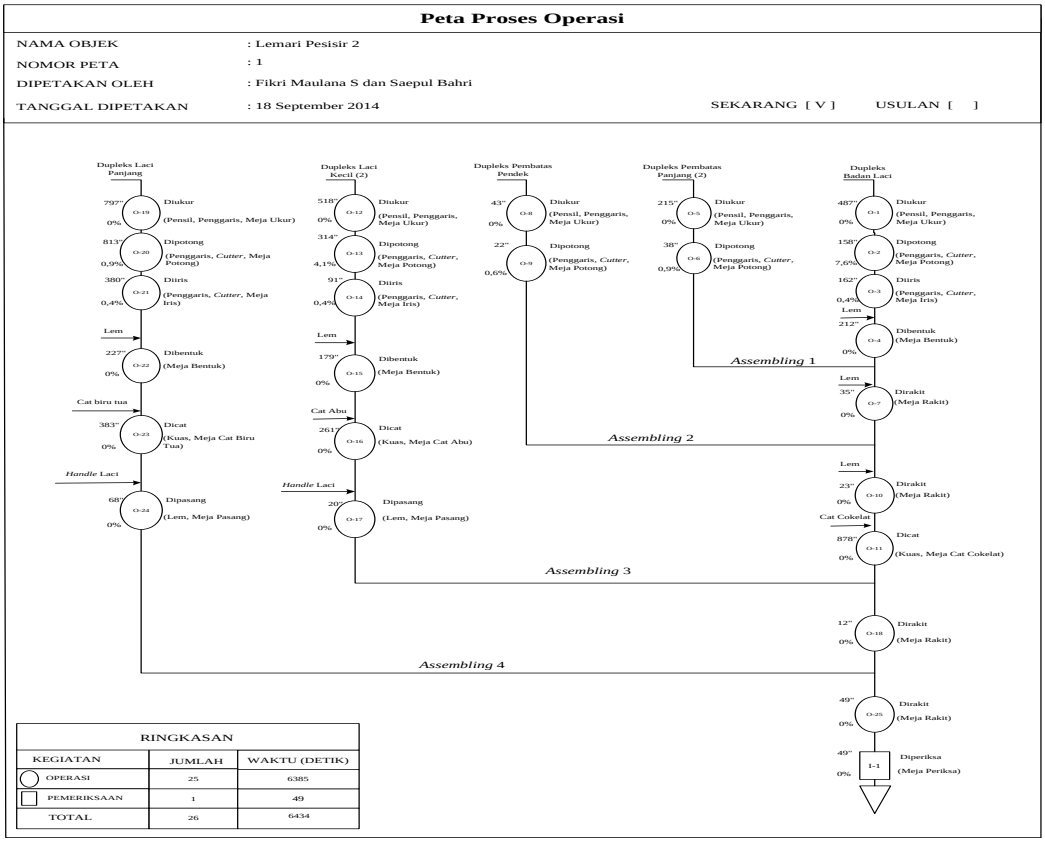
Gambar 2.15. Lambang aktivitas gabungan

4. Penyimpanan, lambang ini digunakan untuk menyatakan suatu objek yang mengalami penyimpanan permanen, yaitu ditahan atau dilindungi terhadap pengeluaran tanpa prosedur perizinan tertentu. Adapun contoh dari proses penyimpanan, yaitu:
   - Dokumen-dokumen atau catatan-catatan disimpan dalam brankas.
   - Bahan baku disimpan dalam gudang.



Gambar 2.16. Lambang penyimpanan

Agar diperoleh gambar *operation process chart* yang baik, bagian produk yang paling banyak memerlukan operasi, dipetakan terlebih dahulu, dan dilakukan pada peta bagian peta sebelah kanan. Contoh *operation process chart* terlihat pada gambar 2.17.



Gambar 2.17. *Operation process chart*

Keterangan:

Diukur = Proses operasi pada produk

Meja ukur = Menunjukan mesin atau tempat dimana kegiatan dilakukan

487” = Waktu yang dibutuhkan untuk suatu proses operasi atau pemeriksaan

O-1 = Nomor urut kegitaran operasi tersebut

2.3.5. *Routing Sheet*

Routing sheet berguna untuk menghitung jumlah mesin yang dibutuhkan, dan juga untuk menghitung jumlah part yang harus disiapkan dalam usaha memperoleh

sejumlah produk yang diinginkan. Data yang dibutuhkan dalam pembuatan routing sheet ini diataranya adalah:

- *Operation Process Chart* (OPC)
- Kapasitas mesin
- Persentase *scrap*
- Kapasitas produksi terpasang (KPT)

Cara perhitungan

1) Kapasitas mesin atau Produksi/ jam (unit/jam)

   Kapasitas mesin adalah kemampuan mesin dalam menghasilkan komponen/ produk per jamnya.

   Kapasitas mesin (Unit/jam) = 60 menit / waktu proses dalam menit (lihat OPC)

   (2.9. Kapasitas mesin)

2) *Material* yang diminta (DM)

   DM pada proses akhir = KPT = Jumlah demand selama 1 tahun (unit/jam)

   DM proses sebelumnya = jumlah *material* yang disiapkan (DS) pada proses sesudahnya x kuantitas komponen yang bersangkutan. (pengkalian kulaitas hanya dilakukan satu kali diawal perhitungan)

   (2.10. *Material* yang diminta)

3) *Material* yang disiapkan (DS)

   Material yang disiapkan (DS) adalah jumlah *material* yang diminta (DM) pada proses selanjutnya.

   Material yang disipakan (DS) = KPT atau *material* yang diminta / (1 - % scrap)

   DS = DM / (1 - % scrap) ..... (2.11. *Material* yang disiapkan)

4) Jumlah mesin teoritis

   Jumlah mesin yang didapat dari hasil perhitungan tanpa pembulatan.

   Mesin Teoritis (unit) = DS / kapasitas mesin / efisiensi mesin

   (2.12. Jumlah mesin teoritas)

5) Jumlah mesin *actual*

Jumalah mesin sebenarnya yang dibutuhkan setelah dilakukan pembulatan keatas dari jumlah mesin teoritis.

2.4. Luas Lantai Produksi

Luas lantai produksi digunakan untuk mengetahui luas lahan yang akan digunakan dalam perencanaan tata letak pabrik dan pemindahan bahan dari perusahaan yang akan didirikan. Perhitungan luas lantai produksi dimulai dari luas kebutuhan akan lahan sampai perkantoran dengan memperhatikan segala fasilitas pendukungnya. Dalam melakukan suatu perencanaan tata letak pabrik dan pemindahan bahan, dibutuhkan beberapa kebutuhan lahan/luas lantai untuk kegiatan produksi pabrik yang akan didirikan, serta fasilitas-fasilitas pendukung lainnya. Dengan demikian perlu dihitung berapa luas lahan yang harus disiapkan, terutama untuk kegiatan bagian produksi. Perhitungan luas lantai ini didasarkan pada bahan baku yang akan disiapkan. Berdasarkan hal tersebut maka akan didapat luas lantai *receiving* model tumpukan dan rak. Tumpukan digunakan untuk *material* yang rata-rata mempunyai dimensi yang besar sehingga tidak memungkinkan untuk dimasukan ke dalam suatu wadah/tempat tertentu. Sedangkan untuk *material* yang menggunakan model penyimpanan menggunakan rak, digunakan untuk *material* yang mempunyai dimensi kecil.

Dalam menghitung kebutuhan luas lantai, dilibatkan pula masalah-masalah yang berkaitan dengan kegiatan lainnya yang akan mempengaruhi terhadap lahan/luas lantai tersebut, yaitu:

1. Alat angkut
2. Cara Pengangkutan
3. Cara Penyimpanan Bahan Baku (ditumpuk di rak)
4. Aliran Bahan

Semuanya harus diperhitungkan dalam penentuan luas lantai dengan menambah harga *allowance* tertentu. Dengan demikian perlu dihitung beberapa luas lahan yang disiapkan, terutama untuk kegiatan bagian produksi ini, yang didasarkan pada:

1. Bahan baku yang akan disiapkan
2. Mesin atau peralatan yang akan digunakan
3. Barang jadi yang dihasilkan

Tujuan menghitung luas lantai adalah untuk memperkirakan kebutuhan luas lantai bagian produksi, yang meliputi:

1. *Receiving* (gudang bahan baku model tumpukan dan rak)
2. Pabrikasi dan *Assembling* (mesin dan peralatan)
3. *Shipping* (gudang barang jadi, kemasan isi dan kemasan kosong)

Kegunaan luas lantai adalah digunakan dalam membantu untuk perhitungan *Ongkos Material handling* (OMH) antar departemen, sesuai dengan luas lantai hasil perhitungan.

2.4.1. Luas Lantai Gudang Bahan Baku

Luas lantai gudang bahan baku (*receiving*) adalah luas lantai yang digunakan untuk menyimpan bahan baku atau *material* yang akan digunakan dalam produksi. Luas lantai gudang bahan baku (*receiving*) ini terdiri dari model tumpukan dan model rak. Untuk memberi gambaran dari cara penyimpanan bahan baku di gudang, maka diperlukan gambar cara penyimpanan *material* tersebut (baik model tumpukan maupun model rak), sehingga luas lantai yang dipakai sesuai dengan hasil perhitungan. Ruangan gambar yang dibuat harus memberi penjelasan mengenai:

1. Tinggi memuat berapa tumpukan
2. Lebar memuat berapa tumpukan
3. Panjang memuat berapa tumpukan

2.4.2. Luas Lantai Barang Jadi

Data yang diperlukan dalam perhitungan luas lantai gudang barang jadi (*shipping*) antara lain adalah: nomor komponen, nama komponen, dan tipe barang jadi.

Langkah-langkah perhitungan luas lantai barang jadi adalah sebagai berikut:

1. Tentukan ukuran kemasan yaitu ukuran atau dimensi dari kemasan untuk tempat produk jadi perusahaan.
2. Tentukan produk jadi per satuan periode, yaitu produk yang dihasilkan untuk periode tertentu, berdasarkan produk per jam dari perusahaan.
3. Tentukan volume kemasan total, yaitu volume kebutuhan untuk produk jadi per periode tertentu.
4. Tentukan luas lantai yaitu lahan yang dibutuhkan berdasarkan volume kemasan.
5. Tentukan *allowance*.
6. Tentukan total luas lantai.

2.4.3. Luas Lantai Mesin

Luas lantai mesin (pabrikasi dan *assembly*) juga perlu diperhitungkan dalam perencanaan tata letak pabrik dan pemindahan bahan. Data yang diperlukan dalam perhitungan luas lantai ini antara lain adalah:

1. Nama mesin/peralatan
2. Jumlah peralatan
3. Ukuran Peralatan

Data ini dapat diperoleh dari *Multi Product Process Chart* (MPPC), Pada luas lantai mesin juga perlu diperhatikan luas toleransi dan *allowance*. Luas toleransi diberikan untuk jalannya aliran produksi sehingga tidak mengalami kesulitan sewaktu proses produksi berjalan, luas *allowance* diberikan untuk jalannya alat-alat pengangkut bahan dan barang.

2.4.3.1. Luas Lantai Mesin Departeman Pabrikasi

Karena pada pembuatan produk dilakukan pembuatan *layout* Pabrik dengan Tipe *Layout by Product* maka departemen akan diposisikan sesuai dengan komponen

pembentuknya, yaitu produknya. Dalam melakukan perhitungan luas lantai departemen pabrikasi ini maka diperlukan data mentah berupa luas masing-masing jenis mesin dan jumlah mesin yang dipergunakan. Untuk mesin yang dipergunakan dalam proses pabrikasi haruslah dikelompokkan kedalam departemen pabrikasi dan pada departemen pabrikasi ini juga dikelompokkan mesin-mesin yang sejenis, karena tipe *layout* yang digunakan adalah *layout by process.*

2.4.3.2. Luas Lantai Mesin Departemen *Assembling*

Departemen *assembling* pada pembuatan produk ini berisikan semua mesin yang digunakan dalam kegiatan *assembling* (perakitan). Begitu pula pada departemen ini, semua mesin yang sejenis dikelompokan kedalam satu area tertentu.

2.4.4. Luas Lantai Fasilitas

Besarnya luas fasilitas ini disesuaikan dengan kebutuhan dari kegiatan produksi. Sebagai contoh apabila sebuah perusahaan manufaktur yang bersekala besar yang mempunyai hasil limbah yang tidak dapat didaur ulang langsung, maka dipelukan suatu fasilitas khusus untuk mengatasi permasalahan ini. Selain itu juga diperlukan fasilitas – fasilitas penunjang lainya, seperti area parker, kantin, kakus, dan lain sebagainya. Tetapi dilain hal, penentuan jumlah dan jenis fasilitas yang diperlukan haruslah dilakukan suatu prioritas terhadap alternatif – alternatif yang ada.dan tidak perlu dilupakan satu hal bahwa lokasi atau adanya fasilitas ini bukanlah merupakan faktor yang mutlak harus ada dalam suatu perusahaan baik dari segi kuantitas maupun jenis fasilitasnya. Ketentuan dalam pemilihan fasilitas layanaan haruslah disesuaikan dengan kondisi manajemen perusahaan yang direncanakan, dalam arti bahwa dalam perusahaan besar jelas memiliki jenis dan ukuran fasilitas yang berbeda dengan perusahaan kecil.

2.5. *Activity Relation Chart* (ARC)

Activity Relation Chart adalah peta yang menggambarkan tingkat hubungan antar bagian-bagian / kegiatan yang terdapat dalam suatu perusahaan industri. Aktivitas

kerja yang ada dalam industri sangat penting dan perlu mendapatkan perhatian guna menunjang jalanya suatu kegiatan fasilitas suatu industri.

Setiap kegiatan tersebut saling berintegrasi antar satu dengan yang lainya dan paling penting diketahui bahwa setiap kegiatan tersebut membutuhkan *space* (ruang/tempat) untuk melaksanakan aktivitas atau kegiatan produksi, adminitrasi, *assembling*, *inventory*, dan sebagainya. Sebagaimana diketahui bahwa pada setiap kegiatan atau aktivitas tersebut saling berhubungan antara satu dengan yang lainnya ditinjau dari beberapa kriteria, maka dalam perencanaan tata letak fasilitas harus dilakukan penganalisisan yang secara optimal.

Teknik yang digunakan sebagai alat untuk menganalisis huubungan antar aktivitas yang ada adalah *Activity Relation Chart*. Hubungan ini digambarkan dengan menggunakan lambang, warna dan huruf.

- Hubugnan antara aktivitas ditunjukan dengan tingkat kepetingan hubungan antara aktivitas tersebut yang dikonversikan dalam bentuk huruf seperti pada tabel 2.2. Hubungan Antara Aktivitas.

Tabel 2.2. Hubungan antara aktivitas

No	**Tingkat Kepentingan**	**Kode**	**Warna**
1	Mutlak Penting	A	Merah
2	Penting Tertentu	E	Kuning
3	Penting	I`	Hijau
4	Biasa	U	Biru
5	Tidak Penting	O	Putih
6	Tidak Diinginkan	X	Coklat

- Alasan untuk menyatakan tingkat kepetingan adalah sebagai berikut:
  1. Menggunakan catatan yang sama
  2. Menggunakan personil yang sama
  3. Menggunakan ruang yang sama
  4. Tingkat hubungan yang sama

5. Tingkat hubungan kerja
6. Urutan aliran kerja yang sama
7. Melakukan aliran kerja yang sama
8. Menggunakan peralataan dan fasilitas yang sama
9. Ribut, kotor, getaran, debu dan lain-lain
10. Lain-lain yang mungkin perlu.

Dengan diketahuinya keterangan diatas, maka penganalisisan dilakukan dengan menggunakan peta hubungan aktivitas dalam mempermudah penganalisaan selanjutnya, maka hubungan antar aktivitas tersebut dikonversikan kedalam kertas kerja (*Work Sheet*) yang berfungsi dalam mempermudah menganalisis dan melihat aktivitas yang ada.

2.6. *From To Chart*

From To Chart (FTC) merupakan penggambaran tentang berapa total OMH, dari suatu bagian aktivitas dalam pabrik menuju aktivitas dalam pabrik lainnya. Sehingga dari peta ini dapat dilihat total ongkos *material handling* secara keseluruhan, mulai dari gudang bahan baku (*Receiving*) menuju Pabrikasi, *Assembling* sampai terakhir menuju gudang barang jadi (*Shipping*). Cara pengisian *From To Chart* (FTC):

1. Perhatikan total ongkos dari tabel ongkos *Material handling*, kemudian masukkan nilai total ongkos tersebut disesuaikan dengan pengangkutan bahan dari satu tempat ke tempat lainnya.
2. Jumlah total ongkos setiap baris dan setiap kolom juga total ongkos secara keseluruhan.

Berdasarkan perhitungan ongkos *material handlling*, maka didapat tabel *from to chart* sebagai berikut:

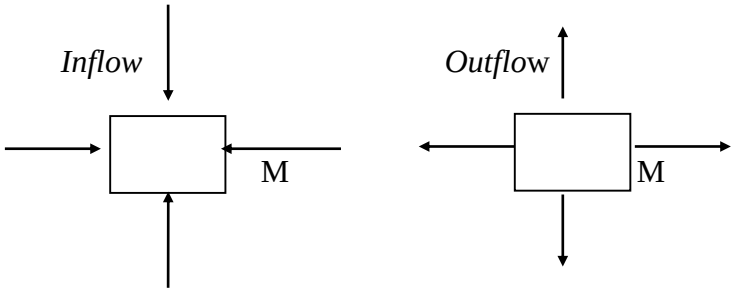
Tabel 5.3**.** *From to chart*

From/To	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	***Shipping***
A								
B								
…								
Shipping								

2.7. *Inflow* dan *Outflow*

Perhitungan selanjutnya yang akan kita lakukan adalah perhitungan *inflow – outflow*. Data yang diperlukan diperoleh dari Ongkos *Material handling* (OMH) dan *From To Chart* (FTC).

Mengenai arti dari *Inflow-Outflow* dapat didefinisikan dengan gambar berikut:



Gambar 2.18. *Inflow - outflow*

Outflow kegunaannya untuk mencari koefisien ongkos yang keluar dari suatu area (M) ke beberapa area lain. Sedang *inflow* untuk mencari koefisien ongkos yang masuk ke suatu area dari beberapa area lain.

Referensi perhitungan *Outflow-Inflow* yaitu dari OMH dan FTC, yaitu ongkos yang dibutuhkan untuk *Material handling* dari satu mesin ke mesin yang lainnya. Untuk cara perhitungan *Outflow* adalah didasarkan pada tabel perhitungan FTC, dimana harga C adalah merupakan perbandingan dari harga OMH mesin A pada kolom yang bersangkutan dibagi dengan total harga OMH mesin A pada baris yang bersangkutan. Sedangkan untuk cara perhitungan *Inflow* adalah bahwa harga C merupakan perbandingan dari harga OMH mesin A dibagi dengan harga OMH total

mesin A pada kolom yang sama. Untuk lebih jelasnya lihat rumus perhitungan sebagai berikut:

Inflow dari mesin A ke B $= \frac{\text{Nilai ongkos dari A ke B}}{\text{Total ongkos masuk ke mesin B}}$ .....(2.13. *Inflow*)

Outflow dari mesin A ke B $= \frac{\text{Nilai ongkos dari A ke B}}{\text{Total ongkos keluar ke mesin B}}$ .....(2.14. *Outflow*)

2.8. Tabel Skala Prioritas (TSP)

Tabel skala prioritas (TSP) adalah suatu tabel yang menggambarkna urutan prioritas antara departemen atau mesin dalam suatu lintasan atau *layout* pabrik. TSP didapat dari perhitungan *outflow – inflow*, dimana prioritas diurutkan berdasarkan harga koefesien ongkosnya, yang mana harga koefesien yang terbesar yang akan menjadi prioritas satu dan begitu selanjutnya untuk prioritas dua, tiga dan selanjutnya.

Tabel 2.4. Tabel skala prioritas (tsp)

Departemen	**Kode**	**Prioritas**			
		I	**II**	**III**	**IV**
Departemen A					
Departemen B					
Departemen C					
.					
Shipping					

2.9. *Activity Relationsip Diagram* (ARD)

Activity Relationsip Diagram adalah diagram hubungan antar aktivitas (departemen/mesin) berdasarkan tingkat prioritas kedekatan, sehingga diharapkan ongkos *handling* minimum. Dasar untuk ARD yaitu TSP, jadi yang menempati prioritas pertama pada TSP harus didekatkan letaknya lalu diikuti prioritas berikutnya.