

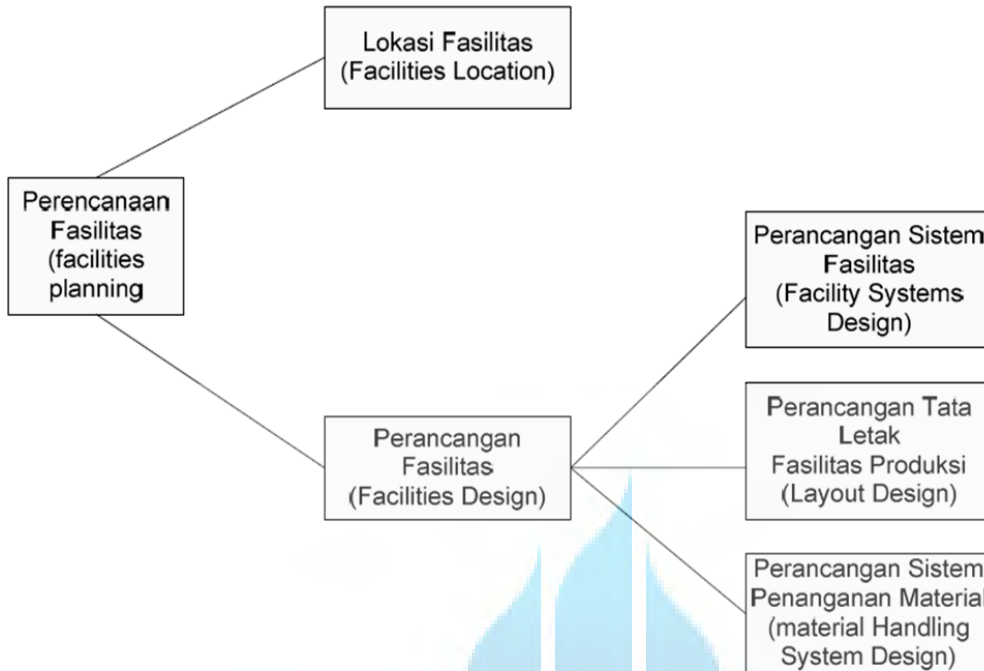
BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Perancangan Tata Letak Pabrik

2.1.1 Definisi Perancangan Tata Letak Fasilitas

Pengertian perencanaan fasilitas dapat dikemukakan sebagai proses perancangan fasilitas, termasuk didalamnya analisis, perencanaan, desain dan susunan fasilitas, peralatan fisik, dan manusia yang ditujukan untuk meningkatkan efisiensi produksi dan sistem pelayanan. (Purnomo, 2004). Sedangkan (Wignjosoebroto, 1992) mengemukakan bahwa tata letak fasilitas merupakan tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Pengaturan tersebut akan memanfaatkan luas area untuk penempatan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan perpindahan material, penyimpanan material baik yang bersifat temporer maupun permanen, personel pekerja dan sebagainya. Pada umumnya tata letak pabrik yang terencana dengan baik ikut menentukan efisiensi dan menjaga kelangsungan hidup atau kesuksesan kerja suatu industri. Secara skematis perencanaan fasilitas pabrik dapat digambarkan sebagai berikut;



Gambar 2.1 Sistematika Perencanaan Fasilitas Pabrik

2.1.2 Tujuan Perancangan Tata Letak Fasilitas

Secara garis besar tujuan perancangan fasilitas, yaitu untuk menentukan bagaimana aktivitas-aktivitas dan fasilitas-fasilitas produksi dapat diatur sedemikian rupa sehingga mampu menunjang upaya pencapaian tujuan pokok produksi secara efektif dan efisien. Selain itu terdapat tujuan perencanaan tata letak pabrik yaitu untuk mendapatkan keuntungan-keuntungan antara lain :

a) Memudahkan proses manufaktur.

Penyusunan mesin, peralatan, dan ruang kerja yang baik menghasilkan kemudahan proses produksi.

b) Meminimumkan pemindahan barang.

Pengaruh jarak terhadap material handling akan mempengaruhi biaya yang dikeluarkan. Selain itu pemindahan barang yang semakin dekat akan berdampak pada pengurangan waktu produksi.

c) Menjaga fleksibilitas (keluwesan)

Ada kalanya suatu pabrik menuntut adanya perubahan tata letak akibat adanya perubahan (penambahan/pengurangan fasilitas. Keadaan ini menuntut adanya fleksibilitas dalam melakukan proses produksi.

d) Memelihara perputaran barang setengah jadi yang tinggi.

Kelancaran aktivitas material handling mengurangi terjadinya penumpukan barang di stasiun kerja. Waktu peredaran total yang kecil akan mengurangi jumlah barang setengah jadi yang berakibat pula menurunnya biaya produksi.

e) Menurunkan cost of capital.

Suatu penggunaan fasilitas produksi yang tepat akan mengurangi biaya pemakaian fasilitas yang kurang perlu serta menghindarkan adanya duplikasi peralatan.

f) Menghemat pemakaian ruang.

Ketepatan dalam hal tata letak peralatan yang digunakan akan menghemat (*efisisensi*) ruangan yang dipakai.

g) Memudahkan pengawasan.

Dengan tata letak yang baik akan memudahkan dalam hal pengawasan terhadap aktivitas produksi yang dilakukan.

2.1.3 Prinsip-Prinsip Dasar dalam Perencanaan Tata Letak

Berdasarkan aspek dasar, tujuan dan keuntungan-keuntungan yang didapat dari tata letak yang terencana dengan baik, maka dapat disimpulkan enam tujuan dasar dalam tata letak pabrik, sebagai berikut:

- Integrasi secara menyeluruh dari semua faktor yang mempengaruhi proses produksi.
- Perpindahan jarak yang minimal.
- Aliran kerja yang berlangsung secara normal melalui pabrik.
- Semua areal yang ada dimanfaatkan secara efektif dan efisien.
- Kepuasan kerja dan rasa aman dari pekerja terpelihara.
- Pengaturan tata letak harus cukup fleksibel.

Tujuan tersebut dapat dinyatakan sebagai prinsip dasar dari proses perencanaan tata letak pabrik.

2.1.4 Jumlah Pemilihan Mesin/Kapasitas

Pemilihan jenis dan spesifikasi mesin fasilitas produksi lainnya merupakan langkah penting dan sangat menentukan langkah perancangan layout selanjutnya. Berdasarkan analisis produk dan proses yang telah diuraikan sebelumnya, maka pemilihan spesifikasi mesin yang sesuai bias dilaksanakan dengan memanfaatkan dokumentasi/catalog mengenai mesin atau fasilitas produksi lainnya yang bias diperoleh

dari para pemasok khusus. Pemilihan macam dengan spesifikasi yang cocok umumnya dilaksanakan oleh proses engineer.

Penetapan kapasitas produksi yang diperlukan adalah satu kunci permasalahan pokok tidak hanya merancang fasilitas produksi yang baru atau ekspansi fasilitas yang ada, akan tetapi juga untuk mengantisipasi periode operasi yang pendek dimana size pabrik tidak bias dirubah begitu saja. Keputusan mengenai kapasitas produksi yangd alam hal ini juga ditentukan oleh kemampuan mesin atau fasilitas produksi yang terpasang menjadi begitu penting demi kelancaran dan pengendalian produksi.

Langkah Langkah Penetapan Kapasitas Produksi:

- Penetapan Kapasitas Produksi yang diperlukan
- Formulasi Alternatif-Alternatif Untuk memenuhi kapasitas yang dibutuhkan mendatang
- Analisis & Evaluasi Alternatif
- Pilihan yang optimal dan implementasikan rencana pengembangan kapasitas yang telah dirumuskan

Untuk Keperluan penentuan jumlah mesin yang dibutuhkan maka disini ada beberapa informasi yang harus diketahui sebelumnya, yaitu:

- Volume Produksi yang dicapai
- Estimasi skrap pada setiap proses produksi
- Waktu Kerja standard untuk proses operasi yang berlangsung.

Selanjutnya untuk menentukan jumlah mesin dalam hal ini bias pula untuk menentukan jumlah operator yang diperlukan untuk aktivitas operasi, maka rumus umum berikut dipakai yaitu :

$$N = \frac{T}{60} \frac{P}{D.E}$$

Dimana:

P = Jumlah Produksi yang harus dibuat oleh masing masing mesin per periode
Waktu kerja

T = Total Waktu pengerjaan yang dibutuhkan untuk proses produksi yang
Diperoleh dari hasil time study atau perhitungan secara teoritis.

D = Jam Operasi kerja mesin yang tersedia, dimana untuk satu shift kerja D=8
Dua shift kerja D=16 jam/hari, dan tiga shift kerja D=24 jam/hari

E = Faktor efisiensi kerja mesin yang disebabkan oleh adanya set up, break down
Repair atau hal hal yang menyebabkan terjadinya idle. Harga yang umum
Diambil dalam hal ini berkisar 0,8 - 0,9

N = Jumlah mesin maupun operator yang dibutuhkan untuk operasi produksi

2.1.5 Langkah-langkah Perencanaan Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik berhubungan erat dengan segala proses perencanaan dan pengaturan letak mesin, peralatan, aliran bahan dan orang-orang yang bekerja di masing-masing stasiun kerja. Tata letak yang baik dari segala fasilitas produksi dalam suatu

pabrik adalah dasar untuk membuat operasi kerja menjadi lebih efektif dan efisien. Secara umum pengaturan semua fasilitas produksi yang terencana akan memberikan :

- Minimisasi transportasi dari proses pemindahan bahan
- Minimisasi gerakan balik yang tidak perlu
- Minimisasi pemakaian area tanah
- Pola aliran produksi yang terbaik
- Keseimbangan penggunaan area tanah
- Keseimbangan di dalam lintasan
- Fleksibilitas dalam menghadapi ekspansi dimasa yang akan datang

2.1.6 Tipe-tipe Tata Letak

Salah satu keputusan penting yang perlu dibuat adalah keputusan menentukan Tipe tata letak yang sesuai akan menjadikan efisiensi proses manufakturing untuk jangka waktu yang cukup panjang. Tipe-tipe tata letak secara umum adalah *Product Layout*, *Process Layout* dan *Group Technology Layout* (Purnomo, 2004).

A. Tata Letak Berdasarkan Aliran Produksi (*Product Layout*)

Product layout dapat didefinisikan sebagai metode atau cara pengaturan dan penempatan semua fasifitas produksi yang diperlukan ke dalam suatu departemen tertentu atau khusus. Dalam *Product Layout*, mesin-mesin atau alat bantu disusun rnenurut urutan proses dari suatu produk. Adapun pertimbangan dalam pemilihan jenis layout ini diantaranya:

- Hanya ada satu atau beberapa standar produk yang dibuat

- Produk dibuat dalam volume besar untuk jangka waktu relatif lama
- Adanya keseimbangan lintasan yang baik antara operator dan peralatan produksi
- Menentukan aktivitas inspeksi yang sedikit selama proses produksi berlangsung
- Mesin memiliki sifat special purpose dan tidak menuntut ketrampilan tinggi bagi operator.

Keuntungan dari jenis layout ini yaitu pekerjaan dari satu proses secara langsung dikerjakan pada proses berikutnya, sehingga inventori barang setengah jadi menjadi kecil dan waktu produksi per unit menjadi lebih pendek. Sedangkan kerugian untuk jenis layout ini yaitu rusaknya satu mesin akan berpengaruh pada proses produksi keseluruhan.

B. Tata Letak Berdasarkan Fungsi/macam Proses

Tata letak ini merupakan metode penempatan mesin dan peralatan produksi yang memiliki tipe sama ke dalam satu departemen Karakteristik tipe tata letak ini antara lain:

- Perbandingan antara jumlah (Q) dan jenis produk (P) kecil
- Produksi berdasarkan job order
- Mesin produksi dan perlengkapan yang sama ditempatkan pada satu departemen

Keuntungan dari jenis tata letak ini adalah mampu mengerjakan berbagai macam jenis dan model produk serta spesialisasi kerja. Sedangkan kerugiannya berupa kesulitan menyeimbangkan lintasan kerja dalam departemen sehingga memerlukan area untuk *work in process storage*.

C. Tata Letak Berdasarkan Lokasi Material Tetap (*fix position layout*)

Untuk jenis layout ini material atau komponen produk utama tetap pada lokasinya sedangkan fasilitas produksi seperti mesin, manusia dan komponen pendukung lainnya yang bergerak menuju lokasi komponen utama. Keuntungan dari jenis tata letak ini adalah perpindahan material dapat dikurangi, sedangkan kelemahannya adalah memerlukan operator dengan keterampilan yang tinggi dan pengawasan yang ketat.

D. Tata Letak Berdasarkan Kelompok Produk (*group-technology layout*)

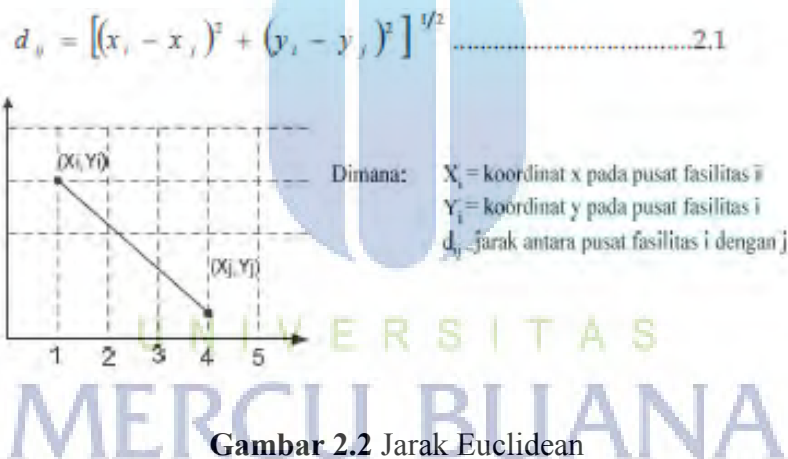
Tipe tata letak ini, komponen yang sama dikelompokkan ke dalam satu kelompok berdasarkan kesamaan bentuk komponen, mesin atau peralatan yang dipakai. Mesin-mesin dikelompokkan dalam satu kelompok dan ditempatkan dalam sebuah 'manufacturing cell'. Kelebihan tata letak ini adalah dengan adanya pengelompokan produk sesuai dengan proses pembuatannya maka akan dapat diperoleh pendayagunaan mesin yang maksimal. Juga lintasan aliran kerja menjadi lebih lancar dan jarak perpindahan material akan lebih pendek. Sedangkan kekurangan dari tipe layout ini yaitu diperlukan tenaga yang memiliki kemampuan dan keterampilan yang tinggi untuk mengoperasikan semua fasilitas produksi yang ada. Kelancaran kerja sangat tergantung pada kegiatan pengendalian produksi khususnya dalam menjaga keseimbangan kerja yang bergerak.

2.1.7 Ukuran Jarak

Terdapat beberapa sistem yang dipergunakan untuk melakukan pengukuran jarak suatu lokasi terhadap lokasi lain. Ukuran yang dipergunakan banyak tergantung dari adanya personil yang memenuhi syarat, waktu untuk mengumpulkan data, dan tipe-tipe system pemindahan material yang digunakan.

a) Jarak *Euclidean*

Jarak *euclidean* merupakan jarak yang diukur lurus antara pusat fasilitas satu dengan pusat fasilitas lainnya. Untuk menentukan jarak *euclidean* fasilitas satu dengan fasilitas lainnya.

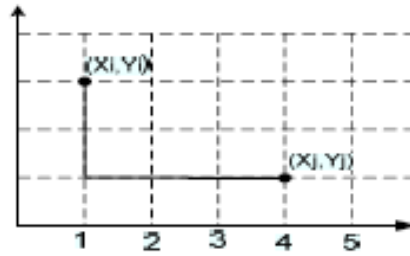


Gambar 2.2 Jarak Euclidean

b) Jarak *Rectilinear*

Jarak *rectilinear* atau Jarak Manhattan merupakan jarak yang diukur mengikuti jalur tegak lurus. Dalam pengukuran jarak *rectilinear*.

$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \dots\dots\dots 2.2$$



Gambar 2.3 Jarak Rectilinear

c) Square Euclidean

Square Euclidean merupakan ukuran jarak dengan mengkuadratkan bobot terbesar suatu jarak antara dua fasilitas yang berdekatan. Formula yang digunakan dalam *square euclidean*.

$$d_s = [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2]^{0.5}$$

d) Aisle

Ukuran jarak *aisle* sangat berbeda dengan ukuran jarak yang lainnya. *Aisle distance* akan mengukur jarak sepanjang lintasan yang dilalui alat pengangkut, pemindah bahan. *Aisle distance* pertama kali diaplikasikan pada masalah tata letak dari proses manufaktur.

e) Adjacency

Adjacency merupakan ukuran kedekatan antara fasilitas-fasilitas atau departemen-departemen yang terdapat dalam suatu perusahaan. Kelemahan ukuran jarak *Adjacency* adalah tidak dapat memberi perbedaan secara riil jika terdapat dua pasang fasilitas dimana satu dengan yang lainnya tidak berdekatan.

2.1.8 Analisa Teknis Perencanaan dan Pengukuran Aliran Bahan

Pengaturan departemen-departemen dalam sebuah pabrik dimana fasilitas-fasilitas produksi akan diletakkan dalam masing-masing departemen sesuai dengan pengelompokkannya didasarkan pada aliran bahan yang bergerak diantara fasilitas-fasilitas produksi atau departemendepartemen tersebut. Untuk mengevaluasi alternatif perencanaan tata letak departemen atau tata letak fasilitas produksi maka diperlukan aktivitas pengukuran aliran bahan dalam sebuah analisa teknis. Ada dua macam analisa teknis yang biasa digunakan di dalam perencanaan aliran bahan, yaitu:

- 1) Analisa konvensional. Metode ini umumnya digunakan selama bertahun-tahun, relatif mudah untuk digunakan dan terutama cara ini akan berbentuk gambar grafis yang sangat tepat untuk maksud penganalisaan aliran semacam ini.
- 2) Analisa modern merupakan metode baru untuk menganalisa dengan mempergunakan cara yang canggih dalam bentuk perumusanperumusan dan pendekatan yang bersifat deterministik maupun probabilistik.

Beberapa teknik konvensional yang umum dipakai dan berguna dalam proses perencanaan aliran bahan antara lain sebagai berikut :

- *Operation Process Chart* (Peta proses Operasi)
- *Flow Process Chart* (Peta Aliran Proses)
- *Multi Product & Activity Process Chart*
- *Flow diagram* (Diagram Aliran)

Selain peta-peta tersebut, ada pula beberapa peta yang lebih khusus untuk dipakai mengevaluasi dan menganalisa aliran bahan dalam rangka perancangan *layout* seperti *Assembly Chart*, *String Diagram*, *From To Chart* atau *Travel Chart*, *Triangular Flow*

Diagram dan *Activity Relationship Chart*. Analisa aliran dalam hal ini bisa dilaksanakan secara kuantitatif maupun kualitatif. Analisa kuantitatif bisa dilakukan berdasarkan ukuran-ukuran tertentu seperti unit produk per jam, jumlah gerakan perpindahan per hari dan sebagainya. Proses produksi yang memiliki banyak aktivitas yang memerlukan aliran pergerakan atau perpindahan sejumlah material, informasi atau manusia dari satu proses menuju proses selanjutnya akan lebih tepat bila tata letak fasilitas produksinya dianalisa secara kuantitatif.

Analisa bahan secara kualitatif diaplikasikan untuk pengaturan fasilitas produksi atau departemen bilamana pergerakan material, informasi atau manusia relatif sedikit dilaksanakan. Analisa kualitatif diperlukan bilamana kita ingin mengatur tata letak berdasarkan derajat hubungan aktivitas seperti hubungan komunikasi atau hirarki dalam struktur organisasi. Ukuran kualitatif akan berupa *range* derajat hubungan yang menunjukkan apakah suatu departemen harus diletakkan berdekatan atau berjauhan dengan departemen yang lain.

2.1.9 Analisa Kuantitatif Untuk Menganalisa Aliran Bahan

Dalam melakukan analisa kuantitatif aliran bahan dapat menggunakan beberapa metode sebagai berikut :

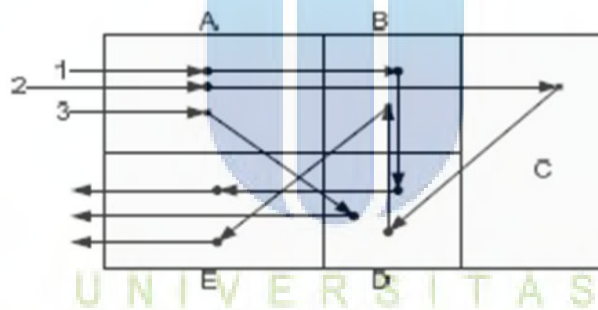
a. Peta Dari – Ke (*From – To Chart*)

Analisis kuantitatif aliran bahan akan diukur berdasarkan kuantitas material yang dipindahkan seperti berat, volume, jumlah unit dan satuan kuantitatif lainnya. Peta yang umum digunakan untuk melakukan analisis kuantitatif ini adalah *from to chart*.

Teknik ini sangat berguna untuk kondisi-kondisi di mana banyak items yang mengalir melalui suatu area. Angka - angka yang terdapat dalam suatu *from to chart* akan menunjukkan total dari berat beban yang harus dipindahkan, jarak perpindahan bahan, volume atau kombinasi-kombinasi dari faktor-faktor ini. Berikut ini adalah aplikasi *from to chart* untuk tiga komponen yang diproses.

Tabel 2.1 Kuantitas dan urutan produksi

Komponen	kuantitas produksi/hari	Urutan proses
1	25	A-B-D-E
2	15	A-C-D-B-E
3	10	A-D-E



Gambar 2.4 Aliran komponen

Pada gambar 2.4 adalah peta dari-ke yang menunjukkan jumlah material yang di pindahkan dari A ke B adalah komponen 1 dengan kapasitas 25. Material yang dipindahkan dari D ke E adalah komponen 1 dan 3 dengan kuantitas 25 dan 10 sehingga total yang dipindahkan 35.

Tabel 2.2 *Form to chart* yang menunjukkan jumlah material yang dipindahkan

dari ke	A	B	C	D	E
A	-	25	15	10	-
B	-	-	-	25	15
C	-	-	-	15	-
D	-	15	-	-	35
E	-	-	-	-	-

b. Inflow dan Outflow

Inflow digunakan untuk mencari dan mengetahui koefisien ongkos *material handling* yang masuk ke stasiun kerja dari stasiun kerja yang lain sedangkan *outflow* digunakan untuk mencari koefisien ongkos yang keluar dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja yang lain. Perhitungan *inflow* dan *outflow* berdasarkan *ongkos material handling* dan *From To Chart*.



$$Inflow = \frac{\text{ongkos di mesin } M}{\text{onkos yang masuk ke mesin } M} \quad Outflow = \frac{\text{ongkos di mesin } M}{\text{onkos yang keluar dari mesin } M}$$

c. Tabel Skala Prioritas (TSP)

Tabel skala prioritas menggambarkan urutan prioritas antara stasiun kerja dalam suatu *layout* produksi, sehingga diharapkan ongkos *material handling* menjadi minimum. Perhitungan *inflow* dan *outflow* menjadi dasar pertimbangan dalam pembuatan tabel

skala prioritas, dimana prioritas tersebut diurutkan berdasarkan harga koefisien ongkosnya mulai dari yang terbesar sampai dengan yang terkecil. Tujuan pembuatan TSP antara lain adalah untuk memperpendek jarak tempuh *material handling*, meminimasi ongkos *material handling*, dan memperbaiki tata letak produksi menjadi lebih optimal.

2.1.10 Tahapan Perancangan Tata Letak Fasilitas

Menurut Richard Muther tahapan-tahapan proses perancangan tata letak dijabarkan mengikuti urutan kegiatan dengan pendekatan Systematic Layout Planning (SLP). Secara skematis prosedur pelaksanaan SLP.

Untuk tahap seleksi dilakukan dengan jalan mengevaluasi alternatif tata letak yang dirancang.

1. Data Masukan

Langkah awal dalam perancangan tata letak adalah mengumpulkan data awal. Terdapat tiga sumber data dalam perencanaan tata letak yaitu:

a) Data rancangan produk

Data yang berkaitan dengan rancangan produk sangat berpengaruh terhadap tata letak yang akan dibuat. Pada dasarnya rancangan produk sangat terkait erat dengan proses pengerjaan dan urutan perakitan sehingga secara tidak langsung akan berpengaruh pada perancangan tata letak. Data ini dapat digambarkan dalam bentuk gambar kerja, peta perakitan maupun bills of material.

b) Data rancangan proses

Data ini menggambarkan proses tahapan pembuatan komponen, peralatan dan mesin-mesin yang dibutuhkan pada proses produksi. Data ini dapat digambarkan berupa peta proses operasi.

c) Data rancangan jadwal produksi

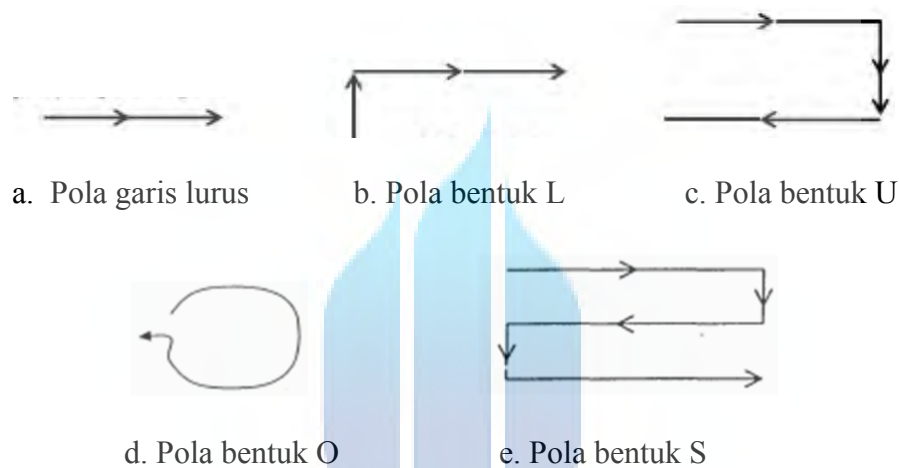
Data ini merupakan penjabaran tentang dimana dan seberapa besar serta kapan suatu produk akan dibuat yang didasarkan atas peramalan permintaan. Data ini akan berpengaruh dalam hal menentukan jumlah mesin, karyawan, peralatan material handling, dan sebagainya.

2. Analisis Aliran Material

Analisis aliran material merupakan analisis pengukuran kuantitatif untuk setiap gerakan perpindahan material di antara departemen-departemen atau aktivitas-aktivitas operasional. Pola aliran ini menggambarkan material masuk sampai pada produk jadi. Terdapat berbagai alternatif aliran material yang dapat digunakan diantaranya sebagai berikut:

- a. Pola aliran garis lurus digunakan untuk proses produksi yang pendek dan sederhana.
- b. Pola aliran bentuk L, pola ini digunakan untuk mengakomodasi jika pola aliran garis tidak bisa digunakan dan biaya bangunan terlalu mahal jika menggunakan garis lurus.
- c. Pola aliran bentuk U, pola ini digunakan jika aliran masuk material dan aliran keluarnya produk pada lokasi yang relatif sama.

- d. Pola aliran bentuk O, pola ini digunakan jika keluar masuknya material dan produk pada satu tempat/satu pintu. Kondisi ini memudahkan dalam pengawasan keluar masuknya barang.
- e. Pola aliran bentuk S, digunakan jika aliran produksi lebih panjang dari ruangan yang ditempati.



Gambar 2. 2 Pola Aliran Umum

3. Analisis Hubungan Aktivitas

Dalam perancangan tata letak analisis hubungan aktivitas diperlukan untuk menentukan derajat kedekatan hubungan antar departemen dipandang dari dua aspek yaitu kualitatif dan kuantitatif. Untuk aspek kualitatif akan lebih dominan dalam menganalisis derajat hubungan aktivitas dan biasanya ditunjukkan oleh pera hubungan aktivitas (ARC) sedangkan untuk aspek kuantitatif lebih dominan pada analisis aliran material. Untuk membantu menentukan aktivitas yang harus diletakkan pada suatu departemen, telah ditetapkan suatu pengelompokan derajat hubungan, yang diikuti

dengan tanda bagi setiap derajat tersebut. Menurut Richard Muther berbagai hubungan tersebut antara lain:

A = Mutlak perlu aktivitas-aktivitas tersebut didekatkan (berhampiran satu sama lain).

E = Sangat penting aktivitas-aktivitas tersebut berdekatan.

I = Penting bahwa aktivitas- aktivitas berdekatan.

O = Biasanya (kedekatannya), dimana saja tidak ada masalah.

U = Tidak perlu adanya keterkaitan geografis apapun.

X = Tidak diinginkan aktivitas-aktivitas tersebut berdekatan



Gambar 2.3 Peta Keterkaitan Aktivitas

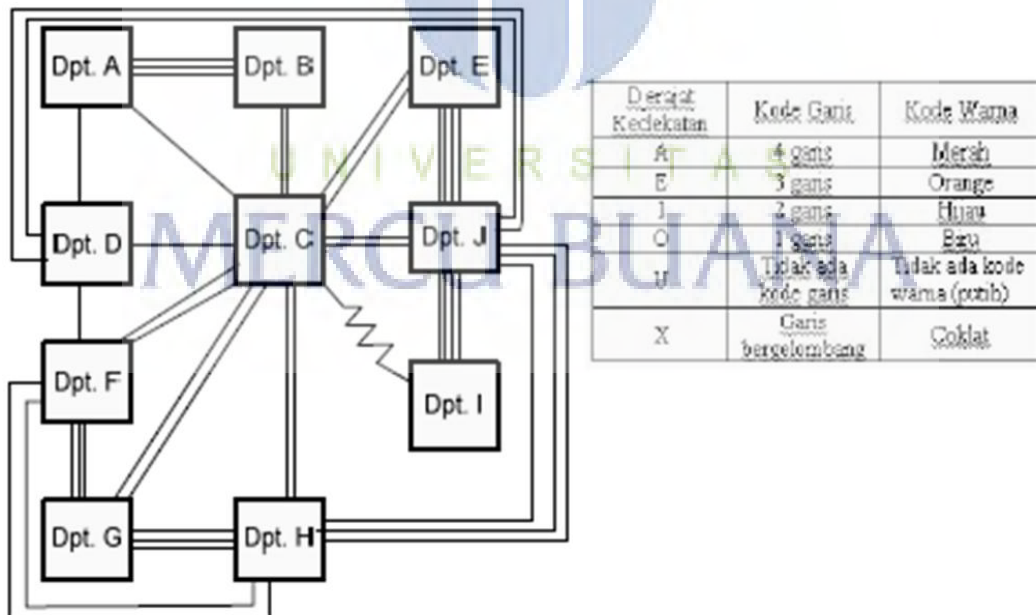
Peta aktivitas yang telah dibuat kemudian digunakan sebagai dasar pembuatan activity relationship diagram (ARD) yaitu untuk menentukan letak masing-masing aktivitas/ departemen. Dalam memudahkan untuk membuat diagram keterkaitan aktivitas (ARD) perlu dibuat lembar kerjayang ditunjukkan pada tabel.

Tabel 2.3 Lembar Kerja Diagram Keterkaitan Aktivitas

LEMBAR KERJA DIAGRAM KETERKAITAN AKTIVITAS						
Aktivitas	Derajat kedekatan					
	A	E	I	O	U	X
1, Penerimaan dan pengiriman	2	-	4	6	3,5	-
2, Gudang material& alat	1,4	-	-	3,6	5	-
3, Perawatan	-	4	-	2,6	1,5	-
4, Produksi	2	3	1,5	-	-	6
5, Ruang ganti pakaian	-	-	4	-	1,2,3	6
6, Kantor	-	-	-	1,2,3	-	4,5

4. Diagram Hubungan Aktivitas (Activity Relationship Diagram)

Diagram hubungan aktivitas untuk mengkombinasikan antara derajat hubungan aktivitas dan aliran material.. Pada ARD ini derajat kedekatan antar fasilitas dinyatakan dengan kode huruf dan garis yang mana arti dari lambang tersebut dapat dijelaskan pada tabel berikut:



Gambar 2.4 Activity Relationship Diagram

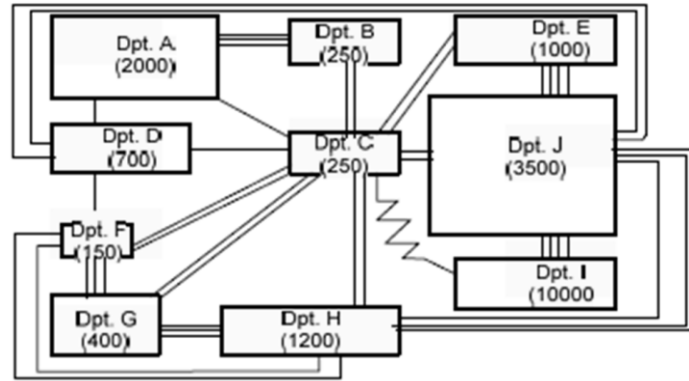
Tiap kode huruf tersebut kemudian disertakan kode alasan yang menjadi dasar penentuan penulis menentukan derajat kedekatan, misalnya seperti:

- a) Kebisingan, debu, getaran., bau dan lain-lain.
- b) Penggunaan mesin atau peralatan, data informasi, material handling equipment secara bersama-sama.
- c) Kemudahan aktivitas supervisi.
- d) Kerjasama yang erat kaitannya dan operator masing-masing departemen yang ada.

Berbagai alasan di atas dapat disesuaikan dengan kondisi permasalahan yang ada di lapangan tempat penelitian berlangsung.

5. Diagram Hubungan Ruangan

Pada tahap ini dilakukan proses evaluasi luas area yang dibutuhkan untuk semua aktivitas perusahaan dan area yang tersedia. Rancangan tataletak fasilitas kerja, idealnya dibuat terlebih dahulu, sedangkan bangunan pabrik didirikan sesuai rancancangan tata letak fasilitas yang telah dibuat. namun dalam beberapa kasus, seiring terjadi proses tata letak pabrik dilakukan setelah bangunan pabrik berdiri. Hal ini bisa terjadi pada proyek perancangan tataletak ulang ,disebabkan karena dana yang terbatas untuk pendirian pabrik baru, terbentur masalah waktu. Diagram hubungan ruangan dapat dilakukan setelah dilakukan analisis terhadap luasan yang dibutuhkan dan dikombinasikan dengan ARD.



2.5 Diagram Hubungan Ruang

6. Luas Area yang Dibutuhkan

Terdapat beberapa metode dalam penentuan kebutuhan luas ruangan diantaranya:

a). Metode *Fasilitas Industri*

Metode ini menentukan kebutuhan ruangan berdasar pada fasilitas produksi dan fasilitas pendukung proses produksi yang digunakan. Luas ruangan dihitung dari ukuran dari masing-masing jenis mesin yang digunakan dikalikan dengan jumlah masing-masing jenis mesin ditambah kelonggaran yang digunakan untuk operator dan gang (aisle)

b). Metode *Template*

Metode ini memberikan gambaran yang nyata tentang bentuk dan seluruh kebutuhan ruangan dalam dalam suatu model atau template dengan skala tertentu.

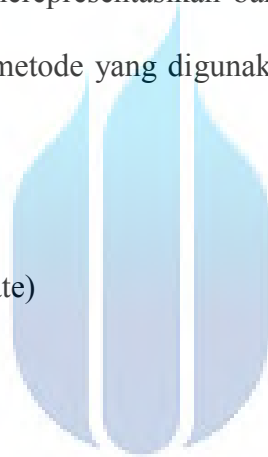
c). Metode *Standar Industri*

Standar industri dibuat atas penelitian-penelitian yang dilakukan terhadap industri yang dinilai telah mapan dalam perancangan tata letak fasilitas secara keseluruhan.

7. Rancangan Alternatif Tata Letak

Diagram hubungan ruangan merupakan dasar dalam pembuatan rancangan alternatif tata letak. Untuk membuat rancangan tata letak dapat dibuat suatu Block Layout yang dengan skala tertentu merepresentasikan bangunan dengan batasan-batasan ruang yang dimiliki. Terdapat tiga metode yang digunakan untuk merepresentasikan tata letak yang dirancang, yaitu:

- Gambar atau sketsa
- Model dua dimensi (template)
- Model tiga dimensi



8. Evaluasi dan Tindak Lanjut

Alternatif-alternatif tata letak yang telah dibuat, dipilih alternative perancangan yang terbaik sesuai dengan tujuan organisasi. Berikut ini adalah teknik-teknik untuk mengevaluasi perancangan tata letak.

a. Perbandingan Untung Rugi

Dalam teknik ini disusun daftar keuntungan dan kerugian masing-masing alternatif yang ditawarkan. Alternatif yang terpilih adalah yang memiliki keuntungan yang relatif besar.

b. Peringkat

Teknik dilakukan dengan memilih faktor-faktor yang dinilai penting, kemudian dibuat daftar peringkat dari masing-masing alternatif untuk masing-masing faktor. Alternatif perancangan dengan jumlah skor tertinggi akan dipilih sebagai perancangan tata letak yang akan dibuat.

c. Analisis Faktor

Cara ini hampir sama dengan metode peringkat yaitu dengan menentukan faktor-faktor yang dianggap penting dalam perancangan tata letak, kemudian dilakukan pemberian bobot untuk tiap-tiap faktor. Faktor yang dianggap paling penting diberi bobot terbesar. Bobot juga diberikan untuk peringkat alternatif masing-masing faktor. Alternatif perancangan yang menempati peringkat pertama mendapat bobot terbesar. Hasil kali bobot faktor dan bobot peringkat merupakan skor dari alternatif perancangan. Alternatif perancangan tata letak terbaik adalah yang memiliki skor tertinggi.

d. Perbandingan Biaya

Metode ini dilakukan dengan membandingkan biaya untuk masing-masing alternatif perancangan. Biaya yang diidentifikasi adalah biaya investasi, operasi, dan pemeliharaan. Alternatif perancangan dengan biaya terkecil akan terpilih sebagai alternatif perancangan terbaik.

2.1.11 Metode *Blocplan*

Pengertian Bloc Plan

Terdapat banyak model matematis didalam perancangan yang dikembangkan dengan *software* berbantuan komputer, secara umum model matematis tersebut dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu model yang bekerjanya tidak dibatasi oleh bentuk stasiun kerja seperti CRAFT, MCRAFT, COFAD dan MUTIPEL, sedangkan untuk model yang bekerjanya dengan batasan bentuk stasiun kerja (misal rectangular) seperti BLOCPLAN, MIP dan LOGIC. Model tata letak dengan bentuk rectangular lebih diminati perusahaan, dikarenakan keteraturan penempatan stasiun kerja dan kemudahan aliran kerja bila dibandingkan dengan bentuk stasiun kerja yang tidak teratur. Metode yang sering digunakan dalam perancangan tataletak departemen yang sering digunakan adalah metode BLOCPLAN. Blocplan merupakan sistem perancangan tata letak fasilitas yang di kembangkan oleh Donaghey dan Pire pada departemen teknik industri, Universitas Houston. Pada tahun 1991.

Blocplan bekerja secara *Hibrit Algorithm* yaitu membangun dan mengubah tata letak dengan mencari total jarak tempuh yang minimal yang dilalui dalam perpindahan material dengan melakukan pertukaran antar stasiun kerja seperti pada metode QAP. Koopmans dan Beckmen merumuskan model matematisnya sebagai berikut:

$$\text{Fungsi tujuan : } \min z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n C_{ijkl} X_{ik} X_{jl} \dots\dots\dots 2.4$$

$$C_{ijkl} = f_{ij} * d_{kl} \dots\dots\dots 2.5$$

$$\text{Batasan } \sum_{k=1}^n x_{ik} = 1 \text{ ; dengan } i = 1, 2, \dots, n \dots\dots\dots 2.6$$

$$\sum_{l=1}^n x_{lk} = 1 \text{ ; dengan } i = 1, 2, \dots, n \dots\dots\dots 2.7$$

Keterangan :

C_{ijkl} = biaya penugasan stasiun kerja i yang berada di lokasi k dengan stasiun kerja j yang berada di lokasi l

f_{ij} = frekuensi aliran perpindahan item dari stasiun i ke stasiun j

d_{kl} = jarak lokasi k dan l

$X_{ik} = 1$, jika stasiun kerja i ada di lokasi k

0, jika stasiun kerja i ada di lokasi k

Dalam penyelesaian menggunakan metode *Blocplan* hanya mampu menempatkan 1 sampai 3 baris saja, bagaimanapun itu susunan stasiun kerja pada hasil *blocplan* terdapat batasan perpindahan stasiun kerja berdasarkan ukuran panjang dan lebar dari stasiun kerja. Pada *Blocplan* dapat digunakan untuk menganalisa *Single-Story* (satu tata letak) *Multistory layout* (lebih dari satu tata letak). *Blocplan* dapat menganalisa maksimum 18 fasilitas dalam satu tata letak.

Dalam menjalankan software *Blocplan* untuk memudahkan pengolahan data, maka inputan data-data yang dapat diterima berupa data kualitatif dan kuantitatif, pengguna mempunyai 3 cara menyediakan data :

- a. Secara kualitatif dalam bentuk diagram *activity relationship chart* (ARC).
- b. Secara kuantitatif dalam bentuk frekuensi aliran material, luas masing-masing fasilitas dan luasan tata letak yang tersedia untuk penempatan semua fasilitas,
- c. Informasi tentang produk apa saja yang di produksi beserta rutenya, *Blocplan* didalam menganalisa masalah serta mengembakan tata letak mempunyai 3 pilihan yaitu :
 - a) Secara *random* : menghasilkan satu persatu tata letak dengan nilai R-score tertentu tanpa mempertimbangkan interaksi antar departemen.

- b) *Improvement algorithm*, pertama tama dilakukan perubahan.
- c) *Automatic search* ,secara otomatis pertama-tama dilakukan secara *random*, kemudian hasil yang diperoleh dilakukan *improvement algorithm*, namun iterasi yang dapat dilakukan maksimal 20 kali perubahan yang memberikan dan menghasilkan tataletak cepat dan optimal . *Blocplan* dalam menganalisa tata letak yang dihasilkan adalah dengan menghitung R-score, berikut menghitungnya :

➤ Rel-dst score

$$\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n R_{ij} d_{ij} \dots\dots\dots 2.8$$

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

R_{ij} = nilai hubungan kedekatan antara fasilitas i dan j

➤ R-score = 1 - ((Rel-dist score - lower bound)/ (upper bound - lower bound))

$$\text{Lower bound} = D_1 S_1 + D_2 S_2 + \dots + D_{21} S_{21}$$

Artinya nilai D { nilai D adalah jarak antara fasilitas } tertinggi dikalikan dengan nilai S { nilai S adalah nilai hubungan kedekatan antara fasilitas} terendah kemudian nilai D tertinggi selajutya dikalikan dengan nilai S terendah berikutnya, demikian seterusnya.

$$\text{Upper bound} = D_1 S_1 + D_2 S_2 + \dots + D_{21} S_{21}$$

Artinya nilai D { nilai D adalah jarak antara fasilitas } terendah dikalikan dengan nilai S { nilai S adalah nilai hubungan kedekatan antara fasilitas} terendah kemudian nilai D terendah selajutnya dikalikan dengan nilai S terendah berikutnya, demikian seterusnya. *Blocplan* didalam menghitung *R-score* dari masing- masing alternative layout yang mungkin yaitu dimana nilai *R-score* (*normalized relationship distance score*) yang mendekati nilai 1 menunjukan

bahwa layout tersebut optimal, namun sebaliknya *R-score* yang mendekati nilai 0 menunjukkan bahwa layout tersebut tidak optimal ($0 < R\text{-score} < 1$). Data masukan untuk menjalankan program *Blocplan* dalam bentuk diagram keterkaitan ARC yang masing-masing nilai simbol keterkaitan antar *departemen* ditentukan oleh masing-masing pengguna *Blocplan*, namun nilai atau poin yang telah umum digunakan dalam pengolahan data pada program *blocplan* ditunjukkan sebagai berikut:

- Simbol A mempunyai nilai skor : 10 poin.
- Simbol E mempunyai nilai skor : 5 poin.
- Simbol I mempunyai nilai skor : 2 poin.
- Simbol O mempunyai nilai skor : 1 poin.
- Simbol U mempunyai nilai skor : 0 poin.
- Simbol X mempunyai nilai skor : -10 poin.

Program *Blocplan* akan menampilkan bentuk tata letak dengan 5 buah pilihan rasio panjang lebar dari bentuk tata letak yang diinginkan. *Rasio* yang bisa di pilih masing-masing adalah : untuk pilihan pertama 1.35:1; pilihan kedua 2:1; pilihan kedua 1:1; pilihan ke empat 1:2, pilihan kelima pengguna menentukan sendiri panjang dan lebar yang di kehendaki.

Prosedur dalam menjalankan *blocplan* ini adalah sebagai berikut:

- a. Pilihan input data. Disk (D) merupakan file yang sudah disimpan sebelumnya di hard drive computer Anda, sedangkan Keyboard (K) merupakan file baru yang akan di-input. Pilihlah (K)
- b. Masukkan jumlah departemen di dalam kantor, maksimum 18 buah

- c. Masukkan nama-nama departemen beserta luas areanya sampai dengan departemen ke-18.
- d. Konfirmasi data luas area departemen
- e. Masukkan hubungan kedekatan antar departemen yang didapatkan berdasar ARC. ENTER untuk menginput relasi ke departemen selanjutnya.
- f. Masukkan Nilai Score, gunakan angka default Blocplan saja
- g. Rekapitulasi skor tiap departemen yang dihitung berdasarkan nilai score
- h. Pada Menu utama, pilih opsi 3. Single Story Layout
- i. Menu Single Story, pilih opsi nomor 4 Automatic Search
- j. Pilih jumlah layout yang ingin dihasilkan, input 20 (karena maksimal sebesar 20). Maka akan dicari 20 layout.
- k. Blocplan akan menanyakan departemen mana saja yang lokasinya kita tentukan sendiri.
- l. Setelah dilakukan komputasi pada 20 layout, akan ditampilkan nilai R score dari tiap layout yang dihasilkan. Pilih nilai R yang paling mendekati 1.

2.2 Material Handling

2.2.1 Pengertian *Material Handling*

Salah satu masalah penting dalam produksi ditinjau dari segi kegiatan / proses produksi adalah Bergeraknya material dari satu tingkat ke tingkat proses produksi berikutnya. Untuk memungkinkan proses produksi dapat berjalan dibutuhkan adanya kegiatan pemindahan material yang disebut dengan *Material Handling*. Terdapat banyak

definisi mengenai atau pengertian yang diberikan untuk material handling. Berikut ini ada dua definisi secara umum, yaitu :

a. Material Handling adalah seni dan ilmu pengetahuan dari perpindahan, penyimpanan, perlindungan, dan pengawasan material.

- Seni

Material handling dapat dinyatakan sebagai seni, karena masalah-masalah *material handling* tidak dapat secara eksplisit diselesaikan semata-mata dengan formula atau model matematika. *Material handling* membutuhkan sebuah ‘penilaian’ benar atau salah, dimana di perusahaan-perusahaan benar-benar berpengalaman di bidang material handling akan menilainya.

- Ilmu Pengetahuan

Material handling dapat dinyatakan sebagai ilmu pengetahuan karena menyangkut metode *engineering*. Mendefinisikan masalah, mengumpulkan dan menganalisis data, membuat alternatif solusi, evaluasi alternatif, memilih dan mengimplementasikan alternatif terbaik merupakan bagian integral dari penyelesaian masalah material handling dan proses perancangan sistem. Analisis model matematis dan teknik-teknik kualitatif sangat berarti sebagai bagian dari proses ini.

- Perpindahan

Perpindahan material membutuhkan waktu dan memerlukan penggunaan tempat (yaitu penanganan material digunakan pada waktu yang tepat dan tempat yang benar). Perpindahan material memerlukan kesesuaian antara ukuran, bentuk, berat, dan kondisi material dengan lintasannya dan analisis frekuensi gerakan.

- Penyimpanan

Penyimpanan material sebagai penyangga antar operasi, memudahkan dalam pekerjaan manusia dan mesin. Yang perlu dipertimbangkan dalam penyimpanan material antara lain adalah ukuran, berat, kondisi dan kemampuan tumpukan material, keperluan untuk mengambil dan menempatkan material, kendala-kendala bangunan seperti misalnya beban lantai, kondisi lantai, jarak antar kolom, dan tinggi bangunan.

- Perlindungan

Yang termasuk dalam perlindungan material antara lain pengawasan, pengepakan, dan pengelompokan material; untuk melindungi kerusakanan kehilangan material. Perlindungan material sebaiknya menggunakan alat pengaman yang dihubungkan dengan sistem informasi. Termasuk perlindungan terhadap material yang salah penanganan, salah penempatan, salah pengambilan, dan urutan proses yang salah. Sistem material handling harus dirancang untuk meminimasi keperluan pengawasan, dan untuk menurunkan biaya.

- Pengawasan

Pengawasan material terdiri dari pengawasan fisik dan pengawasan status material. Pengawasan fisik adalah pengawasan yang berorientasi pada susunan dan jarak penempatan antar material. Pengawasan status adalah pengawasan tentang lokasi, jumlah, tujuan, kepemilikan, keaslian, dan jadwal material. Ketelitian harus dilakukan untuk menjamin bahwa jangan sampai terlalu banyak pengawasan yang dilakukan pada sistem material handling. Melakukan pengawasan yang tepat merupakan suatu tantangan, karena pengawasan yang tepat sangat tergantung atas

budaya organisasi dan orang yang mengatur dan menjalankan fungsi penanganan material.

- Material

Secara luas, material dapat berbentuk bubuk, padat, cair, dan gas. Sistem penanganan diantara bentuk material mempunyai perlakuan yang berbeda diantara bentuk material.

- Material Handling* mempunyai arti penanganan material dalam jumlah yang tepat dari material yang sesuai dalam waktu yang baik pada tempat yang cocok, pada waktu yang tepat dalam posisi yang benar, dalam urutan yang sesuai dan biaya yang murah dengan menggunakan metode yang benar.

2.2.2 Aspek-Aspek Biaya Pemindahan Bahan

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

- Biaya yang berkaitan dengan transportasi *raw material* dari sumber asalnya menuju pabrik dan pengiriman *finished goods product* ke konsumen yang membutuhkannya. Biaya transportasi di sini merupakan fungsi yang berkaitan langsung dengan pemilihan lokasi pabrik dengan memperhatikan tempat di mana sumber material berada serta lokasi pada tujuannya.
- In - Plant Receiving and Storage*, 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 di atas meja perakitan. Dalam usaha menganalisa biaya *material handling*, maka faktor-faktor berikut ini seharusnya sangat diperhatikan, yaitu :

a) *Material*

1. Harga pembelian dari mesin/peralatan.
2. Biaya seluruh material yang digunakan
3. *Maintenance cost* dan *repair – part inventory*
4. *Direct power cost* (*kilo watt hour*, bahan bakar dan lain-lain)
5. Biaya untuk oli
6. Biaya untuk peralatan bangku (pelengkap)
7. Biaya instalasi, termasuk di sini seluruh material dan biaya upah pekerja dan pengaturan kembali.

b) *Salary dan Wages*

1. *Direct Labor Cost* (seluruh personel yang terlibat di dalam pengoperasian peralatan-peralatan *material handling*)
2. *Training Cost* untuk menjalankan peralatan *material handling* tersebut.
3. *Indirect Labor Cost* (*staff* dan *service departemens*) dan lain-lain.

c) *Finansial Charge*

1. *Interest* untuk investasi peralatan *material handling*
2. Biaya asuransi, depresiasi dan lain-lain.

2.2.3 Tujuan *Material Handling*

Tujuan utama dari perencanaan *material handling* adalah untuk mengurangi biaya produksi. Selain itu, *material handling* sangat berpengaruh terhadap operasi dan perancangan fasilitas yang diimplementasikan. Beberapa tujuan dari system *material handling* antara lain :

1. Menjaga atau mengembangkan kualitas produk, mengurangi kerusakan, dan memberikan perlindungan terhadap material.
2. Meningkatkan keamanan dan mengembangkan kondisi kerja.
3. Meningkatkan produktivitas :
 - Material akan mengalir pada garis lurus
 - Material akan berpindah dengan jarak sedekat mungkin
 - Perpindahan sejumlah material pada satu kali tertentu
 - Mekanisasi penanganan material
 - Otomasi penanganan material
4. Meningkatkan tingkat penggunaan fasilitas
 - Meningkatkan penggunaan bangunan
 - Pengadaan peralatan serbaguna
 - Standardisasi peralatan *material handling*
 - Menjaga dan menempatkan seluruh peralatan sesuai kebutuhan dan mengembangkan program pemeliharaan preventif
 - Integrasi seluruh peralatan *material handling* dalam suatu system
5. Mengurangi bobot mati
6. Sebagai pengawasan persediaan

2.2.4 Pertimbangan system material handling

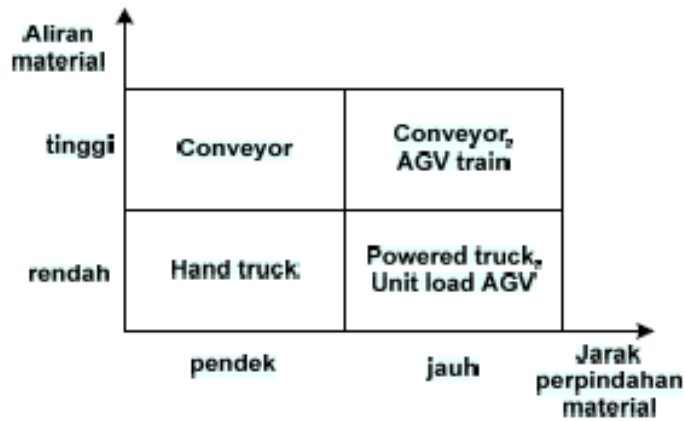
A. Karakteristik Material

Dalam melakukan perancangan sistem *material handling* mutlak diketahui terlebih dahulu karakteristik dari material yang ditangani, supaya dalam penggunaan peralatan *material handling* tidak terjadi kesalahan yang mengakibatkan peningkatan biaya. Karakteristik material dapat dikategorikan berdasarkan hal-hal seperti berikut.

- Sifat fisik : Berupa benda padat, cair, atau gas.
- Ukuran : Besar volume, panjang, lebar, dan tinggi material.
- Berat : Per buah, per kotak, atau per unit volume.
- Bentuk : Berupa plat panjang, persegi, bulat, dan sebagainya.
- Kondisi : Panas, dingin, kering, basah, dan sebagainya..
- Resiko keamanan: Mudah meledak, beracun, mudah pecah, mudah patah, dan sebagainya.

B. Tingkat Aliran Material

Dua hal utama dalam aliran material adalah menyangkut kuantitas material yang dipindahkan dan jarak perpindahan material tersebut. Pertimbangan aliran material dalam perencanaan sistem *material handling* dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2.6 Pertimbangan Aliran Material Dalam Perencanaan Sistem

Material Handling

C. Tipe Tata Letak Pabrik

Tipe *fixed position layout* dengan karakter produk berukuran sangat besar dan tingkat produksi rendah, aktivitas *material handling* dengan menggunakan *cranes*, *hoists*, dan *truck-truck* industri. Tipe *process layout* dengan karakter produk bervariasi dan tingkat produksi rendah dan sedang, aktivitas *material handling* dengan menggunakan *hand truck*, *forklift truck*, dan *AGV's*. Tipe *product layout*, untuk menangani aliran produk dengan tingkat produksi tinggi digunakan *conveyor* sedang untuk pemindahan komponen dengan *truck*.

2.2.5 Ongkos Material Handling (OMH)

Di dalam merancang tata letak pabrik, maka aktivitas pemindahan bahan merupakan salah satu hal yang cukup penting untuk diperhatikan dan diperhitungkan. Tujuan dari pemindahan bahan adalah sebagai berikut:

1. Menaikkan kapasitas

2. Memperbaiki kondisi kerja
3. Memperbaiki pelayanan pada pelanggan
4. Meningkatkan pemanfaatan ruang dan peralatan
5. Mengurangi ongkos

Beberapa aktivitas *material handling* yang perlu diperhitungkan adalah pemindahan bahan menuju gudang bahan baku dan keluar dari gudang jadi serta pemindahan atau pengangkutan yang terjadi di dalam pabrik saja. Faktor - faktor yang mempengaruhi perhitungan ongkos *material handling* diantaranya adalah jarak tempuh dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja yang lain dan ongkos pengangkutan per meter gerakan. Pengukuran jarak tempuh tersebut disesuaikan dengan kondisi yang ada di lapangan. Dengan demikian, jika jarak tempuh sudah ditentukan dan frekuensi *material handling* sudah diperhitungkan maka ongkos *material handling* dapat diketahui, dimana :

$$\text{Total OMH} = (\text{Ongkos per meter gerakan}) \times (\text{Jarak tempuh pengangkutan}) \times (\text{Frekuensi}) \dots\dots\dots 2.9$$

