

BAB II

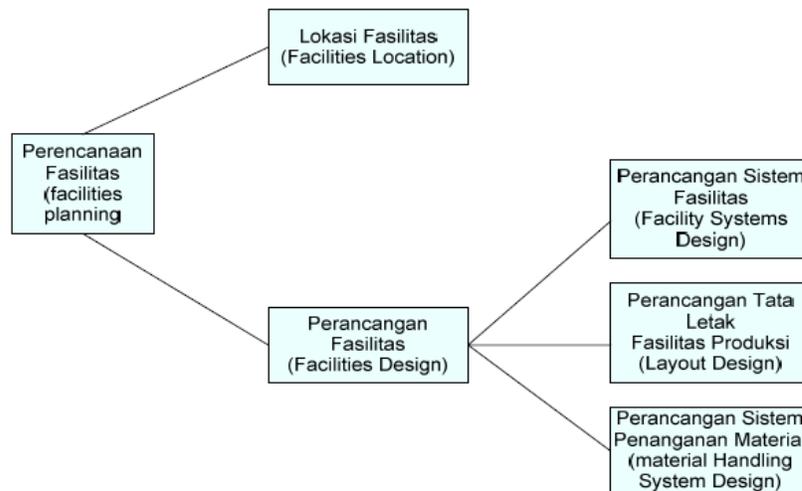
LANDASAN TEORI

2.1 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

2.2 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 (*efisiensi*) ruangan yang dipakai.

g) Memudahkan pengawasan

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

h) Meningkatkan safety bagi produk maupun karyawan

Mesin dan peralatan yang diletakkan pada tempat yang tepat akan mengurangi terjadinya kecelakaan kerja maupun kerusakan barang.

2.3 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.

2.4 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 di masa yang akan datang.

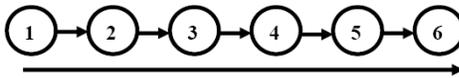
2.5 Tipe-tipe Tata Letak

Secara umum tata letak fasilitas produksi dapat diklasifikasikan menjadi tiga macam yaitu :

- a) Tata letak berdasarkan aliran produk (*product layout*).

Jika suatu pabrik secara khusus akan memproduksi satu macam produk atau kelompok produk dalam jumlah/*volume* yang besar dan waktu produksi yang lama, maka segala fasilitas/fasilitas produksi dari pabrik tersebut haruslah diatur sedemikian rupa sehingga proses produksi dapat berlangsung seefisien mungkin. Dengan *layout* berdasarkan aliran produk, maka mesin dan fasilitas produksi lainnya akan dapat diatur menurut prinsip “*machine after machine*” tidak peduli macam mesin yang digunakan. Dengan memakai tata letak tipe aliran produk (*product layout*), maka segala fasilitas/fasilitas untuk proses produksi (baik pabrikan maupun perakitan) akan diletakkan berdasarkan garis aliran (*flow line*) dari produk tersebut. Adapun tipe/tipe garis aliran produk (*product flow line*) yang mungkin diaplikasikan yaitu :

- 1) *Straight line*.



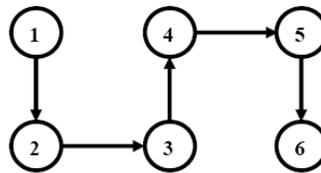
Gambar 2.2 *Straight Line*

Pola aliran berdasarkan garis lurus atau *straight line* umum dipakai bilamana proses produksi berlangsung singkat, relatif sederhana dan umum terdiri dari beberapa komponen/komponen atau beberapa

macam *production equipment*. Pola aliran bahan berdasarkan garis lurus ini akan memberikan :

- i. Jarak yang terpendek antara dua titik.
- ii. Proses atau aktivitas produksi berlangsung sepanjang garis lurus yaitu dari mesin nomor satu sampai ke mesin yang terakhir.
- iii. Jarak perpindahan bahan (*handling distance*) secara total akan kecil karena jarak antara masing-masing mesin adalah sependek-pendeknya.

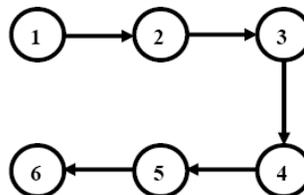
2) *Serpentine* atau *zig zag (S-Shaped)*.



Gambar 2.3 *Serpentine/Zig Zag*

Pola aliran berdasarkan garis-garis patah ini sangat baik diterapkan bilamana aliran proses produksi lebih panjang dibandingkan dengan luasan area yang tersedia. Untuk itu aliran bahan akan dibelokkan untuk menambah panjangnya garis aliran yang ada dan secara ekonomis hal ini akan dapat mengatasi segala keterbatasan dari area, dan ukuran dari bangunan pabrik yang ada.

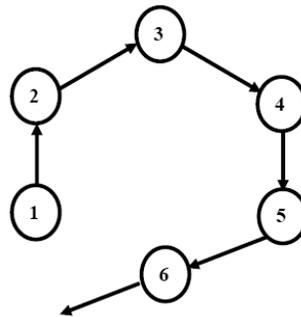
3) *U-Shaped*.



Gambar 2.4. *U-Shaped*

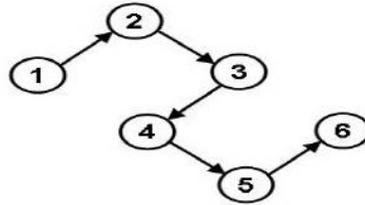
Pola aliran menurut *U-Shaped* ini akan dipakai bilamana dikehendaki bahwa akhir dari proses produksi akan berada pada lokasi yang sama dengan awal proses produksinya. Hal ini akan mempermudah pemanfaatan fasilitas transportasi dan juga sangat mempermudah pengawasan untuk keluar masuknya *material* dari dan menuju pabrik. Aplikasi garis bahan relatif panjang, maka *U-Shaped* ini akan tidak efisien dan untuk ini lebih baik digunakan pola aliran bahan tipe *zig zag*.

4) *Circular*.



Gambar 2.5. *Circular*

Pola aliran berdasarkan bentuk lingkaran (*circular*) sangat baik dipergunakan bilamana dikehendaki untuk mengembalikan material atau produk pada titik awal aliran produksi berlangsung. Hal ini juga baik apabila departemen penerimaan dan pengiriman material atau produk jadi direncanakan untuk berada pada lokasi yang sama dalam pabrik yang bersangkutan.

5) *Odd Angle*.

Gambar 2.6. *Odd Angle*

Pola aliran berdasarkan *odd-angle* ini tidaklah begitu dikenal dibandingkan dengan pola-pola aliran yang lain. Pada dasarnya pola ini sangat umum dan baik digunakan untuk kondisi-kondisi seperti :

- i) Bilamana tujuan utamanya adalah untuk memperoleh garis aliran yang produk diantara suatu kelompok kerja dari area yang saling berkaitan.
 - ii) Bilamana proses *handling* dilaksanakan secara mekanis.
 - iii) Bilamana keterbatasan ruangan menyebabkan pola aliran yang lain terpaksa tidak dapat diterapkan.
 - iv) Bilamana dikehendaki adanya pola aliran yang tetap dari fasilitas-fasilitas produksi yang ada. *Odd-angle* ini akan memberikan lintasan yang pendek dan terutama akan merasa kemanfaatannya untuk area yang kecil.
- b) Tata letak berdasarkan aliran proses (*process layout*)

Tata letak berdasarkan aliran proses (*process layout*) sering kali disebut pula dengan *functional layout*. *Functional layout* adalah metode pengaturan dan penempatan dari mesin dan segala fasilitas produksi dengan tipe/macam yang sama dalam sebuah departemen. Disini semua mesin atau fasilitas produksi yang memiliki ciri-ciri operasi atau fungsi

kerja yang sama diletakkan dalam sebuah departemen. Tata letak berdasarkan aliran proses umumnya diaplikasikan untuk industri yang bekerja dengan jumlah/*volume* produksi yang relatif kecil dan terutama sekali untuk jenis produk-produk yang tidak distandartkan. Tata letak tipe aliran proses ini akan jauh lebih fleksibel bilamana dibandingkan dengan tata letak tipe aliran produk. Industri yang beroperasi berdasarkan order pesanan (*job order*) akan lebih tepat kalau menerapkan *layout* tipe aliran proses guna mengatur fasilitas-fasilitas produksinya.

c) Tata letak berdasarkan posisi (*fixed position layout*)

Untuk tata letak berdasarkan posisi tetap, *material* dan komponen dari produk utamanya akan tinggal tetap pada posisi/lokasinya sedangkan fasilitas produksi seperti *tools*, mesin, manusia serta komponen-komponen kecil lainnya akan bergerak menuju lokasi *material* atau komponen produk utama tersebut. Pada proses perakitan maka *layout* tipe posisi tetap akan sering dijumpai karena disini peralatan kerja (*tools*) akan mudah dipindahkan.

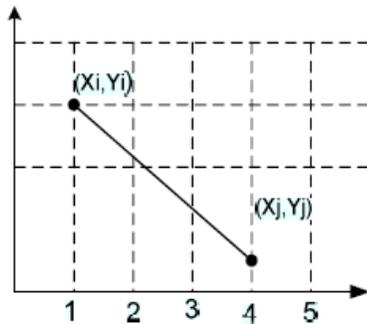
2.6 Ukuran Jarak

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 sistem 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 menggunakan formula sebagai berikut

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



Dimana :

X_i = koordinat x pada pusat fasilitas i

Y_i = koordinat y pada pusat fasilitas i

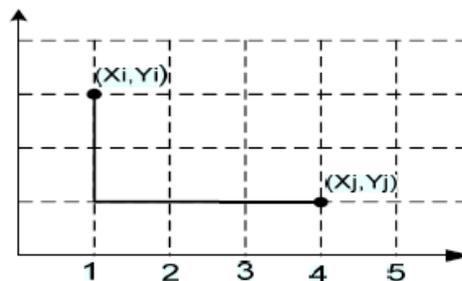
D_{ij} = jarak antara pusat fasilitas i dengan j

Gambar 2.7 Jarak *Euclidean*

b) Jarak *Rectilinear*

Jarak *rectilinear* atau Jarak Manhattan merupakan jarak yang diukur mengikuti jalur tegak lurus. Dalam pengukuran jarak *rectilinear* digunakan formula sebagai berikut :

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



Gambar 2.8 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*.

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

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.

2.7 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 pengelompokannya didasarkan pada aliran bahan yang bergerak diantara fasilitas-fasilitas produksi atau departemen-departemen 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 perumusan-perumusan 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.

2.8 Analisa Kuantitatif Untuk Menganalisa Aliran Bahan

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

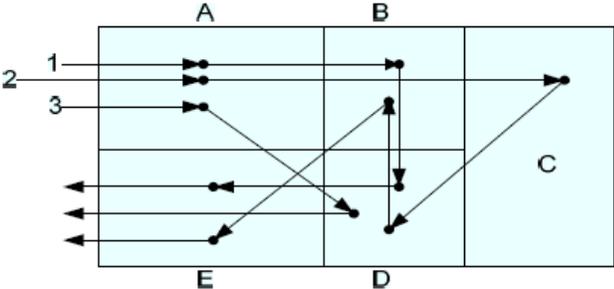
a. Peta Dari ó Ke (*From – To Chart*)

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 dengan urutan- mesin seperti pada tabel 2.1 sebangkan aliran komponen ditunjukkan seperti pada gambar 2.9

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 2.9 Aliran komponen

Pada gambar 2.9 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.

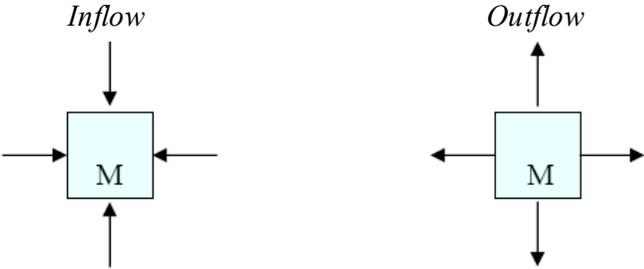
Tabel 2.2 Form to chart yang menunjukkan jumlah material yang Dipindahkan

ke/dari	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* sehingga dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.10 Inflow dan Outflow Aliran Material

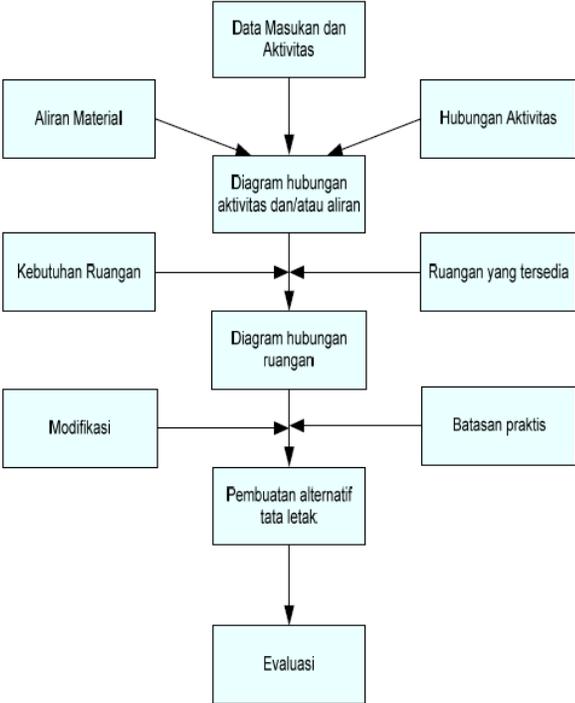
$$Inflow = \frac{\text{ongkos di mesin } M}{\text{onkos yang masuk ke mesin } M} \quad Outflow = \frac{\text{ongkos di mesin } M}{\text{onkos yang keluar dari mesin } M}$$

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.

2.9 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 dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.11 Langkah-langkah dasar SLP

Pada dasarnya langkah di atas dapat dikelompokkan dalam tiga tahapan yaitu tahap analisis, tahap penelitian dan tahap proses seleksi.

Tahap analisis meliputi analisis aliran material, analisis hubungan aktivitas, diagram hubungan aktivitas, analisis kebutuhan ruangan dan ruangan yang tersedia. Sedangkan tahap penelitian meliputi perencanaan diagram hubungan ruangan hingga pembuatan alternatif tata letak. 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.

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 peta 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

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 kerja yang ditunjukkan pada tabel.

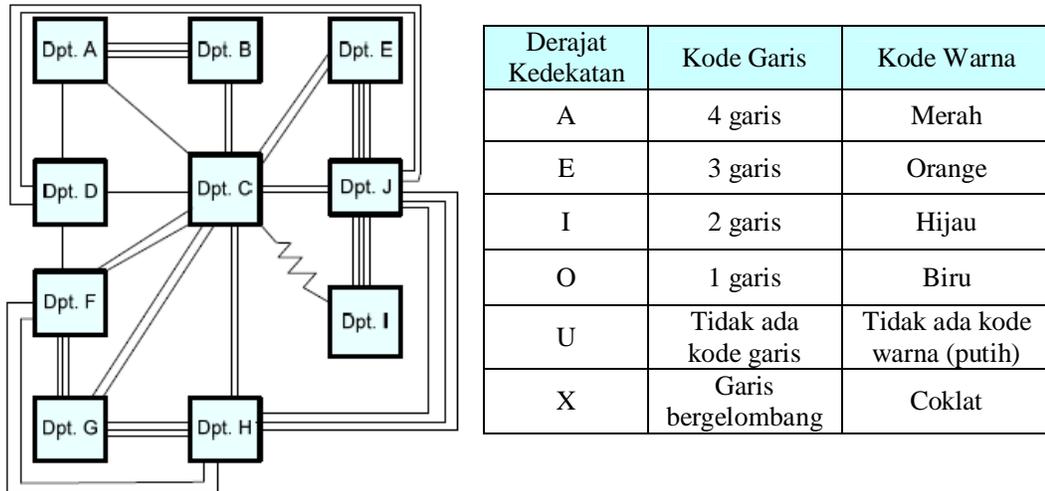
Tabel 2.3 Lembar Kerja Diagram Keterkaitan Aktivitas

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 dan 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 2.12 Activity Relationship Diagram

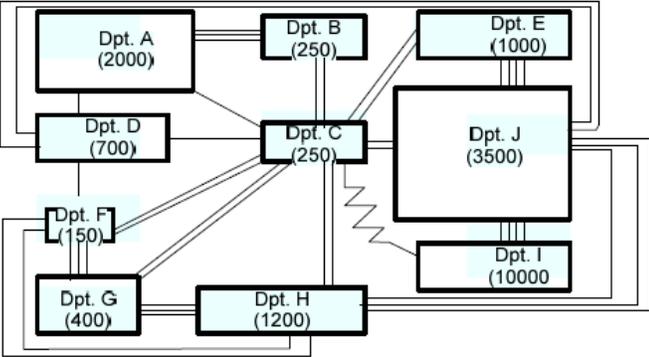
Tiap kode huruf tersebut kemudian disertakan kode alasan yang menjadi dasar penentuan penulis menentukan derajat kedekatan, misalnya seperti:

- 1) Kebisingan, debu, getaran., bau dan lain-lain.
- 2) Penggunaan mesin atau peralatan, data informasi, material handling equipment secara bersama-sama.
- 3) Kemudahan aktivitas supervisi.
- 4) 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 tata letak fasilitas

kerja, idealnya dibuat terlebih dahulu, sedangkan bangunan pabrik didirikan sesuai rancangan 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 tata letak 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.



Gambar 2.13 Diagram Hubungan Ruangan

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 alternatif 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.

2.10 Metode *Blocplan*

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 tata letak departemen yang sering digunakan adalah metode BLOCPLAN. Blocplan merupakan sistem perancangan tata letak fasilitas yang dikembangkan 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:

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

$$C_{ijkl} = f_{ij} * d_{kl}$$

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

$$\sum_{l=1}^n X_{ik} = 1 \quad ; \text{ dengan } i = 1, 2, \dots, n$$

Keterangan :

C_{ijkl} = biaya penugasan stasiun kerja i yang berada dilokasi 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 dilokasi k
0, jika stasiun kerja i ada dilokasi 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 (Tompksin, 1996).

Dalam menjalankan software *Blocpan* 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 diproduksi beserta rutenya, *Blocplan* didalam menganalisa masalah serta mengembangkan tata letak mempunyai 3 pilihan yaitu :

- Secara *random* : menghasilkan satu persatu tata letak dengan nilai R-score tertentu tanpa mempertimbangkan interaksi antar departemen.
- *Improvement algorithm*, pertama-tama dilakukan perubahan.
- *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 tata letak cepat dan optimal.

Blocplan dalam menganalisa tata letak yang dihasilkan adalah dengan menghitung R-score, berikut menghitungnya :

- Rel-dst score

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

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

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

- $R\text{-score} = 1 - (\{\text{Rel-dist score} \text{ ó lower bound}\} / \{\text{upper bound} - \text{lower bound}\})$

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

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 selanjutnya dikalikan dengan nilai S terendah berikutnya, demikian seterusnya.

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

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 selanjutnya dikalikan dengan nilai S terendah berikutnya, demikian seterusnya.

Blocplan didalam menghitung *R-score* dari masing- masing alternatif layout yang mungkin yaitu dimana nilai *R-score* (*normalized relationship distance score*) yang mendekati nilai 1 menunjukkan 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 dipilih masing-masing adalah : untuk pilihan pertama 1.35:1; pilihan kedua 2:1; pilihan ketiga 1:1; pilihan ke empat 1:2, pilihan kelima pengguna menentukan sendiri panjang dan lebar yang dikehendaki.

2.11 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 kerusakan dan 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.

- b) *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.

2.12 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 sistem *material handling* antara lain (Meyers, 1993) :

- 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 sistem
- 5) Mengurangi bobot mati
- 6) Sebagai pengawasan persediaan

2.13 Pertimbangan Sistem *Material Handling*

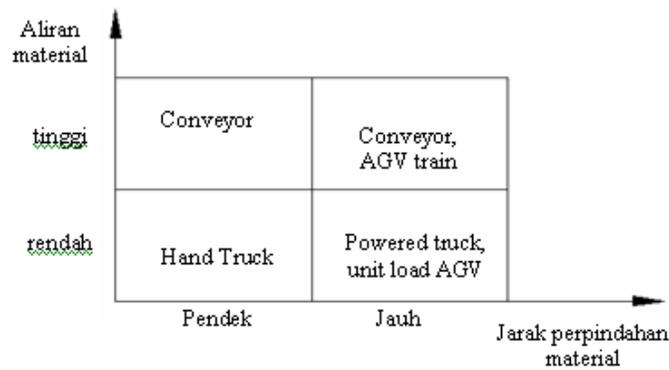
a. Karakteristik Material

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 2.14 Pertimbangan Aliran Material Dalam Perencanaan Sistem

Material Handling, Sumber: (Purnomo, 2004)

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*.

2.14 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. Meningkatkan 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 :

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