Bab 2
Landasan Teori

2.1. Konsep Dasar Tentang Desain Pabrik

A. Pengertian dan Definisi Pabrik atau Industri

Pabrik yang dalam istilah asingnya dikenal sebagai *factory* atau *plant* adalah setiap tempat dimana faktor-faktor seperti:

1. Manusia
2. Masin dan peralatan (fasilitas) produksi lainnya
3. Material
4. Uang (modal/kapital)
5. Informasi
6. Energi
7. Sumber daya alam (tanah, air, mineral dan lain-lain).

Dikelola bersama-sama dalam suatu sistem produksi guna menghasilkan suatu produk atau jasa secara efektif, efisien dan aman. Istilah pabrik ini diartikan sama dengan industri, meskipun industri sebenarnya memiliki pengertian yang lebih luas. Pabrik pada dasarnya merupakan salah satu jenis industri yang terutama akan menghasilkan produk jadi (*finished goods product*). Seperti halnya yang dijumpai pada industri manufaktur.

Dengan mempertimbangkan aktivitas-aktivitas yang umum dilaksanakan, maka industri akan dapat diklasifikasikan sabagai berikut:

1. Industri Penghasil Bahan Baku (*The Primary Raw Material Industries*)

Yaitu yang aktivitas produksinya adalah mengolah sumber daya alam yang menghasilkan bahan baku maupun bahan tambahan lainnya yang dibutuhkan oleh produksi penghasil produk/jasa. Industri tipe ini dikenal juga sebagai "*Extractive/Primary Industry*". Contoh: industri pengolahan biji besi.

2. Industri Manufaktur (*The Manufacturing Industries*)

Yaitu industri yang memproses bahan baku guna dijadikan bermacam-macam bentuk/modal produk, baik berupa produk yang setengah jadi (*semi finished*

goods) maupun yang sudah berupa produk jadi (*finished goods product*). Disini akan terjadi suatu transformasi proses baik secara fisik ataupun kimiawi terhadap input material dan akan memberi nilai tambah terhadap meterial tersebut. Contoh: Industri permesinan, Industri mobil, dan lain-lain.

3. Industri Penyalur (*Distribution Industries*)

Yaitu industri yang berfungsi untuk melaksanakan pelayanan jasa industri baik untuk bahan baku maupun"*Finished good product*". Disini bahan baku ataupun bahan setengah jadi akan didistribusikan dari produsen yang lain dan dari produsen ke konsumen. Operasi kegiatan akan meliputi aktivitas pembelian dan penjualan, penyimpanan, *sorting, grading, packaging dan maving goods* (transportasi).

4. Industri Pelayananan/Jasa (*Service Industries*)

Yaitu industri yang bergerak dalam bidang pelayanan atau jasa, baik untuk melayani dan menunjang aktivitas industri yang lain maupun langsung memberikan pelayanan/jasa kepada konsemen. Contoh: Bank, Jasa Angkutan, Rumah Sakit, dan lain-lain.

Dari hal-hal tersebut diatas maka dapat dikatakan bahwa industri memiliki pengertian dan definisi yang luas sesuai dengan karakteristik dan jenis masukan, proses produksi yang berlangsung, dan jasa keluaran yang dihasilkan. Dalam kaitannya dengan jenis keluaran yang dihasilkan maka industri menghasilkan keluaran berupa material, peralatan produksi, mesin dan lain-lain yang akan diguakan untuk proses produksi di industri atau di pabrik lain dikenal sebagai "*Producer Goods Industries*". Sedangkan industri yang hasil keluarannya akan langsung digunakan oleh consumer disebut "*Consumer Goods Industries*".

2.2. Ruang Lingkup Perencanaan Fasilitas Produksi

Didalam perencanaan fasilitas pabrik ada dua hal pokok yang akan dibahas, yaitu pertama berkaitan dengan perencanaan lokasi pabrik (*Plant Location*) yaitu menetapkan lokasi dimana fasilitas-fasilitas produksi (*Facilities Design*) yang akan meliputi perancangan tata letak fasilitas produksi (*Facilities / Plant Layout Design*).

Perancangan fasilitas akan menentukan bagaimana aktivitas-aktivitas dari fasilitas-fasilitas produksi dari pabrik akan bisa diatur sedemikian rupa mampu menunjang upaya penerapan tujuan pokok, secara efektif dan efisien. Untuk industri manufakturing, maka perencanaan aktivitas akan meliputi penetapan cara yang sebaik-baiknya agar fasilitas-fasilitas yang ada mampu menunjang kelancaran proses produksi atau operasional. *Fhase* perencanaan fasilitas ini akan dimulai dengan menetapkan atau alokasi pabrik (*Plan Location*) atau penetapan lokasi dimana fasilitas-fasilitas produksi harus ditempatkan (*Facilities Location*). Penetapan lokasi pabrik ini akan memperhatikan interaksinya dengan *consumers*, *suppliers*, maupun fasilitas-fasilitas pabrik lain yang terkait. *Fhase* perencanaan fasilitas selanjutnya adalah berkaitan dengan proses perancangan fasilitas (*Facilities Design*) yang meliputi perancangan struktur bangunan pabrik tata letak dan sistem pemindahan material.

Dalam industri *manufacturing, structural design* ini akan meliputi perancangan dan pendirian bangunan pabrik serta fasilitas penunjang seperti jaringan listrik, air, gas, penerangan, dan lain-lain. Untuk tata letak pabrik maka disini meliputi pengaturan tata letak mesin, peralatan, dan fasilitas produksi lainnya yang ada dalam area dibatasi oleh dinding-dinding pabrik. Dalam pengaturan tata letak fasilitas produksi, sekaligus disini akan dirancang pengaturan sistem pemindahan material, pergerakan personil, penyebaran informasi dalam pabrik dan sebagainya.

2.3. Tata Letak Pabrik, Tujuan dan Prinsip yang Mendasarinya

Tata letak (*Layout*) atau pengaturan fasilitas produksi dan area kerja yang ada dalam suatu masalah sering dijumpai dalam dunia industri, kita tidak dapat menghindarinya. Sekalipun kita hanya sekedar mengatur peralatan atau mesin dalam bangunan yang ada serta ruang lingkup kecil yang sedarhana.

Tata letak itu sendiri adalah suatu landasan utama dalam dunia industri. Tata letak pabrik (*plant layout*) atau tata letak fasilitas (*facilites layout*) dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan perpindahan material (*storage*) baik yang bersifat tempore maupun permanen, pekerja dan sebagainya. Dalam tata letak pabrik ada dua hal yang diatur letaknya yaitu pengaturan mesin dan pengaturan departemen

yang ada di pabrik. Bila kita menggunakan istilah tata letak pabrik hal ini sering kita artikan sebagai pengaturan peralatan atau fasilitas produksi yang sudah ada ataupun juga bisa diartikan sebagai perancanaan tata letak pabrik yang baru (*new plant layout*).

2.4. Tujuan Perencanaan dan Pengaturan Tata Letak Pabrik

Secara garis besar tujuan utama dari tata letak pabrik adalah mengatur area kerja dan segala fasilitas produksi yang paling ekonomis untuk produksi aman, dan nyaman sehingga akan dapat menaikkan moral kerja dan *performance* dari operator. Lebih spesifik lagi suatu tata letak yang baik akan dapat memberikan keuntungan-keuntungan dalam sistem produksi, antara lain:

- Menaikan *output* produksi

Biasanya tata letak yang baik akan memberikan keluaran (*output*) yang lebih besar dengan ongkos yang sama atau lebih sedikit, *manhaurs* dengan lebih kecil dan mengurangi jam kerja mesin (*machine huors*).

- Mengurangi waktu tunggu (*delay*)

Mengatur keseimbangan antara waktu operasi produksi dan beban dari masing-masing departemen atau mesin adalah bagian kerja dari mereka yang bertanggung jawab terhadap desain tata letak pabrik. Pengaturan tata letak yang terkoordinir dan terencana dengan baik akan dapat mengurangi waktu tunggu (*delay*) yang berlebihan.

- Mengurangi proses pemindahan bahan (*material handling*)

Untuk merubah bahan menjadi produk jadi, maka hal ini akan memerlukan aktivitas produksi pemindahan (*movement*) sekurang-kurangnya satu dari tiga elemen dasar produksi lainnya. Pada beberapa kasus maka biaya untuk proses pemindahan bahan ini bisa mencapai 30% sampai 90% dari total biaya produksi dengan mengingat pemindahan bahan yang sedemikian besarnya, maka mereka bertanggung jawab untuk perancangan dan perencanaan tata letek pabrik akan lebih menekan desainnya pada usaha-usaha memindahkan aktivitas-aktivitas pemindahan bahan pada saat proses produksi berlangsung. Hal ini dilakukan dengan beberapa alasan seperti:

- Biaya pemindahan bahan disamping cukup besar pengeluarannya juga akan ada dari tahun ketahun selama proses produksi berlangsung.
- Biaya pemindahan bahan yang mudah akan dapat dihitung dimana biaya ini akan proporsional dengan jarak pemindahan bahan yang harus ditempuh dan pengukuran jarak perpindahan bahan ini dapat dianalisa dengan memperhatikan tata letak semua fasilitas produksi yang ada dipabrik. Jelaslah bahwa memang akan ada korelasi antara tata letak pabrik dengan pemindahan bahan. Sehingga pada proses desain *layout* akan selalu dikait-orientasikan guna memberikan jarak pemindahan bahan seminimal mungkin.

- Penghematan penggunaan area untuk produksi, gudang, dan *service*

Jalan lintas, material yang menempuh jarak antara mesin-mesin yang berkelebihan, dan lain-lain semuanya akan menambah area yang dibutuhkan untuk pabrik. Suatu perencanaan tata letak yang optimal akan mencoba mengatasi segala pemborosan pemakaian ruangan tersebut dan berusaha mengkoreksinya.

- Pendaya guna yang lebih besar dari pemakaian mesin, tenaga kerja, dan fasilitas produksi lainnya

Faktor-faktor pemanfaatan mesin, tenaga kerja dan lain-lain adalah erat kaitannya dengan biaya produksi. Suatu tata letak yang terencana baik akan banyak membantu pembangunan elemen-elemen produksi secara lebih efektif dan efisien.

- Mengurangi *inventory in process*

Sistem produksi pada dasarnya menghendaki sedapat mungkin bahan baku untuk berpindah dari suatu operasi langsung ke operasi berikutnya secepat mungkin dan berusaha mengurangi bertumpuknya bahan setengah jadi (*material in process*).

- Proses *manufacturing* yang lebih singkat

Dengan memperpendek jarak antar operasi satu dengan yang lain dan mengurangi bahan yang menunggu serta *storage* yang tidak diperlukan maka waktu yang diperlukan dari bahan baku untuk berpindah dari suatu tempat ketempat yang lainnya dalam pabrik akan juga bisa diperpendek sehingga secara total waktu produksi akan dapat pula diperpendek.

- Mengurangi resiko dari kesehatan dan keselamatan kerja dari operator

Perencanaan tata letak pabrik adalah juga ditunjukan untuk membuat suasana kerja yang nyaman dan aman bagi mereka yang bekerja didalamnya, hal-hal yang bisa dianggap membahayakan bagi kesehatan dan keselamatan kerja dari operator haruslah dihindari.

- Memperbaiki moral dan kepuasan kerja

Pada dasarnya orang menginginkan untuk bekerja dalam suatu pabrik yang segala sesuatunya secara tertib, rapih, dan baik. Penerangan yang cukup, sirkulasi yang bagus, dan lain-lain. Akan menciptakan suasa lingkungan kerja yang menyenangkan sehingga moral dan kepuasan kerja akan lebih ditingkatkan. Hasil positif dari kondisi ini tentu saja berupa performansi kerja yang lebih baik dan menjurus kearah peningkatan produktivitas kerja.

- Mempermudah aktivitas dan supervisi

Tata letak yang terencana baik akan mempermudah aktivitas dan supervisi dengan meletakan kantor/ruangan diatas, maka seorang supervisor akan dengan mudah mengamati segala aktivitas yang sedang berlangsung diarea kerja yang dibawah pengawasan dan tanggung jawab.

- Mengurangi kemacetan dan kesimpang-siuran

Material yang menunggu, gerakan pemindahan yang tidak perlu, serta banyaknya perpotongan dari lintasan yang ada akan menyebabkan kesimpang-siuran yang akhirnya akan membawa kearah kemacetan aliran produksi.

2.5. Prinsip-Prinsip Dasar Dalam Perencanaan Tata Letak Fasilitas/Pabrik

Berdasarkan aspek dasar, tujuan dan keuntungan-keuntungan yang bisa didapatkan dalam tata letak pabrik atau fasilitas yang terencanakan dengan baik, maka bisa disimpulkan menjadi lima tujuan dalam tata letak pabrik atau fasilitas yaitu sebagai berikut:

- Integrasi secara menyeluruh dari semua faktor yang mempengaruhi proses produksi
- Perpindahan jarak seminimal mungkin
- Aliran kerja berlangsung secara lancar melalui pabrik

- Kepuasan kerja dan rasa aman dari pekerja dijaga sebaik-baiknya
- Pengaturan tata letak cukup fleksibel

2.6. Langkah-Langkah Perencanaan Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik berhubungan erat dengan segala proses perencanaan dan pengaturan tata letak dari pada mesin, peralatan, aliran bahan, dan orang-orang yang bekerja dimasing-masing stasiun kerja yang ada. Tata letak yang baik dari segala fasilitas produksi dalam suatu pabrik adalah dasar untuk membuat operasi kerja menjadi efektif dan efisien. Secara umum pengaturan dari pada semua fasilitas produksi ini direncanakan sedemikian rupa sehingga akan diperoleh:

- Minimum transportasi dari proses pemindahan bahan
- Minimum gerakan balik yang tidak perlu
- Minimum pemakaian area tanah
- Pola aliran produksi yang terbaik
- Keseimbangan penggunaan area tanah yang dimiliki
- Keseimbangan didalam lintasan perakitan (*assembly time balancing*)
- kemungkinan dan fleksibel untuk menghadapi ekspansi dimasa mendatang

Pada dasarnya proses pengaturan segala fasilitas produksi dalam pabrik ini dibedakan dalam dua tahapan, yaitu sebagai berikut:

- Pengaturan tata letak mesin dan fasilitas produksi lainnya (*machine layout*), yaitu pengaturan dari semua mesin-mesin dan fasilitas yang diperlukan untuk proses produksi didalam tiap-tiap departemen dari pabrik yang ada.
- Pengaturan tata letak departemen, yaitu pengaturan bagian departemen dan hubungan antara departemen lainnya didalam pabrik yang bersangkutan

2.7. Pertimbangan-Pertimbangan Dalam Perencanaan Pabrik Baru Atau Yang Sudah Ada

Dengan perencanaan pabrik baru maka aktivitas disini meliputi perencanaan instalasi pabrik yang baru yaitu dari perencanaan produk yang akan dibuat sampai dengan perencanaan bangunan pabriknya. Sedangakan pada perencanaan kembali (*redesign*/*replanning*) disini menyangkut perencanaan produk baru atau tata letak baru berdasarkan fasilitas-fasilitas produk yang sudah ada. Pada umumnya

perencanaan kembali suatu pabrik desebabkan oleh beberapa alasan tertentu, yaitu:

- Adanya perubahan dalam desain produk, modal, dan lain-lain
- Adanya perubahan lokasi pabrik suatu daerah pemasaran
- Adanya perubahan ataupun peningkatan volume produksi yang akhirnya membawa perubahan ke daerah modifikasi segala fasilitas produksi yang ada
- Adanya keluhan-keluhan dari pekerja terhadap kondisi area kerja yang kurang memenuhi persyaratan tertentu
- Adanya kemacetan-kemacetan dalam aktivitas pemindahan bahan, gudang yang sempit, dan lain-lain.

Merencanakan pabrik dengan tahap menggunakan bangunan yang sudah ada (*existing building*) atau mendirikan bangunan pabrik yang baru (*new building*) akan memberikan keuntungan dan kerugian untuk masing-masing alternatif tersebut, yaitu sebagai berikut:

Tabel 2.1. Keuntungan dan Kerugian Bangunan lama (*Existing Biulding*)

Bangunan Lama (*Existing Building*)	
Keuntungan	Kerugian
1. Dapat secara tepat menentukan perubahan-perubahan yang perlu dilakukan sesuai dengan proses produksi atau desain baru. 2. Pembiayaan riil dapat ditentukan dengan tepat	1. Kemungkinan menimbulkan pembiayaan yang tidak ekonomis karena adanya pembatasan ukuran dan bentuk bangunan. 2. Sulit mengadakan perluasan pabrik dimasa mendatang

Tabel 2.2. Keuntungan dan Kerugian Bangunan Baru (*New Biulding*)

Bangunan Baru (*New Building*)	
Keuntungan	Kerugian
1. Tata letak dapat disesuaikan dengan tepat sesuai dengan proses produksi dan produk-produk baru. 2. Biaya ekonomis karena mempunyai line time yang lebih panjang. 3. Mudah untuk mengadakan ekspansi dimasa mendatang	1.Banyak digunakan area yang hanya berdasarkan estimasi yang mana hal ini akan memberikan biaya yang tidak ekonomis.

2.8. *Operation Process Chart* (OPC)

Teknik ini terutama untuk melihat operasi mandiri dari tiap komponen atau rakitan. Peta ini akan memberikan gambaran yang lebih cermat tentang pola aliran produksi dan menambahkan data kuantitatif pertama pada usulan perencanaan aliran.

Definisi dari OPC adalah suatu diagram yang menggambarkan langkah-langkah proses yang alan dialami bahan baku, baik urutan-urutan operasi maupun pemeriksaan. Sejak dari awal sampai menjadi produk jadi utuh maupun sebagai komponen dan juga memuat informasi-informasi yang diperlukan untuk analisa lebih lanjut, seperti waktu yang dihabiskan, material yang digunakan , dan tempat atau alat, mesin yang dipakai. Peta Proses Operasi merupakan suatu teknik yang berguna dalam perencanaan produksi. Kenyataannya peta ini adalah diagram tentang proses, dan telah digunakan dalam berbagai cara sebagai alat perencanaan dan pengendalian. Peta ini juga dapat digunakan sebagai alat manajemen.

Adapun kegunaan dari *Operation Process Chart* adalah sebagai berikut:

a) Bisa mengetahui kebutuhan akan mesin dan penganggarannya.
b) Bisa memperkirakan kebutuhan akan bahan baku (dengan memperhitungkan efisiensi di tiap pemeriksaan).
c) Sebagai alat untuk menentukan tata letak pabrik.
d) Sebagai alat untuk melakukan perbaikan cara kerja yang sedang dipakai.
e) Sebagai alat untuk latihan kerja.

Prinsip-prinsip yang digunakan dalam pembuatan *Operation Process Chart* adalah sebagai berikut:

a) Pertama-tama pada baris paling atas dinyatakan kepalanya “Peta Proses Operasi” yang diikuti oleh identifikasi lain seperti: nama objek, nama pembuat peta, tanggal dipetakan cara lama atau sekarang, nomor peta dan nomor pembuat.
b) Material yang diproses diletakkan di atas garis horizontal, yang menunjukkan bahwa material tersebut masuk ke dalam proses.
c) Lambang-lambang yang ditempatkan dalam arah vertikal, yang menunjukkan terjadinya perubahan proses.

d) Penomoran terhadap suatu kegiatan operasi diberikan secara berurutan sesuai dengan urutan operasi yang dibutuhkan untuk pembuatan produk tersebut atau sesuai dengan proses yang terjadi.
e) Penomoran terhadap suatu kegiatan pemeriksaan diberikan secara tersendiri dan prinsipnya sama dengan penomoran untuk kegiatan operasi.

Setelah semua proses digambarkan secara lengkap, pada akhir halaman dicatat tentang ringkasannya, yang membuat tentang informasi-informasi seperti jumlah informasi, jumlah pemeriksaan, dan jumlah yang dibutuhkan. Agar diperoleh gambar peta operasi yang baik, produk yang biasanya paling banyak memerlukan operasi, harus dipetakan terlebih dahulu, berarti dipetakan dengan garis vertikal disebelah kanan halaman atas kertas. Setelah semua proses digambarkan dengan lengkap, pada akhir halaman dicatat tentang ringkasannya, yang memuat tentang informasi-informasi seperti: jumlah operasi, jumlah pemeriksaan, dan jumlah yang dibutuhkan.

a) Analisa suatu peta proses operasi

   Ada 4 hal yang perlu diperhatikan / dipertimbangkan agar diperoleh suatu proses kerja yang baik melalui analisa peta proses operasi yaitu: analisa terhadap bahan-bahan, operasi, pemeriksaan dan terhadap waktu penyelesaian atau proses. Ke empat Hal tersebut di atas, dapat diuraikan sebagai berikut:

   - Bahan

   Kita harus mempertimbangkan semua alternatif dari bahan yang digunakan, proses penyelesaian dan toleransi sedemikian rupa sehingga sesuai dengan fungsi, realibitas, pelayanan, dan waktunya.

   - Operasi

   Perlu dipertimbangkan mengenai semua alternatif yang mungkin untuk proses pengolahan, pembuatan , pengerjaan, dengan mesin atau metode perakitannya, beserta alat-alat perlengkapan yang digunakan. Perbaikan yang mungkin bisa dilakukan misalnya dengan menghilangkan, menggabungkan, merubah, dan menyederhanakan operasi-operasi yang terjadi.

   - Pemeriksaan

   Dalam hal ini kita harus mempunyai standar kualitas. Suatu objek dikatakan memenuhi syrat kualitasnya jika setelah dibandingkan dengan standar ternyata

lebih baik atau minimal sama. Proses pemeriksaan bisa dilakukan dengan teknik samping atau satu persatu dari semua objek yang dibuat tentunya cara yang terakhir tersebut dilaksankan apabila jumlah produksinya sedikit.

- Waktu

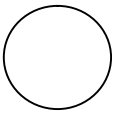
Untuk mempersingkat waktu penyelesaian, kita harus mempertimbangkan semua alternatif mengenai metoda. Peralatan dan tentunya menggunakan perlengkapan-perlengkapan khusus.

b) Presentase scrap

c) Effisiensi mesin

Simbol-simbol aktivitas yang digunakan dalam *Operation Process Chart*:

1. Operasi



Suatu kegiatan operasi terjadi apabila benda kerja mengalami perubahan sifat, baik fisik maupun kimiawi, mengambil informasi maupun memberikan informasi pada suatu keadaan juga termasuk operasi.

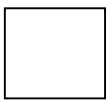
Operasi merupakan kegiatan yang paling banyak terjadi dalam suatu proses. Dan biasanya terjadi pada suatu mesin atau stasiun kerja, contohnya:

a. Pekerjaan menyerut kayu dengan mesin serut

b. Pekerjaan mengeraskan logam

c. Pekerjaan merakit

2. Pemeriksaan



Suatu kegiatan pemeriksaan terjadi apabila benda kerja atau peralatan mengalami pemeriksaan baik untuk segi kualitas maupun kuantitas. Lambang ini di gunakan jika kita melakukan pemeriksaan terhadap suatu objek atau membandingkan objek tertentu dengan suatu standar.

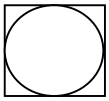
Suatu pemeriksaan tidak menjuruskan bahan ke arah menjadi suatu barang jadi, contohnya:

a. Mengukur dimensi benda

b. Memeriksa warna benda

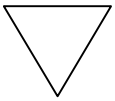
c. Membaca alat ukur tekanan uap pada suatu mesin uap

3. Aktivitas Gabungan



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

4. Penyimpanan



Penyimpanan terjadi apabila benda kerja disimpan dalam waktu yang cukup lama dan jika benda kerja tersebut akan diambil kembali biasanya harus berdasarkan rekomendasi atau izin terlebih dahulu.

Lambang ini digunakan untuk menyatakan suatu objek yang mengalami penyimpanan permanen, yaitu ditahan atau dilindungi terhadap pengeluaran tanpa izin tertentu. Prosedur perizinan dan lamanya waktu adalah dua hal yang membedakan antara kegiatan menunggu dan penyimpanan, contoh :

a. Dokumen-dokumen atau catatan-catatan disimpan dalam brankas
b. Bahan baku disimpan dalam gudang

2.9. Luas Lantai Produksi

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.

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 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 diperhitungkan dalam penentuan luas lantai dengan menambah harga *allowance* tertentu sesuai dengan kebutuhan masing-masing departement. 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.

2.9.1. Luas Lantai Gudang Bahan Baku (*Receiving)*

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

2.9.2. Luas Lantai Mesin

Luas lantai mesin (*pabrikasi dan assembling*) 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.

2.9.3. 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.*

2.9.4. 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.

2.9.5. Luas Lantai *Shipping* (Gudang Bahan Jadi)

Data yang diperlukan dalam perhitungan luas lantai gudang barang jadi (*shipping*) 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.

2.9.6. Luas Lantai Perkantoran

Dalam perhitungan luas perkantoran terlebih dahulu harus diketahui bagian-bagian dari perkantoran dan pelayanan pabrik, yaitu :

1. Bagian umum merupakan fungsi yang melayani seluruh pabrik, misalnya *Tool Room* (tempat penyimpanan peralatan), *Tool Crib* (tempat penyimpanan atau memperbaiki peralatan yang rusak), ruang rapat, dan ruang tunggu.
2. Bagian produksi merupakan bagian yang melayani organisasi produksi, misalnya teknik industri (standar kerja, metode, *material handling*, proses), *quality control* (*receiving, in process, finished good*), *plan engineering*.
3. Bagian personil, merupakan fungsi yang melayani atau menangani kebutuhan orang, misalnya fasilitas kesehatan, kantin, WC, daerah rekreasi atau taman, lapangan parkir, telepon umum, dan lain-lain.
4. Bangunan fisik, merupakan bagian yang berhubungan dengan kebutuhan fasilitas fisik bangunan, peralatan, utilitas dan sebagainya, misalnya fasilitas pemasaran, pembangkit tenaga, garasi, pemadam kebakaran, bengkel peralatan, dan sebagainya.

Hal yang harus diperhatikan dalam menyusun perkantoran adalah:

1. Departemen yang berhubungan ditempatkan berdekatan satu sama lain.
2. Lebar lorong minimal 0,9 meter.

3. jenis-jenis pekerjaan yang dilakukan merupakan dasar departementasi.
4. Tiap pekerja membutuhkan kira-kira 4,5 sampai dengan 25 m^2.
5. Cahaya yang datang dari kiri dan atau dari belakang lebih baik.
6. Bila pekerja duduk harus duduk saling membelakangi maka harus dipisahkan minimal melebar 1 meter di antara kursi.

Persyaratan umum dalam menyusun fasilitas perkantoran adalah:

1. Satu kantor yang luas merupakan unit kerja yang lebih efisien daripada sejumlah ruangan-ruangan kecil dengan luas yang sama karena memudahkan pengawasan, komunikasi bisa lebih lancar, cahaya dan ventilasi bisa lebih baik.
2. Lebar lorong untuk sirkulasi utama 1,5 sampai dengan 1,5 meter saja.
3. Jarak meja dengan kursi minimal 45 cm.
4. Jarak antara meja dengan meja atau dengan tembok berkisar antara 60 sampai dengan 90 cm.
5. Untuk menghindari kebisingan, maka peralatan seperti mesin tik dan mesin stensil sebaiknya terpisah.

Ketentuan-ketentuan dalam pemilihan fasilitas layanan:

1. Ketentuan Umum

   Dalam memilih fasilitas pelayanan harus 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. Ketentuan Khusus
   - Kondisi ideal untuk perbandingan tenaga kerja tak langsung dengan tenaga kerja langsung berkisar antara 1 : 6 sampai 1 : 10. untuk ukuran luas lantai, pada level organisasi pertama 5 x 5 m, level organisasi ke empat dalam suatu ruangan dengan luas per orang 2 x 2 meter.
   - Besar luas perkantoran menentukan tiga faktor keleluasaan dan kenyamanan gerak karyawan dalam melakukan aktivitasnya.

2.9.7. Luas Lantai Fasilitas

Besarnya luas fasilitas ini disesuaikan dengan kebutuhan dari kegiatan produksi. Sebagai contoh apabila sebuah perusahaan manufaktur yang berskala besar yang mempunyai hasil limbah yang tidak dapat didaur ulang langsung, maka diperlukan suatu fasilitas khusus untuk mengatasi permasalahan ini. Selain itu juga diperlukan fasilitas-fasilitas penunjang lainnya, seperti areal pertambangan, daerah parkir, daerah kantin dan lain sebagainya. Tetapi dilain hal, penentuan jumlah dan jenis fasilitas yang diperlukan ini 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.

2.9.8. Luas Lantai Tipe Tumpukan

Kode, Nama Komponen, Tipe bahan, Ukuran pakai dan ukuran terima dapat dilihat dari deskripsi OPC

1. Potongan material = ukuran terima (p)/ukuran pakai (p)
2. Menentukan produksi/jam, yaitu dilihat dari routing sheet DS-nya di no. operasi sepuluh (10) untuk bahan disiapkan
3. Material 10 hari = produksi/jam x 10 hari x 8 jam kerja
4. Menghitung volume unit dari ukuran terima (P x L x T)
5. Volume kebutuhan = volume unit x material 10 hari (btg)
6. Menentukan tumpukan bahan baku dengan memperhitungkan jumlah material 10 hari dan ukuran terima tinggi maksimum = 2 m dengan panjang maksimum = 3 m
7. Luas lantai = (panjang tumpukan x Quatitinya) x (Lebar tumpukan x Quantitinya)

Untuk mendapatkan total luas lantai tumpukan didapat dari hasil penjumlahan luas lantai dengan *allowence*-nya. Perlu diperhatikan cara atau pola penyimpanan tipe tumpukan, gunakan yang menghasilkan luas lantai paling minimum.

1. Perhatikan dimensi yang dibatasi.
2. Dimensi tinggi atau tebal materi yang akan ditumpuk.
3. Perhatikan panjang dan lebar.

2.9.9. Luas Lantai Tipe Rak

Kode, Nama komponan, Tipe bahan, ukuran pakai dan ukuran terima dapat dilihat dari deskripsi OPC

1. Unit sedia terpakai = Unit sedia awal x Komponen/unit
2. Menentukan produksi/jam, yaitu KPT x Komponen/unit
3. Unit/jam = produksi per jam x Unit sedia terpakai
4. Unit 10 hari = Unit/jam x 8 x 10
5. Volume Unit = Panajang x Lebar x Tinggi
6. Volume Kebutuhan = Volume Unit x Unit 10 hari
7. Menentukan tumpukan bahan baku dengan memperhitungkan jumlah unit 10 hari dan ukuran terima tinggi maksimum = 2 m dengan lebar maksimum = 0,6 m
8. Luas Lantai = (panjang tumpukan x Quatitinya) x (Lebar tumpukan x Quantitinya)

Untuk mendapatkan total luas lantai rak didapat dari hasil penjumlahan luas lantai dengan *allowence*. Penyimpanan dalam bentuk rak, harus diperhatikan dimensi rak yang harus dirancang sesuai dengan kebutuhan jumlah komponen tambahan, sehingga yang diukur adalah panjang dan lebar rak yang dibutuhkan.

2.10. *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.

Secara garis besar *material handling* adalah memindahkan bahan dari mobil pengangkut ke gudang bahan mentah, kemudian dipindahkan ke bagian operasi pertama, dan selanjutnya ke tempat operasi yang lain, dan akhirnya menuju gudang barang jadi dan diangkut ke mobil pengangkut. Kegiatan *material*

handling adalah kegiatan yang tidak produktif, karena pada kegiatan ini bahan tidak mendapat perubahan bentuk atau perubahan nilai, sehingga sebenarnya akan mengurangi kegiatan yang tidak efektif dan mencari ongkos *material handling* terkecil. Menghilangkan transportasi tidaklah mungkin dilakukan, maka caranya adalah dengan melakukan *hand off,* yaitu menekan jumlah ongkos yang digunakan untuk biaya transportasi.

Menekan jumlah ongkos transportasi dapat dilakukan dengan cara menghapus langkah transportasi, mekanisasi, atau meminimasi jarak. Di dalam merancang tata letak pabrik, maka aktifitas pemindahan bahan (*material handling*) merupakan salah satu hal yang cukup penting untuk diperhatikan dan diperhitungkan. Pentingnya masalah pemindahan bahan ini karena tujuan utama dari pemindahan bahan berhubungan langsung dengan suatu cakupan yang luas yang berurusan dengan efisiensi produksi menyeluruh.

Secara terperinci tujuan dari pemindahan bahan adalah sebagai berikut:

a. Meningkatkan kapasitas
b. Memperbaiki kondisi kerja
c. Memperbaiki pelayanan pada konsumen
d. Meningkatkan kelengkapan dan kegunaan ruangan
e. Mengurangi ongkos

Salah satu prinsip pemindahan bahan yaitu prinsip ukuran satuan, yang menyatakan bahwa makin besar beban yang dibawa akan makin rendah biaya tiap satuan yang dipindahkan. Muatan satuan dapat dikatakan sebagai jumlah barang atau bahan onggokan sedemikian rupa disusun atau dibatasi sehingga beban tersebut dapat diambil dan dipindahkan sebagai objek tunggal, yang dapat dipindahkan oleh tangan manusia, maupun oleh alat bantu atau alat angkut pemindahan barang. Aktivitas pemindahan tersebut dapat ditentukan terlebih dahulu dengan memperhatikan aliran bahan yang terjadi dalam suatu operasi. Selanjutnya hal lain yang harus diperhatikan adalah tipe *layout* yang akan digunakan.

Tujuan daripada perencanaan *layout* pabrik adalah pengaturan dari daerah kerja serta peralatan atau perlengkapan, sehingga sumber daya yang dimiliki dapat dioperasikan dengan ekonomis, aman, dan memuaskan bagi pihak manajemen dan karyawannya.

Penyusunan *Layout* menurut proses *(Layout By Process)*

Dalam *Layout* ini semua mesin atau operasi yang sejenis dikelompokkan menjadi satu tempat. Keuntungan *Layout By Process*:

a. Pemakaian mesin-mesin dapat direncanakan dengan lebih baik, dengan demikian biaya investasi akan menjadi lebih rendah.
b. Fleksibel terhadap perubahan produk dan mudah dapat diubah urutannya.
c. Mudah menjaga kontinuitas produksinya, bila ada kerusakan mesin, kekurangan bahan, pekerja tidak masuk, dan sebagainya
d. Mendorong pekerja untuk berproduksi lebih banyak.

Kelemahan *Layout By Process*:

a. Perencanaan dan penjadwalan produksi menjadi lebih rumit.
b. Memerlukan pemindahan barang lebih banyak.
c. Memungkinkan akan terjadi menumpuknya barang setengah jadi.
d. memerlukan tenaga kerja yang terlatih untuk macam-macam pekerjaan
e. Waktu pembuatan produk relatif lebih lama.

- **Ongkos *Material Handling* (OMH)**

Ongkos *material handling* adalah suatu ongkos yang timbul akibat adanya aktivitas material dari satu mesin ke mesin lain atau dari suatu departemen ke departemen lain yang besarnya ditentukan sampai pada satuan tertentu. Satuannya adalah rupiah/meter gerakan.

Tujuan dibuatnya perencanaan *material handling* adalah:

a. Meningkatkan kapasitas
b. Memperbaiki kondisi kerja
c. Memperbaiki pelayanan kepada konsumen
d. Meningkatkan kelengkapan dan kegunaan ruangan
e. Mengurangi ongkos

Peralatan yang biasa digunakan dalam melakukan kegiatan *material handling*, yaitu:

a. Conveyor
b. Cranes
c. Truck (*lift truck* dan *walky fallet*)

Tiga tahapan dalam melakukan *material handling*, yaitu:

1. Progresif/sistem orientik yang terdiri dari semua sumber/*supply*.
   - Perpindahan barang dari semua sumber
   - Perpindahan semua barang dalam pabrik/manufaktur secara diam.
2. *Contemporarry,* yaitu perpindahan barang atau material dari satu tempat ke tempat lain.
3. *Convensional,* yaitu perpindahan barang dari suatu tempat ke tempat lain secara individual.

Beberapa aktivitas pemindahan bahan yang diperhitungkan adalah:

a. Pemindahan bahan dari gudang bahan baku (*receiving*), menuju departemen Pabrikasi maupun departemen *Assembling*.
b. Pemindahan bahan yang terjadi diproses satu jenis mesin menuju jenis mesin yang lainnya:
c. Pemindahan bahan dari departemen *assembling* menuju gudang barang jadi (*shipping*).

Faktor-faktor yang mempengaruhi perhitungan ongkos *material handling* adalah alat angkut yang digunakan, jarak pengangkutan dan cara pengangkutannya.

- **Alat Angkut yang Digunakan**

Dalam menentukan alat angkut perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

a. Berat material disesuaikan dengan daya angkut maksimal alat angkut.
b. Bentuk dan jenis material serta ukuran luasnya yang disesuaikan dengan daya tampung alat angkut.
c. Sifat material, dimana harus diperhatikan kemungkinan menggunakan alat angkut khusus.

Beberapa alat angkut yang umum digunakan adalah:

a. Alat angkut dengan menggunakan Tenaga Manusia (0 - 15 kg)
b. Alat angkut dengan menggunakan *Walky Fallet* (16 - 50 Kg)
c. Alat angkut dengan menggunakan *Lift Truck* (diatas 50 Kg)

Estimasi Ongkos Material Handling

- OMH = Biaya mesin + Biaya operator
- Biaya mesin = Biaya perawatan + Biaya Bahan Bakar + Depresiasi
- Depresiasi adalah biaya penyusutan terhadap umur mesin/alat selama umur ekonomis alat tersebut.

  Depresasi mesin = Harga alat/umur ekonomis x 1 tahun/ jumlah hari kerja x 1 hari/jam kerja = Rp / jam

Ongkos Material handling:

$$z = \sum_i \sum_j f_{ij} c_{ij} d_{ij}$$

dimana : f_{ij} = frekwensi perpindahan antara stasiun i dan j

c_{ij} = ongkos material handling per-satuan jarak

d_{ij} = jarak antara stasiun i dan j

Jarak antar stasiun dapat dihitung setelah ditentukan posisi setiap stasiun didalam lantai produksi (*shopfloor*). Jika urutan penempatan stasiun adalah ABCD, maka:

Jarak stasiun A dan B $= 1/2\sqrt{LuasA} + 1/2\sqrt{LuasB}$

Jarak stasiun A ke C $= 1/2\sqrt{LuasA} + 1/2\sqrt{LuasB} + 1/2\sqrt{LuasC}$

Contoh :

Gaji operator MH = Rp 800.000 per-bulan, sebulan 25 hari kerja dan sehari 8 jam kerja. Harga pallet jack = 30 juta dengan umur ekonomis 10 tahun. Biaya perawatan sebulan 500.000 dan biaya bahan bakar 1.000.000/ bulan . Jarak tempuh pallet jack per jam 200 meter. Maka OMH :

- Biaya perawatan = 500.000/(25 hari x 8 jam) = Rp 2500/jam
- Biaya B. Bakar = 1.000.000/ (25 x 8 jam) = Rp.5000/ jam
- Depresiasi = 30 juta /(10 tahun x 300hari x 8 jam) =Rp1.250 / jam
- Biaya operator = 800.000/(25 hari x 8 jam) = Rp 4.000 / jam
- Ongkos peralatan = B. Perawatan + Depresiasi + B. Bahan bakar

  = 2500 + 1250 + 5000= Rp 8.750 / jam
- OMH = Ongkos peralatan MH + Ongkos operator

  = 8.750 / jam + Rp 4.000 / jam = Rp 12.750 / jam

  = Rp 12.750 / 200 m = Rp 63.75 / m

➢ **Cara Pengangkutan**

Berdasarkan hasil perhitungan terdahulu (OPC*, Routing Sheet dan* MPPC), maka dapat ditentukan mengenai cara pengangkutan yang akan dilakukan. 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* menuju 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 materialnya.

Dari hal-hal tersebut diatas, 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 per meter gerakan x jarak tempuh pengangkutan.

Tabel 2.3. 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.

2.11. *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.

- **Tabel *From To Chart***

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

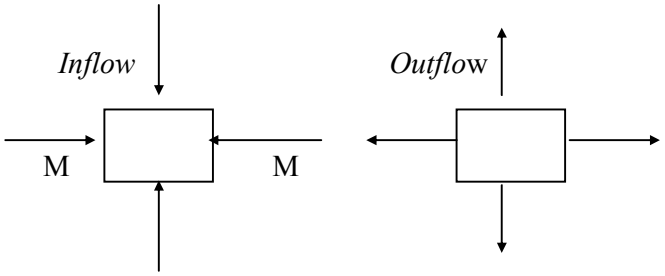
Tabel 2.4. *From To Chart*

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

2.12. *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 2.1. *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.

2.13. Tabel Skala Prioritas (TSP)

Tabel Skala Prioritas (TSP) adalah suatu tabel yang menggambarkan urutan prioritas antara departemen atau mesin dalam suatu lintasan atau *layout* pabrik. TSP didapat dari hasil perhitungan *Outflow–Inflow*, dimana prioritas diurutkan berdasarkan harga koefisien ongkosnya, yang mana harga koefisien yang terbesar yang akan merupakan prioritas satu dan begitu selanjutnya untuk prioritas dua, tiga dan selanjutnya.

Tujuan dari pembuatan TSP adalah:

- Untuk meminimumkan ongkos
- Memperkecil jarak *handling*
- Mengoptimalkan *layout*

Tabel 2.5. Tabel Skala Prioritas (TSP)

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

2.14. *Activity Relation Diagram* (ARD)

ARD 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.

Pada saat menyusun ARD ini kemungkinan terjadinya *slack* sangat besar karena kita berangkat dari asumsi bahwa semua departemen berdekatan satu sama lain. Adapun yang dimaksud *slack* disini adalah suatu keadaan dimana mesin-mesin (departemen-departemen) yang mendapat prioritas satu tidak dapat menempati posisinya untuk saling berdekatan dalam posisi lurus satu sama lain tanpa ada pembatas dari departemen lain melainkan membentuk posisi diagonal. Adapun batas *slack* yang diijinkan dalam penempatan departemen-departemen tersebut (pembuatan ARD) adalah maksimal dua buah *slack*.