Bab 2
Landasan Teori

2.1. Konsep Dasar Tentang Desain Pabrik

2.1.1. Pengertian dan Definisi Pabrik atau Industri

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

- Manusia
- Mesin dan peralatan (fasilitas) produksi lainnya
- *Material*
- Energi
- Uang (modal atau kapital)
- Informasi dan
- 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 sebagai:

1. Industri penghasil bahan baku (*the primary raw material industries*)

Yaitu industri yang aktivitas produksinya adalah mengolah sumber daya alam guna menghasilkan bahan baku maupun bahan tambahan lainnya yang dibutuhkan oleh industri penghasil produk atau jasa. Industri tipe ini dikenal juga sebagai "*extractive* atau *primary industry*". Contoh: Industri pengolahan bijih besi.

2. Industri manufaktur (*the manufacturing industries*)

Yaitu industri yang memproses bahan baku guna dijadikan bermacam-macam bentuk/model produk, baik yang berupa produk setengah jadi (*semi finished good*) ataupun yang sudah berupa produk jadi (*finished good product*). Disini akan terjadi suatu transformasi proses baik secara fisik ataupun kimiawi terhadap *input material* dan akan memberi nilai tambah terhadap *material* tersebut. Contoh: Industri permesinan, industri mobil.

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 *moving goods* (transportasi).

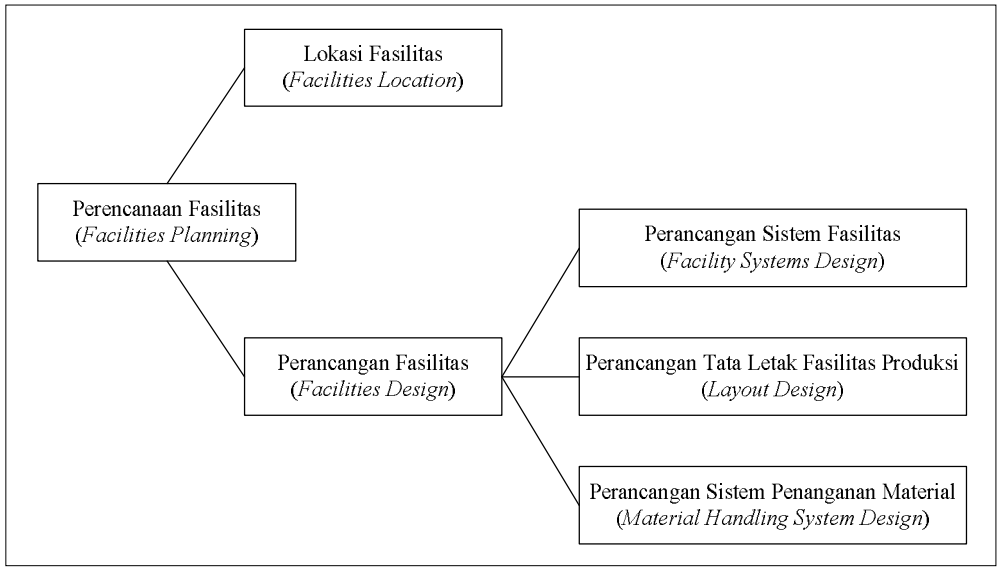
4. Industri pelayanan atau jasa (*service industries*)

Yaitu industri yang bergerak dalam bidang pelayanan atau jasa, baik untuk melayani dan menunjang aktivitas industri yang lain maupun langsung memberikan pelayanan/jasa kepada *consumen*. Contoh: Bank, jasa angkutan, rumah sakit.

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

2.1.2. 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 penetapan lokasi dimana fasilitas-fasilitas produksi harus ditempatkan, dan yang kedua adalah perancangan fasilitas produksi (*facilities design*) yang akan meliputi perancangan tata letak fasilitas produksi (*facilities* atau *plant layout design*) dan perancangan sistem pemindahan *material*. Secara skematis hirarki dari perencanaan fasilitas pabrik tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.1. Sistematika Perenanaan Fasilitas Pabrik

Perancangan fasilitas akan menentukan bagaimana aktivitas-aktivitas dari fasilitas-fasilitas produksi dari pabrik akan bisa diatur sedemikian rupa sehingga mampu menunjang upaya pencapaian tujuan pokok secara efektif dan efisien. Untuk industri *manufacturing*, maka perencanaan aktivitas akan meliputi penetapan cara yang sebaik-baiknya agar supaya fasilitas-fasilitas yang ada mampu menunjang kelancaran proses produksi/operasional. *Fhase* perencanaan fasilitas ini akan dimulai dengan penetapan lokasi pabrik (*plant location*) atau penetapan lokasi dimana fasilitas-fasilitas produksi harus ditempatkan (*facilities location*). Penetapan lokasi pabrik ini akan memperhatikan interaksinya dengan *customers*, *suppliers* maupun fasilitas-fasilitas pabrik lain yang terkait. *Fhase*

perencanaan fasilitas selanjutnya adalah berkaitan dengan proses perancangan fasilitas (*facilites design*) yang meliputi perancangan struktur bangunan pabrik tata letak dan system pemindahan *material*. Dalam industri *manufacturing*, structural desain ini akan meliputi perancangan dan pendirian bangunan pabrik serta fasilitas penunjang seperti jaringan listrik, air, gas, penerangan, dan lain-lain. Untuk tat letak pabrik maka disini meliputi pengaturan letak mesin, peralatan, dan fasilitas produksi lainnya yang ada dalam areal 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.

2.1.3. Tata Letak Pabrik, Tujuan dan Prinsip yang Mendasarinya

Tata letak (*layout*) atau pengaturan fasilitas produksi dan area kerja yang ada dalam suatu masalah yang sering dijumpai dalam dunia industri. Kita tidak dapat menghindarinya, sekalipun kita cuma sekedar mengatur peralatan atau mesin didalam bangunan yang ada serta ruang lingkup kecil yang sederhana. Pertanyaan yang timbul ialah apakah kita telah meletakan atau mengatur semua fasilitas produksi tersebut dengan sebaik-baiknya?

Tata letak itu sendiri adalah suatu landasan utama dalam dunia industri. Tata letak pabrik (*plan layout*) atau tata letak fasilitas (*facilites layout*) dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Pengaturan tersebut akan coba memanfatkan luas area (*space*) untuk penempatan fasilitas mesin dan penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan perpindahan *material*, penyimpanan *material* (*storage*) baik yang bersifat tempore maupun permanen, pekerja dan sebagainya. Dalam tata letak pabrik ada dua hal yang diatur letaknya yaitu pengaturan mesin (*machine layout*) dan pengaturan departemen yang ada di pabrik (departemen *layout*). Bilamana kita menggunakan istilah tata letak pabrik seringkali hal ini sering kita artikan sebagai pengaturan peralatan/fasilitas produksi yang sudah ada (*the existing arrangement*) ataupun juga bisa diartikan sebagai perencanaan tata letak pabrik yang baru sama sekali (*new plant layout*).

Pada umumnya tata letak pabrik yang terencana dengan baik akan ikut menentukan efisiensi dan dalam beberapa hal akan juga menjaga kelangsungan hidup ataupun kesuksesan kerja suatu industri. Peralatan dan suatu desain produk yang bagus akan tidak ada artinya akibat perencanaan *layout* yang sembarangan saja. Karena aktivitas produksi suatu industri secara normalnya harus berlangsung lama dengan tata letak yang selalu tidak berubah-ubah, maka setiap kekeliruan yang dibuat dalam perencanan tata letak ini akan menyebabkan kerugian-kerugian yang tidak kecil. Tujuan utama didalam *design* tata letak pabrik pada dasarnya adalah untuk meminimalkan total biaya yang antara lain menyangkut elemen-elemen biaya sebagai berikut:

- Biaya untuk konstruksi dan instalasi baik untuk bangunan mesin, maupun fasilitas produksi lainnya.
- Biaya pemindahan bahan (*material handling cost*).
- Biaya produksi, *maintenance, safety* dan biaya penyimpanan produk setengah jadi.

Selain itu pengaturan tata letak pabrik yang optimal akan dapat pula memberikan kemudahan didalam proses supervisi serta menghadapi rencana perluasan pabrik dikemudian hari.

2.2. Tujuan Perencanaan dan Pengaturan Tata Letak Pabrik

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

a. Menaikan *output* produksi

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

b. 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 baik akan dapat mengurangi waktu tunggu (*delay*) yang berlebihan.

c. Mengurangi proses pemindahan bahan (*material handling*)

Untuk merubah bahan menjadi produk jadi, maka hal ini akan memerlukan aktivitas pemindahan (*movement*) sekurang-kurangnya satu dari tiga elemen dasar sistem produksi yaitu: bahan baku, orang/pekerja, atau mesin dan peralatan produksi, bahan baku akan lebih sering dipindahkan dibandingkan dengan dua 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 perencanaan dan perancangan tata letak pabrik akan lebih menekankan 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 dengan 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.

d. Penghematan penggunaan areal untuk produksi, gudang dan *service*

Jalan lintas, *material* yang menumpuk, jarak antara mesin-mesin yang berlebihan, 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.

e. Pendaya guna yang lebih besar dari pemakaian mesin, tenaga kerja, dan atau 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.

f. Mengurangi *Inventory in process*

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

g. Proses *manufacturing* yang lebih singkat

Dengan memperpendek jarak antara 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 satu tempat ketempat yang lainnya dalam pabrik akan juga bisa diperpendek sehingga secara total waktu produksi akan dapat pula diperpendek.

h. Mengurangi resiko bagi 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.

i. Memperbaiki moral dan kepuasan kerja

Pada dasarnya orang menginginkan untuk bekerja dala suatu pabrik yang segala sesuatunya diatur secara tertib, rapih, dan baik. Penerangan yang cukup, sirkulasi yang bagus, dan lain-lain akan menciptakan suasana lingkungan kerja yang menyenangkan sehingga moral dan kepuasan kerja akan dapat lebih ditingkatkan.

Hasil positif dari kondisi ini tentu saja berupa performansi kerja yang lebih baik dan menjurus kearah peningkatan produktivitas kerja.

j. Mempermudah aktivitas supervisi

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

k. Mengurangi kemacetan dan kesimpang-siuran

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

2.3. Prinsip-Prinsip Dasar Didalam Perencanaan Tata Letak Fasilitas Pabrik

Berdasarkan aspek dasar, tujuan dan keuntungan-keuntungan yang bisa didapatkan dalam tata letak pabrik/fasilitas yang terencanakan dengan baik, maka bisa disimpulkan enam tujuan dalam tata letak pabrik/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 harus cukup fleksibel.

2.3.1. Langkah-langkah Perencanaan Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik berhubungan erat dengan segala proses perencanan dan pengaturan 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 lebih 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 pemakainan area tanah.
- Pola aliran produksi yang terbaik.
- Keseimbangan pengunaan area tanah yang dimiliki.
- Keseimbangan didalam lintasan perakitan (*assembly line balancing*).
- Kemungkinan dan fleksibilitas untuk menghadapi kemungkinan 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 (*departementalization*), yaitu pengaturan bagian departemen serta hubungannya satu dengan yang lainnya didalam pabrik yang bersangkutan.

2.3.2. Pertimbangan-Pertimbangan Dalam Perencanaan Pabrik Baru atau yang Sudah Ada

Dengan perencanaan pabrik baru maka aktivitas disini meliputi perencanaan instalasi pabrik yang baru sama sekali yaitu dari perencanan produk yag akan dibuat sampai dengan perencanaan bangunan pabriknya. Sedangkan pada perencanaan kembali (*redesign* atau *replanning*) disini menyangkut perencanan produk baru atau tata letak baru berdasarkan fasilitas-fasilitas produksi yang sudah ada. Pada umumnya perencanaan kembali suatu pabrik disebabkan oleh beberapa alasan tertentu, yaitu semacam:

- Adanya perubahan dalam desain produk, model dan lain-lain.
- Adanya perubahan lokasi pabrik suatu daerah pemasaran.

- Adanya perubahan ataupun peningkatan volume produksi yang akhirnya membawa perubahan kearah modifikasi segala fasilitas produksi yang ada.
- Adanya keluhan-keluhan dari pekerja terhadap kondisi area kerja yang kurang memenuhi persyaratan tertentu.
- Adanya kemacetan-kemacetan (*bottle necks*) dalam aktivitas pemindahan bahan, gudang yang terlalu sempit, dan lain-lain.

Merencanakan pabrik dengan tetap mengunakan bangunan yang sudah ada (*existing building*) atau sama sekali 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 Building*)

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

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

Bangunan Lama (*New Building*)	
Keuntungan	**Kerugian**
Tata letak bisa disesuaikan dengan tepat sesuai dengan proses produksi dan produk-produk baru.	Banyak digunakan cara yang cuma berdasarkan estimasi yang mana hal ini akan memberikan biaya yang tidak ekonomis.
Pembiayaan ekonomis karena mempunyai *life time* yang lebih panjang.	
Mudah untuk mengadakan ekspansi di masa mendatang.	

2.4. *Operation Proses Chart*

Peta Proses Operasi (OPC) merupakan suatu diagram yang menggambarkan langkah-langkah proses yang akan 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.

Jadi dalam suatu prosese operasi, dicatat hanyalah kegiatan-kegiatan operasi dan pemeriksaan saja, kadang-kadang pada akhir proses dicatat tentang penyimpanan.

a. Kegunaan peta proses operasi

Dengan adanya informasi-informasi yang bisa dicatat melalui peta proses operasi, kita bisa memperoleh banyak manfaat diantaranya:

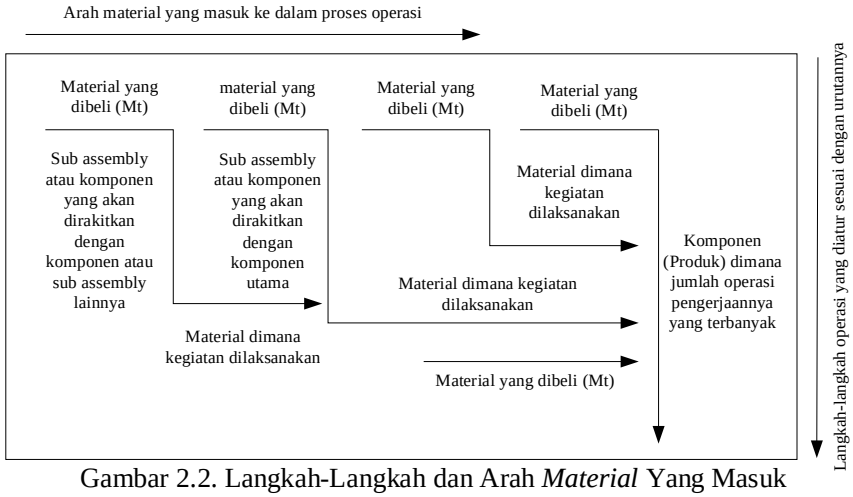
- Bisa mengetahui kebutuhan akan mesin dan penganggarannya.
- Bisa memperkirakan kebutuhan akan bahan baku.
- Sebagai alat untuk menentukan tata letak pabrik.
- Sebagai alat untuk melakukan perbaikan cara kerja yang sedang dipakai.
- Sebagai alat untuk latihan kerja.
- Alternatif-alternatif perbaikan prosedur data kerja yang sedang dipakai.

b. Prinsip membuat peta proses operasi

Untuk bisa menggambarkan peta proses operasi dengan baik, ada beberapa prinsip yang perlu diikuti sebagai berikut:

- Pertama-tama pada baris paling atas dinyatakan kepalanya “Peta Proses Operasi” yang diikuti identifikasi lain seperti: Nama objek, nama pembuat peta, tangal dipetakan, cara lama atau sekarang, nomor peta dan nomor gambar.
- *Material* yang diproses diletakkan dalam arah horizontal, yang menunjukan bahwa *material* tersebut masuk kedalam proses.
- Lambang-lambang ditempatkan dalam arah vertikal yang menunjukan terjadinya perubahan proses.

- Penomoran terhadap suatu kegiatan operasi diberikan secara berurutan sesuai dengan urutan operasi yang dibutuhkan untuk pembuatan produk tersebut atau sesuai dengan proses yang terjadi.
- Penomoran terhadap suatu kegiatan pemeriksaan diberikan secara tersendiri dan prinsipnya sama dengan penomoran untuk kegiatan operasi.
- Agar diperoleh gambar peta proses operasi yang baik, maka produk yang paling banyak memerlukan langkah-langkah proses operasi yang harus dipetakan terlebih dahulu dan digambarkan pada garis vertikal paling kanan sendiri.



Gambar 2.2. Langkah-Langkah dan Arah *Material* Yang Masuk Ke Dalam Proses Operasi

Peta proses operasi pada dasarnya dirancang untuk memberikan pemahaman yang cepat dari kegiatan-kegiatan operasi yang harus diselenggarakan untuk membuat suatu produk lengkap. Demikian pula peta operasi tersebut memungkinkan untuk mempelajari semua operasi dan inspeksi yang diperlukan sehingga langkah-langkah urutan kerja bisa disusun secara logis. Suatu manfaat besar dalam pembuatan peta proses operasi adalah dalam hal kesederhanaannya. Peta ini memungkinkan untuk melihat hubungan antara proses atau operasi tanpa harus memperhatikan aktivitas *handling* yang diperlukan. Dengan alasan ini, maka peta proses operasi merupakan alat yang efektif untuk menggambarkan suatu proses ke operator yang kurang begitu *familiar* dengan urutan proses atau inspeksi. Setelah semua proses digambarkan dengan lengkap, pada akhir halaman dicatat

ringkasannya yang memuat tentang informasi-informasi seperti: jumlah operasi, jumlah pemeriksaan dan jumlah yang dibutuhkan.

c. Analisis 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 penyelesaaian atau operasi. Keempat hal tersebut diatas, dapat diuraikan sebagai berikut:

- Bahan-bahan

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

- Operasi

  Juga dalam hal ini harus 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 syarat kualitasnya jika setelah dibandingkan dengan standar ternyata lebih baik atau minimal saja. Proses pemeriksaan bisa dilakukan dengan teknik *sampling* atau satu persatu dari semua objek yang dibuat tentunya cara yang terakhir tersebut dilaksanakan apabila jumlah produksinya sedikit.

- Waktu

  Untuk mempersingkat waktu penyelesaian, kita harus mempertimbangkan semua aternatif mengenai metoda, peralatan tentunya penggunaan perlengkapan khusus.

d. Lambang-lambang yang digunakan untuk membuat OPC adalah sebagai berikut:



Proses operasi

kegiatan dimana komponen mengalami perubahan karena diproses dengan komponen lainnya.



Pemeriksaan

Kegiatan pemeriksaan benda atau objek dari segi kualitas maupun kuantitas.



Aktivitas gabungan

Kegiatan dimana antara *assembling* dan pemeriksaan dilakukan bersama biasanya dalam waktu yang relatif singkat.



Penyimpanan atau *storage*

seandinya benda kerja disimpan dalam waktu yang lama yang jika mau diambil kembali biasanya harus berdasarkan rekomendasi atau ijin terlebih dahulu.

2.5. Luas Lantai Produksi

Luas lantai produksi digunakan untuk mengetahui luas lahan yang akan digunakan dalam perencanaan tata letak fasilitas dan perusahaan yang akan didirikan. Perhitungan luas lantai produksi dimulai dari luas kebutuhan lahan sampai perkantoran dengan memperhatikan segala fasilitas pendukungnya.

dalam melakukan suatu perencanaan tata letak fasilitas dan pemindahan bahan, dibutuhkan beberapa kebutuhan luas lantai untuk kegiatan produksi pabrik yang akan didirikan, serta fasilitas-fasilitas pendukung lainnya. dengan demikian perlu dihitung berapa luas lantai yang 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* (gudang bahan baku) model tumpukan dan rak. tumpukan digunakan untuk

material yang rata-rata mempunyai dimensi yang besar sehingga tidak memungkinkan untuk dimasukan kedalam suatu wadah/tempat tertentu. sedangkan untuk *material* yang menggunakan model penyimpanan menggunakan rak, digunakan untuk *material* yang berdimensi kecil.

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

- Alat angkut
- Cara pengangkutan
- Cara penyimpanan bahan baku (ditumpuk atau dirak)
- Aliran bahan

Pada semua hal diatas harus diperhitungkan dalam penentuan luas lantai dengan menambah harga *allowance* (kelonggaran) tertentu. Dengan demikian perlu dihitung beberapa luas lantai yang disiapkan, terutama untuk kegiatan bagian produksi yang didasarkan pada:

- Bahan baku yang akan disiapkan.
- Mesin atau peralatan yang digunakan.
- Barang jadi yang dihasilkan.

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

- *Receiving* (gudang bahan baku model tumpukan dan rak).
- Pabrikasi dan *assembling* (mesin dan peralatan).
- *Shipping* (gudang barang jadi untuk kemasan isi dan kemasan kosong).

Keguanaan luas lantai adalah saat digunakan dalam membantu untuk perhitungan ongkos *material handling* (OMH) antar Departemen, sesuai dengan luas lantai hasil perhitungan.

1. Luas lantai gudang bahan baku (*receiving*)

Luas lantai gudang bahan baku (*Receiving*) adalah luas lantai yang dipergunakan untuk menyimpan bahan baku atau *material* yang akan digunakan dalam produksi. Luas lantai gudang bahan baku terbagi menjadi dua model, yaitu model Tumpukan dan model Rak. Untuk memberi gambaran dari cara penyimpanan bahan baku digudang, maaka diperlukan gambar bagaimana 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:

- Tinggi memuat berapa tumpuk.
- Lebar memuat berapa tumpuk.
- Panjang memuat berapa tumpuk.

2. Luas lantai gudang barang jadi (*shipping*)

Data yang diperlukan dalam perhitungan luas lantai gudang barang jadi (*Shipping*) antara lain adalah: nomor komponen, nama komponen dan tipe barang jadi. Langkah-langkah perhitungan luas lantai gudang barang jadi adalah sebagai berikut:

1. Tentukan ukuran kemasan yaitu ukuran atau dimensi dari kemasan untuk tempat produk jadi perusahaan.
2. Tentukan produksi jadi per satuan periode, yaitu produk yang dihasilkan untuk periode tertentu didasarkan pada produksi 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.

3. Luas lantai mesin

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

- Nama mesin atau peralatan
- Jumlah mesin atau peralatan
- Ukuran mesin atau peralatan
- Data ini dapat diperoleh dari *multi product process chart* (MPPC).

Pada luas lantai mesin juga perlu diperhatikan luas toleransi dan *allowance*nya. Luas toleransi diberikan untuk jalannya aliran produksi sehingga tidak mengalami kesulitan sewaktu proses produksi berjalan, dan luas *allowance* diberikan untuk jalannya alat-alat pengangkut bahan dan barang.

4. Luas lantai tumpukan

Kode, nama komponen, tipe bahan, ukuran pakai dan ukuran terima dapat dilihat dari deskripsi OPC.

- Potongan *material* = ukuran terima (p)/ukuran pakai (p).
- Menentukan produksi/jam, yaitu dilihat dari *routing sheet* ds-nya
- *Material*/jam = produksi per jam potongan *material*.
- *Material* 10 hari = *material* per jam x 10 hari x 8 jam kerja.
- Menghitung volume unit dari ukuran terima (d x p).
- Volume kebutuhan = vol. Unit x *material* 10 hari.
- Menentukan tumpukan bahan baku dengan memperhitungkan jumlah *material* 10 hari dan ukuran terima tinggi maksimum adalah 2,0 m..
- Luas lantai = luas lantai + total *allowance*

5. Luas lantai rak

Kode, nama komponen, tipe bahan, ukuran pakai dan ukuran terima dapat dilihat dari deskripsi OPC.

- Potongan *material* = ukuran terima (p)/ukuran pakai (p).
- Menentukan produksi/jam, yaitu dilihat dari *routing sheet* ds-nya.

- *Material*/jam = produksi per jam potongan *material*.
- *Material* 10 hari = *material* per jam x 10 hari x 8 jam kerja.
- Menghitung volume unit dari ukuran terima (p x l x t).
- Volume kebutuhan = vol. Unit x *material* 10 hari.
- Menentukan tumpukan bahan baku dengan memperhitungkan jumlah *material* 10 hari dan ukuran terima tinggi maksimum adalah 2,0 m.
- Luas lantai = luas lantai + total *allowance*

6. Luas lantai mesin departemen 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 digunakan dalam proses pabrikasi haruslah dikelompokkan kedalam departemen pabrikasi dan pada departemen pabrikasi ini juga dikelompokan mesin-mesin yang sejenis, karena tipe *layout* yang digunakan adalah *layout by process*.

7. 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.

8. Luas lantai perkantoran

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

- Bagian umum merupakan fungsi yang melayani seluruh pabrik, misalnya *tool room* (tempat penyimpanan peralatan), *tool crib* (tempat menyimpan atau memperbaiki peralatan yang rusak), ruang rapat, ruang tunggu dan sebagainya.

- Bagian produksi merupakan bagian yang melayani organisasi produksi, misalnya teknik industri (standar kerja, metode, *material handling*, proses), *quality control* (*receiving, in process, finished good*), *plann engineering*.
- 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.
- 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:

- Departemen yang berhubungan ditempatkan berdekatan satu sama lain.
- Lebar lorong minimal 0.9 meter.
- Jenis-jenis pekerjaan yang dilakukan merupakan dasar departementasi.
- Tiap pekerja membutuhkan kira-kira 4.5 - 25 m^2.
- Cahaya yang datang dari kiri dan atau dari belakang lebih baik.
- Bila pekerja duduk harus duduk saling membelakangi maka harus dipisahkan minimal melebar 1 meter diantara kursi.

Persyaratan umum dalam menyusun fasilitas perkantoran adalah:

- Satu kantor yang luas merupakan unit kerja yang lebih efisien daripada sejumlah ruangan-ruangan kecil dengan luas yang sama, karena memudahkan pengawasan, komunikasi lebih lancar, cahaya dan ventilasi bisa lebih baik.
- Jarak meja dengan kursi minimal 45cm.
- Jarak antar meja dengan meja atau dengan tembok berkisar antara 60 sampai dengan 90cm.
- Untuk menghindari kebisingan, maka peralatan seperti mesin tik dan mesin stensil sebaliknya terpisah.

Ketentuan khusus dalam menentukan luas lantai perkantoran adalah sebagai berikut:

- Kondisi ideal untuk perbandingan tenaga kerja tak langsung dengan tenaga kerja langsung berkisar antar 1 : 6 sampai 1 : 10. untuk ukuran luas lantai, pada *level* organisasi pertama 5 x 5 m, *level* organisasi keempat dalam satu ruangan dengan luas per orang 2 x 2 m.
- Besar luas perkantoran menentukan tiga faktor keleluasaan dan kenyamanan gerak karyawan dalam melakukan aktivitasnya.

9. Luas lantai fasilitas

Besarnya luas lantai fasilitas ini disesuaikan dengan kebutuhan dari kegiatan produksi. Sebagai contoh apabila sebuah perusahaan manufaktur yang berskala besar yang mempunyai hasil limbah dan 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.

Ketentuan-ketentuan dalam pemilihan fasilitas layanan 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.

2.6. Macam-macam Tata Letak Fasilitas Produksi dan Pola Aliran Pemindahan Bahan

Pemilihan dan penempatan alternatif *layout* merupakan langkah yang kritis dalam proses perencanaan fasilitas produksi, karena disini *layout* yang dipilih akan menentukan hubungan fisik dari aktivitas-aktivitas produksi yang berlangsung. Berikut ini beberapa jenis tata letak fasilitas berdasarkan aliran produksinya, yaitu sebagai berikut:

a. Tata letak fasilitas berdasarkan aliran produksi (*product layout* atau *production line product*)

Product layout dapat didefenisikan sebagai metode atau cara pengaturan dan penempatan semua fasilitas produksi yang diperlukan ke dalam suatu departemen tertentu atau khusus. Suatu produk dapat dibuat atau diproduksi sampai selesai di dalam departemen tersebut. Bahan baku dipindahkan dari stasiun kerja ke stasiun kerja lainnya di dalam departemen tersebut dan tidak perlu dipindah-pindahkan ke departemen yang lain.

Dalam *product layout*, mesin-mesin atau alat bantu disusun menurut urutan proses dari suatu produk. Produk-produk bergerak secara terus-menerus dalam suatu garis perakitan. *Product layout* akan digunakan bila volume produksi cukup tinggi dan variasi produk tidak banyak dan sangat sesuai untuk produksi yang kontinyu. Tujuan dari tata letak ini adalah untuk mengurangi proses pemindahan bahan dan memudahkan pengawasan di dalam aktivitas produksi, sehingga pada akhirnya terjadi penghematan biaya.

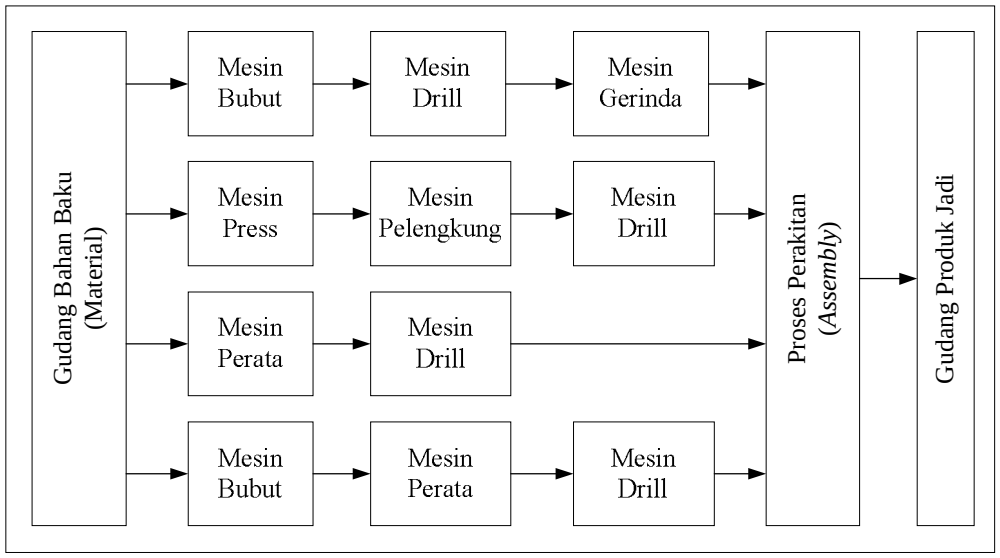
Keuntungan tipe *product layout* adalah:

1. *Layout* sesuai dengan urutan operasi, sehingga proses berbentuk garis.
2. Pekerjaan dari satu proses secara langsung dikerjakan pada proses berikutnya, sebagai akibat *inventory* barang setengah jadi menjadi kecil.
3. Total waktu produksi per unit menjadi pendek.
4. Mesin dapat ditempatkan dengan jarak yang minimal, konsekuensi dari operasi ini adalah *material handling* dapat dikurangi.

5. Memerlukan operator dengan keterampilan yang rendah, *training* operator tidak lama dan tidak membutuhkan banyak biaya.
6. Lokasi yang tidak begitu luas dapat digunakan untuk transit dan penyimpanan barang sementara.
7. Memerlukan aktivitas yang sedikit selama proses produksi berlangsung.

Sedangkan kerugian dari *product layout* adalah:

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



Gambar 2.3. Contoh Aliran Produksi *Product Layout*

b. *Layout* yang berposisi tetap (*fixed position layout*)

Sistem berdasarkan *product layout* maupun *process layout*, produk bergerak menuju mesin sesuai dengan urutan proses yang dijalankan. *Layout* yang berposisi tetap ditunjukkan bahwa mesin, manusia serta komponen-komponen bergerak

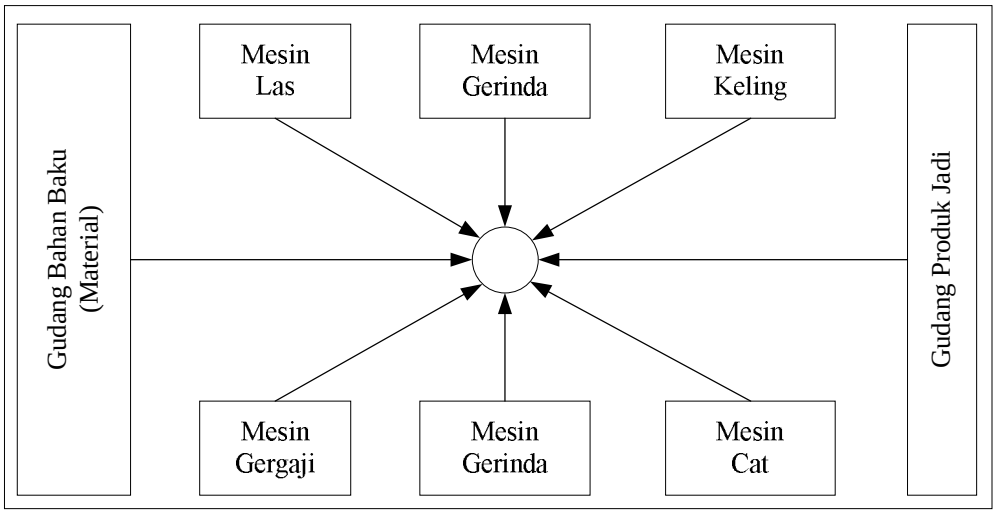
menuju lokasi *material* untuk menghasilkan produk. *Layout* ini biasanya digunakan untuk memproses barang yang relatif besar dan berat sedangkan peralatan yang digunakan mudah untuk dilakukan pemindahan. Contoh dari industri ini adalah industri pesawat terbang, penggalangan kapal, pekerjaan konstruksi bangunan.

Keuntungan tata letak tipe ini adalah:

1. Karena yang berpindah adalah fasilitas-fasilitas produksi, maka perpindahan *material* dapat dikurangi.
2. Bila pendekatan kelompok kerja digunakan dalam kegiatan produksi, maka kontinyuitas produksi dan tanggung jawab kerja bisa tercapai dengan sebaik-baiknya.

Sedangkan kerugian dari tipe tata letak ini adalah:

1. Adanya peningkatan frekuensi pemindahan fasilitas produksi atau operator pada saat operasi berlangsung.
2. Adanya duplikasi peralatan kerja yang akhirnya menyebabkan perubahan *space* area dan tempat untuk barang setengah jadi.
3. Memerlukan pengawasan dan koordinasi kerja yang ketat khususnya dalam penjadwalan produksi.



Gambar 2.4. Contoh Aliran Produksi *Fixed Position Layout*

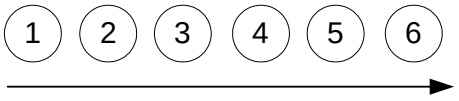
2.7. Pola Aliran Bahan Untuk Proses Produksi (Pabrikasi)

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

1. *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:

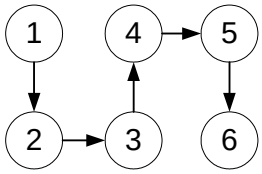
- Jarak yang terpendek antara dua titik.
- Proses atau aktivitas produksi berlangsung sepanjang garis lurus.
- Jarak perpindahan bahan (*handling distance*) secara total akan kecil karena jarak antara masing-masing mesin adalah yang sependek-pendeknya.



Gambar 2.5. Contoh Aliran *Straight Line*

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

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

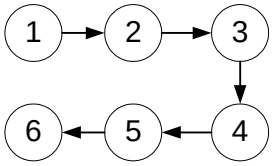


Gambar 2.6. Contoh Aliran *Serpentine* atau Zig-Zag (S-*Shaped*)

3. 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

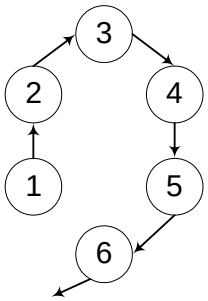
produksinya. Hal ini akan mempermudah pemanfaatan fasilitas transportasi dan juga sangat mempermudah pengawasan untuk keluar masuknya *material* dari dan menuju pabrik. Aplikasi garis aliran bahan relatif panjang, maka aliran u-*shaped* ini akan tidak efisien.



Gambar 2.7. Contoh Aliran U-*Shaped*

4. *Circular*

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



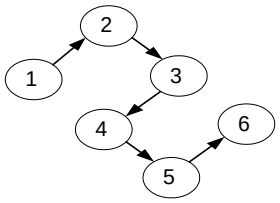
Gambar 2.8. Contoh Aliran *Circular*

5. *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:

- Bilamana tujuan utamanya adalah untuk memperoleh garis aliran yang produk diantara suatu kelompok kerja dari area yang saling berkaitan.
- Bilamana proses *handling* dilaksanakan secara mekanis.
- Bilamana keterbatasan ruangan menyebabkan pola aliran yang lain terpaksa tidak dapat diterapkan.

- Bilamana dikehendaki adanya pola aliran yang tetap dari fasilitas-fasilitas produksi yang ada.

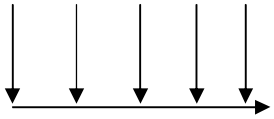


Gambar 2.9. Contoh Aliran *Odd Angle*

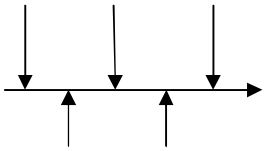
2.2.Pola Aliran Bahan Untuk Perakitan (Assembling)

Pada umumnya ada sekitar empat macam pola aliran yang dipakai dalam suatu proses perakitan (Assembling), yaitu sebagai berikut:

- Combination Assembly Line Pattern

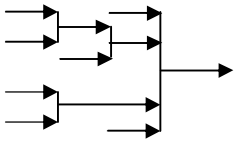


- Tree Assembly Line Pattern

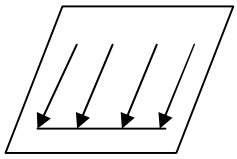


- Dendretic Assembly Line Pattern

Pola ini kelihatan lebih tidak teratur dibandingkan dengan combination atau Tree Assembly Line Pattern disini tiap bagian berlangsung operasi sepanjang lintasan produksi sampai menuju produksi yang lengkap untuk proses assembling



- Overhead Assembly Line Pattern



2.9. Ongkos *Material Handling* (OMH)

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 aktivitas 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.

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 pada satuan tertentu. Satuannya adalah rupiah/meter gerakan. Faktor-faktor yang mempengaruhi perhitungan ongkos material handling adalah alat angkut yang digunakan, jarak pengangkutan dan

cara pengangkutannya. Sedangkan 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

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 ……..……(2.1)

Untuk mencari ongkos per periode waktu tertentu, dapat dihitung dengan menambahkan frekuensi pengangkutan per satuan waktu yang diinginkan. Misalnya untuk menghitung OMH dalam 1 hari kerja adalah:

Total OMH = Ongkos alat angkut per meter gerakan x jarak tempuh pengangkutan x frekuensi pengangkutan dalam 1 hari…(2.2)

2.10. Alat Angkut *material handling*

Ada beberapa macam alat angkut yang dapat digunakan dalam melakukan material handling. Penggunaan alat angkut tersebut biasanya disesuaikan dengan kapasitas alat angkut itu sendiri dan kondisi produksi serta lantai produksinya. Alat angkut yang umum digunakan diperusahaan manufaktur diantaranya Conveyor, Liftruck, Walky Fallet, dan Manusia.

Dalam menentukan alat angkut yang digunakan 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.

2.11. Ukuran jarak

Terdapat beberapa system pengukuran jarak yang dipergunakan. beberapa jenis system pengukuran jarak antar departemen ini digunakan sesuai dengan kebtuhan dan karekteristik perusahaan yang menggunakanya. Beberapa system pengukuran jarak yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

a. Jarak *Euclidean*

Jarak *euclidean* merupakan jarak yang diukur lurus antara pusat fasilitas satu dengan pusat fasilitas lainnya. Sistem pengukuran dengan jarak *euclidean* sering digunakan karena lebih mudah dimengerti dan mudah digunakan. Contoh aplikasi dari jarak *euclidean* misalnya pada beberapa model *conveyor*, dan juga jaringan transportasi dan distribusi.

Untuk menentukan jarak *euclidean* fasilitas satu dengan fasilitas lainnya menggunakan formula sebagai berikut.

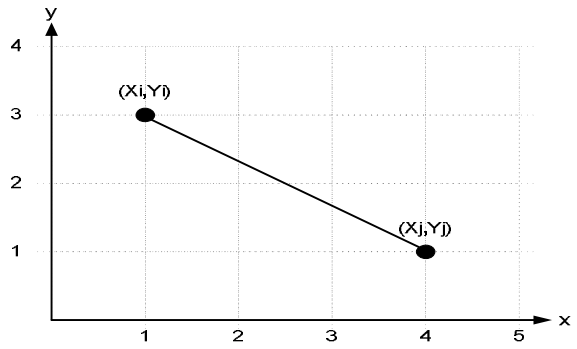
$$d_{ij} = [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2]^{1/2} \quad \text{..... (2.3)}$$

Di mana: X_i = koordinat x pada pusat fasilitas i

Y_i = koordinat y pada pusat fasilitas i

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

Perhitungan jarak *euclidean* antara i dan j seperti pada gambar 2.5 adalah sebagai berikut: $d_{ij} = [(4 - 1)^2 + (3 - 1)^2]^{1/2} = 3{,}6$



Gambar 2.10 Jarak *euclidean*

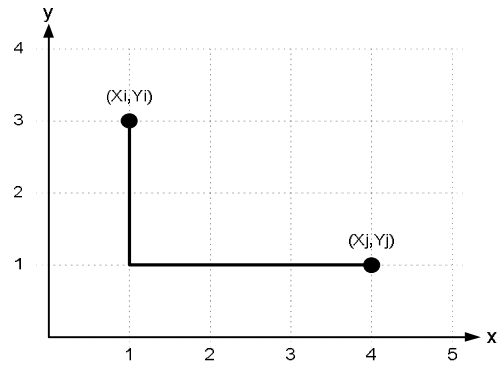
b. Jarak *Rectilinear*

Jarak *rectilinear* sering juga disebut dengan Jarak Manhattan, merupakan jarak yang diukur mengikuti jalur tegak lurus. Disebut dengan Jarak Manhattan, mengingatkan jalan-jalan di kota Manhattan yang membentuk garis-garis paralel dan saling tegak lurus antara satu jalan dengan jalan lainnya. Pengukuran dengan jarak *rectilinear* sering digunakan karena mudah perhitungannya, mudah dimengerti dan untuk beberapa masalah lebih sesuai, misalkan untuk menentukan jarak antar kota, jarak antar fasilitas di mana peralatan pemindahan bahan hanya dapat bergerak secara lurus. Dalam pengkuran jarak *rectilinear* digunakan notasi sebagai berikut:

$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i + y_j| \quad \text{..... (2.4)}$$

misalkan pada gambar 2.6, jarak antara i dan j adalah sebagai berikut.

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



Gambar 2.11. Jarak *rectilinear*

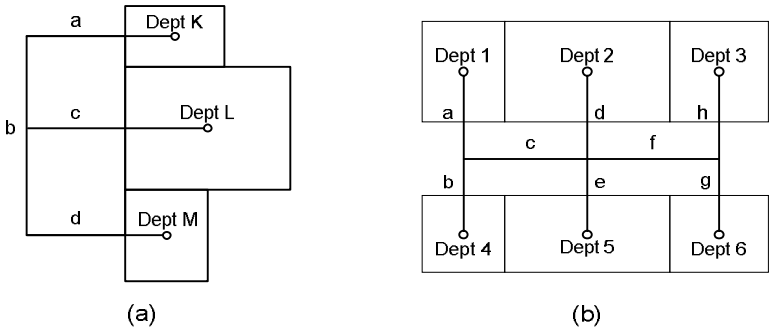
c. *Square Euclidean*

Sebagaimana namanya, *square euclidean* merupakan ukuran jarak dengan mengkuadratkan bobot terbesar suatu jarak antara dua fasilitas yang berdekatan. Relatif untuk beberapa persoalan terutama menyangkut persoalan lokasi fasilitas diselesaikan dengan penerapan *square euclidean*. Formula yang digunakan dalam *square euclidean*:

$$d_{ij} = [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2] \text{ ..... } (2.5)$$

d. *Aisle*

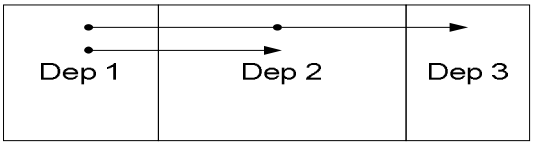
Ukuran jarak *aisle* sangat berbeda dengan ukuran jarak seperti dikemukakan di muka. *Aisle distance* akan mengukur jarak sepanjang lintasan yang dilalui alat pengangkut pemindah bahan. Dari gambar 2.7 (a) ukuran jarak *aisle* antara departemen K dan M merupakan jumlah dari a, b dan d. Sedang gambar 2.7 (b) jarak *aisle* departemen 1 dengan departemen 3 merupakan jumlah dari a, c, f dan h. *Aisle distance* pertama kali diaplikasikan pada masalah tata letak dari proses manufaktur.



Gambar 2.12. Jarak untuk *aisle*

e. Jarak Berdasarkan Luas Departemen

Untuk menemukan jarak berdasarkan luas lantai, diperlukan data lintasan yang dilalui oleh setiap komponen dari suatu depertemen ke depertemen tujuanya. Sehingga jarak antar departemen dapat dihitung berdasarkan luas lantai departemen asal, departemen yang dilalui dan departemen tujuan.



Gambar 2.13. Jarak berdasarkan luas departemen

Jarak departemen1 ke departemen3 yaitu:

½√luas lantai dep1+√luas lantai dep2+½√luas lantai dep3…..(2.6)

Sedangkan jika jarak antara depertemen yang berdampingan, misalnya jarak dep1 ke dep2 yaitu:

½√luas lantai dep1+½√luas lantai dep3……(2.7)

2.12.From To Chart

From To Chart kadang-kadang disebut pula sebagai trip frekuensi *chart* atau travel *chart* yaitu suatu teknik konvensional yang umum digunakan untuk perencanaan tata letak pabrik dan pemindahan bahan dalam suatu proses produksi. Teknik ini sangat berguna untuk kondisi-kondisi dimana banyak item yang mengalir melalui suatu area seperti *job shop*, bengkel pemesinan, kantor dan lain-lain.

From To Chart (FTC) merupakan penggambaran tentang beberapa total OMH dari suatu bagian aktivitas dalam pabrik menuju pabrik lainnya. Sehingga dari peta ini dapat dilihat ongkos *material handling* dari dank ke masing-masing departemen secara keseluruhan, mulai dari gudang bahan baku (*Receiving*) menuju pabrikasi, *Assembling* dan terakhir gudang barang jadi (*Shipping*).

Cara pengisian *From To Chart* (FTC) adalah sebagai berikut:

- Perhatikan total ongkos dari tabel OMH, kemudian masukan nilai total ongkos tersebut disesuaikan dengan pengangkutan bahan dari satu tempat ke tempat lainnya.
- Jumlah total ongkos setiap baris dan setiap kolom juga total ongkos secara keseluruhan.

2.13. *Outflow* dan *Inflow*

Outflow digunakan untuk mencari koefisien ongkos yang keluar dari suatu departemen ke departemen lainnya. *Inflow* digunakan untuk mencari koefisien ongkos yang masuk ke suatu departemen ke departemen lainnya.

Outflow dan *inflow* digunakan untuk mencari koefisien ongkos yang terjadi pada mesin yang bersangkutan yang merupakan koefisien ongkos keluar dan masuk dan didapatkan berdasarkan OMH yang diketahui. Input perhitungan *outflow* dan *inflow* yaitu dari OMH dan FTC, yaitu ongkos yang dibutuhkan untuk *material handling* dari suatu mesin ke mesin lainnya dan sebaliknya.

Out flow A ke B

$$= \frac{nilaiongkos_AkeB}{total_ongkoskeluar_dari_departemen_B} \quad \text{.....(2.10)}$$

In Flow A ke B

$$= \frac{nilaiongkos_AkeB}{total_ongkosmasuk_ke_departemenB} \quad \text{.....(2.11)}$$

2.14. Skala Prioritas

Tabel skala prioritas (TSP) adalah suatu tabel yang menggambarkan urutan prioritas antar departemen/mesin dalam suatu *lay out* produksi dimana urutan prioritas antar departemen tersebut merupakan letak departemen optimal yang didapat dari hasil *outflow* dengan letak departemen sebelumnya. Input TSP didapat dari perhitungan *outflow,* dimana prioritas diurutkan berdasarkan besarnya harga koefisien ongkos *outflow.* Tujuan pembuatan TSP adalah:

- Untuk meminimimkan ongkos,
- Untuk mengoptimalkan *lay out,* dan
- Untuk memperkecil jarak *handling*

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

Gambar 2.14. Contoh table skala prioritas

2.15. Activity Relationship Diagram (ARD)

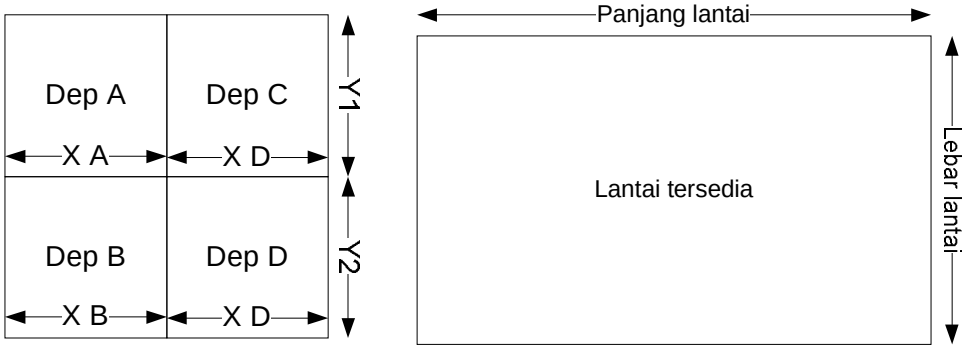
ARD adalah diagram hubungan antar aktivitas (departemen/mesin) berdasarkan tingkat prioritas kedekatan, sehingga diharapkan ongkos handling minimum. Dasar untuk ARD yaitu TSP. Jadi yang menempati prioritas pertama pada TSP harus didekatkan letaknya lalu diikuti prioritas berikutnya.

2.16. Area Allocation Diagram (AAD)

Area Allocation Diagram (AAD) merupakan kelanjutan dari ARC dimana dalam ARC diketahui kesimpulan dari tingkat kepentingan antar aktivitas. Maka dengan demikian berarti bahwa ada sebagian aktivitas harus dekat dengan aktivitas yang lainnya dan juga sebaliknya. Sehingga dapat dikatakan bahwa hubungan antar aktivitas mempengaruhi tingkat kedekatan antar tata letak aktivitas tersebut. Kedekatan tata letak aktivitas tersebut dapat dilihat dalam Area Allocation Diagram (AAD).

AAD merupakan gambaran layout secara global yang menggambarkan hubungan kedekatan antar departemen dengan skala ukuran luas lantai yang sebenarnya. Input dari pembuatan AAD ini adalah *Area Relation Diagram* dan data luas lantai setiap departemen. Ukuran setiap departemen pada AAD akan disesuaikan dengan luas lantai dan piñataletakan awal pada ARD yang telah terbentuk.

Karena dari data luas lantai hanya diketahui nilai luas departemen saja, sehingga harus dilakukan perhitungan untuk mengetahui ukuran panjang dan lebar setiap departemen. Penentuan panjang dan lebar departemen untuk pembuatan AAD dapat dilakukan dengan melakuakn perhitungan seperti contoh berikut ini.



Gambar 2.15. ARD dan luas lantai tersedia

Setelah menentukan Y dan X masing-masing departemen, maka:

$$Y1 = \frac{luas_lantai_depA + luas_lantai_depC}{panjang_lantai_tersedia} \quad \text{.....(2.12)}$$

$$Y2 = \frac{luas_lantai_depB + luas_lantai_depD}{panjang_lantai_tersedia}$$

$$X\ A = \frac{luas_lantai_depA}{Y1} \quad \text{.....(2.13)}$$

$$X\ B = \frac{luas_lantai_depB}{Y2}$$

$$X\ C = \frac{luas_lantai_depC}{Y1}$$

$$X\ D = \frac{luas_lantai_depD}{Y2}$$