Bab 2
Landasan Teori

2.1 Tata Letak Fasilitas

Tata letak (*layout*) atau pengaturan dari fasilitas produksi dari area kerja yang ada adalah 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 dalam ruang lingkup kecil serta sederhana. Pertayaan yang timbul adalah apakah kita telah meletakan atau mengatur semua fasilitas produksi tersebut dengan sebaik-baiknya ?

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

Tata letak faslitas 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 tidak akan ada artinya akibat perencanaan *layout* yang sembarangan saja. Karena suatu produksi normalnya harus berlangsung lama dengan tata letak yang tidak selalu berubah-rubah, maka setiap kekeliruan yang dibuat dalam perencanaan tata letak ini akan menyebabkan kerugian-kerugian yang tidak kecil.

Pengertian perencanaan fasilitas dapat dikemukakan sebagai proses perancangan fasilitas, perencanaan, desain dan susunan fasilitas, peralatan phisik dan manusia yang ditujukan untuk meningkatkan efisiensi produksi dan sistem pelayanan. Aplikasi perencanaan fasilitas dapat ditemukan pada perencanaan *layout* sekolah, rumah sakit, bagian perakitan suatu pabrik, gudang, ruang bagasi di pelabuhan udara, kantor-kantor, toko-toko dan sebagainya.

Perencanaan fasilitas merupakan rancangan dari fasilitas-fasilitas industri yang akan didirikan atau dibangun. Di dunia industri, perencanaan fasilitas dimaksudkan sebagai rencana dalam penanganan *material* (*material handling*) dan untuk menentukan peralatan dalam proses produksi, juga digunakan dalam perencanaan fasilitas secara keseluruhan. Ada dua hal pokok dalam perencanaan fasilitas yaitu, berkaitan dengan perencanaan lokasi pabrik (*plant location*) dan perancangan fasilitas produksi yang meliputi perancangan struktur pabrik, perancangan tata letak fasilitas dan perancangan sistem penanganan *material*.

Aspek yang perlu diperhitungkan secara matang dalam perancangan tata letak antara lain meliputi peralatan-peralatan yang akan digunakan, mesin-mesin dan semua perabotan perusahaan. Sedangkan dalam perancangan sistem *material handling* meliputi mekanisme yang dibutuhkan agar interaksi antara fasilitas yang ada seperti *material*, personal, informasi dan peralatan untuk mendukung produksi berjalan sempurna.

2.1.1 Tujuan Perencanaan Tata Letak Fasilitas

Secara garis besar tujuan utama dari tata letak fasilitas ialah mengatur area kerja dan segala fasilitas produksi yang paling ekonomis untuk operasi 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, yaitu antara lain sebagai berikut:

- **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)

- **Mengurangi waktu tunggu (delay)**

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

- **Mengurangi proses pemindahan bahan (material handling)**

  Untuk merubah bahan menjadi produksi jadi, maka hal ini akan memerlukan aktivitas pemindahan (movement) sekurang-kurangnya satu dari tiga elemen dasar system 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 biayan untuk proses pemindahan bahan ini bias mencapai 30% sampai 90% dari total biaya produksi dengan mengingat pemindahan bahan yang sedemikian besarnya, maka mereka yang bertanggung jawab usaha 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 alas an seperti :

  - Biaya pemindahan bahan disamping cukup besar pengeluarannya juga akan terus ada dari tahun ke tahun selama proses produksi berlangsung.
  - Biaya pemindahan bahan dengan mudah akan dapat dihitung dimana biaya ini akan proporsional dengan jarak pemindahan bahan ini dapat dianalisa dengan memperhatikan tata letak semua fasilitas produksi yang ada dari pabrik.

    Jelaslah bahwa memang aka nada korelasi antara tata letak pabrik dengan pemindahan bahan, sehingga pada proses desain layout akan selalu dikait-orientasikan guna memberikan jarak pemindahanbahan seminimal mungkin.

- **Penghematan penggunaan area 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 ini dan berusaha untuk mengkoreksinya.
- **Pendayagunaan yang lebih besar dari pemakaian mesin, tenaga kerja, dan/atau fasilitas produksi lainnya.**
  Factor-faktor pemanfaatan mesin, tenaga kerja dan lain-lain adalah erat kaitannya dengan biaya produksi. Suatu tata letak yang terencana baik akan banyak membantu pendayagunaan elemen-elemen produksi secara lebih efektif dan lebih efisien.
- **Mengurangi inventory in-process.**
  Sistem produksi pada dasarnya menghendaki sedapat mungkin bahan baku untuk berpindah dari suatu operasi langsung ke operasi berikutnya secepat-cepatnya dan berusaha mengurangi bertumpuknya bahan setengah jadi (material in-process). Problem ini terutama bisa dilaksanakan dengan mengurangi waktu tunggu (delay) dan bahan yang menunggu untuk segera diproses.
- **Proses manufacturing yang lebih singkat.**
  Dengan memperpendek jarak antara operasi satu dengan operasi berikutnya dan mengurangi bahan yang menunggu serta *storage* yang tidak diperlukan maka waktu yang diperlukan dari bahan baku untuk berpindah dari satu tempat ke tempat yang lainnya dalam pabrik akan juga duperpendek sehingga secara total waktu produksi akan dapat pula diperpendek.
- **Mengurangi resiko bagi kesehatan dan keselamatan kerja dari operator.**
  Perencanaan tata letak pabrik adalah juga ditujukan untuk membuat suasana kerja yang nyaman dan aman bagi mereka yang bekerja didalamnya. Hal-hal yang bias 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 diatur secara tertib, rapi, dan baik. Penerangan yang cukup, sirkulasi yang enak, 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 performans kerja yang lebih baik dan menjurus kearah peningkatan produktivitas kerja.

- **Mempermudah aktivitas supervisi.**

  Tata letak pabrik yang terencana baik akan dapat 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.

- **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. Dengan memakai material secara langsung dan secepatnya; serta menjaganya untuk selalu bergerak, maka labor costs akan dapat dikurangi sekitar 40% dan yang lebih penting hal ini akan mengurangi problema kesimpang-siuran dan kemacetan didalam aktivitas pemindahan bahan. Layout yang baik akan memberikan luasan yang cukup untuk seluruh operasi yang diperlukan dan proses bias berlangsung mudah dan sederhana.

- **Mengurangi factor yang bisa merugikan dan mempengaruhi kualitas dari bahan baku ataupun produk jadi.**

  Tata letak yang direncanakan secara baik akan dapat mengurangi kerusakan-kerusakan yang bias terjadi pada bahan baku ataupun produk jadi. Getaran-getaran, debu, panas, dan lain-lain dapat secara mudah merusak kualitas material ataupun produksi yang dihasilkan.

Dari hal-hal tersebut diatas jelaslah bahwa perencanaan tata letak pabrik adalah dimaksudkan untuk megatur segala fasilitas fisik dari system produksi (mesin, peralatan, tanah, bangunan dan lain-lain) guna mendapatkan hasil yang optimal serta mencapai tujuan perusahaan secara efektif, efisien, dan aman.

Tata letak pabrik berhubungan erat dengan segala proses perencanaan dan pengaturan letak dari pada mesin, peralatan, aliran bahan, dan orang-orang yang bekerja dimasing-masing stasiun kerja yang ada. Tata letak yang 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 pemakaian area tanah.
- Pola aliran produksi yang terbaik.
- Keseimbangan penggunaan 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 akan 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 department dari pabrik yang ada.
- Pengaturan tata letak departemen (departemen-talization), yaitu pengaturan bagian atau departemen serta hubungannya satu dengan yang lainnya didalam pabrik yang bersangkutan.

2.1.2 Permasalahan Perencanaan Fasilitas

Selama ini yang berkembang di masyarakat tentang permasalahan perencanaan fasilitas adalah bahwa semua rancang fasilitas atau proyek tata letak dilakukan untuk fasilitas baru. Sesungguhnya hal tersebut tidak seluruhnya benar. Dalam kenyataannya, rancang fasilitas merupakan kegiatan tata letak ulang dari suatu proses yang telah ada atau perubahan beberapa bagian dari susunan peralatan tertentu. Defenisi tata letak secara umum ditinjau dari sudut pandang produksi adalah susunan fasilitas-fasilitas produksi untuk memperoleh efisiensi pada suatu produksi. Efisiensi produksi merupakan konsep yang terlalu umum dan diperlukan tujuan yang lebih spesifik.

Permasalahan tata letak terutama sekali menyangkut minimasi dari biaya *material handling* (penanganan *material*), meminimumkan investasi peralatan, memanfaatkan area yang ada, pendayagunaan pemakaian mesin, dan sebagainya. Ada beberapa macam permasalahan yang sering terjadi dalam perencanaan fasilitas. Masalah ini sangat erat kaitannya dengan berbagai faktor, baik faktor internal maupun faktor eksternal. Faktor-faktor yang banyak mempengaruhi tersebut antara lain permintaan pasar yang sulit diprediksi, selera terhadap produk yang berubah-ubah, penggantian peralatan produksi, strategi dalam persaingan bisnis yang akan dijalankan, permodalan, dan sebagainya.

Pada dasarnya permasalahan yang dihadapi manajemen dalam perencanaan fasilitas antara lain sebagai berikut:

1. Perubahan rancangan

   Kenyataan yang terjadi di lapangan menunjukkan bahwa permintaan pasar seringkali berubah-ubah dalam periode waktu yang relatif pendek. Perubahan pasar ini menyangkut volume dari produk yang sudah ada maupun perubahan yang menyangkut karakteristik suatu produk. Perubahan karakteristik suatu produk tentu saja akan merubah rancangan produk yang sudah ada. Adanya perubahan rancangan produk maka rancangan proses atau operasi yang diperlukan akan berubah pula. Perubahan ini bisa hanya berupa penggantian sebagian kecil fasilitas yang telah ada, atau jika rancangan produk banyak

mengalami perubahan sehingga merubah sistem produksi yang sudah ada, tidak tertutup kemungkinan untuk melakukan perencanaan fasilitas ulang.

2. Penambahan produk baru

   Suatu persoalan baru bisa timbul jika suatu perusahaan akan menambah produk baru di samping masih tetap memproduksi produk yang sudah ada. Jika produk baru tersebut mempunyai karakteristik yang berbeda sama sekali dengan produk yang sudah ada maka seringkali harus dilakukan penambahan atau penggantian peralatan/mesin disana-sini. Dengan penambahan atau penggantian peralatan/mesin dan mungkin sistem produksinya maka juga diperlukan *relayout* atau penyusunan ulang dari tata letak atau mungkin memerlukan penyiapan departemen baru atau seksi baru, atau bahkan pabrik baru.

3. Perluasan departemen

   Jika suatu perusahaan melakukan penambahan volume produksi untuk produk yang serupa dengan produk yang dikerjakan selama ini, ada beberapa kemungkinan tentang adanya perubahan pada tata letak. Perubahan mungkin hanya dengan penambahan sejumlah mesin dengan memperluas/membuat ruangan baru pada suatu departemen. Tetapi ada kalanya jika penambahan produksi menuntut perubahan proses maka tidak tertutup kemungkinan diperlukannya perubahan seluruh tata letak. Misalnya pada suatu perusahaan pakaian jadi selama ini terdapat peralatan yaitu mesin jahit dalam jumlah ratusan, karena dilakukan penambahan volume produksi maka harus dilakukan penambahan peralatan, sedangkan ruangan yang ada tidak mencukupi maka perlu dilakukan perluasan departemen.

4. Pengurangan departemen

   Penurunan volume produksi dalam suatu perusahaan perlu untuk dilakukan penelitian yang seksama, apakah penurunan tersebut disebabkan oleh permintaan pasar yang cenderung menurun atau sebab-sebab lain. Jika penurunan tingkat produksi disebabkan oleh permintaan pasar yang cenderung

menurun, dan penurunannya bersifat tetap pada titik tertentu maka yang perlu dipertimbangkan oleh manajemen adalah melakukan pengurangan peralatan atau pengurangan departemen yang ada.

5. Memindahkan satu departemen

   Pemindahan suatu departemen harus dilakukan dengan kajian yang mendalam, karena memindahkan suatu departemen dapat menimbulkan masalah tata letak yang besar dan ongkos yang cukup besar. Salah satu alasan untuk memindahkan suatu departemen adalah jika tata letak departemen memang kurang memenuhi kriteria perancangan tata letak fasilitas. Misalnya perencanaan fasilitas yang ada tidak memenuhi konsep aliran *material*, sehingga efektivitas kerja dari sumber daya manusia tidak optimal.

6. Penambahan departemen baru

   Salah satu sebab dilakukannya penambahan suatu departemen baru adalah adanya pekerjaan yang belum pernah ada selama ini. Adanya pekerjaan baru ini bisa terjadi karena manajemen perusahaan memutuskan untuk membuat suatu komponen sendiri yang sebelumnya dibeli dari perusahaan lain dengan pertimbangan biaya yang lebih murah. Selain itu persoalan penambahan departemen baru ini juga dapat timbul karena perusahaan akan memusatkan suatu pekerjaan yang sebelumnya merupakan bagian pekerjaan dari beberapa departemen. Misalnya pekerjaan mesin potong dari seluruh departemen digabung ke dalam satu departemen.

7. Peremajaan peralatan/mesin yang rusak

   Depresiasi peralatan/mesin merupakan konsekuensi dari pengunaan peralatan. Dalam periode waktu tertentu depresiasi akan mencapai suatu titik dimana peralatan tersebut sudah tidak produktif lagi bahkan sudah tidak dapat dipergunakan lagi. Untuk mengetahui tingkat produktivitas dari peralatan tersebut maka manajemen harus selalu memantau perkembangan kelayakan dari peralatan atau mesin produksinya. Jika peralatan dinilai sudah tidak dapat memberikan kontribusi bagi produktivitas perusahaan maka perlu

dipertimbangkan untuk melakukan peremajaan peralatan tersebut. Apabila peremajaan peralatan menggunakan jenis yang sama, maka persoalan tata letak tidak begitu bermasalah, dalam hal ini hanya diperlukan pembongkaran dan pemasangan ulang. Yang menjadi persoalan adalah bahwa dalam peremajaan peralatan ini seringkali mengharuskan digunakannya jenis peralatan yang berbeda dari sebelumnya, dengan pertimbangan peralatan yang digunakan harus lebih produktif. Perbedaan bis adilihat dari bentuk ukuran dan kapasitas produksi peralatan tersebut. dalam persoalan ini tidak menutup kemungkinan dilakukan penataan ulang.

8. Perubahan metode produksi

   Seringkali dalam rangka efisiensi perusahaan, dilakukan perubahan metode produksi. Betapapun kecilnya perubahan metode produksi ini, akan berpengaruh bagi perencanaan fasilitas secara keseluruhan.

9. Perencanaan fasilitas baru

   Perencanaan fasilitas baru biasanya dilakukan oleh suatu perusahaan ketika perusahaan tersebut akan membuka cabang baru pada lokasi yang berbeda dengan perusahaan lamanya. Perencanaan fasilitas baru dilakukan dengan pertimbangan untuk memperluas jaringan perusahaan dan terkait dengan proses distribusi barang yang lebih optimal. Proses perencanaan fasilitas baru hampir sama dengan proses pendirian pabrik baru, seperti penggunaan prinsip-prinsip dalam penentuan lokasi, perancangan tata letak, pengadaan peralatan dan proses lainnya dalam pendirian pabrik.

10. Biaya

    Masalah utama dalam perencanaan fasilitas adalah mengenai biaya. Seberapa besar biaya yang akan dikeluarkan akan sangat tergantung dari kemampuan mengatasi masalah-masalah di atas.

2.1.3 Perencanaan Fasilitas Sebagai Fungsi Koordinasi

Agar tujuan dari perencanaan fasilitas dapat direalisasikan, maka perlu sekali mempertimbangkan beberapa hal berikut ini.

1. Data dasar.

   Perencanaan fasilitas sangat memerlukan adanya data dasar sebagai dasar proses awal perencanaan fasilitas. Tanpa adanya data dasar, mustahil dapat dilakukan perencanaan fasilitas secara baik. Data dasar antara lain meliputi ramalan penjualan, jumlah yang diproduksi, jadwal produksi, kebijakan persediaan, gambar produk, daftar komponen-komponen produk, urutan produksi, operasi yang dilakukan, metode terdahulu, waktu baku produksi, tata letak yang ada dan sebagainya. Dari data dasar yang diperoleh dilakukan analisis untuk menentukan keterkaitan data seluruhnya dan selanjutnya digunakan untuk mempersiapkan langkah berikutnya.

2. Rancang proses produksi dan pola aliran bahan.

   Hasil analisis data dasar akan memberikan suatu gambaran tentang produk yang akan dibuat, bagaimana proses produksi akan dilakukan yang ditunjukkan oleh gambar urutan produksi dan peta proses operasi, seberapa besar jumlah produk yang akan dihasilkan, yang semuanya merupakan bagian dari tahap perancangan proses produksi.

   Aktivitas lain dalam merancang proses produksi adalah merencanakan pola aliran bahan yang dikembangkan atas dasar peta rakitan dan peta proses operasi yang telah dibuat. Dari pola aliran bahan dapat dilihat keterkaitan antar jalur aliran bebrapa komponen.

3. Sistem *material handling*/penanganan *material*

   Aktivitas penanganan *material* dan juga produksi merupakan salah satu aktivitas terpenting karena biaya yang dikeluarkan untuk kegiatan ini relatif besar. Sistem *material handling* ini harus diperhatikan mulai dari proses penerimaan bahan dari pemasok, sampai dengan proses distribusi kepada pelanggan.

Peralatan untuk proses penanganan *material*/barang ini harus ditentukan sesuai dengan kebutuhan yang tergantung dari karakter *material*/barang, pola aliran bahan dan tipe dari tata letak fasilitas. Jumlah dari peralatan yang akan digunakan harus dilakukan penghitungan secara cermat untuk menghindari pemborosan, terutama pemborosan ruang dan biaya pengadaan peralatan tersebut.

4. Perencanaan tempat kerja terpadu.

   Yang dimaksud tempat kerja terpadu adalah bahwa setiap proses operasi, stasiun kerja, departemen-departemen dan sebagainya harus dirancang secara rinci dan terpadu dengan mengkaitkan antara mesin, operator dan peralatan pendukung lainnya, dengan berpedoman pada pola aliran bahan yang telah dirancang sebelumnya. Perencanaan tempat kerja terpadu juga harus memperhatikan keterkaitan dengan kehiatan penunjang lainnya, misalnya dengan kegiatan administrasi kantor dan pelayanan.

5. Perencanaan kegiatan pergudangan dan kegiatan pelayanan lainnya.

   Kegiatan pergudangan dan kegiatan pelayanan lainnya perlu dilakukan untuk menentukan atau memperkirakan kebutuhan ruang masing-masing. Yang dimaksud dengan kegiatan pergudangan adalah proses kegiatan penanganan *material*/barang mulai dari penerimaan barang, pencatatan, penyimpanan, pemilihan/penyortiran, sampai dengan proses distribusi barang. Sedang kegiatan pelayanan antara lain ruang ganti pakaian, ruang peralatan, tempat pertolongan pertama, kantin dan sebagainya.

6. Perencanaan kebutuhan ruang.

   Kebutuhan ruang baik untuk kegiatan produksi maupun untuk kegiatan penunjang serta pergudangan dapat dilakukan setelah langkah-langkah di atas ditentukan. Alokasikan daerah kegiatan ke seluruh ruangan. Diagram alokasi daerah akan menunjukkan keterkaitan antara aliran bahan di dalam dan aliran bahan di luar dengan berbagai sarana angkutan. Juga diperinci keterkaitan

dengan fasilitas di sekitarnya, seperti pusat pembangkit tenaga, tempat parkir, halaman gedung dan bangunan yang berdekatan.

7. Perencanaan tata letak awal.

   Langkah ini merupakan puncak dari proses perencanaan fasilitas, dan biasanya digambarkan/ditunjukkan dengan bantuan gambar/skets, model baik 2 dimensi maupun model 3 dimensi. Kadang-kadang langkah ini disertai dengan proposal jenis bangunan, konstruksi, bentuk bangunan sebagai bahan pertimbangan.

8. Proses evaluasi.

   Proses evaluasi merupakan proses penyesuaian dan pemeriksaan terhadap tata letak yang dibuat. Kadangkala dalam proses perancangan dipengaruhi oleh faktor-faktor yang bersifat pribadi dan perasaan yang tentu saja jauh dari perhitungan-perhitungan ilmiah. Untuk itu perlu sekali dilakukan evaluasi dan pemeriksaan terhadap tata letak yang dibuat sebelum dilakukan pengujiandan persetujuan.

9. Persetujuan dari pejabat pabrik yang berwenang.

   Persetujuan dari pejabat pabrik yang berwenang diperlukan karena latar belakang pejabat tersebut, yaitu di samping memiliki kewenangan membuat kebijakan dan aturan pabrik, dinilai memiliki pengetahuan khusus tentang fase-fase operasi yang diusulkan dan mempunyai pemahaman yang luas terhadap keterkaitan menyeluruh antara berbagai fase operasi.

10. Pembuatan tata letak.

    Dalam proses selanjutnya perancang tata letak harus bekerja sama dengan arsitek untuk melihat apakah tata letak yang direncanakan dapat digabungkan dengan bangunannya.

11. Menindaklanjuti pelaksanaan tata letak.

    Perancang tata letak harus mencatat secara runtut bagaimana tata letak mempengaruhi operasi produksi. Ketika ada kesempatan bagi perbaikan, tata letak harus dievaluasi dengan tepat dan perubahan dibuat jika ternyata memang diperlukan.

2.2 Perencanaan Aliran *Material*

Analisis aliran *material* dan proses ditujukan untuk menentukan proses dan peralatan yang ditentukan dan bagaimana aliran *material* secara umum dilaksanakan. Analisis aliran tergantung pada:

1. Bahan atau produk (karakteristik, ukuran lot dan jumlah operasi)
2. Strategi dan peralatan *material handling* (prinsip pemindahan bahan, satuan yang dipindah dan peralatan yang dibutuhkan)
3. Tata letak dan konfigurasi bangunan (ukuran, bentuk, jumlah lantai, letak pintu, letak dan lebar gang, letak departemen)

Masalah aliran muncul dari adanya kebutuhan untuk memindahkan bahan, komponen, orang dari permulaan proses sampai pada akhir proses untuk mencapai lintasan yang paling efisien. Hampir setiap orang berpendapat bahwa dalam meningkatkan produktivitas akan berhasil jika ditunjang oleh aliran elemen yang bergerak melalui fasilitas yang efisien. Aliran *material* yang lancar secara otomatis akan mengurangi biaya aliran, dengan demikian tingkat produktivitas akan meningkat. Lintasan yang simpang siur menunjukkan kurangnya perencanaan aliran *material*.

Sebuah aliran barang yang direncanakan dengan baik dan cermat mempunyai beberapa keuntungan yaitu:

1. Menaikkan efisiensi, produktivitas.
2. Pemanfaatan ruangan pabrik yang lebih efisien.
3. Kegiatan pemindahan yang lebih sederhana.
4. Pemanfaatan peralatan lebih baik, mengurangi waktu menganggur.
5. Mengurangi waktu dalam proses.
6. Mengurangi persediaan dalam proses.

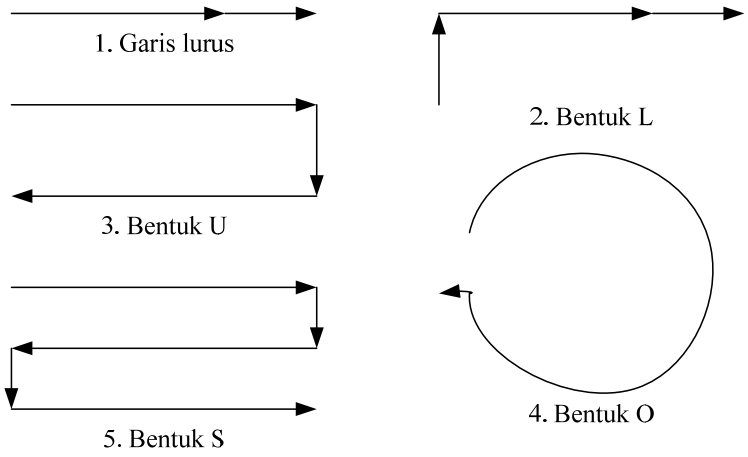
7. Pemanfaatan tenaga kerja lebih efisien.
8. Mengurangi kerusakan produk.
9. Kecelakaan minimal.
10. Mengurangi jarak jalan kaki.
11. Mengurangi kemacetan lalu lintas di gang.
12. Sebagai dasar untuk tata letak yang efisien.
13. Lebih mudah untuk supervisi.
14. Pengendalian produksi lebih sederhana.
15. Meminimumkan gerakan balik.
16. Memperlancar aliran produksi.
17. Proses penjadwalan lebih baik.
18. Mengurangi kondisi sibuk.
19. Urutan pekerjaan logis.
20. Tata letak lebih baik.

Pola-pola Aliran

Langkah awal dalam merancang faslitas manufaktur adalah menentukan pola aliran secara umum. Pola aliran ini menggambarkan *material* masuk sampai pada produk jadi. Beberapa pola aliran umum serta fungsi dan kegunaannya adalah:

1. Pola aliran garis lurus digunakan untuk proses produksi yang pendek dan sederhana.
2. Pola aliran bentuk L. Pola ini hampir sama dengan pola garis lurus, hanya saja pola ini digunakan untuk mengakomodasi jika pola aliran garis lurus tidak bisa digunakan dan biaya bangunan terlalu mahal jika menggunakan pola aliran garis lurus.
3. Pola aliran bentuk U. Pola ini digunakan jika aliran masuk *material* dan aliran keluarnya produk pada lokasi yang relatif sama.
4. Pola aliran bentuk O. Pola ini digunakan jika keluar masuknya *material* dan produk pada satu tempat/satu pintu. Kondisi ini memudahkan dalam pengawasan keluar masuknya barang.

5. Pola aliran bentuk S, digunakan jika aliran produksi panjang dan lebih panjang dari ruangan yang ditempati. Karena panjangnya proses, maka aliran di zig zag.



Gambar 2.1 Pola aliran umum

2.3 Tipe-Tipe Tata Letak

Salah satu keputusan penting yang perlu dibuat adalah keputusan-keputusan perancangan proses yang dipilih berdasarkan pada tipe-tipe tata letak. Tipe tata letak yang sesuai akan menjadikan efisiensi proses manufaktur untuk jangka waktu yang cukup panjang. Tipe-tipe tata letak secara umum adalah *Product Layout*, *Process Layout*, *Group Technology Layout* dan *Layout by Fixed Position*.

2.3.1 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/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 inventori 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.

2.3.2 Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Fungsi atau Macam Proses (*Process Layout*)

Dalam *process*/ *functional layout* semua operasi dengan sifat yang sama dikelompokkan dalam departemen yang sama pada suatu pabrik/industri. Mesin, peralatan yang mempunyai fungsi yang sama dikelompokkan jadi satu, misalnya semua mesin bubut dijadikan satu departemen, mesin bor dijadikan satu departemen dan mill dijadikan satu departemen. Dengan kata lain *material* dipindah menuju deprtemen-departemen sesuai dengan urutan proses yang dilakukan.

Proses layout dilakukan bila volume produksi kecil, dan terutama untuk jenis produk yang tidak standar, biasanya berdasarkan order. Kondisi ini disebut sebagai *job shop*. Tata letak tipe *process layout* banyak dijumpai pada sektor industri manufaktur maupun jasa.

Kelebihan atau keuntungan menggunakan *layout* tipe ini adalah:

1. Penggunaan mesin dapat dilakukan dengan efektif, konsekuensinya memerlukan sedikit mesin.
2. Fleksibilitas tenaga kerja dan fasilitas produksi besar dan sanggup berbagai macam jenis dan model produk.
3. Investasi mesin relatif kecil karena digunakan mesin yang umum (*general purpose*)
4. Keragaman tugas membuat tenaga kerja lebih tertarik dan tidak bosan.
5. Adanya aktivitas supervisi yang lebih baik dan efisien melalui spesialisasi pekerjaan, khususnya untuk pekerjaan yang sulit dan memerlukan ketelitian yang tinggi.
6. Mudah untuk mengatasi *breakdown* pada mesin, yaitu dengan cara memindahkannya ke mesin yang lain dan tidak menimbulkan hambatan-hambatan dalam proses produksi.

Sedangkan sisi kelemahan atau kekurangannya adalah:

1. Aliran proses yang panjang mengakibatkan *material handling* lebih mahal karena aktivitas pemindahan *material*. Hal ini disebabkan karena tata letak mesintergantung pada macam proses atau fungsi kerjanya dan tidak tergantung pada urutan proses produksi.
2. Total waktu produksi lebih panjang.
3. Inventori barang setengah jadi cukup besar, jadi menyebabkan penambahan tempat.
4. Diperlukan keterampilan tenaga kerja yang tinggi guna menangani berbagai macam aktivitas produksi yang memiliki variasi besar.
5. Kesulitan dalam menyeimbangkan tenaga kerja dari setiap fasilitas produksi karena penempatan mesin yang terkelompok.

2.3.3 Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Kelompok Produk (*Group Technology Layout*)

Tipe tata letak ini, biasanya komponen yang tidak sama dikelompokkan ke dalam satu kelompok berdasarkan kesamaan bentuk komponen, mesin atau peralatan yang dipakai. Pengelompokkan bukan didasarkan pada kesamaan penggunaan akhir. Mesin-mesin dikelompokkan dalam satu kelompok dan ditempatkan dalam sebuah *manufacturing cell*.

Kelebihan tata letak berdasarkan kelompok teknologi ini adalah:

1. Karena *group technology* memanfaatkan kesamaan komponen/produk maka dapat mengurangi pemborosan waktu dalam perpindahan antar kegiatan yang berbeda.
2. Penyusunan mesin didasarkan atas *family* produk sehingga dapat mengurangi waktu *set up*, mengurangi ongkos *material handling* dan mengurangi area lantai produksi.
3. Apabila ada urutan proses yang terhenti maka dapat dicari alternatif lain.
4. Mudah mengidentifikasi *bottlenecks* dan cepat merespon perubahan jadwal.
5. Operator makin terlatih, cacat produk dapat dikurangi dan dapat mengurangi bahan yang terbuang.

Seperti halnya tipe tata letak fasilitas yang lain, tipe tata letak berdasarkan kelompok produk juga mempunyai kekurangan-kekurangan yaitu:

1. Utilisasi mesin yang rendah.
2. Memungkinkan terjadinya duplikasi mesin.
3. Biaya yang cukup tinggi untuk realokasi mesin.
4. Membutuhkan tingkat kedisiplinan yang tinggi karena ada kemungkinan komponen yang diproses berada pada sel yang salah.

2.3.4 Tata letak 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.

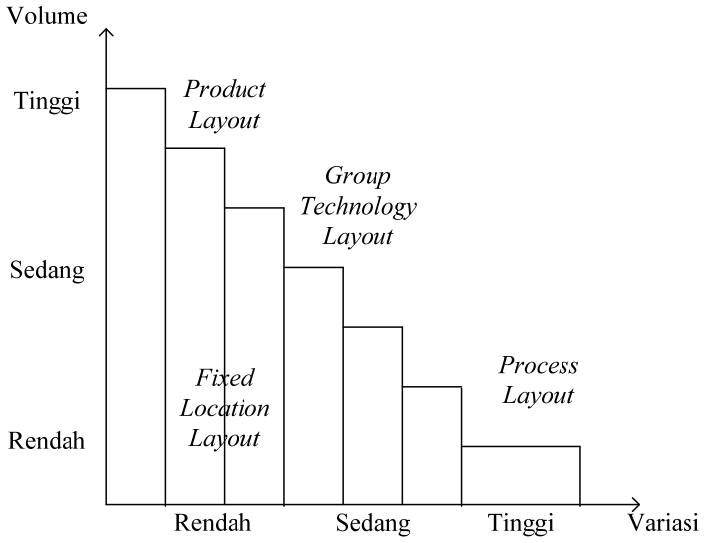
Keuntungan tata letak tipe ini adalah:

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.

Ditinjau dari bahasan keuntungan dan kerugian tiap tipe tata letak, maka dapat dibuat keputusan tipe tata letak apa yang akan digunakan. Untuk membuat keputusan digunakan peta Variasi-Quantitas (Peta V-Q). Jika variasi produk kecil dan kuantitasnya besar maka cenderung digunakan *product layout*, sebaliknya jika variasinya besar dan kuantitasnya kecil gunakan *process layout*. Dan *group technology layout* digunakan jika variasi sedang dan kuantitasnya sedang. *Fixed location layout* digunakan jika variasi rendah dan kuantitas rendah. Peta V-Q ditunjukkan seperti pada gambar 2.4



Gambar 2.2 Peta V-Q

2.4 Peta Proses Operasi

Peta proses operasi (OPC), yaitu 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 atau mesin yang dipakai.

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

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.

2.4.1 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 (dengan memperhitungkan efisiensi ditiap/pemeriksaan)
- Sebagai alat untuk mementukan tata letak pabrik
- Sebagai alat untuk melakukan perbaikan cara kerja yang sedang dipakai
- Sebagai alat untuk latihan kerja.

2.4.2 Prinsip Pembuatan Peta Proses Operasi

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

- 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 gambar.
- *Material* yang diproses diletakkan diatas garis horizontal, yang menunjukkan bahwa *material* tersebut masuk kedalam proses.
- Lambang-lambang ditempatkan dalam arah vertikal, yang menunjukkan 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 operasi yang baik, produk yang biasanya yang paling banyak memerlukan operasi, harus dipetakan terlebih dahulu, berarti dipetakan dengan garis vertikal disebelah kanan halaman kertas.

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.

2.4.3 Analisa Peta Proses Operasi

Ada 4 hal yang perlu diperhatikan/pertimbangkan 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. Keempat hal tersebut diatas, dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Bahan-bahan

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

b. 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.

c. 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 per satu dari semua objek yang dibuat. Tentunya cara yang terakhir tersebut dilaksanakan apabila jumlah produksinya sedikit.

d. Waktu

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

Lambang yang digunakan untuk membuat OPC adalah :



Proses *assembling*

Kegiatan dimana komponen mengalami perubahan karena dirakit dengan komponen lainya.



Pemeriksaan

Kegiatan memeriksa benda atau objek baik dari segi kualitas maupun kuantitas.



Aktivitas gabungan

Kegiatan dimana antara *assembling* dan pemeriksaan dilakukan bersamaan atau dalam selang waktu yang relatif singkat.



Penyimpanan

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

2.5 *Material Handling*

Secara umum defenisi *material handling* adalah sebagai berikut:

1. *Material handling* adalah seni dan ilmu pengetahuan dari perpindahan, penyimpanan, perlindungan dan pengawasan *material*.
   a. Seni

      Material handling dapat dinyatakan sebagai seni karena masalah-masalah *material handling* tidak dapat secara eksplisit diselesaikan semata-mata dengan formula atau model matematika.

b. Ilmu pengetahuan

Material handling dinyatakan sebagai ilmu pengetahuan karena menyangkut metode *enginering*.

c. Perpindahan

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

d. Penyimpangan

Penyimpanan *material* sebagai penyangga antar operasi, memudahkan dalam pekerjaan manusia dan mesin.

e. Perlindungan

Perlindungan *material* antara lain pengawasan, pengepakan dan pengelompokan *material* untuk melindungi kerusakan dan kehilangan *material*. Sistem *material handling* harus dirancang untuk meminimasi keperluan pengawasan dan untuk menurunkan biaya.

f. Pengawasan

Pengawasan *material* terdiri dari pengawasan fisik dan pengawasan status *material*. Pengawasan fisik adalah pengawasan yang berorientasi pada susunan dan jarak penempatan antar *material*. Pengawasan status adalah pengawasan tentang lokasi, jumlah, tujuan, kepemilikan, keaslian dan jadwal *material*.

g. *Material*

Sistem penanganan *material* disesuaikan dengan bentuk *material*, karena secara luas *material* ada yang berbentuk bubuk, padat, cair dan gas.

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

digunakan metode yang sesuai, maka sistem *material handling* akan terjamin/aman dan bebas dari kerusakan.

2.5.1 Tujuan *Material Handling*

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

1. Menjaga atau mengembangkan kualitas produk, mengurangi kerusakan dan memberikan perlindungan terhadap *material*.
2. Meningkatkan keamanan dan mengembangkan kondisi kerja.
3. Meningkatkan produktivitas:
4. Meningkatkan tingkat penggunaan fasilitas.
5. Mengurangi bobot mati
6. Sebagai pengawasan persediaan

2.5.2 Hubungan Antara Penanganan *Material* dan Tata Letak Pabrik

Dalam sistem manufaktur, dua aktivitas yang sering berpengaruh satu sama lain adalah penanganan *material* dan tata letak pabrik. Hubungan dua aktivitas tersebut menyangkut data yang diperlukan untuk rancangan tiap aktivitas, tujuan umum, pengaruh ruangan dan pola aliran. Secara khusus masalah tata letak pabrik membutuhkan informasi mengenai biaya operasi peralatan agar penempatan departemen dapat menimbulkan total biaya penanganan *material* yang minimum. Oleh karenanya dalam perancangan sistem penanganan *material*, harus diketahui panjang perpindahan *material*, waktu perpindahan, sumber dan tujuan perpindahan.

Tata letak pabrik dan penanganan *material* mempunyai tujuan umum yaitu meminimumkan biaya. Biaya penanganan *material* dapat diminimumkan dengan menyusun lebih dekat departemen-departemen yang berhubungan, agar perpindahan *material* terjadi dengan jarak yang pendek.

Minimasi biaya merupakan salah satu tujuan utama dari sistem penanganan *material*. Ada beberapa cara untuk mencapai tujuan tersebut, antara lain:

1. Mengurangi waktu menganggur peralatan.
2. Pemakaian maksimum peralatan untuk mendapatkan satuan muatan yang tinggi.
3. Meminimumkan perpindahan *material*.
4. Mengatur departemen-departemen sedekat mungkin agar jarak perpindahan *material* lebih pendek.
5. Mencegah perbaikan yang besar dengan melakukan perencanaan aktivitas perawatan yang lebih baik.
6. Harus menggunakan peralatan yang tepat untuk mengurangi kerusakan *material*.
7. Sedapat mungkin menggunakan prinsip gravitasi.
8. Menghindari pekerjaan yang tidak aman bagi tenaga kerja seperti mengangkat beban yang terlalu berat.
9. Mengurangi keanekaragaman jenis peralatan untuk mengurangi kebutuhan investasi.
10. Mengganti peralatan yang sudah usang dengan peralatan yang baru agar lebih efisien.

Penentuan ongkos *material handling* dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan tata letak fasilitas. Ditinjau dari segi biaya, tata letak yang baik adalah tata letak yang mempunyai total ongkos *material handling* kecil, meskipun dalam hal ini biaya bukan satu-satunya indikator untuk menyatakan bahwa tata letak itu baik dan masih banyak faktor-faktor lain yang perlu dipertimbangkan. Secara umum biaya yang termasuk dalam perancangan dan operasi sistem penanganan *material* adalah sebagai berikut:

1. Biaya investasi

   Yang termasuk dalam biaya ini adalah harga pembelian peralatan, harga komponen alat bantu dan biaya instalasi.
2. Biaya operasi yang terdiri dari:
   a. Biaya perawatan

b. Biaya bahan bakar
c. Biaya tenaga kerja yang terdiri dari upah dan jaminan kecelakaan.

3. Biaya pembelian muatan, yang digolongkan dalam pembelian alat-alat *material*.
4. Biaya yang menyangkut masalah pengepakan dan kerusakan *material*.

2.5.3 Ongkos *Material Handling*

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

- Meningkatkan kapasitas
- Memperbaiki kondisi kerja
- Memperbaiki pelayanan pada konsumen
- Meningkatkan kelengkapan dan kegunaan ruangan
- Mengurangi ongkos

Pada dasarnya kegiatan *material handling* adalah kegiatan tidak produktif, karena pada kegiatan ini bahan tidaklah 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 trasportasi. Menekan jumlah ongkos transportasi dapat dilakukan dengan cara menghapus langkah transportasi, mekanisasi, atau meminimasi jarak.

Beberapa aktivitas pemindahan bahan yang perlu diperhitungkan adalah sebagai berikut:

- Pemindahan bahan dari gudang bahan baku (*Receiving*) menuju departemen pabrikasi maupun departemen *assembling*.

- Pemindahan bahan yang terjadi diproses satu jenis mesin menuju jenis departemen yang lainnya.
- Pemindahan bahan dari departemen *assembling* menuju gudang barang jadi (*Shipping*).

Secara umum biaya *material handling* akan terbagi atas tiga klasifikasi, yaitu:

1. Biaya yang berkaitan dengan transportasi raw *material* dari sumber asalnya menuju pabrik dan pengiriman *finished goods product* ke konsumen yang dibutuhkannya. Biaya transportasi disini merupakan fungsi yang berkaitan dengan pemilihan lokasi pabrik dengan memperhatikan tempat dimana sumber *material* berada serta lokasi tujuannya.
2. *In-lant receiving and storage* yaitu biaya-biaya diperlukan untuk gerakan perpindahan *material* dari proses satu ke proses berikutnya, *ware housing* serta pengiriman produk lainnya.
3. *Handling material* yang dilakukan oleh operator pada mesin atau peralatan kerjanya serta proses perakitan yang berlangsung di atas meja perakitan.

Di dalam usaha menganalisa ongkos *material handling*, maka faktor-faktor berikut ini sudah seharusnya diperhatikan benar-benar, yaitu antara lain:

a. *Material*
    - Harga pembelian dari mesin/peralatan
    - Biaya seluruh *material* yang dipergunakan
    - *Maintenance cost and repair part inventory*
    - Biaya untuk peralatan bantu
    - Biaya untuk oli/pelumas
    - Biaya instalansi, termasuk disini seluruh *material* dan biaya upah pekerja dan pengaturan kembali.
b. *Salary and Wages*
    - *Direct labour costs* (seluruh personil yang terlibat di dalam pengoperasian peralatan *material handling*).
    - *Training costs* untuk menjalankan peralatan *material handling* tersebut
    - *Indirect labour costs* (staf dan servis departemen) dan lain-lain.

c. *Financial Charges*

- *Interest* untuk investasi peralatan *material handling*
- Biaya asuransi, *property taxes,* depresiasi dan lain-lain.

Untuk mengurangi biaya-biaya *material handling*, maka berikut ini diberikan beberapa hal yang sekiranyan akan mempengaruhi biaya *material handling*, dan untuk itu harus dicegah/dikoreksi sesegera mungkin.

a. *Idle machine time*

   Machine down time berarti penurunan produktivitas kerja dan tentu saja berarti yang terbuang. Bila mesin bekerja pelan atau berhenti sama sekali karena aliran *material* tidak lancar atau suplai *material* terlambat, maka hal ini bisa dikatakan sebagai ketidak efisienan pemakaian fasilitas *handling*.

b. *Production bottlenecks*

   Suatu interupsi terhadap aliran produksi akibat keterlambatan *material* akan menghentikan seluruh proses produksi (khususnya untuk *continuous industry*).

c. *Rehandling material*

   Setiap kali item harus ditangani, digerakkan atau dipindahkan maka hal ini berarti akan membutuhkan biaya. Teknik *material handling* seharusnya direncanakan dengan sebaik-baiknya sehingga akan bisa mengurangi frekuensi pemindahan *material*.

d. *Large inventories*

   Inventori pada dasarnya membutuhkan modal dan memerlukan fasilitas pergudangan yang sesuai, biasanya semakin efisien perencanaan sistem *material handling* maka akan semakin efisien pula kebutuhan inventorinya.

e. *Poor space utilization*

   Kebutuhan ruangan akan dipresentasikan dengan uang yang disediakan. Perencanaan *material handling* yang efektif akan dapat mengoptimalkan pemanfaatan ruang yang tersedia.

f. *Excesive maintenance*

   Biaya *maintenance* untuk peralatan *material handling* akan berarti dua kehilangan yang kita peroleh, waktu dan *material* yang dipakai untuk perawatan (*corrective* dan *material*) ditambah dengan waktu yang hilang dari

penggunaan peralatan itu sendiri. Aplikasi yang kurang tepat dan peralatan *material handling* akan menyebabkan hal-hal seperti yang diuraikan tersebut.

g. *In-efficient use of labor*

Pekerja atau operator bagian produksi dibayar untuk bekerja menghasilkan produk yang dikehendaki. Setiap saat waktu yang mereka miliki ternyata dipakai untuk kegiatan *material handling*, maka akan terjadi kehilangan kesempatan untuk melakukan hal-hal yang produktif.

h. *Damage material*

Kerusakan *material* akibat *handling* seringkali menimbulkan biaya yang besar. Untuk itu pemilihan metode dan peralatan *material handling* yang tepat akan dapat mencegah kerusakan-kerusakan karena *handling* ini.

i. *Demurrace*

Bila fasilitas *material handling* dibiarkan saja menganggur untuk beberapa lama, maka ekstra biaya akan keluar sia-sia akibat hal tersebut. Pengguanaan peralatan *material handling* secara efisien akan membantu mengatasi permasalahan ini.

j. *In-efficient use of equipment*

Industri *material handling equipment* pada dasarnya membutuhkan biaya, baik untuk investasinya maupun aplikasinya (operasional). *Material handling equipment* seharusnya dipilih menurut efektivitas fungsional dan tingkat efisiensi yang tinggi.

Secara umum, Ongkos *Material Handling* (OMH) dapat dihitung dengan cara:
OMH = ongkos alat angkut per meter gerakan x jarak tempuh pengangkutan
Total OMH = OMH x frekuensi aliran per satuan waktu.

2.5.4 Alat angkut *Material Handling*

Untuk menentukan alat angkut yang perlu diperhatikan adalah sebagai berukut:

- Berat material yang disesuaikan dengan daya angkut maksimal alat angkut.
- Bentuk dan jenis material serta ukuran luasnya disesuaikan dengan daya tumpang alat angkut

- Sifat material dimana harus diperhatikan kemungkinan menggunakan alat angkut khusus

Beberapa alat angkut yang sering digunakan:

- Alat angkut yang menggunakan tenaga manusia < 20 Kg
- Alat angkut dengan menggunakan *Walky Fallet* (15-50 Kg)
- Alat angkut dengan menggunakan Lift Truck (diatas 50 Kg)

2.6 Ukuran Jarak

Untuk menghitung jarak antar departemen ada beberapa macam sistem yang dipergunakan untuk melakukan pengukuran jarak suatu lokasi terhadap lokasi lain, antara *euclidean*, *square euclidean*, *rectilinear*, *asile distance*, *adjacency* dan sebagainya.

2.6.1 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.

$$d_{ij} = [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2]^{1/2} \quad \text{..... (2.1)}$$

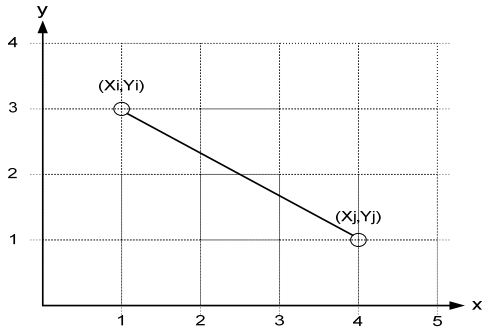
Di mana: X_i = koordinat x pada pusat fasilitas i

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:

$d_{ij} = [(1 - 4)^2 + (3 - 1)^2]^{1/2} = 3{,}6$



Gambar 2.3 Jarak *euclidean*

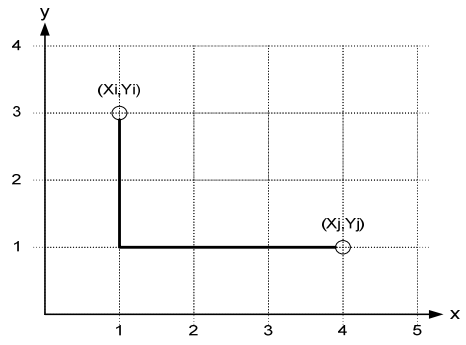
2.6.2 Jarak *Rectilinear*

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:

$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i + y_j| \quad \text{..... (2.2)}$$

Ukuran jarak *rectilinear* digambarkan berikut ini.



Gambar 2.4 Jarak *rectilinear*

Dari gambar 2.6 jarak antara i dan j adalah sebagai berikut.

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

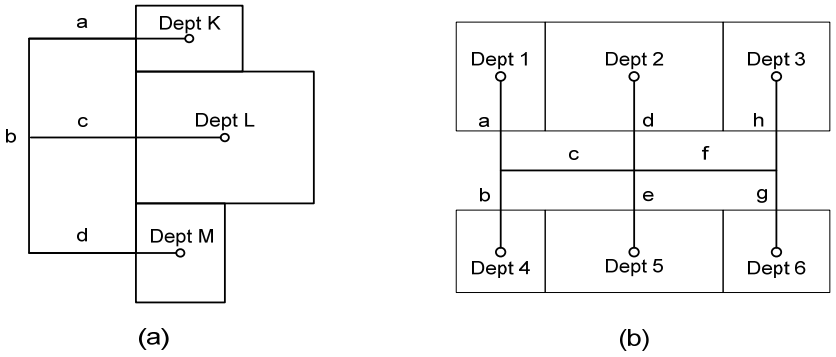
2.6.3 *Square Euclidean*

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*:

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

2.6.4 *Aisle*

Ukuran jarak *aisle* sangat berbeda dengan ukuran jarak seperti dikemukakan di atas. *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 2.5 Jarak untuk *aisle*

2.7 *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*, engkel 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* 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.

2.8 *Outflow*

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. Referensi perhitungan *outflow* dan *inflow* yaitu dari OMH dan FTC, yaitu ongkos yang dibutuhkan untuk *material handling* dari suatu mesin ke mesin lainnya dan sebaliknya.

Perhitungan sebagai berikut:

Out Flow = Ongkos di mesin M : ongkos yang keluar dari mesin M

In Flow = Ongkos di mesin M : ongkos yang keluar ke mesin M

In Flow departemen A ke departemen B

$$= \frac{nilai\ ongkos\ A\ ke\ B}{total\ ongkos\ masuk\ dari\ departemen\ B} \quad \text{.....(2.4)}$$

Out Flow departemen A ke departemen B

$$= \frac{nilai\ ongkos\ A\ ke\ B}{total\ ongkos\ keluar\ dari\ departemen\ B} \quad \text{.....(2.5)}$$

2.9 Skala Prioritas

Tabel skala prioritas (TSP) adalah suatu tabel yang menggambarkan urutan prioritas antar departemen/mesin dalam suatu lintas/*lay out* produksi dimana urutan prioritas antar departemen tersebut merupakan urutan yang sebenarnya yang didapat dari hasil *outflow* revisi. Referensi TSP didapat dari perhitungan *outflow-inflow*, dimana prioritas diurutkan berdasarkan harga koefisien ongkosnya.

Tujuan pembuatan TSP adalah:

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

2.10 *Activity Relationship Diagram* (ARD)

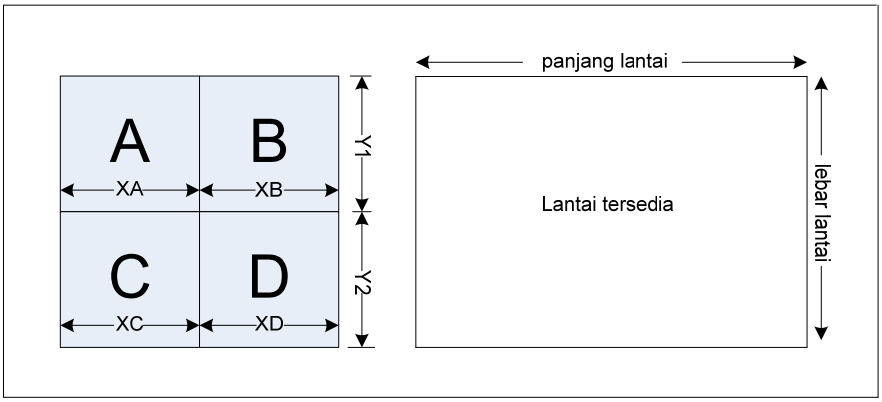
Activity Relationship Diagram adalah diagram hubungan antar aktivitas (departemen/mesin) berdasarkan tingkat prioritas kedekatan, sehingga diharapkan ongkos *material handling* minimum. Dasar untuk membuat *Activity Relationship Diagram* adalah Tabel Skala Prioritas, jadi yang menempati prioritas pertama pada Tabel Skala Perioritas letaknya harus didekatkan lalu diikuti prioritas berikutnya. Area pada *Activity Relationship Diagram* digambarkan dalam bentuk persegi empat yang sama (disini untuk sementara luas area dari tiap-tiap departemen diabaikan).

2.11 *Area Allocation Diagram* (AAD)

Area Allocation Diagram adalah merupakan lanjutan dari ARC, dimana ARC telah diketahui kesimpulan dari tingkat kepentingan antar akivitas. Maka dengan demikian berarti ada sebagian aktivitas harus dekat dengan aktivitas lainnya dan juga sebaliknya, atau dapat dikatakan bahwa hubungan antar aktivitas mempengaruhi tingkat kedekatan antar tata letak aktivitas tersebut.

Area Allocation Diagram adalah merupakan lanjutan penganalisaan tata letak setelah *activity Relationship chart* dan *Activity Relationship Diagram. Area Allocation Diagram* adalah merupakan penggambaran pabrik secara global karena informasi yang dapat dilihat hanya pemanfaatan area saja.

Jika diketahui hanya luas departemen saja, maka harus dilakukan perhitungan untuk mengetahui ukuran panjang dan lebar setiap departemen. Untuk menentukan panjang dan lebar departemen, dapat dilakukan perhitungan seperti contoh berikut:



Gambar 2.6 ARD dan luas lantai tersedia

$$Y1 = \frac{\Sigma\ luas\ departemen\ \ A\ dan\ B}{\text{panjang lantai}} \quad \text{.....(2.6)}$$

$$XA = \frac{\text{luas departemen A}}{Y1} \quad \text{.....(2.7)}$$