

BAB 3

LANDASAN TEORI

3.1. Definisi Tata Letak

Menurut Apple (1990) tata letak pabrik merupakan suatu susunan fasilitas fisik yang terdiri atas perlengkapan, tenaga, bangunan, dan sarana lain yang harus mempunyai tujuan mengoptimalkan hubungan antara petugas pelaksana, aliran barang, aliran informasi dan tata cara yang diperlukan untuk mencapai tujuan secara efektif, efisien, ekonomis dan aman.

Menurut Meyers (1993), tata letak pabrik merupakan pengaturan atau pengorganisasian fasilitas-fasilitas fisik perusahaan untuk menghasilkan efisiensi penggunaan peralatan, material, manusia dan energi.

Menurut Heragu (1997), fasilitas dapat didefinisikan sebagai bangunan dimana orang, material, dan mesin yang memiliki datang secara bersama-sama untuk maksud membuat produk yang dapat dihitung atau menyediakan layanan jasa.

Perencanaan fasilitas meliputi penentuan lokasi sistem manufaktur dan perencanaan fasilitas yang mencakup perancangan terhadap sistem fasilitas, perancangan tata letak dan perancangan sistem penanganan bahan yang diperlukan untuk aktivitas produksi.

3.2. Arti Penting Perencanaan Fasilitas Manufaktur

Menurut Apple (1990) konsep pentingnya perencanaan fasilitas adalah:

- a. Susunan perencanaan efisien bagi aliran material adalah persyaratan bagi produksi yang ekonomis.
- b. Pola aliran material menjadi dasar bagi penyusunan fasilitas fisik yang efektif.
- c. Pemindahan barang merupakan pola aliran statis ke dalam suatu kenyataan cerdas yang memberikan cara bagaimana material dipindahkan.
- d. Susunan fasilitas yang baik disekitar pola aliran material dapat menghasilkan pelaksanaan berbagai proses yang berkaitan secara efisien.
- e. Penyelesaian proses yang baik dapat meminimumkan biaya produksi.
- f. Biaya produksi minimum dapat memberikan keuntungan maksimal.

Menurut Meyers (1993) tata letak manufaktur dirancang sedemikian rupa sehingga dapat:

- a. Memungkinkan terjadinya aliran material yang lancar dan efisien.
- b. Meminimasi ongkos pemindahan material.
- c. Memberikan pemanfaatan yang efektif pada tenaga kerja, peralatan, ruang dan energi.
- d. Memberikan kenyamanan dan keselamatan.

3.3. Tujuan Perancangan Tata Letak

Menurut Apple (1990), tujuan utama merancang suatu tata letak fasilitas produksi antara lain:

- a. Memudahkan proses manufaktur.
- b. Meminimumkan pemindahan barang.
- c. Memelihara keluwesan susunan dan operasi.
- d. Memelihara perputaran barang setengah jadi yang tinggi.

- e. Menekan modal tertanam pada peralatan.
- f. Menghemat pemakaian ruang bangunan.
- g. Meningkatkan produktivitas tenaga kerja.
- h. Memberi kemudahan, kenyamanan, dan keselamatan dalam melaksanakan pekerjaan.

Menurut Meyers (1993), tujuan dari melakukan perancangan fasilitas antara lain:

- a. Meminimasi biaya produksi.
- b. Meningkatkan kualitas.
- c. Meningkatkan efisiensi penggunaan dari SDM, peralatan, ruang dan energi.
- d. Meningkatkan tingkat kepuasan dari pekerja, tingkat keselamatan pekerja dan kenyamanan pekerja.
- e. Mengendalikan biaya tugas.
- f. Memulai produksi secara tepat waktu.
- g. Membangun fleksibilitas didalam perencanaan.
- h. Mengurangi atau menghilangkan inventori yang berlebihan.

Menurut Tompkins et al (2003), tujuan perancangan tata letak adalah:

- a. Meningkatkan kepuasan konsumen dengan cara peka terhadap kebutuhan konsumen.
- b. Meningkatkan *Return On Assets* (ROA) dengan memaksimalkan perputaran inventori, meminimalkan persediaan kadaluarsa, memaksimalkan partisipasi para pekerja, dan memaksimalkan perbaikan berkelanjutan.
- c. Memaksimalkan kecepatan dalam merespon kebutuhan konsumen.
- d. Mereduksi biaya dan pertumbuhan keuntungan rantai pasok.

- e. Pengintegrasian rantai pasok melalui kemitraan dan komunikasi.
- f. Mendukung visi organisasi, melalui perbaikan penanganan material, dan pengelolaan perusahaan yang baik.
- g. Efektivitas penggunaan manusia, peralatan, ruang dan energi.
- h. Memaksimalkan *Return On Investment* (ROI).
- i. Memudahkan perawatan.
- j. Menjamin keselamatan bagi pekerja dan kepuasan pekerja.

3.4. Prinsip Dasar dari Perencanaan Desain Tata Letak

Menurut Muther (1970), ditinjau dari aspek dasar tujuan dan keuntungan dari suatu tata letak yang terencana dengan baik, maka ada enam dasar prinsip di dalam desain tata letak pabrik, yaitu:

- a. Prinsip integrasi total
Tata letak pabrik merupakan integrasi total dari seluruh elemen produksi yang menjadi satu unit operasi yang besar.
- b. Prinsip jarak pemindahan material yang paling minimal
Waktu proses pemindahan material antar operasi bisa dikurangi dengan jalan mengurangi jarak perpindahan tersebut, semakin dekat jarak perpindahan maka akan semakin baik.
- c. Prinsip aliran dari suatu proses kerja
Desain tata letak pabrik dibuat sebaik mungkin untuk menghindari adanya gerakan balik (*backtracking*), gerakan memotong (*cross-movement*)

dan kemacetan (*congestion*), sehingga material bisa terus bergerak antar operasi tanpa perlu adanya hambatan.

d. Prinsip pemanfaatan ruangan

Pergerakan manusia, mesin, material dan peralatan penunjang proses produksi lainnya terjadi dalam suatu ruang produksi yang memiliki tiga dimensi (x,y,z) atau memiliki aspek volume (*cubic*) dan tidak hanya aspek luas (*floor space*). Karena itu faktor dimensi ruangan ini perlu dipertimbangkan dalam desain tata letak pabrik.

e. Prinsip kepuasan dan keselamatan kerja

Desain tata letak yang baik dapat menciptakan kenyamanan bagi pekerja sehingga menimbulkan kepuasan kerja dan produktivitas pekerja bisa meningkat. Keselamatan kerja semakin terjamin dengan tata letak pabrik yang dibuat jauh dari sumber bahaya yang bisa membahayakan keselamatan pekerja.

f. Prinsip fleksibilitas

Efektivitas dan efisiensi desain tata letak pabrik bisa tercapai jika tata letak yang ada dibuat fleksibel untuk penyesuaian dan pengaturan kembali (*relayout*) di tengah kondisi ekonomi yang sangat kompleks dan cepat berubah, sehingga tata letak yang baru harus dibuat cepat dan murah.

3.5. Proses Perencanaan Fasilitas

Dalam merencanakan tata letak fasilitas produksi harus melalui tahap-tahap yang sistematis. Hal ini diperlukan agar tata letak yang kita hasilkan dapat

mendukung tujuan dari pengaturan tata letak tersebut. Tompkins et al (2003), menjabarkan proses perencanaan fasilitas dalam enam tahap yaitu:

- a. Mendefinisikan permasalahan.
- b. Menganalisis masalah.
- c. Membangun alternatif-alternatif desain.
- d. Mengevaluasi setiap alternatif.
- e. Memilih desain yang terbaik.
- f. Implementasi desain yang terbaik.

Berdasarkan pendekatan tersebut, proses perencanaan fasilitas untuk fasilitas manufaktur dapat disusun sebagai berikut (Tompkins et al, 2003):

- a. Definisikan atau definisikan kembali tujuan fasilitas, yaitu produk yang akan dibuat/diproduksi atau dirakit. Secara kuantitatif, volume atau level aktivitas juga dapat ditentukan.
- b. Spesifikasikan proses manufaktur dan aktivitas pendukung lain yang berkaitan untuk membuat produk tersebut. Termasuk dalam hal ini adalah operasi (proses), peralatan, orang, dan aliran material yang terjadi.
- c. Menentukan keterkaitan (*interrelationships*) keseluruhan aktivitas-aktivitas tersebut.
- d. Menentukan luas ruang yang dibutuhkan untuk keseluruhan aktivitas.
- e. Membangun alternatif rencana fasilitas. Termasuk disini adalah alternatif lokasi dan alternatif desain fasilitasnya.
- f. Mengevaluasi alternatif rencana fasilitas yang ada.
- g. Memilih rencana fasilitas yang terbaik.

- h. Mengimplementasikan rencana fasilitas terpilih. Proses instalasi tata letak terpilih dan mencoba menjalankan fasilitas.
- i. Mengatur dan menyesuaikan rencana fasilitas. Fasilitas yang baru mungkin membutuhkan penyesuaian fasilitas-fasilitas lain.
- j. Memperbaharui produk yang diproduksi atau dirakit dan mendefinisikan kembali tujuan fasilitas.

3.6. Faktor Dasar Perencanaan Fasilitas Manufaktur

Dalam merencanakan fasilitas manufaktur, terdapat tiga hal penting (faktor dasar) yang harus dipertimbangkan yaitu *flow* (aliran), *space* (ruang) dan *activity relationship* (hubungan kegiatan) (Tompkins et al, 2003). *Flow* tergantung pada *lotsize*, unit *loadsize*, alat penanganan material, susunan *layout* dan bentuk bangunan. *Space* adalah fungsi dari *lotsize*, sistem penyimpanan, tipe dan ukuran peralatan produksi, susunan *layout*, logitansi bangunan, pemeliharaan perusahaan dan kebijakan perusahaan, peralatan penanganan material, kantor, cafeteria, dan tempat istirahat. *Activity relationship* didefinisikan sebagai aliran material atau personil, pertimbangan lingkungan, struktur organisasi, metode peningkatan yang berkesinambungan, pengendalian isu dan kebutuhan proses.

3.6.1. Flow

Flow (aliran) meliputi aliran material, informasi, dan manusia antara departemen (Tompkins, 2003). Suatu perencanaan aliran yang efektif meliputi

pengkombinasian suatu pola aliran dengan *aisle* yang mencukupi untuk memperoleh pergerakan yang baik dari tempat asal ke tempat yang dituju.

Flow pattern atau pola aliran merupakan hal yang penting dalam perancangan fasilitas terutama dalam merencanakan aliran baik di dalam pabrik atau ke luar. *Flow pattern* dapat ditinjau sebagai pola aliran yang dibagi menjadi 3 bagian, yaitu:

a. Aliran didalam *workstation*(stasiun kerja)

Motion study atau studi gerakan dan ergonomi merupakan hal yang penting bagi aliran dalam *workstation*. Aliran gerak didalam *workstation* harus simultan, simetris, alami, *rhythmical*, dan *habitual*. Aliran yang simultan adalah penggunaan tangan, lengan, dan kaki yang terkoordinasi. Tangan, lengan dan kaki seharusnya memulai dan mengakhiri gerakan bersama-sama, dan tidak berhenti bersamaan kecuali selama waktu istirahat. Aliran yang simetris dihasilkan dari koordinasi gerakan terhadap *center of body*. Tangan kanan dan tangan kiri sebaiknya bekerja dengan koordinasi. Aliran yang alami adalah dasar dari pola aliran yang *rhythmical* dan *habitual*. *Natural movement* adalah yang kontinyu, membentuk kurva, dan menggunakan momentum. Aliran *Rhythmical* dan *habitual* menyatakan aktivitas yang metodis dan urutan yang otomatis sehingga dapat mengurangi kelelahan dan ketegangan mental, mata, dan otot.

b. Aliran di dalam departemen

Aliran di dalam departemen tergantung dari tipe departemen itu sendiri. Pada *product* dan *product*

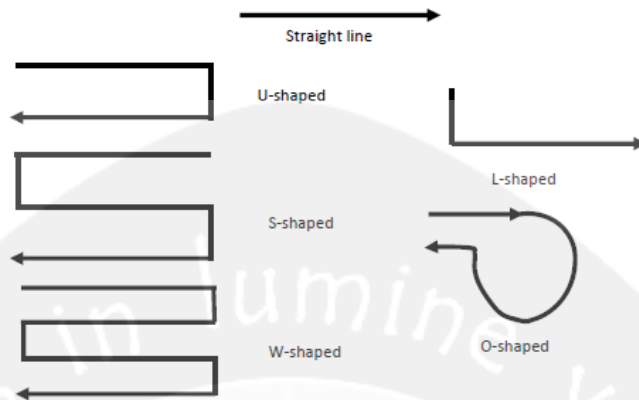
familydepartment, aliran yang terjadi mengikuti aliran produknya.

Pola aliran *end-to-end*, *back-to-end* dan *odd-angle* dapat menjadi indikator bagi *product department* di mana satu operator bekerja pada satu *workstation*. Pola *front-to-front* digunakan jika satu operator bekerja pada dua *workstation*. Pada *process department* hanya ada sedikit aliran antar *workstation* dalam departemen. *Flow* umumnya terjadi antara *workstation* gang (*aisle*). *Flow pattern* dipengaruhi oleh orientasi (arah) dari *workstation* terhadap *aisle*. Ada tiga pola umum yaitu paralel, tegak lurus, dan diagonal.

Jenis mana yang dipilih tergantung pada interaksi antar area *workstation*, *space* yang tersedia, dan ukuran material yang akan ditangani. Pola diagonal umumnya dipakai pada *aisle* satu arah. Pola diagonal juga memerlukan luas area yang lebih sedikit dibandingkan pola paralel dan tegak lurus. Namun *aisle* satu arah kurang fleksibel sehingga pola ini jarang diterapkan.

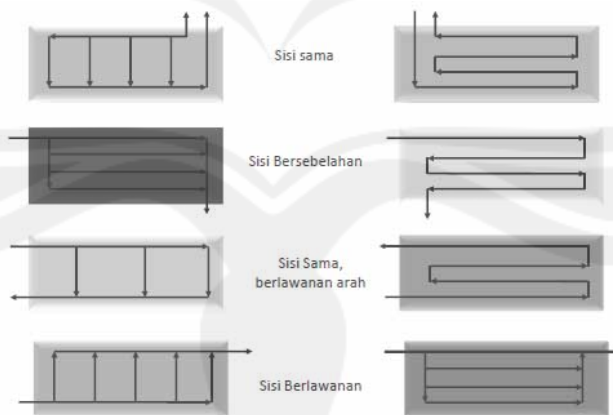
c. Aliran antar departemen

Aliran antar departemen merupakan kriteria yang sering digunakan untuk mengevaluasi keseluruhan aliran di dalam fasilitas. Pola aliran pada umumnya seperti ditunjukkan Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Pola Aliran Umum Antar Departemen

Hal yang penting pada pola aliran ini adalah lokasi untuk masuk (*receiving*) dan keluar (*shipping*). Biasanya lokasi ini telah ditentukan pada saat pembuatan bangunan dan pola aliran kemudian menyesuaikan. Pola aliran berdasarkan letak lokasi *receiving* dan *shipping* ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Pola Aliran Berdasarkan Letak *Shipping* dan *Receiving*

Perencanaan suatu aliran yang efektif merupakan suatu proses perencanaan yang hirarki (Tompkins et al, 2003). Suatu aliran yang efektif dalam suatu fasilitas tergantung pada aliran yang efektif antar departemen, dalam suatu departemen, dan dalam suatu stasiun kerja. Untuk mendapatkan aliran yang efektif, maka prinsip berikut ini perlu dicapai:

- a. Maksimalkan aliran langsung
- b. Minimalkan terjadinya aliran
- c. Minimalkan biaya aliran

Prinsip dalam meminimalkan biaya akibat dari aliran yang terjadi dapat dilihat dari dua pandangan sebagai berikut:

- a. Meminimalkan penanganan secara manual dengan cara meminimalkan kegiatan berjalan, jarak *travel* manual, dan gerakan.
- b. Menghilangkan penanganan secara manual dengan mekanisasi atau otomatisasi suatu aliran, sehingga pekerja dapat secara penuh mengerjakan suatu operasi produktif.

Untuk mengevaluasi suatu alternatif, maka dibutuhkan suatu pengukuran aliran (Tompkins et al, 2003). Aliran dapat digolongkan menjadi dua keadaan yaitu kualitatif dan kuantitatif.

Pengukuran secara kuantitatif dapat berupa unit/jam, jumlah perpindahan/hari, atau satuan biaya/waktu. Umumnya aliran tersebut ditampilkan berupa *from to chart*. *From to chart* juga disebut sebagai *travel chart* atau *cross chart* yang terdiri dari nomor yang mewakili beberapa ukuran dari aliran material

antara 2 mesin, departemen, bangunan, atau lokasi (Francis, 1992).

Pengukuran secara kualitatif dapat dilakukan dengan menggunakan nilai hubungan kedekatan Muther (Tompkins, 2003). Richard Muther mengembangkan suatu metode keterkaitan untuk membantu menentukan kegiatan yang harus diletakkan pada suatu tempat, yaitu dengan menggunakan suatu pengelompokan derajat kedekatan, yang diikuti dengan tanda bagi tiap derajat kedekatan tersebut. Nilai hubungan kedekatan Muther dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Derajat Kedekatan Muther

Value	Closeness
A	<i>Absolute necessary</i>
E	<i>Especially important</i>
I	<i>Important</i>
O	<i>Ordinary</i>
U	<i>Unimportant</i>
X	<i>Undesirable</i>

Sandi tersebut digunakan dalam *Activity Relationship Chart* (ARC) atau peta keterkaitan. ARC adalah suatu metode untuk merencanakan dan menganalisis keterkaitan antara setiap kelompok kegiatan yang saling berkaitan.

3.6.2. Space

Dalam merencanakan suatu fasilitas kita juga harus menentukan kebutuhan akan ruang yang akan dipakai untuk

menempatkan fasilitas tersebut. Barangkali kesulitan utama dalam perencanaan fasilitas adalah menentukan *space* (ruang) yang diperlukan (Tompkins et al, 2003). Suatu fasilitas biasanya didesain untuk lima sampai sepuluh tahun kedepan. Keadaan suatu perusahaan akan berubah-ubah karena pengaruh teknologi, perubahan produk, perubahan tingkat permintaan, dan struktur organisasi dimasa mendatang. Keadaan-keadaan yang tidak tentu tersebut menyebabkan seorang perancang fasilitas menghadapi kesulitan dalam menentukan *true space requirements*. Untuk mengatasi hal tersebut, seorang perancang akan memberikan sejumlah kelonggaran pada suatu *space*.

Dalam menentukan suatu *space*, seharusnya dikembangkan dari bawah. Pada industri modern ini, kebutuhan akan *space* berkurang karena adanya:

1. Produk dikirim (*deliver*) sampai *point of use* dengan *lot size* dan ukuran *unit load* yang lebih kecil.
2. Area untuk *storage*/penyimpanan didesentralisasi dan didekatkan pada *point of use*.
3. Inventori yang lebih sedikit karena penggunaan sistem "*pull*" dari proses yang berikutnya dengan memakai *kanban*. Ketidakefisienan internal dan eksternal sudah banyak dikurangi.
4. Susunan tata letak yang lebih efisien, misalnya dengan sistem *manufacturing cells*.
5. Ukuran perusahaan yang lebih kecil dengan pabrik yang lebih terfokus, struktur organisasi yang ramping, desentralisasi fungsi, tenaga kerja yang

multifungsi, lingkungan dengan tim yang berperformansi tinggi.

6. Pemakaian bersama kantor dan penggunaan telekomunikasi.

Di dalam suatu *workstation* harus terdapat area untuk peralatan, material, dan personel (Tompkins, 2003). *Space* peralatan untuk suatu *workstation* terdiri dari *space* untuk:

- a. *Equipment/machine*
- b. *Machine travel*
- c. *Machine maintenance*
- d. *Plant services*

Space untuk material dalam suatu *workstation* terdiri dari *space* untuk:

- a. *Receiving dan storing inbound material*
- b. *In process material*
- c. *Storing outbound materials and shipping*
- d. *Storing and shipping waste and scrap*
- e. *Tools, fixtures, jigs, dies, and maintenance material*

Space pekerja dalam suatu *workstation* terdiri dari *space* untuk:

- a. Operator
- b. Penanganan material
- c. Jalan masuk dan jalan keluar operator

3.6.3. Activity Relationship

Activity Relationship (keterbukaan antar aktifitas) menyediakan dasar bagi pengambilan keputusan dalam proses perencanaan fasilitas (Tompkins et al, 2003). Hubungan-hubungan tersebut meliputi:

1. *Organizational relationship*, dipengaruhi oleh struktur hubungan pengendalian dan pelaporan dalam organisasi.
2. *Flow relationship*, termasuk aliran material, orang, peralatan, informasi dan uang.
3. *Control relationship*, termasuk sentralisasi atau desentralisasi kontrol material, *real time* atau *batch inventory control*, *shop floor control* dan *level of automation and integration*.
4. *Environmental relationship*, termasuk pertimbangan keselamatan dan temperatur, kebisingan, asap, kelembababan, dan debu.
5. *Process relationship*, seperti *floor loadings*, kebutuhan untuk *water treatment*, proses kimia, dan pelayanan khusus yang lain.

Beberapa hubungan dapat diekspresikan secara kuantitatif, dan yang lainnya secara kualitatif (Tompkins et al, 2003). *Flow relationship* misalnya, biasanya diekspresikan dalam jumlah pemindahan per jam, jumlah bahan yang dipindahkan per shift, atau jumlah dokumen yang diproses per bulan. Hubungan organisasional biasanya ditunjukkan secara formal dengan bagan struktur organisasi. Bagaimanapun juga, terdapat hubungan organisasional secara informal dan harus dipertimbangkan dalam menentukan hubungan aktifitas untuk suatu organisasi. Sebagai contoh, secara formal *quality control* mempunyai hubungan organisasional yang terbatas dengan fungsi *receiving* dalam suatu *warehouse*, bagaimanapun juga karena kebutuhan untuk berinteraksi lebih dekat, hubungan

organisasional secara informal berkembang diantara dua fungsi tersebut.

3.7. Tipe Desain Fasilitas

3.7.1. Tata letak fasilitas berdasarkan fungsi atau macam proses (*process layout*)

Tata letak berdasarkan macam proses sering dikenal dengan *process* atau *functional layout* adalah metode pengaturan dan penempatan mesin serta peralatan produksi yang memiliki tipe atau jenis sama ke dalam satu departemen.

Beberapa pertimbangan dalam menentukan tata letak berdasarkan aliran proses ini:

- a. Produk yang dari banyak tipe atau model yang khusus.
- b. Volume produk dalam jumlah kecil dan jangka waktu yang relatif singkat.
- c. Aktivitas *motion* and *time study* sangat sulit dilaksanakan karena jenis pekerjaan berubah-ubah.
- d. Memerlukan pengawasan yang banyak selama operasi berlangsung.
- e. Satu tipe mesin dapat melaksanakan lebih dari satu macam operasi kerja (*general purpose*).
- f. Material dan produk terlalu berat dan sulit untuk dipindahkan.
- g. Banyak memakai peralatan berat dan memerlukan perawatan khusus.

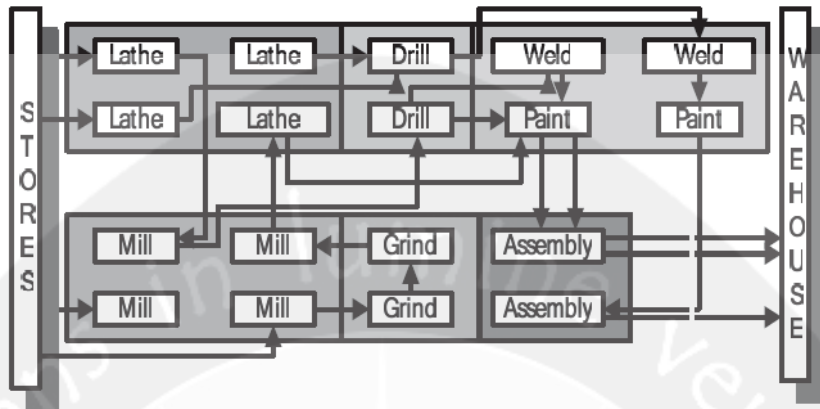
Keuntungan tipe tata letak macam proses adalah sebagai berikut:

- a. Total investasi yang rendah untuk pembelian mesin.
- b. Fleksibilitas tenaga kerja dan fasilitas produksi besar dan sanggup mengerjakan berbagai macam jenis dan model produk.
- c. Adanya kemungkinan aktivitas supervisi yang lebih baik dan efisien melalui spesialisasi pekerjaan.
- d. Pengendalian dan pengawasan akan lebih mudah dan baik, terutama untuk pengerjaan yang sukar dan membutuhkan ketelitian tinggi.
- e. Mudah untuk mengatasi *breakdown* dari mesin.

Kekurangan dari tipe tata letak macam proses adalah sebagai berikut:

- a. Menimbulkan aktivitas pemindahan material.
- b. Adanya kesulitan dalam hal menyeimbangkan kerja dari setiap fasilitas produksi yang ada.
- c. Perlunya menambah area untuk *work in process storage*.
- d. Pemakaian mesin atau fasilitas produksi tipe *general purpose* akan menyebabkan banyaknya macam produk yang harus dibuat sehingga pengendalian proses produksi menjadi kompleks.
- e. Diperlukan *skill* operator yang tinggi untuk menangani berbagai macam aktivitas produksi yang memiliki variasi besar.

Gambar 3.3 menunjukkan tipe tata letak fasilitas macam proses



Gambar 3.3. Tata Letak Berdasarkan Macam Proses

3.7.2. Tata letak fasilitas berdasarkan aliran produksi (*product layout*)

Tata letak berdasarkan aliran produksi ini merupakan tipe *layout* yang paling populer untuk pabrik yang memproduksi massal (*mass production*). Dalam tata letak tipe ini, suatu produk akan dapat dikerjakan sampai selesai didalam departemen tersebut tanpa perlu dipindah-pindahkan ke departemen lain.

Beberapa pertimbangan dalam penempatan *layout* berdasarkan aliran produksinya:

- a. Hanya ada satu atau beberapa standard produk yang dibuat.
- b. Produk dibuat dalam jumlah besar untuk jangka waktu relatif lama.
- c. Adanya kemungkinan untuk mempelajari studi gerakan dan studi waktu guna menentukan laju produksi per satuan waktu.
- d. Adanya keseimbangan lintasan (*line balancing*) yang baik antara operator dan peralatan produksi. Setiap

mesin diharapkan menghasilkan jumlah produk per satuan waktu yang sama.

- e. Memerlukan aktivitas inspeksi yang sedikit selama aktivitas proses produksi berlangsung.
- f. Satu mesin hanya digunakan untuk melaksanakan satu macam operasi kerja dari jenis komponen yang serupa.
- g. Aktivitas pemindahan bahan dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja lainnya dilaksanakan secara mekanis, umumnya dengan menggunakan konveyor
- h. Mesin-mesin yang berat dan memerlukan perawatan khusus jarang sekali dipergunakan dalam hal ini. Mesin produksi biasanya dipilih tipe spesial purpose dan tidak memerlukan *skill* operator yang tinggi.

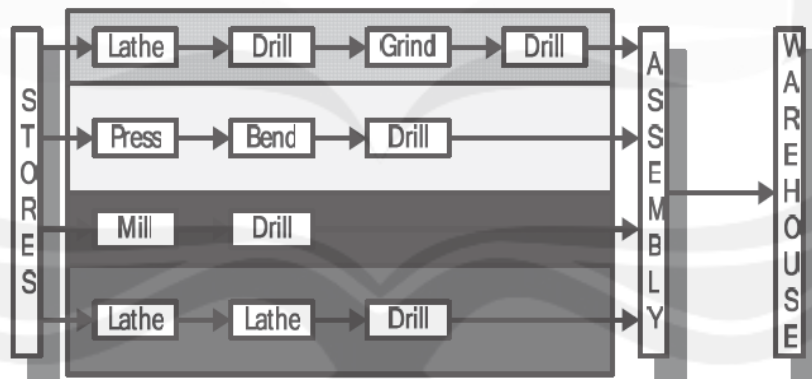
Keuntungan tipe tata letak berdasarkan aliran produksi adalah sebagai berikut:

- a. Aliran pemindahan material berlangsung lancar, sederhana, logis dan biaya *material handling* yang rendah.
- b. Total waktu yang dipergunakan untuk produksi relatif singkat.
- c. *Work in process* jarang terjadi karena lintasan produksi sudah diseimbangkan.
- d. Adanya insentif bagi kelompok karyawan akan dapat memberikan motivasi guna meningkatkan produktivas kerjanya.
- e. Tiap unit produksi atau stasiun kerja memerlukan luas area yang minimal.
- f. Pengendalian proses produksi mudah dilaksanakan.

Kekurangan tipe tata letak berdasarkan aliran produksi adalah sebagai berikut:

- a. Adanya kerusakan salah satu mesin akan dapat menghentikan aliran proses produksi secara total.
- b. Tidak adanya fleksibilitas untuk membuat produk yang berbeda. Perubahan rancangan produk akan menyebabkan *layout* menjadi tidak efektif untuk dipakai.
- c. Stasiun kerja yang paling lambat akan menjadi hambatan bagi aliran produksi.
- d. Adanya investasi dalam jumlah besar untuk pengadaan mesin baik dari segi jumlah maupun akibat "spesialisasi" fungsi yang harus dimilikinya.

Gambar 3.4 menunjukkan tipe tata letak fasilitas berdasarkan aliran produksi



Gambar 3.4. Tata Letak Berdasarkan Aliran Produksi

3.7.3. Tata letak fasilitas berdasarkan kelompok produk (*cellular layout/GT layout*)

Tata letak tipe ini didasarkan pada pengelompokan produk atau komponen yang akan dibuat. Produk-produk

yang identik dikelompokkan berdasarkan langkah pemrosesan, bentuk, mesin atau peralatan yang dipakai.

Pada tipe *group technology layout* ini mesin-mesin atau fasilitas produksi nantinya akan dikelompokkan dan ditempatkan dalam sebuah "*manufacturing cell*" karena di sini setiap kelompok produk akan memiliki urutan proses yang sama, maka akan menghasilkan tingkat efisiensi yang tinggi dalam proses manufakturnya.

Keuntungan tipe tata letak fasilitas berdasarkan kelompok produk adalah sebagai berikut:

- a. Adanya pengelompokan produk sesuai dengan proses pembuatannya maka akan dapat diperoleh pendayagunaan mesin yang maksimal.
- b. Lintasan aliran kerja menjadi lebih lancar dan jarak perpindahan material diharapkan lebih pendek bila dibandingkan tata letak berdasarkan fungsi atau macam proses.
- c. Berdasarkan pengaturan tata letak fasilitas produksi selama ini maka suasana kerja kelompok akan bisa dibuat sehingga keuntungan-keuntungan dari aplikasi *job enlargement* juga akan diperoleh.
- d. Memiliki keuntungan-keuntungan yang bisa diperoleh dari produk *layout* dan proses *layout* karena pada dasarnya pengaturan tata letak tipe kelompok produk merupakan kombinasi dari kedua tipe *layout* tersebut.

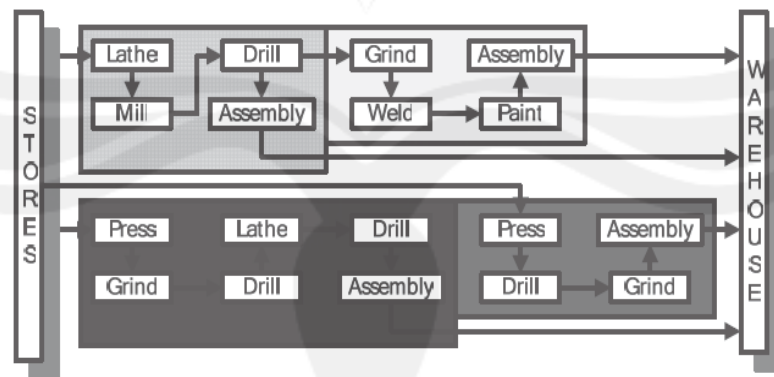
Kekurangan tipe tata letak fasilitas berdasarkan kelompok produk adalah sebagai berikut:

- a. Diperlukan tenaga kerja dengan keterampilan tinggi untuk mengoperasikan semua fasilitas produksi yang

ada. Untuk ini diperlukan aktivitas supervisi yang ketat.

- b. Kelancaran kerja sangat tergantung pada kegiatan pengendalian produksi khususnya dalam hal menjaga keseimbangan aliran kerja yang bergerak melalui individu-individu sel yang ada.
- c. Bilamana keseimbangan aliran setiap sel yang ada sulit dicapai, maka diperlukan adanya "buffers & work in process storage".
- d. Beberapa kerugian dari tipe tata letak macam proses dan tipe tata letak berdasarkan aliran produksi akan dijumpai di tipe tata letak berdasarkan kelompok produk.
- e. Kesempatan untuk dapat mengaplikasikan fasilitas produksi tipe *special-purpose* sangat sulit untuk dilakukan.

Gambar 3.5 menunjukkan tipe tata letak fasilitas berdasarkan kelompok produk



Gambar 3.5. Tata Letak Berdasarkan Kelompok Produk

3.8. Activity Relationship Chart (ARC)

Peta keterkaitan kegiatan (*activity relationship chart*) adalah suatu metode untuk merencanakan dan

menganalisis keterkaitan antara setiap kelompok kegiatan yang saling berkaitan.

Peta ini berguna untuk:

- a. Penyusunan pendahuluan *from-to chart*.
- b. Lokasi relatif dari pusat kerja atau departemen dalam satu kantor.
- c. Lokasi kegiatan dalam usaha pelayanan.
- d. Lokasi pusat kerja dalam operasi perawatan dan perbaikan.
- e. Lokasi relatif dari daerah pelayanan dalam satu fasilitas produksi
- f. Menunjukkan hubungan satu kegiatan dengan yang lainnya serta alasannya
- g. Memperoleh satu landasan bagi penyusunan daerah selanjutnya

Sandi keterkaitan menunjukkan keterkaitan satu kegiatan dengan yang lainnya dan seberapa penting setiap kedekatan hubungan yang ada. Huruf-huruf (A, E, I, O, U dan X) diletakkan pada bagian atas kotak. Terkadang digunakan juga warna untuk menunjukkan derajat kedekatan ini. Angka sandi dimasukkan dikotak bawah yang menunjukkan alasan yang mendukung setiap kedekatan hubungan. Sandi - sandi tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Sandi warna kedekatan
 1. A (Merah) - Mutlak perlu
 2. E (Jingga) - Sangat penting
 3. I (Hijau) - Penting
 4. O (Biru) - Kedekatan biasa
 5. U (Tak berwarna) - Tidak perlu
 6. X (Coklat) - Tak diharapkan

- b. Angka sandi alasan kedekatan keterkaitan produksi
 - 1. Urutan aliran kerja
 - 2. Mempergunakan peralatan yang sama
 - 3. Menggunakan catatan yang sama
 - 4. Menggunakan ruang yang sama
 - 5. Bising, kotor, debu, getaran, dsb
 - 6. Memudahkan pengambilan barang
- c. Angka sandi alasan kedekatan keterkaitan pegawai
 - 1. Menggunakan pegawai yang sama
 - 2. Pentingnya berhubungan
 - 3. Derajat hubungan kepegawaian
 - 4. Jalur perjalanan normal
 - 5. Kemudahan pengawasan
 - 6. Melaksanakan pekerjaan serupa
 - 7. Disukai pegawai
 - 8. Perpindahan pegawai
 - 9. Gangguan pegawai
- d. Angka sandi alasan kedekatan keterkaitan pegawai
 - 1. Menggunakan catatan yang sama
 - 2. Derajat hubungan kertas kerja
 - 3. Menggunakan alat komunikasi yang sama

3.9. Analisis BLOCPAN

BLOCPAN adalah sebuah program yang dikembangkan oleh Donaghey dan Pire pada tahun 1991 dengan mengembangkan tata ruang (*layout*) *single-story* dan *multi-story*. *BLOCPAN* merupakan sebuah algoritma untuk pemecahan masalah tata ruang (*layout*) dan menangani data kuantitatif sebaik data kualitatif. *BLOCPAN* mengizinkan pengguna untuk memasukkan data *routing* (aliran) yang berdasarkan data tersebut.

BLOCPPLAN menghitung aliran atau frekuensi dalam matrik perjalanan. Hal ini mengizinkan pengguna untuk memilih dari 4 ketentuan sebelumnya dan pengguna lainnya menentukan bentuk empat persegi panjang untuk bentuk bangunannya, dan pengguna dapat secara manual memasukkan berbagai fasilitas didalamnya. Sebagian besar pengelompokannya berdasarkan jenis input data yang dibutuhkan.

Beberapa algoritma dapat menerima data secara kualitatif, contohnya adalah peta hubungan (*relationship chart*) sedangkan yang lainnya berupa data aliran secara kuantitatif seperti peta dari-ke (*From-to chart*). Ada juga beberapa algoritma seperti *BLOCPPLAN* dapat menerima keduanya tetapi bagaimanapun juga peta tersebut hanya digunakan pada saat tata ruang (*layout*). Hal utama yang ditanamkan pada *BLOCPPLAN* berupa perbaikan atau algoritma penukaran. Orang lain dapat menentang bahwa seharusnya hanya sebuah algoritma untuk perbaikan, tetapi *BLOCPPLAN* memiliki keduanya yaitu pembangunan dan perbaikan yang ditanamkan didalamnya.

BLOCPPLAN secara maksimum dapat memuat 18 fasilitas, pengguna memiliki 3 jalan dalam penyediaan aliran datanya:

- a. Diambil data kualitatif dari peta hubungannya.
- b. Data dapat disediakan secara kuantitatif dari matrik aliran.
- c. Pengguna dapat dengan mudah menentukan jenis dan jumlah komponen yang akan diproduksi sebagai aliran informasi untuk tiap komponennya.

BLOCPPLAN kemudian akan menghitung matrik alirannya. Jika ada dua aliran yang digunakan maka

BLOCPLAN mengubah matrik aliran menjadi peta hubungan yang sepadan dengan membagi aliran maksimum dengan 5. Misalnya A menunjukkan hubungan setiap elemen yang bernilai antara 4 - 5 dari harga aliran maksimum di matrik. E menunjukkan hubungan aliran elemen matrik yang bernilai antara 3 - 5 dari harga aliran maksimumnya. I, O, U menunjukkan hubungan tiap elemen yang bernilai antara 2 - 5 dan 3 - 5, 1 - 5 dan 0 - 5 dari harga aliran maksimumnya. Peta hubungan selanjutnya digunakan untuk membuat tata ruang (*layout*).

BLOCPLAN dapat membuat tata ruang:

- a. Secara acak menggunakan algoritma pembangunan Algoritma *layout* secara acak menggunakan *layout* tanpa mempertimbangkan aliran atau interaksi antar departemen.
- b. Menggunakan algoritma penanaman perbaikan Algoritma perbaikan membutuhkan sekurangnya tata letak (*layout*) awal yang harus tersedia dan disimpan. *BLOCPLAN* menjalankan sebuah perubahan dan menghitung nilai kedekatannya dan nilai jaraknya dari *layout* yang baru. Setelah terjadi perubahan, *layout* yang baru (ada ataupun tidak ada perbaikan didalamnya) dicetak sepanjang nilai kedekatan dari *layout* baru dan *layout* awal dan angka iterasi sekarang. Pengguna memiliki pilihan dalam menganalisis *layout* yang sekarang, melanjutkan atau mengakhiri perbaikan tersebut, dan menyimpan *layout* hasilnya. Jumlah maksimum dari iterasi adalah tertentu dan tergantung dari ukuran masalahnya.

c. Menggunakan pencarian algoritma secara otomatis

Pencarian algoritma secara otomatis membutuhkan *layout* awal secara acak, menggunakan algoritma tata letak secara acak dan kemudian menggunakan algoritma tata letak secara acak dan kemudian menggunakan algoritma perbaikan untuk memperbaikinya. Perubahan dari fasilitas akan terjadi terus menerus sampai *layout* perbaikan dihasilkan. Kemudian langkah tersebut diulang (maksimal 20 kali).

Untuk menentukan nilai kedekatan tiap *layout*, *BLOCPLAN* memperhitungkan jumlah harga positif yang sesuai dengan semua kode hubungan. Kemudian diperiksa kode hubungan kedekatan fasilitas di *layout* dan menambahkan harga yang sesuai. Terakhir dibagi dengan nilai sebelumnya untuk mendapatkan nilai kedekatannya. Untuk menentukan nilai *rel-distance*, *BLOCPLAN* memperhitungkan harga waktu dan jarak sebenarnya dari kode hubungan yang sesuai antara tiap pasang fasilitas. Kemudian menambahkan nilai perhitungan untuk menambahkan nilai *rel-dist score*. Secara matematik nilai kedekatan dapat diperoleh dalam persamaan 3.1

$$\text{nilai kedekatan} = \frac{\sum_{i=j}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n R_{ij} D_{ij}}{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n R_{ij}} \quad (3.1)$$

dan untuk nilai *R-score* diperoleh dari persamaan 3.2

$$R\text{-score} = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n d_{ij} R_{ij} \quad (3.2)$$

dengan:

D = 1 atau 0. D bernilai 1 jika fasilitas i dan j pada rantai yang sama dan berdekatan, bernilai 0 jika yang lain.

R_{ij} = nilai yang digunakan sebagai pengganti kedekatan antara fasilitas i dan j .

n = jumlah total fasilitas.

d_{ij} = jarak rectilinier antar fasilitas i dan j .

Pasangan fasilitas yang memiliki nilai negatif tidak termasuk dalam persamaan nilai kedekatan. Sebagai pengganti nilai *rel-dist score* secara langsung, *BLOCPLAN* menormalisasikan nilainya dan mencetak hasilnya. Jadi memperhitungkan batas atas dan batas bawah pada harga dari nilai *rel-distnya* dengan menggandakan 2 vektor yaitu vektor jarak dimana elemennya disusun dalam perintah tidak mengurangi dan kode hubungan atau vektor aliran dimana elemennya disusun dalam perintah tidak menambahkan. Vektor pertama termasuk jaraknya dan mengingat yang kedua termasuk harga yang sesuai dengan kode hubungan diantara tiap pasang fasilitas. *BLOCPLAN* mencoba untuk meminimasi jarak waktu aliran secara keseluruhan antara semua fasilitas, batas bawah diperoleh dengan menyusun elemen dari vektor aliran dalam perintah tidak mengurangi dan elemen vektor jarak dalam perintah tidak menambahkan, membandingkan OFV dengan solusi lain yang mudah. Secara nyata, solusi optimal merupakan salah satu didalam OFV yang paling akhir untuk batas bawah (diantara seluruh solusi mudah yang mungkin). Untuk mendapatkan batas atas, kita dapat melakukan sebaliknya yang telah kita lakukan untuk memperhitungkan batas

bawah penyusunan elemen dari dua vektor sehingga elemen aliran terbesar yaitu mencocokkan dengan elemen jarak terbesar dan menggandakan kedua vektor.

Blocplan memperhitungkan batas atas, batas bawah dan menentukan nilai normalisasi *rel-dist* yang disebut *R-score* seperti pada persamaan 3.3.

$$R\text{-score}=1-\frac{(\text{nilai jarak relatif-batas bawah})}{(\text{batas atas-batas bawah})} \quad (3.3)$$

Jadi bila hasil *R-score* adalah 1 maka solusi tersebut optimal. Tentu saja *R-score* sama dengan 1 sangat tidak mungkin karena hal ini berarti nilai *rel-dist* dari *layout* mendekati batas bawahnya. Demikian pula jika *R-score* sama dengan 0 tidak mungkin terjadi yang berarti *layout* tersebut merupakan *layout* terburuk yang tidak mungkin terjadi karena OFV mendekati batas atasnya.

Keuntungan utama dari *BLOCPLAN* yaitu mudah dalam penggunaannya. Memudahkan pengguna untuk mengubah data yang telah dimasukkan sebelumnya, memperbaiki posisi dari fasilitas, dan secara manual memasukkannya di lokasi yang diinginkan. *BLOCPLAN* juga mencetak tabel dari penyusunan *layout* yang menunjukkan nilai *rel-dist* seperti normalisasi *R-score* untuk tiap *layout* bersama dengan beberapa informasi lainnya.