

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penelitian yang dilakukan diperlukan dasar-dasar argumentasi ilmiah yang berhubungan dengan konsep-konsep yang dipermasalahkan dalam penelitian dan akan dipakai dalam analisis. Dalam bab ini akan dijelaskan beberapa dasar-dasar atau teori mengenai tata letak fasilitas, proses pemindahan bahan, dan algoritma yang digunakan dalam perancangan tata letak fasilitas.

#### 2.1 PENELITIAN TERDAHULU

Siregar (2013) melakukan penelitian pada PT XYZ yang merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi peralatan elektrik rumah tangga seperti saklar, fitting lampu, stop kontak, dan steker. Permasalahan yang terdapat pada perusahaan ini adalah penumpukan produk setengah jadi, aliran material yang kurang baik serta peletakan fasilitas produksi yang tidak sesuai dengan derajat keterkaitan antar fasilitas. Pada penelitian tersebut metode yang digunakan adalah algoritma BLOCKPLAN (*Block Layout Overview with Layout Planning*) dan CORELAP (*Compurized Relationship Layout Planning*). Total momen digunakan sebagai objek analisis antara tata letak aktual dengan tata letak usulan. Momen perpindahan pada *layout* awal sebesar 7.593.352 meter perpindahan/tahun. Hasil dari penelitian diperoleh bahwa tata letak usulan dengan menggunakan algoritma CORELAP dipilih dengan momen perpindahan sebesar 6.111.172 meter perpindahan/tahun dan efisiensi sebesar 19,52%. Sedangkan pada *layout* usulan dengan menggunakan algoritma BLOCKPLAN memiliki efisiensi sebesar 0,89% dan total momen perpindahan sebesar 7.449.682 meter perpindahan/tahun.

Tanjung & Harimansyah (2014) melakukan penelitian pada CV Mulia yang merupakan perusahaan yang bergerak di bidang produksi sepatu. Permasalahan yang ditemukan pada perusahaan ini adalah jarak antar fasilitas di lantai produksi yang cukup jauh satu sama lain sehingga mengganggu produksi, waktu dan biaya pada proses pemindahan bahan. Analisis dilakukan adalah perpindahan bahan dan terdapat tiga metode yang digunakan dalam perancangan tata letak fasilitas, yaitu *Relationship Diagramming Method*, *Hollier 2 Method*, dan *Direct Clustering Algorithm Method*. Hasil dari penelitian

usulan tata letak terpilih menggunakan *Relationship Diagramming Method* dengan jarak paling optimal yaitu sebesar 260,5 meter dan jarak awal sebesar 385,5 meter.

Ardyan (2014) dalam penelitiannya menjelaskan tentang perancangan kembali tata letak fasilitas produksi di PT Petrokimia Kayaku Gresik untuk meminimasi kegiatan *material handling*. Kurang mempertimbangkan akses jalan dan luas area yang sempit menjadi pertimbangan peneliti dalam melakukan penelitian ini. Total hasil perhitungan jarak *material handling* pada layout sebelumnya ialah sebesar 219,5 meter dengan biaya perpindahan material sebesar Rp 202.099,-/hari, tetapi setelah dilakukan perbaikan pada *layout* usulan maka besarnya jarak *material handling* menjadi 165,2 meter dengan biaya perpindahan material sebesar RP 130.441,-/hari.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Diajukan

No	Peneliti	Objek Penelitian	Metode Penyelesaian	Hasil Penelitian
1	Siregar (2011)	PT XYZ	<i>Blockplan &amp; Corelap</i>	Dengan menggunakan algoritma Corelap momen perpindahan sebesar 6.111.172 meter perpindahan/tahun dan efisiensi sebesar 19,52%. Sedangkan pada <i>layout</i> usulan dengan menggunakan algoritma <i>Blockplan</i> memiliki efisiensi sebesar 0,89% dan total momen perpindahan sebesar 7.449.682 meter perpindahan/tahun.
2	Tanjung & Harimansyah (2014)	CV Mulia	<i>Relationship Diagramming Method, Hollier 2 Method, dan Direct Clustering Algorithm Method</i>	Hasil dari penelitian usulan tata letak terpilih menggunakan <i>Relationship Diagramming Method</i> dengan jarak paling optimal yaitu sebesar 260,5 meter dan jarak awal sebesar 385,5 meter
3	Adam Ardyan A.W (2014)	PT Petrokimia Kayaku Gresik	Algoritma CORELAP	Jarak <i>material handling</i> pada layout sebelumnya sebesar 219,5 meter dengan biaya <i>material handling</i> Rp 202.099,-/hari dapat dikurangi dengan perbaikan layout dengan besar jarak perpindahan 165,2 meter dan biaya <i>material handling</i> Rp 130.441,-/hari
4	Penelitian ini (2015)	PT Indana Paint	Algoritma CORELAP	Peningkatan produktivitas pada divisi cat tembok dengan mengoptimalkan proses <i>material handling</i>

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada objek yang diteliti dan penerapan metode yang digunakan dalam penyelesaian permasalahannya. Pada penelitian ini peneliti menggunakan algoritma CORELAP dan perhitungan proses pemindahan baan atau *material handling* dengan mengolah data input dari ARC yang

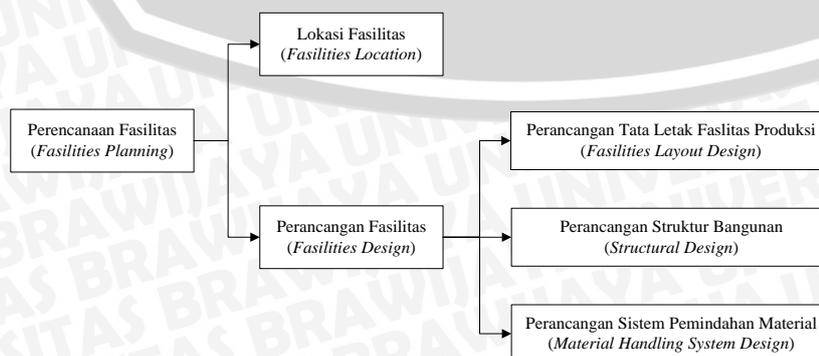
kemudian dikonversikan secara numerik sehingga menghasilkan TCR yang digunakan sebagai dasar dalam perancangan tata letak fasilitas usulan.

## 2.2 TATA LETAK FASILITAS

Tata letak fasilitas merupakan salah satu landasan utama dalam mendirikan sebuah perusahaan. Adanya perancangan tata letak fasilitas yang baik akan mempengaruhi efisiensi dan efektifitas proses produksi pada suatu perusahaan. Berikut merupakan beberapa pengertian tata letak fasilitas menurut beberapa pakar dalam tata letak fasilitas.

Menurut Apple (1990), perancangan tata letak fasilitas adalah kegiatan yang selalu berhubungan dengan perancangan susunan unsur fisik suatu kegiatan. Sedangkan Wignjosoebroto (2009: 67) mengungkapkan bahwa tata letak fasilitas (*facilities layout*) dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Pengaturan tersebut akan coba 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, personel pekerja dan sebagainya. Dari beberapa pendapat yang telah dikemukakan oleh pakar diatas dapat disimpulkan bahwa tata letak fasilitas merupakan kegiatan pengaturan terhadap unsur fisik sebuah perusahaan baik mesin atau fasilitas produksi lainnya agar proses produksi dapat berjalan dengan lancar.

Dalam perencanaan fasilitas terdapat dua hal pokok yang akan dibahas, yaitu pertama berkaitan dengan perencanaan lokasi pabrik (*plant location*) yaitu penetapan lokasi dimana fasilitas-fasilitas produksi harus ditempatkan, dan yang kedua adalah perancangan fasilitas produksi (*facilities design*) yang akan meliputi perancangan struktur bangunan (*structure design*), perancangan tata letak fasilitas produksi (*facilities/plant layout design*), dan perancangan sistem pemindahan material (Wignjosoebroto, 2009: 16). Gambar 2.1 merupakan gambaran skematis hirarki dari perencanaan tata letak fasilitas.



Gambar 2.1 Hirarki Perencanaan Tata Letak Fasilitas

### 2.2.1 Tujuan Perancangan Tata Letak Fasilitas

Menurut Wignjosoebroto (2009: 68-72), secara garis besar tujuan utama dari tata letak fasilitas pabrik adalah 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:

1. Menaikkan *output* produksi
2. Mengurangi waktu tunggu (*delay*)
3. Mengurangi proses pemindahan bahan (*material handling*)
4. Penghematan penggunaan areal untuk produksi, gudang dan *service*
5. Pendaya guna yang lebih besar dari pemakaian mesin, tenaga kerja, dan/atau fasilitas produksi lainnya
6. Mengurangi *inventory in-process*
7. Proses manufaktur yang lebih singkat
8. Mengurangi resiko bagi kesehatan dan keselamatan kerja dari operator
9. Memperbaiki moral dan kepuasan kerja
10. Mempermudah aktivitas supervisi
11. Mengurangi kemacetan dan kesimpang siuran
12. Mengurangi faktor yang bisa merugikan dan mempengaruhi kualitas dari bahan baku ataupun produk jadi.

### 2.2.2 Prinsip-prinsip Dasar Dalam Perancangan Tata Letak Fasilitas

Wignjosoebroto (2009: 72-75) menyatakan bahwa berdasarkan aspek dasar, tujuan, dan keuntungan-keuntungan yang bisa didapatkan dalam tata letak pabrik yang terencana dengan baik, maka bisa disimpulkan enam tujuan dasar dalam tata letak pabrik, yaitu sebagai berikut:

1. Integrasi secara menyeluruh dari semua faktor yang mempengaruhi proses produksi
2. Perpindahan jarak yang seminimal mungkin
3. Aliran kerja berlangsung secara lancar melalui pabrik
4. Semua area yang ada dimanfaatkan secara efektif dan efisien
5. Kepuasan kerja dan rasa aman dari pekerja dijaga sebaik-baiknya
6. Pengaturan tata letak harus cukup fleksibel.

## 2.3 ANALISIS PRODUK DAN ANALISIS PROSES

Dalam melakukan perancangan tata letak fasilitas diperlukan beberapa informasi mengenai proses produksi maupun spesifikasi produk yang diproduksi oleh sebuah perusahaan. Menurut Wignjosoebroto (2009 : 89), suatu rancangan ataupun rencana tentang tata letak fasilitas pabrik tidaklah akan bisa dibuat efektif apabila data penunjang mengenai bermacam-macam faktor yang berpengaruh terhadap tata letak pabrik itu sendiri berhasil dikumpulkan dengan sebaik-baiknya. Salah satu informasi yang diperlukan disini ialah mengenai jenis/macam dan volume produk yang dibuat. Selain itu beberapa informasi tertentu menyangkut material dan proses manufaktur yang dipilih untuk pembuatan produk tersebut juga merupakan data yang cukup berarti dalam langkah awal perencanaan pabrik.

### 2.3.1 Analisis produk

Pada analisa produk akan dilakukan suatu analisa dengan cara memecah produk akhir/jadi (*assembly*) menjadi komponen-komponen pembentuk produk secara detail. Hasil dari analisa produk ini adalah berupa keputusan apakah suatu komponen tertentu sebaiknya kita harus membuat sendiri, kita beli bebas dipasaran atau bisa juga disubkontrakkan pada pabrik lain (Wignjosoebroto, 2009 : 91-93)

### 2.3.2 Analisis proses

Umum diketahui perubahan dari *input* yang berupa bahan baku menjadi *output* yang berupa produk jadi atau jasa yang dikehendaki akan memerlukan berbagai macam tahapan proses manufaktur. Pada analisa proses ini kita menentukan langkah-langkah yang harus diambil dalam suatu operasi manufaktur dari sebuah benda kerja.

## 2.4 TIPE TATA LETAK FASILITAS

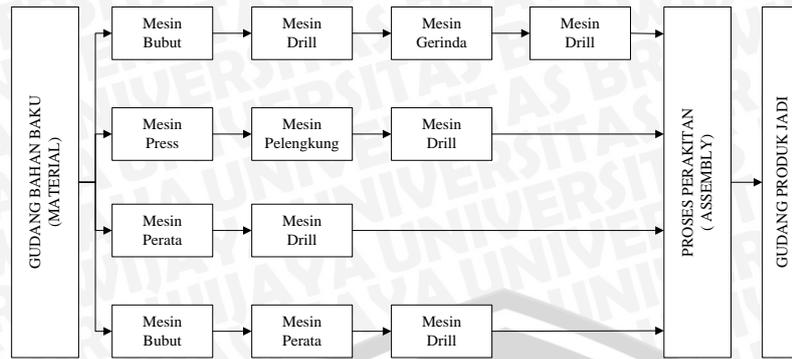
Setelah melakukan analisa terhadap kebutuhan luas area, komponen, mesin, serta fasilitas penunjang produksi lainnya maka langkah selanjutnya ialah menentukan metode yang digunakan untuk melakukan pengaturan terhadap tata letak fasilitas. Wignjosoebroto (2009 : 148-160) menyatakan bahwa terdapat empat macam/tipe tata letak yang secara klasik umum diaplikasikan dalam *layout*, yaitu *product layout*, *fixed layout*, *process layout*, dan *group technology layout*.

#### 2.4.1 Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Aliran Produksi (*Product Layout*)

*Product layout* didefinisikan sebagai metode pengaturan dan penempatan semua fasilitas produksi yang diperlukan ke dalam satu departemen secara khusus. Tujuan utama tata letak ini adalah untuk mengurangi proses pemindahan bahan (yang akhirnya juga berkaitan dengan biaya) dan juga memudahkan pengawasan di dalam aktivitas produksinya. Gambar 2.2 merupakan tipe tata letak fasilitas berdasarkan aliran produksinya. Terdapat beberapa pertimbangan yang dapat digunakan dalam melakukan penempatan tata letak pabrik berdasarkan aliran produksinya, yaitu:

1. Hanya ada satu atau beberapa standar produk yang dibuat
2. Produk dibuat dalam jumlah/volume besar untuk jangka waktu yang relatif lama
3. Adanya keseimbangan lintasan (*line balancing*) yang baik antara operator dan peralatan produksi. Setiap mesin diharapkan menghasilkan jumlah produk per satuan waktu yang sama
4. Memerlukan aktivitas inspeksi yang sedikit selama proses produksi berlangsung
5. Satu mesin hanya digunakan untuk melaksanakan satu macam operasi kerja dari jenis komponen yang serupa
6. Aktivitas pemindahan bahan dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja lainnya dilaksanakan secara mekanis, umumnya dengan menggunakan *conveyor*
7. Mesin-mesin yang berat dan memerlukan perawatan khusus jarang sekali dipergunakan dalam hal ini. Mesin produksi biasanya dipilih tipe *special purpose* dan tidak memerlukan *skill* operator.

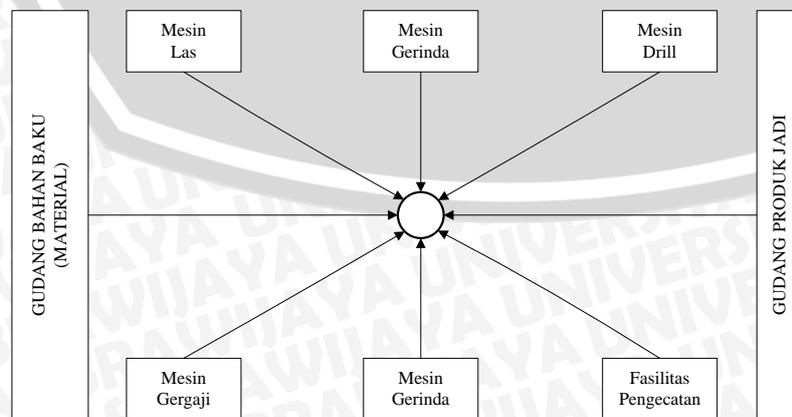
Keuntungan yang bisa diperoleh untuk pengaturan berdasarkan aliran produksi ini adalah aliran proses material berlangsung lancar, total waktu produksi relatif singkat, *work in process* jarang terjadi karena lintasan produksi sudah diseimbangkan, tiap unit produksi memerlukan luas area yang minimal, dan pengendalian proses produksi mudah dilaksanakan. Sedangkan kekurangan dan kerugian dari tipe aliran produksi ini adalah adanya kerusakan (*downtime*) dapat menghentikan proses produksi secara total, tidak adanya fleksibilitas untuk membuat produk yang berbeda, stasiun kerja yang paling lambat akan menjadi hambatan bagi aliran produksi, dan adanya investasi dalam jumlah besar untuk pengadaan mesin baik dari segi jumlah maupun akibat spesialisasi fungsi yang harus dimiliki.



Gambar 2.2 Product Layout

### 2.4.2 Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Material Tetap (Fixed Layout)

Menurut Wignjosoebroto (2009 : 152-154) pada tata letak fasilitas berdasarkan proses tetap material atau komponen produk yang utama akan tinggal tetap pada posisinya/lokasinya sedangkan fasilitas produksi seperti tools, mesin, manusia, serta komponen-komponen kecil lainnya akan bergerak menuju lokasi material atau komponen produk utama tersebut. Keuntungan yang bisa diperoleh dari tata letak tipe ini adalah perpindahan material dapat dikurangi, apabila pendekatan kelompok kerja digunakan maka kontinuitas operasi dan tanggung jawab kerja bisa tercapai dengan sebaik-baiknya, kesempatan untuk melakukan pengkayaan kerja (job enrichment) dengan mudah bisa diberikan, dan fleksibilitas kerja sangat tinggi. Kekurangan dan kerugiannya adalah adanya peningkatan frekuensi pemindahan fasilitas produksi, memerlukan operator dengan skill tinggi, adanya duplikasi peralatan kerja yang dapat menyebabkan peningkatan *work in process*, serta memerlukan pengawasan dan koordinasi kerja yang ketat khususnya dalam penjadwalan produksi. Tipe tata letak fasilitas berdasarkan material tetap dapat dilihat pada Gambar 2.3.



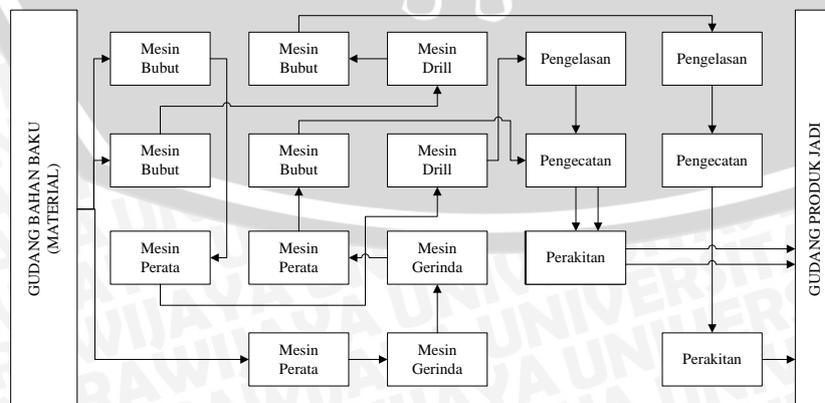
Gambar 2.3 Fixed layout

### 2.4.3 Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Aliran Proses (*Process Layout*)

Tata letak berdasarkan macam proses dikenal dengan *process atau functional layout* adalah metode pengaturan dan penempatan dari segala mesin serta peralatan produksi yang memiliki tipe/jenis sama ke dalam satu departemen (Wignjosoebroto, 2009 : 157). Dalam menerapkan tipe tata letak berdasarkan proses terdapat beberapa pertimbangan yang bisa diambil, yaitu:

1. Produk memiliki variasi yang cukup banyak
2. Volume produksi dalam jumlah kecil dan dalam waktu yang relatif singkat
3. Sulit untuk mengatur keseimbangan kerja antara operator dengan mesin
4. Memerlukan pengawasan yang banyak selama langkah-langkah operasi sedang berlangsung
5. Satu tipe mesin dapat melaksanakan lebih dari satu macam operasi kerja, untuk itu mesin umumnya dipilih tipe *general purpose*
6. Material dan produk terlalu berat dan sulit untuk dipindah-pindahkan
7. Banyak memakai peralatan berat dan memerlukan perawatan khusus.

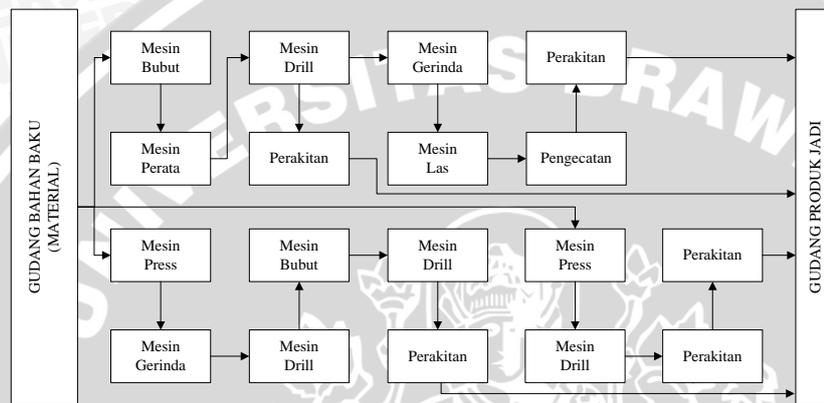
Keuntungan dari penggunaan metode perancangan tata letak fasilitas berdasarkan proses adalah total investasi yang rendah untuk pembelian mesin, fleksibilitas tenaga kerja dan fasilitas produksi yang sangat besar, kemungkinan adanya aktivitas supervisi yang lebih baik dan efisien melalui spesialisasi pekerjaan, pengendalian dan pengawasan akan lebih mudah, dan mudah untuk mengatasi *breakdown* dari mesin. Selain keuntungan juga terdapat beberapa kekurangan atau kerugian pada tipe tata letak fasilitas berdasarkan proses yaitu, aktivitas pemindahan bahan (*material handling*) yang cukup besar, adanya kesulitan dalam menyeimbangkan kerja dari setiap fasilitas produksi, dan diperlukan *skill* operator yang tinggi. Gambar 2.4 merupakan model tata letak fasilitas berdasarkan proses.



Gambar 2.4 *Process Layout*

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

Pada tipe product family atau group technology layout, mesin-mesin atau fasilitas produksi nantinya juga akan dikelompokkan atau ditempatkan dalam sebuah *manufacturing cell*. Karena disini disetiap kelompok product (*product family*) akan memiliki urutan proses yang sama, maka akan menghasilkan tingkat efisiensi yang tinggi dalam proses manufakturnya. Pada Gambar 2.5 dapat dilihat gambaran dari tata letak fasilitas berdasarkan kelompok produk.



Gambar 2.5 *Group Technology Layout*

Tipe tata letak fasilitas berdasarkan kelompok produk memiliki beberapa keuntungan antara lain, pendayagunaan mesin yang maksimal, lintasan aliran kerja menjadi lebih lancar dan jarak perpindahan material diharapkan lebih pendek, dan *job enlargement* dapat diperoleh. Keterbatasan/kekurangan dari tipe tata letak fasilitas berdasarkan kelompok produk antara lain, diperlukan tenaga kerja dengan keterampilan tinggi, kelancaran kerja sangat tergantung pada kegiatan pengendalian produksi, dan kesempatan untuk bisa mengaplikasikan fasilitas produksi tipe *special purpose* sulit dilakukan.

## 2.5 PERENCANAAN ALIRAN BAHAN

Wignjosoebroto (2009 : 175) menyatakan bahwa untuk mengevaluasi alternatif perencanaan tata letak departemen (*departement layout*) atau tata letak fasilitas maka diperlukan aktivitas pengukuran aliran bahan dalam sebuah analisa teknis. Terdapat dua macam analisa teknis yang biasa digunakan dalam aliran bahan, yaitu:

1. Analisa konvensional, umumnya digunakan selama bertahun-tahun, relatif mudah untuk digunakan, dan terutama cara ini akan berbentuk gambar grafis yang sangat tepat untuk maksud menganalisa aliran semacam ini.
2. Analisa modern, merupakan metode baru untuk menganalisa dengan menggunakan cara yang canggih (*sophisticated*) dalam bentuk perumusan-perumusan dan pendeskatan yang bersifat deterministik maupun probabilistik.

Terdapat berbagai macam teknik yang dapat digunakan untuk menganalisis atau mengevaluasi aliran bahan, teknik-teknik tersebut dapat dikelompokkan menjadi dua kategori yaitu analisis kualitatif dan analisis kuantitatif.

### 2.5.1 Analisis kuantitatif

Aliran material dapat diukur secara kualitatif menggunakan tolak ukur derajat kedekatan antara satu fasilitas dengan fasilitas lainnya yang dikembangkan oleh Richard Murter. Nilai-nilai tersebut menunjukkan hubungan atau derajat kedekatan yang disertai dengan alasan-alasan yang mendasarinya (Tomkins, 2003)

Dalam analisa kuantitatif aliran bahan akan diukur berdasarkan kuantitas bahan yang dipindahkan seperti berat, volume, jumlah unit dan satuan kuantitatif lainnya. Peta yang umum digunakan untuk melakukan analisa secara kuantitatif adalah:

#### 1. *String diagram*

*String Diagram* adalah suatu alat untuk menggambarkan elemen-elemen aliran dari suatu layout dengan menggunakan alat berupa tali, kawat, atau benang untuk menujukkan lintasan perpindahan bahan dari suatu lokasi area yang lain. Dengan memperhatikan skala yang ada, kita kemudian dapat mengukur berapa panjang tali yang menunjukkan jarak lintasan yang harus ditempuh untuk memindahkan bahan tersebut.

#### 2. *Triangular Flow Diagram*

Diagram aliran segitiga atau umum dikenal sebagai *Triangular Flow Diagram* (TFD) adalah suatu diagram yang dipergunakan untuk menggambarkan (secara grafis) aliran material, produk, informasi, manusia, dan sebagainya atau bisa juga dipergunakan untuk menggambarkan hubungan kerja antara satu departemen (fasilitas kerja) dengan departemen lainnya. dengan TFD maka lokasi geografis dari departemen atau fasilitas produksi akan dapat ditunjukkan berupa lingkaran-lingkaran, dimana jarak dari satu

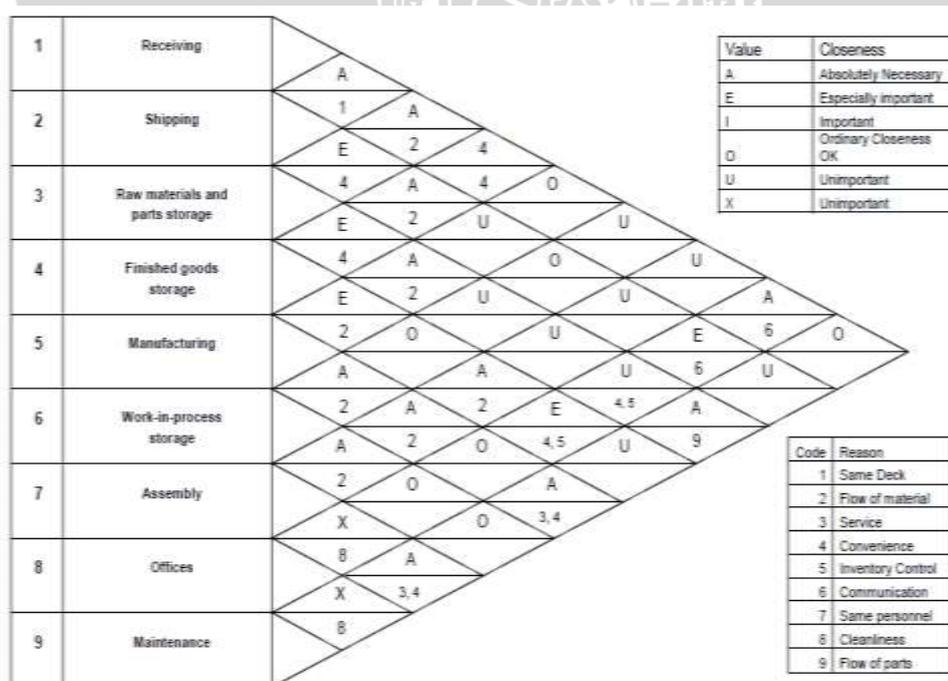
lingkaran ke lingkaran yang lain adalah = 1 (segitiga sama sisi dengan panjang sisi-sisinya = 1) sedangkan luas area yang diperlukan dalam hal ini diabaikan.

**3. From to Chart**

*From to Chart* kadang-kadang disebut pula sebagai *Trip Frequency Chart* atau *Travel Chart* adalah suatu teknik konvensional yang umum digunakan untuk perencanaan tata letak pabrik dan perpindahan bahan dalam suatu proses produksi. Pada dasarnya *From to Chart* adalah merupakan adaptasi dari *Mileage Chart* yang umumnya dijumpai pada suatu peta perjalanan (*road map*), angka-angka yang terdapat dalam suatu *From to Chart* akan menunjukkan total dari berat beban yang harus dipindahkan, jarak perpindahan bahan, volume atau kombinasi-kombinasi dari faktor-faktor ini.

**2.5.2 Analisis kualitatif**

Aliran material dapat diukur secara kualitatif menggunakan tolak ukur derajat kedekatan antara satu fasilitas dengan fasilitas lainnya yang dikembangkan oleh Richard Murter (Tompkins, 2003). Nilai-nilai tersebut menunjukkan hubungan atau derajat kedekatan yang disertai dengan alasan-alasan yang mendasarinya dalam sebuah peta hubungan aktivitas (*Activity Relationship Chart*) (Wignjosoebroto, 2009:199). Peta hubungan aktivitas dapat digambarkan seperti pada Gambar 2.6.

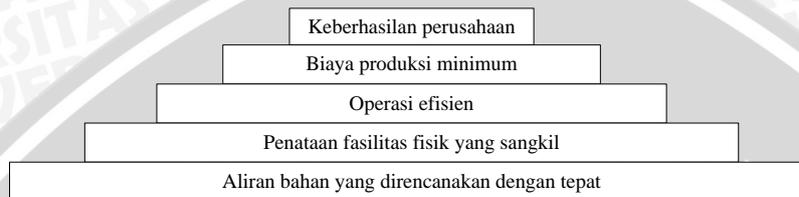


Gambar 2.6 Activity Relationship Chart  
 Sumber: Tompkins, 2003



## 2.6 PEMINDAHAN BAHAN

Proses pemindahan bahan menjadi hal yang menjadi prioritas dalam sebuah proses produksi. Menurut Apple (199:101) dapat dikatakan bahwa keberhasilan menyeluruh dari perusahaan, atau paling tidak profitabilitasnya, merupakan pantulan langsung dari usaha yang berjalan dalam perencanaan. Hal ini dapat ditunjukkan secara grafis seperti pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Pentingnya Aliran Bahan

### 2.6.1 Tujuan Pokok Pemindahan Bahan

Apple (1990:378) menyatakan bahwa secara umum tujuan dari dilakukannya perencanaan pada pemindahan bahan, yaitu:

1. Meningkatkan kapasitas
2. Memperbaiki kondisi kerja
3. Memperbaiki pelayanan pada pelanggan
4. Meningkatkan pemanfaatan ruang dan peralatan
5. Mengurangi ongkos

### 2.6.2 Prinsip-prinsip Pemindahan Bahan

Menurut Heragu (2008) terdapat beberapa prinsip pada *material handling*, yaitu:

1. *Planning*
2. *Standardization*
3. *Work*
4. *Ergonomic*
5. *Unit Load*
6. *Space Utilization*
7. *System*
8. *Automation*
9. *Environmental*
10. *Life Cycle Cost*

## 2.7 POLA UMUM ALIRAN BAHAN

Pola aliran bahan pada umumnya akan dapat dibedakan dalam dua tipe yaitu aliran bahan untuk proses produksi dan pola aliran bahan yang diperlukan untuk proses perakitan Wignjosuebrot (2009 : 163). Pada proses produksi terdapat beberapa jenis pola aliran yaitu, *straight line*, *U-shaped*, *supertine* atau *zig-zag (S-shaped)*, *circular*, dan *odd angle*.

### 2.7.1 *Straight Line*

Pola aliran bahan berdasarkan pola garis lurus atau *straight line* umum dipakai bilamana proses produksi berlangsung singkat, relatif sederhana, dan umum terdiri dari beberapa komponen-komponen atau beberapa macam *production equipment*. Namun, pola aliran bahan ini akan memberikan:

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

Pola aliran bahan *straight line* dapat dilihat pada Gambar 2.8.

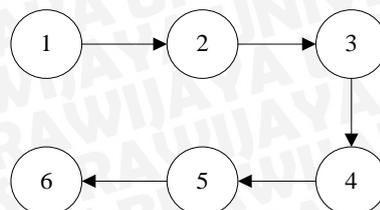


Gambar 2.8 Pola Aliran *Straight Line*

### 2.7.2 *U-Shaped*

Pola aliran menurut *U-shaped* ini akan dipakai bilamana dikehendaki bahwa akhir dari proses produksi akan berada pada lokasi yang sama dengan awal proses produksinya. Hal ini akan mempermudah pemanfaatan fasilitas transportasi dan juga sangat mempermudah pengawasan untuk keluar masuknya material dari dan menuju pabrik.

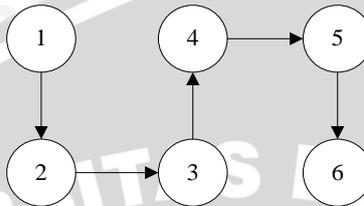
Gambar 2.9 menggambarkan pola aliran bahan *U-shaped*.



Gambar 2.9 Pola Aliran *U-Shaped*

### 2.7.3 *Seprentine* atau *zig-zag* (*S-Shaped*)

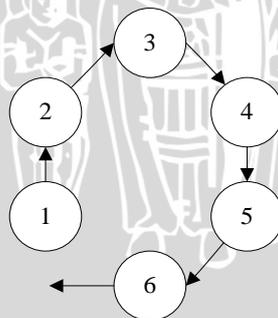
Pola aliran berdasarkan garis-garis patah seperti pada Gambar 2.10 sangat baik diterapkan bilamana aliran proses produksi lebih panjang dibandingkan luasan area yang tersedia. Untuk itu aliran bahan akan dibelokkan untuk menambah panjangnya garis aliran yang ada dan secara ekonomis hal ini akan dapat mengatasi segala keterbatasan dari area, dan ukuran dari bangunan pabrik yang ada.



Gambar 2.10 Pola Aliran *Seprentine*

### 2.7.4 *Circular*

Pola aliran berdasarkan bentuk lingkaran (*circular*) sangat baik dipergunakan bilaman dikehendaki untuk mengembalikan material atau produk pada titik awal aliran produksi berlangsung. Hal ini juga baik dipakai apabila departemen penerimaan dan pengiriman material atau produk jadi direncanakan untuk berada pada lokasi yang sama dalam pabrik yang bersangkutan. Pola lairan bahan berdasarkan bentuk lingkaran dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Pola Aliran *Seprentine*

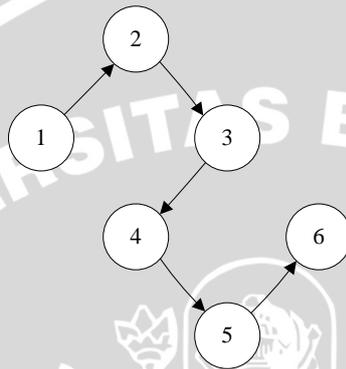
### 2.7.5 *Odd Angle*

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

1. Bilamana tujuan utamanya adalah untuk memperoleh garis aliran yang produk di antara suatu kelompok kerja dari area yang saling berkaitan
2. Bilamana proses *handling* dilaksanakan secara mekanis

3. Bilamana keterbatasan ruangan menyebabkan pola aliran yang lain terpaksa tidak dapat diterapkan
4. Bilamana dikehendaki adanya pola aliran yang tetap dari fasilitas-fasilitas produksi yang ada.

*Odd angle* ini akan memberikan lintasan yang pendek dan terutama akan terasa kemanfaatnya untuk area yang kecil. Gambar 2.12 menggambarkan pola aliran bahan berdasarkan *odd angle*.



Gambar 2.12 Pola Aliran *Seprentine*

## 2.8 METODE PENGUKURAN JARAK FASILITAS

Menurut Wignjosoebroto (2009) jarak antar mesin atau fasilitas ditentukan oleh ukuran mesin atau fasilitas. Pemilihan teknik yang tepat guna sangat bergantung pada tipe permasalahan yang dihadapi. Ada beberapa ukuran yang digunakan untuk memperkirakan jarak dalam tata letak, yaitu:

1. *Euclidean*, yaitu mengukur secara garis lurus jarak antar pusat fasilitas-fasilitas. Jarak ini akan menggambarkan jarak terpendek dua titik yang akan menjadi batas bawah jarak sesungguhnya. Matriks jarak *euclidean* menurut Hadiguna & Setiawan (2008) dapat digambarkan seperti pada persamaan berikut:

$$D_{ij} = [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2]^{0.5} \quad (2-1)$$

Sumber : Iskandar, 2010

Dimana:

- |       |                                |          |  |
|-------|--------------------------------|----------|--|
| $x_i$ | = koordinat pusat fasilitas i. | $y_j$    | = koordinat pusat fasilitas j.         |
| $x_j$ | = koordinat pusat fasilitas j. | $D_{ij}$ | = jarak antara pusat fasilitas i dan j |
| $y_i$ | = koordinat pusat fasilitas i. |          |  |

2. *Rectilinier* yang dikenal dengan Manhattan, sudut kanan, atau matriks empat persegi. Cara demikian banyak digunakan karena mudah dipahami, mudah dihitung, dan tepat

untuk masalah-masalah praktis. Matriks jarak *rectilinear* menurut Hadiguna & Setiawan (2008) dapat digambarkan seperti pada persamaan berikut:

$$D_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \quad (2-2)$$

Sumber : Iskandar, 2010

Dimana:

$x_i$  = koordinat pusat fasilitas i.

$x_j$  = koordinat pusat fasilitas j.

$y_i$  = koordinat pusat fasilitas i.

$y_j$  = koordinat pusat fasilitas j.

$D_{ij}$  = jarak antara pusat fasilitas i dan j.

3. *Squared Euclidean* merupakan ukuran jarak dengan mengkuadratkan bobot terbesar suatu jarak antara dua fasilitas yang berdekatan. Relatif untuk beberapa persoalan terutama menyangkut persoalan lokasi fasilitas yang diselesaikan dengan penerapan *squared euclidean*. Formula yang digunakan sebagai berikut.

$$D_{ij} = [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2] \quad (2-3)$$

Sumber : Iskandar, 2010

4. *Aisle Distance*. Ukuran jarak *aisle* sangat berbeda dengan ukuran jarak seperti yang dikemukakan sebelumnya. *Aisle distance* akan mengukur jarak sepanjang lintasan yang dilalui alat pengangkut pemindah bahan. *Aisle distance* pertama kali diaplikasikan pada masalah tata letak dari proses manufaktur.
5. *Adjacency* merupakan ukuran kedekatan antara fasilitas-fasilitas atau departemen-departemen yang terdapat dalam suatu perusahaan. Dalam perancangantata letak dengan metode SLP, sering digunakan ukuran *adjacency* yang biasa digunakan untuk mengukur tingkat kedekatan antara departemen yang satu dengan yang lain. Kelemahan ukuran jarak *adjacency* adalah tidak dapat memberi perbedaan secara riil jika terdapat dua pasang fasilitas dimana satu dengan lainnya tidak berdekatan.

## 2.9 ALGORITMA UNTUK PERMASALAHAN TATA LETAK

Algoritma merupakan suatu urutan atau prosedur untuk mendapatkan suatu solusi terhadap suatu model atau permasalahan tertentu (Heragu, 2008: 99). Algoritma dalam tata letak fasilitas dibagi menjadi algoritma optimal dan algoritma sub optimal atau *heuristic*.

### 2.8.1 Algoritma optimal

Penyelesaian permasalahan tata letak fasilitas menggunakan algoritma optimal setidaknya akan diperoleh satu solusi rancangan tata letak fasilitas yang terbaik. Beberapa

metode penyelesaian yang termasuk dalam algoritma optimal adalah *Branch and Bound*, *Bender's Decomposition*, dan *Cutting Plane*. Algoritma optimal memiliki beberapa kelemahan diantaranya yaitu waktu komputasi dan memori yang dibutuhkan akan semakin besar apabila ukuran problemnya semakin besar sehingga algoritma ini hanya dapat menghasilkan solusi optimal untuk problem-problem dengan ukuran kecil dimana jumlah departemen kurang dari atau sama dengan 15 (Heragu, 2008: 283).

### 2.8.2 Algoritma sub optimal atau *heuristic*

Mengingat adanya batasan atau kelemahan pada algoritma optimal, maka mendorong peneliti-peneliti untuk mengembangkan algoritma-algoritma sub optimal. Dalam perkembangannya algoritma sub optimal dibagi menjadi tiga, yaitu:

#### 2.8.2.1 Algoritma konstruksi

Menurut Heragu (2008: 100) algoritma konstruktif membuat tata letak fasilitas sejak awal. Dimulai dengan *layout* yang masih kosong, selanjutnya menambahkan satu per satu departemen (atau satu set departemen) hingga semua departemen disusun pada *layout* yang tersedia. Purnomo (2004) menyatakan bahwa terdapat beberapa metode yang termasuk dalam algoritma konstruksi yaitu, ALDEP, PLANET, MAT, dan CORELAP.

#### 2.8.2.2 Algoritma perbaikan

Algoritma perbaikan memberikan perbaikan *layout* berdasarkan inisial *layout* yang telah ada sebelumnya. Algoritma perbaikan melakukan modifikasi secara sistematis terhadap inisial *layout* dan selanjutnya melakukan evaluasi *layout* yang telah dimodifikasi. Jika hasil modifikasi *layout* lebih baik daripada *layout* awal, maka *layout* dapat digunakan. Namun jika hasil modifikasi belum maksimal, selanjutnya dilakukan modifikasi secara terus-menerus hingga dihasilkan solusi yang lebih baik dibandingkan inisial *layout* (Heragu, 2008: 109).

#### 2.8.2.3 Algoritma *hybrid*

Algoritma *hybrid* merupakan gabungan metode pembentukan dengan metode perbaikan. Dalam penggunaannya, tata letak awal dibuat dengan menggunakan metode pembentukan, dan untuk perbaikannya menggunakan metode perbaikan ( Heragu, 2008:111)

## 2.10 ALGORITMA CORELAP (*Computerized Relationship Layout Planning*)

Algoritma CORELAP diperkenalkan oleh Robert C. Lee dan Moore pada tahun 1967. Algoritma ini dibentuk berlandaskan pada metode tata letak fasilitas *Systematic Layout Planning* (SLP) yang dikembangkan Murther. Algoritma ini merupakan algoritma konstruktif (*construction algorithm*), yang memiliki input berupa *Activity relationship Diagram* (ARC) (Apple, 1990:362). CORELAP memiliki beberapa keunggulan dari metode tata letak lain, yaitu:

1. CORELAP memperhatikan dengan baik derajat kedekatan yang telah didefinisikan
2. CORELAP melakukan pemilihan departemen mengacu pada Total Closeness Rating (TCR)
3. CORELAP menghasilkan usulan tata letak terbaik.

Dalam pembuatan tata letaknya, algoritma CORELAP mempertimbangkan dengan baik derajat kedekatan antar fasilitas ataupun departemen. Dimana hasil dari derajat kedekatan tersebut dikonversikan menjadi nilai derajat kedekatan yaitu TCR yang digunakan sebagai dasar perhitungan TCR untuk membentuk tata letak baru.

Algoritma CORELAP memiliki beberapa input yang dapat digunakan sebagai dasar pengalokasian pada penyusunan tata letak, yaitu:

1. Peta hubungan (*relationship chart*)
2. Area tiap departemen
3. Jumlah departemen
4. Nilai kedekatan hubungan (*closeness rating*)

Menurut Apple (1990:365) CORELAP menghitung kegiatan-kegiatan yang paling sibuk pada tata letak atau yang memiliki hubungan keterkaitan terbanyak. Jumlah dari keterkaitan kegiatan dengan kegiatan lain dibandingkan, dan kegiatan dengan jumlah tertinggi (TCR) diletakkan pertama pada matriks tata letak. Berikutnya dipilih sebuah kegiatan yang harus dekat dengannya dan ditempatkan sedekat mungkin. Kegiatan ini diberi tanda A (kedekatan yang sangat penting), I (kedekatan yang penting), O (kedekatan biasa), U (kedekatan tak perlu), dan X (kedekatan tak diharapkan), sampai semua telah ditempatkan.

Fungsi matematis dan nilai numerik dari TCR yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$TCR_i = \sum_j |r_{ij}| \quad (2-4)$$

Sumber : Apple, 1990

Dimana :

TCR = Total Closeness Rating

$r$  = Derajat hubungan antara departemen  $i$  dan  $j$

$ij$  = Nama departemen

Dalam algoritma CORELAP nilai yang dihasilkan dari perhitungan TCR digunakan sebagai input dalam penentuan letak departemen atau fasilitas yang diteliti. Pengalokasian letak dari departemen atau fasilitas nantinya menggunakan metode pengalokasian *western edge*. Departemen yang memiliki nilai TCR tertinggi akan dialokasikan sebagai pusat diagram kotak seperti pada Gambar 2.13.

8	7	6
1	<b>PUSAT</b>	5
2	3	4

Gambar 2.13 Teknik Pengalokasian Metode *Western Edge*

## 2.11 PRODUKTIVITAS

Produktivitas merupakan salah satu aspek yang menentukan keberhasilan suatu industri atau perusahaan dalam persaingan dunia usaha yang semakin ketat. Tingkat produk yang dicapai merupakan indikator seberapa efisien perusahaan dalam memanfaatkan sumber daya ekonomis yang dimiliki oleh perusahaan tersebut.

Produktivitas secara umum dapat didefinisikan sebagai hubungan antara output yang dihasilkan dengan input yang digunakan untuk menghasilkan *output* tersebut. Produktivitas total adalah rasio antara output dengan total biaya semua sumber daya input yang digunakan untuk memproduksi output. Menurut Gaspersz (1998), produktivitas berdasarkan pendekatan rasio *output/input* dibagi menjadi tiga, yaitu produktivitas total, factor-total, dan parsial. Produktivitas parsial merupakan perbandingan dari *output* terhadap salah satu jenis *input*. Sebagai contoh produktivitas energi diukur dengan perbandingan rasio output terhadap *input* energi.

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{output}}{\text{input}} \quad (2-5)$$

Pembilang bisa berupa jumlah unit atau nilai jual dari output yang dicapai. Penyebutnya bisa berupa jumlah total seluruh sumber daya yang digunakan dalam memproduksi *output*.