

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Pengertian Tata Letak Pabrik atau Fasilitas

Tata letak pabrik atau fasilitas produksi dan area kerja adalah masalah yang kerap kali kita jumpai dalam teknik industri. Dalam suatu pabrik, tata letak (*layout*) dari fasilitas produksi dan area kerja merupakan elemen dasar yang sangat penting dari kelancaran proses produksi. Pengaturan tata letak didalam pabrik merupakan aktivitas yang sangat vital dan sering muncul berbagai macam permasalahan didalamnya. Masalah yang paling utama adalah apakah pengaturan dari semua fasilitas produksi tersebut telah dibuat sebaik-baiknya sehingga bisa mencapai suatu proses produksi yang paling efisien dan bisa mendukung kelangsungan serta kelancaran proses produksi secara optimal. Sesederhana apapun itu, pada saat kita memindahkan suatu barang atau fasilitas untuk mempermudah proses pengerjaan dapat disebut sebagai pengaturan tata letak fasilitas. Tata letak pabrik merupakan suatu landasan utama dalam dunia industri. Tata letak pabrik yang terencana dengan baik akan ikut menentukan efisiensi dan efektivitas kegiatan produksi dan dalam beberapa hal akan juga menjaga kelangsungan hidup

atau keberhasilan suatu perusahaan. Peralatan produksi yang canggih dan mahal harganya akan tidak berarti apa-apa akibat perencanaan tata letak yang sembarangan saja. Karena aktivitas produksi suatu industri secara normal harus berlangsung dalam jangka waktu yang panjang dengan tata letak yang tidak berubah-ubah, maka kekeliruan yang dibuat dalam perencanaan tata letak ini akan menyebabkan kerugian yang tidak kecil.

Tata letak pabrik atau disebut juga *plant layout* dapat diartikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas guna menunjang kelancaran proses produksi. (Sritomo, hal.67).

Tata letak tidak hanya digunakan dalam dunia industri saja, tetapi juga dalam airport, rumah sakit, sekolah, bank, dan lain-lain. Dalam pembahasan kali ini, penelitian akan difokuskan pada dunia industri saja, atau dalam kata lain penerapan tata letak fasilitas pada pabrik.

Perencanaan tata letak berarti meneliti bagaimana aset-aset dalam suatu pabrik mensupport dalam pencapaian proses produksi dalam pabrik tersebut. Komponen dari sebuah fasilitas terdiri atas sistem fasilitas, tata letak, dan sistem perpindahan. Sistem fasilitas terdiri atas sistem struktural, sistem lingkungan, pencahayaan, kelistrikan, K3, dan sanitasi. Tata letak terdiri atas perlengkapan, mesin, dan perabotan yang ada dalam gedung. Sistem perpindahan terdiri atas peralatan-peralatan yang digunakan dalam perpindahan barang.

Pengaturan yang dilakukan adalah pemanfaatan luas area untuk menempatkan mesin-mesin atau fasilitas yang digunakan dalam proses produksi, kemudian dihitung jarak untuk perpindahan material, penyimpanan material dan barang jadi, serta *allowance* gerak kerja untuk operator atau pekerjanya.

Pada umumnya, perancangan tata letak fasilitas yang baik amat berpengaruh terhadap efektifitas dan efisiensi dari pabrik tersebut. Hal ini dikarenakan suatu pabrik diharuskan dapat berjalan dalam jangka waktu yang lama tanpa melakukan perubahan terhadap tata letak fasilitas mereka karena perubahan tersebut dapat menimbulkan kerugian yang tidaklah kecil.

Tujuan dari perancangan tata letak ini adalah meminimalkan total biaya yang terdiri atas biaya konstruksi, perpindahan material, biaya produksi, perawatan, dan penyimpanan barang. Dengan kata lain, perancangan ini digunakan untuk mengoptimalkan hubungan antara operator, aliran barang, aliran informasi, dan tata cara kerja yang diperlukan untuk menciptakan usaha yang efektif dan efisien.

2.1.2 Pentingnya Tata Letak Dan Pemindahan Bahan

Tata letak dan pemindahan bahan berpengaruh paling besar pada produktifitas dan keuntungan dari suatu perusahaan bila dibandingkan dengan faktor-faktor lainnya. Selain itu, *material handling* sangat

berpengaruh sebagai 50% penyebab kecelakaan yang terjadi dalam industri dan merupakan 40% dari 80% seluruh biaya operasional. Dalam pelaksanaannya, tata letak dan *material handling* memiliki hubungan yang tidak dapat dipisahkan satu sama lain.

2.1.3 Tujuan Perancangan Fasilitas

Secara garis besar, tujuan utama dari perancangan tata letak adalah mengatur area kerja beserta seluruh fasilitas produksi di dalamnya untuk membentuk proses produksi yang paling ekonomis, aman, nyaman, efektif, dan efisien.

Selain itu, perancangan tata letak juga bertujuan untuk mengembangkan *material handling* yang baik, penggunaan lahan yang efisien, mempermudah perawatan, dan meningkatkan kemudahan dan kenyamanan lingkungan kerja.

Terdapat beberapa keuntungan tata letak fasilitas yang baik, yaitu:

1. Menaikkan *output* produksi

Pada umumnya, tata letak yang baik akan memberikan *output* yang lebih besar dengan ongkos kerja yang lebih kecil atau sama, dengan jam kerja pegawai yang lebih kecil dan jam kerja mesin yang lebih kecil.

2. Mengurangi *delay*

Mengatur keseimbangan antara waktu operasi dan beban dari tiap-tiap departemen atau mesin adalah bagian dari tanggung jawab

perancang tata letak fasilitas. Pengaturan yang baik akan mengurangi waktu tunggu atau *delay* yang berlebihan yang dapat disebabkan oleh adanya gerakan balik (*back-tracking*), gerakan memotong (*cross-movement*), dan kemacetan (*congestion*) yang menyebabkan proses perpindahan terhambat.

3. Mengurangi jarak perpindahan barang

Dalam proses produksi, perpindahan barang atau material pasti terjadi. Mulai dari bahan baku memasuki proses awal, pemindahan barang setengah jadi, sampai barang jadi yang siap untuk dipasarkan disimpan dalam gudang. Mengingat begitu banyaknya perpindahan barang yang terjadi dan betapa besarnya peranan perpindahan barang, terutama dalam proses produksi, maka perancangan tata letak yang baik akan meminimalkan biaya perpindahan barang tersebut.

4. Penghematan pemanfaatan area

Perancangan tata letak yang baik akan mengatasi pemborosan pemakaian ruang yang berlebihan.

5. Pemaksimalan pemakaian mesin, tenaga kerja, dan/atau fasilitas produksi lainnya.

6. Proses manufaktur yang lebih singkat

Dengan memperpendek jarak antar proses produksi dan mengurangi *bottle neck*, maka waktu yang diperlukan untuk

mengerjakan suatu produk akan lebih singkat sehingga total waktu produksi pun dapat dipersingkat.

7. Mengurangi resiko kecelakaan kerja

Perancangan tata letak yang baik juga bertujuan untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman, dan nyaman bagi para pekerja yang terkait di dalamnya.

8. Menciptakan lingkungan kerja yang nyaman

Dengan penataan lingkungan kerja yang baik, tertata rapi, tertib, pencahayaan yang baik, sirkulasi udara yang baik , dsb, maka suasana kerja yang baik akan tercipta sehingga moral dan kepuasan kerja para pekerja akan meningkat. Hal ini berpengaruh pada kinerja karyawan yang juga akan meningkat sehingga produktivitas kerja akan terjaga.

9. Mempermudah aktivitas *supervisor*

Tata letak yang baik akan mempermudah seorang *supervisor* untuk mengamati jalannya proses produksi.

(Sumber: Sritomo. *Tata Letak Pabrik dan Pемindahan Bahan*)

2.1.4 Macam/Tipe Tata Letak Fasilitas

Pemilihan dan penetapan alternatif tata letak merupakan sebuah langkah kritis dalam perancangan tata letak fasilitas, karena di sini tata letak yang dipilih bergantung pada aktivitas produksinya.

1. *Fixed Product Layout*

Tata letak dengan posisi tetap ini merupakan susunan tata letak yang disusun dekat tempat proses produksi dalam posisi yang tetap. *Layout* jenis ini tidak dilatakkan dalam suatu pabrik, melainkan di luar dan hanya digunakan untuk satu kali proses produksi saja. Contohnya adalah pembangunan dermaga, gedung, pengaspalan jalan raya, pembangunan jalan layang, dan sebagainya. Setelah proses pengerjaan selesai, semua mesin dan peralatan dibongkar dan dipindahkan ke tempat lain untuk proses yang baik sama atau tidak tapi di lokasi yang lain.

Kelebihan *layout* ini adalah:

- Perpindahan material dapat diminimasi.
- Fleksibel, dapat mengakomodasi perubahan dalam desain produk, campuran produk dan volume produksi.
- Operasi dan tanggung jawab kontinu pada tim.
- Kebebasan dari pusat produksi untuk memperbolehkan penjadwalan untuk memperoleh waktu produksi total yang minimum

Kekurangan *layout* ini adalah:

- Meningkatkan perpindahan tenaga kerja dan peralatan.
- Dapat terjadi duplikasi peralatan.

- Membutuhkan tenaga kerja ahli yang lebih banyak.
- Membutuhkan *supervisor* umum.
- Material dan mesin memerlukan area dan biaya yang besar.

2. *Product Layout*

Layout jenis ini seringkali disebut *layout* garis. Merupakan penyusunan letak fasilitas produksi yang diletakkan berdasarkan urutan proses produksi dari bahan baku sampai barang jadi. Dalam *layout* ini, manajemen perusahaan harus benar-benar mengetahui proses produksi.

Kelebihan *layout* ini adalah:

- Karena didasarkan atas urutan proses produksi, didapat lini produksi yang logical dan lancar.
- Waktu produksi yang singkat.
- Pada umumnya tidak dibutuhkan keterampilan tinggi untuk operator, karena itu pelatihan yang dibutuhkan lebih sederhana dan tidak mahal.
- Perencanaan produksi dan sistem kontrol yang sederhana.
- Penggunaan area lebih sedikit.

Kekurangan *layout* ini adalah:

- Kerusakan yang terjadi pada satu mesin mengakibatkan satu lini produksi terhenti.

- Sifatnya yang *by product* dapat menyebabkan perubahan besar dalam *layout*.
- Kecepatan produksi ditentukan oleh mesin yang paling lambat.
- *Supervisor* bersifat umum.

3. *Group Layout*

Group layout digunakan pada saat volume produksi untuk produk individual tidak mencukupi untuk menentukan tata letak produk, tapi dengan mengelompokkan produk menjadi *logical product families*, tata letak produk dapat ditentukan untuk famili tersebut. Kelompok proses dianggap sebagai *cells*, sedangkan *group layout* dianggap sebagai *layout cellular*.

Kelebihan *layout* ini adalah:

- Mendukung penggunaan peralatan dengan guna yang umum.
- Jarak perpindahan lebih dekat dan lini aliran lebih lancar daripada *layout* proses.
- Utilisasi mesin yang meningkat.
- Kompromi antara *layout* produk dan *layout* proses, dihubungkan dengan keuntungan.

Kekurangan *layout* ini adalah:

- Dibutuhkan supervisi umum.
- Dibutuhkan pekerja dengan tingkat keterampilan yang lebih tinggi daripada pekerja pada *layout* produk.
- Kompromi antara *layout* produk dan *layout* proses, dihubungkan dengan kekurangannya.
- Tergantung pada keseimbangan aliran material melalui kelompok proses. Jika tidak, dibutuhkan *buffer*.

4. *Process Layout*

Pengaturan tata letak dengan cara menempatkan segala mesin/peralatan yang memiliki tipe / jenis sama kedalam satu departemen, sebagai contoh : industri manufaktur. Tata letak jenis ini sesuai dengan digunakan pada industri yang sifatnya menerima *job order* dengan jenis produk yang dibuat bervariasi dalam jumlah yang tidak terlalu besar.

Kelebihan *layout* ini adalah:

- Dapat menghasilkan utilisasi mesin yang lebih baik sehingga mesin yang dibutuhkan lebih sedikit.
- Fleksibilitas yang tinggi muncul sehubungan dengan alokasi fasilitas atau tenaga kerja untuk pekerjaan yang spesifik.

- Perbandingan investasi yang rendah untuk mesin-mesin yang dibutuhkan.
- Memungkinkan spesialisasi supervisi.

Kekurangan *layout* ini adalah:

- Biaya *material handling* yang lebih mahal karena biasanya lini produksi panjang.
- Perlu adanya perencanaan produksi dan sistem kontrol.
- Pada umumnya total waktu produksi lebih besar.
- Perbandingan biaya yang lebih besar dari hasil *inventory in-process*.
- Terdapat perbedaan pekerjaan dalam setiap departemen sehingga dibutuhkan tingkat keterampilan yang tinggi.

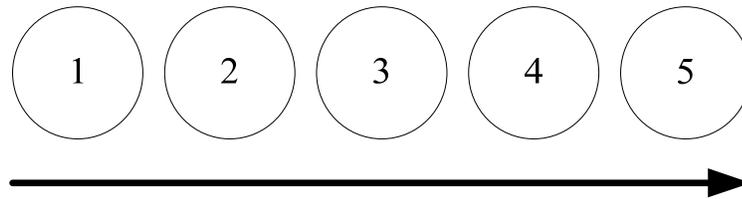
(sumber : Tata Letak Pabrik dan Pемindahan Bahan, Sritomo)

2.1.5 Tipe-Tipe Pola Aliran Bahan

Dalam sebuah proses produksi, terdapat aliran material dari tiap-tiap proses. Terdapat beberapa pola aliran bahan, yaitu:

1. *Straight Line* (Pola Aliran Garis Lurus)

Pada umumnya pola ini digunakan untuk proses produksi yang pendek dan relatif sederhana, dan terdiri atas beberapa komponen.

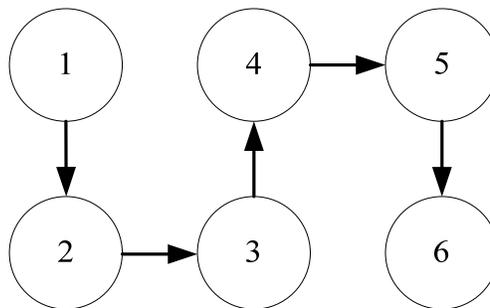


Sumber: Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan, James Apple

Gambar 2.1 Pola Aliran Garis Lurus

2. *Serpentine* (Pola Aliran Zig-Zag)

Pola ini biasanya digunakan bila aliran proses produksi lebih panjang daripada luas area. Pada pola ini, arah aliran diarahkan membelok sehingga menambah panjang garis aliran yang ada. Pola ini digunakan untuk mengatasi keterbatasan area.



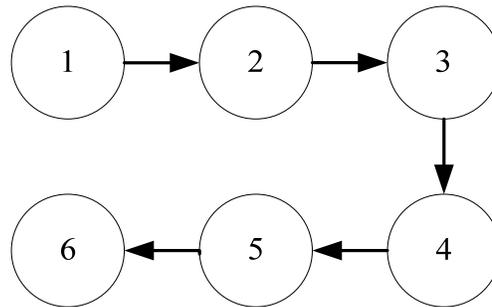
Sumber: Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan, James Apple

Gambar 2.2 Pola Aliran Zig-Zag

3. *U-Shaped* (Pola Aliran Bentuk U)

Dilihat dari bentuknya, pola aliran ini digunakan bila kita menginginkan akhir dan awal proses produksi berada di lokasi

yang sama. Keuntungannya adalah meminimasi penggunaan fasilitas *material handling* dan mempermudah pengawasan.

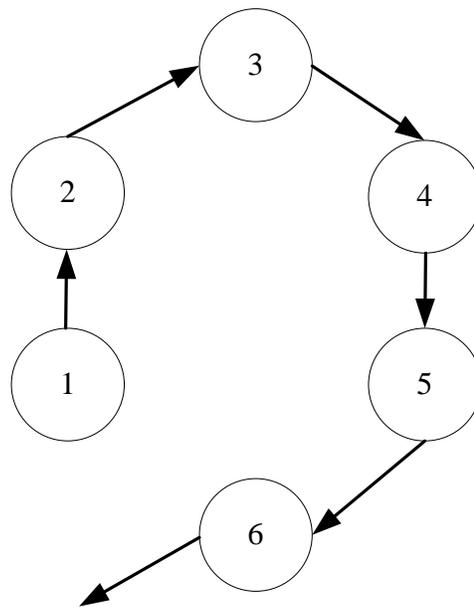


Sumber: Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan, James Apple

Gambar 2.3 Pola Aliran Bentuk-U

4. *Circular* (Pola Aliran Melingkar)

Pola ini digunakan apabila departemen penerimaan dan pengiriman berada di lokasi yang sama.

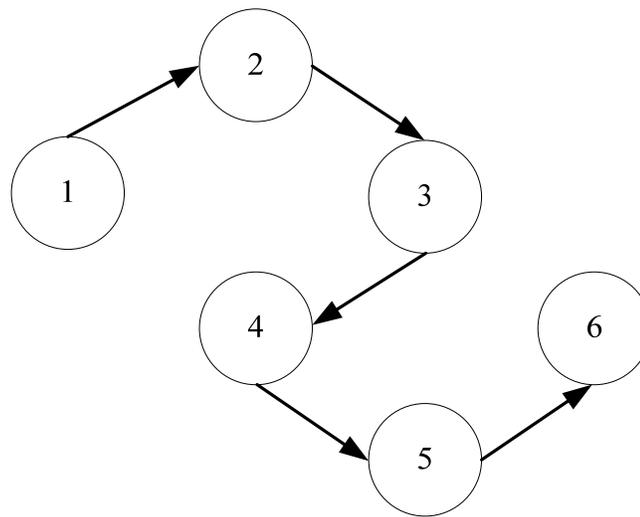


Sumber: Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan, James Apple

Gambar 2.4 Pola Aliran Melingkar

5. *Odd Angle* (Pola Aliran Sudut Ganjil)

Pola ini jarang dipakai karena pada umumnya pola ini digunakan untuk perpindahan bahan secara mekanis dan keterbatasan ruangan. Dalam keadaan tersebut, pola ini memberi linasan terpendek dan berguna banyak pada area yang terbatas.



Sumber: Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan, James Apple

Gambar 2.5 Pola Aliran Sudut Ganjil

2.1.6 Operation Process Chart

Operation process chart atau OPC adalah sebuah diagram yang digunakan untuk menggambarkan proses operasi yang akan dialami oleh bahan baku dari awal sampai dengan menjadi barang jadi beserta informasi-informasi seperti waktu produksi, material yang digunakan, dan mesin yang digunakan.

Di bawah ini adalah lambang-lambang yang digunakan dalam *Operation*

Process Chart:

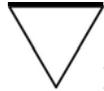


Operasi

: Kegiatan yang terjadi yang merubah bentuk material baik secara fisik maupun kimiawi.



Pemeriksaan : Pemeriksaan dilakukan bila benda kerja mengalami inspeksi baik dalam segi kualitas maupun kuantitas.



Penyimpanan : Dilakukan bila benda kerja disimpan untuk waktu tertentu.



Gabungan :Terjadi bila aktifitas operasi bersamaan dengan inspeksi.

Pada *Operation Process Chart*, manfaat yang dapat kita peroleh berupa: kebutuhan mesin dan anggarannya, memperkirakan kebutuhan bahan baku, alat untuk menentukan tata letak panrik, alat untuk perbaikan tata cara kerja yg ada.

2.1.7 Jumlah Kebutuhan Mesin

Dalam sebuah industri manufaktur, sangat tidak mungkin sebuah pabrik dapat beroperasi dalam efisiensi 100%. Jika diperkirakan bahwa pabrik tersebut beroperasi pada tingkat efisiensi 90% maka ruang pabrik dan mesin harus disiapkan untuk mengatasi kekurangan akibat ketidak efisiensi ini. Untuk itulah dilakukan suatu perhitungan jumlah mesin untuk mengetahui kebutuhan jumlah mesin yang efektif. (Apple, hal 92)

Dalam membuat tabel perhitungan jumlah mesin, terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan, yaitu:

1. Nama Operasi

Nama proses yang dilakukan

2. Nama Peralatan

Jenis mesin atau peralatan yang digunakan

3. Kapasitas alat teoritis

Kapasitas mesin yang digunakan (data dari perusahaan)

4. % *scrap* tiap operasi

Persentase produk yang cacat yang ditimbulkan tiap mesin. Data dari pengamatan perusahaan.

5. Jumlah diharapkan

Jumlah yang diharapkan yang merupakan data target produksi yang ditetapkan untuk tiap-tiap mesin.

6. Jumlah disiapkan

Jumlah yang diharapkan setelah perhitungan dengan *scrap* yang mungkin timbul.

$$\text{Jumlah disiapkan} = \frac{\text{Jumlah diharapkan}}{1 - \% \text{scrap}}$$

7. *Reliability* mesin

Efisiensi dari mesin. Hal ini disebabkan umur mesin yang tidak memungkinkan mesin tersebut untuk menghasilkan 100% produk sesuai kapasitasnya.

8. Jumlah mesin teoritis

Jumlah mesin yang seharusnya digunakan oleh perusahaan sesuai perhitungan.

$$\text{Jumlah mesin teoritis} = \frac{\text{jumlah disiapkan}}{\text{keandalan mesin} \times \text{kapasitas mesin}}$$

2.1.8 Analisa Aktivitas

2.1.8.1 *From To Chart*

FTC atau *From To Chart* yang kadang disebut juga *travel chart*, adalah sebuah teknik konvensional yang secara umum digunakan dalam perencanaan pabrik dan *material handling* dalam suatu proses produksi. *From To Chart* berguna di saat terjadi banyak perpindahan material dalam suatu area. Pada dasarnya, *From To Chart* adalah adaptasi dari *mileage chart* yang umum dijumpai pada sebuah peta perjalanan. Angka-angka yang terdapat pada *From To Chart* akan menunjukkan total dari berat beban yang dipindahkan, jarak perpindahan, volume, atau kombinasi ketiganya. *From To*

Chart dibagi 3, yaitu: *from to chart* frekuensi, *from to chart in flow*, *from to chart outflow*..

1. *From To Chart* Frekuensi

Sebuah tabel yang bertujuan melihat material yang mengalir antar fasilitas. Frekuensi perpindahan material ini dilihat berdasarkan tabel pada *Material Handling Evaluation Sheet*.

2. *From To Chart* Inflow

Pada tabel ini, matriks diisi dengan rasio:

$$\frac{\text{Nilai pada sel matriks yang terisi (dari FTC frekuensi)}}{\text{Total kolom dimana sel tersebut berada}}$$

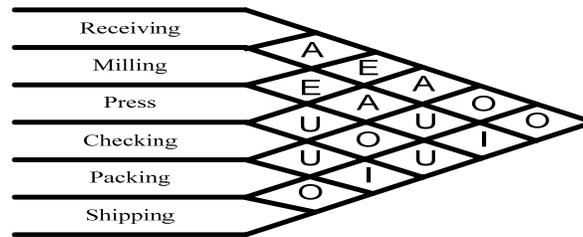
3. *From To Chart* Outflow

Di sini, matriks diisi dengan rasio:

$$\frac{\text{Nilai pada sel matriks yang terisi pada kolom X (dari FTC frekuensi)}}{\text{Total kolom dimana mesin tersebut menjadi mesin tujuan}}$$

2.1.8.2 Activity Relationship chart

Pada *activity relationship chart* ini, ditentukan seberapa dekat hubungan antara departemen-departemen yang ada di perusahaan tersebut. Di bawah ini adalah contoh kira-kira bentuk dari *activity relationship chart*



Gambar 2.6 *Activity Relationship Chart*

Dengan keterangan sebagai berikut:

A: Memiliki hubungan yang sangat erat dan mutlak untuk berdampingan.

E: Memiliki hubungan yang sangat erat dan diharuskan untuk berdampingan

I: Penting untuk diletakkan berdekatan

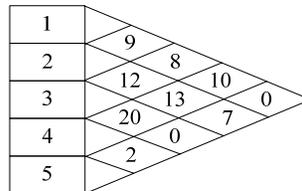
O: Memiliki hubungan yang tidak erat dan boleh diletakkan di mana saja

U: Tidak perlu adanya keterkaitan geografis apapun

2.1.8.3 *Graph-Based Construction Method*

Metode ini digunakan untuk menentukan peletakan fasilitas-fasilitas sehingga proses produksi tidak terganggu. Metode ini terdiri dari beberapa langkah, yaitu:

1. Dari ARC, pilih pasangan departemen dengan beban hubungan tertinggi. Contoh: sesuai ARC di bawah, dipilihlah departemen tiga dan empat.

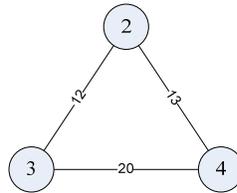


Gambar 2.7 Activity Relationship Chart Graph Method

2. Kemudian pilih departemen ketiga berdasarkan jumlah beban hubungan mereka. Contoh: dalam hal ini departemen dua adalah yang terbaik. Nilai dari beban setiap hubungan diletakkan pada garis yang menghubungkan kedua departemen tersebut

Tabel 2.1 Tabel Hasil Iterasi Graph Method

	3	4	Total	
1	8	10	18	
2	12	13	25	(best)
5	0	2	2	



Sumber : Facilities Planning, Tompkins

Gambar 2.8 Contoh Hasil Iterasi *Graph Method*

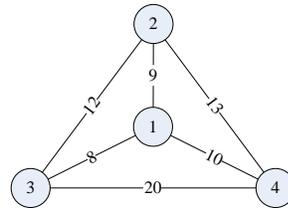
Hasil tersebut digambarkan dalam gambar di atas

- Setelah itu, untuk memilih departemen keempat, terlebih dahulu pindahkan departemen ketiga ke bagian atas tabel, lalu departemen keempat dapat dipilih seperti halnya memilih departemen ketiga di atas. *Face of graph* adalah sisi batasan wilayah yang dibatasi oleh kelilingnya. *Face of graph* tersebut menentukan di dalam wilayah manakah departemen selanjutnya harus diletakkan. Dalam hal ini adalah keliling segitiga tersebut. Yaitu 2-3-4.

Tabel 2.2 Tabel Hasil Iterasi *Graph Method*

	2	3	4	Total	
1	9	8	10	27	(best)
3	7	0	2	9	

Dari hasil iterasi di atas, maka diperoleh departemen satu adalah departemen berikutnya:



Sumber : Facilities Planning, Tompkins

Gambar 2.9 Contoh Hasil Iterasi *Graph Method*

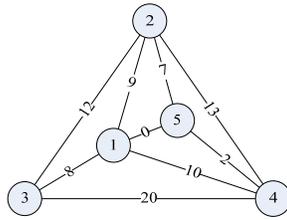
4. Sisanya adalah menentukan departemen selanjutnya dengan cara yang sama dengan nomor dua dan tiga.

Tabel 2.3 Tabel Hasil Iterasi *Graph Method*

	1	2	3	4	Total
3	0	7	0	2	9 (best)

Faces	Total
1,2,3	7
1,2,4	9 (best)
1,3,4	2
2,3,4	9

Dari hasil iterasi di atas, didapatkan bahwa departemen selanjutnya adalah departemen 3 dan diletakkan di dalam wilayah yang dibatasi oleh departemen 1, 2, dan 4. Maka hasil iterasi tersebut digambarkan demikian:

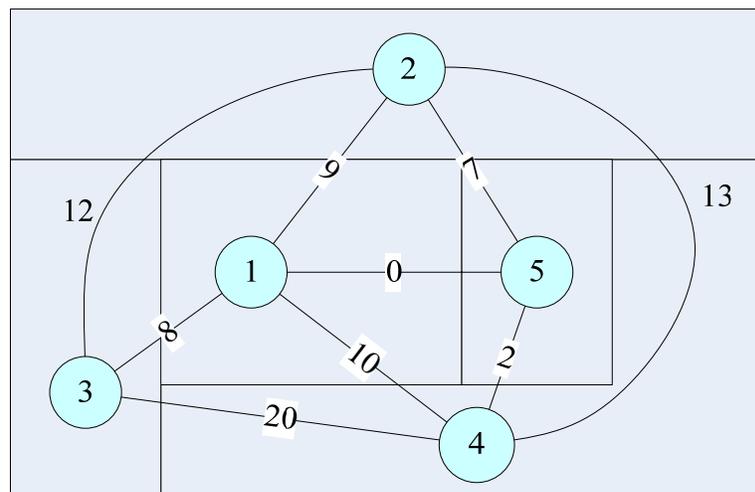


Sumber : Facilities Planning, Tompkins

Gambar 2.10 Contoh Hasil Iterasi *Graph Method*

5. Langkah terakhir adalah menggambarkan *tata letak* yang telah terbentuk tersebut ke dalam lahan yang tersedia.

Contoh:



Sumber : Facilities Planning, Tompkins

Gambar 2.11 Contoh Hasil Iterasi *Graph Method*

2.2 Kerangka Pemikiran

Dalam melakukan pembahasan ini, terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan agar hasil yang diinginkan dapat tercapai. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah observasi lapangan. Dari situ dapat dilihat permasalahan apa yang timbul. Untuk memecahkan masalah tersebut, langkah selanjutnya adalah mengumpulkan data-data yang ada berdasarkan studi literatur yang dilakukan. Dari data-data inilah dilakukan analisa pemecahan masalah. Dari analisa tersebut, ditarik kesimpulan dan digunakan dalam saran untuk pemecahan masalah yang ada.