

Bab 2

Tinjauan Pustaka

2.1. Perancangan Tata Letak Fasilitas

Perancangan tata letak fasilitas adalah suatu kegiatan merancang fasilitas fisik yang terdiri dari peralatan, mesin, area, bangunan dan fasilitas lainnya. Fungsi perancangan tata letak fasilitas yaitu memaksimalkan penataan aliran material, aliran informasi dan proses kerja untuk mencapai tujuan yang diinginkan oleh suatu perusahaan. Tujuan utama dari perancangan tata letak fasilitas adalah meminimasi biaya perpindahan bahan dengan waktu yang tersingkat. Kegiatan perancangan fasilitas sering kali digunakan di dunia industri atau pabrik. Perancangan fasilitas pabrik biasanya menganalisis, pembentukan konsep, perancangan dan pembuatan suatu sistem tentang produk yang akan dihasilkan atau jasa yang akan diberikan (Apple, 1990).

2.2. Tujuan Perancangan Tata Letak Fasilitas

Tujuan utama perancangan tata letak fasilitas yaitu merancang lokasi kerja di suatu institusi atau industri dengan fasilitas pendukung lainnya yang paling efektif efisien dan ekonomis sehingga meningkatkan performansi dan peroduktivitas kerja. Tujuan lainnya dalam perancangan tata letak fasilitas adalah sebagai berikut (Wignjosoebroto, 2009):

1. Meningkatkan kuantitas produksi (*output*)

Tata letak yang baik akan menghasilkan kuantitas produksi yang lebih banyak dengan ongkos produksi yang sama. Jumlah produksi yang meningkat maka produktivitas produksi ikut meningkat.

2. Mengurangi waktu menunggu (*delay*)

Adanya keseimbangan waktu operasi dengan beban yang diperoleh dari masing-masing departemen produksi. Perancangan tata letak yang terencana dengan baik akan mengurangi pemborosan waktu menunggu (*delay*) sehingga kegiatan produksi menjadi lebih produktif.

3. Meminimumkan kegiatan pemindahan material (*material handling*)

Kegiatan pemindahan material dibutuhkan beberapa elemen yaitu manusia, alat angkut, peralatan atau mesin dan material itu sendiri.

Alasan dibutuhkan perancangan tata letak fasilitas agar meminimumkan biaya pemindahan material yaitu:

- a. Biaya pemindahan material cukup besar.
- b. Biaya pemindahan material dapat dihitung dari jarak pemindahan material dan hasil ini dapat dilakukan untuk analisa perbaikan tata letak.

4. Penghematan luas area produksi

Perancangan yang kurang baik akan menghasilkan penggunaan area mesin yang berlebihan, bahan menumpuk dan sebagainya. Apabila luas area produksi yang kecil maka dibutuhkan perancangan dalam penempatan mesin, peralatan dan saran pendukung lainnya dengan optimal.

5. Pemanfaatan daya guna yang lebih maksimal dari mesin, tenaga kerja, dan fasilitas lainnya. Penggunaan mesin, tenaga kerja dan fasilitas lainnya akan lebih efektif dan efisien apabila perancangan tata letaknya terencana dengan baik.

6. Mengurangi *inventory in-process*

Material akan mengalami perpindahan dari operasi satu ke operasi lainnya maka dengan perancangan tata letak yang terencana dengan baik akan mengurangi terjadinya penumpukan material pada operasi yang cukup lama dibandingkan dengan operasi selanjutnya.

7. Proses manufaktur yang lebih singkat

Dengan berkurangnya proses menunggu maka akan memperpendek waktu total produksi.

8. Mengurangi resiko kesehatan dan keselamatan kerja

Perancangan tata letak fasilitas yang baik akan memberikan rasa nyaman dan aman bagi pekerja. Faktor-faktor yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja harus dikurangi.

9. Memperbaiki moral dan kepuasan kerja

Tata letak fasilitas yang rapi, pencahayaan yang sesuai, sirkulasi udara yang cukup, kebisingan rendah dan sebagainya akan memberikan kepuasan kerja.

10. Mempermudah aktivitas supervisi

Dengan merancang tata letak kantor berada di atas lantai produksi maka akan memberikan kemudahan bagi supervisor dalam mengawasi kegiatan produksi.

11. Mengurangi kemacetan dan kesimpang-siuran

Salah satu proses produksi yang lebih lama dibandingkan dengan proses selanjutnya maka akan menyebabkan kemacetan. Selain itu juga kegiatan yang tidak perlu dilakukan, banyaknya perpotongan kerja (*intersection*) akan menyebabkan kesimpang-siuran. Tata letak yang tepat maka akan menghasilkan luasan yang optimal dalam artian tidak berlebihan dan tidak kekurangan sehingga menghasilkan kegiatan produksi berlangsung tanpa adanya hambatan.

12. Mengurangi faktor yang bias merugikan dan mempengaruhi kualitas bahan setengah jadi atau produk jadi

Adanya getaran yang dihasilkan oleh mesin, debu dari proses produksi, suhu yang tinggi dan sebagainya akan menyebabkan kerusakan atau kecacatan pada bahan setengah jadi atau produk jadi. Maka tata letak yang baik akan mengurangi kerusakan-kerusakan yang akan ditimbulkan dari proses produksi.

2.3. Prinsip Dasar Perencanaan Tata Letak Fasilitas

Prinsip dasar perencanaan tata letak fasilitas yaitu (Wignjosoebroto, 2009):

1. Prinsip integrasi secara total

Prinsip ini menyatakan bahwa tata letak fasilitas adalah kesatuan dari suatu unit besar yang terdiri dari integrasi keseluruhan elemen-elemen yang ada dalam kegiatan produksi .

2. Prinsip jarak perpindahan material yang paling minimal

Proses pemindahan material dari operasi satu ke operasi lainnya dapat menghemat waktu dengan mengurangi jarak perpindahan tersebut. Hal ini bisa dikurangi dengan cara mendekatkan departemen operasi berikutnya sedekat mungkin dengan departemen operasi sebelumnya.

3. Prinsip aliran dari suatu proses kerja

Prinsip ini digunakan untuk menghindari pemborosan kerja seperti adanya kegiatan yang bolak-balik (*back-tracking*), kemacetan (*congestion*) dan membuat material bergerak tanpa adanya interupsi.

4. Prinsip pemanfaatan ruangan

Perancangan tata letak fasilitas merupakan pengaturan yang digunakan oleh manusia, mesin dan material dalam suatu institusi atau industri. Ketiga fisik ini mempunyai dimensi yaitu volume (*cubic space*) dan luas (*floor space*). Maka harus dipertimbangkan dari kedua aspek tersebut dalam melakukan perancangan tata letak.

5. Prinsip kepuasan dan keselamatan kerja

Suasana lingkungan kerja yang menyenangkan akan menimbulkan banyak keuntungan yang diperoleh pekerja dan perusahaan seperti memberikan moral kerja dan setidaknya ongkos produksi berkurang. Suatu layout yang membahayakan keselamatan kerja maka dapat dikatakan bahwa *layout* tersebut tidak baik.

6. Prinsip fleksibel

Dengan adanya perkembangan teknologi saat ini, maka akan ada perkembangan pula dalam perubahan desain produk, mesin, waktu pengiriman, waktu penerimaan dan sebagainya. Kondisi ekonomi perusahaan dapat dicapai apabila layout perusahaan dapat disesuaikan, fleksibel dan pengaturan ulang dengan cepat dan biaya yang minim. Apabila terjadi perubahan maka perpindahan yang terjadi akan mudah dan ongkos yang dapat diminimalkan.

2.4. Jenis-Jenis Masalah Tata Letak Fasilitas

Beberapa faktor yang mendorong untuk melakukan *relayout* atau pengaturan ulang fasilitas adalah sebagai berikut (Hadiguna, 2008):

1. Perubahan rancangan

Perubahan rancangan produk maka akan merubah aliran proses produksi. Hal ini menuntut perubahan pada tata letak fasilitas apabila adanya penambahan dan penggantian salah satu atau beberapa mesin saja.

2. Perluasan departemen

Perusahaan ingin memenuhi permintaan pasar dengan meningkatkan kuantitas produksi. Hal ini mengakibatkan peningkatan kebutuhan ruang dan memerlukan penataan ulang tata letak fasilitas.

3. Pengurangan departemen

Penurunan volume produksi akan mengurangi sejumlah mesin maka jarak pemindahan material akan semakin jauh. Hal ini menuntut perlunya penataan fasilitas produksi.

4. Penambahan produk baru

Produk baru yang ingin diproduksi memiliki proses yang berbeda dengan produk yang telah diproduksi maka akan menimbulkan masalah dalam proses produksi. Apabila dibutuhkan jenis mesin yang baru maka memerlukan lokasi untuk penempatan mesin tersebut. Namun jika mesin yang digunakan sama maka memerlukan penambahan jumlah mesin yang ada dan tetap adanya penataan mesin tersebut.

5. Pemindahan departemen

Pertimbangan tertentu terkadang perusahaan memutuskan untuk memindahkan salah satu atau lebih departemen atau mesin. Kebijakan tersebut menyebabkan kekacauan di aliran produksi apabila dilakukan perancangan tata letak ulang yang tidak baik.

6. Penambahan departemen baru

Adanya kebutuhan pembentukan departemen baru untuk pekerjaan yang baru. Sebagai contoh perusahaan ingin memproduksi bahan baku sendiri, yang selama ini bahan baku tersebut di *supply* oleh perusahaan lain.

7. Perubahan metode produksi

Peningkatan produktivitas produksi dapat dilakukan dengan cara perbaikan metode produksi yang digunakan. Akibat yang ditimbulkan dari perbaikan ini yaitu adanya perubahan proses produksi lokasi departemen dan sebagainya.

8. Peremajaan peralatan atau mesin yang rusak

Kegiatan perawatan atau pemeliharaan peralatan membutuhkan ruang agar kegiatan ini dapat optimal.

9. Penurunan biaya

Adanya ruang yang digunakan dengan sia-sia pada dasarnya adalah biaya tersembunyi (*hidden cost*), karena adanya biaya investasi bangunan yang didepresiasi. Hal ini berarti bahwa ruang yang digunakan membutuhkan biaya namun tidak memberikan nilai lebih atau manfaat.

10. Pendirian pabrik baru

Sudah tentu jelas bahwa dalam pendirian pabrik baru maka dibutuhkan perancangan tata letak fasilitas. Penempatan fasilitas tidak mengalami banyak kendala karena masih relatif bebas dengan ruang yang masih kosong.

2.5. Jenis-Jenis Tata Letak Fasilitas

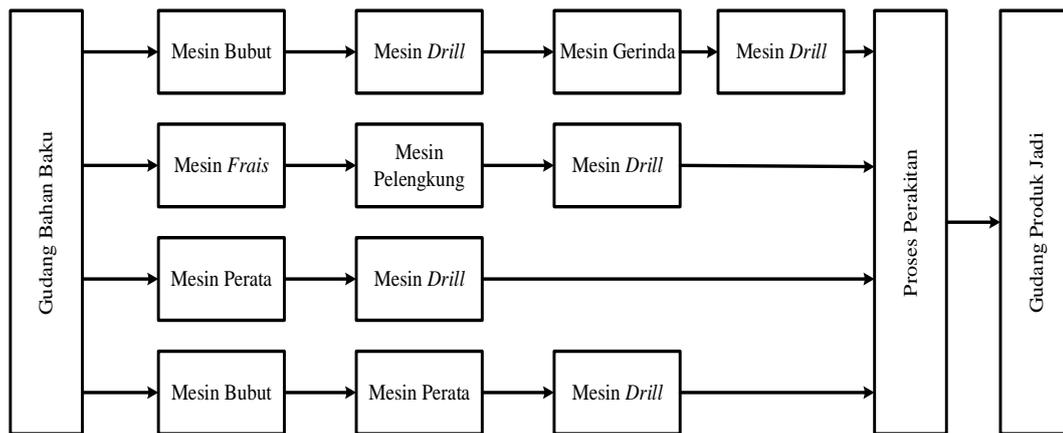
Penentuan alternatif *layout* merupakan kegiatan yang sangat penting dalam perancangan fasilitas produksi, karena di sini menentukan kegiatan produksi berlangsung dengan baik atau tidak. Adanya kesalahan dalam penempatan mesin dan peralatan dapat mengurangi tingkat produktivitas produksi. Penetapan proses produksi, aliran produksi, jumlah mesin dan luas area merupakan langkah awal dalam melakukan perancangan tata letak fasilitas (Wignjosoebroto, 2009).

2.5.1. Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Aliran Produksi

Suatu pabrik yang memproduksi satu atau beberapa produk dengan volume atau jumlah yang besar dan memiliki waktu produksi yang tidak singkat maka tata letak yang cocok adalah tata letak berdasarkan aliran produksi. *Layout* tipe ini merancang pengaturan fasilitas dan mesin diatur menurut prinsip “*machine after machine*” tidak memperdulikan berbagai macam mesin yang digunakan. Berikut ini pertimbangan-pertimbangan yang mendasari pemilihan tata letak berdasarkan aliran produksinya:

1. Terdapat satu atau beberapa produk yang diproduksi
2. Produksi masalah atau jumlah besar dengan jangka waktu yang lama
3. Untuk menentukan laju produksi per satuan waktu memungkinkan dengan cara mempelajari studi gerak dan waktu

4. Adanya keseimbangan lintasan yang baik antara pekerja dan mesin di lantai produksi.
5. Kegiatan inspeksi yang tidak terlalu banyak
6. Satu kegiatan operasi hanya menggunakan satu mesin
7. Pемindahan bahan dilakukan secara mekanis, biasanya menggunakan conveyor
8. Mesin yang digunakan tidak membutuhkan *skill* dari operator



Gambar 2.1. *Product Layout*

Berdasarkan Gambar 2.1. di atas dapat dilihat bahwa aliran produksi berurutan berdasarkan aliran produk mulai dari bahan baku, kemudian diproses, diperiksa hingga menjadi produk jadi. Dengan kata lain bahwa tata letak tipe ini produk dapat dikerjakan dalam satu departemen saja tanpa perlu adanya pemindahan ke departemen lain. Tujuan dari metode ini yaitu mengurangi proses pemindahan bahan, serta memudahkan dalam proses pengawasan karena sesuai dengan alur produksi.

Keuntungan yang diperoleh dari pengaturan tata letak berdasarkan aliran produksi yaitu sebagai berikut:

1. Pemindahan material tidak mengalami kendala karena jarak yang berdekatan.
2. Waktu produksi relatif lebih cepat.
3. Lintasan produksi yang telah diseimbangkan akan mengurangi *work-in process*.

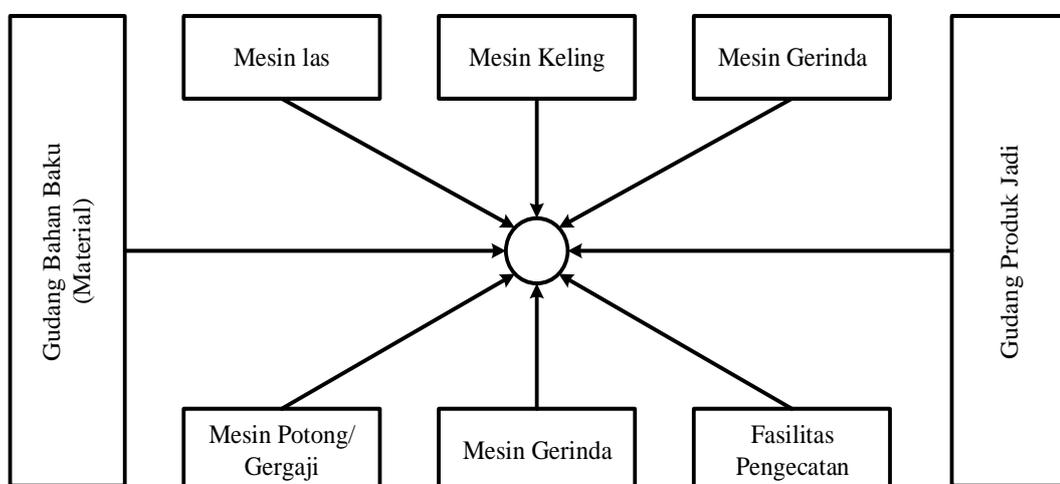
4. Memberikan motivasi kerja karena diberikannya insentif untuk meningkatkan produktivitas.
5. Departemen yang ada membutuhkan area yang minimal.
6. Proses produksi dikendalikan dengan mudah.

Kekurangan dari tata letak berdasarkan aliran produksi adalah sebagai berikut:

1. Kerusakan salah satu mesin menyebabkan berhentinya kegiatan produksi.
2. Tidak bisa memproduksi produk yang berbeda.
3. Stasiun kerja yang lambat akan menjadi hambatan.
4. Investasi besar dalam pengadaan mesin.

2.5.2. Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Lokasi Material Tetap

Tipe tata letak ini material atau bahan utama akan tetap pada lokasinya sendiri, tetapi mesin, peralatan dan manusia serta komponen tambahan lainnya bergerak menuju material atau bahan utama. *Layout* tipe ini sering dijumpai pada departemen perakitan karena mesin dan peralatan relatif lebih mudah untuk dipindahkan. Contoh layout berdasarkan lokasi material yang tetap dapat dilihat pada Gambar 2.2. di bawah ini:



Gambar 2.2. *Fixed Position Layout*

Keuntungan dari *layout* tipe ini yaitu sebagai berikut:

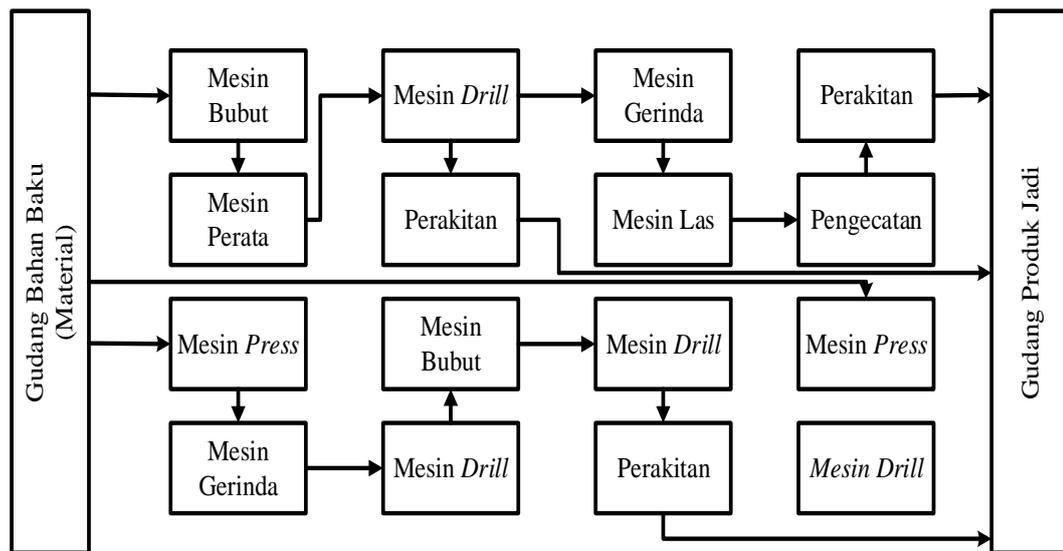
1. Perpindahan material atau bahan minimal karena yang bergerak adalah peralatan dan mesin.
2. Apabila pendekatan kelompok kerja diterapkan, maka kontinuitas operasi dan tanggung jawab kerja dapat dicapai.
3. Memungkinkan menyelesaikan pekerjaan secara penuh.
4. Fleksibilitas kerja tinggi karena peralatan dan mesin dapat dengan mudah menyesuaikan dengan perubahan produk.

Kekurangan dari *layout* tipe ini yaitu sebagai berikut:

1. Peningkatan perpindahan peralatan, mesin dan operator pada saat kegiatan produksi berlangsung.
2. Memerlukan operator dengan keahlian yang lebih dibanding aktivitas yang umum dilakukan.
3. Adanya tambahan area untuk produk setengah jadi, karena membutuhkan beberapa peralatan kerja.
4. Dibutuhkan pengawasan dan koordinasi yang lebih ketat terutama dalam penjadwalan produksi.

2.5.3. Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Kelompok Produk

Tata letak tipe ini mengelompokkan produk dan komponen terlebih dahulu sebelum dilakukan proses produksi. Pengelompokkan ini didasarkan pada proses yang dilakukan, bentuk produk atau komponen, mesin dan peralatan yang digunakan dan sebagainya, namun pengelompokkan ini tidak didasarkan pada jenis produk akhir yang sama seperti *by product*. Tata letak tipe ini akan meningkatkan efisiensi dalam proses produksi, hal ini disebabkan karena setiap kelompok produk atau komponen akan mengalami proses yang sama. Contoh tata letak berdasarkan kelompok produk dapat dilihat pada Gambar 2.3. berikut ini:



Gambar 2.3. Group Technology Layout

Keuntungan *layout* tipe ini yaitu sebagai berikut:

1. Memperoleh pendayagunaan mesin yang optimal, hal ini dikarenakan adanya pengelompokan sesuai dengan proses operasinya. Sehingga mesin dapat bekerja secara maksimal sesuai dengan kapasitasnya.
2. Perpindahan material lebih dekat dan lintasan kerja yang lebih lancar sehingga ongkos *material handling* yang diperoleh akan semakin kecil. Bila dibandingkan dengan *by process*.
3. Dapat meningkatkan suasana kerja kelompok, sehingga proses produksi dapat dikontrol dengan mudah.
4. Mendapatkan keuntungan yang sama dari *layout by product* dan *layout by process* karena *layout* ini merupakan gabungan dari kedua *layout* tersebut.
5. Pada umumnya menggunakan mesin *general purpose* yang lebih rendah.

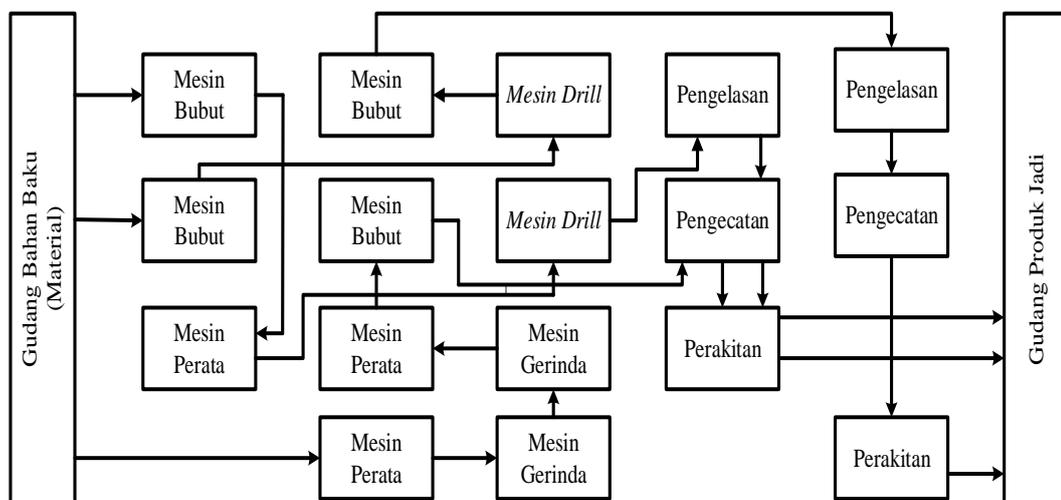
Kekurangan dari *layout* tipe ini yaitu sebagai berikut:

1. Membutuhkan operator dengan keahlian yang lebih dalam megoperasikan semua fasilitas produksi diluar aktivitas operator pada umumnya.
2. Pengendalian produksi sangat mempengaruhi kelancaran kerja dalam keseimbangan aliran produksi
3. Dibutuhkan *buffer & work in process storage* apabila ada penumpukan material.

4. Mendapatkan beberapa kerugian yang dialami oleh *layout by product* dan *layout by process*.
5. Pengaplikasian fasilitas produksi tipe *special-purpose* sulit diterapkan di suatu industri.

2.5.4. Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Fungsi Atau Macam Proses

Tata letak tipe ini adalah tata letak fasilitas yang menempatkan peralatan dan mesin yang memiliki jenis dan fungsi yang sama ke dalam satu departemen. Sebagai contoh di dunia industri, mesin bor ditempatkan ke dalam departemen *drill*, mesin *frais* ditempatkan ke dalam satu departemen *milling* dan sebagainya. Contoh *layout* ini dapat dilihat pada Gambar 2.4. di bawah ini:



Gambar 2.4. *Layout By Process*

Keuntungan penggunaan *layout by process* yaitu sebagai berikut:

1. Mesin yang digunakan adalah mesin yang umum (*general purpose*) sehingga investasi yang dikeluarkan perusahaan rendah.
2. Dapat memproduksi berbagai macam produk karena adanya fleksibilitas tenaga kerja dan fasilitas produksi.
3. Penggunaan mesin dapat optimal.
4. Spesialisasi pekerjaan akan meningkatkan aktivitas supervisi yang efisien.

5. Proses pengendalian dan pengawasan produksi lebih mudah terutama pekerjaan dengan ketelitian tinggi.
6. Dapat memindahkan proses produksi dari mesin satu ke mesin lainnya apabila terjadi kerusakan pada salah satu mesin.

Kekurangan dari penggunaan *layout* ini yaitu sebagai berikut:

1. Adanya kegiatan pemindahan material, karena penempatan mesin tergantung pada jenis proses atau fungsi kerjanya.
2. Membutuhkan penambahan *space area* apabila terjadi penumpukan material karena ada salah satu proses produksi lebih lama dari proses lainnya.
3. Pengendalian produksi menjadi kompleks.
4. Dibutuhkan operator dengan kemampuan tinggi karena banyaknya jenis mesin yang ada.

2.6. Tata Letak Fasilitas Terkomputerisasi

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi saat ini semakin berkembang, salah satu media yang digunakan adalah computer. Komputer saat ini sangat canggih dan saai ini penggunaannya sudah sangat penting dalam berbagai aspek kehidupan. Salah satu contohnya yaitu dalam perancangan tata letak fasilitas. Perancangan tata letak fasilitas dengan penggunaan computer dapat menghasilkan perubahan tata letak awal dan dapat membuat tata letak fasilitas baru (Hadiguna, 2008).

Program yang dapat digunakan dalam perancangan tata letak fasilitas yaitu:

1. CRAFT (*Computerized Relative Allocation of Facilities Techniques*)
2. ALDEP (*Automated Design Program*)
3. CORELAP (*Computerized Relationship Techniques*)
4. PLANET (*Plant and Evaluation Technique*)
5. BLOCPLAN
6. MULTIPLE (*MULTI-floor Plant Evaluation*)

Kesulitan pengembangan model tata letak dengan program komputer dan perbaikan dalam penggunaannya maka diharapkan melakukan pertimbangan-pertimbangan kriteria yang ingin dicapai dalam pengembangan tersebut. Kriteria-kriteria tersebut yaitu sebagai berikut (Apple, 1990):

1. Keandalan.
2. Pemakaian data nyata.
3. Kemampuan untuk membobot masukan.
4. Penghilapan penilaian hasil yang subyektif.
5. Penggambaran yang lebih baik tentang pusat kegiatan.
6. Kelonggaran bagi lokasi kegiatan tetap.
7. Perhatian atas kendala kegiatan tetap.
8. Perhatian atas kendala-kendala bangunan.
9. Kemungkinan pemakaian tata letak beraneka tingkat.
10. Perhitungan biaya yang mengembangkan tata letak lain.
11. Penilaian ongkos yang lebih realistis.
12. Sedikit mungkin pembatasan untuk menjaga keluwesan.
13. Kemampuan menggali dan mencari gagasan yang lebih baru dari tata letak lain.
14. Hasil cetak grafis yang lebih realistis.
15. Penghilangan penyesuaian dilakukan oleh manusia pada hasil cetak grafis.
16. Kemampuan menangani keterkaitan yang tidak diinginkan.
17. Kemampuan menerapkan tata letak yang rinci, yaitu tata letak mesin, peralatan dan sebagainya.

2.7. Algoritma CRAFT

CRAFT adalah suatu algoritma dalam perancangan tata letak berdasarkan literatur yang telah ada. CRAFT merupakan salah satu program perbaikan tata letak, program ini melakukan perbaikan secara bertahap dengan mencari perancangan tata letak yang optimal. CRAFT melakukan perbaikan tata letak fasilitas dengan melakukan pertukaran departemen. CRAFT mempertimbangkan pertukaran departemen yang memiliki luas yang tidak jauh berbeda dan lokasi yang berdekatan untuk mengurangi biaya perpindahan material (Haniguna, 2008).

Input yang dijadikan masukan dalam penggunaan algoritma CRAFT yaitu tata letak awal, aliran produksi, frekuensi perpindahan, biaya perpindahan material per satuan jarak dan penentuan departemen yang tidak dapat diubah atau dipindahkan. Perancangan tata letak fasilitas menggunakan metode CRAFT menggunakan bantuan komputer. Proses yang dilakukan dalam melakukan perancangan tata letak dengan CRAFT yaitu sebagai berikut:

1. Melakukan pengumpulan data yang diantaranya; *layout* lantai produksi awal, aliran produksi, luas lantai produksi, jumlah dan dimensi mesin, biaya operator dan sebagainya.
2. Setelah data diperoleh selanjutnya membuat Peta Proses Operasi, menghitung *ongkos material handling* dan membuat *From To Chart*.
3. Input yang dibutuhkan CRAFT yaitu; aliran produksi, *ongkos material handling* dan *From To Chart*.
4. Setelah menginput data yang dibutuhkan oleh CRAFT, maka langkah selanjutnya yaitu menentukan departemen yang tidak dapat dipindahkan atau disebut dengan departemen *fix* dengan berbagai alasan tertentu.
5. Selanjutnya komputer akan beroperasi dan menghasilkan *final layout* atau layout usulan CRAFT dengan beberapa alternatif yang dihasilkan dalam bentuk persegi dengan garis huruf-huruf
6. Layout usulan yang dihasilkan CRAFT dalam bentuk persegi dengan garis huruf-huruf selanjutnya disesuaikan dengan luas lantai sesungguhnya dengan cara konvensional. Setiap departemen yang dihasilkan CRAFT disesuaikan luas lantai sesungguhnya sesuai dengan ketentuan ukuran *block* yang diinput pada CRAFT. Sebagai contoh ukuran setiap *block* yang diinput pada CRAFT yaitu memiliki ukuran 1 m^2 . Apabila output *layout* yang dihasilkan yaitu dengan panjang 4 *block* dan lebar 8 *block*, maka ukuran sesungguhnya yaitu memiliki panjang 4 meter dengan lebar 8 meter. (Apple, 1990).

Contoh tata letak awal dan tata letak usulan dari output CRAFT yang dapat dilihat pada Gambar 2.5. dan 2.6. berikut:

A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	G	G	G	G	G	G	G	G
A									A	G							G
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	G	G	G					G
B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	E	E	G	G	G	G	G	G
B				B	C				C	E	E	E	E	E	E	E	E
B				B	C	C	C	C	C	E	E	E	E	E	E	E	E
B	B	B	B	B	D	D	D	D	F	F	F	F	F	F	F	E	E
D	D	D	D	D	D			D	F						F	F	F
D							D	D	F	F	F	F	F				F
D	D	D	D	D	D	D	D	H	H	H	H	H	F	F	F	F	F

Gambar 2.5. Tata Letak Awal Sebelum Adanya Perubahan

A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	G	G	G	G	G	G	G	G
A									A	G							G
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	G	G	G					G
C	C	C	B	B	B	B	B	B	B	F	F	G	G	G	G	G	G
C		C	C	B					B	F	F	F	F	F	F	F	F
C			C	B	B	B	B	B	B	F	F	F	F	F	F		F
C	C	C	C	B	D	D	D	D	E	E	E	E	E	E	F		F
D	D	D	D	D	D			D	E					E	F		F
D							D	D	E	E	E	E	E	E	F		F
D	D	D	D	D	D	D	D	H	H	H	H	H	E	E	F	F	F

Gambar 2.6. Hasil Keluaran *Final CRAFT Layout Usulan*

Pada Gambar 2.5. menunjukkan layout awal rantai produksi suatu perusahaan yang dihasilkan algoritma CRAFT dengan berbentuk persegi dengan huruf-huruf. Kemudian dari layout awal tersebut dilakukan perbaikan tata letak dengan melakukan pertukaran departemen menggunakan metode Algoritma CRAFT dengan hasil layout usulan pada Gambar 2.6. Pada layout usulan CRAFT melakukan pertukaran departemen pada departemen B dan C serta pertukaran pada departemen E dan F.

2.8. Peta Proses Operasi (*Operation Process Chart*)

Peta proses operasi atau juga dikenal dengan *operation process chart* menunjukkan langkah-langkah kegiatan operasi mulai dari datangnya bahan baku hingga menjadi bahan jadi yang telah di *packaging*. Peta ini menunjukkan keseluruhan komponen yang digunakan serta proses perakitan yang dilakukan. Berdasarkan peta proses operasi juga suatu perancangan tata letak fasilitas yang ideal dapat direncanakan (Sritomo, 2009).

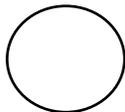
Peta proses operasi adalah suatu diagram yang menggambarkan operasi yang dialami oleh material hingga menjadi produk jadi. Informasi-informasi yang dapat didapat melalui peta proses operasi dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut yaitu waktu operasi, bahan yang digunakan, *scraft* yang diperoleh dan alat atau mesin yang digunakan (Sutalaksana, 2006).

Informasi-informasi yang dapat diperoleh dari suatu peta proses operasi yaitu (Tim Dosen Teknik Industri UNIKOM, 2014):

- a. Material atau bahan baku yang digunakan
- b. Mesin yang digunakan dalam pembuatan produk
- c. Urutan atau langkah-langkah dalam pembuatan produk
- d. Waktu yang dibutuhkan dalam mengerjakan produk pada setiap prosesnya
- e. Peralatan yang digunakan

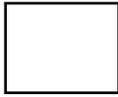
Simbol-simbol yang terdapat pada peta proses operasi yang menunjukkan suatu proses pada kegiatan produksi yaitu sebagai berikut (Sutalaksana, 2006):

- a. Operasi



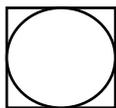
Kegiatan dimana material mengalami perubahan bentuk maupun sifat karena telah mengalami proses. Kegiatan mengambil dan memberikan suatu informasi juga termasuk ke dalam operasi.

b. Pemeriksaan



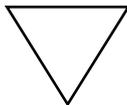
Suatu kegiatan memeriksa produk jadi dari segi kualitas maupun kuantitas. Kegiatan ini membandingkan antara objek tertentu dengan suatu standar yang telah ditentukan.

c. Aktivitas gabungan



Kegiatan dimana aktivitas operasi dan pemeriksaan dilakukan secara bersamaan dalam suatu kegiatan produksi.

d. Penyimpanan



Produk yang telah melalui proses pemeriksaan maka selanjutnya dipindahkan ke gudang penyimpanan.

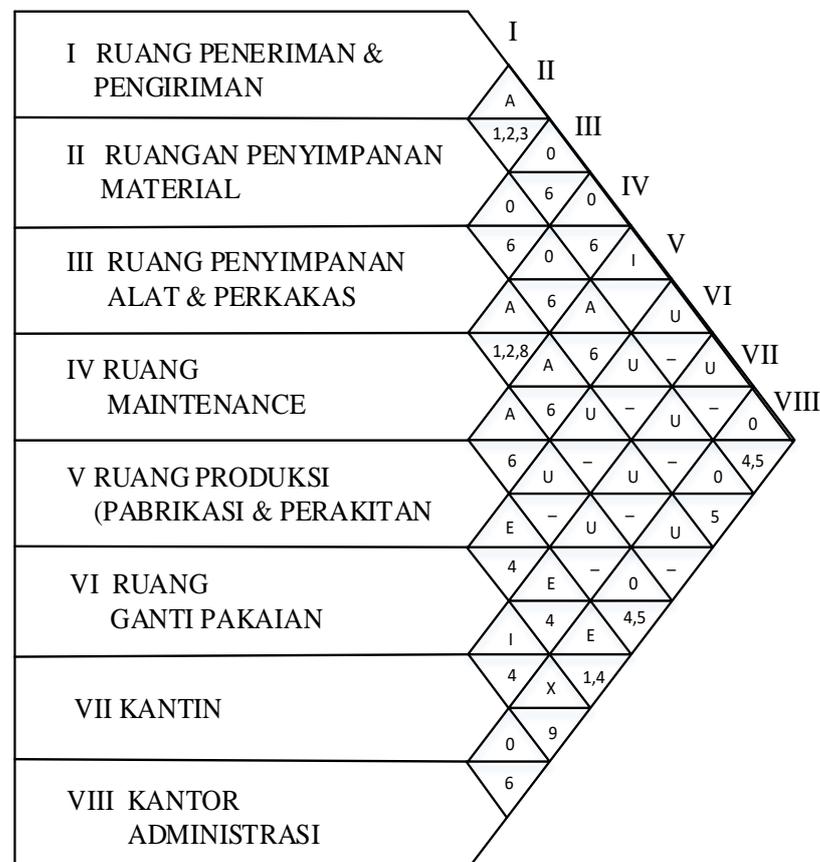
2.9. Activity Relationship Chart

Aliran bahan dapat diukur menggunakan metode kualitatif yaitu dengan diukur tingkat kedekatan antara suatu departemen dengan departemen lainnya. Nilai nilai yang dicatat dengan alasan-alasan yang mendasarinya mendapatkan nilai atau skor tersebut ke dalam sebuah peta hubungan aktivitas (*Activity Relationship Chart*). Peta hubungan aktivitas dapat dibuat dengan prosedur yang harus dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Identifikasi departemen atau fasilitas yang akan dilakukan pengaturan tata letaknya serta urutkan semua departemen tersebut.
2. Lakukan observasi langsung ke perusahaan serta wawancara terhadap karyawan dari setiap departemen serta karyawan yang dapat memberikan informasi serta memiliki wewenang.

3. Hubungan antar departemen didefinisikan berdasarkan kriteria kedekatan hubungan dengan alasannya. Selanjutnya tetapkan nilai kedekatan setiap departemen dalam peta hubungan aktivitas.
4. Diskusikan hasil penilaian tingkat kedekatan antar departemen dengan pihak perusahaan. Peta hubungan aktivitas yang telah selesai dibuat dapat dijadikan dasar untuk perubahan *layout* (Sritomo, 2009).

Pada dasarnya *activity relationship chart* hampir memiliki kesamaan dengan *from to chart*, namun dalam *from to chart* penilaiannya bersifat kuantitatif, sedangkan dalam *activity relationship chart* bersifat kualitatif. Dalam *from to chart* berisikan angka angka atau nilai biaya perpindahan material. Contoh *activity relationship chart* dapat dilihat pada Gambar 2.7 serta deskripsi alasan dan derajat kedekatan pada Tabel 2.1. berikut ini:



Gambar 2.7. Activity Relationship Chart

Tabel 2.1. Deskripsi Alasan dan Derajat Kedekatan

Kode Alasan	Deskripsi alasan	Kode Hubungan	Derajat hubungan
1.	Penggunaan catatan bersama	A	Mutlak perlu dicatat
2.	Menggunakan tenaga kerja yang sama	E	Sangat penting untuk didekatkan
3.	Menggunakan space area yang sama	I	Penting untuk didekatkan
4.	Derajat kontak personel yang sering dilakukan	O	Cukup/biasa
5.	Derajat kontak kertas kerja yang sering dilakukan	U	Tidak penting
6.	Urutan aliran kerja	X	Tidak dikehendaki berdekatan
7.	Melaksanakan kegiatan kerja yang sama		
8.	Menggunakan peralatan kerja yang sama		
9.	Kemungkinan adanya bau yang tidak mengenakan, ramai, dll.		

2.10. Depresiasi

Depresiasi atau disebut juga penyusutan adalah terjadinya proses pengurangan nilai dari fasilitas fisik dengan habisnya umur pakai atau waktu penggunaannya. Secara umum depresiasi ini didefinisikan pengurangan nilai yang diakibatkan oleh berkurangnya kualitas dari suatu barang yang telah dipakai dan habis masa umur pakainya. Selain itu juga depresiasi dipengaruhi oleh perkembangan jaman dan teknologi yang menghasilkan suatu barang atau produk baru dengan performansi lebih unggul. Hal ini mengakibatkan nilai dari barang sebelumnya yang performasinya lebih rendah memiliki nilai yang rendah.

Jenis-jenis metode yang dapat digunakan untuk menghitung depresiasi atau penyusutan suatu barang atau produk yaitu sebagai berikut:

1. *Straight line*

Metode ini disebut juga sebagai metode garis lurus yang didasari oleh pengurangan nilai suatu barang secara linier terhadap umur pakai dari suatu barang. Formula yang digunakan metode *Straight Line* yaitu sebagai berikut:

$$D_t = \frac{P - S}{N} \dots \dots \dots (2.1.)$$

Dimana : D_t adalah nilai depresiasi pada tahun ke-t.

P adalah biaya awal barang atau produk tertentu.

S adalah nilai sisa dari barang tersebut.

N adalah umur pakai dari barang tersebut.

2. *Sum of Year Digit (SOYD)*

Sum of year digit yaitu suatu metode yang dibuat yang lebih menitikberatkan terjadinya penyusutan pada tahun-tahun awal yang besar lalu semakin mengecil penyusutannya pada tahun berikutnya. Maka dengan demikian metode ini penyusutan suatu barang lebih cepat. Formula yang digunakan metode *sum of year digit* yaitu sebagai berikut:

$$D_t = \frac{\text{Sisa umur aset}}{\text{SOYD}} (\text{ongkos awal} - \text{nilai sisa}) \dots \dots \dots (2.2.)$$

$$= \frac{N-t+1}{\text{SOYD}} (P - S), (t = 1, 2 \dots, N)$$

Dimana : D_t adalah beban penyusutan tahun ke-t

SOYD adalah jumlah digit tahun dari 1 sampai N

3. Keseimbangan menurun (*Declining Balance* atau DB)

Metode ini melakukan penyusutan suatu barang atau produk dengan lebih cepat pada tahun awal dan menurun penyusutannya pada tahun berikutnya. Nilai penyusutan tahun tertentu dilakukan perhitungan dengan cara persentase tetap dari nilai buku pada akhir tahun sebelumnya mengalikannya. Formula yang digunakan metode keseimbangan menurun pada tahun ke-t yaitu sebagai berikut:

$$D_t = dB V_t \dots\dots\dots(2.3.)$$

Dimana : d adalah nilai penyusutan yang telah ditetapkan

BV_{t-1} adalah nilai buku asset pada akhir tahun sebelumnya ($t - 1$)

4. Keseimbangan menurun dua kali (*Double Declining Balance (DDB)*)

Metode keseimbangan menurun dua kali melakukan perhitungan penyusutan suatu barang secara tidak tetap. Penyusutan asset suatu barang atau produk terjadi lebih besar pada awal periode diakrenakan pembebanan terjadi penurunan yang disesuaikan dengan alokasi nilai penyusutan pada periode sebelumnya. Formula yang digunakan metode keseimbangan menurun dua kali yaitu sebagai berikut:

$$DDB D_t = \frac{2}{n} (P - \sum_{t=1}^n D_{t-1}) \dots\dots\dots(2.4.)$$

5. *Sinking fund depreciation (SFD)*

Metode ini melakukan perhitungan dengan mencari nilai pembebanan penyusutan tahunan secara sama dengan mempertimbangkan suku bunga yang ada. Nilai asset yang akan dilakukan penyusutan dikalikan dengan *equal payment series sinking fund factor*. Formula yang digunakan metode *sinking fund depreciation* yaitu sebagai berikut:

$$D_t = (P - S) \times \left(\frac{A}{F}, i\%, n\right) \dots\dots\dots(2.5.)$$

6. *Unit of production (UP)*

Perhitungan penyusutan suatu barang atau produk yang dilakukan atas dasar output yang diperoleh atau unit produksi dari suatu asset dilakukan dengan cara membandingkan depresiasi suatu asset yang ditentukan atas seberapa lama pemakaiannya yang dibandingkan dengan lamanya usia pakai alat tersebut. Metode ini nilai penyusutan diperhitungkan sama untuk setiap unit

produksi tanpa menghitung waktu unit tersebut dicapai. Perhitungan yang dilakukan dimisalkan U_t adalah total unit tahun ke- t dan U adalah total unit yang dicapai selama usia pakai dari alat tersebut. Maka nilai penyusutan pada tahun ke- t adalah nilai yang boleh dilakukan penyusutan $(P - S)$ dikalikan rasio U_t/U atau dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$D_t = \frac{U_t}{U} \dots\dots\dots(2.6.)$$

Maka nilai buku pada akhir tahun ke- t yaitu sebagai berikut (Ristono, 2011):

$$BV_t = P - \left[\frac{P-S}{U} \right] (U_1 + U_2 + \dots\dots + U_t) \dots\dots\dots(2.7.)$$

2.11. *Material Handling*

Material handling diartikan sebagai pemindahan bahan atau material yang merupakan suatu kegiatan dalam proses produksi dan berhubungan dengan perancangan tata letak fasilitas. Aktivitas ini sebetulnya tidak memberikan keuntungan, karena tidak memberikan hasil atau perubahan apapun pada material. Namun dapat dikatakan bahwa pemindahan material memberikan tambahan biaya/*cost*, biaya yang dihasilkan tersebut adalah ongkos *material handling*. Maka sebaiknya perpindahan yang dialami oleh material memiliki jarak yang sependek-pendeknya agar mengurangi biaya yang dihasilkan. Sebaliknya apabila perpindahan material memiliki jarak yang jauh maka akan meningkatkan biaya perpindahan material. Material yang dipindahkan dapat berupa cairan, gas dan padat. Adapun prinsip dasar perencanaan pemindahan bahan yaitu sebagai berikut (Wignjosoebroto, 2009):

1. Mengurangi aktivitas pemindahan bahan

Menghilangkan aktivitas pemindahan bahan apabila kegiatan ini tidak terlalu penting untuk dilakukan. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menghilangkan atau menggabungkan proses produksi dan menggabungkan pemindahan material.

2. Pемindahan material harus direncanakan dengan teliti

Kegiatan pemindahan bahan harus direncanakan dengan baik agar kegiatan produksi berjalan dengan baik, mulai dari luar perusahaan menuju pabrik dan sebaliknya. Maka pemindahan material tidak hanya dalam proses produksi namun juga diluar produksi.

3. Penentuan yang tepat terhadap peralatan pemindahan bahan

Penentuan peralatan merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam proses pemindahan bahan. Peralatan pemindahan bahan sebaiknya dipilih yang sederhana dengan pengoperasian yang mudah namun tetap dalam batas standarisasi yang diperbolehkan.

4. Penggunaan peralatan pemindahan bahan efektif dan efisien

Pemindahan material harus dapat dengan mudah dengan biaya yang minimal, sehingga peralatan-peralatan yang ada mudah untuk digunakan dalam kegiatan produksi.

Tujuan utama pemindahan bahan yaitu sebagai berikut:

1. Meningkatkan kapasitas produksi
2. Mengurangi limbah buangan
3. Memperbaiki kondisi area kerja
4. Memperbaiki distribusi material
5. Meminimumkan biaya yang dihasilkan

Perhitungan ongkos *material handling* diperoleh melalui rumus berikut:

$$OMH \text{ manusia} = \frac{\text{upah operator}}{\text{waktu kerja per jam}} \times \text{kecepatan gerak operator} \dots\dots(2.8.)$$

$$OMH \text{ alat angkut} = \frac{\text{biaya alat angkut (depresiasi)}}{\text{kecepatan gerak alat angkut}} \dots\dots\dots(2.9.)$$

2.12. Perhitungan Jarak Perpindahan Material

Perancangan tata letak fasilitas memiliki tujuan yang salah satunya yaitu mengurangi ongkos *material handling*. Cara yang dapat digunakan untuk meminimasi ongkos *material handling* adalah dengan meminimalkan jarak perpindahan material. Semakin dekat jarak yang ditempuh dalam perpindahan material maka semakin kecil pula ongkos *material handling* yang dikeluarkan begitu juga sebaliknya.

Menghitung jarak perpindahan material berdasarkan luas ruangan produksi atau departemen produksi dibutuhkan data mengenai lintasan departemen yang dilalui oleh material dan luas setiap departemen. Jarak perpindahan dihitung mulai dari departemen awal lalu menambahkan departemen yang dilalui sampai departemen yang dituju. Perhitungan jarak berdasarkan luas lantai departemen sesungguhnya. Jarak perpindahan material dapat dihitung menggunakan rumus 2.10. dan 2.11. berikut ini:

1. Jarak perpindahan material dari departemen awal ke departemen yang dituju tanpa melalui departemen yang lain.

$$\frac{1}{2}(\sqrt{\text{luas departemen awal}}) + \frac{1}{2}(\sqrt{\text{luas departemen yang dituju}}) \quad (2.10.)$$

2. Jarak perpindahan material dari departemen awal ke departemen yang dituju dengan melewati departemen lain.

$$\frac{1}{2}(\sqrt{\text{luas departemen awal}}) + (\sqrt{\text{luas departemen yang dilewati}}) + \frac{1}{2}(\sqrt{\text{luas departemen yang dituju}}) \dots \dots \dots (2.11.)$$

2.13. From to Chart

From to chart merupakan suatu teknik yang menggambarkan tentang jumlah ongkos *material handling* dari aktivitas produksi dalam suatu pabrik. Sehingga dari peta ini dapat diperoleh total ongkos *material handling*, mulai dari perpindahan

material dari gudang bahan baku menuju pabrikasi, perkaitan, pemeriksaan hingga menuju gudang barang jadi. Cara pengisian *From To Chart* yaitu sebagai berikut:

- a. Input total ongkos perpindahan material yang terdapat pada tabel ongkos *material handling* dan sesuaikan dengan perpindahan bahan dari satu departemen ke departemen lainnya.
- b. Total ongkos setiap baris dan setiap kolom merupakan total ongkos secara keseluruhan.

Contoh tabel *From To Chart* dapat dilihat pada Tabel 2.1. berikut ini:

Tabel 2.2. *From To Chart*

From To	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Total
A										
B	45		5	20						70
C	30	65				5				100
D	20	5	45							70
E	5		20	45						70
F			5		25			30		60
G			20	5	25	25				75
H			5		20		50			75
I						30	25	45		100
TOTAL	100	70	100	70	70	60	75	75		620

From to chart juga sering dikenal sebagai *trip Frequency Chart* atau *Travel Chart* adalah Teknik konvensional yang digunakan dalam perancangan tata letak fasilitas dan pemindahan material dalam proses produksi. Teknik ini digunakan untuk kondisi dengan banyaknya item yang mengalami perpindahan pada proses produksi seperti, industri manufaktur, *job shop* dan sebagainya (Wignjosoebroto, 2009).