

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 TATA LETAK FASILITAS

Tata letak fasilitas dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik dengan memanfaatkan luas area secara optimal guna menunjang kelancaran proses produksi (Wignjosuebrotto, S., 2003). Tata letak fasilitas (*plant layout*) dapat didefinisikan sebagai suatu rencana atau aktivitas perencanaan, penyusunan yang optimal dari fasilitas-fasilitas suatu industri yang meliputi tenaga kerja, peralatan operasi, ruang penyimpanan, peralatan penanganan *material* dan semua pelayanan pendukung sesuai dengan rancangan terbaik dari struktur yang terdiri dari fasilitas-fasilitas tersebut. Pengaturan tata letak fasilitas tersebut akan memanfaatkan luas area untuk penempatan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran aliran perpindahan *material*, penyimpanan *material* baik yang bersifat temporer maupun permanen. Umumnya tata letak fasilitas yang terencana dengan baik ikut menentukan efisiensi, memberikan kemudahan dalam proses pengawasan dan menghadapi rencana perluasan pabrik di kemudian hari (Apple, J. M., 1990). Pengaturan fasilitas produksi dalam pabrik, dibedakan atas dua hal yang akan diatur tata letaknya, yaitu:

1. Pengaturan tata letak mesin dan fasilitas produksi lainnya (*machines layout*), yaitu pengaturan dari semua mesin-mesin dan fasilitas yang diperlukan untuk proses produksi di dalam tiap-tiap departemen yang ada di pabrik.
2. Pengaturan tata letak departemen, yaitu pengaturan bagian atau departemen, serta hubungannya antara satu departemen dengan departemen yang lainnya di dalam pabrik.

2.1.1 Tujuan Perancangan Tata Letak Fasilitas

Tujuan utama dari tata letak fasilitas adalah mengatur area kerja dan segala fasilitas produksi yang aman dan nyaman sehingga dapat menaikkan moral kerja dan kinerja (*performance*) dari *operator* (Apple, J. M., 1990).

Lebih spesifik lagi, tata letak fasilitas yang baik akan dapat memberikan berbagai macam keuntungan-keuntungan dalam sistem produksi, yaitu sebagai berikut:

1. Memperlancar proses manufaktur.
2. Mengurangi proses pemindahan bahan.
3. Menjaga fleksibilitas susunan peralatan.
4. Mengurangi *inventory in process*.
5. Menurunkan investasi pada peralatan.
6. Penghematan penggunaan luas lantai.
7. Memelihara pemakaian tenaga kerja seefektif mungkin.
8. Memberikan suasana kerja yang menyenangkan.

2.1.2 Prinsip Dasar Perancangan Tata Letak Fasilitas

Perancangan dan pengaturan tata letak fasilitas, terdapat enam prinsip dasar yang perlu diperhatikan (Purnomo, 2004), yaitu sebagai berikut:

1. Prinsip Integrasi Secara Total

Prinsip ini menyatakan bahwa tata letak fasilitas adalah merupakan integrasi secara total dari seluruh elemen produksi yang ada menjadi satu unit operasi yang besar.

2. Prinsip Jarak Perpindahan *Material* yang Paling Minimal

Hampir semua proses yang terjadi dalam suatu industri mencakup beberapa gerakan perpindahan *material* yang tidak bisa dihindari secara keseluruhan. Proses pemindahan *material* dari satu operasi ke operasi lainnya, waktu dapat dihemat dengan cara mengurangi perpindahan jarak tersebut. Hal ini dapat dilakukan dengan menerapkan sedekat mungkin operasi berikutnya dengan operasi sebelumnya.

3. Prinsip Aliran Suatu Proses Kerja

Dengan prinsip ini diusahakan untuk menghindari adanya gerak balik, gerak memotong, kemacetan dan sedapat mungkin *material* bergerak terus tanpa ada interupsi. Ide dasar ini dari prinsip aliran konstan dengan minimum interupsi, kesimpangsiuran dan kemacetan proses kerja.

2.1.3 Permasalahan Tata Letak Fasilitas

Permasalahan tata letak fasilitas beragam jenisnya (Apple, J. M., 1990). Berikut ini jenis persoalan tata letak fasilitas yaitu sebagai berikut:

1. Perubahan Rancangan

Seringkali perubahan rancangan produk menuntut perubahan beberapa proses atau operasi yang diperlukan. Perubahan rancangan tersebut mungkin hanya memerlukan penggantian sebagian kecil tata letak fasilitas yang telah ada atau berbentuk perancangan ulang tata letak.

2. Perluasan Departemen

Perluasan departemen dapat terjadi bila terdapat penambahan produksi suatu komponen produk tertentu. Hal tersebut mungkin hanya berupa penambahan sejumlah mesin yang dapat diatasi dengan membuat ruangan.

3. Pengurangan Departemen

Jika jumlah produksi berkurang secara drastis bahkan hingga menetap, maka perlu dilakukan pertimbangan mengenai pemakaian proses yang berbeda dari proses yang sebelumnya. Perubahan tersebut akan menuntut disingkirkannya peralatan yang telah ada dan merencanakan pemasangan jenis peralatan lain.

4. Penambahan Produk Baru

Jika terjadi penambahan produk baru yang berbeda prosesnya dengan produk yang telah ada, maka dengan sendirinya akan muncul masalah baru. Peralatan yang ada dapat digunakan dengan menambah beberapa mesin baru pada tata letak yang ada dengan penyusunan ulang minimum atau mungkin memerlukan persiapan departemen baru dan mungkin juga dengan pabrik baru.

5. Memindahkan Satu Departemen

Memindahkan satu departemen dapat menimbulkan masalah yang besar. Jika tata letak yang ada masih memenuhi, hanya diperlukan pemindahan ke lokasi lain. Jika tata letak fasilitas yang ada sekarang tidak memenuhi lagi terdapat kemungkinan untuk perbaikan kekeliruan yang lalu. Hal tersebut dapat berubah kearah tata letak ulang pada wilayah yang baru.

6. Penambahan Departemen Baru

Masalah ini dapat timbul karena adanya penyatuan, seperti pekerjaan mesin bor dari seluruh departemen disatukan ke dalam satu departemen terpusat. Masalah tersebut terjadi karena kebutuhan pengadaan suatu departemen untuk pekerjaan yang belum pernah ada sebelumnya. Hal tersebut dapat terjadi untuk membuat suatu komponen yang selama ini dibeli dari perusahaan lain.

7. Peremajaan Peralatan yang Rusak

Untuk mengetahui tingkat produktivitas dari suatu peralatan yang dimiliki, perlu dilakukannya pemantauan kelayakan peralatan. Jika peralatan tersebut sudah tidak dapat memberikan kontribusi bagi produktivitas perusahaan maka perlu dipertimbangkan untuk melakukan peremajaan peralatan tersebut.

8. Perubahan Metode Produksi

Setiap perubahan kecil dalam suatu tempat kerja seringkali mempunyai pengaruh terhadap tempat kerja yang berdekatan. Hal tersebut akan menuntut peninjauan kembali atas wilayah yang terlibat.

9. Penurunan Biaya

Hal tersebut merupakan akibat dari setiap keadaan yang terjadi pada masalah sebelumnya.

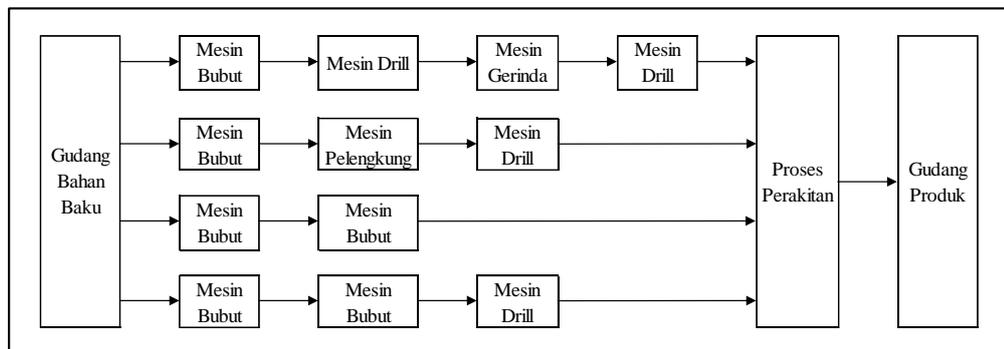
10. Perencanaan Fasilitas Baru

Persoalan ini merupakan persoalan tata letak terbesar. Perancangan pada umumnya tidak dibatasi oleh kendala fasilitas yang ada. Perancangan bebas merencanakan tata letak yang paling baik untuk dapat dipakai. Bangunan dapat dirancang untuk menampung tata letak setelah diselesaikan. Fasilitas dapat ditata untuk kegiatan manufaktur terbaik.

2.1.4 Jenis-jenis Tata Letak Fasilitas

Faktor lain yang mempengaruhi pola aliran adalah jenis dari tata letak produksi atau proses. Disini terdapat empat jenis tata letak yang secara umum diaplikasikan, yaitu sebagai berikut (Wignjosoebroto, 2009):

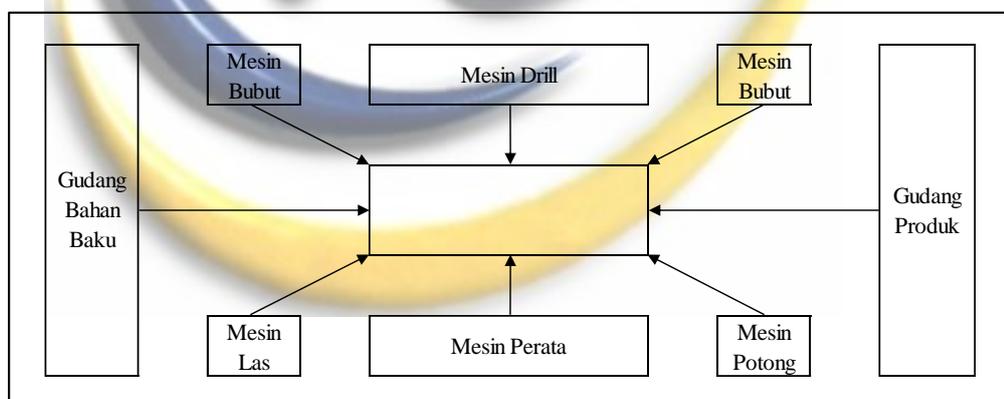
1. Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Aliran Produksi (*Production Line Product* atau *Product Layout*).



Gambar 2. 1 *Product Layout*
(Sumber: Wignjosoebroto, 2009)

Tujuan utama dari tata letak fasilitas jenis ini adalah untuk mengurangi proses pemindahan bahan dan juga untuk memudahkan pengawasan didalam aktivitas produksinya, dengan demikian suatu pengerjaan akan diikuti oleh pengerjaan berikutnya sesuai dengan urutan-urutan prosesnya.

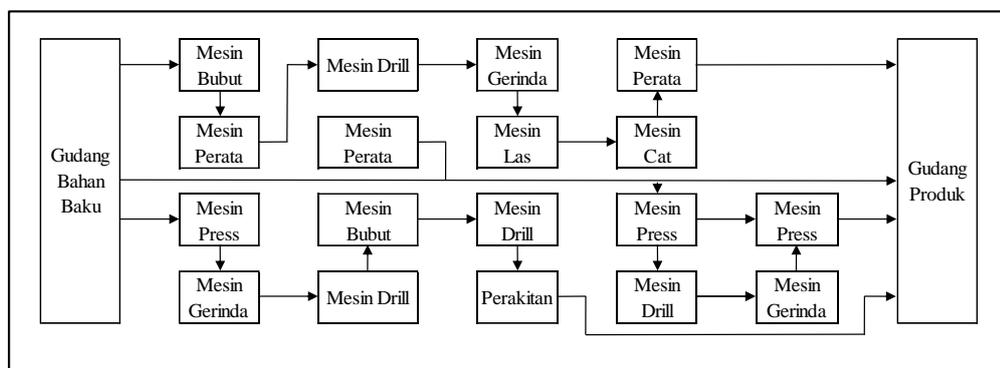
2. Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Lokasi *Material* Tetap (*Fixed Product Layout* atau *Fixed Position Layout*).



Gambar 2. 2 *Fixed Position Layout*
(Sumber: Wignjosoebroto, 2009)

Untuk tata letak pabrik yang berdasarkan proses tetap, *material* atau komponen produk yang utama akan tinggal tetap pada posisi atau lokasinya sedangkan fasilitas produksi seperti *tools*, mesin, manusia serta komponen-komponen kecil lainnya yang akan bergerak menuju lokasi atau komponen utama tersebut.

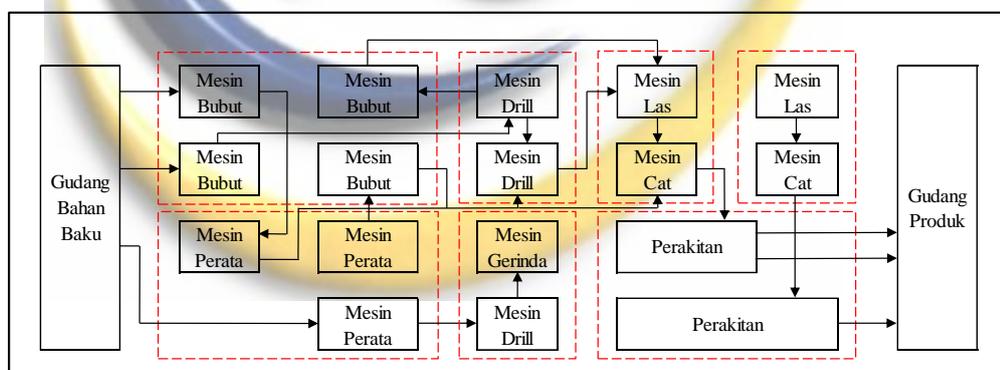
3. Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Kelompok Produk (*Family Product Layout* atau *Group Technology Layout*).



Gambar 2. 3 *Group Technology Layout*
(Sumber: Wignjosoebroto, 2009)

Tata letak fasilitas jenis ini didasarkan pada pengelompokan produk atau komponen yang akan dibuat. Produk-produk yang tidak identik nantinya akan dikelompokkan berdasarkan kesesuaian langkah-langkah pemrosesan, bentuk, mesin atau peralatan yang dipakai dan sebagainya.

4. Tata Letak Fasilitas Berdasarkan Fungsi atau Macam Prosesnya (*Functional* atau *Process Layout*).



Gambar 2. 4 *Process Layout*
(Sumber: Wignjosoebroto, 2009)

Tata letak berdasarkan fungsinya, sering dikenal dengan *functional layout* atau *process layout* merupakan suatu metode pengaturan dan penempatan yang mempertimbangkan aspek mesin serta peralatan produksi yang memiliki tipe atau jenis yang sama kedalam satu departemen.

2.1.5 Pola Aliran Perpindahan Material

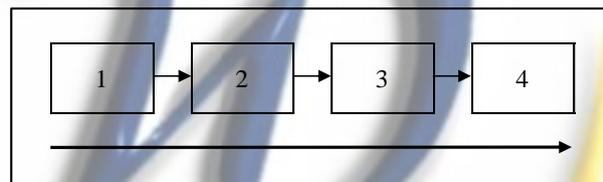
Menurut (Wignjosoebroto, 2009) pola aliran diklasifikasikan menjadi 2 yaitu pola aliran *horizontal* dan pola aliran *vertical*. Pola aliran tersebut yaitu sebagai berikut:

A. Pola Aliran *Horizontal*

Berikut ini 5 pola aliran *horizontal* yang digunakan yaitu sebagai berikut:

1. *I-Flow*

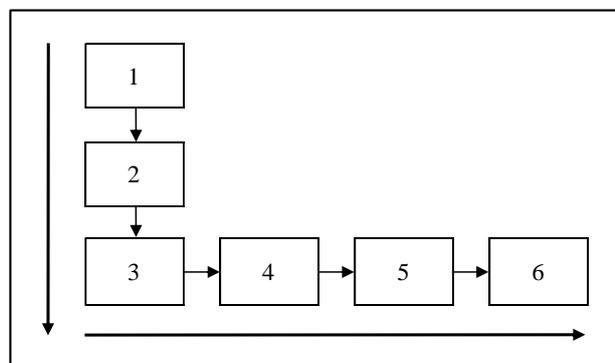
Pola garis lurus atau *I-Flow* umum dipakai untuk proses yang singkat dan sederhana, dimana terdiri dari beberapa komponen dan perlengkapan untuk proses produksi. Tujuan dari *straight line* adalah untuk memperoleh jarak terpendek antara dua titik sehingga *material handling* kecil. Berikut ini contoh pola garis lurus yaitu sebagai berikut:



Gambar 2. 5 Pola *I-Flow*
(Sumber: Wignjosoebroto, 2009)

2. *L-Flow*

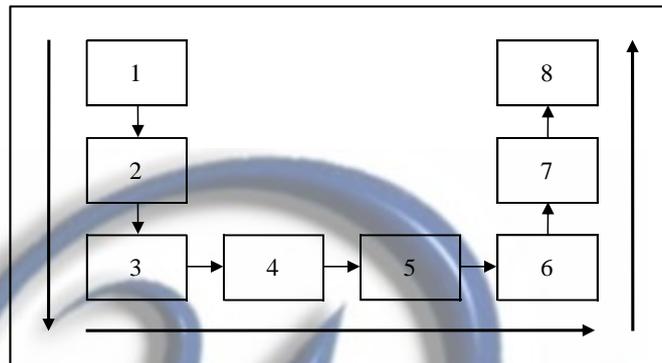
Pola aliran *L-Flow* pada umumnya menyerupai sudut siku-siku 90° yang biasanya digunakan untuk lokasi produksi yang terbatas dan persegi untuk memaksimalkan ruang dan area lantai produksi. Berikut ini contoh pola aliran *L-Flow* yaitu sebagai berikut:



Gambar 2. 6 Pola *L-Flow*
(Sumber: Wignjosoebroto, 2009)

3. *U-Flow*

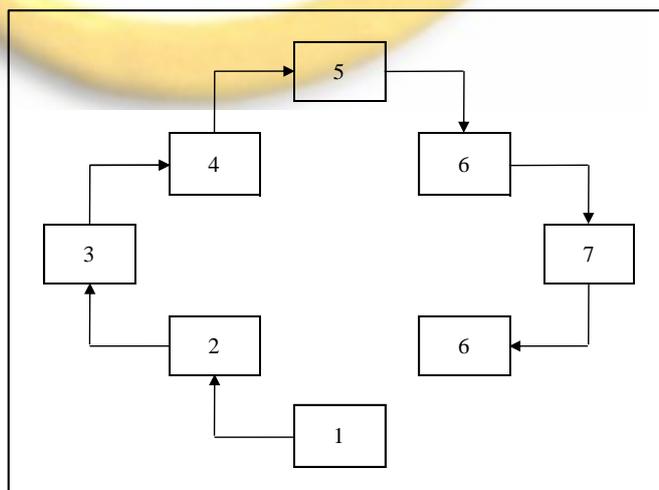
Tujuan pola aliran ini adalah bahwa awal dan akhir proses diharapkan berada pada lokasi yang sama, dengan demikian dapat memudahkan transportasi dan pemanfaatan fasilitas serta pengawasan keluar masuk *material*. Hal terpenting tidak terjadi aliran berulang dan bersilang. Berikut ini contoh pola aliran *U-Flow* yaitu sebagai berikut:



Gambar 2. 7 Pola *U-Flow*
(Sumber: Wignjosoebroto, 2009)

4. *O-Flow*

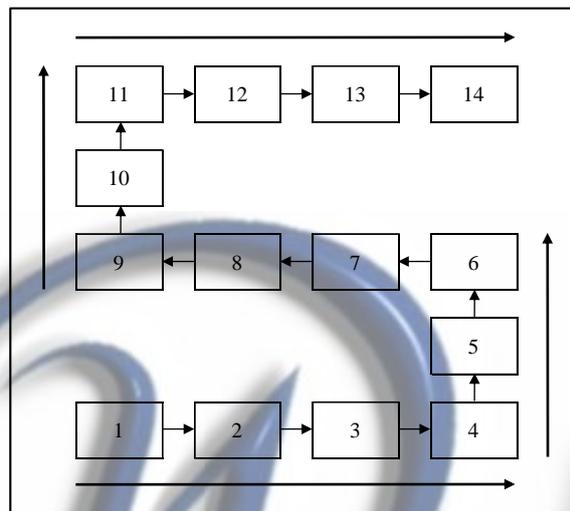
Pola aliran ini bahwa hasil produksi diharapkan berada pada titik awal aliran produksi dimulai. Teknik *O-Flow* juga baik digunakan dalam antar departemen dari suatu pabrik yang saling terkait untuk proses berikutnya. Berikut ini contoh pola aliran *O-Flow* yaitu sebagai berikut:



Gambar 2. 8 Pola *O-Flow*
(Sumber: Wignjosoebroto, 2009)

5. *S-Flow*

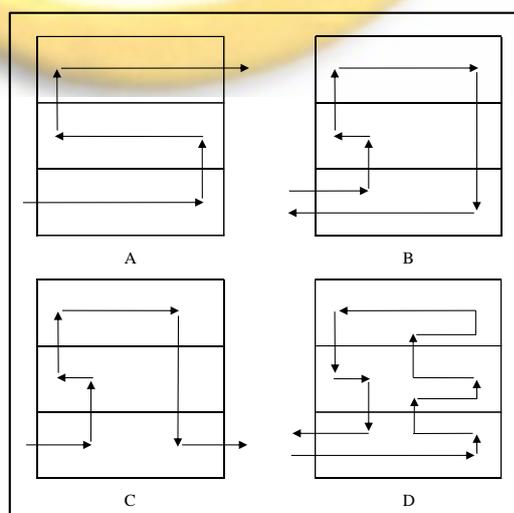
Pola aliran *S-Flow* digunakan pada kondisi seperti keterbatasan ruang dan proses *material handling* secara mekanis, sehingga memungkinkan untuk digunakan opsional pada pola aliran *S-Flow* ini. Berikut ini contoh pola aliran *S-Flow* yaitu sebagai berikut:



Gambar 2. 9 Pola *S-Flow*
(Sumber: Wignjosoebroto, 2009)

B. Pola Aliran *Vertical*

Untuk pola aliran *vertical flow model* pada umumnya diaplikasikan pada lantai bertingkat dengan menggunakan metode *single story* maupun *multiple story buildings*. Berikut ini contoh pola aliran *vertical* yaitu sebagai berikut:



Gambar 2. 10 Pola Aliran *Vertical*
(Sumber: Wignjosoebroto, 2009)

2.1.6 Proses Perencanaan Fasilitas

Proses perencanaan fasilitas perlu dilakukan melalui tahapan yang sistematis. Hal tersebut diperlukan supaya tata letak yang dihasilkan dapat mendukung tujuan dari pengaturan tata letak tersebut. Proses perencanaan fasilitas merupakan aktivitas yang membutuhkan kecermatan dalam menganalisis permasalahan yang terjadi, data-data yang diperlukan, pengambilan keputusan tentang rancangan yang akan dibuat dan ketelitian dalam mengevaluasi beberapa alternatif rancangan. Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam proses perencanaan fasilitas terdiri dari enam tahapan (Wignjosoebroto, 2009), yaitu sebagai berikut:

1. Mendefinisikan permasalahan yang terjadi.
2. Melakukan analisis permasalahan yang terjadi.
3. Membuat alternatif rancangan.
4. Melakukan evaluasi terhadap alternatif yang dibuat.
5. Melakukan pemilihan rancangan tata letak yang lebih baik.
6. Melakukan implementasi rancangan tata letak.

Penggunaan perancangan fasilitas dalam perancangan teknik, khususnya pada proses manufaktur dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mendefinisikan Tujuan Fasilitas

Tahap ini dilakukan penentuan mengenai produk yang akan dibuat, bagaimana produk tersebut dibuat, apakah dengan menggunakan perencanaan fasilitas yang baru atau mengembangkan yang sudah ada. Diidentifikasi pula volume dan tingkat aktivitas, jika mungkin.

2. Menentukan Aktivitas Utama dan Penunjang

Aktivitas utama dan penunjang yang dibutuhkan dalam proses manufaktur yaitu termasuk penentuan pengoperasian, peralatan, personil dan aliran bahan. Aktivitas penunjang adalah kegiatan-kegiatan yang menunjang aktivitas utama sehingga akan membantu kelancaran proses kerja.

3. Menentukan Hubungan Aktivitas

Jika suatu departemen dengan departemen lainnya mempunyai hubungan yang sangat erat, keduanya harus didekatkan supaya aliran operasi lebih efisien.

4. Menentukan Kebutuhan Ruang

Seluruh kebutuhan peralatan, bahan, dan tenaga kerja harus diperhitungkan dengan cermat, hal ini terkait dengan perencanaan kebutuhan ruang yang digunakan masing-masing aktivitas.

5. Membuat Alternatif Perencanaan

Alternatif perencanaan yang dibuat yaitu alternatif lokasi fasilitas dan alternatif perancangan fasilitas. Alternatif perancangan fasilitas yaitu meliputi alternatif perancangan tata letak (*layout*), perancangan sistem fasilitas dan perancangan sistem penanganan bahan.

6. Melakukan Evaluasi Terhadap Alternatif Perencanaan

Evaluasi dilakukan dengan memberi ranking terhadap alternatif perencanaan yang ada. Masing-masing perencanaan ditentukan faktor-faktor subjektifnya dan dilakukan evaluasi jika dan bagaimana faktor-faktor tersebut mempunyai pengaruh terhadap fasilitas atau operasi.

7. Melakukan Pemilihan Perencanaan Fasilitas

Permasalahannya adalah untuk menentukan rencana jika ada yang sesuai dengan sasaran dan tujuan organisasi. Biaya bukan satu-satunya pertimbangan utama ketika mengevaluasi rencana fasilitas. Informasi yang disampaikan pada langkah 6 dipergunakan sebagai dasar seleksi akhir dari suatu rencana.

8. Melakukan Implementasi Rencana Fasilitas

Implementasi merupakan realisasi dari langkah-langkah sebelumnya.

9. Pembiayaan dan Adaptasi Rencana Fasilitas

Keseluruhan dari rencana fasilitas harus dimodifikasi secara serasi. Rencana fasilitas merupakan refleksi dari penghematan energi atau perbaikan dari peralatan penanganan bahan menjadi lebih berguna.

10. Mendefinisikan Kembali Tujuan dari Fasilitas

Perlu kiranya untuk mengidentifikasi kembali proses produksi dari produk atau jasa, serta memperbaharui produk yang diproduksi atau dilakukan perakitan.

2.1.7 Ciri Tata Letak yang Baik

Menurut (Wignjosuebrot, 2009) dalam merancang tata letak fasilitas yang baik terdapat beberapa kriteria penilaian, yaitu sebagai berikut:

1. Pola aliran *material* terencana, tujuannya supaya aliran perpindahan *material* tidak melompat atau malah mundur (*backtrack*).
2. Aliran perpindahan *material* yang lurus, tujuannya supaya memperpendek jarak perpindahan *material*.
3. Langkah balik (*backtrack*) minimum, tujuannya supaya menjaga keteraturan perpindahan *material* dan jarak perpindahan *material* tidak jauh.
4. Jarak perpindahan *material* yang minimum, tujuannya supaya memperoleh total biaya perpindahan *material* yang kecil.
5. Proses terakhir dekat dengan penyimpanan, tujuannya supaya memperpendek jarak perpindahan *material*.

2.1.8 Teknik Perencanaan Aliran Perpindahan *Material*

Aliran perpindahan *material* yang mengalir dari satu departemen ke departemen lainnya seringkali tidak mengalir secara lancar, hal tersebut dikarenakan tata letak departemen yang tidak sesuai dengan pola aliran perpindahan *material*. Oleh karena itu, untuk mengevaluasi alternatif tata letak departemen maka diperlukan teknik analisis untuk mengukur aliran perpindahan *material*. Teknik perencanaan aliran perpindahan *material* dibagi menjadi dua kategori, yaitu sebagai berikut:

1. Konvensional

Merupakan teknik perencanaan aliran perpindahan *material* yang digambarkan dalam bentuk grafis, contohnya seperti peta-peta kerja. Data yang dibutuhkan dalam teknik ini yaitu berupa informasi departemen yang dilalui oleh *material*, jarak yang ditempuh, frekuensi perpindahan dan biaya yang diperlukan untuk proses perpindahan *material*.

2. Kuantitatif

Merupakan teknik perencanaan aliran perpindahan *material* yang digunakan dalam bentuk model matematika dan statistik yang umumnya diklasifikasikan dengan menggunakan komputer.

2.2 PETA KERJA

Peta kerja merupakan suatu alat yang digunakan untuk menggambarkan kegiatan kerja secara sistematis dan jelas. Melalui peta kerja dapat dilihat seluruh kegiatan yang dialami oleh suatu benda kerja, dari mulai masuk ke pabrik yaitu dalam bentuk bahan baku kemudian menggambarkan seluruh kegiatan yang dialaminya, seperti kegiatan transportasi, operasi mesin, pemeriksaan dan perakitan sampai akhirnya menjadi produk jadi, baik dalam bentuk produk lengkap maupun merupakan bagian dari produk lengkap atau komponen setengah jadi (Sutalaksana, 2006). Melalui peta kerja dapat juga diperoleh beberapa informasi yang diperlukan untuk memperbaiki suatu metode kerja. Perbaikan yang dilakukan yaitu dengan menghilangkan operasi yang tidak diperlukan, menggabungkan operasi satu dengan operasi yang lainnya, menentukan jenis mesin yang lebih ekonomis dan menghilangkan waktu menunggu antar operasi.

2.2.1 OPC (*Operation Process Chart*)

OPC atau biasa disebut dengan peta proses operasi merupakan suatu diagram yang menggambarkan langkah proses yang akan dialami bahan baku mengenai urutan-urutan operasi dan pemeriksaan sejak awal sampai menjadi produk jadi maupun sebagai komponen, selain itu juga memuat informasi-informasi yang diperlukan untuk analisis lebih lanjut. Jadi dapat dikatakan peta proses operasi merupakan peta yang menggambarkan kegiatan kerja secara sistematis dan memuat informasi yang diperlukan untuk dilakukan analisis lebih lanjut, seperti waktu yang dihabiskan, *material* yang digunakan dan mesin yang dipakai (Sutalaksana, 2006). Berikut ini manfaat yang diperoleh dari peta proses operasi, yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui kebutuhan jenis mesin yang digunakan.
2. Mengetahui aliran proses yang dialami oleh bahan atau setiap jenis komponen.
3. Mengetahui kebutuhan bahan baku yaitu dengan memperhitungkan efisiensi di setiap operasi.
4. Sebagai alat bantu untuk menentukan tata letak pabrik.
5. Sebagai alat bantu untuk melakukan perbaikan cara kerja yang sedang dipakai.
6. Mengetahui keterkaitan produksi antara setiap komponen produk.
7. Sebagai alat untuk latihan kerja.

2.2.2 MPPC (*Multi Product Process Chart*)

MPPC (*Multi Product Process Chart*) adalah suatu diagram yang menunjukkan urutan untuk masing-masing komponen yang akan diproduksi. Peta MPPC juga dapat berguna sebagai gambaran umum yang berkaitan dengan langkah-langkah pengerjaan dari setiap produk yang ada pada waktu proses tertentu sehingga diperoleh informasi tentang kesamaan proses dari setiap produk dengan produk lainnya. Berdasarkan MPPC juga dapat diketahui aliran balik (*backtracking*) dan pola aliran yang tidak sesuai dengan urutan proses (Ariana, 2005).

2.3 PERANCANGAN TATA LETAK FASILITAS LANTAI PRODUKSI

Berdasarkan permasalahan mengenai aliran perpindahan *material* yang terdapat di PT WKSA, Penulis ingin melakukan perancangan tata letak fasilitas lantai produksi menggunakan metode yang dapat dilihat sebagai berikut:

2.3.1 *Computer Aided Layout*

Perkembangan teknologi komputer yang sangat pesat telah terjadi terutama sejak tahun 1970, yang kemudian dimanfaatkan secara efektif dalam berbagai bidang salah satunya dalam bidang perancangan tata letak (Tompkins, 1996). *Computer Aided Layout* merupakan sejumlah program komputer yang dikembangkan sebagai alat bantu dalam analisis tata letak. Secara umum terdapat dua klasifikasi metode yang digunakan, yaitu:

1. Metode Optimasi

Metode Optimasi merupakan metode yang memberikan solusi optimal, akan tetapi membutuhkan waktu komputasi yang lama.

2. Metode Heuristik

Metode Heuristik merupakan metode yang memberikan solusi yang mendekati optimal, sehingga hanya membutuhkan komputasi yang relatif singkat.

Berdasarkan penjelasan metode *heuristic* di atas *Intelligent manufacturing system*, kusiak membagi metode *heuristic* menjadi 4 bagian yaitu Metode Pembentukan, Metode Perbaikan, Metode Hibrid dan Metode *Graph Theoretic* yang dapat dilihat sebagai berikut:

A. Metode Pembentukan (konstruksi)

Metode pembentukan merupakan metode yang mengalokasikan fasilitas tanpa memerlukan atau mempertimbangkan fasilitas awal. Beberapa metode yang termasuk dalam metode pembentukan atau konstruksi yaitu:

1. ALDEP (*Automated Layout Design Program*)

Metode ALDEP pertama kali dikembangkan oleh Seehof dan Evans pada tahun 1967. Karakteristik dari metode ALDEP yaitu prosedur penempatan dilakukan dari sudut kiri atas dengan memilih secara *random* fasilitas yang memiliki tingkat hubungan tertinggi, sehingga diperoleh alternatif *layout* dan hasil evaluasinya. Bentuk bangunan berbentuk persegi panjang.

2. PLANET (*Plan Layout Analysis and Evaluation Technique*)

Metode PLANET pertama kali dikembangkan oleh Deisenrith dan Apple pada tahun 1972. Karakteristik dari metode PLANET yaitu prosedur penempatan dilakukan pada dua departemen yang saling berdekatan pada *center layout*. Bentuk bangunan berbentuk bujursangkar.

3. CORELAP (*Computerized Relationship Layout Planning*)

Metode CORELAP pertama kali dikembangkan oleh Robert. C Lee dan Moore pada tahun 1967. Karakteristik dari metode CORELAP yaitu prosedur penempatan menggunakan TCR (*Total Closeness Rating*).

4. LOGIC (*Layout Optimization with Guillotine Induced Cuts*)

Metode LOGIC pertama kali disebutkan oleh Tompkins pada tahun 1996. Karakteristik dari metode LOGIC yaitu membagi suatu bangunan menjadi bagian-bagian kecil berdasarkan garis *vertical* dan garis *horizontal* serta dapat dilakukan perancangan dalam bentuk diagram pohon yang dilakukan secara acak dengan syarat bangunan berbentuk persegi panjang.

5. BLOCPLAN (*Block Layout Overview with Layout Planning*)

Metode BLOCPLAN pertama kali dikembangkan oleh Donaghey dan Pire pada tahun 1991. Karakteristik dari metode BLOCPLAN yaitu prosedur penempatan menggunakan ARC (*Activity Relationship Chart*).

B. Metode Perbaikan

Metode perbaikan merupakan metode yang mengalokasikan fasilitas dengan mempertimbangkan tata letak fasilitas pabrik awal dan data keterkaitan antar fasilitas. Beberapa metode yang termasuk dalam metode perbaikan yaitu:

1. CRAFT (*Computerized Relative Allocation of Facilities*)

Metode CRAFT pertama kali dikembangkan oleh Armour, Buffa dan Vollman yaitu pada tahun 1963. Karakteristik dari metode CRAFT yaitu prosedur penempatan berdasarkan semua kemungkinan pertukaran lokasi dengan menggunakan FTC (*From to Chart*).

2. COFAD (*Computerized Facilities Design*)

Metode COFAD pertama kali dikembangkan oleh Tompkins dan Reed yaitu pada tahun 1972. Karakteristik dari metode COFAD yaitu hampir menyerupai CRAFT hanya saja untuk memperoleh hasil yang mendekati kenyataan metode COFAD memperhatikan dari sisi semua jenis *material handling* yang digunakan.

3. MCRAFT (*Mikro Computerized Relative Allocation of Facilities*)

Metode MCRAFT pertama kali dikembangkan oleh Hosni, Whitehouse dan Atkins yaitu pada tahun 1983. Karakteristik dari metode MCRAFT yaitu dapat menukarkan departemen yang tidak sama ukurannya walaupun tidak berbatasan secara langsung.

4. MULTIPLE (*Multi Floor Plant Layout Evaluation*)

Metode MULTIPLE pertama kali dikembangkan oleh Bozer, Meller dan Erlebacher yaitu pada tahun 1983. Karakteristik dari metode MULTIPLE yaitu prosedur pertukaran departemen hanya dapat dilakukan dengan menukarkan dua departemen saja dan tidak dapat lebih.

C. Metode Hibrid dan Metode *Graph Theoretic*

Metode Hibrid merupakan metode penggabungan antara metode konstruksi dengan metode perbaikan, sedangkan *Graph Theoretic* merupakan metode perancangan yang menggunakan grafik kedekatan (*adjacency graph*).

2.3.2 Metode Spiral

Menurut (Goetshalckx, 1992) Metode Spiral merupakan salah satu teknik perbaikan yang digunakan untuk mengatur ulang penempatan setiap departemen dengan cara membangun sebuah grafik hubungan derajat kedekatan yang dilakukan berdasarkan jumlah frekuensi aliran perpindahan *material* tertinggi, tujuannya supaya dapat memaksimalkan hubungan antar departemen yang seharusnya berdekatan. Metode Spiral terdiri dari dua langkah utama, yaitu sebagai berikut:

1. Langkah pertama, prinsip dasar dari Metode Spiral adalah mengurutkan jumlah frekuensi aliran dari yang tertinggi sampai yang terendah.
2. Langkah kedua, jumlah frekuensi tersebut dari yang tertinggi sampai yang terendah diubah menjadi tata letak departemen berbentuk persegi panjang dan penanganan *material* gang sejajar dengan salah satu sumbu segi enam.

Metode Spiral sebenarnya tumbuh dalam diagram hubungan sebuah kristal, aliran Spiral. Bentuk manual Metode Spiral pertama kali disebutkan dalam Reed pada tahun 1967, kemudian dilakukan perbaikan dan pengembangan lebih lanjut oleh Goetshalckx pada tahun 1986 sampai dengan 1992. Tujuan dilakukannya perbaikan dan pengembangan oleh Goetshalckx yaitu untuk memaksimalkan nilai kedekatan berdasarkan grafik hubungan kualitatif atau grafik hubungan kuantitatif. Metode Spiral merupakan salah satu teknik untuk membangun sebuah *adjacency graph* atau grafik kedekatan yang didasarkan pada aliran matriks. Metode ini dibangun secara kristal dengan menambahkan departemen yang memiliki hubungan Spiral tertinggi, sehingga skor grafik kedekatan dapat dimaksimalkan.

Setiap grafik kedekatan mengandung tingkat interaksi yang berbeda-beda antara pasangan departemen. Semakin positif elemen dalam matriks, maka semakin kuat dua departemen tersebut berinteraksi. Semakin negatif elemen dalam matriks, maka semakin kuat dua departemen tersebut ditempatkan secara berjauhan. Positif dan negatif disini maksudnya nilai hubungan kedekatan yang dilihat dari frekuensi aliran perpindahan *material* dari yang tertinggi sampai yang terendah. Diagram hubungan merupakan cara grafis yang digunakan untuk menggambarkan penataan setiap departemen. Diagram hubungan ini biasa disebut juga grafik *adjacency* atau grafik kedekatan.

Ketika kebutuhan ruangan ditambahkan ke diagram hubungan ini, maka diagram hubungan ruang telah dibangun. Akhirnya sejumlah pertimbangan lain, yang tidak ditangkap dalam data hubungan atau data ruang dapat dimasukkan dalam diagram hubungan ruang untuk menghasilkan alternatif tata letak. Menurut (Goetshalckx, 1992) frekuensi perpindahan menjadi faktor penting untuk melakukan perancangan, karena semakin besar frekuensi maka tingkat kepentingan kedekatan departemen semakin besar. Terdapat empat langkah dalam melakukan perancangan tata letak fasilitas rantai produksi menggunakan Metode Spiral, yaitu sebagai berikut:

1. Mengkonversi matriks hubungan asimetris menjadi matriks simetris dengan cara menambahkan nilai yang terdapat di bawah menjadi di atas sesuai dengan aliran perpindahan *material* setiap departemen. Contoh dari matriks asimetris dan matriks simetris yaitu sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Matriks Asimetris

Matriks	A	B	C	D	E	F	G	Departemen
A		45	15	25	10	5		<i>Receiving</i>
B				30	25	15		<i>Milling</i>
C					5	10		<i>Press</i>
D		20			35			<i>Lathing</i>
E						65	35	<i>Assembly</i>
F		5			25		65	<i>Plating</i>
G								<i>Shipping</i>

(Sumber: Tompkins dan Moore, 1978)

Berdasarkan tabel matriks asimetris di atas terlihat nilai frekuensi perpindahan *material* setiap departemen, kemudian berdasarkan matriks asimetris tersebut dibuat matriks simetris dengan tujuan mengelompokkan frekuensi perpindahan *material* di setiap departemen sehingga diperoleh nilai frekuensi sebenarnya.

Tabel 2. 2 Matriks Simetris

Matriks	A	B	C	D	E	F	G	Departemen
A		45	15	25	10	5		<i>Receiving</i>
B				50	25	20		<i>Milling</i>
C					5	10		<i>Press</i>
D					35			<i>Lathing</i>
E						90	35	<i>Assembly</i>
F							65	<i>Plating</i>
G								<i>Shipping</i>

(Sumber: Tompkins dan Moore, 1978)

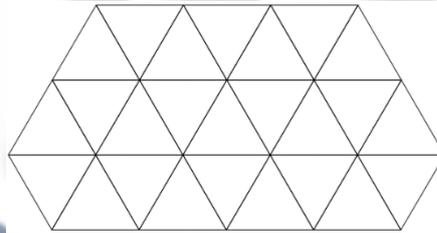
2. Membuat daftar hubungan kedekatan perpindahan *material* setiap departemen berdasarkan nilai frekuensi tertinggi. Contohnya yaitu sebagai berikut:

Tabel 2. 3 *Ranked Relationship*

<i>Rank</i>	Hubungan	Nilai	<i>Rank</i>	Hubungan	Nilai
1	EF	90	8	BE	25
2	FG	65	9	BF	20
3	BD	50	10	AC	15
4	AB	45	11	AE	10
5	DE	35	12	CF	10
6	EG	35	13	AF	5
7	AD	25	14	CE	5

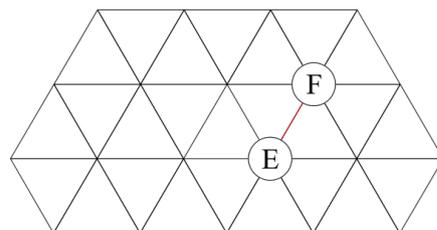
(Sumber: Tompkins dan Moore, 1978)

3. Departemen yang memiliki hubungan Spiral positif tertinggi akan cenderung diletakkan pada awal prosedur. Sebaliknya, jika departemen tersebut memiliki hubungan Spiral negatif maka akan cenderung diletakkan pada akhir prosedur. Berikut ini bentuk diagram hubungan Metode Spiral yaitu sebagai berikut:



Gambar 2. 11 Diagram Hubungan Metode Spiral
(Sumber: Tompkins dan Moore, 1978)

4. Tempatkan setiap departemen dalam diagram hubungan (tanpa memperhatikan kebutuhan ruang setiap departemen) berdasarkan hubungan Spiral atau aliran frekuensi tertinggi sampai dengan frekuensi yang terendah. Jika penempatan departemen dimulai dari kiri maka bentuk tata letak mendekati titik koordinat 0, sedangkan jika penempatan departemen dimulai dari kanan maka bentuk tata letak menjauhi titik koordinat 0.



Gambar 2. 12 Penempatan Departemen
(Sumber: Tompkins dan Moore, 1978)

2.3.3 Analisis Aktivitas

Berikut ini analisis aktivitas yang dibutuhkan untuk dapat melakukan perancangan tata letak fasilitas lantai produksi yaitu sebagai berikut:

A. FTC (*From to Chart*)

FTC (*From to Chart*) kadang disebut juga sebagai *travel chart* adalah sebuah teknik konvensional yang secara umum digunakan dalam perancangan tata letak fasilitas lantai produksi dan menggambarkan aliran perpindahan *material* dalam suatu proses produksi. FTC berguna di saat terjadi banyak perpindahan *material* dalam suatu area. Pada dasarnya, FTC adalah adaptasi dari *mileage chart* yang umum dijumpai pada sebuah peta perjalanan. Angka-angka yang terdapat pada FTC akan menunjukkan total dari berat beban yang dipindahkan, jarak perpindahan, volume atau kombinasi ketiganya. FTC dibagi menjadi 3 bagian, yaitu *From to Chart* frekuensi, *From to Chart in Flow*, *From to Chart Outflow*. Berikut ini contoh tabel FTC yang dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 2. 4 Tabel FTC

Ke \ Dari	A	B	C	D
A		8	5	12
B	8		4	2
C	5	4		3
D	12	2	3	

(Sumber: Wignjosoebroto, 2009)

B. ARC (*Activity Relationship Chart*)

ARC adalah suatu digram yang digunakan untuk memperoleh hubungan dari aktivitas-aktivitas tertentu, sehingga dapat ditentukan aktivitas yang harus berdekatan dan aktivitas yang harus berjauhan dalam suatu perancangan tata letak fasilitas. Tujuan utama dari ARC adalah supaya dapat diketahui hubungan derajat kedekatan setiap kelompok kegiatan, dalam hal ini yaitu departemen produksi. ARC dapat dibagi dalam tiga kolom atau bagian.

Secara umum aktivitas dalam perancangan tata letak fasilitas pabrik dikelompokkan kedalam dua kelompok yaitu:

1. Kelompok aktivitas produksi.
2. Kelompok aktivitas pelayanan (*service*), diantaranya yaitu *production service* (pelayanan produksi), *general service* (pelayanan umum), *personal service* (pelayanan pegawai) dan *physical plant service* (pelayanan bangunan pabrik).

Menurut Wignjosoebroto (2009), dalam menggambarkan derajat kedekatan hubungan antar seluruh kegiatan ARC (*Activity Relationship Chart*) menggunakan simbol-simbol A, E, I, O, U dan X. Penggambaran dan keterangan derajat hubungan aktivitas yaitu sebagai berikut:

Tabel 2. 5 Penggambaran dan Keterangan Derajat Hubungan Aktivitas

Derajat Kedekatan	Deskripsi	Kode Garis	Kode Warna
A	Mutlak	=====	Merah
I	Sangat Mutlak	=====	Orange
U	Penting	=====	Hijau
E	Cukup/Biasa	=====	Biru
O	Tidak Penting	Tidak Ada Kode	Putih
X	Tidak Dikehendaki	—∩—	Coklat

(Sumber: Wignjosoebroto, 2009)

Keterangan derajat hubungan aktivitas yaitu sebagai berikut:

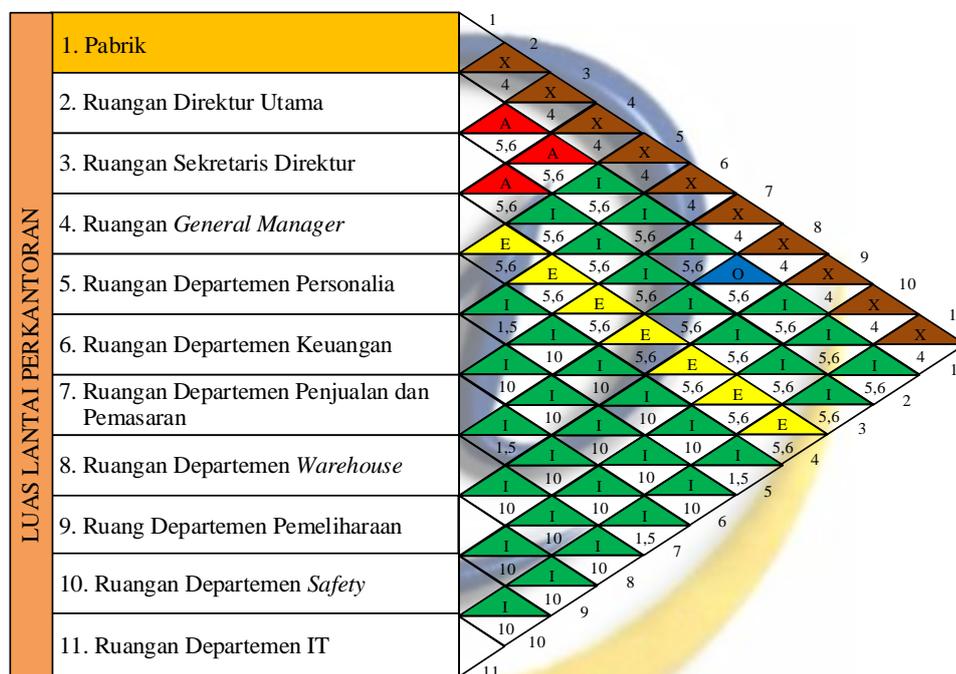
- A : *Absolutely necessary* yaitu hubungan bersifat mutlak.
 E : *Especially important* yaitu hubungan bersifat sangat penting.
 I : *Important* yaitu hubungan bersifat cukup penting.
 O : *Ordinary* yaitu bersifat biasa-biasa saja.
 U : *Undersireble* yaitu hubungan yang tidak diinginkan.
 X : Hubungan yang sangat tidak diinginkan.

Nilai A, E dan I menunjukkan *ranking* penilaian tertinggi sampai terendah, pasangan fasilitas harus berdekatan dengan nilai tingkat hubungan A. Artinya, sangat banyak alasan mengharuskan sepasang fasilitas harus berdekatan dibandingkan dengan nilai tingkat hubungan E, demikian seterusnya untuk I pada tingkat hubungan berjauhan, nilai tingkat hubungan X diberikan apabila sangat banyak alasan yang mengharuskan pasangan fasilitas harus dijauhkan. Demikian seterusnya untuk nilai tingkat hubungan U yang lebih rendah dari X (Hadiguna dan Setiawan, 2008).

Adapaun alasan-alasan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Urutan aliran kerja.
2. Menggunakan peralatan kerja yang sama.
3. Menggunakan ruang yang sama.
4. Menggunakan catatan yang sama.
5. Bising, kotor, debu, getaran dan sebagainya.

Berikut ini prosedur pembuatan dan contoh diagram ARC supaya mempermudah dalam memahami pembuatannya yaitu sebagai berikut:



Gambar 2. 13 Diagram ARC
(Sumber: Wignjosoebroto, 2009)

Di bawah ini merupakan penjelasan yang dilakukan dalam bentuk langkah-langkah untuk mempermudah membuat suatu hubungan derajat kedekatan yaitu sebagai berikut:

1. Tetapkan semua kegiatan yang diperlukan baik kegiatan pada bagian produksi maupun kegiatan pada bagian *service*.
2. Semua kegiatan dikelompokkan dalam bagian yaitu kegiatan *service* (*service* produksi, *service* personalia dan lain-lain) serta kegiatan produksi.
3. Kumpulkan data-data tentang aliran bahan, data personalia dan data informasi lainnya mengenai seluruh kegiatan yang terjadi.

4. Mulai menetapkan beberapa faktor dan sub faktor yang perlu diperhitungkan dalam mempertimbangkan hubungan yang ada.
5. Masukkan semua kegiatan yang telah ditetapkan ke dalam peta aktivitas. Susun berdasarkan kelompok sifat aktivitasnya untuk memudahkan analisis.
6. Memulai menganalisa tingkat hubungan dan alasan-alasan terhadap aktivitas lainnya.
7. Tuliskan kode hasil analisa tingkat hubungan pada perpotongan baris aktivitas.
8. Pada bagian atas ditulis tingkat hubungan aktivitas dan pada bagian bawah dituliskan alasan mengapa tingkat hubungan tersebut diberikan.

2.3.4 Perhitungan Jarak

Perhitungan jarak merupakan suatu elemen penting dalam melakukan perancangan tata letak fasilitas. Tata letak yang baik akan menghasilkan jarak perpindahan yang minimum. Apabila terdapat dua buah stasiun kerja atau dapat juga berbentuk suatu departemen i dan j yang koordinatnya ditunjukkan sebagai (x_i, y_i) dan (x_j, y_j) , maka untuk menghitung jarak antar dua titik tengah dapat dilakukan menggunakan tiga metode (Tompkins et. al., 2003), yaitu sebagai berikut:

1. Jarak *Rectilinear*

Matriks *Rectilinear* disebut juga dengan *Manhattan* merupakan jarak yang dilakukan pengukuran dengan mengikuti jalur tegak lurus. Metode ini banyak digunakan karena mudah untuk dihitung, mudah untuk dimengerti dan sesuai untuk diterapkan dalam permasalahan yang terjadi di dunia nyata (Tompkins et. al., 2003). Rumus yang digunakan untuk menghitung jarak menggunakan metode *Rectilinear* yaitu sebagai berikut:

$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \dots\dots\dots(2-1)$$

Keterangan:

d_{ij} = jarak antar titik pusat fasilitas i dan j

x_i = koordinat x pada departemen i

x_j = koordinat x pada departemen j

y_i = koordinat y pada departemen i

y_j = koordinat y pada departemen j

2. Jarak *Euclidean*

Matriks *Euclidean* umumnya mengukur jarak garis lurus antar titik tengah dari fasilitas. Matriks *Euclidean* dipakai untuk model aliran perpindahan *material* yang menggunakan konveyor untuk menghubungkan dua stasiun kerja. Rumus yang digunakan untuk menghitung jarak menggunakan metode *Euclidean* yaitu sebagai berikut:

$$d_{ij} = [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(2-2)$$

Keterangan:

d_{ij} = jarak antar titik pusat fasilitas i dan j

x_i = koordinat x pada departemen i

x_j = koordinat x pada departemen j

y_i = koordinat y pada departemen i

y_j = koordinat y pada departemen j

3. *Flow Path Distance*

Perhitungan jarak dengan menggunakan metode *Flow Path Distance* dilakukan pengukuran sepanjang jalur aktual yang ditempuh antara dua titik stasiun kerja atau departemen. Contoh penerapan menggunakan metode *Flow Path Distance* adalah AGV (*Automatic Guided Vehicle*) yang digunakan untuk memindahkan *material* antar stasiun kerja dalam pabrik.

2.3.5 Perpindahan *Material*

Perpindahan *material* merupakan suatu kegiatan yang dilakukan dengan tujuan memindahkan suatu bahan baku, produk setengah jadi atau produk jadi dari tempat awal ke tempat tujuan selanjutnya yang telah ditetapkan berdasarkan aliran proses. Tujuan dari analisis perpindahan *material* adalah untuk memperoleh perpindahan *material* yang teratur tanpa mengganggu proses produksi serta memperoleh biaya perpindahan *material* yang rendah. Rumus untuk menghitung biaya perpindahan *material* (Adriantantri, 2008) yaitu sebagai berikut:

$$\text{Biaya/meter} = \frac{\sum \text{Biaya Material Handling}}{\sum \text{Jarak Tempuh Perpindahan Material}} \dots\dots\dots(2-3)$$

2.4 PENELITIAN TERDAHULU

Berikut ini uraian beberapa penelitian terdahulu yang dijadikan referensi Penulis yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian (Tompkins dan Moore, 1978)

Penelitian ini membahas mengenai perbaikan tata letak fasilitas lantai produksi dengan menggunakan Metode Spiral. Perbaikan tata letak tersebut dilihat dari hubungan kedekatan setiap departemen dengan menggunakan nilai frekuensi tertinggi. Hasil yang diperoleh menggunakan Metode Spiral yaitu hubungan kedekatan setiap departemen sesuai dengan aliran produksi dan perbaikan tata letak dengan jarak perpindahan *material* yang minimum.

2. Penelitian (Adriantantri, 2008)

Penelitian ini membahas mengenai perancangan ulang tata letak fasilitas lantai produksi menggunakan Metode CRAFT yang dilakukan perancangan dengan bantuan program *Quantitative System Version 3.0*. Penelitian yang dilakukan yaitu pada PT Industri Sandang Nusantara. Hasil yang diperoleh menggunakan Metode CRAFT yaitu penurunan total jarak tempuh dan penurunan total biaya perpindahan *material* dari jarak sebelumnya.

3. Penelitian (Pratama et. al., 2015)

Penelitian ini membahas mengenai perancangan ulang tata letak fasilitas lantai produksi menggunakan Metode BLOCPLAN. Penelitian yang dilakukan yaitu pada PT Dwi Indah. Hasil yang diperoleh menggunakan Metode BLOCPLAN yaitu terdapat pengurangan total jarak tempuh perpindahan *material* antara tata letak aktual dengan tata letak menggunakan Metode BLOCPLAN.

4. Penelitian (Kurniawan, 2017)

Penelitian ini membahas mengenai pemilihan tata letak fasilitas lantai produksi dengan menggunakan *data envelopment analysis*. Pemilihan tata letak fasilitas lantai produksi dilakukan dengan menggunakan Metode CRAFT, BLOCPLAN dan Spiral. Penelitian yang dilakukan yaitu pada PT Injoynesia. Hasil yang diperoleh yaitu berupa pemilihan rancangan tata letak fasilitas lantai produksi dengan tingkat efisiensi tertinggi dan biaya perpindahan *material* yang rendah.

5. Penelitian (Setiyawan et. al., 2017)

Penelitian ini membahas mengenai usulan perbaikan tata letak fasilitas lantai produksi kedelai goreng. Usulan perbaikan tata letak fasilitas dilakukan dengan menggunakan metode BLOCPLAN dan CORELAP. Penelitian yang dilakukan yaitu pada UKM MMM Gading. Hasil yang diperoleh yaitu berupa pemilihan rancangan tata letak fasilitas lantai produksi dengan tingkat efisiensi tertinggi dan biaya perpindahan *material* yang rendah.

Tabel 2. 6 Penelitian Terdahulu

Peneliti	Topik	Metode	Hasil
(Tompkins dan Moore, 1978)	Perbaikan Tata Letak Fasilitas Lantai Produksi Dengan Menggunakan Metode Spiral	Metode Spiral	Hubungan kedekatan setiap departemen sesuai dengan aliran produksi dan jarak perpindahan <i>material</i> yang minimum
(Adriantantri, 2008)	Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Lantai Produksi Menggunakan Program <i>Quantitative System Version 3.0</i>	Metode CRAFT	Penurunan total jarak tempuh dan penurunan total biaya perpindahan <i>material</i> dari jarak sebelumnya
(Pratama et. al., 2015)	Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Lantai Produksi Menggunakan Metode BLOCPLAN	Metode BLOCPLAN	Pengurangan total jarak tempuh perpindahan <i>material</i> tata letak aktual
(Kurniawan, 2017)	Pemilihan Tata Letak Fasilitas Lantai Produksi Dengan Menggunakan <i>Data Envelopment Analysis</i>	Metode CRAFT, BLOCPLAN dan Spiral	Hasil rancangan dengan tingkat efisiensi tertinggi dan biaya perpindahan <i>material</i> yang rendah
(Setiyawan et. al., 2017)	Usulan perbaikan tata letak fasilitas lantai produksi kedelai goreng	Metode BLOCPLAN dan CORELAP	Hasil rancangan dengan tingkat efisiensi tertinggi dan biaya perpindahan <i>material</i> yang rendah