

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tata Letak Pabrik**

Tata letak pabrik merupakan suatu kegiatan yang berhubungan dengan perancangan susunan unsur fisik suatu kegiatan seperti mesin, peralatan, meja bangunan dan selalu memiliki hubungan dengan industri manufaktur, tata letak yang baik selalu melibatkan tata cara pemindahan bahan di pabrik sehingga sering disebut tata letak pabrik dan pemindahan bahan atau *material handling*. Tujuan keseluruhan rancang tata letak fasilitas adalah membahwa bahan melalui setiap fasilitas produksi dalam waktu tersingkat dengan biaya yang lebih efisien. Hal demikian dicapai dengan pengaturan mesin-mesin dan peralatan sedemikian rupa sehingga jarak dan perpindahan tidak jauh tanpa melanggar kaidah-kaidah ergonomis. (Hadiguna & Setiawan, 2008:7)

Perencanaan dan pengaturan tata letak pabrik merupakan suatu landasan utama dalam dunia industri. Hal ini dikarenakan perencanaan dan pengaturan yang baik diharapkan memiliki efisiensi tinggi sehingga kelangsungan hidup atau kesuksesan kerja suatu industri dapat terjaga. Secara garis besar, tujuan utama dari perencanaan dan pengaturan tata letak pabrik ini adalah mengatur area kerja dan segala fasilitas produksi yang paling ekonomis untuk operasi produksi, aman dan nyaman sehingga menaikkan moral kerja dan *performance* dari operator. Lebih spesifik lagi suatu perencanaan dan pengaturan tata letak yang baik akan memberikan keuntungan dalam sistem produksi, akan sangat merugikan apabila tata letak yang dirancang dan diatur tidak memberikan keuntungan. (Wignjosoebroto,1996:6)

#### **2.2 Tujuan Perancangan Tata Letak Fasilitas**

Secara garis besar tujuan utama dari tata letak fasilitas pabrik adalah mengatur area kerja dan segala fasilitas yang ada dalam proses produksi serta memberikan biaya paling ekonomis selain itu juga mempertimbangkan operasi produksi yang aman, dan nyaman sehingga dapat menaikkan moral kerja dan *performance* dari operator (Wignjosoebroto, 1996: 68-72) Adapun keuntungan dari suatu tata letak yang baik dalam sistem produksi, yaitu antara lain sebagai berikut:

1. Meningkatkan output produksi dari suatu pabrik
2. Mengurangi waktu tunggu (*delay*) yang akan menyebabkan peningkatan waktu proses produksi
3. Mengurangi proses pemindahan bahan (*material handling*)
4. Pengoptimalan penggunaan area untuk produksi, gudang dan *service*
5. Pengoptimalan dari penggunaan mesin, tenaga kerja, dan fasilitas produksi lainnya
6. Mengurangi *inventory in process* dan proses manufaktur yang lebih singkat
7. Menjaga dan mempertimbangkan kesehatan dan keselamatan kerja dari operator serta pekerja lainnya
8. Memperbaiki moral dan kepuasan kerja
9. Mengurangi faktor yang bisa merugikan dan mempengaruhi kualitas dari bahan baku ataupun produk jadi sehingga produk yang dihasilkan tetap terjaga

Suatu tata letak fasilitas produksi baik atau tidak, dapat dilihat dari beberapa situasi dalam proses produksi sebagai berikut:

1. Lantai pabrik dipenuhi oleh *work in progress*
2. Pemindahan bahan terjadi secara berlebihan
3. Jarak tempuh dalam pemindahan bahan-bahan relatif besar
4. Para operator dan supervisor banyak melakukan jalan-jalan di lantai pabrik
5. Aliran bahan dalam lintasan produksi sering mengalami *bottleneck*
6. Pengawasan kegiatan di lantai pabrik mengalami kesulitan.

Jika terdapat salah satu atau lebih seperti situasi yang ada diatas maka dapat dipastikan rancangan *layout* perusahaan bersangkutan sedang bermasalah sehingga perlu dilakukan perbaikan atau rancangan ulang tata letak fasilitas pabrik. Masalah yang timbul oleh *layout* yang tidak dirancang dengan baik bukan hanya pada biaya produksi yang tinggi akan tetapi bisa juga disebabkan oleh kontribusi dalam peningkatan waktu proses produksi sehingga mengancam waktu ketepatan pengiriman produk kepada konsumen.

### **2.3 Jenis-jenis Masalah Tata Letak**

Rancang fasilitas tata letak dilakukan untuk fasilitas baru, tidaklah seluruhnya dilakukan untuk perancangan fasilitas yang baru. Ada beberapa

masalah yang dihadapi melibatkan penataletakkan ulang dari satu proses yang telah ada atau perubahan beberapa bagian dari susunan peralatan ataupun departemen tertentu, (Hadiguna & Setiawan, 2008:13-14) Masalah tata letak jenisnya beragam:

1. Perubahan rancangan

Perubahan rancangan produk menuntut perubahan proses atau operasi yang diperlukan. Perubahan ini ada, atau berbentuk perancangan ulang tata letak, bergantung pada perubahan-perubahan yang dialami perusahaan.

2. Perluasan Departemen

Perubahan tata letak dapat terjadi apabila adanya perluasan departemen, hal ini mungkin hanya merupakan penambahan sejumlah mesin yang dengan mudah dapat diatasi dengan membuat ruangan atau diperlukan perubahan seluruh tata letak jika penambahan produksi menuntut perubahan proses. misalnya, jika selama ini dibuat kompresor dalam jumlah seratus, dapat digunakan ruang peralatan biasa, apabila jadwal diubah menjadi ribuan, maka diperlukan pemasangan sekelompok mesin yang dapat multifungsi.

3. Pengurangan Departemen

Masalah ini merupakan kebalikan dari masalah perluasan departemen, jika jumlah produsen berkurang secara drastis dan menetap, perlu dipertimbangkan pemakaian proses berbeda dari proses sebelumnya yang digunakan untuk produksi tinggi. Perubahan seperti ini dapat menuntut disingkirkannya peralatan yang telah ada dan merencanakan pemasangan peralatan lain.

4. Penambahan Produk Baru

Penambahan produk baru atau produk yang serupa dengan produk yang sedang dikerjakan pada lintasan produksi, masalah yang akan timbul dari hal ini adalah perluasan departemen yang dibutuhkan untuk menampung produk yang ditambahkan.

5. Memindahkan Satu Departemen

Memindahkan satu departemen dapat menimbulkan masalah tata letak yang besar, jika tata letak aktual masih memenuhi, hanya diperlukan pemindahan ke lokasi lain. Apabila tata letak tidak memenuhi, maka hal ini dapat menimbulkan

permasalahan untuk penyusunan ulang tata letak untuk keseluruhan departemen.

#### 6. Penambahan Departemen Baru

Masalah ini dapat timbul apabila adanya penambahan pekerjaan yang belum ada dari sebelumnya. Hal ini juga dapat timbul, jika keinginan perusahaan untuk memperbesar kapasitas produksi dan menambahkan fasilitas-fasilitas untuk memenuhi kapasitas yang diinginkan.

#### 7. Perubahan Metode Produksi

Setiap perubahan kecil dalam satu tempat kerja seringkali mempunyai pengaruh terhadap tempat kerja yang berhampiran atau wilayah yang berhampiran, hal ini dapat menuntut peninjauan kembali atas wilayah yang terlibat.

#### 8. Perancangan Fasilitas Baru

Persoalan ini merupakan persoalan tata letak terbesar, dalam hal ini rekayasawan umumnya tidak dibatasi oleh kendala fasilitas yang ada. Rekayasawan bebas merencanakan tata letak yang paling baik yang dapat dipakai untuk peletakkan fasilitas baru.

### 2.4 Kriteria Tata Letak yang Baik

Dalam merancang tata letak fasilitas yang baik, tentunya ada ukuran- ukuran dimana sebuah tata letak dikatakan sudah baik (Hadiguna & Setiawan, 2008: 15) Adapun beberapa kriteria bisa dijadikan patokan tata letak yang baik adalah sebagai berikut:

#### 1. Pola aliran bahan terencana

Hal ini terkait dengan pergerakan bahan dari suatu proses ke proses berikutnya. Pola aliran terencana akan terlihat mengalir dengan lancar tanpa terjadi benturan pada sebuah lintasan yang bersilangan.

#### 2. Keterkaitan kegiatan terencana

Bertujuan untuk menjaga kelancaran dan kemudahan kegiatan proses produksi dan pendukung lainnya. Pemandangan antar operasi (*material handling*) minimum, bertujuan untuk meminimalisasi total waktu produksi

#### 1. Jarak pemindahan bahan minimum

Total jarak mempresentasikan biaya pemindahan bahan dan keteraturan aliran bahan.

#### 2. Langkah balik (*backtrack*) minimum. Langkah balik akan mengganggu pergerakan

maju bahan.

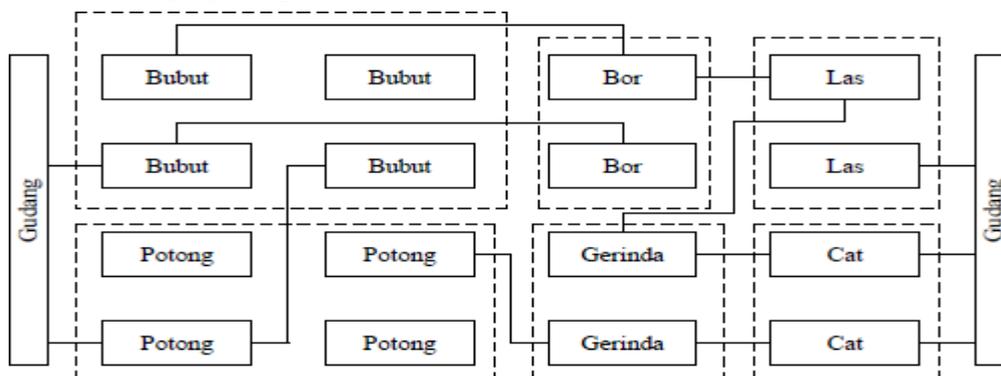
3. Mempermudah dan memperlancar proses produksi dan perawatan.
4. Persediaan bahan yang tengah diproses atau *WIP (Work in Process)* minimum.
5. Persediaan bahan setengah jadi merupakan biaya yang tidak memiliki nilai tambah. Upaya mengurangi *WIP* dapat dilakukan dengan cara meminimalisasi total jarak perpindahan.
6. Memberikan ruang untuk perluasan (ekspansi) pabrik; Mampu mengakomodasi rencana perluasan di masa mendatang.

## 2.5 Tipe Tata Letak

Tipe tata letak merupakan hal yang sangat penting dalam menentukan keberhasilan strategi manufaktur yang telah ditetapkan ( Hadiguna & Setiawan, 2008:27-33). Adapun tipe tata letak secara umum dikelompokkan menjadi empat jenis yaitu:

### 1. Tata Letak Proses (*Process Layout*)

Tata letak proses adalah penyusunan tata letak dimana alat yang sejenis atau yang mempunyai fungsi yang sama ditempatkan dalam bagian yang sama. misalnya, mesin-mesin bubut ditempatkan pada bagian yang sama. Mesin-mesin tidak dikhususkan untuk produk tertentu melainkan dapat digunakan untuk berbagai jenis produk.



Sumber : Hadiguna, (2008)

**Gambar 2.1** *Process Layout*

Keuntungan tata letak proses adalah:

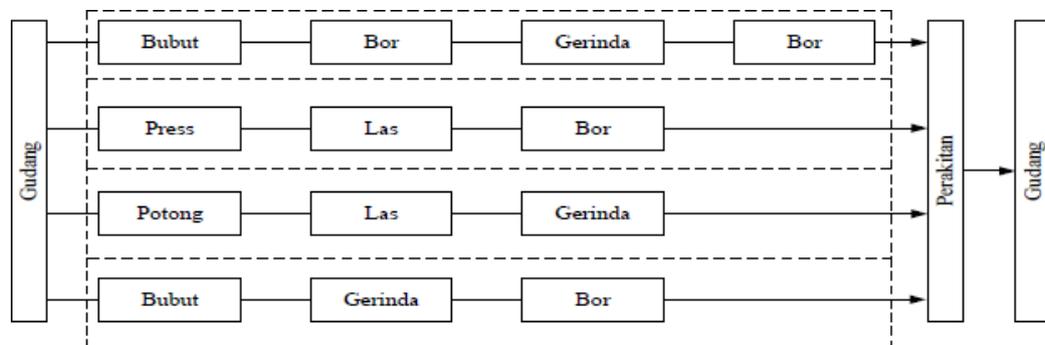
- a. Memungkinkan utilisasi mesin yang tinggi.
- b. Memungkinkan penggunaan mesin-mesin yang multiguna, sehingga dengan cepat mengikuti perubahan jenis produksi.

- c. Memperkecil terhentinya produksi yang diakibatkan oleh kerusakan mesin.
- d. Sangat fleksibel dalam mengalokasikan personil dan peralatan.

Kerugian tata letak proses adalah:

- a. Meningkatnya kebutuhan pemindahan bahan karena aliran proses yang beragam dan tidak dapat digunakannya ban berjalan.
  - b. Pengawasan produksi yang lebih sulit.
  - c. Meningkatnya persediaan barang dalam proses.
  - d. Total waktu produksi per unit yang lebih lama.
  - e. Memerlukan *skill* yang lebih tinggi.
  - f. Pekerjaan *routing*, penjadwalan dan akuntansi biaya yang lebih sulit, karena setiap ada order baru harus dilakukan perencanaan / perhitungan kembali.
2. Tata Letak Produk (*Product Layout*)

Tata letak produk dipilih apabila proses produksinya telah distandarisasi dan memproduksi dalam jumlah yang besar. Setiap produk akan melalui tahapan operasi yang sama sejak dari awal sampai akhir. Tata Letak produk banyak digunakan dalam industri otomotif, elektronika, tempat cuci mobil otomatis



Sumber : Hadiguna, (2008)

**Gambar 2.2** *Product Layout*

Keuntungan model tata letak produk adalah:

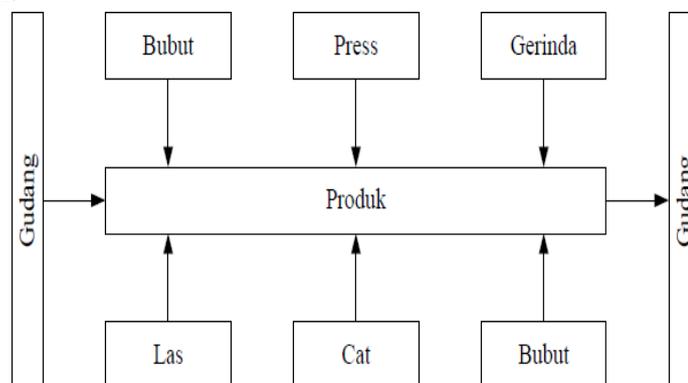
- a. Aliran material yang sederhana dan langsung.
- b. Persediaan barang dalam proses yang rendah.
- c. Total waktu produksi per unit yang rendah.
- d. Tidak memerlukan *skill* tenaga kerja yang tinggi.
- e. Kebutuhan pemindahan bahan yang rendah.
- f. Pengawasan produksi yang lebih mudah.

- g. Dapat menggunakan mesin khusus atau otomatis.
- h. Dapat menggunakan ban berjalan karena aliran material sudah tertentu.
- i. Kebutuhan material dapat diperkirakan dan dijadwalkan dengan lebih mudah.

Kerugian model tata letak produk antara lain:

- a. Kerusakan pada sebuah mesin dapat menghentikan produksi.
  - b. Perubahan desain produk dapat mengakibatkan tidak efektifnya tata letak yang bersangkutan.
  - c. Apabila terdapat *bottleneck* dapat mempengaruhi proses keseluruhan.
  - d. Biasanya memerlukan investasi mesin/peralatan yang besar.
  - e. Karena sifat pekerjaannya yang monoton dapat mengakibatkan kebosanan.
3. Tata Letak Posisi Tetap (*Fixed Position Layout*)

Tata letak posisi tetap dipilih apabila karena ukuran, bentuk ataupun karakteristik lain menyebabkan produknya tidak mungkin atau sukar untuk dipindahkan. dengan demikian, produk tetap di tempat, sedangkan peralatan dan tenaga kerja yang menuju produk. Tata letak seperti ini terdapat pada pembuatan kapal laut, pesawat terbang, lokomotif, atau proyek-proyek konstruksi.



Sumber : Hadiguna, (2008)

**Gambar 2.3** *Fixed Position Layout*

Keuntungan tata letak posisi tetap adalah:

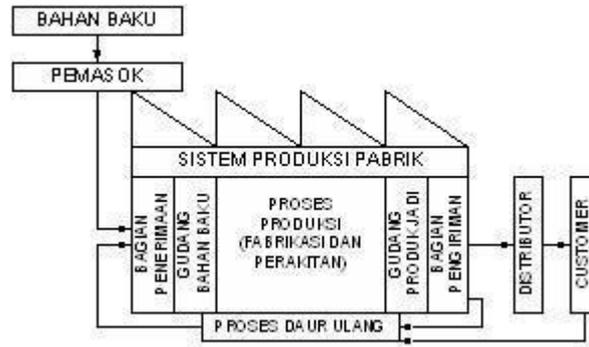
- a. Berkurangnya gerakan material.
- b. Adanya kesempatan untuk melakukan pengayaan tugas.
- c. Sangat fleksibel, dapat mengakomodasikan perubahan dalam desain produk, bauran produk, ataupun volume produksi.

Kerugian tata letak posisi tetap adalah:



proses produksi berlangsung.

- Gerakan perpindahan yang meliputi aktivitas distribusi daripada produk jadi (*output*) yang dihasilkan menuju ke lokasi pemesanan atau konsumen

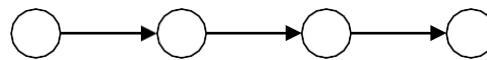


Sumber: Wignjosoebroto, (1996)

**Gambar 2.5** Aliran Pemindahan Bahan

Pola aliran bahan untuk proses produksi merupakan aliran yang digunakan dalam pengaturan aliran bahan proses produksi, (Wignjosoebroto, 1996:163) adapun beberapa pola aliran bahan untuk proses produksi sebagai berikut:

#### 1. *String Line*



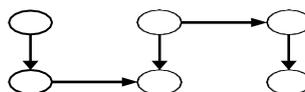
Sumber: Suwandi, (2010)

**Gambar 2.6** *String Line*

Pola aliran *string line* berdasarkan garis lurus dan umumnya dipakai ketika proses produksi berlangsung singkat, tergolong sederhana dan umumnya terdiri dari beberapa macam produk. Aliran ini akan memberikan beberapa manfaat

- Jarak yang terpendek antara dua titik.
- Proses produksi berlangsung sepanjang garis lurus yaitu dari mesin pertama sampai mesin yang terakhir.
- Jarak perpindahan bahan secara keseluruhan akan kecil karena jarak antara masing-masing mesin merupakan jarak yang sependek-pendeknya.

#### 2. *Serpentine atau Zig-Zag*

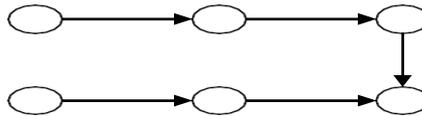


Sumber: Suwandi, (2010)

**Gambar 2.7** *Serpentine atau Zig-Zag*

Pola aliran *Serpentine* atau *Zig-Zag* berdasarkan garis-garis patah yang sangat baik diterapkan ketika aliran proses produksi lebih panjang dibanding dengan luasan area yang tersedia. Sehingga aliran bahan akan dibelokkan untuk menambah panjang garis aliran yang ada dan secara ekonomis hal ini dapat memberikan solusi mengenai keterbatasan area dan ukuran dari bangunan pabrik yang tersedia.

### 3. *U-Shape*

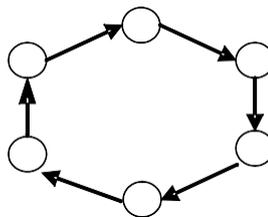


Sumber: Suwandi, (2010)

**Gambar 2.8** *U-Shape*

Pola aliran *U-Shape* digunakan ketika dikehendaki bahwa akhir dari proses produksi akan berada pada area yang sama dengan dengan bagian awal proses produksinya. Hal ini akan mempermudah pemanfaatan fasilitas pengangkutan bahan produksi, dan mempermudah pengawasan untuk keluar masuknya material dari dan menuju pabrik. Aplikasi pola aliran ini relatif panjang, maka pola *U-Shape* akan tidak efisien sehingga digunakan pola aliran tipe *zig-zag*.

### 4. *Circular*

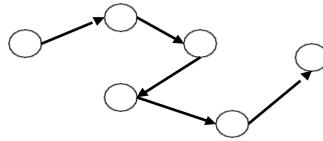


Sumber: Suwandi, (2010)

**Gambar 2.9** *Circular*

Pola aliran *Circular* berdasarkan bentuk lingkaran sangat baik dipergunakan ketika untuk mengembalikan material atau produk pada titik pertama, pada aliran proses produksi saat berlangsung. Hal ini juga baik digunakan apabila departemen penerimaan dan pengiriman material atau produk jadi direncanakan untuk berada pada lokasi yang sama dalam pabrik yang bersangkutan.

### 5. *Odd-Angle*



Sumber: Suwandi, (2010)

**Gambar 2.10** *Odd-Angle*

Pola aliran *Odd-Angle* tidak begitu dikenal dibandingkan dengan pola-pola aliran yang lain. Pada dasarnya pola ini sangat umum dan baik digunakan untuk kondisi -kondisi seperti:

- Ketika tujuan utamanya adalah untuk memperoleh garis aliran yang produk di antara suatu kelompok kerja di lokasi yang saling terkait.
- Ketika proses *handling* dilaksanakan secara mekanis.
- Ketika keterbatasan ruangan menyebabkan pola aliran yang lain terlaksana tidak dapat diterapkan.
- Ketika dikehendaki adanya pola aliran yang tetap dan fasilitas-fasilitas produksi yang ada.

### 2.7 Jarak Antar Fasilitas

Pengukuran jarak antar fasilitas dapat dilakukan dengan cara menarik titik pusat dari suatu departemen produksi menuju ke garis sumbu dari jalan lintasan, dan kemudian menuju ke titik pusat dari departemen produksi lainnya. Menghitung jarak perpindahan ada beberapa cara yang dapat dilakukan seperti sebagai berikut:

#### 1. Jarak *Euclidean*

Jarak diukur lurus dari suatu stasiun ke stasiun lainnya. Dengan pengukuran ini dapat digambarkan dengan *conveyor* yang sedang berjalan lurus memotong dua buah stasiun kerja, cara ini adalah cara yang paling umum digunakan meskipun dalam keadaan tertentu nampak kurang realistis hal ini dikarenakan penggunaan cara ini mudah dimengerti selama dalam proses pengerjaannya. Adapun perhitungan jarak *euclidean* dapat dilihat pada sebagai berikut:

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

Dimana:  $d_{ij}$  = jarak pusat fasilitas i ke j

$x_i$  = koordinat X pada pusat fasilitas i

$Y_i$  = koordinat y pada pusat fasilitas i

## 2. Jarak *Rectilinear*

Jarak diukur sepanjang lintasan dengan menggunakan garis tegak lurus suatu stasiun dengan stasiun kerja yang lainnya. Sebagai contoh perhitungan jarak antara fasilitas dimana peralatan pemindahan bahan hanya dapat bergerak secara tegak lurus, cara ini banyak digunakan karena mudah dalam perhitungannya, mudah dimengerti dan tepat perhitungannya dalam berbagai masalah. Adapun rumusnya sebagai berikut:

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

## 3. *Squared Euclidean*

Jarak diukur dengan mengkuadratkan bobot terbesar suatu jarak antar dua stasiun kerja yang berdekatan, relative untuk beberapa persoalan terutama menyangkut persoalan lokasi fasilitas diselesaikan dengan penerapan *Squared Euclid*. Pengukuran ini adalah perhitungan kuadrat sehingga mengakibatkan pembebanan lebih besar pada dua fasilitas yang berjauhan daripada pasangan yang berdekatan. Adapun rumusnya adalah sebagai berikut:

$$d_{ij} = (x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 \dots\dots\dots (2. 3)$$

## 4. *Aisle*

*Aisle distance* akan mengukur jarak lintasan yang dilalui alat pengangkut pemindahan bahan. Pengukuran ini berbeda dengan pengukuran lainnya karena merupakan jarak yang sebenarnya. Jarak ini dihitung melalui *aisle* yang dilakukan peralatan *material handling*. Cara ini merupakan cara utama untuk menyelesaikan permasalahan pada *layout manufacturing*.

## 5. *Adjacency*

*Adjacency* merupakan pengukuran jarak dengan mengukur kedekatan antar stasiun-stasiun yang ada dalam pabrik dan metode ini sering digunakan untuk metode SLP, yang mana digunakan untuk mengukur kedekatan antara stasiun yang dilewati oleh proses produksi.

## 2.8 Analisis Proses Produksi

Secara umum diketahui analisis digunakan untuk mengetahui perubahan dari *input* yang berupa bahan baku menjadi *output* yang berupa bahan jadi atau jasa yang diinginkan, sehingga dalam hal ini proses selalu melewati berbagai macam tahapan

dalam *manufacturing*. Saat merencanakan proses yang dibutuhkan untuk membuat suatu produk, maka proses *manufacturing* harus terlebih dahulu mempelajari detail peta kerja yang ada, baru kemudian melaksanakan tindakan-tindakan sebagai berikut (Wignjosoebroto, 1996:93).

1. Membuat perencanaan operasi yang diinginkan dalam proses produksi dari bahan baku sampai produk jadi atau jasa.
2. Membuat langkah-langkah yang tepat dari setiap operasi yang dikehendaki.
3. Membuat pilihan alternatif terbaik ditinjau dari segi efektivitas dan efisiensi penggunaan dari mesin dan peralatan produksi lainnya yang diperlukan dalam operasi kerja.
4. Membuat perencanaan secara spesifik peralatan penunjang yang digunakan dalam kelancaran proses produksi.
5. Menetapkan standar produksi biasanya dalam tolak ukur jam per satuan produk yang dihasilkan. Ketentuan ini diperoleh dari studi pencatatan waktu kerja.

### 2.8.1 Rute Produksi (*Production Routing*)

Peta kerja sangat penting dalam menganalisa dan menentukan langkah-langkah yang harus diambil dalam proses produksi. Langkah-langkah dalam proses produksi secara spesifik diatur dalam proses “*routing*” yang biasanya hal ini akan dibuat oleh departemen perencanaan dan pengendalian produksi. Ada beberapa informasi yang harus terdapat dalam langkah ini diantaranya:

1. Nama dan nomor komponen yang akan dibuat.
2. Nomor gambar kerja dari komponen tersebut.
3. Macam operasi kerja dan nomor operasinya.
4. Mesin dan peralatan produksi yang digunakan.
5. Waktu standar yang ditetapkan untuk masing-masing operasi kerja.

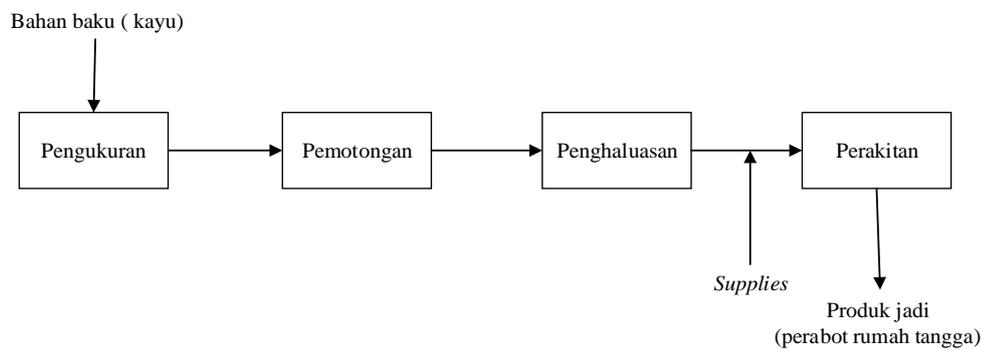
**Tabel 2.1** *Routing* Produk

<b>PRODUCTION</b>				
Nama Benda kerja		Nomor:		
Gambar : jenis material:				
No. Kegiatan	Operasi kerja	Mesin yang digunakan	<i>Tools, jigs &amp; fixtures</i>	Waktu standar( jam/unit )

Sumber: Suwandi (2010)

### 2.8.2 Peta Proses (*Process Chart*)

Peta proses berguna dalam menguraikan tahapan pengerjaan suatu benda dari tahap analisis sampai tahap akhir operasi dapat diperjelas dengan menggunakan peta proses. Peta proses merupakan suatu yang sangat penting didalam pelaksanaan studi *manufacturing* dalam suatu sistem produksi. Peta proses dapat didefinisikan sebagai gambar grafik yang menjelaskan setiap operasi yang terjadi dalam proses *manufacturing*. *blok diagram* merupakan peta yang paling sederhana dalam peta proses (Wignjosoebroto,1996:97), dapat dilihat contoh peta proses dapat dilihat pada gambar 2.11.



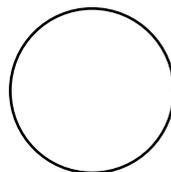
Sumber : Wignjosoebroto (1996)

**Gambar 2.11** Contoh Peta Proses

### 2.8.3 Peta Proses Operasi (*Operation Process Chart*)

Peta proses operasi akan menunjukkan langkah-langkah sesuai alur produksi dari semua operasi *Inspeksi*, waktu longgar, dan bahan baku yang digunakan dalam suatu proses manufaktur yaitu dimulai dengan waktu mulai datangnya bahan baku sampai dengan proses pembungkusan, dari produk yang dihasilkan. Peta ini akan menggambarkan proses perakitan atau *assembly* seluruh komponen yang ada dalam proses manufaktur. Untuk keperluan pembuatan peta proses maka oleh *American Society of Mechanical Engineers (ASME)* telah dibuat beberapa simbol standar yang menggambarkan macam / jenis aktivitas umum dijumpai dalam proses produksi dapat dilihat sebagai berikut;

#### a. Operasi



Sumber : Wignjosoebroto (1996)

**Gambar 2.12** Simbol Operasi

Kegiatan operasi terjadi bilamana sebuah objek (benda kerja/ bahan baku) mengalami perubahan bentuk, baik secara fisik maupun kimiawi.

b. Pemeriksaan

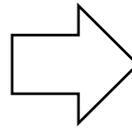


Sumber : Wignjosoebroto (1996)

**Gambar 2.13** Simbol Inspeksi

Kegiatan inspeksi terjadi ketika sebuah mengalami pengujian dari segi kuantitas maupun kualitas.

c. Transportasi

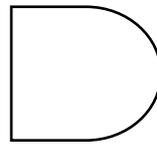


Sumber : Wignjosoebroto (1996)

**Gambar 2.14** Simbol Transportasi

Kegiatan transportasi terjadi ketika sebuah objek dipindahkan dari suatu lokasi ke yang lain.

d. Menunggu

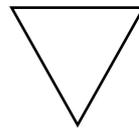


Sumber : Wignjosoebroto (1996)

**Gambar 2.15** Simbol Menunggu

Proses menunggu terjadi ketika material, operator, atau fasilitas kerja dalam keadaan terhenti atau tidak mengalami kegiatan apapun.

e. Menyimpan

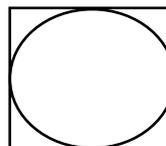


Sumber : Wignjosoebroto (1996)

**Gambar 2.16** Simbol Menyimpan

Proses penyimpanan terjadi ketika objek di simpan dalam kurun waktu tertentu.

f. Aktivitas ganda



Sumber : Wignjosoebroto (1996)

**Gambar 2.17** Simbol Aktivitas Ganda

Kegiatan ini terjadi ketika antara aktivitas operasi dan pemeriksaan dilakukan bersamaan pada satu tempat kerja.

Kegunaan peta proses ini adalah

1. Mengkombinasikan lintasan produksi dan peta kerja rakitan sehingga memberikan informasi yang lebih lengkap.
2. menunjukkan operasi yang harus dilakukan setiap komponen.
3. menunjukkan urutan proses setiap operasi .
4. menunjukkan hubungan setiap komponen
5. menunjukkan titik tempat komponen memasuki proses
6. membantu perencanaan tempat kerja mandiri

#### **2.8.4 Peta Aliran Proses (*Flow Process Chart*)**

Secara umum peta aliran proses akan melukiskan aktivitas proses produksi secara lebih detail dibandingkan dengan peta proses operasi. Peta aliran proses akan menggambarkan langkah-langkah mulai dari operasi, pemeriksaan, transportasi menunggu, dan menyimpan selama suatu proses yang sedang berlangsung, serta didalamnya terdapat informasi-informasi yang diperlukan untuk analisa waktu jarak yang ditempuh (Wignjosoebroto,1996:104). Adapun keuntungan dari peta aliran proses ini adalah sebagai berikut:

1. Mengeliminasi operasi-operasi yang tidak diperlukan atau mengkombinasikan dengan operasi yang lain.
2. Mengeliminasi aktivitas *handling* yang tidak efisien.
3. Mengurangi jarak perpindahan material dari suatu operasi ke operasi yang lain (langkah ini nantinya akan menjadi dasar pemikiran dalam hal pengaturan tata letak fasilitas).

#### **2.8.5 Diagram Alir (*Flow Diagram*)**

Diagram alir adalah bentuk grafis dari urutan-urutan proses yang dibuat, diagram alir menunjukkan lokasi aktivitas yang terjadi dalam peta aliran proses. Diagram alir dapat digunakan sebagai rancangan kasar tata letak dimana rancangan tersebut termuat jarak dan lokasi-lokasi yang digunakan dalam proses produksi adapun kegunaan peta aliran proses adalah sebagai berikut (Purnomo, 2004)

1. Memperjelas peta aliran proses dengan menunjukkan arah aliran yang sesuai dengan proses produksi.

2. Membantu dalam proses perbaikan tata letak tempat kerja dengan cara memindahkan tata letak apabila aliran material yang tidak sempurna sehingga dapat diperoleh tata letak yang lebih ekonomis dilihat dari segi waktu, jarak dan biaya.

### 2.8.6 Multi Product Process Chart (MPPC)

Pengurutan produksi (*Routing Sheet*) dilakukan terlebih dahulu sebelum pembuatan MPPC, *routing sheet* merupakan rekapan Langkah-langkah yang berisi proses produksi tertentu dalam beberapa komponen dan rincian yang perlu dari hal-hal yang saling berhubungan. Pengurutan produksi menjadi tulang punggung kegiatan produksi yang merupakan perekapan kembali data-data yang dibutuhkan dalam proses produksi. *Routing sheet* disebut juga dengan lembar proses atau lembar operasi yang berguna untuk menghitung jumlah mesin yang dibutuhkan dan untuk menghitung jumlah *part* yang harus dipersiapkan dalam proses produksi yang diinginkan (Rionaldi, 2014).

Lembar urutan proses atau lembar operasi adalah tabulasi langkah-langkah yang mencakup komponen yang digunakan dalam proses produksi, lembar urutan proses biasanya ditujukan untuk mencari informasi jumlah mesin yang dibutuhkan atau peralatan produksi yang digunakan dalam proses produksi dengan memperhatikan jumlah presentasi yang terbuang, kapasitas mesin atau peralatan dan efisiensi departemen atau pabrik dapat dilihat dalam tabel 2.2

**Tabel 2.2 Routing Sheet**

No operasi	Deskripsi	Nama mesin	Kapasitas mesin teoritis	Availability mesin	Efisiensi mesin	Kapasitas mesin aktual	Reject %	Jumlah yang diinginkan	Jumlah yang harus disiapkan	Jumlah mesin teoritis	Waktu poses
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

keterangan

1. Nomor operasi (berisi urutan nomor operasi)
2. Nama operasi (merupakan nama operasi yang berlangsung)
3. Nam mesin (menjelaskan jenis mesin yang digunakan)
4. Kapasitas mesin teoritis (kemampuan mesin dalam melakukan operasi)
5. Efisiensi mesin
6. Availability mesin (ketersediaan mesin dalam melakukan operasi)
7. Kapasitas mesin aktual (merupakan kapasitas mesin yang sebenarnya)

$$\text{Kapasitas Mesin Aktual} = \text{Kapasitas mesin teoritis} \times \text{efisiensi} \times \text{availability} \dots\dots\dots (2. 4)$$

8. *Reject* (presentasi produk gagal)

9. Jumlah material yang diharapkan diambil dari data *demand* yang ada

10. Jumlah material yang harus disiapkan

$$\text{Jumlah material yang dipersiapkan} = \frac{\text{Jumlah material yang diharapkan}}{(1-\text{reject})} \dots\dots\dots (2. 5)$$

11. Jumlah mesin teoritis (jumlah mesin yang didapat dari hasil perhitungan)

$$\text{Jumlah mesin teoritis} = \frac{\text{Jumlah mesin yang disiapkan}}{\text{Kapasitas mesin aktual}} \dots\dots\dots (2. 6)$$

12. Waktu proses

$$\text{Waktu proses} = \frac{60}{\text{Kapasitas mesin aktual}} \dots\dots\dots (2. 7)$$

Selain *routing sheet* yang digunakan untuk membuat MPPC ada juga kebutuhan *rough lumber* yang digunakan untuk menentukan kebutuhan bahan baku dalam proses produksi. Adapun tabel kebutuhan *rough lumber* dapat berikut ini:

**Tabel 2.3** *Rough Lumber*

No <i>Rough Lumber</i>	No <i>Part</i>	Nama <i>Part</i>	Karakteristik Material			Jumlah Kebutuhan <i>Part</i>	Jumlah <i>Part</i> dari 1 Unit <i>Rough Lumber</i>	Jumlah Kebutuhan <i>Rough Lumber</i>	Total
			Tebal (cm)	Panjang (cm)	Lebar (cm)				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Keterangan

1. No *rough lumber*

2. No *part*

3. Nama *part*

4. karakteristik material meliputi tebal, panjang, dan lebar

5. jumlah kebutuhan *part* (didapat dari hasil *routing fabrikasi*)

6. jumlah *part* dari 1 *rough lumber*

$$\text{Jumlah part dari 1 RL} = \frac{\text{ukuran panjang rough lumber}}{(\text{ukuran panjang part})} \times \text{banyak pembagian RL} \dots\dots (2. 8)$$

Keterangan : RL = *Rough Lumber*

7. jumlah kebutuhan *rough lumber*

$$\text{Jumlah kebutuhan RL} = \frac{\text{Jumlah kebutuhan per unit}}{\text{Jumlah dari 1 part unit RL}} \dots\dots\dots (2. 9)$$

8. total

Selanjutnya akan pembuatan MPPC (*Multi Product Process Chart*) merupakan suatu diagram yang menunjukkan urutan untuk masing-masing *part* yang akan diproduksi menggunakan mesin. Peta proses produksi ini yang akan menggambarkan aliran atau urutan operasi kerja tiap elemen produk setiap mesin atau stasiun kerja. (Wignjosoebroto,2000) tabel MPPC dapat dilihat berikut ini:

**Tabel 2.4** MPPC (*Multi Product Process Chart*)

Stasiun kerja	O1	02	Dst...	Jumlah mesin	
				Teoritis	Aktual
Gudang bahan					
Mesin potong					
Mesin bubut					
dst					

Dengan pembuatan MPPC diagram dapat diperoleh gambaran umum mengenai tata letak mesin atau fasilitas produksi yang seharusnya drancang. Berdasarkan peta tersebut dapat dipelajari dan dianalisa kebutuhan luas lantai yang diperlukan untuk produksi yang diinginkan.

## 2.9. Perencanaan Kebutuhan Luas Lantai

Penetapan luas area yang diperlukan untuk sebuah stasiun kerja selanjutnya akan digunakan untuk melaksanakan suatu aktivitas produksi maka hal ini dapat diperoleh dengan melengkapi lembar kebutuhan luas area produksi(Wignjosoebroto,2009:197). Dapat dilihat contoh lembar kebutuhan luas area produksi pada tabel 2.5.

**Tabel 2.5** Contoh Lembar Kebutuhan Luas Area Produksi

Lembar kebutuhan Luas Area Produksi												
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12) total	(13)
No urut	aktivitas departemen dll,	No. operasi	nama mesin atau peralatan kerja	mesin dl	perlengkapan pembantu	ruang operator	ruang material		subtotal X 150% allowance	jumlah mesin	luas area per operasi	total per departemen
				$L_1 \times W_1 = A_1 + L_2 \times W_2 =$ $A_2 + m L_3 = A_3 + L_4 W_4 =$ Subtotal								

Sumber: Suwandi (2010)

Adapun metode pengisian kolom-kolom dalam lembar pengamatan tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Masukkan data dari peta proses kedalam kolom nomor 1, 2, 3, dan 4. Kolom 1 merupakan urutan sesuai dengan langkah operasi yang dilakukan dalam proses produksi, sedangkan nomor aktifitas atau departemen dimana operasi tersebut diselenggarakan dituliskan pada kolom nomor 2 selanjutnya nomor operasi serta nomor mesin atau peralatan kerja yang digunakan lengkap dengan spesifikasi utamanya dituliskan berturut-turut pada kolom 3 dan 4.
2. Kemudian untuk informasi yang dibutuhkan estimasi data dari luas area yang dibutuhkan untuk masing-masing stasiun kerja, kolom nomor 5 luas dari mesin yang digunakan, jika mesin memiliki bentuk yang kompleks atau tidak simetris maka ukuran maksimum yang digunakan, jika mesin bergerak leluasa maka juga harus diperhitungkan. Kolom nomor 6 luas fasilitas pelengkap dari proses produksi seperti meja operator, *tool* kabinet dan sebagainya. Kolom nomor 7 luas maksimum mesin yang digunakan dikalikan dengan 1 meter. Luas ini digunakan untuk operasi kerja operator agar bisa bergerak secara leluasa di sekeliling mesin yang dioperasikan. Kolom nomor 8 luas area yang digunakan untuk tempat meletakkan material baik bahan baku atau produk jadi.
3. Selanjutnya kolom nomor 9 jumlah dari kolom 5, 6, 7, dan 8 dikalikan dengan 150%. hal ini dilakukan dengan tujuan untuk memberikan area tambahan bagi keperluan pemindahan bahan, perawatan mesin, dan gerakan pemindahan bahan yang cukup leluasa bagi operator. Kolom nomor 10 merupakan hasil dari perkalian *allowance* yang telah diperoleh.
4. Kemudian kolom nomor 11 merupakan tempat memasukkan data yang berupa jumlah mesin masing-masing jenis mesin yang digunakan hasil perhitungan aktivitas sebelum yang terdapat pada kolom 10 dan kemudian catat pada kolom 12, dengan prosedur yang sama maka untuk seluruh operasi produksi yang dilakukan akan dapat diestimasi kebutuhan luas area. Dari hasil penjumlahan seluruh luas area yang digunakan untuk setiap departemen akan didapatkan total area yang dibutuhkan untuk aktivitas produksi dan dimasukkan ke kolom nomor 13. Prosedur ini akan memberikan total area yang diperlukan untuk setiap departemen, aktivitas, atau area produksi sehingga dapat memperkirakan area produksi jika sewaktu-waktu terjadi ekspansi atau lonjakan permintaan diwaktu yang akan datang.

## 2.10 Pengertian Pemindahan *Material Handling*

*Material handling* dirumuskan oleh *American Material Handling Society* (AMHS), yakni suatu aktivitas yang meliputi kegiatan penanganan (*handling*), pemindahan (*moving*), pembungkusan atau pengepakan produk (*packaging*), penyimpanan (*storing*) sekaligus pengendalian pengawasan dari bahan baku dengan berbagai macam jenis hingga menjadi sebuah produk jadi atau jasa. Aktivitas pemindahan bahan berkaitan dengan proses pemindahan bahan yang digunakan dari suatu area ke area yang lainnya baik secara vertikal, horizontal maupun yang berbentuk kurva dalam pergerakan pemindahan bahan. Sehingga lintasan yang terjadi dalam pemindahan bahan dapat dilakukan dalam satu lintasan yang tetap maupun berubah-ubah (Sembiring, 2012)

### 2.10.1 Perhitungan Ongkos *Material Handling* (OMH)

Ongkos *material handling* merupakan suatu ongkos yang timbul akibat adanya aktivitas material dari stasiun produksi yang satu ke stasiun lainnya. Besarnya ditentukan sampai suatu tertentu. Penentuan OMH dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan tata letak fasilitas yang ekonomis. Ditinjau dari segi biaya tata letak yang baik adalah tata letak fasilitas dengan ongkos *material handling* yang efisien. Faktor yang mempengaruhi biaya *material handling* yang ada di perusahaan yaitu (Naganingrum, 2012)

1. Biaya investasi.
2. Biaya operasi.
3. Biaya pembelian mutan.

Selain faktor diatas berat juga mempengaruhi OMH yang mana jika bahan yang dibawa terlalu berat maka jumlah yang dipindahkan akan sedikit sehingga penting diketahui berat bahan yang dibawa. Adapun rumus yang dapat digunakan untuk pembuatan matrik *weighted* adalah sebagai berikut:

1. Penentuan volume bahan  

$$\text{Volume} = \text{sesuai dengan bentuk bahan} \dots\dots\dots (2. 10)$$
2. Perhitungan berat bahan  

$$\text{Berat} = \text{massa jenis} \times \text{volume} \dots\dots\dots (2. 11)$$
3. Perhitungan  

$$\text{Matrik } \textit{weighted} = \text{berat} \times \text{volume} \dots\dots\dots (2. 12)$$

Ongkos *material handling* dihitung dengan menggunakan jarak perpindahan dan ongkos perpindahan per meter. Besarnya biaya dipengaruhi oleh aliran material dan tata letak yang digunakan dalam operasional proses produksi, dengan demikian dapat dihitung OMH yang digunakan dalam proses pemindahan bahan yang dikeluarkan (Qoryana dkk,2014). Ongkos *material handling* memiliki beberapa rumus yang digunakan diantaranya:

- a. Persentase waktu *material handling*.

$$\text{Persentase waktu material handling} = \frac{\text{Total waktu perpindahan}}{\text{Waktu Proses}} \times 100\% \dots\dots\dots (2. 13)$$

- b. Biaya tenaga kerja.

$$\text{Biaya TK Material handling} = \text{Persentase WMH} \times \text{JUTKB} \times \text{JP} \dots\dots\dots (2. 14)$$

Keterangan: TK = Tenaga Kerja

JUTKB=jumlah upah tenaga kerja per bulan

JP = jumlah pekerja

- c. *Material handling* dipindahkan dengan tenaga manusia.

$$\frac{\text{OMH}}{\text{Meter}} = \frac{\text{gaji tenaga kerja per hari}}{\text{jarak total}} \dots\dots\dots (2. 15)$$

- d. *Material handling* dipindahkan dengan alat bantu mesin

$$\frac{\text{OMH}}{\text{Meter}} = \frac{\text{biaya mesin+gaji operator per hari}}{\text{jarak total}} \dots\dots\dots (2. 16)$$

- e. Total Ongkos *Material Handling* (OMH) yang dikeluarkan

$$\text{Total OMH} = \frac{\text{OMH}}{\text{Meter}} \times \text{jarak tempuh} \times \text{frekuensi perpindahan} \dots\dots\dots (2. 17)$$

- f. Total jarak perpindahan per bulan

$$\text{Perpindahan jarak / bulan} = \text{frekuensi (per bulan)} \times \text{jarak perpindahan} \dots\dots\dots (2. 18)$$

- g. Efisiensi *layout* usulan

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{Total OMH Aktual}-\text{Total OMH usulan}}{\text{Total OMH Aktual}} \times 100\% \dots\dots\dots (2. 19)$$

### 2.10.2 Matrik *Cost* dan Matrik *Weighted*

Matrik *cost* merupakan matrik yang menunjukkan ongkos pemindahan bahan material dari satu stasiun kerja ke stasiun lainnya. Pengisian matriks ini dilakukan dengan melihat hasil dari OMH yang telah didapatkan, dan matrik *wieghted* merupakan matrik yang menunjukkan berat material total yang dipindahkan dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja yang lainnya, pengisian ini dilakukan dengan perhitungan volume komponen yang dipindahkan. Hasil dari matrik *weighted* akan

digunakan untuk inputan matrik *inflow* (matrik yang menggambarkan aliran masuk material dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja yang lainnya, dan matrik *outflow* (matrik yang menggambarkan aliran keluar material dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja lainnya (Widodo, dkk, 2013) nilai pada matrik *inflow* dan *outflow* didapatkan dengan rumus:

$$\text{Inflow dari A ke B} = \frac{\text{Jumlah bahan material yang dipindahkan dari A ke B}}{\text{Total jumlah bahan material yang masuk ke stasiun B}} \dots\dots\dots (2. 20)$$

$$\text{Outflow dari A ke B} = \frac{\text{Jumlah bahan material yang dipindahkan dari A ke B}}{\text{Total jumlah bahan material yang keluar dari stasiun B}} \dots\dots\dots (2. 21)$$

### 2.11 Peta dari Ke (*From to Chart*)

*From-To Chart* merupakan suatu teknik konvensional yang umum digunakan untuk perancangan tata letak pabrik dan pemindahan bahan dalam suatu proses produksi, terutama sangat berguna untuk kondisi dimana terdapat banyak produk atau item yang mengalir melalui suatu area. *From-To Chart* dibuat berbentuk matriks, dimana jumlah baris dan kolomnya sesuai dengan jumlah operasi yang dilaksanakan di rantai produksi. Metode ini berguna untuk perencanaan apabila barang yang berpindah dari suatu lokasi yang berjumlah banyak seperti di bengkel-bengkel, mesin umum, kantor atau fasilitas-fasilitas lainnya (Suwandi, 2010) berikut merupakan contoh dari sebuah *from to chart* dapat dilihat pada gambar 2.12.

	<i>Rough Store</i>	<i>Mill</i>	<i>Grid</i>	<i>Press</i>	<i>Final Inspection</i>
<i>Rough Store</i>					
<i>Mill</i>					
<i>Grid</i>					
<i>Press</i>					
<i>Final Inspection</i>					

Sumber: Suwandi (2010)

**Gambar 2.18** Contoh *From to Chart*

### 2.12 Activity Relationship Chart (ARC)

*Activity Relationship Chart* yang dikembangkan oleh Richard Muther merupakan teknik yang sederhana dalam merencanakan tata letak fasilitas. Metode ini menghubungkan aktivitas-aktivitas secara berpasangan sehingga setiap aktivitas akan diketahui tingkat hubungannya. Hubungan keterkaitan bisa diekspresikan secara kualitatif meskipun ada beberapa pihak yang memberi nilai keterkaitan secara kuantitatif. Pada dasarnya *Activity Relationship Chart* ini hampir sama dengan *From to Chart* hanya saja disini bersifat kuantitatif, kalo dalam FTC analisi dilaksanakan berdasarkan angka-angka berat/ volume dan jarak perpindahan bahan dari satu tempat ke tempat yang lain, maka ARC ini akan menggantikannya dengan kode-kode huruf yang akan menunjukkan derajat kedekatannya secara kuantitatif dan juga kode angka yang akan menjelaskan alasan untuk pemulihan kode huruf tersebut. Pada ARC terdapat variabel untuk menggantikan angka-angka yang bersifat kuantitatif. Variabel tersebut berupa suatu simbol-simbol yang melambangkan derajat keterdekatan (*closeness*) antara departemen satu dengan departemen lainnya (Barus, 2010) Simbol-simbol yang digunakan untuk menunjukkan derajat keterkaitan aktivitas adalah sebagai berikut:

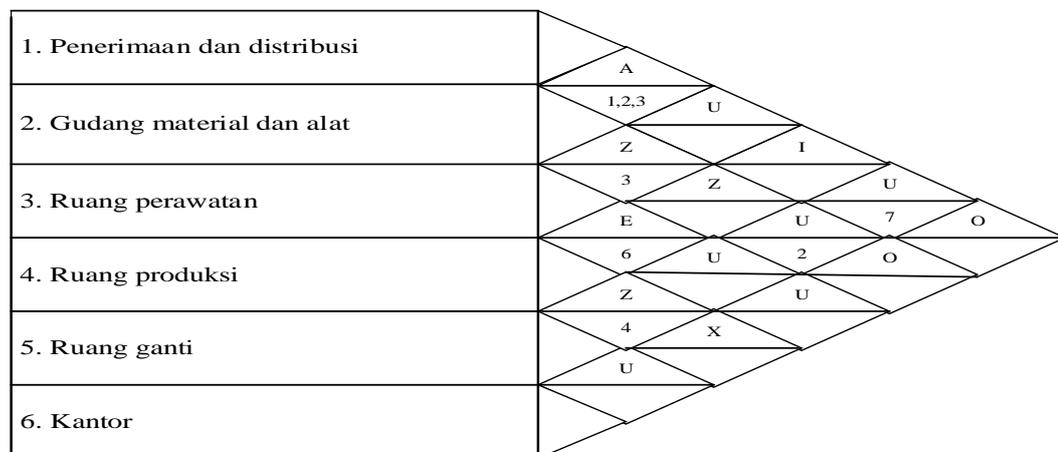
A: mutlak diperlukan untuk didekatkan

E: sangat penting untuk dekatkan

I: penting untuk didekatkan

O: cukup penting/ bisa untuk didekatkan

X: tidak diperbolehkan untuk didekatkan



Sumber : Suwandi (2010)

**Gambar 2. 19** contoh Activity Relationship Chart (ARC)

Pembuatan ARC juga berdasarkan beberapa alasan tertentu sehingga peletakan setiap departemen berdasarkan derajat kedekatannya, untuk alasan yang dibuat berdasarkan dari pengaruh setiap departemen. Adapun tabel alasan kedekatan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

**Tabel 2.6** Alasan kedekatan

Kode	Alasan
1	Urutan aliran kerja
2	Derajat hubungan kepegawaian
3	Kemudahan pengawasan
4	Perpindahan alat/ pegawai
5	Alat Informasi dan komunikasi sama
6	Karyawan sama
7	Biding, debu, bau tidak sedap

Sumber : Suwandi (2010)

Jika dua departemen mendapat nilai atau derajat keterkaitan A, maka dua departemen tersebut mutlak untuk didekatkan agar proses operasi berjalan dengan baik. Tidak ada satu alasanpun yang digunakan untuk memisahkan departemen tersebut. Sedangkan derajat keterkaitan E diberikan kepada dua departemen yang dinilai sangat erat terkait, hanya saja keterkaitan hubungan dua departemen tidak sepenting derajat keterkaitan A. Begitu pula dengan derajat keterkaitan I, dimana dua departemen penting pula untuk didekatkan jika kondisi area memungkinkan. Sedangkan nilai O diberikan kepada dua departemen yang kaitannya tidak terlalu dekat. Khusus untuk nilai U dan X, sangat penting sekali membedakannya, dimana nilai atau derajat keterkaitan U mengandung arti bahwa dua departemen tidak perlu untuk didekatkan, hanya saja dalam keadaan tertentu masih dapat didekatkan berdampingan. Sedang derajat keterkaitan X mempunyai arti bahwa dua departemen harus dipisahkan antara satu dengan yang lainnya, karena kemungkinan akan mengganggu kelancaran proses operasi, baik pada masing-masing departemen sekaligus atau bahkan ada kemungkinan dapat mengganggu kelancaran proses operasi secara keseluruhan.

### 2.13 Activity Relationship Diagram (ARD)

Diagram ini berguna untuk menggambarkan letak-letak dari setiap bagian (aktivitas) yang ada pada suatu pabrik yang direncanakan. Teknik penyusunannya dilakukan berdasarkan data yang ada pada *block template*. Dimana apabila suatu aktivitas dengan yang lainnya mempunyai hubungan A, maka kedua sisinya saling menempel. Dengan kata lain, hubungan A tersebut berarti mutlak perlu berdekatan. Untuk selanjutnya adalah tingkat hubungan E, I, O, U, dan X, Adapun ARD ini datanya dapat dimasukkan ke dalam lembar kerja *worksheet* yang dapat dilihat pada tabel 2.7.

**Tabel 2.7** Derajat Kedekatan

Aktivitas	Derajat kedekatan					
	A	E	I	O	U	X
1. Penerimaan dan pengiriman	II			VI	III, V	
2. Gudang material dan alat	I, IV			III, VI	I, V	
3. Perawatan		IV		II, VI	I, II, III	
4. Produksi	II	III	I, V			VI
5. Ruang ganti pakai			IV			VI
6. Kantor				I, II, III		IV, V

Sumber, Suwandi (2010)

Data yang telah disusun secara lebih sistematis dalam *worksheet*, suatu *Activity Relationship Diagram* akan dapat dengan mudah dibuat. Terdapat dua cara yang bisa digunakan untuk membuat diagram yaitu sebagai berikut (Wignjosoebroto, 2009:122):

1. Dengan membuat suatu *Activity Template Block Diagram* (ATBD)
2. Dengan menggunakan kombinasi-kombinasi garis dan pemakaian kode warna yang telah distandarkan untuk setiap hubungan aktivitas yang ada.

Pada dasarnya semua kode yang tercantum dalam *work sheet* dimasukkan kedalam *Activity Block Diagram* kecuali kode dengan huruf U (*Unimportant*), karena dianggap tidak memberi pengaruh apa-apa dari aktivitas departemen lainnya. Sama halnya dengan *work sheet*, maka disini kode angka yang akan menjelaskan mengenai alasan pemilihan derajat hubungan antara departemen juga tidak dimasukkan kedalam diagram ini.

Pada *Activity Template Block Diagram*, data yang ada telah dikelompokkan dalam *worksheet* kemudian dimasukkan ke dalam suatu *activity template* yang hanya bersifat memberikan penjelasan mengenai hubungan aktivitas antara departemen satu dengan departemen yang lain, untuk itu skala luasan dan setiap departemen

tidak diperhatikan benar. Contoh *Activity Template Block Diagram* dapat dilihat pada gambar 2.14.

A-II X-1 Pengiriman dan penerimaan I-V	E O- III,IV,VII	A-IV,V X-II Penyimpanan material I-V	E O- III,IV,VII	II X-III Penyimpanan alat dan perkakas I-V	E O- III,IV,VII	A-II,V X-IV <i>Maintenance</i> I-	E O- I,II,VII
A-II,II,IV X-V Produksi I-I	E-IV, VI,VII O-	A- X-VIII,VI Ganti Pakaian I-IV	E-V O-	A- X-VII Kantin I-IV	E-V O-,VIII	II X-VIII Kantor administrasi I-	E-V O- III,IV,VII

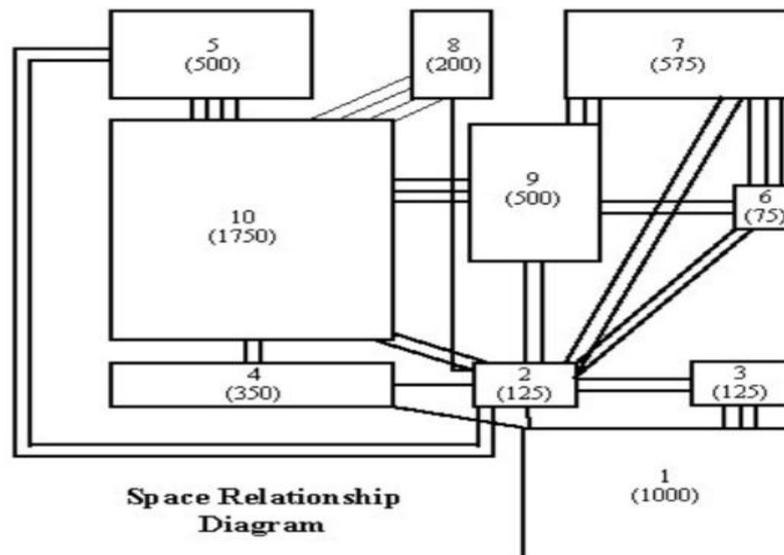
Sumber: Purnomo (2004)

**Gambar 2.20** *Activity Template Block Diagram*

Pada dasarnya semua kode yang tercantum dalam *worksheet* dimasukkan ke dalam *activity diagram* kecuali kode huruf U (*unimportant*), karena dianggap tidak memberi pengaruh apa-apa dan aktivitas departemen satu dengan departemen yang lainnya. Dalam *worksheet* kode angka menjelaskan mengenai alasan pemilihan derajat hubungan antara departemen juga tidak dimasukkan dalam diagram ini. Langkah selanjutnya adalah memotong dan mengatur template tersebut sesuai dengan urutan derajat kedekatan aktivitas yang dianggap penting dan digunakan, yaitu berdasarkan urutan kode huruf A kemudian E dan seterusnya (Wignjosoebroto, 2009:175)

## 2.14 Perancangan Tata Letak

Perancangan tata letak merupakan salah satu tahapan dalam perencanaan suatu tata letak fasilitas yang memiliki tujuan untuk mengembangkan suatu sistem produksi yang efektif dan efisien. Setelah Analisa mengenai aliran material yang dibuat, hubungan derajat aktivitas dan tiap-tiap departemen dihitung beserta ditetapkan sehingga rancangan *layout* usulan dapat dibuat, rancangan *layout* usulan dapat dibuat dengan mengkombinasikan pertimbangan-pertimbangan kebutuhan luas area yang dibutuhkan dengan REL diagram. Kombinasi REL diagram dapat dilakukan dalam bentuk *Space Relationship Diagram* dengan terlebih dahulu menganalisa luasan yang dibutuhkan. Adapun contoh dari *Space Relationship Diagram* seperti pada gambar 2.15.



Sumber: Suwandi (2010)

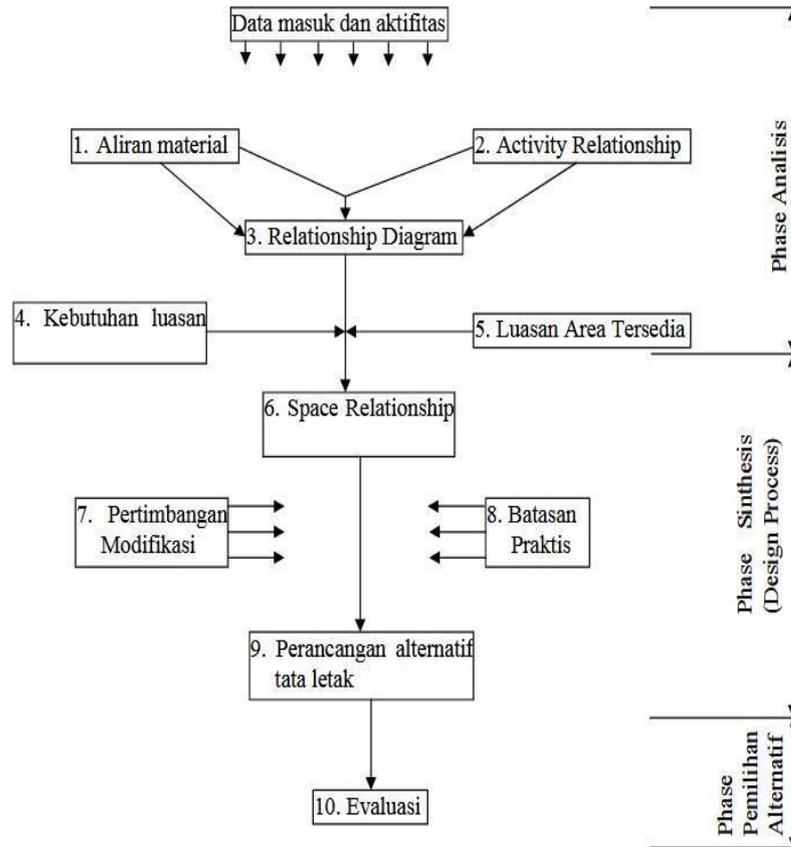
**Gambar 2.21** *Space Relationship Diagram*

Langkah selanjutnya adalah dengan mendesain *alternatif layout* dengan memperhatikan *Space Relationship Diagram* dan memodifikasi seperlunya berdasarkan batasan-batasan dan pertimbangan khusus lainnya.

### 2.15 *Systematic Layout Planning (SLP)*

Metode *Systematic Layout Planning (SLP)* diperkenalkan oleh Richard Muther pada tahun 1973, metode ini sering digunakan untuk berbagai macam permasalahan seperti penentuan peletakan departemen produksi baru, perluasan wilayah area proses produksi dan lain-lain. Metode ini meliputi beberapa tahapan antara lain permasalahan produksi, transportasi, pergudangan, *supporting service*, dan aktivitas yang dijumpai dalam perkantoran (Wignjosoebroto, 1996:253)

Pada dasarnya dari prosedur diatas SLP dapat dikategorikan menjadi 3 phase yang terdiri phase analisis, phase synthesis/ *design process*, dan phase pemilihan alternatif *layout*.



Sumber : Wignjosoebroto( 2009)

**Gambar 2.22** Systematic Layout Planning (SLP)

Data masukan merupakan langkah pertama dalam perancangan tata letak, data masukan ini berisi data informasi yang berkaitan dengan aktivitas pabrik. Analisa aliran material (*flow of materials analysis*) berguna untuk pengukuran setiap gerakan perpindahan material diantara setiap departemen atau aktivitas operasional, karena *layout* pada dasarnya dirancang untuk pengaturan kelancaran aktivitas operasional dalam pembuatan produk dari bahan baku sampai menjadi produk akhir. *Activity relationship analysis* digunakan ARC untuk mengetahui hubungan aktivitas pemindahan bahan dari suatu departemen ke departemen yang lain dengan mengetahui biaya yang dikeluarkan dari pemindahan material. Perancangan tata letak fasilitas untuk melihat darjat kedekatannya dapat dilihat dari dua aspek kualitatif maupun kuantitatif, namun aspek kualitatifnya yang lebih dominan sehingga bisa langsung menggunakan *Activity Relationship Diagram* (ARD), akan tetapi jika aspek kuantitatif yang lebih dominan dalam penganalisaan maka dapat digunakan *flow diagram*.

Diagram hubungan ruangan perlu melakukan evaluasi luas area yang dibutuhkan untuk setiap departemen yang ada di perusahaan atau pabrik, diagram ini dapat dibuat setelah dilakukan analisis terhadap luas area yang digunakan dan digabungkan dengan *Activity Relationship Diagram*. Luas area yang dibutuhkan digunakan untuk mengestimasi kebutuhan luas area yang digunakan untuk proses manufaktur, sehingga tingkat produksi digunakan sebagai panduan dalam proses pemilihan tipe tata letak apakah menggunakan *product layout* atau *process layout*, banyaknya jumlah produk yang diproduksi menentukan berapa banyak jumlah mesin dan peralatan yang digunakan dalam proses manufaktur tersebut. Tiga hal yang dapat dijadikan penentu tingkat produksi, peralatan yang digunakan untuk proses produksi dan jumlah karyawan yang dibutuhkan (Suwandi, 2010)

*Block layout* menggambarkan batasan-batasan ruangan yang dengan adanya dinding-dinding yang memisahkan antar departemen yang satu dengan departemen yang lain, langkah selanjutnya perancangan detail *layout* berdasarkan *block layout* yang dibuat. Ada beberapa kriteria yang dapat digunakan untuk mengevaluasi alternatif solusi *layout*, dimana sebagian kriteria tidak dapat dianalisis secara kuantitatif. (Purnomo, 2004)

### **2.16 Penelitian Terdahulu**

Penelitian terdahulu digunakan untuk mendapatkan gambaran mengenai penelitian tata letak fasilitas pabrik yang digunakan sebelumnya, sehingga mendapatkan gambaran dan bisa melakukan beberapa metode yang pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya untuk menemukan solusi dalam permasalahan yang sedang diteliti selain itu penelitian sebelumnya dapat digunakan sebagai bahan untuk dikembangkan dalam penelitian lanjutan untuk mendapatkan hasil yang maksimal dalam penelitian selanjutnya. Beberapa penelitian terdahulu yang telah melakukan perancangan tata letak fasilitas pabrik antara lain sebagai berikut:

Tabel 2.8 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian	Publikasi
1.	Mayasari, dkk	Perancangan Tata letak Fasilitas di Pabrik Tahu Pong Enggal Jaya Palembang	5S	Penelitian ini menghasilkan nilai ongkos <i>material handling layout</i> awal sebesar 0,71 dan nilai ongkos <i>material handling layout</i> usulan sebesar 0,65 dengan hasil perhitungan jarak dan biaya dengan pengukuran <i>material handling</i> adalah untuk tata letak awal sebesar 106,03 m <sup>2</sup> dan biaya sebesar Rp. 75,27 sedangkan untuk tata letak usulan sebesar 97,2 m <sup>2</sup> dan biaya sebesar Rp. 63, 18.	Jurnal (Universitas Muhammadiyah Palembang) 2017 Vol. 2: 35-41
2.	Sudiman	Usulan Perbaikan Tata Letak Fasilitas Pabrik Divisi <i>Fitting</i> di Perusahaan Plumbing <i>Fitting</i>	<i>Systematic Layout Planning</i> (SLP)	Penelitian ini menghasilkan bahwa divisi <i>Fitting Plant</i> 1 belum optimal, sehingga perlu diadakan perubahan <i>layout</i> . Hal tersebut didasarkan pada <i>cost material handling layout</i> sebelumnya Rp. 918,413.1 per bulan dibandingkan dengan <i>cost material handling layout</i> hasil rancangan yaitu sebesar Rp. 528,735.15 per bulan dengan efisiensi Rp. 389,677.95 per bulan.	Jurnal (JIMI Universitas Pamulang) 2018 Vol. 1 : 154-161
3	Rahmawan, dkk	Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi UKM Eko Bubut dengan Kolaborasi Pendekatan Konvensional 5 S dan <i>Systematic Layout Planning</i> (SLP)	5S dan <i>Systematic Layout Planning</i> (SLP)	Berdasarkan hasil SLP maka menghasilkan 5 <i>layout alternatif</i> dengan perpindahan jarak material dan ongkos <i>material handling</i> yang lebih kecil dari <i>layout</i> awal milik UKM Eko Bubut. <i>Layout alternatif</i> 5 memiliki jarak perpindahan material sebesar 71, 4 meter dan ongkos <i>material handling</i> (OMH) sebesar Rp. 31.338.- per hari. Selain itu rekomendasi yang diberikan dengan pendekatan 5 S ( <i>Seri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i> ) adalah pemberian rak peralatan ( <i>tools</i> ) yang berguna untuk menempatkan alat-alat bantu supaya tidak berserakan di departemen yang dapat mengganggu aliran material dan dapat menimbulkan bahaya kecelakaan kerja	Jurnal (Humaniora Teknologi Universitas Ahmad Dahlan) 2020 Vol.6: 9-17

Tabel 2.8 Penelitian Terdahulu (lanjutan)

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian	Publikasi
4	Intan Nurhaliza I, dkk	Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Pabrik dalam Upaya Efisiensi <i>Material Handling</i> di UD. Donesi	<i>Activity Relationship Chart</i> (ARC)	Penelitian ini menghasilkan rancangan ulang tata letak di UD. Donesi berdasarkan <i>Activity Relationship Chart</i> (ARC) menggunakan 1 bangunan utama untuk proses produksi dengan luas 4,5 x 12,9 meter. Hasil perhitungan <i>layout</i> awal dan <i>layout</i> usulan didapat bahwa <i>layout</i> usulan memiliki hasil perhitungan jarak, waktu dan ongkos <i>material handling</i> yang lebih efektif dan efisien. Efisiensi yang terjadi adalah selisih jarak sebesar 68,7 meter, total waktu sebesar 356,46 detik dan selisih total ongkos <i>material handling</i> sebesar Rp. 20.664.- terhadap <i>layout</i> awal..	Jurnal ( <i>Teknologi Pertanian Andalas</i> ) 2021 Vol.25:16-24
5	Nurhidayat	Usulan Perbaikan Tata Letak Fasilitas Lantai Produksi dengan Metode <i>Systematic Layout Planning</i> (SLP) di PT DSS	<i>Systematic Layout Planning</i> (SLP)	Penelitian ini menghasilkan <i>layout</i> 1 dan <i>layout</i> 2 dengan mempertimbangkan aliran material, hubungan keterkaitan ruangan, kebutuhan ruangan yang tersedia sehingga jarak tempuh yang dihasilkan pada <i>layout</i> usulan menjadi kecil dan dapat meminimasi ongkos <i>material handling</i> (OMH). Dan hasil rancangan tata letak yang diusulkan yaitu <i>layout</i> alternatif II karena meminimasi ongkos <i>material handling</i> (OMH) yaitu sebesar 18,783.6 m dan total OMH per bulan sebesar Rp. 1630.896.96 dengan demikian didapatkan efisiensi biaya sebesar 32% dari tata letak awal	Jurnal ( <i>IKRA-ITH Teknologi</i> )2021 Vol 5 : 9-16

Beberapa penelitian terdahulu diatas memiliki kelebihan dan kekurangan diantaranya adalah Mayasari & Santoso (2017) mendapatkan jarak dan biaya yang efisien dari *layout* awal dan hanya saja memiliki satu alternative *layout*, Sudiman (2018) fokus terhadap efisiensi *material handling per bulan* dan hanya saja memiliki satu alternatif solusi *layout*, Rahmawan & Adiyanto (2020) fokus

terhadap efisien biaya *material handling* dan penempatan alat tidak memaksimalkan penggunaan ruangan yang tersedia, Nurhaliza , dkk (2021) fokus terhadap jarak, waktu dan biaya yang dikeluarkan dan tidak mempertimbangkan kebutuhan ruangan dari setiap departemen, Nurhidayat (2021) dapat memberikan efisiensi biaya sebesar 32% terhadap *layout* yang diusulkan.

### 2.17 Posisi Penelitian

Berikut merupakan posisi dari penelitian terdahulu dan posisi penelitian yang akan dilakukan oleh penulis:

**Tabel 2.9** Posisi Penelitian

No.	Peneliti	Tahun	Metode			Produk / Barang
			SLP	ARC	5S	
1	Mayasari, Dkk	2017			√	Tahu pong
2	Sudiman	2018	√			<i>Fitting Plant</i>
3	Rahmawan, Dkk	2020	√		√	Kerajinan kayu
4	Nurhaliza I, Dkk	2021		√		Kue kering
5	Nurhidayat	2021	√			Barang Konstruksi
6	Agus	2021	√			<i>Plywood</i>

Berdasarkan posisis penelitian yang dapat dilihat pada tabel 2.9 menunjukkan bahwa terdapat 4 penelitian menggunakan metode SLP dengan produk atau barang penelitian yakni *fitting plant*, kerajinan kayu, barang konstruksi, dan *Plywood*, 1 penelitian menggunakan metode ARC dengan produk atau barang penelitian kue kering dan 2 penelitian menggunakan metode 5S dengan produk atau barang penelitian tahu pong dan kerajinan kayu.