

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Pengenalan Tata Letak Fasilitas

Perencanaan tata letak (*layout*) secara umum banyak dibahas dalam beberapa literatur antara lain pada *facilities planning* (perencanaan fasilitas). *Facilities planning* adalah berkaitan dengan desain, tata letak (*layout*), lokasi, dan akomodasi orang, mesin, dan kegiatan dari sistem atau manufaktur atau jasa yang menyangkut lingkungan atau tempat yang bersifat fisik. (*concerned with the design, layout, location, and accommodation of people, machines, and activities of a system or manufacturing or service within a physical spatial environment*) (Iskandar, 2015).

Pada umumnya tata letak pabrik yang terencana dengan baik akan ikut menentukan efisiensi dan dalam beberapa hal akan juga menjaga kelangsungan hidup ataupun kesuksesan kerja suatu industri. Peralatan dan suatu desain produk yang tidak bagus akan tidak ada artinya akibat perencanaan tata letak yang sembarangan saja. Karena aktivitas produksi suatu industri secara normalnya harus berlangsung lama dengan tata letak yang tidak selalu berubah-ubah, maka setiap kekeliruan yang dibuat di dalam perencanaan tata letak ini akan menyebabkan kerugian-kerugian yang tidak kecil. Tujuan utama di dalam desain tata letak pabrik pada dasarnya adalah untuk meminimalkan total biaya yang anatara lain menyangkut elemen-elemen biaya seperti biaya untuk konstruksi dan instalasi baik untuk bangunan mesin, biaya produksi, perbaikan, keamanan, biaya penyimpanan produk setengah jadi dan pengaturan tata letak pabrik yang optimal akan dapat pula memberikan kemudahan di dalam proses supervisi serta menghadapi rencana perluasan pabrik kelak dikemudian hari (Maheswari, 2015).

Secara garis besar tujuan utama dari tata letak pabrik ialah mengatur area kerja dan segala fasilitas produksi yang paling ekonomis untuk operasi produksi aman dan nyaman sehingga akan dapat menaikkan moral kerja dan kinerja dari operator. Lebih spesifik lagi suatu tata letak yang baik akan dapat memberikan keuntungan dalam sistem produksi. Keuntungan-keuntungan yang didapat berupa kenaikan jumlah produksi, mengurangi waktu tunggu, mengurangi waktu proses

pemindahan bahan, penghematan penggunaan area untuk produksi, gudang, dan pelayanan, kemudian pendayagunaan yang lebih besar dari pemakaian mesin, tenaga kerja, dan fasilitas produksi. Selain itu, proses *manufacturing* yang lebih singkat, mengurangi resiko bagi kesehatan dan keselamatan kerja dari operator, memperbaiki moral dan kepuasan kerja, mempermudah aktivitas supervisi, mengurangi kemacetan dan kesimpang-siuran, dan mengurangi faktor yang bisa merugikan dan mempengaruhi kualitas dari bahan baku ataupun produk jadi (Sofyan, 2015).

Tujuan tata letak secara umum adalah mempermudah jalannya proses, meminimumkan perpindahan material dan memelihara fleksibilitas. Selain itu, memelihara perputaran barang setengah jadi, menghemat pemakaian ruang bangunan dan memberikan kemudahan, keselamatan dan kenyamanan bagi karyawan dalam melakukan pekerjaannya (Pratiwi, 2012).

Perancangan tata letak fasilitas yang baik akan ikut menentukan efisiensi dan dalam beberapa hal juga akan menentukan keberlangsungan hidup atau kesuksesan suatu industri. Penataan yang optimal dapat pula memberikan kemudahan didalam proses supervisi serta menghadapi rencana perluasan pabrik dikemudian har. Sebuah tata letak yang baik akan memberikan keuntungan-keuntungan dalam sistem produksi, yaitu antara lain sebagai berikut (Iskandar, 2015):

1. Menaikkan *output* produksi.
2. Mengurangi waktu tunggu (*delay*).
3. Mengurangi proses pemindahan bahan (*material handling*).
4. Penghematan penggunaan area untuk produksi, gudang dan *service*.
5. Pendayagunaan yang lebih besar dari pemakaian mesin, tenaga kerja, dan fasilitas produksi lainnya.
6. Mengurangi *inventory in-process*.
7. Proses *manufacturing* yang lebih singkat
8. Mengurangi resiko bagi kesehatan dan keselamatan kerja operator
9. Memperbaiki moral dan kepuasan kerja.
10. Mempermudah aktivitas *supervise*.
11. Mengurangi kemacetan dan kesimpang-siuran

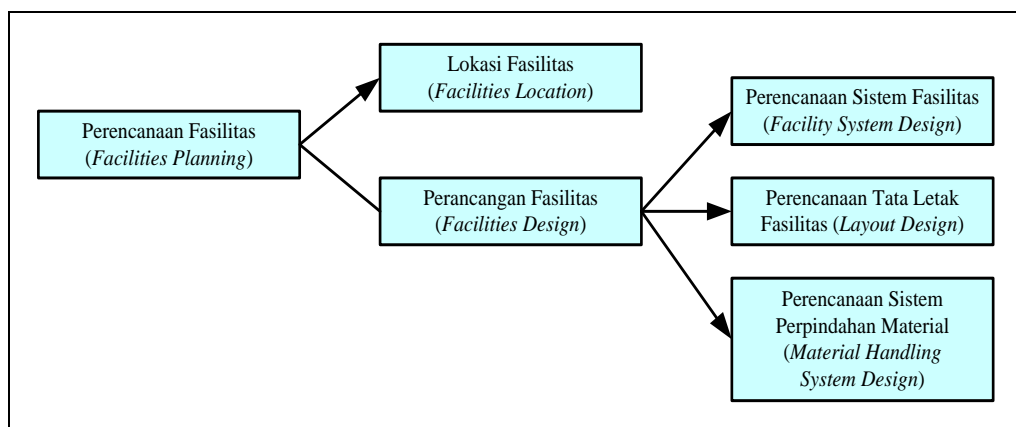
12. Mengurangi faktor yang bisa merugikan dan mempengaruhi kualitas.

Perencanaan fasilitas pabrik (*manufacturing facilities planning*) terdiri dari perencanaan lokasi tata letak (*plant location*) dan desain pabrik (*plant design*). Selanjutnya desain pabrik hendaknya memperhatikan sistem tata letak pabrik (*plant facility system*), tata letak pabrik (*plant layout*), dan pemindahan material (*material handling*).

Komponen perencanaan tata letak¹⁶ terdiri dari:

1. Struktur (bangunan dan jasa): jasa-misalnya gas, air, listrik, pemanas, pencahayaan cahaya, udara, dan limbah)
2. Layout (alat, mesin, perlengkapan): dalam layout terjadi interaksi satu sama lain melalui aliran material, personil, dan informasi.
3. Sistem pemindahan (mekanisme interaksi dalam layout): Menentukan proses, peralatan, dan sistem pemindahan materi antar aktivitas.

Jadi gambaran umum perencanaan fasilitas pabrik adalah perencanaan lokasi pabrik (*facility location*) yaitu penetapan lokasi dimana fasilitas-fasilitas produksi harus ditempatkan, desain fasilitas produksi (*facilities design*), dan pemeliharaan tata letak (*facility utilization*). Desain fasilitas produksi meliputi desain struktur bangunan, desain tata letak fasilitas produksi dan desain sistem pemindahan material. Secara skematis hirarki dari perencanaan fasilitas pabrik tersebut dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.1 Hierarchy Perencanaan Fasilitas

Tata letak fasilitas pabrik merupakan salah satu disiplin ilmu Teknik Industri, yang mempunyai arti penggambaran hasil perancangan susunan unsur fisik suatu kegiatan industri manufaktur (Hartanti, 2015).

2.1.1. Peta-Peta Kerja Dalam Perancangan Tata Letak Fasilitas Pabrik

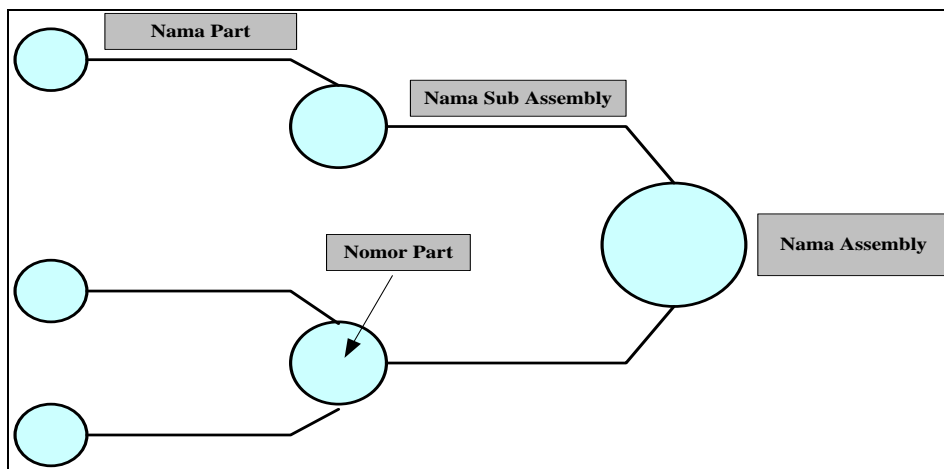
Perancangan tata letak fasilitas pabrik menggunakan beberapa teknik dalam perencanaannya. Diantara teknik itu adalah menggunakan peta-peta kerja. Peta-peta kerja yang digunakan adalah sebagai berikut (Maryana, 2015):

1. Peta Perakitan (*Assembly Chart*)

Suatu urutan operasi yang saling berkaitan yang menghasilkan produk jadi (*output*) tertentu yang disebut dengan proses. Hal ini harus diketahui terlebih dahulu sebelum melakukan perancangan terhadap susunan unsur fisik dari suatu industri manufaktur. *Assembly Chart* merupakan gambaran grafis yang menunjukkan urutan-urutan aliran komponen dan rakitan bagian kedalam rakitan suatu produk. Sedangkan untuk mengetahui secara detail proses operasi dari suatu produk digunakan *Operation Process Chart*. Aliran perakitan suatu produk diperlukan dalam pembuatan *Assembly Chart* adalah untuk mengetahui:

- a. Komponen-komponen pembentuk suatu produk
- b. Urutan perakitan komponen-komponen tersebut
- c. Keterkaitan antar komponen

Assembly Chart (Peta Perakitan) dapat dilihat dalam bentuk gambar, yaitu sebagai berikut:



Gambar 2.2 Peta Perakitan (*Assembly Chart*)

2. Peta Operasi (*Operation Process Chart*)

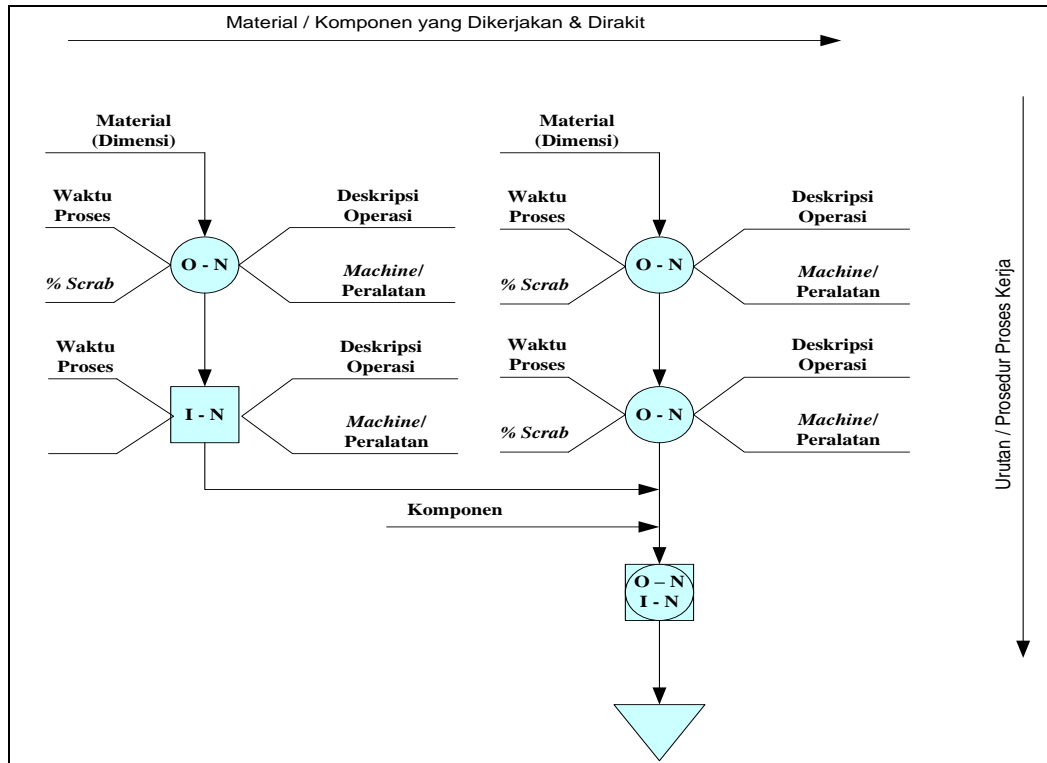
Peta proses operasi merupakan suatu diagram yang menggambarkan langkah-langkah proses yang dialami oleh bahan baku, seperti urutan operasi dan inspeksi atau pemeriksaan dari awal hingga bahan baku tersebut menjadi produk jadi. Selain itu peta proses operasi juga memuat informasi-informasi yang diperlukan untuk menganalisa lebih lanjut, seperti waktu yang dibutuhkan, tempat ataupun alat-alat yang digunakan dan *scarp* yang dihasilkan dari pengerjaan (Maryana, 2015).

Dengan adanya informasi-informasi yang bisa dicatat melalui peta proses operasi, kita bisa memperoleh banyak manfaat. Manfaat yang diperoleh seperti mengetahui kebutuhan akan mesin dan penganggarnya, bisa memperkirakan kebutuhan akan bahan baku (dengan memperhitungkan efisiensi di tiap operasi atau pemeriksaan). Selain itu, sebagai alat untuk menentukan tata letak pabrik, sebagai alat untuk latihan kerja dan lain-lain (Maryana, 2015).

Untuk bisa menggambarkan peta proses operasi dengan baik, ada beberapa prinsip yang perlu diikuti. Berikut merupakan prinsip-prinsipnya:

- a. Pertama-tama pada baris paling atas dinyatakan kepalanya “Peta Proses Operasi” yang diikuti oleh identifikasi lain seperti : nama objek, nama pembuat peta, tanggal dipetakan cara lama atau cara sekarang, nomor peta dan nomor gambar.
- b. Material yang akan diproses diletakkan diatas garis horizontal, yang menunjukkan bahwa material tersebut termasuk kedalam proses.
- c. Lambang-lambang ditempatkan dalam arah vertikal, yang menunjukkan terjadinya perubahan proses.
- d. Penomoran terhadap suatu kegiatan operasi diberikan secara berurutan sesuai dengan urutan atau sesuai dengan proses yang terjadi.
- e. Penomoran terhadap suatu kegiatan pemeriksaan diberikan secara tersendiri dan prinsipnya sama dengan penomoran utnk kegiatan operasi.

Gambar peta proses operasi dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 2.3 Peta Proses Operasi (Operation Process Chart)

Peta operasi memiliki kelebihan, yaitu :

- a. Mengidentifikasi seluruh operasi, pemeriksaan, bahan , gerakan penyimpanan, dan waktu menunggu (*delays*) yang terlihat di dalam suatu proses.
- b. Menunjukkan seluruh kejadian dalam urutan yang benar.
- c. Menunjukkan hubungan antara *parts* dengan kompleksitas pembuatannya.
- d. Membedakan antara produk yang dibeli dan dibuat.
- e. Menyediakan informasi tentang jumlah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan setiap operasi inspeksi.
- f. Elemen kerja yang digambarkan pada peta ini terdiri dari operasi, inspeksi dan penyimpanan.

3. **Peta Proses Produk Banyak (*Multi Product Process Chart*)**

Peta proses produk banyak ini sangat berguna untuk membuat peta dari-ke dimana kegunaannya adalah untuk mengetahui jumlah secara kuantitatif kegiatan material dari satu operasi ke operasi yang lain (Maryana, 2015).

Dalam peta proses produk banyak terdapat pembentukan peta proses produk yaitu :

- a. Menurut sisi kiri ke atas, tulis daftar departemen atau bagian, kegiatan, proses dan mesin yang harus dilalui unsur-unsur komponen. Dapat diurut dari atas ke bawah dalam urutan geografis, sebagaimana yang terjadi pada peralatan, atau dalam urutan logis, semua faktor diperhitungkan.
- b. Sepanjang baris diatas, tulislah komponen, produk dan sebagiannya yang sedang dikaji. Untuk perencanaan lebih dari 20 sampai 25 barang bagilah komponen menjadi kelompok serupa, dan bekerjalah dengan kelompok-kelompok itu. Dalam hal ini pembentukan peta juga akan menunjukkan kekeliruan dalam penyusunan.
- c. Dari lintasan produksi catatlah operasi pada tiap barang, berhadapan dengan nama departemen, proses atau mesin yang sesuai, di bawah barang yang sesuai, dengan lingkaran yang mengandung nomor operasi dari lintasan produksi.
- d. Hubungkan lintasan produksi tersebut menurut urutannya.

Bentuk dari peta proses produk banyak ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

NO	ACTIVITIES	PRODUCTS				
		B	V	S	T	PRP
1	STORE	1	1	1	1	1 5
2	SLIT	2 4	2	2 4	2	2 3
3	TORE	3		3		2 4 6
4	GRIED		3	5	3	
5	INPREGNATE					
6	MOULD					
7	MILL					
8	PRESS TEST				4 6	7 9
9	DRILL				5	8
10	INSPECT	6	4	6	7	10
11	PACT	7	5	7	8	11
12	DESPACTH	8	6	8	9	12

Gambar 2.4 Peta Proses Produk Banyak (*Multy Product Process Chart*)

Langkah-langkah untuk menentukan kebutuhan mesin dan peralatan adalah :

- a. Tentukan jumlah *set-up* untuk masing-masing mesin
- b. Hitung jumlah mesin dan peralatan yang diperlukan berdasarkan rumus diatas.
- c. Buat tabel rekapitulasi jumlah mesin dan peralatan.

Menurut (Rahmi, 2016) Adapun secara terperinci terdapat tiga kegunaan dalam peta proses produk banyak yaitu :

- a. Peta proses produk banyak (*Multy Product Process Chart*) sangat berguna untuk membuat peta dari-ke dimana kegunaannya adalah untuk mengetahui jumlah secara kuantitatif kegiatan material dari satu operasi keoperasi yang lain.
- b. Pengisian tabel yang membutuhkan peta proses operasi yang telah dibuat.
- c. Peta berguna untuk membantu operasi *job-shop*.

4. *Production Routing*

Production Routing merupakan sebuah peta yang menggambarkan langkah-langkah operasi pembuatan produk. Biasanya peta ini dibuat oleh Departemen Perencanaan dan Pengendalian Produksi. Peta ini akan menyimpulkan langkah-langkah operasi yang diperlukan untuk merubah bahan baku menjadi produk jadi yang dikehendaki, dimana untuk itu beberapa informasi harus menyertai di dalam langkah ini, yaitu sebagai berikut (Wignjosoebroto, 2009):

- a. Nama dan nomor komponen dari komponen tersebut
- b. Nomor gambar kerja dari komponen tersebut
- c. Macam operasi kerja dan nomor operasinya.
- d. Mesin atau peralatan produksi yang akan dipakai
- e. Waktu standar yang ditetapkan untuk masing-masing operasi kerja.

Gambaran mengenai *Production Routing* ini dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2.1 *Production Routing Mechanical Jack Stand*

PRODUCTION ROUTING				
Nama Benda Kerja		: <i>Jack Stand</i>	No. Gambar : 562	
Jenis Material		: Besi Tuang Kelabu		
No. Operasi Kerja	Operasi Kerja	Mesin Yang Dipakai	<i>Tools, Jigs & Fixtures</i>	Waktu Standar (Jam/Unit)
1	Membuat permukaan atau membuat lubang <i>centre drill</i> .	<i>Turret Lathe</i>	<i>Chuck</i>	0.019
2	Membubut atau menghaluskan bagian atas, bawah, dan sisi.	820 Logam <i>Lathe</i>	<i>Chuck, From Tools</i>	0.064
3	Melebarkan lubang, membuat ulir dalam dan <i>counter bore</i> .	2 L. <i>Gisholt Lathe</i>	<i>Square Thread Boring</i>	0.042

(Sumber: Maheswari, 2015)

5. Peta Hubungan Aktivitas

Menurut Wignjosoebroto (2009), peta hubungan aktifitas adalah suatu teknik yang sederhana di dalam merencanakan tata letak fasilitas atau teknik yang sederhana di dalam merencanakan tata letak fasilitas atau departemen berdasarkan derajat hubungan aktivitas. Peta hubungan aktivitas sering dinyatakan dalam penilaian “kualitatif” dan cenderung berdasarkan pertimbangan-pertimbangan yang bersifat subjektif. Peta ini memiliki banyak kegunaan di antaranya yaitu menunjukkan hubungan keterkaitan antara kegiatan beserta alasannya, sebagai masukan untuk menentukan penyusunan daerah selanjutnya, dan lokasi kegiatan dalam satu usaha pelayanan (Ardhianto, 2011).

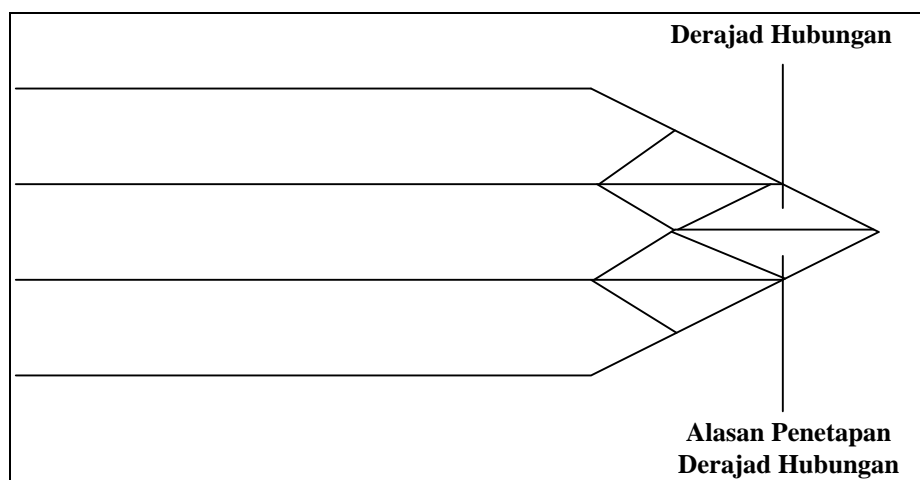
Tabel 2.2 Deskripsi Alasan

Kode Alasan	Deskripsi Alasan
1	Penggunaan catatan secara bersama
2	Menggunakan tenaga kerja yang sama
3	menggunakan tempat kerja yang sama
4	Derajat kontak personel yang sering dilakukan
5	Derajat kontak kerja yang sering dilakukan
6	Urutan aliran kerja
7	Melaksanakan aliran kerja yang sama
8	Menggunakan peralatan kerja yang sama
9	Kemungkinan adanya bau yang tidak mengenakan, ramai, dan lain-lain

(Sumber: Maheswari, 2015)

Kode angka pada tabel diatas yang diletakkan bagian bawah kotak yang ada, menjelaskan alasan-alasan pemilihan atau penentuan derajat hubungan antara masing-masing departemen tersebut. Selanjutnya mengenai alasan-alasan untuk pemilihan derajat hubungan ini (yang akan diberikan kode angka) dapat diambil berdasarkan sifat atau karakteristik dari aktifitas masing-masing departemen tersebut seperti kebisingan, debu, getara, bau, dan lainlain, penggunaan mesin atau peralatan data informasi, perawatan material peralatan secara bersama-sama. Selain itu, kemudahan aktivitas supervisi dan kerja sama yang erat kaitannya dari operator masing-masing departemen yang ada (Ardhianto,2011).

Berikut adalah gambar peta hubungan aktivitas :



Gambar 2.5 Peta Hubungan Aktivitas
(Sumber: Maheswari, 2015)

Selain deskripsi alasan ada juga yang dinamakan derajat kedekatan, untuk lebih jelasnya derajat kedekatan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.3 Derajat Kedekatan




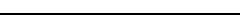

Kode	Kedekatan
A	Mutlak perlu didekatkan
E	Sangat penting untuuk didekatkan
I	Penting untuk didekatkan
O	Cukup atau Biasa
U	Tidak Penting
X	Tidak dikehendaki berdekatan

(Sumber: Ardhianto, 2011)

Kode huruf seperti A,E,I,O,U,X pada tabel diatas menunjukkan bagaimana aktivitas dari secara langsung atau erat kaitannya satu sama lain. Kode-kode huruf ini akan diletakkan pada bagian atas dari kotak yang tersedia dan pemberian warna yang khusus juga diberikan untuk lebih mudah analisisnya. Kode huruf yang menjelaskan derajat hubungan antara masing-masing departemen ini secara khusus telah distandarkan.

Berikut adalah standar penggambaran derajat hubungan aktivitas :

Tabel 2.4 Standar Penggambaran Derajat Hubungan Aktivitas

Derajat (Nilai) Kedekatan	Deskripsi	Kode Garis	Kode Warna
A	Mutlak		Merah
E	Sangat Penting		Oranye
I	Penting		Hijau
O	Cukup atau Biasa		Biru
U	Tidak Penting	Tidak Ada Garis	Tidak Ada Warna
X	Tidak Dikehendaki		Coklat

(Sumber: Ardhianto,2011)

Peta hubungan aktivitas sangat berguna untuk perencanaan dan analisis hubungan aktivitas antara masing-masing departemen. Sebagai hasilnya maka data yang didapat selanjutnya akan dimanfaatkan untuk penentuan letak masing-masing departemen tersebut yaitu lewat apa yang disebut dengan diagram pengalokasian wilayah. Pada dasarnya diagram ini menjelaskan mengenai hubungan pola aliran bahan dan lokasi dari masing-masing departemen terhadap produksinya.

2.2. Perencanaan Kebutuhan Bahan, Mesin, Peralatan Serta Operator

2.2.1. Perencanaan Kebutuhan Bahan

Perencanaan kebutuhan bahan baku untuk memproduksi suatu produk dilakukan berdasarkan banyaknya produk yang biasanya dipesan oleh pelanggan. Jumlah tersebut telah dikonversikan kedalam satuan unit. Hal ini dilakukan untuk menentukan jumlah produk yang akan diproduksi dalam suatu periode tertentu (Maryana, 2015).

Untuk menghitung kebutuhan material untuk masing-masing komponen tersebut dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Kebutuhan Bahan} = \frac{\text{input} \times \text{Jumlah Item}}{\text{Unit per bahan dasar}} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana unit per bahan dasar merupakan dimensi bahan dasar dibagi dengan dimensi bahan jadi. Sedangkan jumlah input yang akan dihasilkan tergantung dari target produksi yang akan dihasilkan perwaktu. Target produksi ini sama dengan jumlah output yang akan dihasilkan pada akhir produksi sehingga menghasilkan output per waktu.

Untuk menghitung jumlah input dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{input} = \frac{\text{Output}}{(1 - \% \text{ scrap})} \dots\dots\dots (2.2)$$

Penentuan *scrap* dilakukan melalui pertimbangan geometris dan kualitas dari produk yang akan dihasilkan. Selain itu, rumus lain yang digunakan dalam perencanaan kebutuhan bahan, dan operator yaitu sebagai berikut:

$$\text{Output} = \frac{\text{Target Produksi Perbulan}}{\text{Jam Kerja} \times \text{Hari Kerja}} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$\text{Persentase Scrap} = 1 - \left(\frac{\text{Output}}{\text{Input}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (2.4)$$

$$\text{Input} = \frac{\text{Output}}{(1 - \% \text{ Scrap})} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$\text{Unit Per Bahan Dasar} = \frac{\text{Dimensi bahan Dasar}}{\text{Dimensi Bahan jadi}} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$\text{Kebutuhan Bahan} = \frac{\text{Input} \times \text{Jumlah Item}}{\text{Unit Perbahan Dasar}} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$\text{Efisiensi Mesin} = 1 - \frac{\text{DT} + \text{ST}}{\text{D}} \dots\dots\dots (2.8)$$

$$\text{Kebutuhan Mesin Teoritis} = \frac{\text{Efisiensi Mesin}}{\text{Produk/Jam}} \dots\dots\dots (2.9)$$

$$\boxed{\text{Kebutuhan Mesin Aktual} = \text{Pembulatan keatas Kebutuhan Mesin Teoritis}} \dots\dots\dots(2.10)$$

$$\boxed{\text{Kebutuhan Operator} = \text{Kebutuhan Mesin Aktual} \times \text{Jumlah Operator}} \dots\dots\dots(2.11)$$

2.2 2. Perencanaan Kebutuhan Mesin

Perencanaan kebutuhan mesin ini dilakukan untuk memperoleh berapa area yang dibutuhkan sebagai sarana pendukung pada rantai produksi. Jumlah mesin yang dibutuhkan tergantung pada rencana produksi, target produksi yang telah ditentukan, kapasitas, dan waktu produksi yang dibutuhkan (Maryana, 2015).

Perhitungan jumlah mesin yang dibutuhkan dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$\boxed{N = \frac{T}{60} \times \frac{P}{D \times E}} \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana :

- P = Jumlah produk yang harus dibuat oleh masing-masing mesin per periode waktu kerja (Unit per Tahun, Bulan, atau Hari).
- T = Total Waktu pengerjaan yang dibutuhkan untuk proses operasi produksi yang diperoleh dari hasil *time study* atau perhitungan secara teoritis.
- D = Jam operasi mesin yang tersedia, untuk satu *shift* kerja.
- E = Efisiensi mesin.
- N = Jumlah mesin ataupun operator yang dibutuhkan untuk operasi.

2.2 3. Perencanaan Kebutuhan Peralatan Atau Alat Bantu

Alat bantu yang dibutuhkan ini tergantung pada mesin yang digunakan. Untuk mencari jumlah peralatan atau alat bantu ini cukup dengan mengalikan jumlah alat bantu yang dibutuhkan dengan jumlah mesin yang dibutuhkan. (Wignjosoebroto, 2009). Untuk keperluan penentuan jumlah mesin yang dibutuhkan maka disini ada beberapa informasi yang harus diketahui sebelumnya, yaitu :

1. Volume produksi yang dicapai
2. Estimasi *scrap* pada proses operasi
3. Waktu kerja standar untuk proses operasi yang berlangsung.

2.2 4. Perencanaan Kebutuhan Operator

Setiap mesin membutuhkan operator untuk mengawasi atau menjalankan mesin tersebut. Untuk mengoptimalkan pemakaian sumber daya manusia perlu dilakukan perhitungan jumlah operator tiap mesin. Tujuannya agar jumlah operator yang dipakai sesuai dengan jumlah operator yang dibutuhkan oleh mesin yang bersangkutan, sehingga tidak terjadi kekurangan atau kelebihan operator. Untuk mencari jumlah operator mesin keseluruhan cukup dengan mengalikan nilai ini dengan jumlah mesin yang dibutuhkan. Setelah diperoleh jumlah oprator untuk tiap stasiun kerja, selanjutnya dibuat rekapitulasinya (Munarwan, 2018).

2.3. Perencanaan Gudang

Kemampuan suatu sistem produksi akan ditentukan oleh sistem penunjangnya. Gudang merupakan salah satu penunjang dan bagian penting dari suatu sistem produksi. Kondisi dan pengaturan yang baik dalam gudang diharapkan dapat menghindari kerugian perusahaan dan meminimalisi biaya yang terjadi serta mempercepat operasional dan pelayanan pada gudang. Sistem pergudangan yang baik adalah sistem pergudangan yang mampu memanfaatkan ruang untuk penyimpanan secara efektif agar dapat meningkatkan utilitas ruang serta meminimalisi biaya *material handling*. Kurangnya pemanfaatan ruang serta penyimpanan yang kurang efektif akan menyebabkan banyaknya produk yang tidak tertampung dalam gudang dan biaya *material handling* (Lee, 2017).

Menurut Mulchacy (1994), gudang adalah suatu fungsi penyimpanan berbagai macam jenis produk atau Unit Penyimpanan Persediaan (UPS) yang memiliki unit-unit penyimpanan dalam jumlah yang besar maupun yang kecil dalam jangka waktu saat produk dihasilkan oleh pabrik (penjual) dan saat produk dibutuhkan oleh pelanggan atau stasiun kreja dalam fasilitas produksi (Hadi Guna, 2008).

Gudang sebagai tempat yang dibebani tugas untuk menyimpan barang yang akan dipergunakan dalam produksi, sampai barang tersebut diminta sesuai dengan jadwal produksi. Gudang atau *storage* pada umumnya akan memiliki fungsi yang cukup penting didalam menjaga kelancaran operasi produksi suatu

pabrik. Disini ada tiga tujuan utama dari departemen ini yang berkaitan dengan pengadaan barang, yaitu sebagai berikut :

1. Pengawasan, yaitu dengan sistem administrasi yang terjaga dengan baik untuk mengontrol dari pada material yaitu jangan sampai hilang.
2. Pemilihan, yaitu aktivitas pemeliharaan atau perawatan agar material yang disimpan di dalam gudang tidak cepat rusak dalam penyimpanan.
3. Penimbunan atau Penyimpanan, yaitu agar sewaktu-waktu diperlukan maka material yang dibutuhkan akan tetap tersedia sebelum dan selama proses produksi berlangsung.

Menurut (Hartanti, 2015) dalam suatu pabrik, gudang dapat dibedakan menurut karakteristik material yang akan disimpan, yaitu sebagai berikut:

1. *Raw Material Storage*

Gudang ini akan menyimpan setiap material yang akan dibutuhkan atau digunakan untuk proses produksi. Lokasi dari gudang ini umumnya berada di dalam bangunan pabrik (*indoor*). Untuk beberapa jenis bahan tertentu bisa juga diletakkan di luar bangunan pabrik (*outdoor*) yang mana hal ini akan dapat menghemat biaya gudang karena tidak memerlukan bangunan spesial untuk itu. Gudang ini kadang-kadang disebut pula sebagai *stock room* karena fungsinya memang penyimpanan *stock* untuk kebutuhan tertentu.

2. *Working Process Storage*

Dalam industri manufaktur sering kita jumpai bahwa benda kerja harus melalui beberapa macam operasi dalam pengerjaannya. Prosedur ini sering pula harus terhenti karena dari satu operasi keoperasi berikutnya waktu pengerjaan yang dibutuhkan tidaklah sama, sehingga untuk itu material harus menunggu sampai mesin atau operator berikutnya siap mengerjakan. *Work inprocess storage* ini biasanya terdiri dari dua macam, yaitu :

- a. *Small amount materials*, yang akan diletakkan di antara stasiun kerja, mesin atau pula suatu tempat yang berdekatan dengan lokasi operasi selanjutnya tersebut.
- b. *Large amount materials*, atau bahan-bahan yang akan disimpan dalam jumlah yang besar dan waktu yang relatif cukup lama yang mana lokasinya akan terletak di dalam area produksi.

3. *Finished Goods Product Storage*

Kadang-kadang disebut juga dengan *warehouse* yang fungsinya adalah menyimpan produk-produk yang telah selesai dikerjakan. Departemen ini mempunyai tugas dan tanggung jawab sebagai berikut :

- a. Penerimaan produk jadi yang telah selesai dikerjakan oleh departemen produksi.
- b. Penyimpanan produk jadi dengan sebaik-baiknya dan selalu siap pada saat ada permintaan masuk.
- c. Pengepakan (*packaging*) dari produk untuk dapat dikirim dengan aman.

Menyelenggarakan administrasi pergudangan terutama untuk produk jadi. Jelas di sini bahwa lokasi dari gudang jadi (dan juga departemen pengiriman barang) haruslah direncanakan berdekatan dengan fasilitas transportasi seperti halnya pada saat merencanakan departemen penerimaan bahan *raw material storage*.

4. *Storage For Supplies*

Gudang untuk penyimpanan *non-productive item* dan digunakan untuk menunjang fungsi dan kelancaran produksi seperti *packaging material, maintenance supplies, parts, office supplies*, dan lain-lain.

5. *Finished Parts Storage*

Gudang untuk menyimpan parts yang siap untuk dirakit. Gudang ini biasanya diletakkan berdekatan dengan *assembly area* atau bisa juga ditempatkan secara terpisah didalam *work in process storage*.

6. *Salvage*

Sebagian besar proses produksi ada kemungkinan beberapa benda kerja akan salah dikerjakan (*miss-processed*), untuk ini memerlukan pengerjaan kembali untuk membetulkannya sehingga kualitas produksi tersebut diperbaiki kembali. Benda kerja yang tidak bisa diperbaiki akan menjadi *scrap* atau buangan atau limbah, untuk ini harus diletakkan dalam lokasi sendiri.

7. *Scrap & Waste*

Scrap adalah material atau komponen yang salah dikerjakan dan tidak bisa diperbaiki lagi sedangkan buangan atau *waste* adalah normal residu dari

suatu proses produksi seperti garam, potongan-potongan logam, dan lain-lain yang tidak berguna lagi dalam proses produksi yang ada (meskipun dalam proses *recycling* hal ini akan berguna untuk bahan produk lain). Material yang berupa *scarp* atau buangan biasanya akan dikumpulkan dan diletakkan dalam area yang terpisah dari pabrik dengan harapan akan bisa dijual ke pihak lain yang membutuhkannya.

2.4. Perencanaan Kebutuhan SDM, Kebutuhan Ruang & Perencanaan Stasiun Kerja Mandiri

2.4.1. Perencanaan Kebutuhan SDM

Perencanaan kebutuhan SDM (Sumber Daya Manusia) dapat kita bentuk sesuai dengan kebutuhan para pekerjanya untuk melangsungkan kehidupannya. Perencanaan tersebut dapat kita susun sebaik mungkin sehingga pekerja dapat melakukan pekerjaannya dengan baik tanpa terjadi kekeliruan dalam bekerja.

2.4.2. Perencanaan Kebutuhan Ruang

Menurut (Rahmi, 2016) Perencanaan tersebut dapat kita susun sebaik mungkin sehingga pekerja dapat melakukan pekerjaannya dengan baik tanpa terjadi kekeliruan dalam bekerja, yaitu :

1. Kantor dan perencanaan kebutuhan ruang kantor perlu dilakukan analisa terperinci. Ruang direktur, manajer dan ruang staf merupakan contoh ruang yang terdapat dalam kantor sedangkan *wash table* merupakan ruang untuk pelayanan personil kantor.
2. Gudang penerimaan dan pengiriman

Kegiatan perencanaan kebutuhan ruangan gudang (*Storage* dan *warehouse*) dengan menggunakan lembaran analisa gudang. Sedangkan area penerimaan (*receiving*) ditetapkan sebesar 30% dari luas *storage* (bahan baku dan bahan pembantu) dan luas area pengiriman sebesar 40% dari *warehouse* (gudang bahan jadi).

3. Lantai Produksi

Kegiatan perancangan tempat kerja meliputi :

- a. Analisis, pengonsepan, rancangan merupakan cara pelaksanaan pekerjaan yang paling ekonomis.
- b. Pembakuan cara kerja.
- c. Secara rutin membantu melatih operator untuk metode yang telah ditentukan.

Menurut Apple (1990), Sebuah tempat kerja adalah yang dihuni oleh mesin atau meja kerja, peralatan penunjang yang dibutuhkan dan operator, atau mungkin berisi sekelompok mesin yang sama, yang mungkin memerlukan lebih dari satu operator (Ardhianto,2011).

2.4.3. Perencanaan Stasiun Kerja Mandiri (SKM)

Stasiun kerja merupakan salah satu faktor penentu produktivitas suatu perusahaan, sebuah stasiun kerja mencakup *space* untuk peralatan, material, dan orang seperti semua fasilitas lainnya. Kebutuhan *space* secara spesifik untuk operator dan *material handling* dapat ditentukan berdasarkan metode operasi. Metode yang digunakan sebaiknya menggunakan studi gerakan dan ergonomi. (Hartanti, 2015). Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan diantaranya :

1. Stasiun kerja sebaiknya didesain sehingga operator dan *material handling* dapat mengangkat dan memindahkan *material* tanpa melakukan jangkauan yang panjang dan kaku.
2. Stasiun kerja sebaiknya didesain untuk penggunaan operator yang efektif dan efisien.
3. Stasiun kerja sebaiknya didesain untuk meminimasi penggunaan waktu untuk *material handling* secara manual.

2.4.4. Perencanaan Kebutuhan Luas Lantai

Dalam perencanaan kebutuhan luas lantai di sini ada beberapa langkah-langkah yang harus diikuti, yakni sebagai berikut :

1. Perhitungan jumlah area untuk mesin dan peralatan. Luas area sendiri tergantung pada jumlah mesin yang dibutuhkan, tempat bahan baku, tempat barang jadi dan *scrap*.
2. Tabel perhitungan luas area produksi
3. Perhitungan luas area penerimaan/gudang dan pengiriman
4. Luas area penerimaan dan pengiriman berdasarkan berapa banyak pesanan bahan baku dilakukan untuk sebanyak jumlah pesanan
5. Perhitungan luas area kantor
6. Perhitungan luas area pendukung

2.5. Perencanaan Kebutuhan Material *Handling* Dan Tata Letak Fasilitas Pabrik

2.5.1. Perencanaan Kebutuhan Material *Handling*

Analisis aliran *material* dan proses ditunjukkan untuk menentukan proses dan peralatan yang ditentukan dan bagaimana aliran *material* secara umum dilaksanakan. Analisis aliran tergantung pada (Hartanti, 2015):

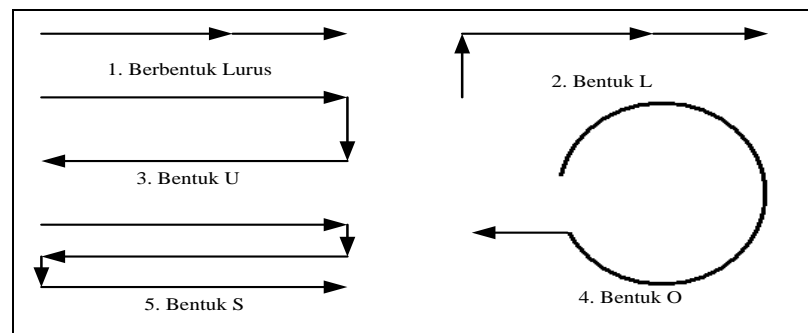
1. Bahan atau produk (karakteristik, ukuran lot dan jumlah operasi)
2. Strategi dan peralatan *material handling* (prinsip pemindahan bahan, satuan yang dipindah dan peralatan yang dibutuhkan)
3. Tata letak dan konfigurasi bangunan (ukuran, bentuk, jumlah lantai, letak pintu, letak dan lebar gang, letak departemen)

Masalah aliran muncul dari adanya kebutuhan untuk memindahkan bahan, komponen, orang dari permulaan proses sampai pada akhir proses untuk mencapai lintasan yang paling efisien. Hampir setiap orang berpendapat bahwa dalam meningkatkan produktivitas akan berhasil jika ditunjang oleh aliran elemen yang bergerak melalui fasilitas yang efisien. Aliran *material* yang lancar secara otomatis akan mengurangi biaya aliran, dengan demikian tingkat produktivitas akan meningkat. Lintasan yang simpang siur menunjukkan kurangnya perencanaan aliran *material* (Anthara, 2011).

Langkah awal dalam merancang fasilitas manufaktur adalah menentukan pola aliran secara umum. Pola aliran ini menggambarkan *material* masuk sampai pada produk jadi. Beberapa pola aliran umum serta fungsi dan kegunaannya adalah:

1. Pola aliran garis lurus digunakan untuk proses produksi yang pendek dan sederhana.
2. Pola aliran bentuk L
Pola ini hampir sama dengan pola garis lurus, hanya saja pola ini digunakan untuk mengakomodasi jika aliran garis lurus tidak bisa digunakan dan biaya bangunan terlalu mahal jika menggunakan pola aliran garis lurus.
3. Pola aliran bentuk U
Pola ini digunakan jika aliran masuk *material* dan aliran keluarannya produk pada lokasi yang relatif sama.
4. Pola aliran bentuk O
Pola ini digunakan jika keluar masuknya *material* dan produk pada satu tempat atau satu pintu. Kondisi ini memudahkan dalam pengawasan keluar masuknya barang.
5. Pola aliran bentuk S
Digunakan jika aliran produksi panjang dan lebih panjang dari ruangan yang ditempati. Karena panjangnya proses, maka aliran di zig-zag.

Berikut gambar untuk pola-pola aliran :



Gambar 2.6 Pola Aliran *Material Handling*
(Sumber: Anthara,2011)

Material handling atau pemindahan bahan merupakan suatu fungsi pemindahan material yang tepat ke tempat yang tepat, pada saat yang tepat dalam jumlah yang tepat, secara berurutan pada posisi atau kondisi yang tepat untuk meminimasi ongkos produksi. Tujuannya adalah untuk mempermudah

transportasi dan mempercepat proses produksi. Sasaran umum dari tujuan dapat diuraikan ke dalam tujuan-tujuan yang lebih khusus yaitu :

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

Dalam perancangan *material handling* akan muncul pertanyaan-pertanyaan dasar, seperti : kenapa, apa, bagaimana, siapa dan yang mana. Pertanyaan-pertanyaan ini sangat membantu dalam merancang *materialhandling* yang tepat. Setelah memilih peralatan *material handling* yang tepat dari beberapa alternatif, selanjutnya dilakukan perhitungan kebutuhan *material handling* tersebut dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\boxed{\text{Kebutuhan } material\ handling = \frac{\text{Beban}}{\text{Kapasitas}} \dots\dots\dots (2.13)}$$

Beban yang dimaksud disini dapat dalam satuan berat, luas ataupun volume, sehingga kapasitas *material handling* juga harus dikonversi ke dalam satuan yang sama dengan satuan pada beban.

2.5.2. *Form To Chart*

Form to Chart kadang-kadang disebut juga sebagai trip frekuensi *chart* atau *travel chart* yaitu suatu teknik konvensional yang umum digunakan untuk perencanaan tata letak pabrik dan pemindahan bahan dalam suatu proses produksi. Teknik ini sangat berguna untuk kondisi-kondisi dimana *item* yang mengalir melalui suatu area seperti *job shop* bengkel permesinan, kantor dan lain-lain (Nurhasanah, 2013).

Form to chart merupakan penggambaran tentang beberapa total ongkos *materialhandling* dari suatu bagian aktivitas dalam pabrik menuju pabrik lainnya. Sehingga dari peta ini dapat dilihat ongkos *material handling* dari dan masing-masing departemen secara keseluruhan, mulai dari gudang bahan baku menuju pabrikasi, *assembling*, dan terakhir gudang barang jadi (Nurhasanah, 2013).

Cara pengisian *from to chart* adalah sebagai berikut :

1. Perhatikan tabel ongkos dari tabel ongkos material handling, kemudian masukkan nilai total ongkos tersebut disesuaikan dengan pengangkutan bahan dari suatu tempat ketempat lainnya.
2. Jumlah total ongkos setiap baris dan setiap kolom juga total ongkos secara keseluruhan.

From to chart dapat dilihat seperti pada tabel berikut ini:

Tabel 2.5 *From To Chart*

To From	X	Y	Z	Q	R	Total
X		1 3	2			3
Y			1 3			2
Z				2 3	1	3
Q					2 3	2
R				1		1
Total		2	3	3	3	11

(Sumber : Nurhasanah, 2013)

Data yang di masukkan ke dalam matrik bisa dalam berbagai bentuk, tergantung tujuan atau hasil yang diinginkan dari analisis, misalnya berapa jumlah gerakan antara kegiatan, jumlah bahan baku yang dipindahkan, berat bahan, biaya perpindahan per satuan tertentu.

2.5.3. Perencanaan Tata Letak Fasilitas Pabrik

Pengertian perencanaan fasilitas dapat dikemukakan sebagai proses perancangan fasilitas, perencanaan, desain dan susunan fasilitas, peralatan fisik dan manusia yang ditujukan untuk meningkatkan efisiensi produksi dan sistem pelayanan. Aplikasi perencanaan fasilitas dapat ditemukan pada perencanaan *layout* sekolah, rumah sakit, bagian perakitan suatu pabrik, gudang, ruang bagasi di pelabuhan udara, kantor-kantor, toko-toko dan sebagainya. Perencanaan fasilitas merupakan rancangan dari fasilitas-fasilitas industri yang akan didirikan atau dibangun. Di dunia industri, perencanan fasilitas dimaksudkan sebagai rencana dalam penanganan (*material handling*) dan untuk menentukan perealtan dalam proses produksi, juga digunakan dalam perencanaan fasilitas secara keseluruhan. Ada dua hal pokok dalam perencanan fasilitas yaitu, berkaitan

dengan perencanaan lokasi pabrik (*plant location*) dan perancangan fasilitas produksi yang meliputi perancangan struktur pabrik, perancangan tata letak fasilitas dan perancangan sistem penanganan *material* (Antahra,2011).

2.5.3.1. Tipe-Tipe Tatak Letak Fasilitas Pabrik

Menurut Wignjosoebroto (2009), Pemilihan dan penempatan alternatif tata letak merupakan langkah yang kritis dalam proses perencanaan fasilitas produksi, karena tata letak yang dipilih akan menetkan hubungan fisik dari aktivitas produksi yang berlangsung. Penetapan mengenai macam spesifikasi, jumlah dan luas area dari fasilitas produksi yang diperlukan merupakan langkah awal sebelum perencanaan pengaturan tata letak fasilitas (Maheswari, 2015).

Salah satu keputusan penting yang perlu dibuat adalah keputusan-keputusan perancangan proses yang dipilih berdasarkan pada tipe-tipe tata letak. Tipe tata letak yang sesuai akan menjadikan efisiensi proses manufaktur untuk jangka waktu yang cukup panjang. Tipe-tipe tata letak secara umum adalah *Product Layout*, *Process Layout*, *Group Technology Layout* dan *Layout by Fixed Position* (Antahra, 2011).

1. Tata Letak Berdasarkan Aliran Produk (*Product layout*)

Product Layout dapat didefinisikan sebagai metode atau cara pengaturan dan penempatan semua fasilitas produksi yang diperlukan ke dalam suatu departemen tertentu atau khusus. Suatu produk dapat dibuat atau diproduksi sampai selesai di dalam departemen tersebut. Bahan baku dipindahkan dari stasiun kerja ke stasiun kerja lainnya didalam departemen tersebut, dan tidak perlu dipindah-pindahkan ke departemen yang lain (Anthara,2011).

Dalam *product layout*, mesin-mesin atau alat bantu disusun menurut urutan proses dari suatu produk. Produk-produk bergerak secara terus-menerus dalam suatu garis perakitan. *Product layout* akan digunakan bila volume produksi cukup tinggi dan variasi produk tidak banyak dan sangat sesuai untuk produksi yang kontinyu. Tujuan dari tata letak ini adalah untuk mengurangi proses pemindahan bahan dan memudahkan pengawasan di

dalam aktivitas produksi, sehingga pada akhirnya terjadi penghematan biaya (Anthara, 2011).

Menurut Wignjosoebroto (2009), jika suatu produk secara khusus memproduksi suatu macam produk atau kelompok produk dalam jumlah besar dan waktu produksi yang lam, maka semua fasilitas produksi dari pabrik tersebut diatur sedemikian rupa sehingga proses produksi dapat berlangsung seefisien mungkin. Dengan tata letak berdasarkan aliran produksi, maka mesin dan fasilitas produksi lainnya akan diatur menurut prinsip mesin sesudah mesin atau prosesnya selalu berurutan sesuai dengan aliran proses, tidak peduli macam mesin yang dipergunakan (Ardhianto, 2011).

Keuntungan tipe *product layout* adalah (Anthara,2011) :

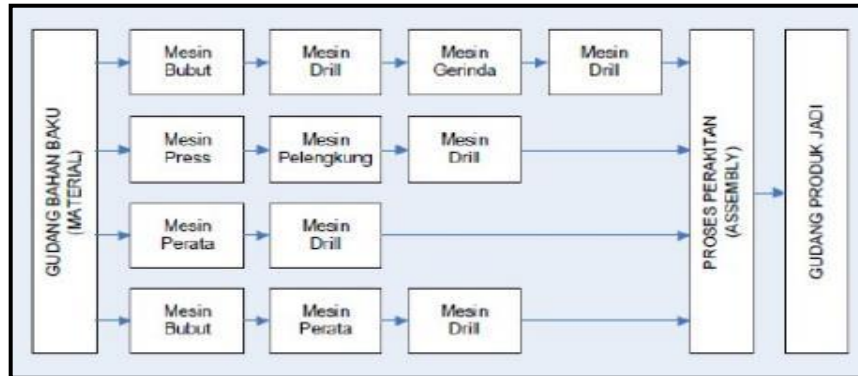
- a. *Layout* sesuai dengan urutan operasi, sehingga proses berbentuk garis.
- b. Pekerjaan dari satu proses secara langsung dikerjakan pada proses berikutnya, sebagai akibat inventori barang setengah jadi menjadi kecil.
- c. Total waktu produksi per unit menjadi pendek.
- d. Mesin dapat ditempatkan dengan jarak yang minimal, konsekuensi dari operasi ini adalah *material handling* dapat dikurangi.
- e. Memerlukan operator dengan keterampilan yang rendah, *training* operator tidak lama dan tidak membutuhkan banyak biaya.
- f. Lokasi yang tidak begitu luas dapat digunakan untuk tansit dan penyimpanan barang sementara.
- g. Memerlukan aktivitas yang sedikit selama proses produksi berlangsung.

Sedangkan kerugian dari *product layout* adalah :

- a. Kerusakan dari satu mesin akan mengakibatkan terhentinya proses produksi.
- b. *Layout* ditentukan oleh produk yang diproses, perubahan desain produk memerlukan penyusunan *layout* ulang.
- c. Kecepatan produksi ditentukan oleh mesin yang beroperasi paling lambat.
- d. Membutuhkan supervisi secara umum tidak terspesifikasi.

- e. Membutuhkan investasi yang besar karena mesin yang sejenis akan dipasang lagi kalau proses sejenis diperlukan.

Berikut adalah gambar untuk tipe tata letak fasilitas pabrik berdasarkan aliran produk (*Product Layout*) :



Gambar 2.7 *Product Layout*
(Sumber: Ardhiyanto, 2011)

2. Tata Letak Berdasarkan Proses (*Process Layout*)

Dalam *process* atau *functional layout* semua operasi dengan sifat yang sama dikelompokkan dalam departemen yang sama pada suatu industri. Mesin, peralatan yang mempunyai fungsi yang sama dikelompokkan jadi satu, misalnya semua mesin bubut dijadikan satu departemen, mesin bor dijadikan satu departemen dan mill dijadikan satu departemen. Dengan kata lain *material* dipindah menuju departemen-departemen sesuai dengan urutan proses yang dilakukan (Anthara, 2011).

Proses layout dilakukan bila volume produksi kecil, dan terutama untuk jenis produk yang tidak standar, biasanya berdasarkan order. Kondisi ini disebut sebagai *job shop*. Tata letak tipe *process layout* banyak dijumpai pada sektor industri manufaktur maupun jasa (Anthara, 2011).

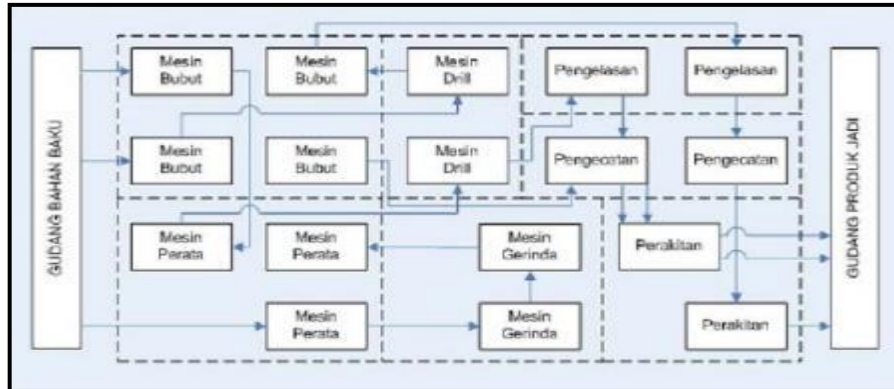
Menurut Wignjosoebroto (2009), tata letak berdasarkan macam proses sering dikenal dengan proses atau tata letak berdasarkan fungsi adalah metode pengaturan dan penempatan dari segala mesin serta peralatan produksi yang memiliki tipe atau jenis sama ke dalam satu departemen. Dalam tata letak menurut macam proses, jelas sekali bahwa semua mesin dan peralatan yang mempunyai ciri operasi yang sama akan dikelompokkan bersama sesuai dengan proses atau fungsi kerjanya (Ardhiyanto, 2011).

Kelebihan atau keuntungan menggunakan *layout* tipe ini adalah (Anthara, 2011) :

- a. Penggunaan mesin dapat dilakukan dengan efektif, konsekuensinya memerlukan sedikit mesin.
- b. Fleksibelitas tenaga kerja dan fasilitas produksi besar dan sanggup berbagai macam jenis dan model produk.
- c. Investasi mesin relatif kecil karena digunakan mesin yang umum (*general purpose*).
- d. Keragaman tugas membuat tenaga kerja lebih tertarik dan tidak bosan.
- e. Adanya aktivitas supervisi yang lebih baik dan efisien melalui spesialisasi pekerjaan, khususnya untuk pekerjaan yang sulit dan memerlukan ketelitian yang tinggi.
- f. Mudah untuk mengatasi *breakdown* pada mesin, yaitu dengan cara memindahkannya ke mesin yang lain dan tidak menimbulkan hambatan-hambatan dalam proses produksi.

Sedangkan sisi kelemahan atau kekurangannya terletak pada (Antahra, 2011) :

- a. Aliran proses yang panjang mengakibatkan *material handling* lebih mahal karena aktivitas pemindahan *material*. Hal ini disebabkan karena tata letak mesin tergantung pada macam proses atau fungsi kerjanya dan tidak tergantung pada urutan proses produksi.
- b. Total waktu produksi lebih panjang.
- c. Inventori barang setengah jadi cukup besar, jadi menyebabkan penambahan tempat.
- d. Diperlukan keterampilan tenaga kerja yang tinggi guna menangani berbagai macam aktivitas produksi yang memiliki variasi besar.
- e. Kesulitan dalam menyeimbangkan tenaga kerja dari setiap fasilitas produksi karena penempatan mesin yang terkelompok.



Gambar 2.8 *Process Layout*
(Sumber: Ardhiyanto, 2011)

3. Tata Letak Berdasarkan Kelompok Produk (*Group Technology Layout*)

Tipe tata letak ini, biasanya komponen yang tidak sama dikelompokkan ke dalam satu kelompok berdasarkan kesamaan bentuk komponen, mesin atau peralatan yang dipakai. Pengelompokkan bukan didasarkan pada kesamaan penggunaan akhir. Mesin-mesin dikelompokkan dalam satu kelompok dan ditempatkan dalam sebuah *manufacturing cell* (Anthara, 2011).

Karena disini di setiap kelompok produk akan memiliki urutan proses yang sama maka akan menghasilkan tingkat efisiensi yang tinggi dalam proses manufakturingnya. Efisiensi tinggi tersebut akan dicapai sebagai konsekuensi pengaturan fasilitas produksi secara kelompok atau sel yang menjamin kelancaran aliran kerja (Ardhiyanto, 2011).

Kelebihan tata letak berdasarkan kelompok teknologi ini adalah (Anthara, 2011) :

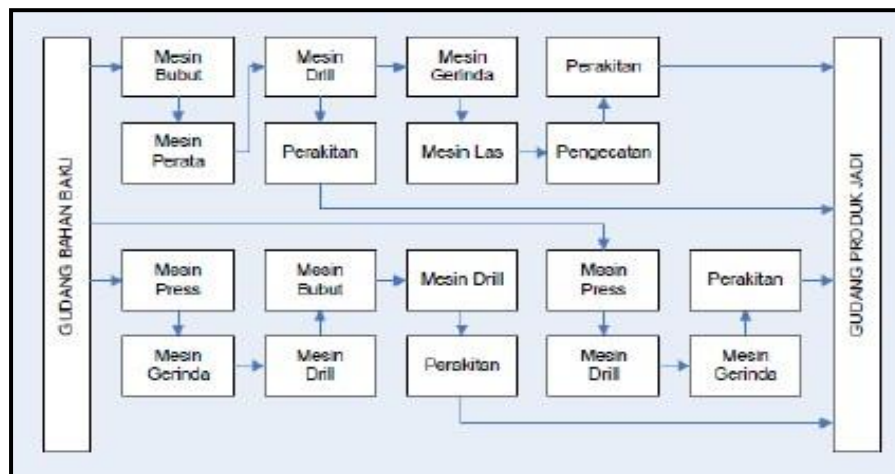
- a. Karena *group technology* memanfaatkan kesamaan komponen/ produk maka dapat mengurangi pemborosan waktu dalam perpindahan antara kegiatan yang berbeda.
- b. Penyusunan mesin didasarkan atas *family* produk sehingga dapat mengurangi waktu *set up*, mengurangi ongkos *material handling* dan mengurangi area produksi.
- c. Apabila ada urutan proses yang terhenti maka dapat dicari alternatif lain.
- d. Mudah mengidentifikasi *bottlenecks* dan cepat merespon perubahan jadwal.

- e. Operator makin terlatih, cacat produk dapat dikurangi dan dapat mengurangi bahan yang tergaung.

Seperti halnya tipe tata letak fasilitas yang lain, tipe tata letak berdasarkan kelompok produk juga mempunyai kekurangan-kekurangan yaitu (Anthara, 2011) :

- a. Utilitasi mesin yang rendah.
- b. Memungkinkan terjadinya duplikasi mesin.
- c. Biaya yang cukup tinggi untuk realokasi mesin.
- d. Membutuhkan tingkat kedisiplinan yang tinggi karena ada kemungkinan komponen yang diproses berada pada sel yang salah.

Group Technology Layout dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.9 *Group Technology Layout*
(Sumber: Ardhianto, 2011)

4. Tata Letak Posisi Tetap (*Fixed Position Layout*)

Menurut Wigjosoebroto (2009), tata letak fasilitas berdasarkan proses tetap, material atau komponen produk utama akan tetap pada posisi atau lokasinya. Sedangkan fasilitas produksi seperti alat, mesin, manusia serta komponen-komponen kecil lainnya akan bergerak menuju lokasi material atau komponen produk utama tersebut. Pada proses perakitan tata letak tipe ini alat dan peralatan lainnya akan cukup mudah dipindahkan. Berikut skema diagram dari tata letak fasilitas produksi yang diatur berdasarkan posisi material tetap (Ardhianto, 2011).

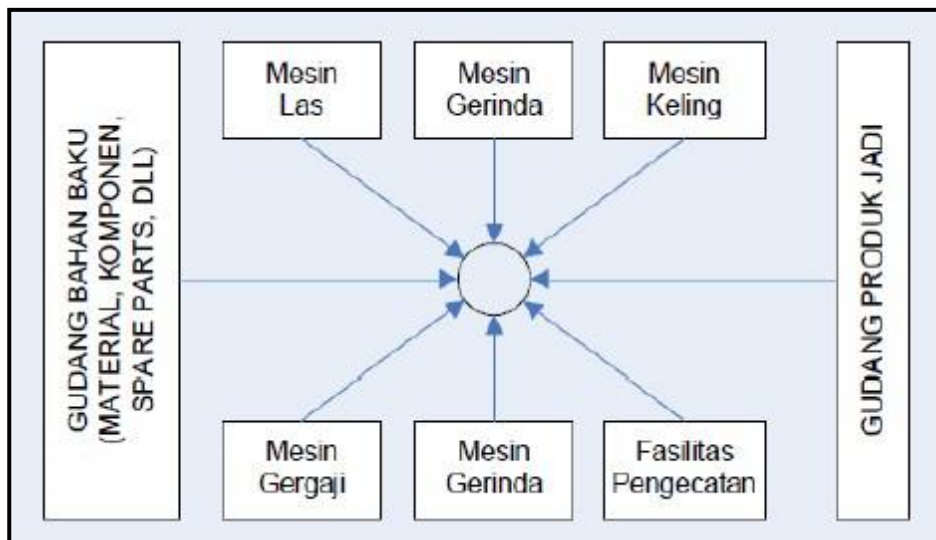
Keuntungan tata letak tipe ini adalah (Anthara, 2011):

- a. Karena yang berpindah adalah fasilitas-fasilitas produksi, maka perpindahan *material* dapat dikurangi.
- b. Bila pendekatan kelompok kerja digunakan dalam kegiatan produksi, maka kontinuitas produksi dan tanggung jawab kerja bisa tercapai dengan sebaik-baiknya.

Sedangkan kerugian dari tipe tata letak ini adalah (Anthara, 2011) :

- a. Adanya peningkatan frekuensi perpindahan fasilitas produksi atau operator pada saat operasi berlangsung.
- b. Adanya duplikasi peralatan kerja yang akhirnya menyebabkan perubahan *space* area dan tempat untuk barang setengah jadi.
- c. Memerlukan pengawasan dan koordinasi kerja yang ketat khususnya dalam penjadwalan produksi.

Gambar dibawah ini mengilustrasikan sebuah tata letak posisi tetap



Gambar 2.10 *Fixed Layout*
(Sumber: Ardhiyanto, 2011)

2.5.3.2. Penetapan Faktor Kelonggaran

Faktor kelonggaran adalah luas area yang diberikan untuk operator dimana operator diberikan tempat dalam menjalankan proses produksi. Faktor kelonggaran dapat dihitung menggunakan rumus berikut ini :

$$\boxed{\text{Kelonggaran} = 100\% \times \text{Luas Sub Total}} \dots\dots\dots (2.14)$$

2.6. Perencanaan Keterkaitan Kegiatan

2.6.1. *Activity Relationship Chart (ARC)*

Perencanaan keterkaitan kegiatan sudah di jelaskan pada sub bab peta-peta yang digunakan dalam perancangan tata letak fasilitas pabrik diatas. *Activity Relationship Chart* merupakan salah satu alat untuk menentukan keterkaitan kegiatan proses produksi. (Ningtyas, 2015)

2.6.2. *Relationship Diagram Process (RDP)*

Untuk menentukan sejauh mana hubungan antara aktivitas atau kegiatan digunakan juga yang namanya *Relationship Diagram Process*. *Relationship Diagram Process (RDP)* adalah sebuah algoritma konstruksi sederhana untuk memunculkan sebuah keterkaitan. (Ningtyas, 2015)

2.6.3. *Area Allocation Diagram (AAD)*

Pembuatan AAD dilakukan berdasarkan teknik *Systematic Layout Planning* karena teknik ini telah lebih dari 30 tahun diterapkan dalam melakukan pendekatan terhadap desain fasilitas. Teknik ini terdiri dari beberapa fase yaitu (Ningtyas, 2016) :

- Fase 1 : Menentukan lokasi area dimana fasilitas-fasilitas akan diplot
- Fase 2 : Menetapkan *layout* secara umum
- Fase 3 : Menetapkan rencana detail *layout*
- Fase 4 : Melakukan plot terhadap *layout* yang telah diseleksi

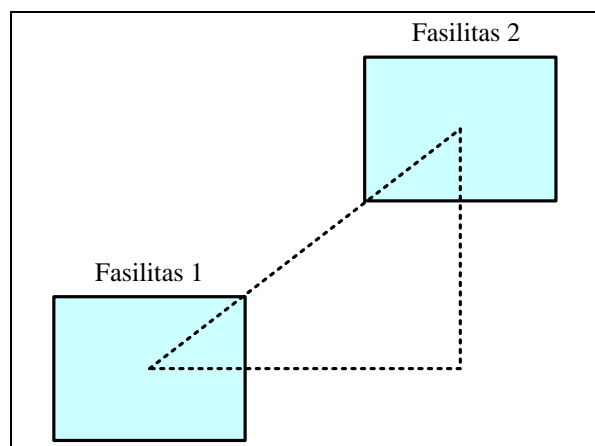
Hasil yang akan diperoleh dari AAD akan dituangkan kedalam bentuk modul-modul dengan ukuran tertentu beserta penampakan terhadap pola aliran material dan garis-garis yang akan menyatakan keterkaitan dari setiap kegiatan yang ada. AAD yang dirancang berdasar hasil dari AAD terpilih pada tahapan pratikum sebelumnya, dimana keseluruhan departemen menjadi input dari AAD. Segala macam pertimbangan di dalam melakukan perancangan AAD harus dipertimbangkan dengan baik.

2.6.4. Pengukuran Jarak (*Distance Measurement*)

Pengukuran jarak adalah untuk menentukan sejauh mana atau ukuran panjang juga lebar dari suatu lokasi atau lokasi satu dengan yang lainnya. Adapun metode yang digunakan untuk mengukur jarak adalah sebagai berikut :

1. *Euclidean*
2. *Squared Euclidean*
3. *Rectilinear*
4. *Tvhebychev*

Berikut adalah gambaran untuk pengukuran jarak :



Gambar 2.11 Model Pengukuran Jarak
(Sumber: Ningtyas, 2015)

2.7. Evaluasi Dan Implementasi Tata Letak Fasilitas Pabrik

2.7.1. Penetapan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan keputusan yang penting, karena kekeliruan yang dibuat tidaklah mungkin dengan segera dikoreksi tanpa kehilangan investasi yang sudah ditanamkan serta konsekuensi modal yang harus dikeluarkan untuk mencari lokasi yang baru. Dalam penentuan lokasi pabrik, ada dua hal penting yang harus diperhatikan yaitu pemilihan daerah secara umum dan pemilihan berdasarkan penduduk. Setelah informasi secara umum diperoleh, maka dapat ditentukan lokasi secara khusus sebagai alternatif pilihan. Alternatif pilihan dapat ditentukan sebagai berikut (Ningtyas, 2015):

1. Lokasi di kota (*city location*), apabila dibutuhkan keterampilan pekerja tinggi, fasilitas infrastruktur lengkap dan komunikatif dengan penyalur mudah.

2. Lokasi di pinggiran kota (*sub-urban location*), apabila pekerja yang dibutuhkan semi terampil dan mudah melakukan perluasan pabrik.
3. Lokasi di luar kota (*country location*), apabila lahan yang luas sangat dibutuhkan, pajak lebih murah, jenis pekerjaan kurng membutuhkan keterampilan yang tinggi, upah buruh lebih murah dan baik untuk proses produksi yang berbahaya.

Disamping itu, faktor-faktor pemilihan lokasi juga harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut (Ningtyas, 2015):

1. Berbasis pasar, yaitu pendirian pabrik berorientasi pada potensi pembeli yang berdomisili.
2. Berbasis pada bahan baku, yaitu pabrik yang dipaksa berdekatan dengan bahan baku yang dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu : *pure material*, *weight loosing materials* dan *ubiguties*.
3. *Foot loosing* yaitu produk maupun bahan baku tidak dipermasalahkan harus berdekatan.
4. Metode-metode yang digunakan dalam pemilihan lokasi secara umum ada dua, yaitu metode kualitatif dan metode kuantitatif.

2.7.2. Evaluasi Layout

Tujuan utam dari evaluasi *layout* didasarkan dari tujuan utama dan perancangan tata letak yaitu utnuk meminimalisi biaya *material handling* secara khusus dan meminimalkan pemakaian luas lantai. Jika berdasarkan evaluasi yang dihasilkan ternyata diperoleh rancangan *layout* yang tidak sesuai dengan tujuan utma perancangan maka perencanaan harus di ulang kembali. (Ningtyas, 2015).

2.7.3. Final Layout

Langkah terakhir dari kegiatan perancangan tata letak fasilitas adalah membuat *layout* akhir (*final layout*). Hasil dari *final layout* ini mencakup semua aspek yaitu lantai produksi (*production service department*), *receiving department*, *storage atau warehouse*, *shipping*, *tools room*, dan *tools crib*, serta ruangan supervisor kegiatan produksi dan berbagai departemen penunjang

lainnya, seperti *physical plant service department*, *general service*, *maintenance department*, *office* (kantor), dan *personal service* (klinik, kantin, dan tempat ibadah). Hasil desain tata letak akhir atau *final layout* sebelum menjadi tata letak yang *definitif* harus di evaluasi. (Ningtyas, 2015)

2.7.4. Template

Template merupakan suatu gambaran yang telah jelas dari tata letak pabrik yang akan dibuat dan merupakan gambaran detail dari AAD yang telah dibuat.

Informasi yang dapat dilihat pada template (Ningtyas, 2015):

1. Tata letak kantor dan peralatannya
2. Tata letak pelayanan yang ada di pabrik, misalnya jalan, kantin, sarana olah raga, dan lain-lain.
3. Tata letak bagian produksi, misalnya *receiving*, pabrikasi, *assembling*, *shipping*. Aliran setiap material, mulai dari *receiving* sampai dengan *shipping*.

2.8 Konsep 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*)

2.8.1 Definisi 5S Menurut Takashi Osada

Sebagaimana setiap kata memiliki arti yang luas, demikian pula dengan aktivitas 5S yang bahkan kadang-kadang memiliki arti yang kurang jelas. Secara umum tidak ada penjabaran definisi yang baku mengenai tiap tahap dalam 5S, yang ada adalah prinsip-prinsip dalam tiap tahap 5S. Prinsip-prinsip tersebut mengacu kepada aktivitas yang dilakukan dan sikap mental yang diperlukan dalam melaksanakan setiap tahapan 5S. Penjabaran 5S dan 5R sebagai padanannya adalah sebagai berikut (Listiani, 2010):

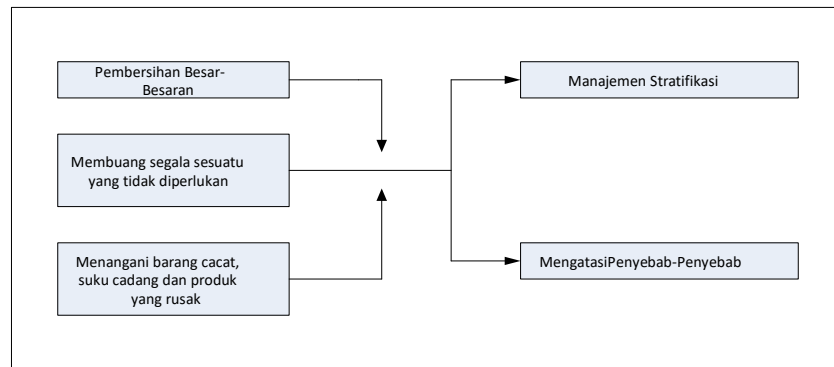
1. *Seiri* (Ringkas)

Umumnya istilah ini berarti mengatur segala sesuatu, memilah sesuai dengan aturan atau prinsip-prinsip yang spesifik. Sesuai dengan terminologi 5S, *Seiri* berarti membedakan atau memisahkan antara yang diperlukan dan yang tidak diperlukan, mengambil keputusan yang tegas, dan menerapkan manajemen stratifikasi untuk membuang hal-hal yang tidak diperlukan. Pada tahap ini, titik

beratnya adalah manajemen stratifikasi dan mencari faktor-faktor penyebab sebelum hal-hal yang tidak diperlukan tersebut menjadi sebuah masalah.

Dalam manajemen stratifikasi, hal pertama yang dilakukan adalah menggunakan diagram pareto, kemudian melakukan stratifikasi terhadap hasil metode pareto sebagai dasar penentuan prioritas pemecahan masalah.

Selanjutnya adalah mengatasi faktor-faktor penyebab. Merupakan hal yang sangat penting untuk melakukan pembersihan sampah-sampah apapun bentuknya, sehingga dengan demikian akan diketahui mengapa suatu hal menjadi buruk dan dapat menemukan akar dari penyebab masalah. Dengan demikian, kita akan dapat menangani penyebabnya, dan ini merupakan hal yang sangat penting. Dari pengertian *Seiri* di atas, maka dapat digambarkan proses *Seiri* sebagai berikut:



Gambar 2.12 Proses Dalam *Seiri*
(Sumber: Listiani, 2010)

2. *Seiton* (Rapi)

Umumnya dalam penerapan 5S, *Seiton* berarti menyimpan barang-barang di tempat yang tepat atau dalam tata letak yang benar sehingga dapat dipergunakan dalam keadaan mendadak. Pada tahap ini, titik beratnya adalah pada manajemen fungsional dan mengeliminasi aktivitas mencari. Jika segala sesuatu disimpan pada tempatnya sehingga menjaga mutu dan keamanan, maka akan tercipta tempat kerja yang rapi.

Prinsip penataan berlaku di seluruh lapisan masyarakat dan disegala aspek kehidupan. Semua penataan ini memerlukan keterampilan. Segala sesuatunya dirancang untuk memudahkan dalam mengambil barang saat dibutuhkan tanpa adanya kegiatan mencari.

Untuk merancang suatu tata letak fungsional, langkah awal dilakukan dengan menentukan seberapa sering menggunakan suatu barang atau material:

- a. Barang-barang yang tidak dipergunakan: singkirkan.
- b. Barang-barang yang tidak digunakan tetap jika ingin digunakan dalam keadaan tertentu: simpan sebagai barang-barang untuk keadaan yang tidak terduga.
- c. Barang-barang yang hanya dipergunakan sewaktu-waktu saja: simpan sejauh mungkin.
- d. Barang-barang yang kadang-kadang dipergunakan: simpan di tempat kerja.
- e. Barang-barang yang sering dipergunakan: simpan di tempat kerja atau disimpan oleh pegawai yang bersangkutan.

Karena penataan dimaksudkan untuk meningkatkan efisiensi, maka perlu dilakukan studi waktu, penyempurnaan, dan penerapan selama perbaikan dilakukan. Kunci untuk melakukan hal ini adalah dengan mempertanyakan 5W 1H (*What, When, Where, Why, Who, dan How*) untuk setiap item.

3. *Seiso* (Resik)

Secara umum *Seiso* berarti melakukan pembersihan sehingga segala sesuatunya bersih. Pada terminologi 5S, *Seiso* berarti menyingkirkan sampah, kotoran, dan lain-lain sehingga segala sesuatunya bersih. Membersihkan merupakan salah satu bentuk pemeriksaan. Titik beratnya adalah membersihkan sebagai pemeriksaan dan menciptakan tempat kerja yang sempurna.

Sangat penting untuk mengetahui dengan tepat tempat melakukan pemeriksaan, terutama pada mesin-mesin dan fasilitas yang harus bebas kotoran. Semangat “Membersihkan adalah Memeriksa”, yaitu membersihkan lebih dari sekedar membuat tempat dan fasilitas bersih, melainkan juga memberikan kesempatan untuk melakukan pemeriksaan. Meskipun tempat kerja tidak kotor, tetap saja harus diperiksa.

Mencapai keadaan tanpa kotoran dengan pertimbangan bahwa aktivitas membersihkan memberikan dampak terhadap *downtime*, kualitas, keselamatan, moral dan aspek operasional lainnya. 5S berusaha mencapai keadaan tanpa kotoran dan mengeliminasi kerusakan-kerusakan dan kesalahan-kesalahan kecil pada titik-titik kunci pemeriksaan.

4. *Seiketsu* (Rawat)

Pada terminologi 5S, standarisasi berarti perawatan ringkas, kerapian, dan kebersihan secara terus menerus. Hal tersebut meliputi kebersihan personil dan kebersihan lingkungan. Titik beratnya adalah manajemen visual dan standarisasi 5S. Inovasi dan manajemen visual dilakukan untuk mencapai dan memelihara kondisi terstandarisasi sehingga tindakan dapat diambil dengan cepat. Manajemen visual menjadi salah satu alat yang merupakan penerapan *kaizen* yang efektif. Dewasa ini digunakan untuk produksi, kualitas, keselamatan, dan lain-lain.

Manajemen warna, atau disebut juga manajemen kode-warna digunakan untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih kondusif. Sebagai contoh adalah pengguna baju berwarna putih oleh karyawan sebagai indikator seberapa cepat baju itu kotor. Semakin cepat kotor berarti perlu diambil tindakan untuk menciptakan lingkungan kerja yang bersih. Demikian halnya dengan petunjuk-petunjuk atau instruksi kerja harus dapat disampaikan secara visual kepada seluruh pegawai dengan baik, dalam arti baik secara visual dan dipersepsikan secara benar.

5. *Shitsuke* (Rajin)

Secara umum *Shitsuke* berarti pelatihan yang diberikan dan kemampuan untuk melakukan sesuatu yang diinginkan walaupun sulit. Pada terminologi 5S, *Shitsuke* berarti memiliki kemampuan untuk melakukan pekerjaan sebagaimana seharusnya dikerjakan. Titik beratnya adalah melakukan pekerjaan sebagaimana seharusnya dilakukan. Titik beratnya adalah lingkungan kerja dengan kebiasaan dan disiplin yang baik. Sengan mendidik dan melatih manusia, kebiasaan buruk dihilangkan, kebiasaan baik ditumbuhkan. Manusia akan terlatih dalam membuat dan mematuhi aturan. Disiplin adalah 5S yang pertama. Disiplin merupakan hal yang yang seringkali sulit diterapkan oleh orang-orang muda karena adanya anggapan suatu paksaan untuk mengubah kebiasaan dan perilakunya. Namun, disiplin menjadi dasar dan syarat minimum bagi berfungsinya suatu peran, baik masyarakat dan lingkungan kerja. Demikian juga dalam 5S, disiplin tidak mungkin untuk diletakan pada bagian terakhir, apalagi dihilangkan.

2.8.2 Tahapan Pengolahan Data 5S

Tahapan pengolahan data untuk penerapan 5S menurut Osada (2004) adalah sebagai berikut:

1. Perancangan Metode 5S

Tahap ini merupakan tahap paling awal dari penerapan metode 5S, pada tahap ini dilakukan perancangan metode 5S. Maksud perancangan disini adalah lebih kepada perencanaan apa saja yang akan dilakukan nantinya pada tahap penerapan. Misalnya saja menentukan lokasi yang dianggap bermasalah, menentukan peralatan apa saja yang perlu diterapkan metode 5S ini serta bagaimana cara untuk menanggulangnya.

2. Sosialisasi Metode 5S

Tahap sosialisasi ini adalah tahapan selanjutnya setelah perancangan dilakukan. Pada tahap ini melalui bantuan dari pimpinan perusahaan dilakukan sosialisasi kepada semua karyawan mengenai penerapan metode 5S yang akan dilakukan. Semua karyawan diberikan penjelasan tentang pengertian, tujuan serta manfaat dari metode 5S. Selain itu juga diberikan sosialisasi tentang rancangan metode 5S yang telah dibuat.

3. Penerapan Metode 5S

Tahapan ini merupakan proses penerapan yang akan dilakukan setelah dilakukan proses perancangan dan sosialisasi 5S. Tahapan ini dilakukan untuk mereliasasikan perancangan metode 5S yang telah dibuat ada 5 aspek yang akan diterapkan yaitu *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu*, dan *shitsuke*.

4. Evaluasi Penerapan Metode 5S

Pada tahap ini dilakukan proses evaluasi terhadap penerapan yang telah dilakukan sehingga akan didapat perbandingan sebelum dan sesudah dilakukan penerapan metode ini (Prastiyah, 2011).