

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Tata Letak Fasilitas

2.1.1 Perencanaan Tata Letak Fasilitas

Perencanaan tata letak dan fasilitas adalah kegiatan analisis, membentuk konsep, merancang sistem dan mewujudkan sistem bagi produksi barang atau jasa. Perencanaan fasilitas biasa digambarkan sebagai rencana fasilitas, yaitu satu susunan fisik (perlengkapan, tanah, bangunan, dan fasilitas) untuk mengoptimalkan hubungan antara pekerja, aliran barang, aliran informasi, dan cara yang diperlukan untuk mencapai target produksi secara efisien, ekonomis, dan aman (Apple, 1990).

Sedangkan menurut Wignjosoebroto (2009), tata letak adalah landasan utama di dunia industri. Tata letak pabrik (*plant layout*) atau tata letak fasilitas (*facilities layout*) dapat diartikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas pabrik yang memiliki tujuan untuk membuat proses produksi semakin lancar. Pengaturan tersebut akan memanfaatkan luas area (*space*) untuk penempatan mesin atau fasilitas penunjang lainnya, penyimpanan produk (*storage*), baik yang bersifat sementara maupun permanen, pekerja dan sebagainya. Dalam tata letak pabrik terdapat dua hal yang diperhatikan, yaitu pengaturan mesin dan pengaturan departemen yang berada di pabrik.

Pada umumnya tata letak pabrik yang terencana dengan baik akan menentukan efisiensi dan juga menjaga kelangsungan kerja ataupun kesuksesan kerja pada industri. Peralatan dan desain produk yang baik tidak berarti jika perencanaan *layout* sembarangan. Karena aktifitas produksi suatu industri normalnya berlangsung lama dengan tata letak yang tidak selalu berubah-ubah, maka setiap kekeliruan yang dibuat dalam perencanaan tata letak akan menyebabkan kerugian bagi perusahaan (Zeki, 2014).

Salah satu cara dalam meningkatkan produktivitas sebuah pabrik manufaktur ialah memperbaiki tata letak fasilitas pada pabrik tersebut. Selain meningkatkan produktivitas, memperbaiki tata letak fasilitas akan meningkatkan efisiensi kerja pada proses produksi. Oleh sebab itu,

perencanaan tata letak harus dipikirkan secara tepat sesuai dengan kebutuhan proses produksi (R. D. Vaidya, 2013).

Berikut merupakan penyebab melakukan perancangan tata letak fasilitas (Winarno, 2015):

1. Perubahan rancangan produk yang mencolok dari produk lama, dikarenakan rancangan produk lama sudah tidak diminati pasar.
2. Adanya produk baru.
3. Adanya perubahan kapasitas produksi yang besar.
4. Sering terjadinya kecelakaan proses produksi.
5. Lingkungan kerja yang tidak memuaskan atau tidak sehat.
6. Pindahan tempat perusahaan atau konsentrasi terhadap pasar baru.
7. Penghematan biaya.

2.1.2 Tujuan Tata Letak Fasilitas

Tujuan dari tata letak pabrik pada dasarnya adalah mengatur area kerja dan segala fasilitas produksi yang paling ekonomis, paling aman, dan paling nyaman sehingga akan dapat menaikkan moral kerja dan performa dari pegawai. Berikut adalah keuntungan dari pengaturan tata letak yang sesuai (Wignjosoebroto, 2009):

- Menaikkan *output* produksi.
- Mengurangi waktu tunggu.
- Mengurangi proses pemindahan bahan.
- Membuat penggunaan area lebih efisien.
- Mengurangi *inventory-in-process*.
- Proses manufaktur yang lebih singkat.
- Mengurangi resiko bagi kesehatan dan keselamatan kerja dari pegawai.
- Memperbaiki moral dan kepuasan kerja.
- Mempermudah aktivitas pengawasan.
- Mengurangi faktor yang dapat mempengaruhi kualitas dari bahan baku maupun produk jadi.

2.1.3 Proses Perencanaan Fasilitas

Terdapat dua jenis jenis tata letak fasilitas pada pabrik, yaitu (Assauri, 2008):

A. *Process Layout*

Process Layout adalah penyusunan tata letak, dimana alat yang memiliki fungsi sama ditempatkan dalam bagian yang sama. Seperti, mesin-mesin dikumpulkan pada daerah yang sama. Mesin-mesin yang dikumpulkan pada daerah yang sama tidak dikhususkan untuk produk tertentu melainkan untuk digunakan berbagai jenis produk (Herjanto, 2007).

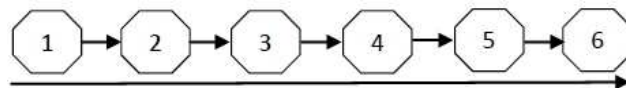
Pada jenis tata letak ini, semua mesin-mesin dan peralatan ditempatkan di dalam departemen yang sama. Pola seperti ini kebanyakan diterapkan pada perusahaan yang memiliki produksi berdasarkan *job order* atau *job shop*. Keuntungan dari pola *process layout*, antara lain (Assauri, 2008):

1. Agar investasi lebih rendah pada dalam penggunaan mesin-mesin.
2. Fleksibilitas dalam pelaksanaan produksi sangat tinggi,
3. Biaya produksi lebih rendah.
4. Kerusakan pada salah satu mesin tidak menimbulkan gangguan pada proses produksi keseluruhan.
5. Akan terbentuk spesialisasi dari para pengawas proses.

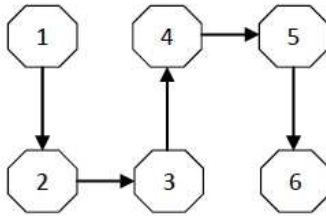
Namun *layout* ini juga memiliki kerugian, yaitu:

1. Masuknya order baru akan membuat antrian.
2. Biaya *material handling* dan biaya *material transportation* menjadi lebih tinggi.
3. Kebutuhan ruangan menjadi lebih besar.

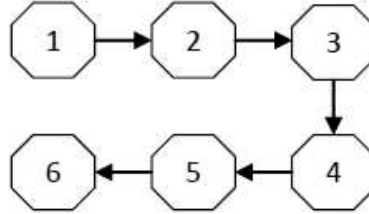
Dengan *layout* yang diatur menurut aliran produk, maka mesin dan fasilitas produksi dapat diatur berdasarkan prinsip “*machine after machine*”. Dengan menggunakan tata letak produk (*product layout*), maka fasilitas-fasilitas untuk proses produksi akan diletakkan berdasarkan garis aliran (*flow line*). Berikut adalah tipe-tipe garis aliran produk dari *process layout* (Assauri, 2008):



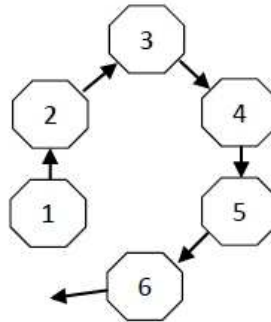
Gambar 2.1 *Straight Line*



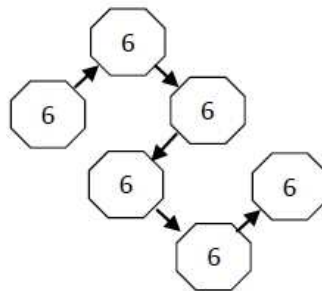
Gambar 2.2 Zig-Zag Line



Gambar 2.3 U-Shaped



Gambar 2.4 Circular



Gambar 2.5 Odd-Angle

B. Product Layout

Pola penyusunan tata letak yang berdasarkan atas urutan proses dari suatu kegiatan produksi. Tipe ini memiliki keuntungan sebagai berikut (Assauri, 2008):

1. Waktu penyelesaian tiap produk semakin singkat.
2. Kegiatan penanganan bahan lebih cepat.

3. Biaya penanganan bahan lebih murah.
4. Pengawasan proses produksi dapat disederhanakan.
5. Kegiatan pengawasan proses produksi menjadi lebih sedikit.
6. Kebutuhan bahan baku dapat direncanakan lebih cepat.

Sedangkan kekurangan dari tipe *product layout* ini adalah:

1. Jika terjadi kerusakan pada salah satu mesin, maka proses produksi menjadi terganggu.
2. Efisiensi dan produktifitas pekerja dapat menurun karena produksi yang monoton.
3. Membutuhkan investasi yang cukup tinggi untuk pengadaan mesin.
4. Membutuhkan biaya yang cukup besar jika terjadi perubahan karena sifatnya yang tidak fleksibel.
5. Tingkat produksinya sudah tetap.

2.1.4 Langkah – Langkah Perencanaan Tata Letak Fasilitas

Berikut adalah langkah-langkah yang diperlukan untuk penentuan tata letak fasilitas (Wulansari, 2010):

1. Analisa produk

Adalah aktivitas untuk menganalisa macam dari jumlah produk yang harus dibuat. Dalam langkah ini analisis akan didasarkan pada pertimbangan kelayakan teknis dan ekonomis.

2. Analisa proses

Adalah langkah untuk menganalisis macam dan urutan proses pengerjaan produksi/komponen yang akan dibuat. Dalam langkah analisa proses bisa juga ditetapkan alternatif-alternatif proses dan macam mesin atau peralatan produksi lainnya yang paling efektif dan efisien.

3. Analisa pasar

Pada analisa pasar akan mengidentifikasi macam dan jumlah produk yang dibutuhkan. Informasi tentang *volume* produk akan sangat penting dalam rangka menetapkan kapasitas produksi, yang pada gilirannya akan memberi keputusan tentang banyaknya mesin dan fasilitas produksi lainnya yang harus dipasang dan diatur tata letaknya.

4. Analisa jenis mesin, jumlah mesin dan luas area yang dibutuhkan

Dengan memperhatikan jumlah produk yang hendak dibuat, waktu standar untuk menghasilkan satu unit produk, jam kerja dan efisiensi mesin, maka jumlah mesin yang diperlukan dapat dikalkulasi. Selanjutnya adalah luas dari stasiun kerja dapat dipasang. Demikian juga perlu dianalisis kebutuhan area untuk jalan lintasan (*aisles*) agar proses pemindahan material dapat berlangsung lancar.

5. Pengembangan alternatif tata letak

Dari mesin-mesin atau fasilitas produksi yang telah dipilih macam atau jenis dan dihitung jumlah yang diperlukan. Hal selanjutnya adalah bagaimana cara mengatur tata letak dari pabrik. Dalam mengembangkan tata letak alternatif kemudian dipilih salah satu alternatif tata letak yang terbaik dengan mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

- Analisa ekonomi yang didasarkan pada macam tipe *layout* yang dipilih.
- Perencanaan pola aliran material yang harus bergerak pindah dari satu proses kerja ke proses kerja yang lain.
- Pertimbangan-pertimbangan yang bersangkutan paut dengan luas area yang tersedia, letak kolom bangunan, struktur organisasi, dan lain-lain.
- Analisa aliran material dengan memperhatikan *volume*, frekuensi dan jarak perpindahan material. Analisis kuantitatif maupun kualitatif perlu dilakukan untuk memperoleh tata letak mesin dan fasilitas produksi yang memberikan *total material handling costs* yang serendah-rendahnya.

6. Perancangan tata letak mesin dan pos produksi dalam pabrik.

Hasil dari analisis terhadap analisis *layout* digunakan sebagai dasar pengaturan fasilitas fisik dari pabrik yang terlibat dalam proses produksi baik secara langsung maupun tidak langsung. Penetapan pos kerja penunjang (kantor, *storage*, *personel facilities*, *parking area*, dan lain-lain) serta pengaturan tata letak departemen masing-masing akan dilaksanakan pada kebutuhan, struktur organisasi yang ada dan hubungannya.

2.1.5 Masalah Tata Letak Pabrik Pada Proses Manufaktur

Rancangan tata letak merupakan hal yang penting ketika merancang ulang, memperluas rancangan, dan merancang sistem manufaktur untuk

pertama kalinya. Rancangan manufaktur berbeda dengan rancangan kantor karena adanya perbedaan bobot dan faktor diantara pabrik maupun kantor. Pada rancangan proses manufaktur, rancangan dibuat untuk mengurangi biaya *material handling* dan menyediakan lingkungan kerja yang aman bagi para pegawainya, Masalah tata letak pada sistem manufaktur meliputi penentuan lokasi mesin, pos produksi, dan pos lainnya untuk mencapai tujuan sebagai berikut (Wignjosoebroto, 2009):

1. Meminimalkan biaya memindahkan barang mentah, *parts, tools, inventory work-in-process*, dan produk akhir antar pos.
2. Memfasilitasi alur dari proses produksi.
3. Meningkatkan moral pegawai.
4. Meminimalkan resiko cedera pegawai dan kerusakan properti.
5. Memberikan pengawasan dan komunikasi antarmuka.
6. Pos-pos yang terdapat di sistem manufaktur tidak hanya mesin dan pos kerja, tetapi terdapat juga ruang istirahat, *inspection station, clean room*.

2.2 Penentuan *Layout* Baru

2.2.1 VIP-PLANOPT

VIP-PLANOPT merupakan aplikasi yang dapat membuat simulasi tata letak yang optimal. VIP-PLANOPT memiliki keunggulan pada *user interface* yang baik dan membuat simulasi tata letak yang cukup optimal menggunakan algoritma termutakhir. Pada VIP-PLANOPT pos-pos kerja disebut sebagai modul dan pengguna dapat memperbaiki posisi dari modul-modul tersebut sehingga mendapatkan lokasi optimal. Bentuk dan ukuran dari modul bisa diatur menjadi *range* tertentu dengan mengatur *shape ratio parameter* yang tersedia di VIP-PLANOPT (Heragu, 2008).

Langkah-langkah pengoptimalan tata letak menggunakan VIP-PLANOPT adalah sebagai berikut:

- a. Sebelum memasukkan *input*, terlebih dahulu *save file* VIP-PLANOPT yang akan dikerjakan.
- b. Membuat departemen yang akan berada pada tata letak dengan memilih pilihan "*Attributes*" lalu "*Module Preference*" dan menentukan ukuran dari departemen tersebut. Klik "Ok" lalu "*Create Module*". Buatlah sesuai jumlah departemen yang dibutuhkan.

- c. Menentukan biaya dan modul aliran dengan memilih “*Show Full Matrix*” lalu masukkan biaya atau frekuensi aliran antar departemen.
- d. Menentukan *pick-up point* dan *drop-off point* (titik angkut dan titik menurunkan) dengan memilih “*PD Points*”.
- e. Memilih pilihan “*Rectilinear*” pada *Distance Norm* untuk parameter pengoptimalan.
- f. Menentukan besar batasan atau luas area yang akan mengakomodasi departemen-departemen dengan memilih “*Boundary Shape*” lalu memasukkan ukuran panjang dan lebar dari area lalu memilih “*Apply Keyboard Input*”.
- g. Memilih pilihan “*Optimize*” dan “*Analyze*” untuk melihat hasil pengoptimalan.

2.2.2 *Quantitative Flow Measurement*

Menghitung perpindahan antar departemen bertujuan untuk mendekatkan lokasi antar departemen yang memiliki angka perpindahan yang tinggi. Untuk mempertimbangkan jarak antar departemen, setiap pergerakan antar departemen perlu dihitung namun tetap memperhatikan area dari ruang yang tersedia, bentuk, dan kebutuhan lahan dari setiap departemen.

Terdapat 2 cara umum untuk menghitung pergerakan antar departemen yaitu (Heragu, 2008):

1. *From-to frequency of trips matrix*.
2. Matriks frekuensi perjalanan antar departemen.

From-to-Chart adalah suatu teknik konvensional biasa digunakan untuk merencanakan tata letak pabrik dan pemindahan bahan pada proses produksi. Teknik ini digunakan untuk kondisi ketika banyak barang mengalir melalui suatu area seperti *job shop*, bengkel, kantor, dan lain-lain. *From-to-chart* merupakan adaptasi dari “*Mileage Chart*” yang pada dasarnya dijumpai pada peta perjalanan (*road map*), angka-angka yang terdapat pada *From-to-chart* akan menunjukkan total dari berat beban yang harus dipindahkan, jarak perpindahan bahan, *volume* atau kombinasi-kombinasi dari faktor-faktor ini. (Wignjosoebroto, 2009)

Langkah-langkah membuat grafik *from-to-chart* sebagai berikut (Tompkins, 2010):

1. Buatlah daftar semua departemen baris dan seluruh kolom mengikuti pola aliran dari keseluruhan sistem.
2. Membuat ukuran aliran untuk fasilitas yang menunjukkan *volume* aliran.
3. Mengukur jalur aliran untuk barang yang akan dipindahkan dan pengukuran aliran, mencatat *volume* aliran dalam *from-to-chart*.

Pada proses *layout* memungkinkan pelanggan untuk menentukan urutan kegiatan pelayanan untuk memenuhi kebutuhan mereka sehingga akan memberi beberapa *degree of customization*. Proses *layout* juga memungkinkan agar layanan dapat disesuaikan dengan spesifikasi dari pelanggan dengan memberikan layanan yang bersifat lebih pribadi. Kemampuan untuk menyesuaikan layanan akan membutuhkan keterampilan yang lebih dari penyedia layanan, sehingga memiliki keleluasaan untuk personalisasi layanan untuk kebutuhan pelanggan (Fitzsimmons & Fitzsimmons, 2011).

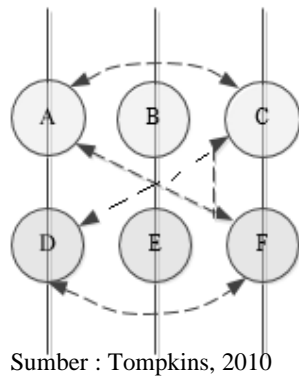
Berdasarkan perspektif dari penyedia layanan, aliran pelanggan akan terus berjalan, sehingga penyedia membutuhkan ruang tunggu di setiap departemen. Variabilitas permintaan di setiap departemen terjadi ketika pelanggan memilih urutan yang berbeda pada layanan dan menempatkan urutan yang berbeda pada layanan yang disediakan (Fitzsimmons & Fitzsimmons, 2011).

Tabel 2.1 *Flow Matrix*

	A	B	C	D	E	F
A		7	2	0	5	6
B	8		6	10	0	2
C	10	6		15	7	8
D	0	30	5		10	3
E	10	10	1	20		6
F	0	6	0	3	4	

Tabel 2.2 *Triangularized Matrix*

	A	B	C	D	E	F
A		15	3	0	15	6
B			1	40	10	8
C				20	8	8
D					30	6
E						10
F						



<i>Attraction Pairs</i>	<i>Flow Distance</i>
AC	30 x 2 = 60
AF	6 x 2 = 12
DC	20 x 2 = 40
DC	20 x 2 = 40
<u>DF</u>	<u>6 x 2 = 12</u>
Total	124

Gambar 2.6 Initial Layout

2.2.3 Menghitung Kecepatan Rata-Rata Perpindahan Barang

Jarak antar gang berbeda dari *metrics* lainnya karena jarak antar gang menggunakan jarak aktual yang dijelajahi melalui gang menggunakan alat *material handling*. Matriks bujur sangkar dapat dianggap sebagai jarak yang dilalui antar pos (Heragu, 2008).

Sedangkan untuk menghitung waktu perpindahan barang pada *layout* terbaru dapat diketahui dengan mencari kecepatan rata-rata dari perpindahan barang pada *layout* awal. Kecepatan rata-rata / *average speed* (s_{avg}) adalah cara lain untuk mendeskripsikan berapa cepat sebuah partikel bergerak. Sementara kelajuan rata-rata melibatkan pemindahan partikel (Δx), kecepatan rata-rata melibatkan total jarak yang ditempuh (contohnya, jumlah meter yang bergerak), terbebas dari arahan, yakni (Halliday, 2010):

$$s_{avg} = \frac{\text{jumlah jarak}}{\text{waktu}(\Delta t)}$$

Dikarenakan kecepatan rata-rata tidak melibatkan arah, hal itu menyebabkan kekurangan tanda aljabar. Terkadang s_{avg} itu sama (kecuali untuk ketiadaan tanda) seperti v_{avg} . Namun, dua hal tersebut bisa saja berbeda (Halliday, 2010).

2.3 Keselamatan Kerja

2.3.1 Emergency Exit

OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*) memiliki seperangkat standar pada pintu darurat untuk tempat kerja. Mereka harus

memenuhi kebutuhan akan keamanan publik di fasilitas dimana masyarakat umum dapat menggunakannya dengan mudah.

Set pertama peraturan adalah untuk rute keluar. Rute keluar harus merupakan bagian permanen dari pembangunan fasilitas pada konstruksi. Bahan dari rute darurat harus terbuat dari bahan tahan api. Rute darurat harus dibuat di beberapa lokasi agar tidak menimbulkan kemacetan lalu lintas ketika menuju keluar menggunakan pintu darurat. Dengan demikian, beberapa pintu keluar mungkin diperlukan untuk fasilitas yang lebih besar. Pintu darurat harus dapat dibuka dari dalam sehingga karyawan tidak perlu mencari kunci atau mencari instruksi khusus untuk menggunakan pintu keluar. Pintu darurat harus berengsel dari samping, diayunkan keluar, dan dapat menahan beban yang besar. Begitu berada di luar, petugas penanganan darurat tidak dihadapkan pada jalan buntu; Sebaliknya, rute harus mengarah ke area terbuka agar karyawan bisa mendapatkan jarak yang aman dari bangunan tersebut

Tanda keluar memiliki tinggi minimal 6 inci (15,2 cm) dengan huruf minimal 0,75 inci (1,9 cm). Bahan tahan api di jalan keluar harus dapat bertahan selama 1 jam di bangunan dengan lantai tiga atau lebih sedikit, dan selama 4 sampai 5 jam di bangunan yang lebih besar. Cat tahan api dan bahan kimia harus disegarkan secara berkala. Alarm harus ada dan beroperasi dengan benar dan karyawan di informasikan dan dilatih dalam prosedur evakuasi darurat (Guastello, 2014).

2.3.2 Aspek–Aspek Yang Diperhitungkan Dalam Merancang Tata Letak Pabrik

Fungsi utama dari bangunan adalah untuk memberikan perlindungan bagi manusia, mesin, produk, material, dan segala sesuatu yang dianggap rahasia dan hak milik pabrik. Meskipun tujuan utama dari bangunan pabrik adalah untuk memberikan perlindungan bagi fasilitas-fasilitas produksi yang ada, akan tetapi hal itu dapat juga memberikan pengaruh yang besar untuk perancangan *layout* pabrik yang bersangkutan secara lebih efektif (Wignjosoebroto, 2009).

2.3.3 Jalan Lintasan (*Aisle*)

Gang merupakan luas daerah yang digunakan untuk memfasilitasi perpindahan bahan. Gang yang lurus merupakan ciri-ciri tata letak yang baik

dan bertujuan untuk mempermudah perpindahan aliran bahan (Hadiguna, 2008).

Jalan lintasan dalam pabrik digunakan untuk berkomunikasi dan alur transportasi. Perencanaan jalan lintasan yang baik akan menentukan proses gerakan perpindahan dari personil, bahan, dan peralatan produksi dari satu lokasi ke lokasi yang lain. Maka dari itu, jalan lintasan di dalam pabrik dipergunakan untuk (Wignjosoebroto, 2009):

1. *Material handling*.
2. Perpindahan personil dari satu tempat ke tempat yang lain.
3. Pergerakan produk jadi dari pabrik.
4. Pembuangan limbah industri
5. Pemindahan alat-alat produksi untuk *maintenance*.
6. pergerakan pada saat kondisi darurat.

Jalan lintasan yang terlalu besar jika dibandingkan dengan luas pabrik akan menjadikan biaya pembuatan mahal dan tidak efisien sedangkan jika jalan lintasan sempit dan terlalu sedikit maka akan menimbulkan masalah kemacetan dalam proses pemindahan barang. Standar dari jalan lintasan pada pabrik yang direkomendasikan agar kemacetan pergerakan perpindahan material dan personil dapat terurai ialah sebagai berikut (Wignjosoebroto, 2009):

Tabel 2.3 Standar Lebar Jalan Lintasan yang Direkomendasikan Untuk Orang

Macam Lalu Lintas	Lebar beban/bahan yang melintas (m)	Lebar jalan lintasan (m)
Orang yang bergerak melintasi dalam dua arah	-	1,00
Truk pengirim barang dimana karyawan gudang bergerak mengelilingi truk .	0,75	1,50
Jalan lintasan satu arah yang dilewati <i>forklift trucks</i>	1,50	2,25
Jalan lintasan dua arah yang dilewati <i>forklift trucks</i>	3,00	4,50
Jalan lintasan dua arah yang dilewati <i>tractor-trailer trains</i>	3,00	4,50
Jalan lintasan dua arah yang dilewati <i>mobile crane</i> atau <i>trucks</i> besar	-	5,00

Sumber: Wignjosoebroto, 2009

Lebar beban (*load width*) yang diperuntukkan untuk jalan *material handling* harus disesuaikan dengan jenis alat *material handling* yang digunakan. Demikian juga, jalan gang (*aisle width*) secara keseluruhan harus

menyesuaikan lebar jalan lintasan personal atau operator yang akan beriringan (Wignjosoebroto, 2009).

Banyak solusi penanganan material melibatkan penggunaan semacam rak palet dan truk angkat industri. Kekurangan utama dari solusi ini adalah tata letak yang buruk dalam area rak. Fokus terhadap efisiensi ruang, banyak perencanaan tidak menyediakan ukuran gang untuk tipe kendaraan angkat. Gang yang terlalu sempit akan menyebabkan kerusakan barang, kerusakan kendaraan, dan cedera pada pegawai. Satu antarmuka antara tenaga kerja dan peralatan yang perlu mendapat perhatian khusus adalah penggunaan lorong oleh pejalan kaki dan truk angkat industri. Untuk fasilitas yang ideal adalah dengan memisahkan gang antara gang pejalan kaki dan gang pengangkut barang (Tompkins, 2010).

Tabel 2.4 Standar Lebar Jalan Lintasan yang Direkomendasikan Untuk Material Handling

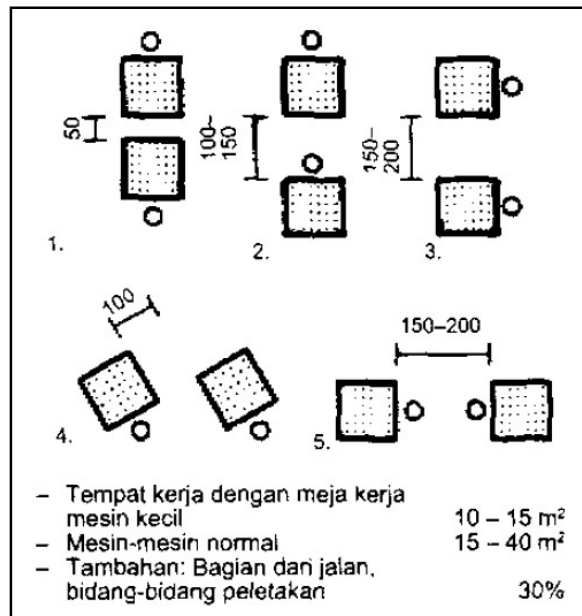
<i>Equipment Type</i>	<i>Pick Aisle (feet)</i>
<i>Tractor</i>	14
<i>Platform truck</i>	12
<i>Forklift</i>	12
<i>Narrow-aisle truck</i>	10
<i>Handlift (jack)</i>	8
<i>Four-wheel hand truck</i>	8
<i>Two-wheel hand truck</i>	6
<i>Manual</i>	5

Sumber: Tompkins, 2010

Jalan lintasan ditandai dengan jelas dan lurus, menggunakan sudut membulat atau diagonal pada titik putar. Jika jalan lintasan mengakomodasi perjalanan kendaraan, maka lebar jalan lintasan harus 3 *feet* lebih lebar daripada dua kali lebar kendaraan yang paling lebar. Ketika lalu lintas memiliki satu arah, maka lebar jalan lintasan setidaknya 2 *feet* lebih lebar daripada kendaraan yang paling lebar. Secara umum, jalan lintasan harus memiliki setidaknya pencahayaan 10 fc. Warna harus digunakan disepanjang lintasan untuk mengidentifikasi kondisi-kondisi yang memiliki potensi bahaya (Tompkins, 2010).

2.3.4 Jarak Antar Mesin dan Gang Gudang

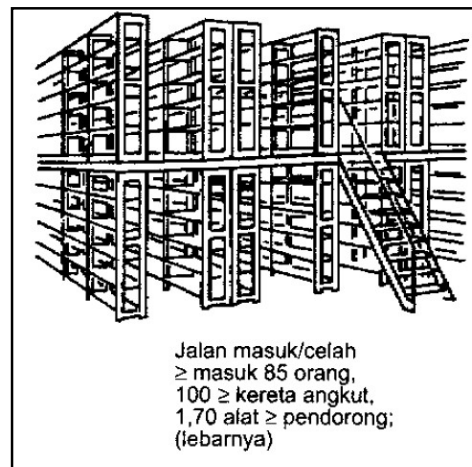
Jarak antar mesin dalam setiap pos memiliki jarak ideal, dan berikut merupakan jarak ideal antar mesin dengan berbagai macam penempatan operator mesin (Neufert, 2012):



Sumber: (Neufert, 2012)

Gambar 2.7 Jarak Ideal Antar Mesin

Gudang memiliki alat bantu yang digunakan untuk membantu pekerja mengambil atau memindahkan material dari atau ke gudang. Berikut merupakan jarak ideal antar rak penyimpanan di gudang (Neufert, 2012):



Sumber: (Neufert, 2012)

Gambar 2.8 Jarak Ideal Antar Rak Gudang

2.3.5 Alat Pemadam Api Ringan (APAR)

Alat pemadam api ringan (APAR) adalah alat pemadam api berbentuk tabung yang mudah dioperasikan oleh satu orang untuk pemadam api pada kebakaran tahap awal. APAR akan memisahkan rantai tiga unsur (sumber panas, udara, dan bahan bakar) sehingga kebakaran dapat dihentikan (Isnaini, 2009).

Alat pemadam api ringan terdiri menjadi dua tipe konstruksi, yaitu (Isnaini, 2009):

1. Tipe Tabung Gas (*Gas Container Type*)

Pemadam yang bahan pemadamnya di dorong keluar oleh gas bertekanan yang dilepas dari tabung gas.

2. Tipe Tabung Bertekanan Tetap (*Stored Pressure Type*)

Pemadam tanpa bahan kimia aktif atau udara kering yang disimpan bersama dengan tepung pemadamnya dalam keadaan bertekanan.

2.3.6 Safety Sign

2.3.6.1 Pengertian Safety Sign

Safety sign merupakan tanda atau informasi yang bersifat himbauan, peringatan, maupun larangan. Ditujukan untuk mengendalikan, mengatur, dan melindungi publik (Tinarbuko, 2008).

Menurut OSHA, *sign* adalah peringatan bahaya yang bersifat sementara atau permanen ditempelkan atau ditempatkan di lokasi yang terdapat resiko bahaya didalamnya (Lestari, 2015).



Sumber: (Isafetysign, 2017)

Gambar 2.9 Contoh Safety Sign

2.3.6.2 Manfaat *Safety Sign*

Safety sign bermanfaat untuk membantu melindungi kesehatan dan keselamatan para karyawan maupun pengunjung di tempat kerja. *Safety sign* berguna untuk (Lestari, 2015):

1. Menarik perhatian tentang bahaya kesehatan dan keselamatan kerja.
2. Menunjukkan adanya potensi bahaya yang tidak terlihat.
3. Menyediakan informasi dan memberikan pengarahannya akan potensi bahaya.
4. Mengingatkan akan pemakaian alat pelindung diri.
5. Mengindikasikan letak peralatan darurat keselamatan.
6. Memberikan peringatan waspada terhadap tindakan atau perilaku yang tidak diperbolehkan.

2.3.6.3 Kriteria *Safety Sign*

Safety sign yang baik harus memiliki kriteria-kriteria sebagai berikut (Tinarbuko, 2008):

1. Mudah dilihat
Penempatan sign harus dipikirkan secara tepat sehingga orang-orang dapat melihatnya dengan jelas.
2. Mudah dibaca
Bentuk huruf atau tipografi yang digunakan harus jelas sehingga mudah dibaca.
3. Mudah dimengerti
Bentuk penulisan yang tertera pada *sign* harus dapat dipahami meskipun dengan tulisan yang singkat dan padat.
4. Dapat dipercaya
Kebenaran informasi yang ada dapat dipercaya dan tidak membuat pembaca dapat mengikuti arahan dengan tepat.

