

2. LANDASAN TEORI

2.1 Gudang

Gudang merupakan tempat yang biasa digunakan untuk menyimpan barang dagangan baik barang mentah, barang setengah jadi, maupun barang jadi. Selain itu, gudang juga merupakan suatu tempat yang digunakan untuk menyimpan barang baik yang berupa *raw material*, barang *work in process* atau *finished good*. Dari kata gudang maka didapatkan istilah pergudangan yang berarti merupakan suatu kegiatan yang berkaitan dengan gudang.

Pemilihan lokasi gudang perlu dipertimbangkan dengan memperhatikan akses jalan yang strategis untuk menuju ke lokasi dengan mempertimbangkan aspek diantaranya tentukan rencana cakupan jangka panjang, profil kebutuhan gudang, transportasi atau akomodasi sekitar, jauh dari area rawan bencana, kondisi jalan menuju gudang, memiliki peralatan yang cukup untuk menunjang aktivitas gudang, dan kebutuhan dasar tersedia. Hal tersebut sangat penting, karena pendistribusian barang akan menjadi mudah dan aman. Hindari lokasi gudang yang dapat menghambat jalannya distribusi dan transportasi, contohnya dekat bandara, jalan tol, pelabuhan, dan sebagainya.

2.1.1 Tujuan gudang

Operasional perusahaan dapat terbantu apabila pelaku usaha memanfaatkan gudang sebagai fasilitas yang memiliki tujuan (Basuki, 2016) :

1. Kebutuhan produksi, untuk memenuhi kebutuhan produksi penyimpanan barang di dalam gudang perlu diatur atau dikelompokkan berdasarkan sifat, waktu, jenis, dan bentuk;
2. Pengurangan biaya transportasi dan produksi, gudang yang digunakan dapat disesuaikan dengan kebutuhan, pelaku usaha dapat memanfaatkan kapasitas ruangan dengan membeli bahan baku skala besar sehingga biaya transportasi jauh lebih murah
3. Tempat koordinasi antara penawaran dan permintaan, ketika jumlah permintaan di pasar naik tempat penyimpanan barang saat produksi meningkat adalah gudang, sehingga barang-barang yang memiliki stok banyak tidak tercecer dan hilang; dan
4. Kebutuhan pasar, permintaan barang yang dibutuhkan konsumen perlu diatur di dalam gudang, sehingga proses distribusi barang selalu berjalan dengan lancar.

2.1.2 Fungsi gudang

Fungsi utama dari sebuah gudang adalah sebagai tempat untuk menyimpan barang, baik bahan baku maupun barang jadi, dan sebagai tempat untuk pengelolaan barang. Menurut Richard (2011), masih ada beberapa fungsi gudang yang diantaranya:

1. Tempat penerimaan, proses penerimaan bahan baku/material yang dipesan oleh perusahaan yang dikirim oleh *supplier* akan masuk ke dalam gudang terlebih dahulu, kemudian akan diproses di rantai produksi sesuai kebutuhan;
2. Tempat persediaan, berguna untuk menjamin permintaan konsumen dapat terpenuhi, melihat dari segi kualitas barang yang perlu dijaga sebaik mungkin saat di simpan dalam gudang;
3. Penyisihan, sering disebut *put away* adalah kegiatan meletakkan barang ke lokasi penyimpanan, lokasi yang diperuntukkan tempat penyisihan barang adalah gudang;
4. Pengambilan pesanan, pengambilan pesanan atau dikenal sebagai *picking* adalah proses pengambilan barang sesuai dengan kebutuhan yang di order oleh konsumen;
5. Tempat pengepakan, di dalam gudang dapat digunakan sebagai tempat pengepakan atau *packing* sesuai dengan permintaan barang yang akan didistribusikan;
6. Tempat sortir barang/material, proses pengambilan *batch* menjadi pesanan individu sering terjadi apabila perusahaan mendapatkan jumlah barang yang dikeluarkan dalam jumlah satuan, sehingga perlu adanya proses sortir terhadap variasi barang dalam jumlah besar; dan
7. Pengepakan dan Pengiriman, proses ini dapat dilakukan di dalam gudang mulai dari barang pemeriksaan barang keluar dari tempat penyimpanan hingga barang masuk ke dalam *container* dan terjadi proses pengiriman.

2.1.3 Metode penyimpanan barang di gudang

Metode penyimpanan barang di gudang adalah sebuah cara atau sistem untuk menempatkan barang di gudang dalam kondisi menunggu proses selanjutnya. Barang disesuaikan dengan karakteristiknya selama berada pada waktu tunggu tertentu di gudang. Menurut Basuki (2016), Penyimpanan barang dilakukan berdasarkan jenis, kondisi atau karakter barang.

- **Metode *Dedicated Storage***

Cara menyimpan barang di gudang yang pertama adalah metode *dedicated storage* atau dikenal juga dengan *fixed location*. Metode penyimpanan barang di gudang ini berarti setiap produk memiliki tempat atau lokasi yang tetap dalam penyimpanan di gudang. Lokasi tidak bisa diubah atau digunakan oleh produk jenis lain walaupun ada tempat kosong.

- **Metode *Randomized Storage***

Metode *randomized storage* atau *floating lot storage* merupakan kebalikan dari metode *dedicated storage*. Metode ini mengindikasikan bahwa penyimpanan di gudang dapat dilakukan dengan cara acak. Barang mungkin mengalami perpindahan lokasi penyimpanan. Penyimpanan juga bisa dilakukan di sembarang tempat yang memungkinkan.

- **Metode *Class-based Storage***

Class based storage merupakan metode gabungan antara *dedicated storage* dan *randomized storage*. Metode *class based storage* yaitu mengatur lokasi penyimpanan barang di gudang dengan lebih fleksibel namun tetap rapi.

- **Metode *Shared Storage***

Metode shared storage merupakan metode penyimpanan barang di gudang yang berfungsi untuk mengurangi kebutuhan ruang penyimpanan barang. Selain itu, metode ini juga mengutamakan keuntungan dari perbedaan waktu penyimpanan barang di gudang.

2.2 Tata Letak Fasilitas

Menurut Hadiguna (2008), Tata letak fasilitas adalah pengaturan berbagai aspek manufaktur dengan cara yang tepat untuk mencapai hasil produksi yang diinginkan. Tata letak fasilitas mempertimbangkan ruang yang tersedia, produk akhir, keselamatan pengguna dan fasilitas serta kenyamanan operasi.

Tata letak fasilitas yang efektif memastikan bahwa ada aliran bahan produksi, peralatan, dan tenaga kerja yang lancar dan stabil dengan biaya minimum. Tata letak fasilitas melihat alokasi fisik ruang untuk kegiatan ekonomi di pabrik. Oleh karena itu, tujuan utama dari perencanaan tata letak fasilitas adalah untuk merancang alur kerja yang efektif untuk membuat peralatan dan pekerja lebih produktif.

2.2.1 Tujuan Tata Letak Fasilitas

Tata letak fasilitas harus mampu memberikan hubungan yang baik antara bahan baku, peralatan, tenaga kerja, hingga barang jadi dengan biaya seminimal mungkin di bawah lingkungan yang aman dan nyaman. Tata letak fasilitas yang bagus dan efisien dapat mencakup tujuan berikut:

- Menyediakan ruang yang optimal untuk mengatur peralatan
- Menciptakan lingkungan kerja yang aman dan nyaman.
- Untuk mengurangi pergerakan pekerja, bahan baku dan peralatan

- Untuk mempromosikan keselamatan pabrik serta pekerjanya
- Untuk memfasilitasi perluasan atau perubahan tata letak untuk mengakomodasi lini produk baru atau peningkatan teknologi
- Meningkatkan kapasitas produksi organisasi

2.2.2 2-opt

2-OPT *algorithm* bertujuan untuk memperbaiki tata letak fasilitas dengan cara menukar tata letak dari 2 fasilitas. Metode 2-OPT tidak mepedulikan jarak dan dimensi mesin dalam penyusunan *layout*. Jarak antar fasilitas dan dimensi mesin baru dipedulikan ketika bentuk dan pola sudah didapatkan. Langkah-langkah untuk melakukan 2-OPT *algorithm* (Heragu, 2016), yaitu:

1. S adalah solusi awal yang disediakan user. Z merupakan nilai OFV. Menetapkan $i=1$; $j=i+1=2$.
2. Melakukan pertukaran antara posisi departemen i dan j di solusi S. Jika hasil pertukaran pada solusi baru S' memiliki nilai OFV $z' < z$, maka tetapkan $z^*=z'$ dan $S^*=S'$. Jika $j < mn$, maka $j=j+1$; jika tidak, maka $i = i+1$, $j=i+1$. Jika $i < mn$, ulangi langkah 2; jika tidak, lanjut langkah 3.
3. Jika $S=S^*$, maka $S^*=S$ $i=1$, $j=i+1=2$ dan lakukan langkah 2. Jika tidak, pilih S* adalah solusi terbaik dan berhenti melakukan perhitungan.

2.3 Ukuran Jarak

Pada metode perhitungan jarak terdapat beberapa metode yang digunakan untuk melakukan pengukuran jarak dari suatu lokasi ke lokasi lainnya, diantaranya adalah *Euclidean distance* dan *Rectilinear distance*. Ukuran jarak yang digunakan tergantung pada waktu pengumpulan data, jenis – jenis system pemindahan material yang digunakan, dan adanya personil yang sudah memenuhi syarat atau belum.

2.3.1 Jarak Euclidean

Jarak *Euclidean* adalah jarak yang diukur lurus antar pusat fasilitas satu dengan pusat fasilitas yang lain (Nishom, 2020). Pengukuran dengan jarak *Euclidean* sering digunakan pada berbagai bidang seperti statistik, ilmu komputer, statistik *machine learning*, dan sebagainya. Contoh penggunaan jarak *Euclidean* adalah pada perhitungan *nearest neighbors* yang digunakan dalam *machine learning* untuk menemukan titik terdekat pada suatu lokasi.

Formula yang digunakan untuk menentukan jarak *Euclidean* pada fasilitas satu dengan fasilitas yang lain adalah sebagai berikut :

$$d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

2.3.2 Jarak *Rectilinear*

Jarak *Rectilinear* atau yang biasa juga disebut sebagai jarak *Manhattan* merupakan jarak yang diukur berdasarkan garis tegak lurus (Nishom,2020). Jarak *Rectilinear* juga disebut sebagai jarak Manhattan dikarenakan jalan – jalan di kota *Manhattan* yang berbentuk *grid* dan saling tegak lurus pada setiap jalannya. Pengukuran jaran dengan metode *Rectilinear* lebih sering digunakan karena cara perhitungannya yang mudah dan lebih mudah dimengerti. Sebagai contoh untuk menentukan jarak antar fasilitas hanya dapat dilakukan dengan tegak lurus.

Formula yang digunakan untuk menentukan jarak *Rectilinear* pada fasilitas satu dengan fasilitas yang lain adalah sebagai berikut (Nishom, 2019) :

$$d(x, y) = \sum_{i=1}^n |x_i - y_i|$$

2.4 Waktu baku

Waktu baku merupakan total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu aktifitas pekerjaan dengan nilai *allowance* yang diberikan (Sari & Darmawan, 2020). Suatu aktivitas sebisa mungkin dilakukan oleh seseorang yang profesional dalam bidangnya untuk didapatkan waktu standar secara umum. Proses perhitungan waktu baku memerlukan dua waktu, yaitu waktu siklus dan waktu normal. Waktu siklus berupa rata rata dari total waktu pengamatan terhadap untuk menyelesaikan aktivitasnya sedangkan waktu normal merupakan waktu yang didapat dengan mempertimbangkan nilai *performance rating* dari suatu aktivitas. Perhitungan waktu baku diperoleh dengan menggunakan rumus berikut. (Sutalaksana, 2006)

1. Waktu Siklus (WS)

Waktu siklus merupakan waktu rata rata yang diperoleh dengan melakukan pengamatan secara langsung. Waktu siklus dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$WS = \frac{\sum xi}{n}$$

$\sum xi$ = rata rata waktu pengamatan

N = Jumlah pengamatan

2. Waktu Normal (WN)

Waktu normal merupakan suatu waktu yang diperlukan operator dengan mempertimbangkan nilai dari *performance rating*. Cara perhitungan waktu normal adalah dengan mengetahui nilai waktu sisklus dan *performance rating*. perhitungan waktu normal dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut.

$$WN = WS \times P$$

WS = waktu siklus

P = *Performance rating*

3. Waktu Baku (WB)

Waktu baku merupakan waktu yang diperlukan operator untuk menyelesaikan suatu aktivitas dalam kondisi yang normal. Perhitungan waktu baku dilakukan untuk menyelesaikan suatu aktivitas yang mempertimbangkan nilai *performance rating* dan *allowance* dengan rumus sebagai berikut :

$$WB = WN \times (1 + A)$$

WN = Waktu normal

A = *Nilai allowance (%)*

2.4.1. *Performance rating*

Performance rating merupakan sebuah penilaian pada kecepatan dan performa operator dalam menjalankan pekerjaannya. Nilai *performance rating* bisa digunakan untuk perhitungan waktu normal dan waktu baku. Metode yang biasa digunakan untuk menentukan nilai *performance rating* adalah metode *westinghouse*.

Tabel 2.1

Tabel *Performance Rating* dengan metode *westinghouse*

SKILL			EFFORT		
+ 0.15	A1	Super skill	+ 0.13	A1	Super skill
+ 0.13	A2		+ 0.12	A2	
+ 0.11	B1	Excellent	+ 0.1	B1	Excellent
+ 0.08	B2		+ 0.08	B2	
+ 0.06	C1	Good	+ 0.05	C1	Good
+ 0.03	C2		+ 0.02	C2	
0.00	D	Average	0.00	D	Average
- 0.05	E1	Fair	- 0.04	E1	Fair
- 0.10	E2		- 0.08	E2	
- 0.16	F1	Poor	- 0.12	F1	Poor
- 0.22	F2		- 0.17	F2	
CONDITION			CONSISTENCY		
+ 0.06	A	Ideal	+ 0.04	A	Ideal
+ 0.04	B	Excellent	+ 0.03	B	Excellent
+ 0.02	C	Good	+ 0.01	C	Good
0.00	D	Average	0.00	D	Average
- 0.03	E	Fair	- 0.02	E	Fair
- 0.07	F	Poor	- 0.04	F	Poor

Sumber: Andris Freivalds, B. W. (2014). *Niebel's methods, standards, and work design*. McGraw-Hill.

2.4.2. Allowance

Nilai *allowance* biasa digunakan untuk memberikan kelonggaran kepada operator pada saat melakukan prosedur kerja. Nilai *allowance* bisa digunakan untuk perhitungan waktu baku. Untuk mengetahui nilai *allowance*, maka dapat didapatkan dengan melakukan wawancara dengan operator dan manajemen perusahaan.

Tabel 2.2

Tabel *Allowance*

KELONGGARAN TETAP	%
a. Kelonggaran pribadi	5
b. Kelonggaran kelelahan dasar	4
KELONGGARAN TIDAK TETAP	%
c. Kelonggaran berdiri	2
d. Kelonggaran posisi tidak normal	
1) Cukup kaku	0
2) Kaku	2
3) Sangat kaku	7
e. Memakai tenaga atau energi otot (mengangkat, menarik, mendorong)	
Berat beban yang diangkat saat bekerja	
5lb = 2,5 kg	0
10lb = 5 kg	1
15lb = 7,5 kg	2
20lb = 10 kg	3
25lb = 12,5 kg	4

Lanjutan Tabel 2.2

KELONGGARAN TIDAK TETAP	%
30lb = 15 kg	5
35lb = 17,5 kg	7
40lb = 20 kg	9
45lb = 22,5 kg	11
50lb = 25 kg	13
60lb = 30 kg	17
70lb = 35 kg	22
f. Cahaya tidak bagus	
1) Sedikit dibawah rekomendasi	0
2) Jauh dibawah rekomendasi	2
3) Benar-benar tidak cukup	5
g. Kondisi udara (panas dan kelembaban)-variabel	0-10
h. Tingkat perhatian	
1) Cukup/sedang	0
2) Teliti	2
3) Sangat teliti	5
i. Tingkat kebisingan	
1) Berkelanjutan	0
2) Terputus-putus keras	2
3) Terputus-putus sangat keras	5
4) Nada tinggi keras	5
j. Ketegangan mental	
1) Proses yang cukup rumit	1
2) Rumit atau butuh perhatian yang serius	4
3) Sangat Rumit	8
k. Monoton	
1) Rendah	0
2) Sedang	1
3) Tinggi	4
l. Kebosanan	
1) Agak membosankan	0
2) Bosan	2
3) Sangat bosan	5

Sumber: Andris Freivalds, B. W. (2014). *Niebel's methods, standards, and work design*. McGraw-Hill.