

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan tentang landasan teori dan acuan yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan penelitian. Tinjauan pustaka digunakan sebagai pedoman agar pelaksanaan penelitian dapat terfokus pada tujuan yang ingin dihasilkan.

2.1 Penelitian Terdahulu

Ada beberapa penelitian yang sebelumnya yang berkaitan dengan perbaikan tata letak fasilitas gudang penyimpanan:

1. Setiadji (2010). Penelitian dilakukan di PT “X” yang merupakan perusahaan produsen dan distributor *plastics container*. Kondisi gudang di perusahaan tersebut telah padat. Hal ini mempengaruhi kinerja operasional, terutama kecepatan peletakan, pencarian, dan pengambilan barang. Selain itu, penyimpanan barang yang masih secara *block stacking* berpotensi terhadap kerusakan barang. Metode yang digunakan adalah perancangan ulang gudang yang mencakup *layout* dan *racking system*. Hasil dari penelitian ini diperoleh peningkatan kapasitas dan produktivitas gudang pada *layout* usulan. Peningkatan kapasitas ditunjukkan dengan bertambahnya jumlah produk yang dapat disimpan, sedangkan peningkatan produktivitas diperoleh dengan meningkatnya kecepatan aliran produk.
2. Harahap (2011). Penelitian dilakukan di gudang penyimpanan *pattern* di PT Asia Raya Foundy, yang merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri pengecoran logam dengan memproduksi berbagai *sparepart* industri. Permasalahan yang dihadapi di gudang *pattern* diantaranya adalah penyimpanan *pattern* yang tidak teratur, yang mengakibatkan terjadinya penumpukan *pattern* dan penempatan *pattern* yang acak mengakibatkan kesulitan dalam melakukan pengambilan. Sempitnya gang untuk pergerakan operator dan kurangnya jumlah *slot* penyimpanan juga menjadi masalah di gudang. Penelitian ini memberi usulan perbaikan tata letak gudang *pattern* dengan menggunakan metode *dedicated storage* dan merancang kebutuhan *slot* penyimpanan *pattern*. Hasil dari penelitian ini diperoleh jumlah *slot* penyimpanan yang dibutuhkan sebanyak 152 *slot* dengan *slot* disusun 4 tingkat. Luas lantai yang diperlukan adalah sebesar 85,5 m², lebar gang sebesar 1,8 m dan jarak perjalanan total terkecil adalah 805,569 m pada alternatif *layout*.

- Abdullah (2009). Penelitian dilakukan di gudang produk jadi pada PT. Cahaya Kawi Ultra Polyintraco (PT. CAKUP), yang merupakan pabrik yang memproduksi *spring bed* dengan merk dagang *Big Land*. Permasalahan yang sering dihadapi oleh perusahaan adalah aliran produk jadi yang masuk dan keluar dari gudang produk jadi tidak terkoordinasi dengan baik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kebutuhan luas area gudang produk jadi dan merancang tata letak usulan gudang produk jadi, yang dapat mempermudah proses penyimpanan dan penarikan barang dari gudang produk jadi dengan menggunakan metode *dedicated storage*. Dari hasil penelitian ini diperoleh kebutuhan area penyimpanan pada gudang produk jadi sebesar 1.090,49 m², sedangkan area yang tersedia sebesar 2.016 m². Maka didapatkan penghematan sebesar 45,91% dari area yang tersedia.

Tabel 2.1 berikut merupakan tabel perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian ini:

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Saat ini.

	Setiadji (2010)	Harahap (2011)	Abdullah (2009)	Penelitian ini (2013)
Objek Penelitian	Gudang penyimpanan produk jadi PT. X	Gudang penyimpanan <i>pattern</i> di PT Asia raya Foundy	Gudang produk jadi pada PT. Cahaya Kawi Ultra Polyintraco (PT. CAKUP)	Gudang produk jadi PT. Tiara Kurnia Malang
Metode	Perancangan <i>layout</i> gudang, <i>Racking System</i>	<i>Dedicated storage</i>	<i>Dedicated storage</i>	Perancangan tata letak gudang, <i>Pallet Racking System</i> , Pengendalian barang gudang
Hasil Penelitian	Peningkatan kapasitas produk yang dapat disimpan dan peningkatan produktivitas dengan meningkatnya kecepatan aliran produk.	Penentuan jumlah <i>slot</i> sebanyak 152 <i>slot</i> dengan 4 tingkat, luas lantai penyimpanan sebesar 85,5 m ² dan jarak perjalanan total sebesar 805,569m	Pengurangan kebutuhan area penyimpanan menjadi sebesar 1.090,49 m ² atau penghematan sebesar 45,91% dari area semula.	Penentuan prosedur pengendalian barang dari hasil rancangan tata letak dan <i>Pallet Racking System</i> .

2.2 Gudang

2.2.1 Definisi Gudang

Gudang dapat didefinisikan sebagai tempat yang dibebani tugas untuk menyimpan barang yang akan dipergunakan dalam produksi sampai barang diminta sesuai dengan jadwal produksi. Menurut Purnomo (2004), gudang adalah tempat menyimpan barang baik bahan baku yang akan dilakukan proses manufaktur, maupun barang jadi yang siap dipasarkan.

2.2.2 Fungsi Gudang

Gudang sebagai tempat penyimpanan produk untuk memenuhi permintaan pelanggan secara cepat mempunyai beberapa fungsi di antara penerimaan dan pengiriman produk. Fungsi-fungsi pokok gudang sebagai berikut:

1. *Receiving* (penerimaan) dan *shipping* (pengiriman).
2. *Identifying and sorting* (pengidentifikasian dan penyaringan).
3. *Dispatching* ke penyimpanan.
4. *Picking the order* (pemilihan pesanan).
5. *Storing* (penyimpanan).
6. *Assembling the order* (perakitan pesanan).
7. *Packaging* (pengepakan).
8. *Dispatching the shipment*.
9. *Maintaining record* (perawatan produk).

2.2.3 Karakteristik Gudang

Pada suatu pabrik, kita dapat membedakan macam gudang menurut karakteristik material yang akan disimpan, yaitu:

1. Penyimpanan bahan baku.

Gudang yang menyimpan setiap material yang dibutuhkan atau digunakan untuk proses produksi. Lokasi gudang umumnya berada di dalam bangunan pabrik. Beberapa jenis barang tertentu bisa pula diletakkan di luar bangunan pabrik, sehingga perusahaan dapat menghemat biaya gudang karena tidak memerlukan bangunan khusus untuk itu. Gudang demikian disebut pula *stockroom* karena fungsinya untuk menyimpan stok untuk kebutuhan tertentu.

2. Penyimpanan barang setengah jadi.

Dalam industri manufaktur, terkadang benda kerja harus melalui beberapa macam operasi dalam pengerjaannya. Prosedur demikian sering pula harus terhenti karena

dari satu operasi ke operasi berikutnya waktu pengerjaan yang dibutuhkan tidaklah sama. Akibatnya, barang atau material harus menunggu sampai mesin atau operator berikutnya siap mengerjakannya.

3. Penyimpanan produk jadi

Gudang ini disebut pula gudang dengan fungsi yang menyimpan produk-produk yang telah selesai dikerjakan.

2.3 Tata letak Penyimpanan

2.3.1 Konsep Tata Letak Penyimpanan

Tata letak penyimpanan merupakan bagian dari sistem manajemen pergudangan. Tata letak yang baik akan membuat sistem pergudangan berjalan dengan efisien. Menurut Hadiguna dan Setiawan (2008), tujuan diadakannya perencanaan tata letak gudang penyimpanan antara lain:

1. Utilitas luas lantai secara efektif.
2. Menyediakan pemindahan bahan yang efisien.
3. Meminimalisasi biaya penyimpanan saat menyediakan tingkat pelayanan.
4. Mencapai fleksibilitas maksimum.
5. Menyediakan *housekeeping* yang baik.

2.3.2 Metode Perancangan *Layout* Gudang

Menurut Tompkins dan Smith (1990), metode perancangan *layout* gudang terdiri dari dua langkah:

1. Membangkitkan alternatif *layout* gudang.
2. Mengevaluasi tiap alternatif terhadap kriteria tertentu untuk mengidentifikasi *layout* yang terbaik.

2.3.2.1 Pembangkitan Alternatif *layout* Gudang

Pembangkitan *layout* gudang alternatif dapat dilakukan dengan mengikuti prosedur berikut (Tompkins dan Smith, 1990):

1. Mengidentifikasi lokasi obyek tetap di gudang.

Beberapa obyek di gudang dapat diletakkan hanya pada tempat tertentu dan dengan pengaturan tertentu. Obyek ini harus diidentifikasi dan ditempatkan di alternatif *layout* terlebih dahulu, sebelum obyek lain yang lebih fleksibel ditempatkan.

2. Menentukan lokasi penerimaan dan pengiriman barang.

Penentuan lokasi penerimaan dan pengiriman barang menjadi salah satu hal yang

penting. Penerimaan dan pengiriman adalah area dengan tingkat aktivitas tinggi dan harus ditempatkan sehingga dapat memaksimalkan produktivitas, meningkatkan aliran material.

3. Menetapkan sistem penyimpanan, perlengkapan penyimpanan dan *aisles* yang dibutuhkan.

Menetapkan sistem penyimpanan dan peralatan yang akan digunakan akan banyak mempengaruhi pengaturan dari *layout* penyimpanan dan *aisles* yang dibutuhkan.

4. Menempatkan barang yang akan disimpan di lokasi penyimpanan.

Langkah berikut dalam pembangkitan *layout* alternatif memastikan bahwa *allowance* penyimpanan telah sesuai dengan keseluruhan item yang akan disimpan.

5. Mengulang langkah satu sampai empat untuk pembangkitan alternatif lainnya.

Pengulangan proses pembangkitan *layout* alternatif agar didapatkan tambahan alternatif *layout* bila dibutuhkan.

2.3.2.2 Mengevaluasi Alternatif *Layout*

Beberapa prinsip *layout* gudang hadir sebagai pedoman dalam mengembangkan *layout* gudang. Tiap alternatif *layout* harus dievaluasi terhadap prinsip gudang yang ditetapkan. Perencanaan harus memadukan beberapa prinsip mengenai gudang. Prinsip yang berhubungan tersebut adalah (Tompkins dan Smith, 1990):

1. *Popularity*

Popularity merupakan prinsip meletakkan item yang memiliki *accessibility* terbesar di dekat titik I/O (titik *Input-Output*) tertentu. *Popularity* menggunakan suatu rasio R/S atau S/R dengan S adalah *Shipping* dan R adalah *Receiving*. Apabila rasio R/S suatu item terbesar, maka item didekatkan dengan titik I/O dan sebaliknya.

2. *Similarity*

Similarity merupakan prinsip meletakkan item yang memiliki kemiripan, yaitu item yang diterima dan dikirim bersama harus disimpan bersama-sama pula.

3. *Size*

Size yaitu prinsip menyimpan barang berdasarkan kesamaan ukuran. Prinsip ini menyarankan untuk barang yang lebih berat, besar dan susah untuk dinangani harus diletakkan dekat dengan titik I/O.

4. *Characteristic*

Karakteristik material yang disimpan seringkali berlawanan penyimpanan dan penanganannya dengan metode *similarity*, *popularity*, dan ukuran. Beberapa karakteristik material diantaranya material mudah rusak, bentuk unik, item mudah hancur, material berbahaya, keamanan material, maupun *compability*.

5. *Space Utilitation*

Perencanaan penyimpanan meliputi pula menentukan kebutuhan luas lantai untuk penyimpanan barang. Walau demikian, saat mempertimbangkan prinsip-prinsip *popularity*, *similarity*, *size* dan *charachteristic*, tata letak harus dibangun sedemikian rupa sehingga dapat memaksimalkan utilitas luas lantai dan tingkat pelayanan yang disediakan. Beberapa faktor yang harus dipertimbangkan ketika membangun sebuah tata letak antara lain:

a. Konservasi luas lantai

Konservasi luas lantai menyangkut memaksimalkan konsentrasi dan utilisasi kubik dan meminimalisasi *honeycombing*. Memaksimalkan konsentrasi luas lantai akan menambah fleksibilitas dan kemampuan menangani penerimaan barang dalam jumlah banyak.

b. Keterbatasan luas lantai

Utilisasi luas lantai akan terbatas pada tiang penyangga, *sprinkler* dan tinggi langit-langit, beban lantai, tiang dan rangka, serta tinggi penumpukan material yang aman.

c. *Accessibility*

Kelebihan muatan dalam utilisasi luas lantai akan mengakibatkan *accessibility* material yang jelek. Kita harus merencanakan jarak gang agar cukup luas untuk penanganan material yang efisien dan menempatkannya sedemikian rupa sehingga tiap sisi depan daerah penyimpanan memiliki jalur gang.

Menurut Mulcahy (1994), prinsip gudang dapat dibagi berdasarkan rotasi produk, yang terdiri dari:

1. Rotasi produk FIFO (*First In First Out*).

Dalam rotasi produk FIFO, barang yang diterima pertama di gudang adalah yang akan dikirim pertama keluar gudang. Ini mengindikasikan bahwa produk tersebut mempunyai batas waktu.

2. Rotasi produk LIFO (*Last In Last Out*).

Dalam rotasi produk LIFO, barang yang terakhir diterima di gudang adalah barang yang keluar pertama dari gudang. Jenis produk yang menggunakan prinsip ini tidak mempunyai batas waktu.

2.4 Sistem Gudang

2.4.1 *Ground Store*

Barang disimpan atau ditumpuk langsung diatas lantai. Ketinggian tumpukan bergantung pada karakteristik dari barang atau pada penggunaan alat bantu pemuatan (contoh *skeleton boxes*), alat pemindahan (contoh *stacker* atau *crane*) dan konstruksi *layout* gudang. Terdiri dari dua tipe penyimpanan pada *ground store*, yaitu:

1. *Ground block storage*

Barang disusun rapi menjadi sebuah blok. Utilitas penggunaan ruang dapat optimal menggunakan cara ini, tetapi hanya barang pada baris pertama yang bisa diakses. Oleh karena itu, cara ini hanya bisa digunakan pada gudang yang menerapkan metode LIFO.

2. *Ground line storage*

Dalam rangka untuk memberikan akses yang lebih baik pada masing-masing barang yang disimpan, maka *ground block storage* diberi gang-gang untuk memudahkan akses barang. Ini mengurangi utilitas penggunaan ruang tetapi meningkatkan akses ke produk yang disimpan.

2.4.2 *Static Racking Systems*

Rak adalah cara yang sering digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan ruang dan ketinggian dari gudang. Barang yang disimpan di *line racks* bisa diakses dari semua sisi sementara blok rak memungkinkan untuk penyimpanan yang lebih kompak dan pemanfaatan tinggi ruang sejalan dengan *throughput* yang tinggi. Beberapa yang merupakan sistem ini adalah sebagai berikut:

1. *Pallet rack*

Pallet rack adalah model penyimpanan palet paling umum digunakan dan didesain untuk penggunaan alat bantu penyimpanan standard.

2. *Container racks*

Ketika barang yang berukuran kecil akan disimpan dengan menggunakan standard palet maka seringkali terjadi pemborosan penggunaan ruang. *Container racks* hadir sebagai solusi penyimpanan barang yang berukuran kecil dengan ukuran kontainer

400 mm x 600mm.

3. *Drive-in/Drive-through pallet racks*

Pada *drive-in rack*, barang yang akan disimpan dan diambil hanya melalui satu sisi yang sama, sehingga memungkinkan penggunaan metode LIFO. Pada *drive-through rack*, barang yang akan disimpan dan diambil melalui sisi yang berbeda, sehingga memungkinkan penerapan metode FIFO. Rak tipe ini memungkinkan penyimpanan barang dengan kepadatan tinggi. Barang yang disimpan di rak tidak bisa diambil melalui sisi samping rak.

4. *Cantilever racks*

Cantilever rack adalah rak yang digunakan untuk menyimpan benda yang berukuran panjang, seperti pipa. *Cantilever rack* memiliki tiang penyangga yang berada di tengah untuk mendukung lengan penahan beban.

5. *High bay racking*

High bay racking adalah sistem pada tempat penyimpanan yang memiliki tinggi rak lebih dari 12 meter ke atas.

2.5 *Pallet Racking System*

Pallet racks adalah tipe yang paling umum dari sistem penyimpanan palet. Struktur baja dari *pallet rack* didesain untuk menyediakan penyimpanan maksimum produk di gudang. *Pallet racks* menyediakan kemudahan akses untuk mengambil barang dalam jumlah besar maupun individual sesuai keinginan.

Dalam mendesain rak penyimpanan, mengetahui dimensi rak penting untuk diketahui untuk memastikan bahwa desain rak penyimpanan yang diinginkan sesuai dengan bangunan yang ada. Terdiri dari 3 dimensi rak yaitu:

1. *Rack depth*

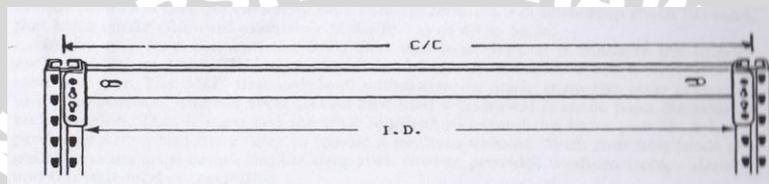
Dimensi kedalaman rak atau lebar rak adalah dimensi yang menahan palet penyimpanan. *Racks depth* ditentukan oleh palet yang akan disimpan dan alat bantu penyimpanan yang akan digunakan.

2. *Rack height*

Dimensi ketinggian rak adalah tinggi dari tiang penyangga rak itu sendiri. Ketinggian ini ditentukan oleh tinggi barang yang akan disimpan dan kelonggaran ketinggian. Pada rak standard, ketinggian tiang penyangga diperpanjang 2 sampai 6 inci pada puncak barang yang disimpan sampai ke *load beam* di atasnya.

3. Rack length

Panjang rak mempunyai dua dimensi yang penting, yaitu dimensi internal atau panjang *load beam* dan *centerline to centerline* panjang bukaan rak. Dimensi panjang *load beam* adalah panjang rak yang mencakup kombinasi untuk lebar dari pallet penyimpanan dan *clearance* yang dibutuhkan. Definisi lain dari dimensi internal adalah ruang terbuka diantara dua tiang penyangga. Dimensi *centerline to centerline* adalah panjang rak yang merupakan kombinasi dari panjang *load beam* dan panjang tiang penyangga. Saat menghitung panjang gang pada gudang menggunakan dimensi *centerline to centerline* ditambah dengan panjang salah satu tiang penyangga.



Gambar 2.1 Dimensi Internal (I.D.) dan Dimensi *Centerline To Centerline* (C/C)
Sumber: Mulcahy, 1994

2.5.1 Overhead Clearances

Overhead clearances adalah jarak toleransi yang ditambahkan sebagai jarak aman dari atap gudang. *Overhead clearances* di gudang dipengaruhi oleh beberapa hal sebagai berikut:

1. Produk

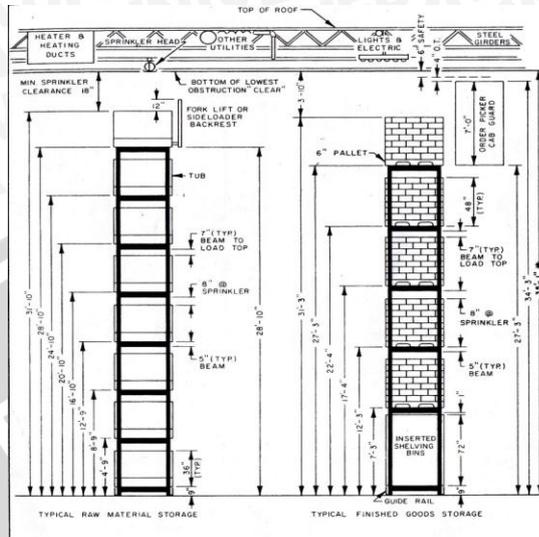
Penetapan ketinggian penyimpanan harus berdasarkan pada kemampuan produk menahan beban. Sebagai contoh, dengan palet yang sesuai, drum besi biasa di tumpuk hingga 6 sampai 8 palet dan kadang bisa 10 palet. Sebaliknya, produk bahan makanan di botol plastik jarang ditumpuk lebih dari 4 palet tanpa terjadi kerusakan pada bagian bawah tumpukan dan dapat menyebabkan runtuhnya tumpukan.

2. Peralatan penyimpanan

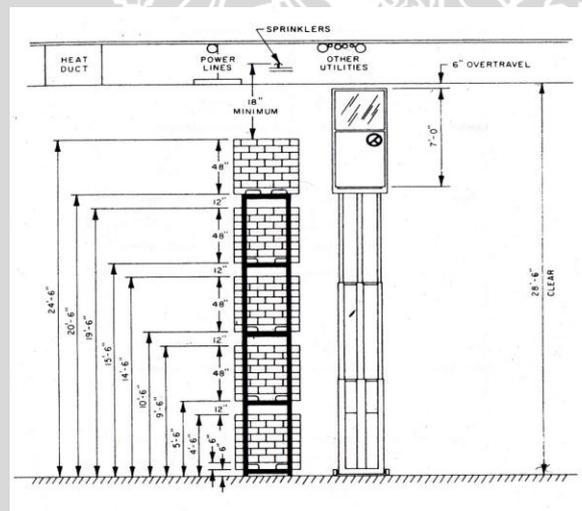
Desain sistem penyimpanan menentukan peralatan penyimpanan yang akan dipakai. Pemilihan palet, rak dan alat penyimpanan menambahkan pertimbangan baru dalam perhitungan tinggi bangunan.

3. Clear height

Dalam desain gudang, ketinggian bersih adalah dimensi dari lantai hingga peralatan paling bawah yang menggantung di atap gudang.



Gambar 2.2 Contoh Kebutuhan Perhitungan Tinggi Di Gudang
Sumber: Tompkins and Smith, 1990



Gambar 2.3 Contoh Tinggi Clear Height
Sumber: Tompkins and Smith, 1990

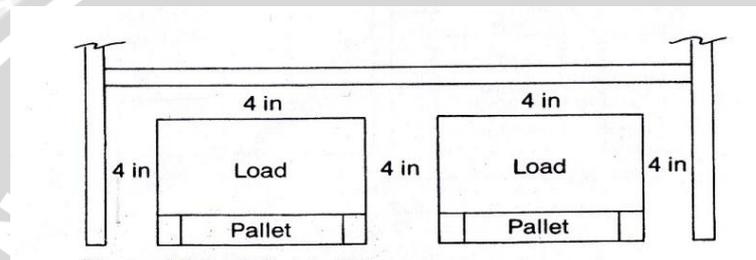
2.5.2 Pallet Rack Clearance Requirement

Pallet racks terdiri dari penyangga tegak lurus (*upright frame*) dan sepasang *load beams*. Normalnya, dua palet diletakkan berdampingan di atas *load beams*. Ketika operasi dengan menggunakan *forklift*, harus diberikan kelonggaran sebesar 4 inci diantara tiang penyangga tegak lurus dengan muatan dan 4 inci diantara muatan. Selalu luangkan 4 inci untuk kelonggaran operasi dari atas muatan hingga papan rak

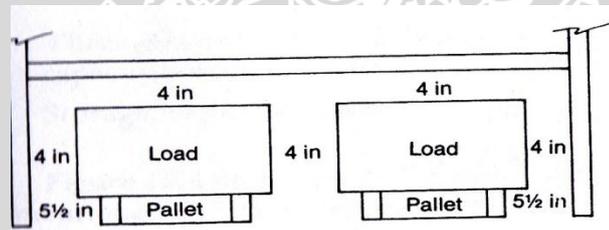
diatasnya.

Penambahan 4 inchi diantara muatan dan tiang penyangga tegak lurus dan 4 inchi antara muatan dengan rak diatasnya merupakan hal yang penting sebagai kelonggaran operasi. Kelonggaran dasar ini menyediakan operator truk untuk kemudahan manuver dan menghindari agar tidak tersangkut.

Ketinggian keseluruhan dari rak penyimpanan harus kompatibel dengan ketinggian maksimum yang dapat dicapai oleh peralatan penyimpanan. Ini penting bahwa tingkat rak paling atas harus 6 inchi lebih pendek dari ketinggian maksimal yang bisa dicapai truk.



Gambar 2.4 *Pallet Rack Clearances*
Sumber: Tompkins and Smith, 1990



Gambar 2.5 *Pallet Rack Clearances Dengan Penggunaan Straddle Truk*
Sumber: Tompkins and Smith, 1990

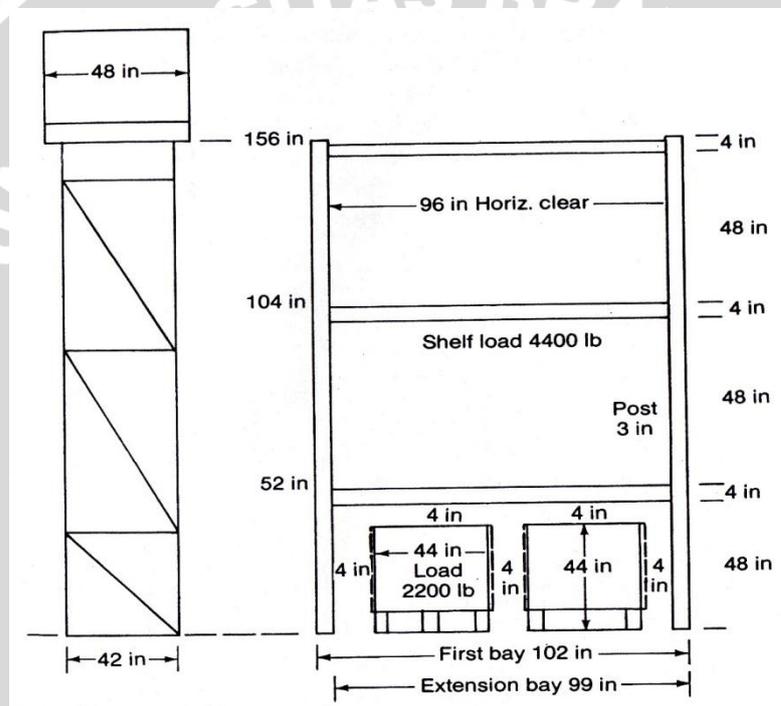
2.5.3 Rack Bay

Rack bay adalah jarak antar tiang penyangga rak. Dalam satu *rack bay* bisa terdapat satu atau lebih tingkat ketinggian. Sebagai contoh, jika akan merancang rak palet yang terdiri dari 1 baris, 20 *bays* dan 3 tingkat (*shelves per bay*) maka akan dibutuhkan 21 tiang penyangga dan 60 pasang papan penyangga (*load beams*) untuk merakit rak tersebut. Untuk menghitung jumlah *bay* yang dibutuhkan dan lebar papan penyangga rak maka perlu memperhatikan ukuran dimensi palet, dimensi produk, berat produk dan karakteristik peralatan penyimpanan. Kelonggaran operasi juga perlu ditambahkan pada ketinggian muatan dan lebar papan penyangga.

Pada penggunaan palet standar, lebar rak lebih pendek 6 inci dari lebar palet yang digunakan, yang terdiri dari 3 inchi dari depan dan 3 inchi dari belakang.

Perbedaan lebar ini diberikan agar operator truk dapat dengan cepat dan aman dalam menaruh palet di rak.

Penentuan jumlah tingkat pada rak yang dapat digunakan dalam satu bay ditentukan oleh ketinggian alat penyimpanan dan batas ketinggian operasi yang diperbolehkan dalam gudang. Jumlah tingkat dan beban muatan menentukan apakah dibutuhkan struktur pendukung pada tiang penyangga rak. *The rack manufacturers institute, Inc. safety specifications* menyarankan bahwa rasio dari keseluruhan tinggi sampai atas muatan pada rak dibandingkan dengan lebar rak tidak boleh lebih dari 6 banding 1 tanpa adanya penyangga ke struktur bangunan untuk menjaga stabilitas dan keamanan dari rak.



Gambar 2.6 Rack bay

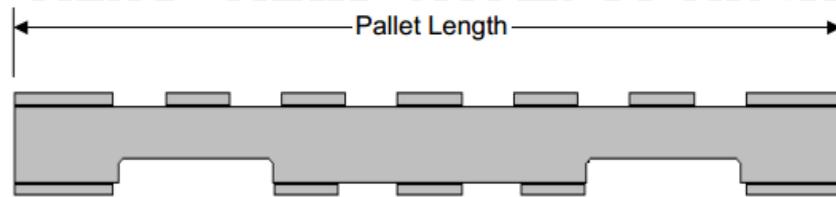
Sumber: Tompkins and Smith, 1990

2.6 Pallet

Pallet adalah nampan yang umumnya terbuat dari kayu, biasanya bentuk permukaan atas dan bawahnya datar. *Pallet* digunakan sebagai alas untuk penyimpanan material. Dengan menggunakan *pallet*, proses penyimpanan dan pengambilan barang akan menjadi lebih mudah. Pada proses pengangkatan, garpu dari *forklift/handlift* disisipkan di antara bagian atas dan bawah. Penyimpanan dengan menggunakan *pallet* bisa dilakukan dengan cara bersusun sehingga dapat diterapkan pada sistem penumpukan blok maupun sistem rak (Warman, 1990).

Dimensi palet dapat didefinisikan menjadi dua yaitu:

1. *Pallet length* atau *stringer length* adalah panjang dari balok rangka palet.



Gambar 2.7 Dimensi Panjang Palet

Sumber: <http://www.aexshipping.com/PalletClassification.pdf> (Diakses pada 10 September 2013)

2. *Pallet Width* atau *deckboard length* adalah lebar dari papan penyangga beban di palet.



Gambar 2.8 Dimensi Lebar Palet

Sumber: <http://www.aexshipping.com/PalletClassification.pdf> (Diakses pada 10 September 2013)

Berikut adalah ukuran dimensi palet berdasarkan ketentuan standard internasional.

Stringer length × deckboard length	Most prevalent in
1219 × 1016 mm (48.00 × 40.00 in)	North America
1000 × 1200 mm (39.37 × 47.24 in)	Europe, Asia
1165 × 1165 mm (44.88 × 44.88 in)	Australia
1067 × 1067 mm (42.00 × 42.00 in)	North America, Europe, Asia
1100 × 1100 mm (43.30 × 43.30 in)	Asia
800 × 1200 mm (31.50 × 47.24 in)	Europe

Gambar 2.9 Dimensi Palet Standard Internasional

Sumber: Bartholdy and Hackman, 2010

2.7 Forklift

Forklift adalah suatu alat atau kendaraan yang digunakan untuk mengangkat barang-barang atau memindahkan barang berat dari satu tempat ke tempat yang dituju agar berjalan dengan mudah dan cepat. *Forklift* tersedia dalam berbagai variasi berdasarkan kapasitas angkut dan ketinggian yang dapat dicapai seperti dapat dilihat di gambar 2.10.

Forklift juga menyediakan variasi dalam penggunaan bahan bakar, seperti diesel, LPG atau elektrik. Tipe diesel dan LPG membutuhkan mesin pembakaran internal dan menghasilkan gas buangan. Keduanya membutuhkan tangki bahan bakar dan lebih ideal digunakan pada aktivitas di lapangan atau dalam ruangan yang memiliki cukup ventilasi. Truk elektrik menggunakan baterai sebagai tenaga operasi. Truk jenis ini lebih ideal digunakan di dalam ruangan dan membutuhkan pengisian ulang baterai. *Fork lift* dengan pilihan bahan bakar dapat dilihat pada gambar 2.11.

Truk *Counter-balance* (CBTs) adalah jenis yang paling umum dari truk *forklift* dan tersedia dengan semua pilihan bahan bakar. *Forklift* ini membutuhkan lebar gang yang cukup besar ketika membawa muatan di depan truk *forklift*. Berat muatan yang diangkut di depan diimbangi oleh pemberat yang terdapat di bagian belakang truk. *Reach truck* (RT) beroperasi di gang-gang sempit dan secara khusus dirancang untuk *pallet racking*. *Reach truck* ini tidak begitu membutuhkan lebar gang yang terlalu besar karena bisa beroperasi di gang sempit. Umumnya, truk ini hanya tersedia dengan tenaga baterai dan juga hanya bisa digunakan untuk operasi dalam ruangan. *Narrow aisle trucks* (NAT) beroperasi di gang-gang yang sangat sempit dan menggunakan tenaga baterai.

Type	Lift capacity	Lift height	Maximum speed	Minimum aisle width	Application
CBT Counter-balanced truck	3 tonnes	7 metres	15 kph	3.0 metres	Indoor and outdoor
RT Reach truck	2 tonnes	11 metres	15 kph	2.1 metres	Indoor, within racking
NAT Narrow aisle truck	1.5 tonnes	15 metres	10 kph	1.3 metres	Indoor, within racking
HPT Hand pallet truck	1 tonne	Zero (8 cm)	Walking	1.3 metres	Indoor
PPT Powered pallet truck	3 tonnes	Zero (8 cm)	12 kph (rider)	1.3 metres	Indoor
MRPT Multi-riser picking truck	1.5 tonnes	10 metres	10 kph	1.3 metres	Indoor. Order picking from high level
AFT Articulated fork truck	2 tonnes	11 metres	15 kph	1.6 metres	Indoor and outdoor within racking

The above details are only what would 'typically' be expected. Any specific requirements must be checked. Note also that 'Minimum aisle width' assumes the use of 1 x 1.2 metre pallets and short-side pallet handling by the fork-lift truck.

Gambar 2.10 Tipe *Fork Lift*
Sumber: Emmert, 2005

Truck type	Advantages	Disadvantages
Battery	Clean, quiet and power efficient with low running costs; can be used in hazardous conditions; AC motor options allow for faster acceleration, lower maintenance and higher efficiency	Time required for charging; may require more than one battery; higher capital costs
Diesel	High lift; fast travel speeds; quick refuelling; long endurance	Noisy; soot emissions; need space for fuel tank storage; possible cold start problems
LPG	As above for diesel trucks plus cleaner engines, minimal fumes and reduced engine wear	Noisy; some fuel odour emissions; need space for fuel tank storage or for carrying out more expensive cylinder exchanges

Gambar 2.11 Tipe *Forklift* Berdasarkan Pilihan Bahan Bakar
Sumber: Emmert, 2005

2.8 Warehouse Control Systems

Pengendalian gudang akrab juga disebut dengan pengendalian barang. Menurut Tompkins dan Smith (1990), sistem pengendalian barang dapat didefinisikan sebagai sistem pengendalian yang melacak barang yang mengalir di gudang dan melacak lokasi material. Sistem pengendalian barang harus cukup canggih untuk bisa memenuhi pengendalian yang diinginkan tetapi cukup mudah untuk dilakukan oleh orang yang terlibat.

Ada banyak indikasi terkait kurangnya pengendalian sebagai berikut:

1. Rasio lokasi barang yang tidak terisi dengan total keseluruhan lokasi yang dialokasikan untuk penyimpanan barang yang tinggi.
2. Kesalahan penempatan barang di gudang.
3. Pengembalian barang oleh pelanggan disebabkan oleh kerusakan dalam pengiriman atau kesalahan jenis barang yang dikirim.
4. Ketidakakuratan mengenai jumlah dan lokasi barang di gudang.

Berikut ini dijabarkan beberapa elemen penting untuk pengendalian barang yang baik.

1. Melacak barang di semua lokasi di gudang.
2. Pengendalian barang sedini mungkin ketika baru diterima.

3. Melacak barang yang mengalir dari penerimaan ke penyimpanan, dari penyimpanan ke pengiriman.
4. Merekap pergerakan barang secara tepat waktu.
5. Merekap ketidaksesuaian secara tepat waktu.

Pengendalian barang pada aktivitas-aktivitas di gudang dapat dijabarkan sebagai berikut.

1. Penerimaan barang.

- a. Mengidentifikasi penerimaan.

Petugas bagian penerimaan merekap barang yang masuk di bagian penerimaan, dimana barang tersebut biasanya disertai dengan dokumen yang berisi nomor pembelian, nomor barang dan jumlah barang.

- b. Inspeksi.

Sistem harus bisa memilih mana barang yang harus diinspeksi atau tidak diinspeksi. Pada aktivitas ini dilakukan inspeksi terkait keadaan barang yang masuk gudang, agar dapat diketahui kondisi awal barang masuk gudang.

- c. *Receipt location*.

Jika memungkinkan, barang yang diterima seharusnya dengan segera disalurkan ke bagian penyimpanan. Beberapa kondisi memungkinkan barang untuk tetap tinggal di bagian penerimaan untuk beberapa waktu. Barang yang datang di bagian penerimaan menunggu untuk disimpan di dalam gudang, sehingga barang diletakkan di bagian penerimaan untuk beberapa waktu. Pengendalian barang terkait lokasi dan status barang tetap harus dilaksanakan sehingga barang tidak hilang atau salah meletakkan di bagian gudang.

2. Penyimpanan barang.

Saat barang sudah diidentifikasi, selanjutnya dilakukan penentuan lokasi barang yang akan disimpan.

- a. Pengendalian lokasi.

Penyimpanan barang atau produk dalam suatu gudang (*storage*) diatur dan ditata sesuai dengan kebijakan perusahaan yang telah ditentukan. Pengaturan dan tata letak suatu gudang dapat dilihat dalam beberapa bentuk kebijakan penyimpanan, dimana metode terbaik yang akan diambil tergantung pada karakteristik item.

- b. Pengendalian pergerakan barang.

Pengendalian setiap pergerakan barang yang terjadi di dalam gudang, sehingga

lokasi dan status barang selalu mendapat informasi yang terbaru.

3. Pengambilan barang.

Dalam meminimasi pengambilan barang di gudang dapat dilakukan dengan beberapa hal sebagai berikut:

a. Mengembangkan sistem lokasi stok yang efektif.

Pada saat pengambilan operator mengetahui dengan mudah dimana lokasi stok yang harus diambil sehingga kesalahan pengambilan stok dapat diminimalisir.

b. Menggunakan dokumen yang teridentifikasi dan jelas.

Dalam mengambil barang diperlukan adanya dokumen yang jelas untuk pengambilan barang tersebut. Deskripsi item harus distandardisasi sehingga urutan, label kemasan, dan label rak semua berisi deskripsi yang sama.

c. Aturan keputusan yang tepat.

Metodologi pemilihan pesanan harus ditentukan oleh prioritas gudang. Aturan-aturan keputusan untuk sistem kontrol tidak boleh dianggap enteng. Aturan pengambilan ini harus dipikirkan dengan baik agar tidak terjadi kesalahan pengambilan. Tanpa adanya petunjuk khusus, pekerja cenderung untuk membuat keputusan sendiri.

d. Pencatatan ketidaksesuaian secara tepat waktu.

Pencatatan ketidaksesuaian secara tepat waktu adalah hal yang penting dalam aktivitas pengambilan. Ketika terjadi ketidaksesuaian dengan aturan yang berlaku maka pencatatan terhadap ketidaksesuaian itu harus dilakukan sesegera mungkin untuk menghindarkan dari kesalahan berikutnya.

e. Otomatisasi sebagai upaya meminimasi kesalahan manusia.

Sistem otomasi yang baik dapat menggantikan pekerjaan manusia sehingga bisa didapatkan produktivitas yang lebih baik dan pengendalian terhadap barang yang tinggi.

Menurut Hompel (2007), dalam pengambilan barang di gudang dapat menggunakan beberapa strategi sebagai berikut seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Strategi Pengambilan Barang

NO	Nama	Strategi	Tujuan
1	FIFO	Mengambil barang yang pertama masuk ke gudang	Menghindari keusangan dan kadaluarsa pada barang yang disimpan
2	LIFO	Mengambil barang yang terakhir masuk di gudang	Pemanfaatan ruang yang lebih baik di gudang
3	Jalur terpendek	pengambilan barang berdasarkan jalur terpendek yang ditempuh	Peningkatan kinerja penanganan dengan meminimalkan jalur pengambilan
4	Meminimasi perpindahan gang	Penyortiran urutan pengambilan berdasarkan gang yang sama	Meminimasi perpindahan pengambilan di lain gang

Sumber: Hompel dan Schimdt, 2007

