

USULAN PERBAIKAN SISTEM PERSEDIAAN DAN TATA LETAK GUDANG DI PT. GG NASIONAL INDONESIA

Carolena Setephany¹⁾, Dian Retno Sari Dewi²⁾, Anastasia Lidya Maukar²⁾
E-mail: Clen_wm05@yahoo.com

ABSTRAK

PT. GG Nasional Indonesia merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi alat-alat rumah tangga. Permasalahan yang ada adalah pada gudang bahan baku, penempatan barang-barang yang tidak teratur, jumlah stok tidak dapat dihitung, dan barang banyak yang rusak karena sistem penyimpanan barang yang hanya ditumpuk begitu saja. Prosedur yang dilakukan adalah perhitungan perkiraan permintaan tahun 2009, perhitungan lot pemesanan yang ekonomis dengan menggunakan metode EOQ untuk Joint Order, penentuan profil aktivitas barang, perhitungan dimensi wadah penyimpanan, perhitungan jumlah wadah penyimpanan, penentuan sistem penyimpanan bahan baku, perhitungan dimensi rak, penentuan posisi rak, perhitungan space, dan pembuatan denah gudang. Pengaturan tata letak didasarkan popularitas, volume perpindahan, dan kesamaan (similarity). Ukuran performansi yang digunakan adalah rasio pemakaian luas gudang, cube utilization, aksesibilitas, jarak penyimpanan bahan baku dari pintu dibandingkan dengan frekuensi pengambilan. Tata letak usulan akan lebih baik, jika dilihat dari ukuran-ukuran performansinya, yaitu peningkatan rasio pemakaian gudang sebesar 20,830% dari tata letak awal, pemakaian luas gudang yang efisien berdasarkan cube utilization yang tinggi, aksesibilitas yang baik, dan jarak yang ditempuh untuk pengambilan bahan baku yang berfrekuensi pengambilan tinggi lebih dekat dibandingkan dengan tata letak awal.

Kata kunci: *accessibility, cube utilization, EOQ, Joint Order*, tata letak, popularitas, kesamaan

PENDAHULUAN

PT. GG Nasional Indonesia merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi alat-alat elektronik rumah tangga. Saat ini PT. GG Nasional Indonesia hanya melakukan proses perakitan. Bahan baku untuk produksi yang terbuat dari biji plastik, pembuatannya disubkontrakkan pada perusahaan lain. Sedangkan bahan baku penunjangnya dibeli dari pemasok.

Pada saat ini, ada beberapa permasalahan yang timbul di gudang bahan baku. Pertama, selain petugas gudang mengalami kesulitan untuk mencari dan mengambil bahan baku di gudang, karena penataan gudang bahan baku yang kurang teratur, peletakkan bahan baku secara sembarang, dan tidak terdapat peta gudang. Kedua, departemen pengadaan mengalami hambatan dalam menghitung jumlah *stock* karena jumlah bahan baku yang disimpan dalam tiap kemasan memiliki jumlah yang berbeda-beda. Ketiga, banyak bahan baku yang mengalami kerusakan pada saat disimpan di gudang karena bahan baku terlalu lama disimpan dan cara penyimpanan yang salah. Cara penyimpanan bahan baku yang selama ini dilakukan dengan cara disusun bertumpuk sampai tinggi, kemudian pengambilan barangnya diambil dari yang paling atas, padahal barang yang baru datang diletakkan paling atas. Keempat, penyimpanan bahan baku yang sering diambil tidak memperhitungkan

atau memperhatikan jarak penyimpanannya. Sehingga bahan baku yang sering diambil diletakkan jauh dari pintu masuk - ke luar gudang. Padahal seharusnya semakin sering bahan baku diambil, maka peletakkannya semakin dekat dengan pintu atau mudah dijangkau.

Permasalahan yang timbul di gudang bahan baku juga merupakan akibat dari ketidakpastian jumlah bahan baku yang akan disimpan di gudang. Oleh karena itu, sebelum dilakukan perbaikan tata letak gudang bahan baku perlu dilakukan perhitungan jumlah persediaan bahan baku yang akan disimpan di gudang.

Jumlah persediaan bahan baku dapat diketahui dengan menghitung *lot* tiap kali pemesanan bahan baku. Perhitungan *lot* pemesanan dilakukan dengan menggunakan metode *EOQ joint order* untuk produk tertentu. Perhitungan ini dilakukan dengan memperhatikan biaya pesan dan biaya simpan.

Dalam perbaikan tata letak gudang langkah-langkah yang dilakukan meliputi: perhitungan perkiraan permintaan 2009, perhitungan ukuran *lot* pesan, penentuan profil aktivitas bahan baku, perhitungan dimensi wadah penyimpanan, perhitungan jumlah wadah penyimpanan, penentuan sistem pengambilan dan penyimpanan *pallet*, perhitungan dimensi rak, penentuan posisi rak, perhitungan *space*, dan yang terakhir membuat

¹⁾ Mahasiswa di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

²⁾ Staf Pengajar di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

denah gudang.

Setelah melakukan perbaikan tata letak gudang, dilakukan perbandingan performansi tata letak awal dengan tata letak usulan yang disesuaikan dengan permasalahan yang terjadi pada gudang, yaitu dengan menggunakan parameter rasio pemakaian luas gudang, *cube utilization*, *accessibility*^[1], dan perbandingan antara jarak dengan frekuensi pengambilan.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Sistem Persediaan

Sistem persediaan adalah serangkaian kebijaksanaan dan pengendalian yang memonitor tingkat persediaan dan menentukan tingkat persediaan yang harus dijaga. Sistem dan model persediaan bertujuan untuk meminimumkan biaya total melalui penentuan apa, berapa, dan kapan pesanan dilakukan secara optimal.

Penentuan Ukuran Lot Untuk Multi Produk

Pemesanan ukuran lot untuk multi produk dilakukan secara gabungan untuk produk tertentu. Penentuan ukuran lot tersebut dilakukan melalui 4 langkah sebagai berikut:

Langkah 1: Tentukan produk yang paling sering dipesan, dengan mengasumsikan setiap produk dipesan secara terpisah. Dalam kasus ini *fixed cost* $C + c_i$ dialokasikan pada setiap produk. Hitung frekuensi pemesanan (\bar{m}) untuk setiap produk i dengan menggunakan persamaan berikut^[2]:

$$\bar{m}_i = \sqrt{\frac{H_i R_i}{2(C + c_i)}} \quad (1)$$

Langkah 2: Tentukan frekuensi pesanan produk yang lain yang diikutkan pada saat pemesanan produk yang paling sering dipesan. Produk yang paling sering dipesan akan dipesan pada setiap kali pemesanan, oleh karena itu semua *fixed cost* C dialokasikan pada produk tersebut. Untuk setiap produk i selain produk yang paling sering dipesan, hanya dikenakan *fixed cost* yang spesifik untuk produk i tersebut. Frekuensi pesan untuk setiap produk i tersebut adalah:

$$\bar{m}_i = \sqrt{\frac{H_i D_i}{2c_i}} \quad (2)$$

Kemudian hitung frekuensi relatif pemesanan produk i dibandingkan dengan produk yang paling sering dipesan yang dinyatakan dengan persamaan:

$$\bar{n}_i = \frac{\bar{m}}{\bar{m}_i} \quad (1)$$

Secara umum, \bar{n}_i akan berupa bilangan pecahan. Oleh karena itu, untuk setiap produk i , selain produk yang paling sering dipesan, tentukan frekuensi n_i , dengan cara membulatkan \bar{n}_i ke atas.

Langkah 3: Setelah menghitung frekuensi pesan untuk setiap produk, hitung ulang frekuensi pesan untuk produk yang paling sering dipesan n , di mana:

$$m = \sqrt{\frac{\sum H_i R_i}{2(C + \sum c_i/n_i)}} \quad (2)$$

Perhitungan awal \bar{m}_i tidak *valid* karena *fixed cost* yang dialokasikan pada setiap pesanan adalah $C + c_i$, di mana i adalah produk yang paling sering dipesan.

Langkah 4: Untuk setiap produk, hitung frekuensi pesan $n_i = m/n_i$ dan total biaya untuk kebijakan pemesanan tersebut.

Prosedur di atas dapat menghasilkan *tailored aggregation*, di mana produk dengan permintaan lebih banyak, dipesan lebih sering, sedangkan produk dengan permintaan lebih sedikit, dipesan lebih jarang.

Perhitungan *order size* dan total biayanya secara sistematis, sebagai berikut:

$$\text{Optimal order size} = Q^* = \frac{R}{n} \quad (3)$$

Total biaya pesan dan simpan adalah =

$$(n \times C) = \sum (c_i \times s_i) \quad (4)$$

Pergudangan (Warehouse)

Gudang merupakan tempat penyimpanan barang sementara sebelum diproses lebih lanjut. Aktivitas yang terjadi adalah penerimaan barang, penyimpanan sampai proses pengeluaran barang dari gudang. Gudang terbagi menjadi beberapa jenis dan fungsi.

Penentuan Profil Aktifitas Barang

Profil aktifitas barang digunakan untuk membuat *slot* dalam gudang, di mana *slot* tersebut berfungsi untuk menentukan sebagai berikut: (1) moda penyimpanan yang akan digunakan untuk tiap *item*, (2) besar *space* yang diperlukan untuk penyimpanan tiap *item*, (3) letak penyimpanan tiap *item*. Profil aktifitas barang mencakup berbagai distribusi, yaitu^[3]:

1. Distribusi popularitas

- Distribusi popularitas (sering juga disebut distribusi Pareto), menunjukkan hubungan X persen frekuensi pengambilan dengan Y persen *Stockkeeping Unit*(SKU).
2. Distribusi volume perpindahan
Distribusi volume perpindahan menunjukkan letak suatu barang, di mana barang-barang tersebut sekarang terletak di daerah volume *prespecified*.
 3. Distribusi popularitas – volume
Distribusi popularitas *item* dan distribusi volume dapat dikombinasikan menjadi distribusi gabungan. Penentuan moda penyimpanan yang paling tepat dengan menggunakan distribusi gabungan ini.

Begitu moda penyimpanan telah ditentukan, daerah pilihan juga dapat dibuat untuk setiap moda penyimpanan berdasarkan distribusi popularitas-volumenya. Barang-barang pada bagian kanan bawah distribusi menghasilkan aktivitas pengambilan terbesar persatuan *space* pada moda penyimpanan dan diletakkan pada posisi zona emas. Barang-barang pada pojok kanan atas dan pojok kiri bawah menghasilkan jumlah pengambilan sedang per satuan *space* pada moda penyimpanan dan diletakkan pada posisi zona perak. Barang-barang pada kuadran pojok kiri atas distribusi menghasilkan pengambilan terkecil per satuan *space* dan diletakkan pada posisi zona perunggu (mudah dijangkau).

Perencanaan Tata Letak Gudang

Prinsip-prinsip yang berhubungan dengan pergudangan adalah sebagai berikut:

1. *Popularity*
Prinsipnya jika material yang masuk dan ke luar dari gudang pada titik yang sama, maka *item* yang paling sering dipakai harus diletakkan sedekat mungkin dengan tempat pemasukkan dan pengeluaran.
2. *Similarity*
Jika *item* diterima dan dikirim bersamaan, maka harus disimpan bersamaan juga. Meskipun *item* tersebut tidak diterima bersamaan, apabila pengirimannya bersamaan, maka harus disimpan di tempat yang sama. Dengan prinsip penyimpanan ini, waktu yang diperlukan untuk memenuhi permintaan atau proses pengambilan *item* akan berkurang.
3. *Size*
Penyimpanan dilakukan sesuai dengan besar kecilnya ukuran *item*. *Item* dengan ukuran kecil haruslah diletakkan pada tempat yang kecil, sedangkan *item* dengan ukuran besar disimpan pada tempat yang

besar. Hal ini dilakukan agar tidak membuang tempat atau ruang penyimpanan.

4. *Characteristics*
Karakteristik material yang akan disimpan dan ditangani seringkali bertentangan dengan prinsip *popularity*, *similarity*, dan *size*. Beberapa karakteristik material tersebut antara lain: *perishable materials*, *oddly shaped and crushable items*, *hazardous materials*, dan *security items*.
5. *Space utilization*
Tata letak harus dibuat agar penggunaan ruang menjadi maksimal, semaksimal *level* pelayanan yang tersedia.

METODE PENELITIAN

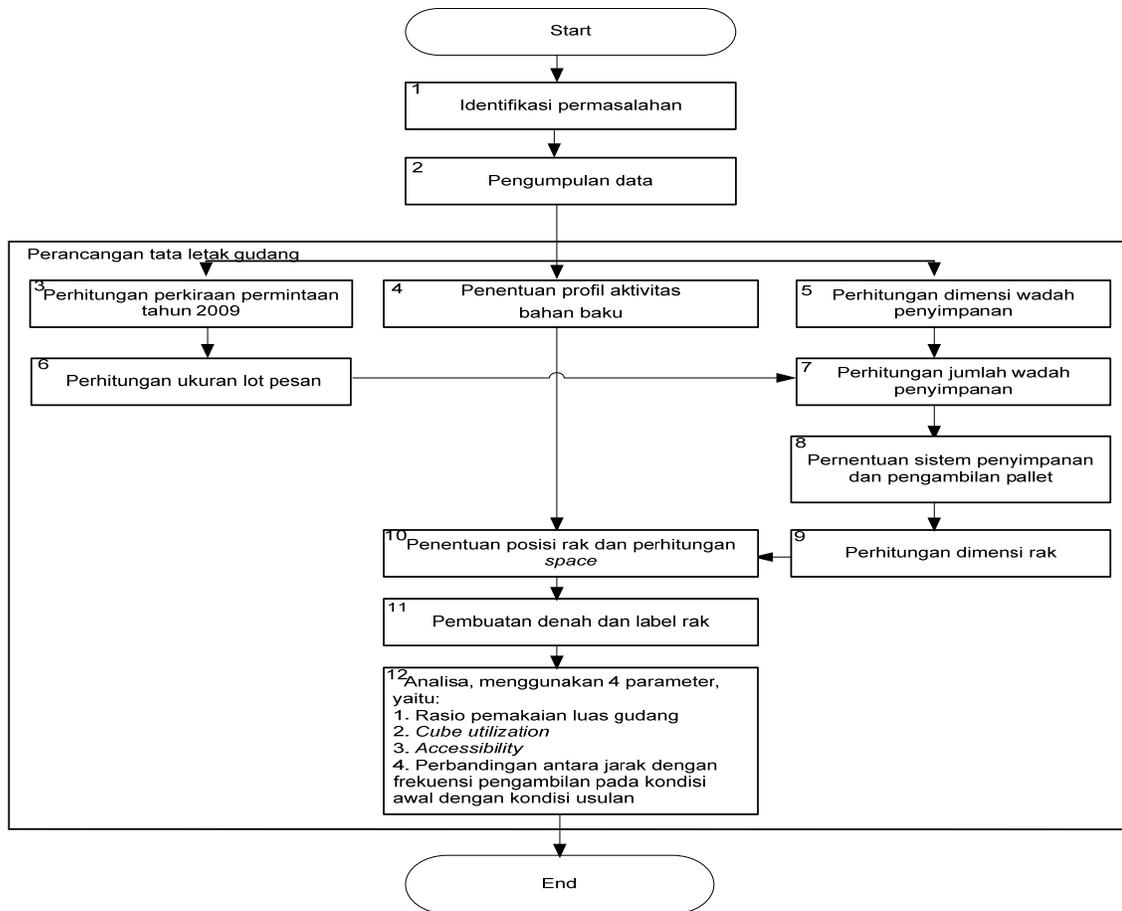
Metode Penelitian disajikan dalam bentuk diagram alir sebagaimana disajikan pada Gambar 1:

Prosedur Penelitian

Berdasarkan diagram alir sebagaimana disajikan pada Gambar 1 dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Perumusan Masalah
Dalam tahap ini pengidentifikasian permasalahan yang ada berdasarkan hasil observasi awal. Identifikasi dilakukan dengan melihat berbagai permasalahan yang muncul pada obyek penelitian dan menganalisis hubungan-hubungan antara berbagai masalah yang muncul. Setelah menganalisis berbagai permasalahan yang timbul, kemudian dilakukan perumusan masalah. Tujuan dari perumusan masalah ini adalah untuk memperjelas permasalahan, sehingga dapat menghindari terjadinya kerancuan.
2. Pengumpulan Data
Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan data observasi sesuai dengan kondisi nyata dan kebutuhan penelitian. Pengumpulan data dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh data yang akan digunakan dalam merancang perbaikan tata letak pabrik di PT. GG Nasional Indonesia. Dalam mendapatkan data yang diperlukan, metode pengumpulan data yang digunakan meliputi wawancara, observasi langsung, dan data masa lalu dari perusahaan.
3. Menghitung perkiraan permintaan tahun 2009.

Berdasarkan data historis perusahaan tahun 2008, permintaan konsumen cukup stabil, tidak terlalu berfluktuasi, sehingga



Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian

- dalam melakukan perkiraan permintaan cukup dari nilai rata-rata *demand* 2008. Keadaan resesi ekonomi membuat perusahaan menurunkan target produksi pada tahun 2009 sebesar 12%. Sehingga perkiraan permintaan tahun 2009 adalah 88% dari rata-rata *demand* tahun 2008. Hasil perhitungan perkiraan permintaan 2009 ini akan digunakan untuk perhitungan ukuran *lot* pesan.
4. Penentuan profil aktivitas bahan baku
Penentuan profil aktivitas bahan baku dilakukan dengan menggunakan tiga distribusi, yaitu: distribusi popularitas, distribusi volume perpindahan, dan distribusi popularitas-volume perpindahan. Penentuan profil aktivitas ini berfungsi untuk membuat *slot* dalam gudang. Penentuan letak penyimpanan tiap *item* selain berdasarkan profil aktivitas juga berdasarkan kriteria kesamaan jenis *item*. Hal ini dilakukan untuk mempermudah pencarian bahan baku dalam gudang.

5. Perhitungan dimensi wadah penyimpanan
Perhitungan ini menggunakan data dimensi bahan baku. Wadah penyimpanan yang dimaksud berupa kotak dan *pallet*. Kotak penyimpanannya terbuat dari triplek setebal 6 mm atau 8 mm. Sedangkan wadah penyimpanan *pallet* terbuat dari kayu yang memiliki satu ukuran, yaitu 120 cm x 100 cm. Dimensi kotak penyimpanan disesuaikan dengan dimensi bahan baku, tetapi bukan berarti setiap bahan baku dirancangan kotak penyimpanan tersendiri. Beberapa bahan baku dapat ditempatkan di kotak penyimpanan yang berdimensi sama.
6. Perhitungan ukuran *lot* pesan
Perhitungan ukuran *lot* pesan ini menggunakan hasil perhitungan perkiraan permintaan 2009. Penentuan ukuran *lot* dilakukan dengan metode *Economic Order Quantity (EOQ) Joint Order* untuk produk tertentu. Penggunaan metode ini disebabkan karena satu *supplier* memasok lebih dari

satu jenis bahan baku. Pemilihan jenis bahan baku yang akan dipesan akan meminimasi biaya simpan dan pesan.

7. Penentuan jumlah wadah penyimpanan
Penentuan jumlah wadah penyimpanan berdasarkan bentuk dan karakteristik bahan baku, dimensi bahan baku, ukuran wadah penyimpanan, dan ukuran *lot size*.
8. Penentuan sistem penyimpanan dan pengambilan bahan baku
Penentuan sistem penyimpanan dan pengambilan bahan baku terbagi menjadi dua, yaitu sistem penyimpanan dan pengambilan untuk bahan baku yang menggunakan wadah penyimpanan *pallet* dan sistem penyimpanan dan pengambilan bahan baku yang tidak menggunakan *pallet*.
9. Perhitungan dimensi rak
Perhitungan dimensi rak penyimpanan membutuhkan data dimensi kotak atau *pallet* yang akan disimpan dan tinggi maksimum alat bantu yang akan digunakan.
10. Penentuan posisi rak dan perhitungan *space*
Rak hasil rancangan disusun dan ditentukan letak posisinya dalam gudang dengan mempertimbangkan ukuran gudang, letak pintu dan *space* alat bantu pengambilan bahan baku.
11. Pembuatan denah
Setelah mengetahui posisi rak-rak penyimpanan dan besar yang digunakan, maka tahap terakhir yang dilakukan adalah membuat denah. Denah tersebut digunakan untuk membantu dalam proses pencarian letak bahan baku di gudang.
12. Analisis
Setelah dilakukan perancangan perbaikan tata letak gudang, dilakukan analisis perbandingan dengan tata letak gudang awal. Analisis yang dilakukan menggunakan empat parameter, yaitu: rasio pemakaian luas gudang, *cube utilization*, *accessibility*, dan perbandingan antara jarak dengan frekuensi pengambilan pada tata letak awal dengan tata letak usulan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Perkiraan Permintaan Bahan Baku Tahun 2009

PT. GG Nasional Indonesia merupakan perusahaan *make to stock* yang memproduksi peralatan elektronik rumah tangga. Sistem produksi *make to stock* menyebabkan perusahaan harus mengetahui jumlah permintaan konsumen agar tidak terjadi *lost*

sale. Berdasarkan data historis perusahaan, permintaan konsumen tiap bulan tahun 2008 pada satu jenis produk tidaklah sama, kecuali untuk produk Flories GSF dan GWF.

Perbedaan *demand* tiap bulan pada tahun 2008 yang tidak terlalu berfluktuasi, dengan demikian dapat dinyatakan bahwa jumlah permintaan cukup stabil, sehingga perkiraan permintaan cukup dari nilai rata-rata *demand* tahun 2008. Akan tetapi karena keadaan resesi ekonomi, perusahaan menurunkan target produksi pada tahun 2009 sebesar 20%, sehingga perkiraan permintaan tahun 2009 adalah 80% dari rata-rata *demand* tahun 2008 dan ditambahkan *safety stock* 10%. *Safety stock* merupakan persediaan pengamanan yang diadakan untuk menghadapi fluktuasi permintaan maupun fluktuasi waktu datangnya pesanan barang (*lead time*).

Sebelum menghitung *demand* tiap *part* tahun 2009, terlebih dahulu harus diketahui bagian-bagian atau *part-part* pembentuk produk tersebut. Daftar *part* yang dibutuhkan untuk membentuk suatu produk dapat dilihat di *Engineering Bill of Material (Engineering BOM)*. Pada *Engineering BOM* ini juga mendefinisikan *engineering specification* setiap *part*.

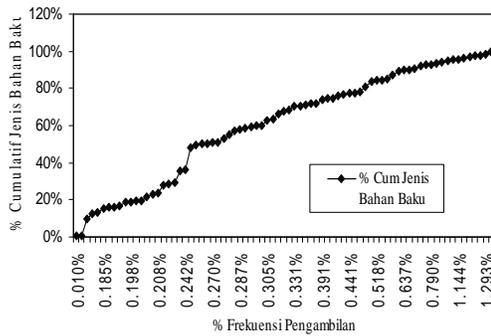
Penentuan Profil Aktivitas Bahan Baku

1. Distribusi Popularitas

Distribusi popularitas menunjukkan hubungan persentase frekuensi pengambilan dengan persentase *Stockkeeping Unit (SKU)* yang diurutkan berdasarkan popularitas besar ke popularitas kecil. Prinsip dalam distribusi popularitas ini adalah meletakkan barang yang paling populer pada lokasi yang paling mudah dijangkau. Langkah-langkah untuk membuat distribusi popularitas adalah sebagai berikut:

- a. Frekuensi pengambilan untuk setiap bahan baku di gudang dijumlahkan selama 1 tahun, kemudian dipersentasekan;
- b. Bahan baku yang memiliki persentase frekuensi pengambilan yang sama dikelompokkan dan dihitung persentase jumlah jenis bahan baku yang berpersentase frekuensi pengambilan sama.

Untuk mengetahui hubungan antar hasil perhitungan, yaitu: persentase frekuensi pengambilan bahan baku dan persentase jenis bahan baku, maka dibuat sebuah grafik sebagaimana disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Distribusi Popularitas Bahan Baku

Pada Gambar 2 ditunjukkan bahwa persentase frekuensi pengambilan terendah adalah 0,099% atau 254 kali frekuensi pengambilan bahan baku di gudang selama setahun dimiliki oleh 9,712% jenis bahan baku atau 27 jenis bahan baku dan persentase frekuensi pengambilan tertinggi adalah 1,331% yang dimiliki oleh 1,799% jenis bahan baku. Hasil dari distribusi popularitas ini, digunakan untuk menentukan letak penyimpanan bahan baku. Di mana, semakin besar persentase frekuensi pengambilan, maka peletakan bahan baku semakin mudah dijangkau.

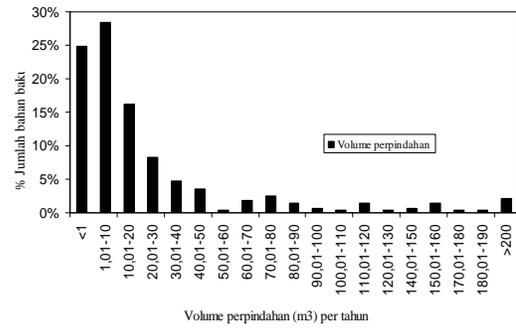
2. Distribusi Volume Perpindahan

Prinsip dari distribusi volume perpindahan ini adalah menentukan moda penyimpanan berdasarkan volumenya. Langkah-langkah untuk membuat distribusi volume perpindahan adalah sebagai berikut:

- Mencari volume perpindahan untuk setiap bahan baku di gudang selama 1 tahun. Volume perpindahan merupakan volume bahan baku yang ke luar dari gudang. Volume perpindahan selama satu tahun diperoleh dengan mengalikan total kebutuhan bahan baku selama satu tahun dengan volume satuan bahan baku;
- Membuat kisaran untuk volume perpindahan, karena volume perpindahan yang terjadi terlalu bervariasi. Bahan baku yang memiliki volume perpindahan sama atau berada pada kisaran yang sama dikelompokkan dan dipersentasekan. Kisaran volume perpindahan dibentuk dari volume perpindahan terkecil sampai volume perpindahan yang terbesar.

Untuk memperjelas hubungan antara kisaran volume perpindahan dan persentase jenis bahan baku, maka dibuat sebuah diagram batang sebagaimana disajikan pada Gambar 3.

Pada Gambar 3 ditunjukkan bahwa 24,820% bahan baku yang dikeluarkan dari

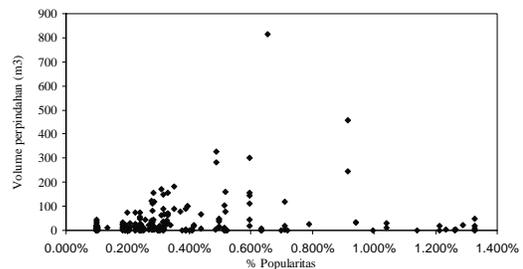


Gambar 3. Distribusi Volume Perpindahan

gudang memiliki volume perpindahan kurang daripada 1 m³ per tahun, yang berarti 24,820% dari jenis bahan baku yang tersimpan di gudang, volume perpindahannya kecil sekali yaitu kurang daripada 1 m³ per tahun.

3. Distribusi Popularitas-Volume Perpindahan

Distribusi ini merupakan distribusi gabungan dari distribusi popularitas dan volume perpindahan. Oleh karena merupakan distribusi gabungan, maka data yang digunakan adalah data gabungan dari distribusi popularitas dan volume perpindahan. Data yang digunakan adalah data persentase frekuensi pengambilan bahan baku selama 1 tahun dan data volume perpindahan dalam 1 tahun. Berikut ini disajikan gambar *scatter chart* distribusi popularitas-volume perpindahan bahan baku di PT. GG Nasional Indonesia sebagaimana disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Distribusi Popularitas-Volume Perpindahan

Berdasarkan pada Gambar 4 sebenarnya telah dapat ditentukan moda penyimpanan, akan tetapi penentuan moda penyimpanan untuk bahan baku di PT. GG Nasional Indonesia tidak hanya berdasarkan distribusi-distribusi yang telah dilakukan. Akan tetapi juga berdasarkan kesamaan jenis (*similarity*) bahan baku yang akan disimpan. Hal tersebut dikarenakan begitu beragamnya jenis dan ukuran bahan baku, serta

luas gudang yang terbatas. Sehingga jika penataan hanya berdasarkan frekuensi pengambilan dan volume perpindahan, maka perusahaan akan mengalami kesulitan dalam penataan dan pengambilan bahan baku.

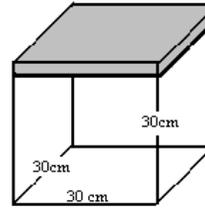
Penentuan Dimensi Wadah Penyimpanan

Wadah penyimpanan terbagi menjadi dua yaitu *pallet* dan kotak. Dimensi *pallet* disesuaikan dengan dimensi *pallet* yang sekarang digunakan di perusahaan ini yaitu 120 × 100 cm. Sedangkan kotak penyimpanan dibuat dari triplek setebal 6 mm atau 8 mm, dan dimensinya disesuaikan dimensi kelompok bahan baku, sehingga memiliki beragam ukuran. Dimensi kotak penyimpanan dihitung dari pengelompokan dimensi bahan baku. Dimensi bahan baku yang dikelompokkan dikhususkan untuk barang yang diketahui dimensi per satu satuannya. Contoh: tatakan A/B WD201PD Putih diketahui dimensi per satu satuannya adalah 19 × 38 × 1,68 cm, sedangkan tali pet hanya diketahui dimensi per 20.000 buahnya, yaitu 80 × 50 × 30 cm. Jadi, tatakan A/B WD201PD Putih ikut dikelompokkan, sedangkan tali pet tidak ikut dikelompokkan.

Data dimensi bahan baku yang digunakan dibagi menjadi 3 kelompok. Pengelompokan barang dilakukan berdasarkan panjangnya. Pengelompokan dilakukan dengan aturan sebagai berikut:

- Barang-barang dengan dimensi panjang 1 sampai 30 cm;
- Barang-barang dengan dimensi panjang 31 sampai 40 cm;
- Barang-barang dengan dimensi panjang lebih daripada 40 cm.

Kemudian dari pengelompokan tersebut, untuk dimensi panjangnya, diambil ukuran panjang yang paling besar, dan untuk dimensi lebarnya diambil ukuran lebar terbesar. Ukuran panjang dan lebar terbesar tersebut kemudian digunakan untuk ukuran panjang dan lebar kotak yang akan dibuat. Sedangkan untuk barang-barang dengan ukuran yang kecil dan tidak diketahui dimensi per satu satuannya (misalnya: baut), maka ukuran kotak dibuat seragam, dengan ukuran 15×10×10 cm. Sehingga nanti akan terdapat 4 jenis kotak dengan ukuran 15×15×10 cm, 30×30×30 cm, 54,5×35×33 cm, dan 40×40×40 cm. Berikut contoh salah satu kotak penyimpanan sebagaimana disajikan pada Gambar 5.



Skala 1:10

Gambar 5. Kotak Penyimpanan 30×30×30cm

Setelah didapatkan dimensi wadah penyimpanan dilakukan penentuan wadah penyimpanan yang digunakan oleh bahan baku. Hal ini disebabkan tidak semua bahan baku yang disimpan menggunakan kotak dan *pallet* sekaligus, tetapi ada yang hanya menggunakan kotak saja atau *pallet* saja. Ketentuan bahan baku menggunakan wadah penyimpanan berdasarkan dimensi, bentuk dan karakteristik tiap bahan baku serta mempermudah sistem penyimpanan dan pengambilan bahan baku. Contoh: baut yang memiliki dimensi sangat kecil, maka penyimpanannya menggunakan kotak.

Perhitungan Ukuran Lot Pesan

Penentuan ukuran *lot* ini menggunakan *EOQ Joint Order* untuk bahan baku tertentu. *EOQ* ini bertujuan untuk meminimasi biaya pesan dan simpan. *EOQ* sangat cocok diterapkan di PT. GG Nasional Indonesia karena tiap *supplier* memasok lebih daripada satu jenis bahan baku. Saat ini, PT. GG Nasional Indonesia memiliki tiga *supplier* bahan baku dan ketiga *supplier* tersebut terletak di lokasi yang berbeda-beda, yaitu: Surabaya, Jakarta, dan Cina. Pemesanan bahan baku pada *supplier* dengan sistem *joint order* membuat perusahaan harus lebih selektif dalam mengkombinasi bahan baku yang akan dipesan. Sistem *joint order* adalah sistem pemesanan bahan baku yang dalam satu kali pesan lebih daripada satu jenis bahan baku yang dipesan, misalnya pada *supplier* Cina, bahan baku yang di pesan bukan hanya baut kecil 3×8 mm, tetapi beraneka baut dan beraneka jenis bahan baku lainnya. Perhitungan ukuran *lot* dilakukan sesuai dengan tahapan-tahapan yang telah ditentukan.

Perhitungan Jumlah Wadah Penyimpanan

Setelah mengetahui dimensi wadah penyimpanan dan ukuran *lot*, maka dapat dihitung jumlah kotak dan jumlah *pallet* yang akan disimpan di gudang. Penentuan wadah penyimpanan berdasarkan bentuk dan karakteristik bahan baku, dimensi bahan baku,

Tabel 1. Contoh Hasil Perhitungan Ukuran *Lot* dan Biaya Untuk Kebijakan Pemesanan Pada *Supplier* Jakarta

Kode	Nama bahan baku	Demand 1th (R) unit	Order frekuensi (n) per tahun	Order size (Q) unit	Biaya Simpan (Rp)
4001231041000	Plat Penjpt Ats 28,5×36×32cm	7660	10	766	21279,06
4001231051000	Plat Penjpt Bwh 34×25×2,7cm	7660	10	766	21279,06
4001231061000	Plat Samping Kanan WD301PD	7660	10	766	127673,21
4001231071000	Plat Samping Kiri WD301PD	7660	10	766	127673,21
4001231081000	Plat Tengah 33,7×24,8×26cm	7660	5	1532	9482,04
4001231091000	Plat U Panjang WD301PD	15321	10	1532	34045,88
4001231021000	PlatBlkgAts33,1×18,7cm301PD	7660	10	766	42557,74
4001231031000	PlatBlkgBwh28,7×75cm301PD	7660	10	766	72348,26
4001231011000	PlatBwh33,7×24×26cmWD301PD	7660	10	766	21279,06
4002331011000	Plat Penggerak 7,5×68×88mm	144536	10	14454	133370,22
4002431011000	Plat Penyangga GWF	42240	10	4224	37547,14

ukuran wadah penyimpanan, dan ukuran *lot size*. Bahan baku yang memiliki bentuk asimetri, kapasitas kotaknya dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Kapasitas\ kotak = \left[\frac{Volume\ kemasan}{volume\ bahan\ baku} \right] \quad (5)$$

Perhitungan untuk jumlah kotak, yaitu:

$$Jumlah\ kotak = \frac{Ukuran\ lot}{kapasitas\ kotak} \quad (6)$$

Cara perhitungan jumlah *pallet* yang akan disimpan di gudang ada 2, yaitu:

a. Untuk perhitungan jumlah *pallet* yang di atasnya terdapat kotak penyimpanan:

$$Jumlah\ pallet = \frac{Jumlah\ total\ kotak}{Kapasitas\ pallet} \quad (7)$$

$$Kapasitas\ pallet = \left[\frac{Dimensi\ pallet}{Dimensi\ kotak} \right] \quad (8)$$

b. Untuk bahan baku yang langsung diletakkan di atas *pallet*:

$$Jumlah\ pallet = \left[\frac{Dimensi\ pallet}{Dimensi\ bahan\ baku\ penunjang} \right] \quad (9)$$

Hasil perhitungan ini akan digunakan untuk perhitungan *handling unit distribution*. Contoh hasil perhitungan ukuran *lot* disajikan pada Tabel 1.

Penentuan Sistem Penyimpanan dan Pengambilan Bahan Baku

Penentuan sistem penyimpanan dan pengambilan bahan baku terbagi menjadi dua, yaitu sistem penyimpanan dan pengambilan untuk bahan baku yang menggunakan wadah penyimpanan *pallet* dan sistem penyimpanan

dan pengambilan bahan baku yang tidak menggunakan *pallet*. Penentuan sistem penyimpanan dan pengambilan *pallet* menggunakan *handling unit inventory distribution*. Berdasarkan sistem penyimpanan dan pengambilan *pallet* tersebut dapat ditentukan moda penyimpanan *pallet* yang sesuai.

Perhitungan Dimensi Rak

Perhitungan dimensi rak penyimpanan membutuhkan data dimensi kotak atau *pallet* yang akan disimpan dan tinggi maksimum alat bantu yang akan digunakan. Rak yang digunakan terbagi menjadi 4, yaitu rak *single-deep pallet*, rak *double-deep pallet*, rak standar yang berukuran besar dan rak standar berukuran kecil.

Penentuan Posisi Rak

Langkah-langkah penentuan posisi rak adalah sebagai berikut:

1. Menentukan isi setiap rak.

Data yang dibutuhkan untuk penentuan posisi isi rak adalah daftar bahan baku yang tersimpan dalam satu jenis rak. Penentuan isi setiap rak berdasarkan pada *similarity* (kesamaan). Bahan baku yang sejenis atau dalam 1 *family* berada dalam 1 rak atau jika dalam 1 rak tidak cukup, maka diletakkan pada rak terdekat;

2. Menentukan posisi setiap *item* di dalam 1 rak.

Penentuan posisi rak yang utama berdasarkan pada frekuensi pengambilan, kemudian volume perpindahan. Pada penentuan posisi bahan baku di rak ini, berat bahan baku diabaikan karena bahan baku yang tersimpan memiliki berat yang

hampir sama. Bahan baku yang frekuensi pengambilannya besar akan diletakkan dekat, sedangkan bahan baku yang frekuensi pengambilannya kecil akan diletakkan jauh. Untuk volume perpindahan yang semakin besar peletakannya semakin jauh, karena untuk bahan baku yang bervolume perpindahan besar pengambilannya menggunakan alat bantu (*forklift*). Urutan peletakan bahan baku antar sel berdasarkan jarak yang ditempuh, sehingga didapatkan urutan bahwa peletakan pertama pada sel *level* bagian bawah, kemudian sel sampingnya dan yang terakhir pada sel *level* atasnya.

3. Menentukan posisi antar rak

Langkah pertama, rak dikelompokkan berdasarkan jenisnya, yaitu: rak *single-deep pallet*, *double-deep pallet*, rak standar besar, dan rak standar kecil. Rak yang berada dalam 1 kelompok akan terletak berdekatan. Hal tersebut bertujuan untuk meminimalkan *space* alat bantu pengambilan atau penyimpanan.

Langkah kedua, menentukan rak berdasarkan *space* alat bantu pengambilan atau penyimpanan. Semakin besar *space* alat bantu pengambilan atau penyimpanan yang digunakan, maka rak akan diletakkan semakin jauh. Hal tersebut untuk meminimalkan jarak pengambilan.

Langkah ketiga, menentukan posisi antar rak berdasarkan pada jarak dan frekuensi pengambilan dari bahan baku yang tersimpan di dalamnya.

Setelah melakukan penataan posisi penyimpanan bahan baku, langkah terakhir adalah membuat denah *layout* gudang usulan. Gambar denah tersebut dilengkapi dengan keterangan penempatan bahan baku. Pemberian kode penempatan berdasarkan nomor rak, tingkat *level* rak, urutan letak penyimpanan. Gambar denah dan pemberian kode penempatan bertujuan untuk mempermudah pencarian bahan baku.

Sebagai contoh:

- Lampu Kaca SF *Orange* berkode 4.3.2, yang artinya bahan baku tersebut terletak pada rak nomor 4, tingkat *level* 3, dan urutan ke-2 dari depan;
- Plat Samping Kanan WD301PD berkode 10.3.3, yang berarti bahan baku tersebut terletak pada rak nomor 10, tingkat *level* 3, dan urutan ke-3 dari depan. Adapun denah *layout* usulan disajikan pada Gambar 6.

Analisis Perbandingan Kondisi *Layout* Awal dengan *Layout* Usulan

Perbandingan antara *layout* awal dengan usulan yang dilihat pada kebutuhan luas secara keseluruhan. Berikut ini adalah perbandingan tersebut secara keseluruhan sebagaimana disajikan pada Tabel 2:

Tabel 2. Perbandingan Pemakaian Luas Gudang Pada *Layout* Awal dan *Layout* Akhir

	<i>Layout</i> Awal	<i>Layout</i> Usulan
Luas Gudang, m ²	660	660
Luas Gudang Terpakai, m ²	508,631	371,151
Luas Gudang Sisa, m ²	151,369	288,849

Dari perbandingan di atas luas sisa dari gudang secara keseluruhan bertambah sebesar 137,480 m². Hal tersebut dikarenakan pada usulan penyimpanan bahan baku penunjang di gudang menggunakan alat bantu rak. Sehingga dengan adanya alat rak akan memperkecil kebutuhan luas gudang untuk menyimpan bahan baku penunjang.

Rasio pemakaian kebutuhan luas gudang sebelum penataan dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned} \text{Rasio} &= \frac{\text{luasan gudang terpakai (m}^2\text{)}}{\text{luasan gudang tersedia (m}^2\text{)}} \times 100\% \quad (10) \\ &= \frac{508,631}{660} \times 100\% = 77,065\% \end{aligned}$$

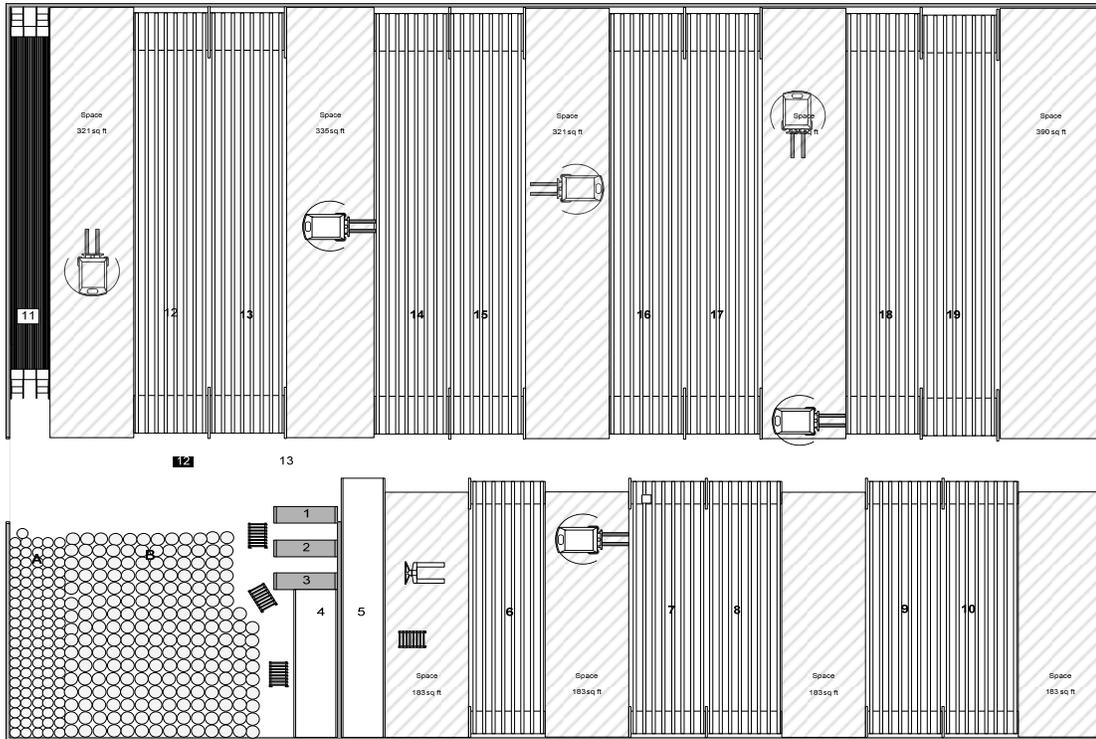
Rasio pemakaian kebutuhan luas gudang setelah penataan dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned} \text{Rasio pemakaian luas} &= \frac{371,151}{660} \times 100\% \quad (11) \\ &= 56,235\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan rasio pemakaian kebutuhan luas gudang didapatkan penurunan sebesar 20,830%, yang berarti pemakaian kebutuhan luas gudang dapat ditingkatkan lagi terutama apabila terjadi kenaikan produksi.

Accessibility

Analisis *accessibility* merupakan analisis terhadap kemudahan pengambilan bahan baku yang dibutuhkan dari tempat penyimpanan. Pengambilan disebut mudah, jika pada saat mengambil suatu bahan baku tidak perlu memindahkan bahan baku yang lain. Pada *layout* awal terdapat banyak bahan baku yang *accessibility*-nya buruk, karena banyak terdapat bahan baku yang penyimpanannya bertumpukan langsung dengan bahan baku yang lainnya, sehingga jika ingin mengambil bahan



Gambar 6. *Layout Usulan Tampak Atas, Skala: 1:150*

Tabel 3. Hasil Perhitungan *Cube Utilization*

Alat bantu penyimpanan	Kapasitas yang tersedia	Kapasitas yang terpakai	<i>Cube utilization</i>
Rak kecil	99 tumpukan vertikal	91 tumpukan vertikal	91,919%
Rak <i>single-deep pallet</i>	27 <i>pallet</i>	27 <i>pallet</i>	100%
Rak <i>double-deep pallet</i>	660 <i>pallet</i>	657 <i>pallet</i>	99,545%
Rak standar	46.305.000 m ³	44.667.000 m ³	96,463%
Tiang penyangga baling-baling KPS 101,201 Putih	9.135 baling-baling	9.100 baling-baling	99,617%
Tiang penyangga baling-baling SF,GSF,GWF Bening	12420 baling-baling	12.417 baling-baling	99,976%

Tabel 4. Perbandingan Jumlah Jenis Bahan Baku Terhadap Frekuensi Pengambilan dan Kategori Jarak Penyimpanan

Kelas interval	Prosentase pada <i>layout awal</i> (%)			Prosentase pada <i>layout usulan</i> (%)		
	Dekat	Sedang	Jauh	Dekat	Sedang	Jauh
<197	8,993	9,353	5,396	8,633	10,791	4,317
198-307	20,504	19,424	6,835	28,058	14,388	4,317
308-417	3,597	2,158	1,079	3,597	2,158	1,079
418-527	1,799	5,755	0,000	3,957	3,597	0,000
528-637	3,957	2,878	0,360	5,036	2,158	0,000
638-747	0,719	0,000	0,000	0,719	0,000	0,000
748-857	0,000	0,719	0,719	1,439	0,000	0,000
858-967	1,079	0,000	0,000	1,079	0,000	0,000
968-1077	0,719	0,360	0,000	1,079	0,000	0,000
> 1077	2,158	1,439	0,000	3,597	0,000	0,000

baku yang di bawah, harus memindahkan dahulu bahan baku di atasnya. Pada *layout* usulan tidak terdapat bahan baku yang *accessibility*-nya buruk.

Cube Utilization

Analisis *cube utilization* merupakan analisis pemakaian kapasitas ruang penyimpanan. Ruang penyimpanan pada *layout* usulan dapat dibagi menjadi 2, yaitu rak dan alat bantu penyimpanan baling-baling. *Cube utilization* ini didapat dari perbandingan kapasitas rak atau alat bantu penyimpanan yang terpakai dibanding dengan total kapasitas rak atau alat bantu penyimpanan yang tersedia. Hasil perhitungan *cube utilization* disajikan pada Tabel 3.

Analisis Antara Jarak Dengan Frekuensi Pengambilan

Langkah awal dalam menganalisis hubungan antara *layout* awal terhadap *layout* usulan adalah dengan mengkategorikan jarak dari pintu masuk - ke luar ke tempat penyimpanan bahan baku dan frekuensi pengambilan. Kemudian setiap bahan baku dianalisis jarak penyimpanan dan frekuensi pengambilannya. Hasil analisis hubungan antara *layout* awal terhadap *layout* usulan sebagaimana disajikan pada Tabel 4.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

1. Penataan berdasarkan pengelompokan jenis, frekuensi pengambilan, dan volume perpindahan bahan baku, akan membuat

gudang tertata lebih rapi, sehingga pencarian bahan baku menjadi lebih mudah dan dapat mengurangi terjadinya kerusakan pada bahan baku;

2. Penggunaan luas gudang semakin kecil sehingga luas gudang yang tersisa dapat dimanfaatkan jika terjadi kenaikan jumlah produksi. Penghematan ruang gerak gudang setelah penataan adalah 20,830% atau sebesar 137,480m²;
3. *Accessibility* untuk pengambilan bahan baku pada *layout* usulan lebih baik daripada *layout* awal, karena pada *layout* usulan sama sekali tidak terdapat bahan baku yang *accessibility*-nya buruk. Sedangkan pada *layout* awal terdapat 22 jenis bahan baku yang *accessibility*-nya buruk;
4. Jarak penyimpanan bahan baku untuk frekuensi pengambilan tinggi pada *layout* usulan terletak lebih dekat dibandingkan *layout* awal. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *layout* usulan ini dapat memberikan solusi yang lebih baik daripada *layout* awal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arnold, J. R., Tony., Chapman, Stephen. N., *Introduction to Materials Management*, Edisi Keempat, Hlm. 216-295, Prentice Hall Inc., New Jersey, 2001
- [2] Chopra, S., Meindl, P., *Supply Chain Management Strategy, Planning and Operations*, Hlm. 95-121, Pearson Education Inc., New Jersey, 2007
- [3] Frazelle, Edward H., *World-Class Warehousing and Material Handling*, Hlm. 201-265, McGraw-Hill Book Co., Singapore, 2002