

USULAN PERBAIKAN KLASIFIKASI DAN ALOKASI
PENYIMPANAN PRODUK DENGAN PENDEKATAN *CLASS BASED
STORAGE*

(Studi Kasus di PT. BHIMEX - Samarinda)

Sugi Haryadin dan Gunawan Madyono Putro
Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
Jl. Babarsari 2 Tambakbayan, Yogyakarta, 55281
Telp. (0274) 485363 Fax: (0274) 486256 email : *jur_tiu@upn.telkom.net*

Abstrak

Penelitian ini memfokuskan pada perbaikan klasifikasi produk dan alokasi penyimpanan pada gudang barang jadi PT. Bhimex yang dilatarbelakangi oleh inefisiensi di gudang barang jadi yang diukur dari besarnya ongkos material handling. Penentuan kapasitas penyimpanan dan alokasi penyimpanan yang kurang tepat mengakibatkan ketidakteraturan penyimpanan produk serta besarnya ongkos material handling. Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan klasifikasi produk dan alokasi penyimpanan yang dapat meminimalkan biaya material handling. Pada penelitian ini digunakan metode *class-based storage policy*. Adapun langkah-langkahnya melakukan perhitungan OMH awal kemudian dilakukan pengelompokan produk dan perhitungan jumlah penyimpanan tiap kelompok produk. Tahap selanjutnya adalah pengklasifikasian produk dengan metode *class-based storage* yang meliputi perhitungan rata-rata permintaan, pengurutan nilai *throughput*, perhitungan kedalaman baris optimal dan jumlah lokasi penyimpanan tiap kelompok produk, pengurutan kelompok produk berdasarkan nilai *throughput*, dan pembentukan kelas. Tahap selanjutnya adalah optimasi penentuan alokasi penyimpanan yang meliputi perhitungan jarak antara slot dengan gudang.

Analisis hasil besarnya ongkos material handling dari alokasi penyimpanan awal dibandingkan dengan besarnya estimasi ongkos material handling pada alokasi penyimpanan usulan menunjukkan nilai pengurangan sebesar 21,35% per tahun.

Kata kunci: *class based storage policy*, klasifikasi produk, alokasi penyimpanan, ongkos material handling.

1. Pendahuluan

Pergudangan adalah sebuah kebutuhan karena aktivitas produksi mengharapakan agar gudang dapat membantu mewujudkan proses produksi yang ekonomis, dalam pemasaran gudang dapat berperan meningkatkan pelayanan pelanggan (*customer service*). Sebagai fasilitas pelayanan produksi, misi pergudangan adalah sebagai penyeimbang dan penyangga bervariasinya antara jadwal produksi dan permintaan, memperpendek jarak transportasi dalam pendistribusian barang, dan *product mixing*. Biaya operasional yang rendah dan tingkat *throughput* yang tinggi merupakan indikator tingkat kinerja gudang. Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap biaya operasional gudang adalah pengaturan alokasi penyimpanan. Pengaturan alokasi penyimpanan berpengaruh terhadap hampir semua indikator performansi gudang, misalnya biaya dan waktu pengambilan produk, produktifitas gudang, pengemasan dan tingkat keakuratan inventori, dan kepadatan penyimpanan.



Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasi dan mengalokasikan penyimpanan produk dengan metode *class based storage policy*. Metode ini merupakan gabungan antara metode *randomized* dan *dedicated storage*. Metode ini membagi produk-produk yang ada ke dalam tiga, empat, atau lima kelas berdasarkan pada perbandingan *throughput* (T) dan *storage*(S)nya. Pengaturan tempat dirancang lebih fleksibel, yaitu dengan cara membagi tempat penyimpanan menjadi beberapa bagian, tetapi di tiap tempat tersebut dapat diisi secara random oleh beberapa jenis barang yang telah diklasifikasikan berdasarkan jenis maupun ukuran barang tersebut. Metode ini menggunakan pembagian kelas yang lebih sedikit sehingga untuk gudang dengan bermacam-macam jenis barang yang disimpan akan memerlukan ruang penyimpanan yang lebih sedikit. Adapun kelebihan yang lain yaitu produk-produk yang disimpan lebih teratur karena tetap memperhatikan pengklasifikasian barang. Hal yang menjadi latar belakang pemilihan metode ini adalah gudang yang dituju memiliki berbagai macam jenis produk serta ukuran dan beberapa masalah yg telah dipaparkan sebelumnya. Dan *class based storage policy* telah mewakili faktor-faktor dari keempat metode yang ada yaitu *random storage policy*, *dedicated policy*, *cube-per-order index* (COI) *policy*, dan *shared storage policy*.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan di gudang barang jadi PT. Bhimex. Objek penelitian untuk penelitian ini adalah unsur-unsur mengenai klasifikasi dan alokasi penyimpanan produk apakah adanya masalah pada alokasi penyimpanan barang yang tidak berjalan sesuai dengan instruksi kerja yang telah ditetapkan atau disebabkan oleh penentuan alokasi barang yang kurang tepat sehingga mengakibatkan petugas penyiapan barang jadi kesulitan dalam pencarian dan kesalahan pengambilan desain produk. Adapun Pengolahan data pada penelitian ini terdiri dari lima tahap, yaitu perhitungan ongkos *material handling* awal, penentuan jumlah lokasi penyimpanan, pengklasifikasian produk, penentuan sistem alokasi penyimpanan, dan perbandingan biaya OMH awal dan usulan. Adapun uraian dari tiap tahapnya adalah:

1. Perhitungan OMH (Ongkos *Material Handling*) Awal

Faktor-faktor yang mempengaruhi perhitungan ongkos *material handling* antara lain alat angkut yang digunakan dan jarak pengangkutan. Dari faktor-faktor tersebut didapatkan total ongkos *material handling* (Purnomo,2004).

- a. Biaya peralatan *forklift*
- b. Biaya tenaga kerja
- c. Ongkos *material handling*

2. Penentuan Jumlah Lokasi Penyimpanan

Pada tahap ini dilakukan pengelompokan produk berdasarkan kesamaan jenis dan merek produk serta perhitungan jumlah penyimpanan untuk tiap kelompok produk.



3. Pengklasifikasian Produk

Pengklasifikasian produk yang digunakan adalah *classification algorithm*, yang merupakan salah satu tahap dalam penerapan metode *class based storage* yang dipaparkan oleh Kusiak. Adapun rumus yang digunakan adalah :

a. Perhitungan rata-rata permintaan

Perhitungan rata-rata permintaan dihitung berdasarkan rata-rata dari jumlah penjualan setiap bulannya selama kurun waktu Januari sampai dengan Desember.

b. Perhitungan nilai *throughput*

Throughput merupakan perbandingan tingkat rata-rata permintaan produk dan jumlah barang yang disimpan. Nilai *throughput* digunakan sebagai salah satu dasar untuk pengklasifikasian produk.

c. Perhitungan kedalaman baris optimal (d_j) dan jumlah lokasi penyimpanan yang diperlukan untuk tiap kelompok produk (N_j). Batasan-batasan yang digunakan dalam perhitungan ini adalah :

$$\alpha = 0,10 \qquad d_{min} = 1$$
$$d_{max} = 25 \qquad h_j = 3$$

α merupakan prosentase *allowance honeycombing*, nilai prosentase *allowance honeycombing* untuk masing-masing cara penyimpanan barang berbeda-beda.

Untuk penyimpanan barang dengan cara *block stacking* memiliki nilai α sebesar 0,10 (Kulwiec, 1985). *Block stacking* yaitu penyimpanan dengan penumpukan *pallet* secara langsung sampai ke level yang diinginkan dimana *pallet* paling bawah bersentuhan langsung dengan lantai (Heragu, 1997). Nilai d_{max} dan d_{min} , disesuaikan dengan layout gudang. Sedangkan untuk nilai h_j disesuaikan dengan tinggi gudang, berat dan kestabilan muatan, serta jangkauan tinggi *forklift* (Barnes, 1999).

Perhitungan kedalaman baris optimal (d_j) dan N_j dilakukan menggunakan *row depth algorithm* yang merupakan salah satu tahap dari *class based storage* (Kusiak, 2000). Adapun penjelasan dari *row depth algorithm* atau algoritma jumlah kedalaman baris adalah:

Langkah 0. Jika j adalah index kelompok produk, dimana $j=1$, maka lanjutkan ke langkah 1.

Langkah 1. Jika $h_j < h_{min}$, dimana h_j adalah tinggi tumpukan untuk kelompok produk j dan h_{min} adalah tinggi tumpukan minimum untuk *floor stacking* maka lanjutkan ke langkah 5. Jika $h_j > h_{min}$ maka lanjutkan ke langkah 2.

Langkah 2. Jika N^* adalah jumlah total lokasi penyimpanan yang diperlukan, α adalah prosentase *allowance honeycombing*, I_j adalah maksimum inventori untuk kelompok produk j , dan d_{max} adalah kedalaman baris maksimum untuk *floor stacking*, maka hitung:

$$N^* = \left\lceil \frac{(1+\alpha)s_j}{d_{max}h_j} \right\rceil \dots\dots\dots(1)$$



$$d = \left[\frac{(1+a)s_j}{N \cdot h_j} \right] \dots \dots \dots (2)$$

Langkah 3. Jika $d_j \geq d_{min}$, dimana d_j adalah kedalaman baris optimal untuk kelompok produk j dan d_{min} adalah kedalaman baris minimum untuk *floor stacking* maka lanjutkan ke langkah 4. Jika $d_j < d_{min}$ lanjutkan ke langkah 5.

Langkah 4. Jika N_j adalah jumlah lokasi penyimpanan yang diperlukan untuk kelompok produk j maka $N_j = N^*$ dan lanjutkan ke langkah 6.

Langkah 5. Jika $d_j = 0$ maka $N_j = F(S_j)$, dimana $F(S_j)$ adalah fungsi dari desain rak yang menyatakan jumlah lokasi penyimpanan yang diperlukan untuk menyimpan palet sebesar S_j .

Langkah 6. Jika $j < n$, dimana n adalah jumlah kelompok produk yang disimpan maka $j = j + 1$ dan lanjutkan ke langkah 1.

Output dari *row depth algorithm* digunakan sebagai input pada *classification algorithm*.

Hasil perhitungan *throughput* (t_j) dan jumlah lokasi penyimpanan tiap kelompok item (N_j) digunakan sebagai dasar pengklasifikasian produk dengan *classification algorithm*. Kelompok produk diurutkan dari nilai yang terbesar berdasarkan *throughput*-nya. Ranking dari hasil pengurutan tersebut disebut r_j . Batasan yang digunakan dalam pengklasifikasian ini adalah kapasitas simpan per area penyimpanan ($L=20$). Jika k adalah indeks kelas, C_k adalah set kelompok produk yang ada di kelas k , t_j adalah *throughput* untuk kelompok produk j , N_j adalah jumlah penyimpanan yang diperlukan untuk kelompok produk j , r_j adalah ranking dari kelompok produk j , L adalah panjang area penyimpanan (dalam jumlah lokasi penyimpanan), dan I_k adalah jumlah lokasi penyimpanan yang diperlukan untuk kelas k maka $l = 0, \dots, d_{max}$, $k = k + 1$, $C_k = \emptyset$, dan $I_k = 0$. Untuk $j = 1, \dots, n$ dan untuk semua j , sehingga $r_j = j$ dan $d_j = l$:

Jika $I_k + N_j \leq L$, maka $C_k = C_k \cup j$, $I_k = I_k + N_j$

Jika $I_k + N_j > L$, maka $k = k + 1$, $C_k = \emptyset$, dan $I_k = 0$. Kembali ke langkah (a)

4. Penentuan Sistem Alokasi Penyimpanan

Penentuan sistem alokasi penyimpanan merupakan tahap pengoptimasian biaya *material handling* untuk tiap kelas yang telah ditentukan pada sub bab sebelumnya. Model alokasi (*allocation model*) (Muppani, 2008) akan digunakan untuk menentukan lokasi penyimpanan masing-masing kelompok produk dengan kriteria minimasi biaya *material handling*. Adapun parameter-parameter yang diperlukan dalam model alokasi (AM) akan dihitung pada tahapan berikut ini.

a. Perhitungan jarak antara slot dengan titik I/O gudang

b. Penentuan alokasi barang

Optimasi lokasi produk menggunakan model alokasi (*allocation model*) dari Muppani (2008):

$$\text{Minimize } Z = \sum_c \sum_l A_{lc} \cdot y_{lc} \dots \dots \dots (3)$$



Subject to $\sum_l a_l \cdot y_{lc} \geq B_c$, untuk setiap c , $y_{lc} \in \{0, 1\}$, untuk setiap c dan l

Dimana :

$$B_c = M_c \alpha \left[\sum_j I_j \cdot f_j \right] \dots \dots \dots (4)$$

$$A_c = 2 \cdot h \cdot (a_l \cdot d_l) \left[\frac{\sum_j D_j}{B_c} \right] \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan :

- c = indeks kelas
- l = indeks lokasi penyimpanan
- j = indeks kelompok produk
- f_j = area yang dibutuhkan kelompok produk j untuk menyimpan satu unit palet
- a_l = kapasitas simpan tiap lokasi penyimpanan (unit palet)
- d_l = jarak dari lokasi penyimpanan ke titik I/O
- h = ongkos *material handling* per meter

5. Perbandingan Biaya OMH Awal dan Usulan

Perhitungan ini sebagai validasi rencana alokasi barang jadi pada tempat penyimpanan. Diharapkan OMH usulan dapat lebih minimal dari OMH awal, jika tidak maka harus dilakukan kembali optimasi alokasi barang jadi.

3. Hasil dan Pembahasan

1. Perhitungan Ongkos *Material Handling* (OMH) Awal

Hasil perhitungan jarak total yang ditempuh pada aktivitas pergudangan di PT. Bhimex dapat dilihat pada tabel 1.

Ongkos *material handling* untuk setiap satu kali pengangkutan ditentukan berdasarkan ongkos per meter gerakan dimana di dalam ongkos tersebut sudah dipertimbangkan biaya pembelian alat, biaya tenaga kerja dan biaya depresiasi alat. Dari data *material handling* yang ada maka besarnya ongkos *material handling* dapat ditentukan sebagai berikut :

- a) Total biaya *forklift* / tahun = Biaya Investasi *forklift* + Biaya Perawatan *forklift*
 = Rp.60.216.000,00 + Rp. 122.400.000,00
 = Rp. 182.616.000,00 per tahun

b) Biaya Tenaga Kerja

Untuk biaya tenaga kerja, terdapat 8 orang pekerja yang digaji sebesar Rp. 750.000,00 per bulan. Sehingga perhitungan untuk biaya tenaga kerja yaitu :

- OMH awal = 2 x Total jarak perpindahan x OMH per meter
 = 2 x 181766,205 meter x Rp. 1400,7884 per meter
 = Rp. 509.231.982,9



Tabel. 1. Panjang Lintasan Total Perpindahan Dengan Forklift

Area	Frekuensi perpindahan	Jarak	Jarak frekuensi perpindahan
1	1118	46,125	51567,75
2.1	188	48,375	9094,5
2.2	35	39,125	1369,375
5	550	49,325	27128,75
6	367	49,325	18102,275
8	107	76,205	8153,935
9	47	62,795	2951,365
10	47	62,795	2951,365
11	47	62,795	2951,365
12	47	62,795	2951,365
13	47	62,795	2951,365
14.1	47	62,795	2951,365
14.2	47	62,795	2951,365
15	47	62,795	2951,365
17	47	62,795	2951,365
18	71	80,055	5683,905
19	71	80,055	5683,905
20	71	80,055	5683,905
21.1	71	80,055	5683,905
21.2	71	80,055	5683,905
21.3	71	80,055	5683,905
22	71	80,055	5683,905
TOTAL			181766,205

2. Pengklasifikasian Produk

Pengklasifikasian produk yang digunakan adalah *classification algorithm* yang merupakan salah satu tahap dalam penerapan metode *class based storage* yang dipaparkan oleh Kusiak. Sebelum dilakukan pengklasifikasian produk, terlebih dahulu dilakukan perhitungan rata-rata pengeluaran barang dari gudang, *throughput*, kedalaman baris optimal dan jumlah lokasi penyimpanan tiap kelompok item. Contoh perhitungan manual untuk kelompok item *sketch book 50*:

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata pengeluaran barang dari gudang} &= \frac{\text{Jumlah Total Barang Keluar}}{12} \\ &= 598 / 12 \\ &= 49.833 \end{aligned}$$

$$\text{Rata-rata pengeluaran barang dalam unit palet (D):}$$

$$D_j = \frac{\text{Rata-rata Barang Keluar Dalam Box}}{\text{Kapasitas Palet}}$$

$$= 49,833 / 30 = 1,661 \approx 2 \text{ unit palet/bulan}$$



3. Perhitungan Nilai *Throughput*

Nilai *throughput* digunakan sebagai salah satu dasar untuk pengklasifikasian produk. *Throughput* merupakan perbandingan tingkat rata-rata barang keluar gudang dan jumlah barang yang disimpan.

Hasil perhitungan *throughput* (t_j) dan jumlah lokasi penyimpanan tiap kelompok item (N_j) digunakan sebagai dasar pengklasifikasian produk. Kelompok produk diurutkan dari nilai yang terbesar berdasarkan *throughput*-nya. Ranking dari hasil pengurutan tersebut disebut r_j . Batasan yang digunakan dalam pengklasifikasian ini adalah kapasitas simpan per area penyimpanan ($L=20$). Untuk $l = 0, \dots, d_{max}$, maka $k = k + 1$, $C_k = \emptyset$, dan $I_k = 0$. Untuk $j = 1, \dots, n$ dan untuk semua j , sehingga $r_j = j$ dan $d_j = l$:

a) Jika $I_k + N_j \leq L$, maka $C_k = C_k \cup j$, $I_k = I_k + N_j$

b) Jika $I_k + N_j > L$, maka $k = k + 1$, $C_k = \emptyset$, dan $I_k = 0$. Kembali ke langkah (a)

Pengklasifikasian kelompok produk I menghasilkan volume penyimpanan sebesar 3357 palet. Kelompok produk II menghasilkan volume penyimpanan sebesar 3148 palet. Volume penyimpanan kelompok produk I lebih besar daripada kapasitas maksimum penyimpanan gudang maka kelompok produk I tidak diperhitungkan dalam tahap selanjutnya.

4. Perhitungan Jarak Antara Slot Dengan Titik Input/Output Gudang

Perhitungan jarak antara titik I/O dengan masing-masing slot digunakan sebagai acuan dalam penentuan alokasi penyimpanan. Penentuan jarak ini menggunakan metode titik pusat. Masing-masing slot dicari titik pusatnya kemudian ditentukan jaraknya dengan memakai jarak siku (*rectilinear*). Metode jarak siku digunakan karena perhitungan ini untuk menghitung jarak tempuh forklift.

Contoh perhitungan jarak antara slot 886 dan titik I/O adalah sebagai berikut:

Titik pusat slot 886 = (61,56;36,22)

Titik Input = (0;32,93)

Titik

Output = (74;32,93)

$$\begin{aligned} D_{1-I} &= |x_2 - x_1| + |y_2 - y_1| \\ &= |0 - 61,56| + |32,93 - 36,22| \\ &= 61,56 + 3,29 \\ &= 64,85 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_{1-O} &= |x_2 - x_1| + |y_2 - y_1| \\ &= |74 - 61,56| + |32,93 - 36,22| \\ &= 12,44 + 3,29 \\ &= 15,73 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan jarak perpindahan (W_{ij}) sama seperti pada perhitungan OMH awal. Dari hasil perhitungan jarak tersebut maka slot-slot diurutkan dari jarak yang terdekat dengan titik I/O.

5. Penentuan Alokasi Barang

Optimasi sistem penyimpanan bertujuan untuk mengatur lokasi berbagai jenis produk dalam satu kelas pada zona penyimpanan. Optimasi dilakukan sedemikian



rupa sehingga dapat meminimasi biaya *material handling*. Untuk melakukan optimasi lokasi produk digunakan model alokasi dari Muppani (2008):

$$\text{Minimize } Z = \sum_c \sum_l A_{lc} \cdot y_{lc}$$

$$\text{Subject to } \sum_l a_l \cdot y_{lc} \geq B_c, \text{ untuk setiap } c$$

$$y_{lc} \in \{0, 1\}, \text{ untuk setiap } c \text{ dan } l$$

$$\sum_c y_{lc} \leq 1, \text{ untuk setiap } l$$

Dimana :

$$B_c = \text{Max}_l \left[\sum_j l \cdot f_j \right]$$

$$A_{lc} = 2 \cdot h \cdot (a_l \cdot d_l) \cdot \left[\frac{\sum_j D_j}{B_c} \right]$$

y_{lc} merupakan variabel keputusan dengan fungsi tujuan minimasi biaya *material handling*. y_{lc} merupakan bilangan biner yang bernilai 1 apabila kelas c diletakkan di slot l dan bernilai 0 apabila kelas c tidak diletakkan di slot l . B_c merupakan jumlah kebutuhan unit palet yang disimpan pada kelas c . A_{lc} adalah fungsi untuk menghitung biaya *material handling*.

$\sum_l a_l \cdot y_{lc} \geq B_c$, untuk memastikan bahwa jumlah lokasi untuk kelas c jumlahnya sama atau lebih besar dengan jumlah kebutuhan lokasi untuk kelas c . Konstrain

$\sum_c y_{lc} \leq 1$, untuk memastikan bahwa hanya ada satu kelas yang mengisi masing-masing slot l . Berdasarkan perhitungan OMH, didapat OMH untuk per meter jarak tempuh forklift sebesar Rp. 1400,7884. Sehingga formulasi A_{lc} dapat

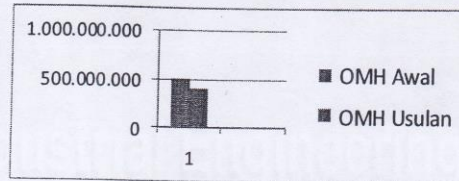
dinyatakan sebagai berikut: $A_{lc} = 2 \cdot 1400,7884 \cdot (a_l \cdot d_l) \cdot \left[\frac{\sum_j D_j}{B_c} \right]$
Perhitungan optimasi menggunakan *software Risk Premium Solver Platform*

6. Perbandingan Biaya OMH Awal dan Usulan

Dari perhitungan awal yang telah dilakukan didapatkan nilai OMH awal sebesar Rp. 509.231.982 Sedangkan untuk OMH usulan didapatkan dari hasil fungsi tujuan pada model alokasi (AM). OMH usulan untuk kelompok produk II sebesar Rp. 400.502.151

Mengacu pada hasil perhitungan OMH awal dan usulan, jika perusahaan menerapkan usulan kelompok produk II maka perusahaan menghemat biaya untuk OMH sebesar Rp. 108.729.831 setiap tahunnya atau sebesar 21,35 % per tahun. Berikut ini merupakan grafik perbandingan OMH sebelum dan sesudah dilakukannya rencana alokasi penyimpanan. Perbandingan OMH awal dan OMH usulan dapat dilihat pada gambar 1.

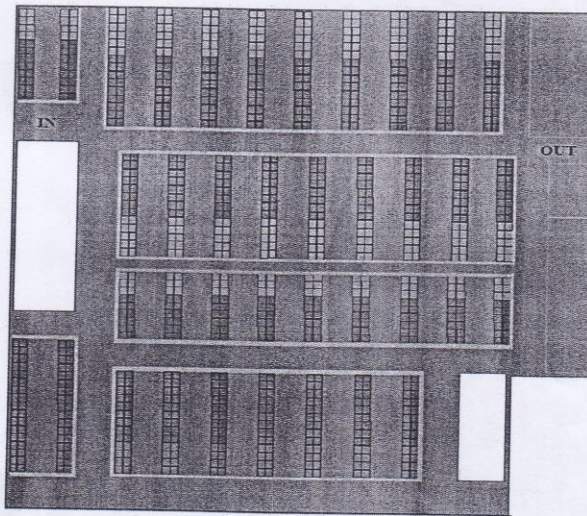




Gambar 1. Grafik Perbandingan OMH Awal dan Usulan

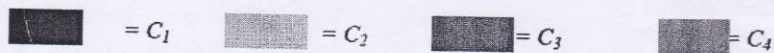
7. Layout Hasil Optimasi Kelompok Produk II

Layout hasil Optimasi kelompok produk II dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 2. Tampak Atas Layout Hasil Optimasi Kelompok Produk II

Keterangan :



4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan sesuai dengan tujuan penelitian di PT. Bhimex sebagai berikut:

1. Dalam pengelompokan produk, dilakukan dengan dua cara. Pengelompokan yang pertama menghasilkan 62 kelompok produk, dan pengelompokan yang kedua menghasilkan 36 kelompok produk. Dari hasil pengelompokan tersebut, dilakukan klasifikasi lebih lanjut dalam kelas-kelas untuk selanjutnya dilakukan pengoptimalan alokasi gudang. Klasifikasi kelompok



- produk yang pertama, menghasilkan 6 kelas dan kelompok produk yang kedua menghasilkan 4 kelas.
2. Penentuan alokasi penyimpanan produk mendapatkan hasil optimal untuk meminimasi biaya *material handling*. Prosentase pengurangan OMH kelompok produk II sebelum dan sesudah perencanaan adalah sebesar 21,35 % per tahun. Berdasarkan prosentase pengurangan OMH dan parameter-parameter lainnya, maka alokasi penyimpanan produk yang diusulkan kepada perusahaan adalah alokasi penyimpanan kelompok produk II.

DAFTAR PUSTAKA

- Ballou, Ronald H. *Business Logistics Management*. Englewood Cliffs, N. J: Prentice Hall, 1992
- Barnes, C. *Designing a Block Stacking Storage Layout*. 1999. [http://www.plantengineering.com/article/181865- Design a block stacking storage layout.php](http://www.plantengineering.com/article/181865-Design-a-block-stacking-storage-layout.php)
- Bloomberg D.J. and Murray A. *The Management of Integrated Logistics*. Sydney Prentice Hall, 1996
- Heragu, SW. *Facilities Design*. Boston: PWS Publishing Co, 1997
- Kusiak, A. *Computational Intelligence in Design and Manufacturing*. New York, 2000
- Kulwicz, A.R. *Materials Handling Handbook*. 1985. www.books.google.com
- Muppani, V.R. and Adil, G.K. Efficient Formation OF Storage Classes For Warehouse Storage Location Assigment: *A Simmulated Annealing Approach*.
- Purnomo, H. *Perencanaan dan Perancangan Fasilitas*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2004
- Tompkins, J.A et all. *Facilities Planning*. Canada: Jhon Whiley & Son Inc, 2003
- SMEC-Kinhill. *Pedoman manajemen Gudang*. Indonesia: Direktorat Jendral Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, 1997



