

Penentuan Ukuran Pemesanan Material dengan Memperhatikan *Decay Inventory* dan *Quantity Unit Discount*

William Surya Wijaya¹, I Gede Agus Widyadana²

Abstract: In this paper we develop decay inventory with quantity unit discounts models. The models are built by considering purchasing and saving cost. The models are compared with Wagner Within model. The analyzes are conducted using a sensitivity analysis to changes in deteriorating rate, setup cost, inventory cost, purchase cost and changes in the number of demand. The model analysis is done by generating 50 random data. Result from the study shows that savings cost model 1.4% is better than purchasing cost model. The cost of Wagner Within model is 1.5% lower than the model with purchasing cost and not significantly different than the model that consider the savings cost.

Keywords: Deteriorating Inventory, Quantity Unit Discount, Material Planning.

Pendahuluan

Deteriorating inventory menurut Wee (1999) adalah barang yang dapat membusuk, rusak, kehilangan nilai marjinal sehingga mengakibatkan adanya penurunan nilai guna dari barang tersebut dibandingkan dengan aslinya. *Deteriorating inventory* dapat dikategorikan menjadi tiga macam yaitu *obsolescence*, *perishability*, dan *physical depletion* atau *decay*. *Obsolescence* adalah produk yang tidak tahan lama seiring dengan berkembangnya teknologi, dan munculnya produk-produk baru yang canggih. Contohnya adalah produk-produk aksesoris, kosmetik, dan yang berhubungan dengan fashion. *Perishability* adalah produk-produk yang mudah membusuk. Contoh produk yang termasuk dalam kategori *perishability* adalah buah-buahan, sayuran, dan darah yang ada di Palang Merah Indonesia (PMI). Kategori yang terakhir yaitu *physical depletion* atau *decay* yaitu produk yang mudah rusak oleh waktu. Contoh produknya adalah tepung, bahan-bahan kimia, bensin, minyak, dan minyak pelumas. Kerusakan pada persediaan bahan baku menyebabkan ketidaksesuaian antara jumlah permintaan konsumen yang harus dipenuhi dan persediaan yang dibutuhkan untuk produksi.

Tersine (1994) mengemukakan bahwa *Material Requirement Planning* digunakan pada produk yang bersifat *dependent demand*. *Dependent demand* adalah barang-barang yang tergantung kepada permintaan barang lainnya. Penerapan (MRP) dalam proses produksi dapat digunakan

untuk mengatur jumlah persediaan yang tidak menentu ini. Jumlah persediaan bahan baku yang dibutuhkan untuk pembuatan produk akhir bergantung kepada tingkatan atau level bahan baku tersebut dalam *Bill of Material* (BOM). BOM adalah skema yang menunjukkan bahan-bahan baku serta jumlahnya yang dibutuhkan untuk membuat produk akhir.

Perkembangan terhadap *lot sizing* telah banyak dilakukan seperti yang dilakukan Manthou (1996) mengenai sebelum dan sesudah pengaplikasian MRP dalam sebuah perusahaan, Verbic (2004) mengenai MRP dalam *cold chain management*, Ho, dkk (2007) mengenai *lot sizing* dengan *deteriorating item*, Mirmohammadi (2008) mengenai pengembangan algoritma dengan *branch and bound*, dan Susanto (2012) mengenai *deteriorating item* dengan *periodic quantity discount*. Penelitian ini mengembangkan penelitian yang telah dilakukan Ho, dkk (2007) terhadap *deteriorating item*.

^{1,2} Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236.

Email: william_surya_wijaya91@yahoo.com, gedeaw@gmail.com

Pengembangan Model Matematis

2.1 Model Deteriorating Inventory dengan Biaya Pembelian dan Quantity Discount (Model 1)

Persamaan matematik yang digunakan:

$$dij = \sum_{x=i+1}^j \frac{d(x)}{(1-\theta)^{x-i}} \quad (1)$$

dij = permintaan dari periode i sampai j

θ = deteriorating rate

Persamaan 1 digunakan untuk menghitung jumlah permintaan yang akan berpengaruh terhadap jumlah diskon yang diberikan.

$$TRC(i, j) = S + h.(1 - Rr) \cdot \sum_{x=i+1}^j \sum_{y=i}^{x-1} \frac{d(x)}{(1-\theta)^{y-i+1}} + P(1 - Rr).dij \quad (2)$$

untuk $j > i$

$$TRC(i, j) = S + (1 - Rr).P.dij \quad \text{untuk } j = i \quad (3)$$

Untuk memperoleh diskon yang lebih besar dengan pembelian yang minimal dimodelkan dengan:

$$TRC(i, j, r+1) = S + h.(1 - Rr+1) \cdot \left(\sum_{x=i+1}^j \sum_{y=i}^{x-1} \frac{d(x)}{(1-\theta)^{y-i+1}} + \sum_{p=1}^{j-1} (dA - dij)(1-\theta)^p \right) + P(1 - Rr+1).dA \quad (4)$$

$TRC(i, j)$ = Biaya yang dikeluarkan dari periode i ke periode j

S = Biaya pemesanan

h = Biaya simpan

P = Biaya pembelian

dA = Jumlah permintaan minimal untuk memperoleh diskon yang lebih besar

$$MNAPC(i, j) = \frac{TRC(i, j)}{(j - i + 1 - z)} \quad (5)$$

$MNAPC(i, j)$ = Biaya rata-rata antara periode i sampai periode j

z = Jumlah periode yang nilai permintaannya 0

Langkah-langkah perhitungan adalah sebagai berikut:

1. Hitung persamaan (1) untuk setiap kemungkinan yang terjadi.
2. Inisiasi $i = 1, j = 1$, kemudian hitung persamaan (3) dan (4). Jika $MNAPC(i, j, r) > MNAPC(i, j, r+1)$, maka $MNAPC$ awal adalah $MNAPC(i, j, r+1)$, jika tidak maka $MNAPC$ awal adalah $MNAPC(i, j, r)$.
3. Jika $j = n$, maka:

$$Q(i) = \sum_{x=i}^n \frac{d(x)}{(1-\theta)^{x-i}}$$

Dan lanjutkan ke langkah 6, jika tidak maka $j = j+1$ dan lanjutkan ke langkah 4.

4. Jika $d(j) = 0$, maka lanjutkan ke langkah 3, jika tidak maka ke langkah 5.
5. Hitung $MNAPC(i, j)$ berdasarkan persamaan (5) dan bandingkan dengan $MNAPC$ dari persamaan (4). Jika $MNAPC(i, j, r) > MNAPC(i, j, r+1)$, maka $MNAPC(i, j) = MNAPC(i, j, r+1)$, jika tidak maka $MNAPC(i, j) = MNAPC(i, j, r)$. Cari nilai k terbesar, $i \leq k < j$, $d(k) > 0$. Jika $MNAPC(i, j) > MNAPC(i, k)$ atau $MNAPC(i, j) = MNAPC(i, k)$, maka $MNAPC(i, j) = MNAPC(i, k)$. Hitung jika $i = j$,

$$Q(i) = \sum_{x=i}^n \frac{d(x)}{(1-\theta)^{x-i}}$$

Lanjutkan ke langkah 3, jika tidak ke langkah 6.

6. Jika $Q(n) = 0$, maka lanjutkan ke langkah 7, jika tidak cari $k = \max\{t : t < n, Q(t) > 0\}$.

7. Hitung $Q(t)$ untuk $t = 1, 2, \dots, n$

Pengembangan model *deteriorating inventory* dengan memperhatikan biaya pembelian dan *quantity unit discount*.

2.2 Model Deteriorating Inventory dengan Biaya Penghematan dan Quantity Discount (Model 2)

Persamaan matematik yang digunakan:

$$TRC(i, j) = S + h.(1 - Rr) \cdot \sum_{x=i+1}^j \sum_{y=i}^{x-1} \frac{d(x)}{(1-\theta)^{y-i+1}} - P(Rr).dij \quad (6)$$

Untuk mendapatkan diskon yang lebih besar, dimodelkan dengan:

$$TRC(i, j, r+1) = S + h.(1 - Rr+1) \cdot \left(\sum_{x=i+1}^j \sum_{y=i}^{x-1} \frac{d(x)}{(1-\theta)^{y-i+1}} + \sum_{p=1}^{j-1} (dA - dij)(1-\theta)^p \right) - P(Rr+1).dA \quad (7)$$

Langkah-langkah perhitungan adalah sebagai berikut:

1. Hitung persamaan (1) untuk semua kemungkinan yang dapat terjadi.
2. Inisiasi $i = 1, j = 1$, hitung:

$$MNAPC(i, j) = S - (Rr).P.dij \quad (8)$$

atau dengan diskon yang lebih besar dengan menghitung persamaan (7). Jika $MNAPC$

$(i, j, r) > \text{MNAPC}(i, j, r+1)$, maka $\text{MNAPC}(i, j) = \text{MNAPC}(i, j, r+1)$, jika tidak maka $\text{MNAPC}(i, j) = \text{MNAPC}(i, j)$. Hitung $Q(t) = 0$ untuk $t = 1, 2, \dots, n$; untuk $r = 1, 2, \dots, f$.

3. Jika $j = n$, maka:

$$Q(i) = \sum_{x=i}^n \frac{d(x)}{(1-\theta)^{x-i}}$$

dan lanjutkan ke langkah 6, jika tidak maka $j = j+1$ dan lanjutkan ke langkah 4.

4. Jika $d(j) = 0$, maka lanjutkan ke langkah 3, jika tidak maka ke langkah 5.

5. Hitung $\text{MNAPC}(i, j)$ berdasarkan persamaan (5) dan bandingkan dengan MNAPC dari persamaan (7). Jika $\text{MNAPC}(i, j, r) > \text{MNAPC}(i, j, r+1)$, maka $\text{MNAPC}(i, j) = \text{MNAPC}(i, j, r+1)$, jika tidak maka $\text{MNAPC}(i, j) = \text{MNAPC}(i, j, r)$. Cari nilai k terbesar, $i \leq k < j$, $d(k) > 0$. Jika $\text{MNAPC}(i, j) > \text{MNAPC}(i, k)$ atau $\text{MNAPC}(i, j) = \text{MNAPC}(i, k)$, maka $\text{MNAPC}(i, j) = \text{MNAPC}(i, k)$. Hitung jika $i = j$,

$$Q(i) = \sum_{x=i}^n \frac{d(x)}{(1-\theta)^{x-i}}$$

Lanjutkan ke langkah 3, jika tidak ke langkah 6.

6. Jika $Q(n) = 0$, maka lanjutkan ke langkah 7, jika tidak cari $k = \max\{t : t < n, Q(t) > 0\}$.

7. Hitung $Q(t)$ untuk $t = 1, 2, \dots, n$

Pengembangan model selanjutnya dilakukan dengan mengabaikan biaya pembelian dan mempertimbangkan biaya penghematan sebagai salah satu perhitungan biaya.

2.3 Wagner Within dengan Biaya Pembelian dan Quantity Discount

Pengembangan model Wagner Within dengan memperhatikan biaya pembelian dan *quantity discount*.

Persamaan matematik yang digunakan:

$$Z_{ce} = S + (1 - R_r) \cdot m \cdot P \cdot \sum_{i=c}^e (Q_{ce} - Q_{ci}) + P \cdot (1 - R_r) \cdot Q_A \quad (9)$$

dimana $1 \leq c \leq e \leq N$

Z_{ce} = Variable Cost
 m = Holding Rate

Variable cost terdiri dari biaya pemesanan, biaya simpan yang telah mendapatkan diskon dikalikan dengan jumlah produk yang disimpan, dan biaya

pembelian yang sudah mendapatkan diskon dikalikan dengan jumlah produk yang dibeli.

Untuk mendapat diskon yang lebih besar dimodelkan dengan:

$$Z_{ce+1} = S + (1 - R_{r+1}) \cdot m \cdot P \cdot \sum_{i=c}^e (Q_A - Q_{ci}) + P \cdot (1 - R_{r+1}) \cdot Q_A \quad (10)$$

Q_A merupakan jumlah pembelian minimal untuk mendapatkan diskon yang lebih besar. Perhitungan biaya simpan yang sebelumnya hanya berdasarkan jumlah yang disimpan seharusnya digantikan dengan Q_A , karena pembelian yang dilakukan sekarang sejumlah Q_A .

Langkah-langkah perhitungan adalah sebagai berikut:

1. Hitung persamaan (1) untuk setiap kemungkinan yang dapat terjadi.
2. Hitung persamaan (9) dan (10). Jika nilai $Z_{ce} > Z_{ce+1}$, maka yang dipilih adalah Z_{ce+1} , jika tidak maka yang dipilih nilai Z_{ce} .
3. Mementukan nilai f_e untuk meminimalkan biaya dari periode 1 sampai periode e . Model dimulai dengan $f_0 = 0$ dengan formula:

$$f_e = \text{Min}(Z_{ce} + f_{c-1}) \quad \text{untuk } c = 1, 2, \dots, e \quad (11)$$

4. Menentukan f_N yang merupakan solusi optimal dengan formula:

$$f_N = (Z_{wN} + f_{w-1}) \quad (12)$$

untuk $N = 1, 2, \dots, N$ dan $w = 1, 2, 3, \dots, N$

Hasil dan Pembahasan

Hasil yang diperoleh dengan model 1, model 2, dan Wagner Within adalah model 1 sangat sensitif terhadap jumlah permintaan dan menimbulkan pola pembelian tertentu. Pola tersebut adalah pembelian dilakukan pada periode yang jumlah permintaannya lebih kecil secara bersamaan.

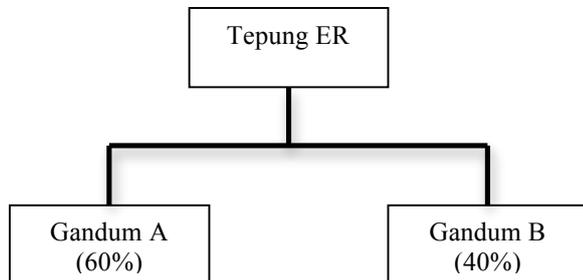
Berdasarkan pembangkitan data sebanyak 50 kali, model Wagner Within menghasilkan rata-rata biaya lebih rendah 1,5% dari model 1 dan 0,07% tidak berbeda signifikan dengan model 2. Model 2 menghasilkan biaya lebih rendah 1,4% dibandingkan dengan model 1.

Permintaan diambil berdasarkan penelitian Olivia (2003) terhadap permintaan tepung. Permintaan tepung jenis ER dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Permintaan Tepung ER dalam (1000kg)

| Periode 1 | Periode 2 | Periode 3 | Periode 4 | Periode 5 | Periode 6 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 15930 | 14027,5 | 12823,75 | 13344,25 | 15119,75 | 16012,5 |

Setelah permintaan tepung jenis ER diperoleh, kemudian membuat BOM dari produk tersebut untuk mengetahui jumlah bahan baku yang digunakan.



Gambar 1 Bill of Material Tepung ER

Gambar 1: Menunjukkan BOM dari Tepung ER. Setelah mengetahui BOM dari produk, kemudian menghitung permintaan terhadap gandum jenis A. Permintaan gandum jenis A diperoleh tergantung pada permintaan Tepung ER. Jumlah gandum jenis A yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Permintaan Gandum A dalam (1000kg)

| Periode 1 | Periode 2 | Periode 3 | Periode 4 | Periode 5 | Periode 6 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 9558 | 8416,5 | 7694,25 | 8006,55 | 9071,85 | 9607,5 |

Biaya yang digunakan dalam perhitungan dengan pembangkitan data sebanyak 50 kali adalah:

Biaya Pembelian : Rp. 2.400-3.600/kg

Biaya Simpan : Rp. 120-180/kg

Biaya Pemesanan :

Rp. 24.000.000-36.000.000/pesanan

Deteriorating rate : 1%-10%

Jumlah Permintaan : 7.694.250 kg-9.607.500 kg

Jumlah permintaan didapatkan dari \pm 20% dari jumlah permintaan awal yang terdapat pada Tabel 2.

Diskon akan diberikan pada rentang pembelian:

\leq 19.999.999 = 0%

20.000.000-34.999.999 = 2%

35.000.000-49.999.999 = 5%

\geq 50.000.000 = 7%

Perbandingan antara ketiga model dilakukan dengan pembangkitan data sebanyak 50 kali. Pembangkitan data tersebut digunakan untuk melakukan perhitungan biaya. Perhitungan biaya terhadap ketiga model yang telah dibangun dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Perolehan Biaya Model 1, Model 2, dan Wagner Within

| No | Model 1 | Wagner Within | Model 2 |
|----|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 179.581.193.322 | 179.581.193.322 | 179.581.193.322 |
| 2 | 143.154.163.746 | 140.402.658.350 | 140.251.722.770 |
| 3 | 165.794.231.996 | 165.794.231.996 | 165.127.082.272 |
| 4 | 145.339.446.966 | 145.339.446.966 | 145.139.117.760 |
| 5 | 159.114.061.668 | 159.114.061.668 | 159.114.061.668 |
| 6 | 179.491.064.400 | 179.491.064.400 | 179.491.064.400 |
| 7 | 189.196.852.174 | 189.196.852.174 | 189.196.852.174 |
| 8 | 135.101.971.240 | 130.605.724.604 | 130.605.724.604 |
| 9 | 129.588.538.467 | 125.345.992.856 | 125.345.992.856 |
| 10 | 136.413.760.842 | 136.413.760.842 | 136.413.760.842 |
| 11 | 177.318.278.284 | 172.607.357.544 | 172.607.357.544 |
| 12 | 169.149.917.942 | 163.630.014.454 | 163.630.014.454 |
| 13 | 170.321.066.202 | 170.321.066.202 | 170.321.066.202 |
| 14 | 136.448.320.748 | 129.807.571.854 | 129.807.571.854 |
| 15 | 171.698.936.480 | 171.698.936.480 | 171.698.636.480 |
| 16 | 150.972.250.509 | 150.972.250.509 | 150.972.250.509 |
| 17 | 145.884.178.714 | 144.133.378.714 | 144.133.378.714 |
| 18 | 191.269.248.039 | 188.324.655.036 | 188.324.655.036 |
| 19 | 155.235.605.132 | 152.812.562.250 | 152.812.562.250 |
| 20 | 130.572.625.828 | 130.572.625.828 | 130.572.625.828 |
| 21 | 136.472.593.098 | 136.472.593.098 | 136.472.593.098 |
| 22 | 132.018.015.585 | 132.018.015.585 | 132.018.015.585 |
| 23 | 173.839.147.471 | 169.750.330.419 | 169.750.330.419 |
| 24 | 160.572.293.287 | 158.339.380.194 | 158.339.380.194 |
| 25 | 131.622.490.573 | 131.622.490.573 | 131.622.490.573 |
| 26 | 150.018.987.495 | 143.463.992.147 | 143.463.992.147 |
| 27 | 180.885.539.107 | 175.097.866.307 | 175.097.866.307 |
| 28 | 188.620.308.922 | 182.524.572.660 | 182.524.572.660 |
| 29 | 140.125.404.639 | 138.048.194.478 | 138.048.194.478 |
| 30 | 150.605.234.834 | 150.605.234.834 | 150.605.234.834 |
| 31 | 184.349.859.216 | 180.909.691.389 | 180.909.691.389 |
| 32 | 127.138.093.756 | 123.981.203.852 | 123.981.203.852 |
| 33 | 133.304.202.670 | 133.304.202.670 | 133.304.202.670 |
| 34 | 150.512.588.757 | 145.873.320.852 | 145.873.320.852 |
| 35 | 134.168.554.369 | 131.509.503.519 | 131.509.503.519 |
| 36 | 155.158.767.637 | 152.852.546.250 | 152.852.546.250 |
| 37 | 158.970.627.258 | 155.297.422.002 | 155.297.422.002 |
| 38 | 181.432.714.327 | 176.364.533.471 | 176.364.533.471 |
| 39 | 137.998.077.605 | 136.288.918.917 | 136.288.918.917 |
| 40 | 165.622.000.529 | 163.862.544.291 | 163.862.544.291 |
| 41 | 190.843.718.372 | 187.617.675.124 | 187.617.675.124 |
| 42 | 175.213.480.372 | 175.213.480.372 | 175.213.480.372 |
| 43 | 132.807.508.706 | 132.807.508.706 | 132.807.508.706 |
| 44 | 140.444.190.363 | 136.528.878.719 | 136.528.878.719 |
| 45 | 178.621.456.905 | 178.621.456.905 | 178.621.456.905 |
| 46 | 167.845.145.837 | 163.979.194.358 | 163.979.194.358 |
| 47 | 184.590.287.980 | 182.045.155.433 | 182.045.155.433 |
| 48 | 181.888.557.106 | 176.969.186.574 | 176.969.186.574 |
| 49 | 147.674.858.488 | 143.000.993.270 | 143.000.993.270 |
| 50 | 146.687.711.650 | 144.939.335.008 | 144.939.335.008 |

Simpulan

Penulis telah mengembangkan model *lot sizing* dengan mempertimbangkan *quantity discount* untuk *deteriorating inventory*, yaitu model 1, model 2, dan Wagner Within. Model 1 adalah pengembangan penelitian Ho, dkk (2007) dengan memperhatikan biaya pembelian dan *quantity discount*. Model 2 adalah pengembangan penelitian Ho, dkk (2007) dengan mempertimbangkan biaya penghematan didalam perhitungan. Pola yang muncul berdasarkan perhitungan model 1 adalah pembelian dilakukan pada periode yang jumlah permintaannya besar sampai menutupi periode yang permintaannya lebih kecil secara bersamaan. Kesimpulan yang diperoleh untuk pengembangan model yang pertama ini tidak begitu baik. Hal ini dikarenakan faktor jumlah permintaan sangat berpengaruh besar terhadap keputusan yang diambil. Pengembangan model 2 adalah melakukan perbaikan terhadap model 1, yaitu dengan mengabaikan pengaruh biaya pembelian. Biaya pembelian digantikan dengan biaya penghematan yang diperoleh apabila membeli pada periode tersebut.

Berdasarkan analisa data acak sebanyak 50 kali, hasil yang diperoleh terhadap model 1 dan Wagner Within menunjukkan bahwa model 1 menghasilkan rata-rata biaya lebih besar 1,5% dibandingkan dengan rata-rata biaya menggunakan Wagner Within. Model 1 menghasilkan biaya yang lebih mahal dikarenakan terdapat pola tertentu dimana pembelian dilakukan pada periode yang jumlah permintaannya besar sampai periode yang jumlah permintaannya lebih kecil daripada jumlah permintaan periode yang besar tadi. Perbandingan selanjutnya adalah perbandingan biaya yang diperoleh dengan menggunakan model 2 dan model 1.

Perbandingan antara model 2 dengan model 1 adalah biaya yang diperoleh melalui model 2 lebih rendah 1,46% daripada model 1 yang mempertimbangkan biaya pembelian. Model 2 tidak tergantung terhadap jumlah pembelian, tetapi tergantung terhadap penghematan yang terjadi. Semakin besar penghematan yang terjadi, maka keputusan pembelian juga dilakukan untuk memenuhi periode yang penghematannya lebih besar.

Perbandingan biaya yang diperoleh berdasarkan analisa 50 data acak antara model 2 dengan Wagner Within adalah Wagner Within

menghasilkan biaya yang tidak berbeda signifikan. Keputusan pembelian antara model 2 dan Wagner Within juga tidak berbeda secara signifikan. Berdasarkan 50 kasus yang ada, 47 kasus mempunyai keputusan pembelian yang sama dan 3 kasus mempunyai perbedaan dibawah 1%. Model 1 dan model 2 merupakan model yang bersifat heuristik, sehingga hasil yang diperoleh merupakan *local optimum*, sedangkan Wagner Within adalah model *dynamic programming* dan bersifat metaheuristik sehingga hasil yang diperoleh merupakan hasil yang *global optimum*.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terhadap model *deteriorating inventory* Ho, dkk (2007), penelitian ini berhasil mengembangkan model perhitungan terhadap *decay inventory* dan *quantity discount*. Pengembangan model dengan mempertimbangkan penghematan yang dilakukan lebih baik dari pengembangan model yang mempertimbangkan biaya pembelian.

Daftar Pustaka

1. Aryani, Olivia. (2003). Menentukan Kombinasi Metode *Lot-Sizing* dan *Sequencing Rules* Menggunakan Simulasi Studi Kasus di PT. Indofood Sukses Makmur, Bogasari Flour Mills, Surabaya. (TA No. 01/0717/IND /2003). Tugas Akhir, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
2. Ho, Johnny., Adriano Solis, & Yih-Long Chang. (2007). *Effects of Deteriorating Inventory on Lot-Sizing : A Comparative Analysis of Heuristics for MRP Systems*. Texas : Computers & Operation Research 34(9): 2562-2575.
3. Manthou, V., Maro Vlachopoulou, & Petros Theodorou (1996). *The Implementation of Material Requirements Planning System in Northern Greece*. Greece : International Journal of Production Economics.
4. Mirmohammadi, Hamid., Shahram Shadrokh, & Fereydoon Kianfar. (2008). *An Efficient Optimal Algorithm for Quantity Discount Problem in Material Requirement Planning*. Iran : Journal Computers and Operation Research Volume 36 Issue 6, pages 1780-1788.
5. Susanto, Danny. (2012). Penentuan Metode *Lot Sizing* yang Tepat untuk Kondisi *Supply Contract with Quantity Flexibility* dan Penyusutan Bahan Baku. (TA No. 01021666/IND/2012). Tugas Akhir, Universitas Kristen Petra, Surabaya.

6. Tersine, Richard. (1994). *Principles of Inventory and Material Management Fourth Edition*. New Jersey : Prentice-Hall International Inc.
7. Verbic, M. (2004). *Economic Estimation of Parameters of Preservation of Perishable Goods in Cold Logistic Chains* . Slovenia : IER Working Paper No. 24.
8. Wee, Hui-Ming. (1999). *Deteriorating Inventory Model with Quantity Discount, Pricing, and Partial Backordering*. Taiwan : International Journal of Production Economics.
9. Wee, Hui-Ming., & Yu-Shu Shum. (1999). *Model Development for Deteriorating Inventory in Material Requirement Planning Systems*. Elsevier : Computers and Industrial Engineering, Volume 36, Number 1.