

---

# PERANCANGAN EKSPEKTASI BIAYA TOTAL TAHUNAN DENGAN ALTERNATIF JALUR PASOKAN MODEL PERSEDIAAN JENJANG JAMAK

---

***Albertus Magnus Madyana***

*mdy04@yahoo.com*

---

## ***Penulis***

**A. M. Madyana** adalah staf pengajar di Jurusan Teknik Industri, Universitas Bunda Mulia, Jakarta. Penulis adalah mahasiswa program doktoral Universitas Gajah Mada, Yogyakarta. Bidang peminatan: Ergonomi, Sistem Produksi, Mekanika.

---

## ***Abstract***

*Production and distribution activities in production system need to be integrated in order to increase the efficiency of the system effectively, and to decrease the cost of logistics flow. In an echelon inventory model, it can be planned and controlled, so the size of order lot for each distribution service system unit can be integrated in a value chain system. By understanding which supply channel that produce annual minimum cost, we can decide which policy of supply channel and optimal lot to be implemented.*

---

## ***Keywords***

*echelon inventory model, optimization of minimum cost*

## PENDAHULUAN

Dalam industri pertanian, terdapat pemisahan antara kegiatan produksi dan distribusi pada sistem usaha produktif. Padahal salah satu teknik yang dianggap efektif untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi biaya jalur aliran logistic adalah dengan melakukan perencanaan dan pengendalian secara terintegrasi, sehingga ukuran lot pemesanan setiap unit pelayanan sistem distribusi dapat disinkronisasi.

Dalam upaya mengintegrasikan kegiatan produksi dan distribusi tersebut, Toruan (2001) telah mengembangkan model persediaan tiga eselon (jenjang) dengan satu depot, n pengecer. Model tersebut merupakan pengembangan lebih lanjut dari model optimasi integral sistem rantai nilai tiga jenjang dari Nur Bahagia (1999). Permasalahan model Toruan (2001) ini terfokus pada analisis satu unit produksi, satu depot ( $i \geq 0$ ) dan n pengecer ( $n > 1$ ), untuk mendapatkan perhitungan ukuran lot produksi dengan estimasi minimasi biaya operasi tahunan.

Dari berbagai alasan yang telah dikemukakan, maka perlu untuk membuat alat bantu berupa program aplikasi yang dapat mencari ukuran lot produksi optimal dengan minimasi ekspektasi biaya operasi tahunan, pada sistem rantai tiga jenjang, satu depot, dan n pengecer.

## TUJUAN PENELITIAN

Secara umum penelitian ini bertujuan merancang program aplikasi perhitungan ekspektasi biaya tahunan, sedangkan secara khusus dapat dipakai sebagai alat bantu untuk menentukan jalur pasokan dari dua alternatif, dengan melihat biaya ekspektasi biaya tahunan yang paling minimal, dengan model persediaan multi jenjang.

## TINJAUAN TEORI

Dalam pengambilan keputusan manajemen persediaan, terdapat empat jenis biaya, yaitu :

- Biaya persiapan (*Preparation costs*),
- Ongkos angkut (*Carrying costs*),
- Ongkos kekurangan Stok (*Stockout cost*), dan
- Biaya yang berkaitan dengan kapasitas.

Perhitungan *safety stock* sangat tergantung dari *demand* dan *lead time*, dan dapat dihitung sebagai berikut :

$$SS = \int_0^R (R - z)h(z)\delta z$$

Dengan: SS = safety stock (unit),  
z = permintaan selama lead time (unit),  
h(z) = fungsi distribusi permintaan selama lead time,  
R = reorder point (unit)

Persamaan diatas dapat diuraikan menjadi :

$$SS = \int_0^{\infty} h(z)\delta z - \int_0^{\infty} (z)h(z)\delta z = R - z$$

Dengan: z = rata-rata permintaan selama lead time (unit), sedangkan ekspektasi jumlah kekurangan di formalisasikan sebagai :

$$E = (z > R) \int_0^{\infty} (z - R) h(z) \delta z$$

## TAHAPAN PEMODELAN

### Penentuan Ukuran Kuantitas Pemesanan (Lot Size)

Titik pemesanan dimana biaya pesan terendah diistilahkan dengan *Economic Order Quantity* (EOQ), sehingga didapat :

$$\frac{\delta TC(Q)}{\delta Q} = \frac{H}{2} - \frac{CR}{Q^2} = 0$$

Sehingga ukuran EOQ sebagai berikut :

$$Q = \sqrt{\frac{2CR}{H}} = \sqrt{\frac{2CR}{PF}}$$

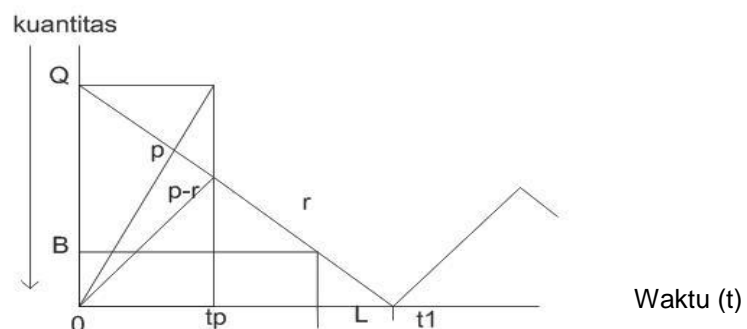
$$\frac{\delta TC(Q)}{\delta Q} = \frac{H}{2} - \frac{CR}{Q^2} = 0$$

Sistem Produksi jenis 'Batch', diperlihatkan pada Gambar 1. Untuk memperoleh biaya tahunan yang minimum, maka didapat :

$$\frac{\delta TC(Q)}{\delta Q} = -\frac{CR}{Q^2} + \frac{H(p-r)}{2p} = 0$$

$$Q = \sqrt{\frac{2CRp}{H(p-r)}}$$

Siklus produksi berlangsung mulai dari waktu 0 dan berakhir pada  $t_p$ . Selama periode  $t_p - t_1$  tidak terjadi produksi, dan stok persediaan akan berkurang. Produksi baru akan berjalan pada  $t_1$ . Apabila terjadi permintaan saat  $t_0$  hingga  $t_p$ , persediaan akan meningkat hingga level  $p$ . Dengan adanya permintaan dengan tingkat  $r$ , persediaan akan meningkat sebanyak  $p-r$ , dimana  $p > r$ . Selama masa produksi, level persediaan akan terus meningkat, dengan level persediaan maksimum dicapai saat  $t_p$ , yaitu  $(p-r)t_p$ , dengan  $t_p = Q/p$ .



Gambar 1. *Production Order Quantity*

$$\frac{\delta TC(T)}{\delta dT} = -\frac{C}{R^2} + \frac{PFR}{2} = 0$$

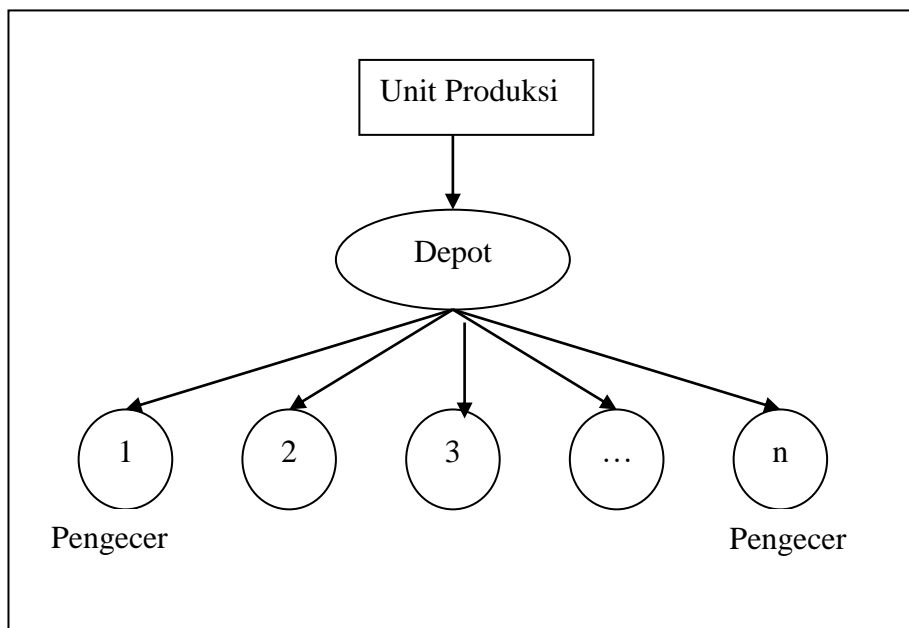
$$T = \sqrt{\frac{2C}{PFR}}$$

$$Q = RT = R \sqrt{\frac{2C}{PFR}} = \sqrt{\frac{2CR}{PF}} = \sqrt{\frac{2CR}{H}}$$

### Model Persediaan Berjenjang yang Telah Dikembangkan

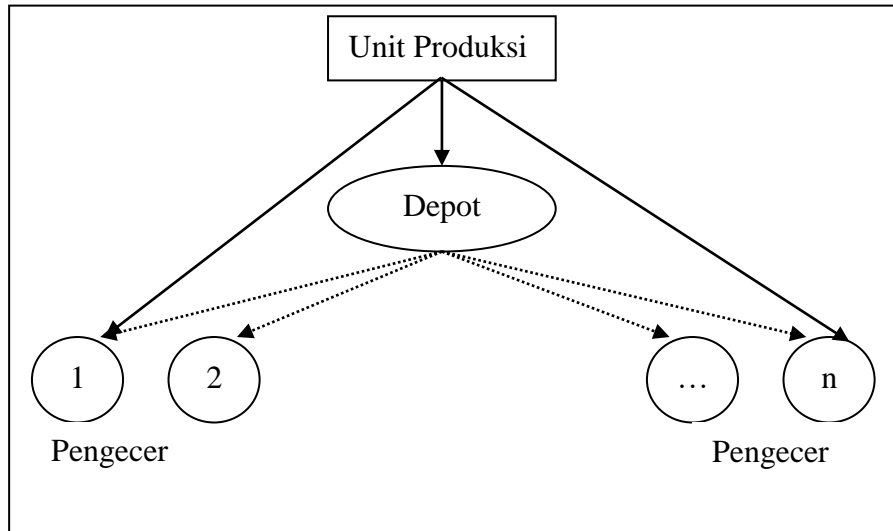
Fungsi minimasi total biaya tahunan model yang telah dikembangkan adalah:

$$\begin{aligned} \text{Min}C = & \sum_{j=1}^n [A_j \frac{D_j}{Q_j} + H_j (\frac{Q_j}{2} + SS_j)] + B_j M_j \frac{D_j}{Q_j} \\ & + A_i \frac{D_i}{Q_i} + H_1 (\frac{Q_i}{2} + \sum_{j=1}^n [L_{ij} D_j + SS_{ij}]) + \frac{A_o D_o}{Q_i} \end{aligned}$$



Gambar 2. Representasi Objek Kajian Nur Bahagia (1999)

**Model Persediaan Tiga Eselon : Satu Depot, n Pengecer**



Gambar 3. Representasi Objek Kajian Toruan (2001)

$$\sum_{j=1}^n \left[ A_j \frac{D_j}{Q_j} + H_j \left( \frac{Q_j}{2} + SS_j \right) B_j M_j \frac{D_j}{M_j} \right] X_{0j} +$$

$$\sum_{j=1}^n \left[ A_j \frac{D_j}{Q_j} + H_j \left( \frac{Q_j}{2} + SS_j \right) B_j M_j \frac{D_j}{M_j} \right] X_{1j} +$$

$$\left[ A_i \frac{D_i}{Q_i} + H_i \left( \frac{Q_i}{2} + \sum_{j=1}^n (L_{ij} D_j + SS_j) \right) \right] X_{ij} +$$

$$\frac{A_0 D_0}{Q_0} + H_0 \left( \left( 1 - \frac{D_0}{K} \right) \frac{Q_0}{2} + \sum_{j=1}^{NN} \left( \left( \frac{Q_0}{K} + L_j \right) D_j + SS_j \right) X_{0j} \right) +$$

$$H_0 \left( \sum_{j=1}^{NN} \left( \left( \frac{Q_0}{K} + L_{0i} + L_{ij} \right) D_j + SS_j \right) X_{ij} \right) +$$

$$\sum_{j=1}^n [(C_{0j}) D_j] X_{0j} + \sum_{j=1}^N [(C_{0i} + C_{ij}) D_j] X_{ij}$$

S/t:

$$D_0 = \sum_{j=1}^N D_j$$

$$D_i = \sum_{j=1}^N D_j X_{ij}$$

$$\frac{Q_0}{D_0} = N_{0i} \frac{Q_i}{D_i} = N_{0i} N_{ij} \frac{Q_j}{D_j} = N_{0j} \frac{Q_j}{D_j}; \forall_i \forall_j$$

$$Q_0, Q_i, Q_j \geq 0; \forall_j$$

$$N_{0i}, N_{ij}, N_{0j} \geq 1; \forall_j \text{ integer}$$

$$X_{0j}, X_{1j} = 0, 1; \forall_i$$

$$X_{0j}, X_{1j} = 1; \forall_j$$

Keterangan parameter persamaan – persamaan di atas :

$A_{i_j}$  : Biaya pemesanan dari pengecer j ke depot I (Rp/Pesan)

$A_{0_j}$  : Biaya pemesanan dari pengecer j ke unit produksi (Rp/pesan)

$D_j$  : Permintaan rata – rata tahunan pada pengecer j (unit/tahun)

$Q_j$  : Ukuran lot pemesanan pada pengecer j (unit)

$H_j$  : Biaya simpan per unit per satuan waktu pada pengecer j (Rp/unit/tahun)

$B_j$  : Biaya kekurangan barang per unit pada pengecer j (Rp/unit)

$M_j$  : Banyaknya kekurangan barang pada setiap siklus ( $Q_j/D_j$ ) pada pengecer j

$SS_j$  : *Safety Stock* pada pengecer j (unit)

$A_i$  : Biaya pemesanan dari depot I ke unit produksi (Rp/pesan)

$D_i$  : Permintaan rata – rata tahunan pada depot i (unit)

$Q_i$  : Ukuran lot pemesanan pada depot i (unit)

$H_i$  : Biaya simpan per unit per satuan waktu pada depot I (Rp/unit/tahun)

$A_0$  : Biaya produksi di unit produksi (Rp/pesan)

$D_0$  : Permintaan rata – rata tahunan pada unit produksi (unit/tahun)

$Q_0$  : Ukuran lot produksi pada unit produksi (unit)

$H_0$  : Biaya simpan per unit per satuan waktu pada unit produksi (Rp/unit/tahun)

$L_{0j}$  : *Lead time* dari unit produksi ke pengecer j (tahun)

$L_{0i}$  : *Lead time* dari unit produksi ke depot i (tahun)

$L_{ij}$  : *Lead time* dari depot i ke pengecer j (tahun)

$K$  : Kapasitas produksi per tahun produksi (unit/tahun)

$C_{0j}$  : Biaya angkut dari unit produksi ke pengecer j (Rp/unit)

$C_{0i}$  : Biaya angkut dari unit produksi ke depot i (Rp/unit)

$C_{ij}$  : Biaya angkut dari depot i ke pengecer j (Rp/unit)

Kedua model persediaan di atas dibangun dengan memanfaatkan tiga pendekatan, yaitu :

- Melakukan perencanaan terkoordinasi
- Menerapkan konsep *echelon stock*
- Menerapkan kebijakan *single cycle policy*

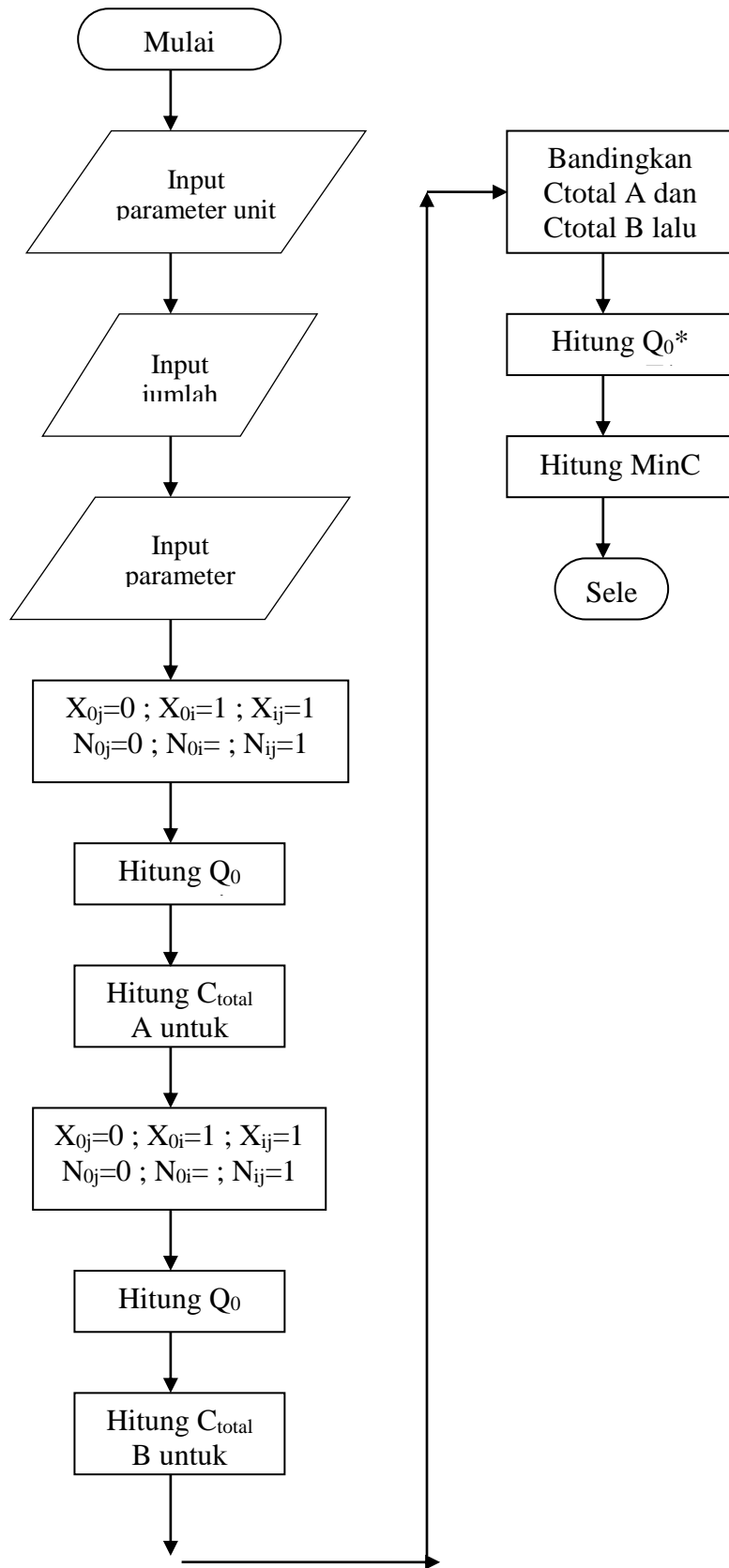
### Proses Perancangan Aplikasi

Model jenjang jamak yang akan dihitung terdiri dari satu unit produksi, satu depot, dan n pengecer. Pemodelan matematika untuk menghitung minimasi ekspektasi biaya operasi tahunan (Min C), merupakan penjumlahan ekspektasi biaya tahunan pada pengecer ( $C_{ret}$ ), ekspektasi biaya tahunan pada depot ( $C_{dep}$ ), ekspektasi biaya tahunan pada unit produksi ( $C_{pro}$ ), dan biaya transportasi ( $C_{trans}$ ), dinyatakan sebagai :

$$\text{Min C} = C_{ret} + C_{dep} + C_{pro} + C_{trans}$$

Untuk menghitung minimasi ekspektasi biaya total tahunan pada sistem diawali dengan rancangan *flowchart* seperti pada gambar 4.

Dalam sistem dikerjakan (*action*) dan kondisi (*state*) tertentu, kondisi merupakan suatu *event* pada lingkungan eksternal yang dapat dideteksi oleh sistem, misalnya sinyal, *interrupted* atau data. Hal ini menyebabkan perubahan terhadap *state* dari aktivitas x ke aktivitas y.



Gambar 4. Flowchart perhitungan minimasi ekspektasi biaya total tahunan pada keseluruhan sistem

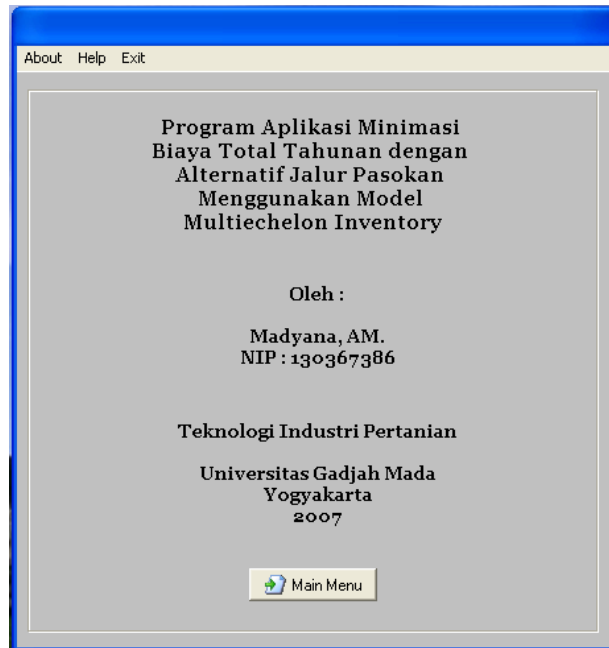
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Spesifikasi Piranti Lunak

Piranti lunak yang dipergunakan dalam perancangan program aplikasi ini adalah sebagai berikut :

- Bahasa pemrograman yang digunakan Borland Delphi 7.0
- Sistem operasi: Microsoft Windows XP *Home Edition*

### Tampilan dan Cara Pengoperasian Program Aplikasi



Gambar 5. Tampilan Pembuka

The screenshot shows a window titled 'Input Parameter Produksi dan Pengecer' with a grey background. The text in the center reads: 'Input Parameter Produksi dan Depot'. Below this, there are two sections: 'Produksi' and 'Depot'. The 'Produksi' section contains a table with the following data:

K	Loi	Ho	Coi	Ao
15000	0.05	15000	1500	500000

The 'Depot' section contains a table with the following data:

Ai	Hi
50000	1000

Below the tables, there is a 'Jumlah Pengecer' label with a text box containing the value '2'. A 'Next' button is located at the bottom right.

Gambar 6. Form Pengisian Data



Pada gambar 5 diperlihatkan hanya tampilan pembuka atau tampilan pada saat program aplikasi pertama kali dijalankan. Untuk masuk ke menu utamanya (*main menu*) dapat dilakukan penekanan tombol *Main Menu*

Pada gambar 6, ditampilkan *form* pengisian data untuk unit produksi dan depot, dimana tampilan ini sekaligus menjadi menu utama atau *main menu*. Dapat dilihat bahwa terdapat tiga pilihan menu (*About*, *Help*, dan *Exit*) pada *menu bar*, dua *form* (pengisian data untuk unit produksi dan depot), dan satu tombol *next*. Data yang dimasukan adalah semua data yang diperlukan dalam unit produksi dan depot, kemudian dimasukan banyaknya jumlah pengecer yang akan dihitung. Setelah itu dilakukan penekanan tombol *next* untuk menampilkan layar berikutnya, yaitu layar *Input Parameter Pengecer*.

Pada *main menu* juga terdapat pilihan *clear form*, yaitu pada bagian putih sebelah kanan *form*. Dengan menekan tombol kanan (*right click*) pada *mouse* maka akan keluar pilihan *clear*.

Produksi				
K	Loi	Ho	Coi	Ao
15000	0.05	15000	1500	500000

Depot	
Ai	Hi
50000	1000

Jumlah Pengecer: 4

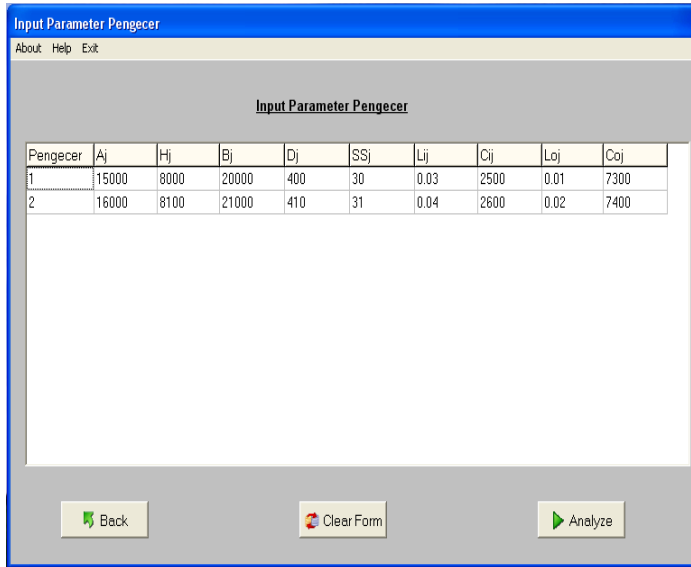
Next

Gambar 7. Pilihan *clear form* pada *Input Parameter Produksi dan Depot*

Pilihan *clear* seperti yang terlihat pada gambar 7, akan terlihat setelah *user* menekan tombol kanan (*right click*) pada *mouse*. Pilihan ini untuk membersihkan seluruh isi dari *form* produksi atau *form* depot. Pada pengisian parameter data, semua kolom harus diisi terlebih dahulu untuk dapat melanjutkan ke layar berikutnya.

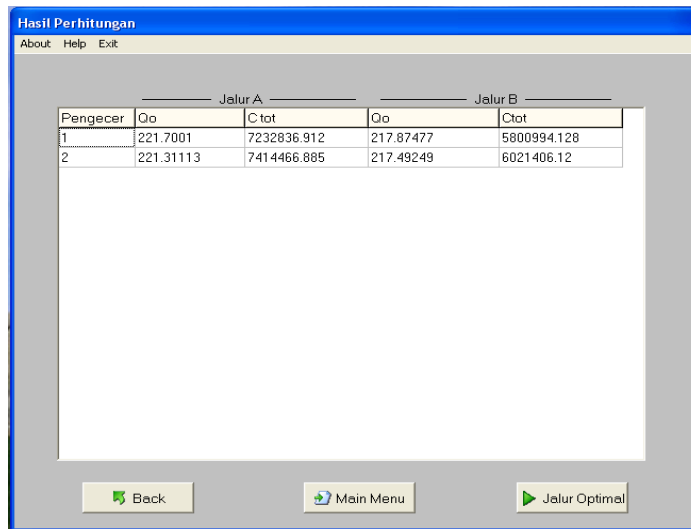
Pada gambar 8 dapat dilihat bahwa *user* diminta untuk mengisi parameter data yang dibutuhkan pada tiap-tiap pengecer. Banyaknya pengecer telah ditentukan pada menu sebelumnya. Pada menu *input parameter pengecer*, terdapat tiga tombol baru yang tidak ada pada tampilan *main menu* yaitu *back*, *clear form* dan *analyze*. Pilihan *clear form* pada menu ini langsung ditampilkan, dan tombol *back* dapat dipergunakan untuk kembali ke tampilan layar sebelumnya, yaitu layar *main menu*. Tombol *analyze* berfungsi untuk menampilkan hasil perhitungan  $Q_0$  dan  $C_{total}$  pada masing – masing pengecer dan masing – masing jalur, yaitu jalur A dan jalur B.

Pada menu *input parameter pengecer* setiap kolom dan baris juga harus terisi semua, tampilan *message* akan keluar apabila pengguna telah menekan tombol *analyze* tanpa mengisi kolom parameter data yang dibutuhkan.



Gambar 8. Tampilan Layar *Input* Parameter Pengecer

Setelah memasukan data secara lengkap dan menekan tombol *analyze* pada menu *input* parameter pengecer, maka akan ditampilkan hasil perhitungan untuk masing – masing pengecer pada jalur A dan jalur B seperti terlihat pada gambar 9



Gambar 9. Tampilan Hasil Perhitungan  $Q_0$  dan  $C_{total}$  untuk tiap pengecer pada tiap jalur

Hasil perhitungan  $Q_0$  dan  $C_{total}$  ini diperoleh dengan memasukan rumus (1), (2), (3), dan (4) sebagai berikut:

- Untuk  $Q_0$  dan  $C_{total}$  jalur A:

$$Q_0 = \left[ \frac{2D_0 \{A_0 + A_i N_{0i} + N_{0i} N_{ij} (A_j + B_j M_j)\}}{H_0 \left(1 - \frac{D_0}{K} + \frac{2D_j}{K}\right) + \frac{H_j D_j}{N_{0i} N_{ij} D_0} + \frac{H_i D_i}{D_0 N_{0i}}} \right]^{\frac{1}{2}} \dots (1)$$

$$C_{tot} = \frac{D_0(A_j N_{0i} N_{ij} + B_j M_j N_{0i} N_{ij} + A_i N_{0i} + A_0)}{Q_0} + H_j \left( \frac{Q_0 D_j}{2N_{0i} N_{ij} D_0} + SS_j \right) + H_i \left( \frac{Q_0 D_i}{2D_0 N_{0i}} + L_{ij} D_j + SS_j \right) + H_0 \left\{ \left( \frac{Q_0}{K} + L_{0i} + L_{ij} \right) D_j + \left( 1 - \frac{D_0}{K} \right) \frac{Q_0}{2} + SS_j \right\} + C_{0i} D_j + C_{ij} D_j \quad \dots\dots (2)$$

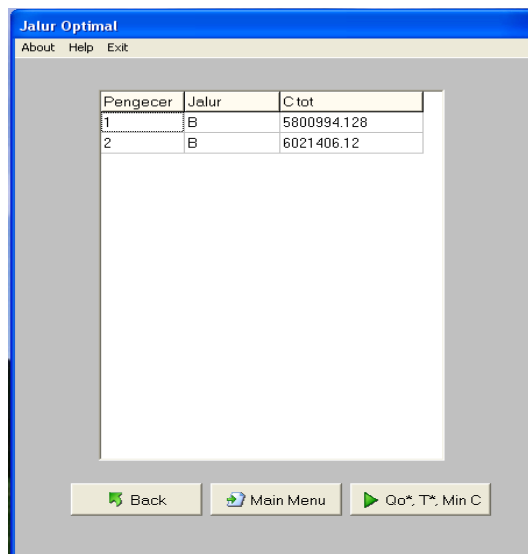
- Untuk  $Q_0$  dan  $C_{total}$  jalur B:

$$Q_0 = \left[ \frac{B_j M_j D_0 N_{0j} + A_0 D_0 + A_j D_0 N_{0j}}{\frac{H_j D_j}{2D_0 N_{0j}} + H_0 \left( \frac{D_j}{K} + \frac{1}{2} - \frac{D_0}{2K} \right)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$C_{tot} = \frac{D_0(A_j N_{0j} + B_j M_j N_{0j} + A_0)}{Q_0} + H_j \left( \frac{Q_0 D_j}{2N_{0j} D_0} + SS_j \right) + H_0 \left( \frac{Q_0}{K} + L_{0j} \right) D_j + \left( 1 - \frac{D_0}{K} \right) \frac{Q_0}{2} + SS_j + C_{0j} D_j \quad \dots\dots\dots(4)$$

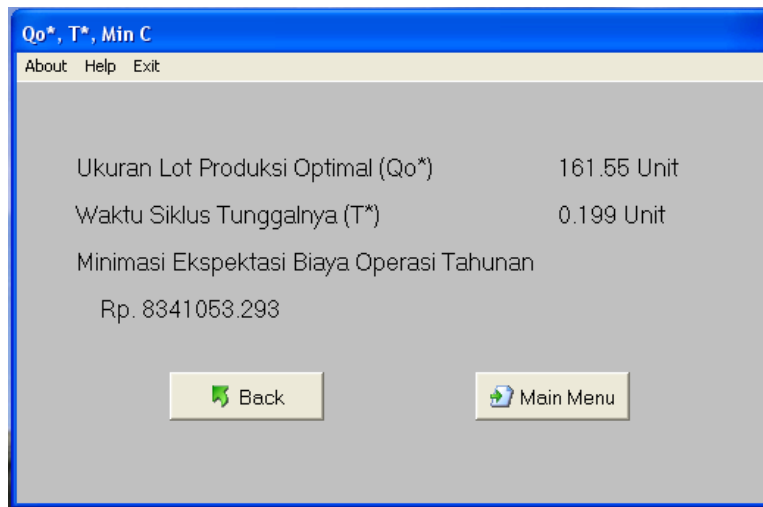
Selanjutnya, dengan menekan tombol Jalur Optimal, akan ditampilkan jalur yang optimal antara jalur A atau jalur B. Jika menekan tombol *main menu* maka tampilan akan kembali ke menu utama, seperti pada gambar 6.

Pada gambar 10 ditampilkan hasil perbandingan antara jalur A dan jalur B, berdasarkan  $C_{total}$  yang minimum untuk setiap pengecer. Hal tersebut dilakukan untuk menentukan kebijakan dalam penghitungan ukuran lot produksi optimal ( $Q_0^*$ ), waktu siklus tunggal ( $T^*$ ), dan minimasi ekspektasi biaya total tahunan (MinC).



Gambar 10. Tampilan Jalur Optimal

Setelah menekan tombol  $Q_0^*$ ,  $T^*$ , dan MinC pada tampilan Jalur Optimal, maka akan diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut:



Gambar 11. Tampilan hasil perhitungan  $Q_0^*$ ,  $T^*$ , dan MinC

Pada gambar 11 dapat dilihat hasil perhitungan  $Q_0^*$ ,  $T^*$ , dan MinC yang diperoleh dari formulasi matematika:

$$Q_0^* = \left[ \frac{D_0 \left\{ \sum_{j=1}^n [(A_j + B_j M_j)(N_{0j} X_{0j} + N_{0i} N_{ij} X_{ij})] + \sum_{j=1}^n [A_i N_{0i} X_{ij}] + A_0 \right\}}{\sum_{j=1}^n \left[ \frac{H_j D_j}{2D_0} \left( \frac{X_{0j}}{N_{0j}} + \frac{X_{ij}}{N_{0i} N_{ij}} \right) + \frac{H_i D_i}{2D_0 N_{0i}} X_{ij} \right] + H_0 \left( \sum_{j=1}^n \left[ \frac{D_j}{K} \right] + \frac{1}{2} - \frac{D_0}{2K} \right)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad ..(5)$$

$$T^* = \frac{Q_0}{D_0} = \frac{N_{0i} Q_i}{D_i} = \frac{N_{0i} N_{ij} Q_j}{D_j} = \frac{N_{0j} Q_j}{D_j} \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$\begin{aligned} MinC = & \sum_{j=1}^n \left[ \left\{ \frac{A_j N_{0j} D_0}{Q_0} + H_j \left( \frac{Q_0 D_j}{2N_{0j} D_0} + SS_j \right) + \frac{B_j M_j N_{0j} D_0}{Q_0} \right\} X_{0j} \right] + \\ & \sum_{j=1}^n \left[ \left\{ \frac{A_j N_{0i} N_{ij} D_0}{Q_0} + H_j \left( \frac{Q_0 D_j}{2N_{0i} N_{ij} D_0} + SS_j \right) + \frac{B_j M_j N_{0i} N_{ij} D_0}{Q_0} \right\} X_{ij} \right] + \\ & \sum_{j=1}^n \left[ \left( \frac{A_i D_0 N_{0i}}{Q_0} \right) X_{ij} \right] + \sum_{j=1}^n \left[ H_i \left\{ \frac{Q_0 D_i}{2D_0 N_{0i}} + \sum_{j=1}^n (L_{ij} D_j + SS_j) \right\} X_{ij} \right] + \\ & \frac{A_0 D_0}{Q_0} + H_0 \left[ \sum_{j=1}^n \left[ \left( \frac{Q_0}{K} + L_{0j} \right) D_j X_{0j} + \left( \frac{Q_0}{K} + L_{0i} + L_{ij} \right) D_j X_{ij} + SS_j \right] + \left( 1 - \frac{D_0}{K} \right) \frac{Q_0}{2} \right] + \\ & \sum_{j=1}^n [C_{0j} D_j X_{0j}] + \sum_{j=1}^n [(C_{0i} + C_{ij}) D_j X_{ij}] \quad \dots\dots\dots (7) \end{aligned}$$

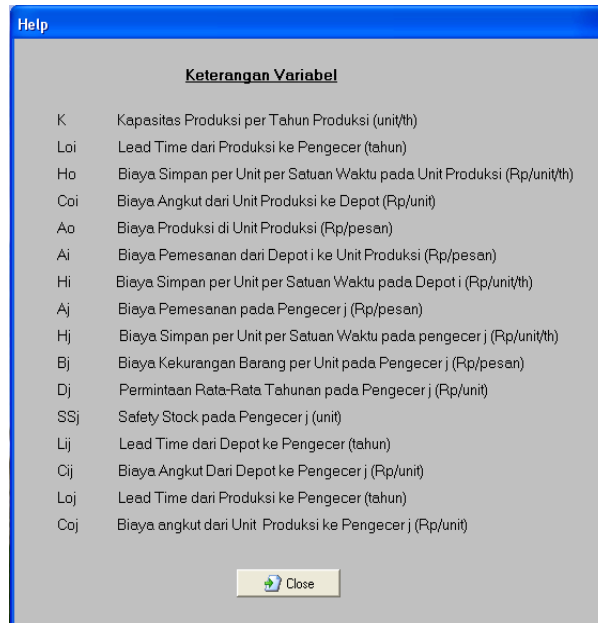
dimana :

$$D_0 = \sum_{j=1}^n D_j$$

$$D_i = \sum_{j=1}^n D_j X_{ij}$$

Formulasi matematika di atas menggunakan data yang didasarkan oleh kebijakan jalur pasokan dari penentuan jalur optimal pada tampilan sebelumnya.

### Tampilan Layar Menu *Help*



Gambar 12. Tampilan menu *Help*

Pada gambar 12, dalam menu *Help* akan ditampilkan keterangan dari tiap variabel data masukan yang dibutuhkan dalam pengisian tabel parameter. Tampilan *Help* akan keluar sebagai *pop up window* apabila menekan menu *Help* pada *menu bar*. Dengan menekan tombol *Close* pada menu *Help* akan menutup layar *pop up window* tersebut.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan dalam bagian sebelumnya dan juga berdasarkan pengujian program aplikasi topik perancangan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan model persediaan multi jenjang dengan alternatif jalur pasokan, suatu sistem yang terintegrasi antara unit produksi, depot, dan pengecer dapat ditentukan jalur optimal yang hendak diambil berdasarkan ekspektasi total biaya tahunan yang minimum pada jenjang pengecer.
2. Ukuran lot produksi pada unit produksi dapat ditentukan dari perhitungan berdasarkan penentuan jalur yang paling optimal.
3. Perhitungan minimasi ekspektasi biaya total tahunan pada keseluruhan sistem dapat diperoleh dari perhitungan ukuran lot produksi yang paling minimum.

## Saran

Untuk menghasilkan model yang dapat mendekati sistem model di lapangan, dapat dilakukan tindak lanjut sebagai berikut :

1. Menggeneralisasi struktur sistem rantai nilai yang tidak terbatas pada tiga jenjang saja, namun dapat diperluas sesuai dengan kebutuhan pemakai sistem.
2. Melakukan pengembangan ke arah produk jamak (*multi product*) sehingga tidak terbatas hanya satu produk saja.
3. Melakukan pengembangan penelitian ke arah model dengan depot berjumlah banyak ( $i > 1$ ), agar model yang diteliti semakin mendekati kondisi nyata dilapangan.
4. Aliran barang sebaiknya dapat mengalir bebas dari satu fasilitas ke fasilitas lainnya sehingga kebutuhan pada satu pengecer, selain dapat dipenuhi oleh unit produksi, depot, dan persediaan pada pengecer tersebut, juga dapat dipenuhi oleh pengecer – pengecer lainnya.
5. Mengembangkan program aplikasi agar dapat berhubungan dengan basis data suatu perusahaan yang terintegrasi dalam satu sistem rantai.

## REFERENSI

- Chase, Richard B., et al. *Operations Management for Competitive Advantage*. New York, NY: McGraw Hill, 2004.
- Morien, Roy. *Learning to Program with Delphi, 2<sup>nd</sup> edition*. Australia: Vineyard Publishing Pty. Ltd., 1999.
- Nur Bahagia. *Model Persediaan Multi Jenjang*. Bandung: ITB, 1999.
- Pressman, Roger S. *Software Engineering: a Practitioner Approach*. New York, NY: McGraw Hill, 2005.
- Sommerville, I. *Software Engineering, 5<sup>th</sup> edition*. New Delhi, India: Addison Wesley Publishing Company Inc., 1995.
- Taylor, Bernard W. *Introduction to Management Science*. New Delhi, India: Prentice Hall, 2002.
- Toruan, J.L. *Model Persediaan Tiga Jenjang, Satu Depot, n Pengecer*. Bandung: ITB, 2001.
- Wildeman, R. E., et al. *An Efficient Optimal Method for the Joint Replenishment Problem*. Rotterdam: Erasmus University, 1996.