

PENGEMBANGAN MODEL *IDENTICAL DELIVERY QUANTITY* (IDQ) DALAM MANAJEMEN INVENTORI DENGAN PEMBAYARAN TERTUNDA BERBASIS SUKU BUNGA BANK

Muhammad Faishal¹⁾, Chaerul Saleh²⁾

¹Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan
²Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
 Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri
 Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta
muhammad.faishal@ie.uad.ac.id

Abstract

Nowadays, manufacturing companies must have good product quality to compete in international market with minimum cost. To achieve this result, one of the supporting factors is product development with a good and efficient inventory system between company and its distributor. In developing the product and calculating some costs, the company usually use credit facility of conventional bank. The purpose of Identical Delivery Quantity (IDQ) model is to minimize total inventory cost for both company and its distributor that are mutually coordinated and cooperative. Then, this model is expanded with some models of interest rates. There are annuity, flat rate, and sliding rate. This propose solution has objective to minimize total inventory cost for both company and its distributor that considering the credit facilities. A numerical example from real case company was applied to this developed model. The result showed that the model of sliding rate is the lowest than others.

Keywords: Mathematical model, IDQ, total inventory cost, interest rate

I. PENDAHULUAN

Pada era perekonomian global saat ini, yang juga dibarengi dengan derasnya aliran informasi, tidak dapat dipungkiri bahwa tingkat persaingan yang dihadapi oleh dunia usaha dan industri begitu ketat dan sensitif. Persaingan pasar telah mendorong perusahaan untuk menambah jumlah permintaan dari produknya. Penambahan itu membutuhkan penambahan modal. Sehingga, dalam beberapa kasus terjadi apa yang disebut dengan perdagangan dengan fasilitas pinjaman kredit atau sejenisnya. Penggunaan fasilitas ini lazimnya untuk meningkatkan penjualan dan menarik pelanggan baru. Fasilitas kredit ini akan membuat penjual memberikan tenggang waktu kepada pembeli dalam hal ini perusahaan atau distributornya dalam pembayaran produk yang telah dipesan.

Pada kenyataannya, banyak perusahaan yang menghadapi masalah ketika bekerjasama dengan distributornya tentang persediaan antara kedua belah pihak. Oleh karena itu, antara pihak produksi dan persediaan memerlukan suatu kebijakan terkait jenis-

jenis item yang akan diproduksi dan disuplai oleh perusahaan, yang terkoordinasi antara kedua belah pihak tersebut, tujuannya adalah meminimumkan total biaya gabungan antara perusahaan dan distributornya (Nyoman Sutapa 2000). Sebagian model matematis yang diajukan untuk menghitung total biaya gabungan tersebut dikembangkan oleh Viswanathan (1998). Model matematis itu adalah IDQ (*identical delivery quantity*), model ini dikembangkan oleh Lu pada tahun 1994 berdasarkan strategi bahwa jumlah pengiriman kepada distributor adalah sama pada setiap pengiriman.

Dalam paper ini akan dikembangkan model IDQ, dimana variabel-variabel yang berhubungan dengan biaya dalam model IDQ akan dikembangkan berdasarkan perhitungan interest rate baik secara konvensional yaitu flat rate, sliding rate, dan anuitas. Pengembangan model ini bertujuan untuk menghitung total biaya persediaan perusahaan dan distributornya yang memanfaatkan fasilitas kredit.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Identical delivery quantity adalah sebuah model yang dibangun untuk menghitung total biaya inventori terintegrasi antara perusahaan dengan distributornya yang dikembangkan oleh Lu tahun 1993. Model ini dapat meminimumkan total biaya gabungan antara perusahaan dan distributornya yang saling bekerjasama (Nyoman Sutapa, 2004).

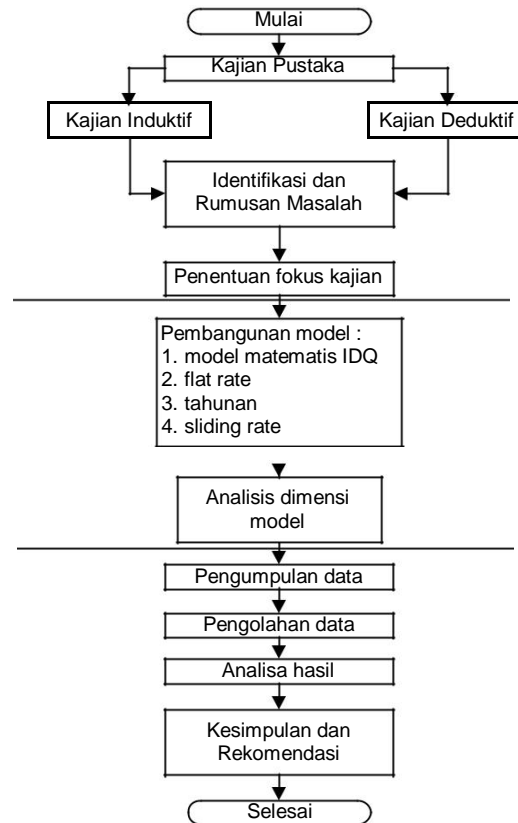
Menurut Nyoman Sutapa (2004),

perusahaan yang bekerjasama dengan distributornya sering kali menghadapi masalah inventori antara kedua belah pihak, sehingga membutuhkan kebijakan produksi dan inventori. Sebenarnya terdapat dua buah model untuk menghitung total biaya gabungan. Kedua model ini didasarkan atas dua strategi : strategi pertama adalah jumlah pengiriman kepada distributor adalah sama pada setiap pengiriman, kebijakan ini disebut strategi identical delivery quantity yang dikembangkan oleh Lu. Strategi kedua adalah jumlah pengiriman kepada distributor adalah tidak sama pada setiap pengiriman. Pada setiap pengiriman, semua inventori yang tersedia pada perusahaan dikirim langsung ke distributor, strategi ini disebut *delivery what is produced* yang dikembangkan oleh Goyal. Model total biaya gabungan untuk strategi IDQ adalah (Nyoman Sutapa, 2004).

Belum banyak penelitian terkait yang mengembangkan model IDQ ini. Beberapa penelitian terdahulu yang berhubungan dengan ini adalah model *Delivery what is produced* (DWP), model ini bertujuan untuk menghitung total inventori terintegrasi dengan asumsi bahwa jumlah setiap pengiriman adalah berbeda yang dikembangkan oleh Goyal (1988). Kemudian Shah and Shah (1998) dan Jamal *et al.* (1997) membangun model inventori probabilistik untuk kerusakan item dengan pembayaran tertunda. mereka melanjutkan model Aggarwal dan Jaggi diaplikasikan pada keadaan *shortage*. Dikatakan bahwa *shortage* mempunyai arti penting terutama di dalam suatu model yang mempertimbangkan pembayaran tertunda. Jika dikaitkan dalam kaitannya dengan fakta dilapangan *shortage* dapat mempengaruhi kuantitas pesanan yang bermanfaat bagi penundaan pembayaran.

3. METODOLOGI

Dalam pengembangan model ini, terdapat 3 bagian yang telah dilakukan. Bagian pertama bertujuan untuk merumuskan fokus kajian, bagian kedua menghasilkan model formulasi yang dikembangkan, bagian ketiga bertujuan untuk implementasi model. Alur pengembangan model dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini :



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

4. PEMBANGUNAN Pembahasan MODEL

4.1 Model Matematis IDQ (Identical Delivery Quantity)

Berikut adalah notasi-notasi dan definisi-definisi yang digunakan yang telah dikembangkan oleh Goyal (1988):

Z : total biaya gabungan per tahun

r : perkiraan biaya penyimpanan dari modal yang ditanamkan dalam prosentase (unit/tahun)

C_v : biaya manufaturing pada perusahaan per unit (Rp/unit)

C_b : harga pembelian pada distributor per unit produk (Rp/unit)

H_v : biaya penyimpanan persediaan per unit produk pada perusahaan per tahun setelah dikenai bunga (Rp/unit)

H_b : biaya penyimpanan persediaan per unit produk pada distributor per tahun (Rp/unit)

S : biaya produksi pada perusahaan per setup setelah dikenai bunga (Rp/setup)

A : biaya pesanan pada distributor untuk setiap pengiriman (Rp/pesan)

P : rata-rata produksi pada perusahaan per tahun (unit)

D : jumlah permintaan dari distributor per tahun (unit)

$\gamma = D/P$: perbandingan antara permintaan dan rata-rata produksi

$n = 1/\gamma = P/D$: perbandingan antara rata-rata produksi dan permintaan

$\alpha = A/S$: perbandingan antara biaya pesan dan biaya setup

$\beta = H_b/H_v$: perbandingan biaya penyimpanan persediaan

q_1 : jumlah pengiriman dari perusahaan ke distributor

Q : jumlah produksi pada perusahaan per production run (unit)

$T = Q/D$: interval waktu antara production run (tahun)

k : jumlah pengiriman dari distributor dalam sekali produksi.

Pl : plafond kredit (Rp)

s : biaya produksi pada perusahaan per set up sebelum dikenai bunga (Rp)

h_v : biaya penyimpanan pada perusahaan sebelum dikenai bunga (Rp)

tb : total bunga untuk model *sliding rate* (Rp)

i : suku bunga per tahun

n : jangka waktu kredit (tahun)

m : jumlah periode pembayaran (bulan)

P_1 : harga pokok produk (rupiah per unit)

$P_{(M)}$: biaya variable unit ketika pembayaran tertunda

P_2 : harapan harga produk yang diinginkan penjual (rupiah)

P_3 : harga pembelian yang disepakati (rupiah)

P_4 : harapan harga penjualan yang diinginkan penjual (rupiah)

$P_4 - P_1$: harapan keuntungan yang diinginkan penjual (rupiah)

$P_2 - P_1$: harapan keuntungan yang diinginkan pembeli (rupiah)

$P_3 - P_1$: keuntungan yang disepakati (rupiah)
Biaya tahunan yang diadakan oleh perusahaan, menurut Lu dirumuskan:

$$Z_1 = \frac{S \cdot D}{Q} + \frac{1}{2} \cdot \frac{Q}{D \cdot r \cdot C_v} \left[1 - \frac{D}{P} + \left(\frac{2D-1}{r \cdot k} \right) \right]$$

$$\frac{1}{D \cdot r \cdot C_v} \cdot \frac{1}{Z_1} = \frac{S}{Q} + \frac{1}{2} \cdot \frac{D}{P} \left[\frac{1}{\left(\frac{2\gamma-1}{k} \right)} \right] \text{, atau}$$

$$\frac{1}{D \cdot r \cdot H_v} \cdot \frac{1}{Z_1} = \frac{1}{2} \cdot \frac{T}{k} \left[\frac{1}{\left(\frac{2\gamma-1}{k} \right)} \right]$$

Sedangkan biaya tahunan yang diadakan oleh distributor dapat dirumuskan sebagai:

$$Z_2 = \frac{A \cdot D \cdot k}{Q} + \frac{1}{2} \cdot \frac{D \cdot r \cdot C}{Q} \cdot \left(\frac{Q}{D \cdot k} \right)$$

$$Z_2 = \frac{A \cdot k}{T} + \frac{1}{2} \cdot \frac{D \cdot H}{T} \cdot \left(\frac{T}{k} \right)$$

Sehingga, total biaya gabungan yang diadakan oleh perusahaan dan distributor, untuk suatu nilai T dan k tertentu merupakan suatu gabungan dari Z_1 dan Z_2 :

$$Z(T, k) = Z_1 + Z_2$$

$$Z(T, k) = \left[\frac{(A \cdot k + S)}{T} \right] + \frac{1}{2} \cdot \frac{D \cdot r \cdot C}{Q} \cdot \left[\frac{1}{\left(\frac{2\gamma-1}{k} \right)} \right] + \frac{1}{D \cdot r \cdot H_v} \cdot \left[\frac{1}{\left(\frac{2\gamma-1}{k} \right)} \right]$$

Untuk nilai tertentu k , nilai ekonomis dari T yaitu nilai optimal Z terhadap T dapat diturunkan sebagai berikut:

$$\frac{dZ}{dT} = 0$$

$$T^2 = \sqrt{\frac{2(Ak + S)}{\frac{D \cdot r \cdot C}{Q} \cdot \left[\frac{1}{\left(\frac{2\gamma-1}{k} \right)} \right] + \frac{1}{D \cdot r \cdot H_v} \cdot \left[\frac{1}{\left(\frac{2\gamma-1}{k} \right)} \right]}}$$

(1)

Jadi untuk nilai tertentu k , nilai optimum dari Z dapat diturunkan sebagai berikut:

$$Z(T, k) = \frac{(Ak + S)}{T} + \frac{1}{2} \cdot \frac{D \cdot r \cdot C}{Q} \cdot \left[\frac{1}{\left(\frac{2\gamma-1}{k} \right)} \right] + \frac{1}{D \cdot r \cdot H_v} \cdot \left[\frac{1}{\left(\frac{2\gamma-1}{k} \right)} \right]$$

Dimana T seperti pada persamaan (1). Dengan demikian nilai Z optimal adalah:

$$Z(k) = \frac{(Ak+S)D^{\gamma}H_v}{2} \left[\frac{(2\gamma-1)}{k} \right]^{1-\gamma} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2(Ak+S)}{D^{\gamma}H_v}} \left[\frac{(2\gamma-1)}{k} \right]^{1-\gamma} \left[\frac{1}{k} \right]$$

per setup (Rp/setup) dan H_v biaya penyimpanan Atau

$$Z(k) = \frac{2DSH_v}{(ak+1)} \left[\frac{(2\gamma-1+\beta)}{k} \right]^{1-\gamma} \quad (2)$$

Nilai optimum k , katakan sebagai k_1 , dapat ditemukan dengan meminimumkan $Z^2(k)$ dari persamaan (2), seperti berikut ini:

$$Z(k) = 2D.S.H_v \left[\frac{ak(1-\gamma) + (1-\gamma) + \alpha.k}{k} \right]^{1-\gamma} \left[\frac{1}{k} \right]$$

Setelah mengabaikan variabel-variabel dan konstanta-konstanta yang bebas dari k masalah minimasi ini dapat disederhanakan menjadi:

$$Z^2(k) = \alpha k(1-\gamma) + \left(\frac{2\gamma-1+\beta}{k} \right)$$

Nilai ekonomis dari $k = k_1$, diperoleh ketika:

$$Z^2(k) = \alpha k(1-\gamma) + \left(\frac{2\gamma-1+\beta}{k} \right) \quad (3)$$

$$Z^2(k_1) \leq Z^2(k_1-1) \quad (4)$$

Dan

$$Z_2(k) \leq Z_2(k+1) \quad (5)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (4) dan (5) ke persamaan (3), maka didapatkan:

$$k(k-1) \leq \frac{2\gamma-1+\beta}{(1-\gamma)\alpha} \quad (6)$$

Dan

$$k(k+1) \geq \frac{2\gamma-1+\beta}{(1-\gamma)\alpha} \quad (7)$$

Gabungan persamaan (6) dan (7) akan didapat:

$$k_1(k_1+1) \leq \frac{2\gamma-1+\beta}{(1-\gamma)\alpha} \leq k_1(k_1+1)$$

Maka nilai optimal total biaya gabungan untuk strategi IDQ adalah:

$$Z^*(IDQ) = \frac{2DSH_v}{(ak+1)} \left[\frac{(2\gamma-1+\beta)}{k} \right]^{1-\gamma} \quad (8)$$

Sehingga, dari persamaan itu dapat diketahui variable-variable yang berhubungan dengan biaya adalah: S yaitu biaya produksi pada perusahaan

persediaan per unit produk pada perusahaan per tahun (Rp/unit).

4.2 Perhitungan Dengan Flat Rate

Perhitungan bunga didasarkan pada plafond kredit dan besarnya bunga yang dibebankan dialokasikan secara proporsional sesuai dengan jangka waktu kredit. Dengan cara jumlah pembayaran pokok dan bunga kredit

bulan sama besarnya (Bank Indonesia.,2008.,<http://www.bi.go.id>, Perhitungan Bunga Kredit dengan Angsuran (Pebruari 2017).

Untuk setiap variable berhubungan dengan biaya yang dipengaruhi oleh bunga, total biaya adalah sejumlah biaya yang dibutuhkan (S dan H_v sebelum dikenai bunga) ditambahkan dengan sejumlah bunga yang harus dibayar. Misal biaya produksi pada perusahaan per set up sebelum dikenai bunga adalah s , maka :

$$Z^*(IDQ) = \sqrt{2D(s + (s \times i \times n))(h + (h \times i \times n))} \left[\frac{(ak+1)}{k} \right]^{1-\gamma} \left[\frac{2\gamma-1+\beta}{k} \right] \quad (9)$$

Dengan, tb

Demikian juga untuk H_v , misal biaya penyimpanan pada perusahaan sebelum dikenai bunga adalah h_v

$$H_v = h_v + tb \quad (10)$$

Dengan, $H_v = h_v + tb$

Dengan asumsi bahwa seluruh biaya yang dibutuhkan merupakan biaya dari bank, maka S dan H_v nilainya sama dengan PI , dengan mensubstitusikan persamaan 9 dan 10 dalam persamaan 8 maka total biaya gabungan untuk

model flat rate adalah:

$$Z^*(IDQ) = \sqrt{2D(s + (s \times i \times n))(h + (h \times i \times n))} \left[\frac{(ak+1)}{k} \right]^{1-\gamma} \left[\frac{2\gamma-1+\beta}{k} \right]$$

4.3 Perhitungan Dengan Anuitas

Jumlah angsuran bulanan yang dibayar debitur tidak berubah selama jangka waktu kredit. Namun demikian komposisi besarnya angsuran pokok maupun angsuran bunga setiap bulannya akan berubah dimana angsuran bunga akan semakin mengecil sedangkan angsuran pokok akan semakin membesar. Angsuran bulanan dalam perhitungan model anuitas dirumuskan sebagai berikut(Bank

Indonesia.,2008.,<http://www.bi.go.id>, Perhitungan Bunga Kredit dengan Angsuran (Pebruari 2017):

$$\text{Angsuran bulanan} = Pl \times \frac{i}{12} \times \frac{1}{1 - \frac{i}{12}} \times \frac{1}{(1 + \frac{i}{12})^m}$$

Jumlah total yang dibayarkan adalah angsuran bulanan dibayarkan sejumlah periode pembayaran yang telah disepakati, maka jumlah total yang harus dibayarkan dalam setiap peminjaman dapat dituliskan:

$$\text{Jumlah angsuran} = m \times Pl \times \frac{i}{12} \times \frac{1}{1 - \frac{i}{12}} \times \frac{1}{(1 + \frac{i}{12})^m}$$

Dengan asumsi yang sama dan notasi yang sama maka dapat dituliskan:

$$S = m \times s \times \frac{i}{12} \times \frac{1}{1 - \frac{i}{12}} \times \frac{1}{(1 + \frac{i}{12})^m} \tag{11}$$

dan

$$H_v = m \times h_v \times \frac{i}{12} \times \frac{1}{1 - \frac{i}{12}} \times \frac{1}{(1 + \frac{i}{12})^m} \tag{12}$$

dengan mensubstitusikan persamaan 11 dan 12 dalam persamaan 8 maka total biaya gabungan untuk model IDQ dengan penambahan factor perhitungan model anuitas adalah:

$$Z^*(IDQ) = \sqrt{2D \times s \times h \times (m \times \frac{i}{12} \times \frac{1}{1 - \frac{i}{12}} \times \frac{1}{(1 + \frac{i}{12})^m})^2 \times \left((ak+1) \left[1 - \gamma + \left(\frac{2\gamma - 1 + \beta}{k} \right) \right] \right)}$$

4.4 Perhitungan Dengan Sliding Rate

Perhitungan bunga dilakukan setiap akhir periode pembayaran angsuran. Pada perhitungan ini, bunga kredit dihitung dari saldo akhir setiap bulannya (baki debit) sehingga bunga yang dibayar debitur setiap bulannya semakin menurun. Dengan demikian, jumlah angsuran yang dibayar debitur setiap bulannya akan semakin mengecil (Bank Indonesia.,2008.,<http://www.bi.go.id>,

Perhitungan Bunga Kredit dengan Angsuran (Pebruari 2017). Untuk menghitung bunga per bulan digunakan rumus = Saldo Akhir x i/12

Dari keterangan diatas, secara logika dapat diformulasikan rumus total bunga sebagai berikut:

$$\sum_{n=1}^m \left((\text{angsuran pokok} \times n) \times \frac{i}{12} \right) \text{ dengan } n = 1, 2, 3, \dots$$

Dan angsuran pokok = Pl/m

Sehingga, dengan asumsi yang sama dan notasi yang sama maka dapat dituliskan:

$$S = s + \text{total bunga } s \tag{13} \text{ Dan}$$

$$H_v = h_v + \text{total bunga } h_v \tag{14}$$

dengan mensubtitusikan persamaan 13 dan 14 dalam persamaan 8 maka total biaya gabungan untuk model IDQ dengan penambahan factor perhitungan model *sliding rate* adalah:

$$Z^*(IDQ) = \sqrt{2D(s + \text{totalbunga } s)(h_v + \text{totalbunga } h_v) \times \left((ak+1) \left[1 - \gamma + \left(\frac{2\gamma - 1 + \beta}{k} \right) \right] \right)}$$

STUDI KASUS

Berikut adalah contoh numeris berdasarkan data-data yang diperoleh dari penelitian Dede (2008) dari model matematika diatas. Data-datanya terangkum sebagai berikut :

Jumlah permintaan D = 10.722 unit/tahun, Biaya produksi s =Rp 15.500.000 /setup, Biaya penyimpanana h_v =Rp 7.000 /unit, Jumlah pengiriman k = 2 kali, total bunga s untuk model *sliding rate* tb =Rp 1.259.375,00, total bunga h_v untuk model *sliding rate* tb = Rp 568,75, suku bunga per tahun i = 15 %, jangka waktu kredit n = 1 tahun, jumlah periode, pembayaran m = 12 bulan, keuntungan yang disepakati ks = Rp 500.000,00, keuntungan yang disepakati khv = Rp 250,00. α = 0,7, β = 1,48, γ = 0,68.

HASIL

Dengan menggunakan *Microsoft Excel*, maka didapatkan nilai Z*(IDQ) pada Tabel.1 berikut. Setelah model pengembangan model IDQ diaplikasikan dalam system nyata, dari hasil perhitungan diperoleh bahwa model *sliding rate* adalah yang paling murah dari yang lainnya.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Nilai Z*(IDQ)

Z*(IDQ)		
Flat rate	anuitas	Sliding rate
Rp 95.693.419,00	Rp 90.126.537,00	Rp 89.972.616,00

5 KESIMPULAN

Dalam persaingan bisnis sekarang ini, perusahaan berusaha untuk memberikan produk yang berkualitas dengan harga yang minimum. Fasilitas pinjaman kredit adalah salah satu cara untuk meningkatkan penjualan dan menarik pelanggan baru. Fasilitas kredit ini akan membuat penjual memberikan tenggang waktu kepada pembeli dalam hal ini perusahaan atau distributornya dalam pembayaran produk yang telah dipesan. Namun, sistem fasilitas kredit ini hanya menguntungkan salah satu pihak saja.

Oleh karena itu, diperlukan suatu kebijakan produksi dan persediaan, untuk jenis-jenis item yang akan diproduksi dan disuplai oleh perusahaan, yang terkoordinasi diantara kedua belah pihak tersebut, tujuannya adalah meminimumkan total biaya gabungan antara perusahaan dan distributornya. Penelitian ini telah mengembangkan model Identical Delivery Quantity (IDQ) dengan menggabungkan beberapa suku bunga seperti flat rate, sliding rate, dan anuitas.

Model – model yang telah dikembangkan ini kemudian diaplikasikan kepada kasus nyata. Hasilnya adalah sliding rate yang memberikan harga terendah dibandingkan model IDQ dengan suku bunga anuitas dan flat rate.

6 DAFTAR PUSTAKA

- Bank Indonesia.,2008.,<http://www.bi.go.id>,
 Perhitungan Bunga Kredit dengan
 Angsuran (waktu akses : Pebruari 2017).
 Dede K.S, Syafarudin A., dan Chairul Saleh.,
 2008. *Aturan keuangan syariah
 terhadap model persediaan continuous
 review dengan pembayaran tertunda.*
 Proceeding .
 Goyal.S.K., 1988. *A Joint Economic Lot-Size
 Model for Purchaser and Vendor:
 AComment. Decision Science*, 236-241.
 Goyal, S.K.,1995. *A One-Vendor Multi-Buyer
 Integrated Inventory Model: A*

- CommentEuropean Journal of Operation
 Research*, vol. 82.1995, 209-210.
 Jamal, A.M.M., Sarker, B.R. dan Wang, B.R.
 (1997). *An Ordering Policy for
 Deteriorating Items with Allowable
 Shortage and Permissible Delay in
 Payment*, *Journal of Operational research
 Society*, 48: 826-833
 Nyoman Sutapa, Fransiska., 2000. *Model
 Matematis Persediaan Teritegrasi Antara
 Suatu Perusahaan Dan
 Distributornya.*Proceeding.
 Shah N.H. dan Shah Y.K. (1998). *A Discrete-
 In-Time Probabilistic Inventory Model
 for Deteriorating Items Under Conditions
 of Permissible Delay in Payments*,
International Journal of System Science,
 29:121-126
 Viswanathan, S., 1998, *Optimal Strategi for
 Integrated Vendor-Buyer
 InventoryModel.* *European Journal of
 Operation Research*, vol. 105, 38-42.
 Wiroso, 2005. *Jual beli murabahah*, UII Press,
 Yogyakarta.