

USULAN PEMESANAN SEPATU KESELAMATAN DENGAN MODEL *ECONOMIC ORDER QUANTITY* (Studi Kasus di PT. X)*

BONIVASIVUS WENDA, HARI ADIANTO, RISPIANDA

Jurusan Teknik Industri
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung

Email: bonny_satia@yahoo.com

ABSTRAK

Masalah utama yang terdapat pada sistem pengendalian persediaan adalah berapa dan kapan pemesanan harus dilakukan pada saat yang tepat dengan biaya yang murah. Economic Order Quantity adalah ukuran pemesanan yang dapat meminimasi total biaya persediaan. Makalah ini membahas mengenai perencanaan dan pengendalian persediaan sepatu keselamatan di PT. X dengan permintaan yang bersifat deterministik statik. Model yang digunakan adalah model deterministik dengan model ekonomis Wilson dan model probabilistik Q dengan metode Hadley-Whitin. Dari kedua model di atas dipilih model terbaik berdasarkan kriteria minimasi total biaya per tahun. Berdasarkan hasil makalah ini perusahaan dapat minimasi total biaya persediaan dengan model ekonomis Wilson.

Kata kunci: Model EOQ, Model Ekonomis Wilson, Model Probabilistik Q.

ABSTRACT

The main issues contained in the inventory control system is how and when the booking must be made at the right time at a low cost. Economic Order Quantity is a measure ordering that can minimize the total cost of inventory. This paper discusses the planning and control inventory of safety shoes in PT. X with static deterministic demand. The model used is a deterministic model with an economical model of Wilson and probabilistic models Q with Hadley-Whitin method. From these two models selected the best model based on minimization criteria of the total cost for year. Based on the results of this paper can companies minimization total inventory cost with Wilson economic model.

Keywords: EOQ Model, Wilson Economic Model, Probabilistic Q Model.

* Makalah ini merupakan ringkasan dari Tugas Akhir yang disusun oleh penulis pertama dengan pembimbingan penulis kedua dan ketiga. Makalah ini merupakan draft awal dan akan disempurnakan oleh para penulis untuk disajikan pada seminar nasional dan/atau jurnal nasional

1. PENDAHULUAN

Dalam industri pertambangan untuk mencapai target produksi dengan aman, nyaman dan selamat perusahaan wajib menyediakan Alat Pelindung Diri (APD) yang standar. Salah satu hal yang perlu diperhatikan oleh perusahaan adalah ketersediaan alat pelindung diri. Oleh karena itu diperlukan perencanaan dan pengendalian persediaan yang tepat untuk memenuhi permintaan karyawan. PT. X merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri pertambangan. Pengadaan alat pelindung diri di PT. X dikendalikan oleh *divisi Supply Chain Management (SCM)*, divisi ini terdiri dari beberapa bagian dan sub bagian diantaranya bagian *inventory control* dan bagian manajemen pergudangan. Kedua bagian ini memegang peranan penting dalam pengendalian persediaan alat pelindung diri.

Bagian *inventory control* menyediakan alat pelindung diri yang standar seperti helm, kaca mata, sepatu dan lain-lain. Dari beberapa alat pelindung diri ini yang menjadi permasalahan saat ini adalah sepatu keselamatan dengan jenis sepatu ukuran tinggi (*calf*) nomor 7, nomor 8 dan sepatu ukuran pendek (*angkle*) nomor 7, nomor 8. Permintaan sepatu meningkat, dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain rata-rata kekuatan sepatu maksimum tiga bulan, serta nomor-nomor tersebut banyak karyawan yang menggunakan. Selain itu juga waktu pengiriman dari pemasok ke area tambang sangat jauh.

Selama ini pengendalian persediaan diterapkan sistem persediaan klasifikasi ABC. Pengelompokan persediaan didasarkan pada nilai *item*. Bagian *inventory control* melakukan pemesanan sepatu keselamatan berdasarkan jumlah minimal persediaan di gudang. Namun jumlah minimal persediaan dan jumlah pemesanan sepatu yang dilakukan hanya berdasarkan informasi pada data base. Perusahaan belum menerapkan metode yang tepat dalam sistem persediaan. Adapun tujuan yang ingin dicapai pada makalah ini adalah menentukan jumlah pemesanan sepatu keselamatan setiap kali dilakukan pemesanan (q_0) dan kapan harus dilakukan pemesanan kembali atau *reorder point* (r).

2. STUDI LITERATUR

2.1 Peramalan (*Forecasting*)

Peramalan adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa yang akan datang. Peramalan dilakukan untuk memperkirakan sejumlah kebutuhan atau permintaan yang akan dipesan konsumen pada periode selanjutnya. Kegunaan peramalan adalah untuk mengambil keputusan yang tepat berdasarkan peristiwa masa lalu (Makridakis, 1999).

2.2 Sistem Persediaan

Pada prinsipnya, persediaan adalah suatu sumber daya mengganggu yang keberadaannya menunggu proses lebih lanjut. Sebagai sumber daya mengganggu, menurut keberadaan persediaan dapat dipandang sebagai pemborosan dan ini berarti beban bagi suatu unit usaha dalam bentuk ongkos yang lebih tinggi. Namun di sisi lain, jika persediaan tersebut tidak tersedia atau tersedia dalam jumlah yang sangat sedikit, peluang terjadinya kekurangan persediaan pada saat diperlukan akan semakin besar (Bahagia, 2006).

Model yang digunakan dalam pemecahan masalah persediaan sepatu keselamatan ini adalah model *economic order quantity* dengan model ekonomis *Wilson* dan model probabilistik Q dengan metode *Hadley-Whitin*. Kedua model ini digunakan untuk menentukan kebijakan persediaan optimal, yaitu kebijakan yang berkaitan dengan penentuan ukuran lot pemesanan ekonomis (*economic order quantity*), saat pemesanan dilakukan (*reorder point*)

serta cadangan pengaman (*safety stock*) yang diperlukan (Bahagia, 2006).

2.2.1 Model Deterministik Statik (Model Ekonomis *Wilson*)

Pada model deterministik statik adalah besarnya permintaan selama horizon perencanaan diketahui secara pasti dan tidak memiliki variansi, maka tidak memiliki pola distribusi. Salah satu model persediaan adalah model ekonomis *Wilson*. Ada dua pertanyaan dasar yang menjadi fokus untuk dijawab di dalam model ini, yaitu:

1. Berapa jumlah barang yang akan dipesan setiap kali dilakukan pemesanan (q_0).
2. Kapan saat pemesanan dilakukan atau *reorder point* (r).

Di dalam mencari jawab q_0 maka yang menjadi fungsi tujuan utama dari model ekonomis *Wilson* adalah minimasi total ongkos persediaan selama horizon perencanaan (biasanya satu tahun). Total ongkos (TO) persediaan yang dimaksud di sini terdiri dari dua elemen ongkos, yaitu ongkos pemesanan (O_p) dan ongkos simpan (O_s). Model ini mencari keseimbangan antara ongkos pemesanan dan ongkos simpan yang dapat memberikan total ongkos (TO) persediaan yang minimum. Pada model deterministik tidak akan terjadi kekurangan persediaan, maka tidak dibutuhkan cadangan pengaman, sehingga tingkat pelayanan dianggap 100% (Bahagia, 2006).

Jumlah pemesanan optimal (q_0) dan *reorder point* (r) dihitung dengan menggunakan model ekonomis *Wilson*. Langkah-langkah perhitungan (q_0) dan (r) optimal sebagai berikut:

- a. Hitung Jumlah pemesanan optimal (q_0^*)

$$q_0^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \quad (1)$$

- b. Titik pemesanan kembali (r)

$$r = (DL - n.q_0) \quad (2)$$

- c. Interval waktu antar pemesanan (T^*)

$$T^* = \sqrt{\frac{2A}{Dh}} \quad (3)$$

- d. Menghitung frekwensi pemesanan (f)

$$f = \frac{D}{q_0} \quad (4)$$

Biaya total merupakan penjumlahan dari biaya pesan dan biaya simpan. Komponen biaya yang dibutuhkan untuk menghitung total ongkos (TO) sebagai berikut:

- a. Biaya pembelian (O_b)

$$O_b = DP \quad (5)$$

- b. Biaya pemesanan (O_p)

$$O_p = fA \quad (6)$$

- c. Biaya simpan (O_s)

$$O_s = \frac{1}{2} q_0 \times h \quad (7)$$

- d. Total ongkos persediaan (TO)

$$TO = (O_b + O_p + O_s) \quad (8)$$

$$TO^* = DP + \sqrt{2ADh}$$

2.2.2 Model Probabilistik Q (Metode *Hadley-Whitin*)

Model persediaan probabilistik Q adalah fenomenanya tidak diketahui secara pasti, namun nilai ekspektasi, variansi dan pola distribusi kemungkinannya dapat diprediksi. Permasalahan dalam persediaan probabilistik adanya permintaan barang tiap harinya tidak diketahui sebelumnya, informasi yang diketahui hanya berupa pola permintaannya yang diperoleh berdasarkan data masa lalu. Pada kenyataannya, sering terjadi parameter yang ada merupakan nilai-nilai yang tidak pasti, dan sifatnya hanya perkiraan saja (Bahagia, 2006).

Mekanisme pengendalian persediaan model probabilistik Q pihak manajemen monitoring secara intensif atas status kapan harus pemesanan dilakukan atau *reorder point* (r) dan harus konsisten melakukan pemesanan sebesar (q_0) yang konstan untuk setiap kali melakukan pembelian, untuk mengatasi kekurangan persediaan dapat dipenuhi dengan *backorder*. Pada model probabilistik Q kemungkinan kekurangan persediaan (α) dapat dicari dengan prinsip optimasi (Bahagia, 2006).

Jumlah pemesanan optimal (q_0) dan *reorder point* (r) dihitung dengan menggunakan metode *Hadley-Whitin*. Langkah-langkah perhitungan (q_0) dan (r) optimal sebagai berikut:

a. Hitung Jumlah pemesanan optimal (menggunakan q_0 model ekonomis *Wilson*).

$$q_0^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \quad (9)$$

b. Menghitung nilai α dan r

$$\alpha = \left(\frac{h \cdot q_{o1}}{Cu \cdot D} \right) \quad (10)$$

$$r_1^* = (Z\alpha \times S\sqrt{L}) + D_L \quad (11)$$

c. Hitung nilai q_{o2}

$$q_{o2}^* = \sqrt{\frac{2D [A + Cu \int_{r_1^*}^{\infty} (x - r_1) f(x) dx]}{h}} \quad (12)$$

d. Jumlah kekurangan persediaan (N)

$$\begin{aligned} N &= \int_{r_1^*}^{\infty} (x - r_1) f(x) dx \\ &= SL [f(Z\alpha) - Z\alpha \Psi(Z\alpha)] \end{aligned} \quad (13)$$

e. Bandingkan r_{lama} dengan r_{baru} lakukan langkah-langkah ini berulang kali sampai diperoleh nilai r_{lama} dengan r_{baru} sama atau tidak signifikan.

$$\begin{aligned} q_{o1}^* &= q_{o2}^* \\ r_1^* &= r_2^* \end{aligned}$$

f. Cadangan pengaman (*safety stock*)

$$SS = (Z\alpha \times S\sqrt{L}) \quad (14)$$

g. Tingkat pelayanan (η)

$$\eta = 1 - \frac{N}{D \cdot L} \quad (15)$$

h. Ekspektasi total ongkos (TO)

$$OT = DP + \frac{AD}{q_0} + \frac{Cu \cdot D}{q_0} + h \left(\frac{1}{2} q_0 + r - DL \int_{r_1^*}^{\infty} (x - r) f(x) dx \right) \quad (16)$$

Biaya total merupakan penjumlahan dari biaya pesan, biaya simpan dan biaya kekurangan persediaan. Komponen biaya yang dibutuhkan untuk menghitung total ongkos (TO), yaitu:

a. Biaya pembelian (O_b)

$$O_b = DP \quad (17)$$

b. Biaya pesan (O_p)

$$O_p = \frac{AD}{q_0} \quad (18)$$

c. Biaya simpan (O_s)

$$O_s = h \left(\frac{1}{2} q_0 + r - DL \right) \quad (19)$$

d. Biaya kekurangan persediaan (O_k)

$$O_k = \frac{Cu \cdot D}{q_0} \int_r^{\infty} (x - r) f(x) dx \quad (20)$$

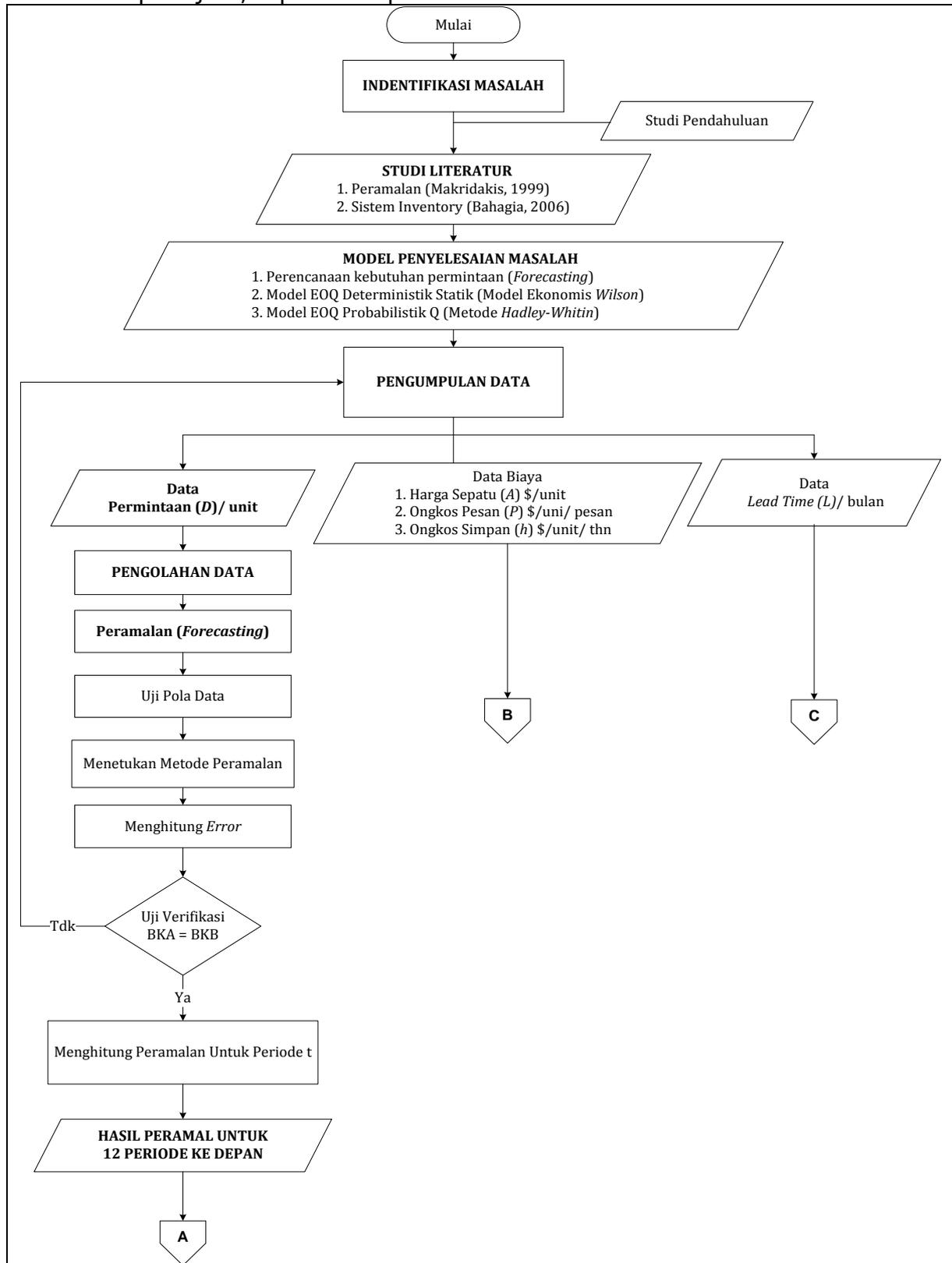
e. Total ongkos persediaan (TO)

$$TO = O_b + O_p + O_s + O_k \quad (21)$$

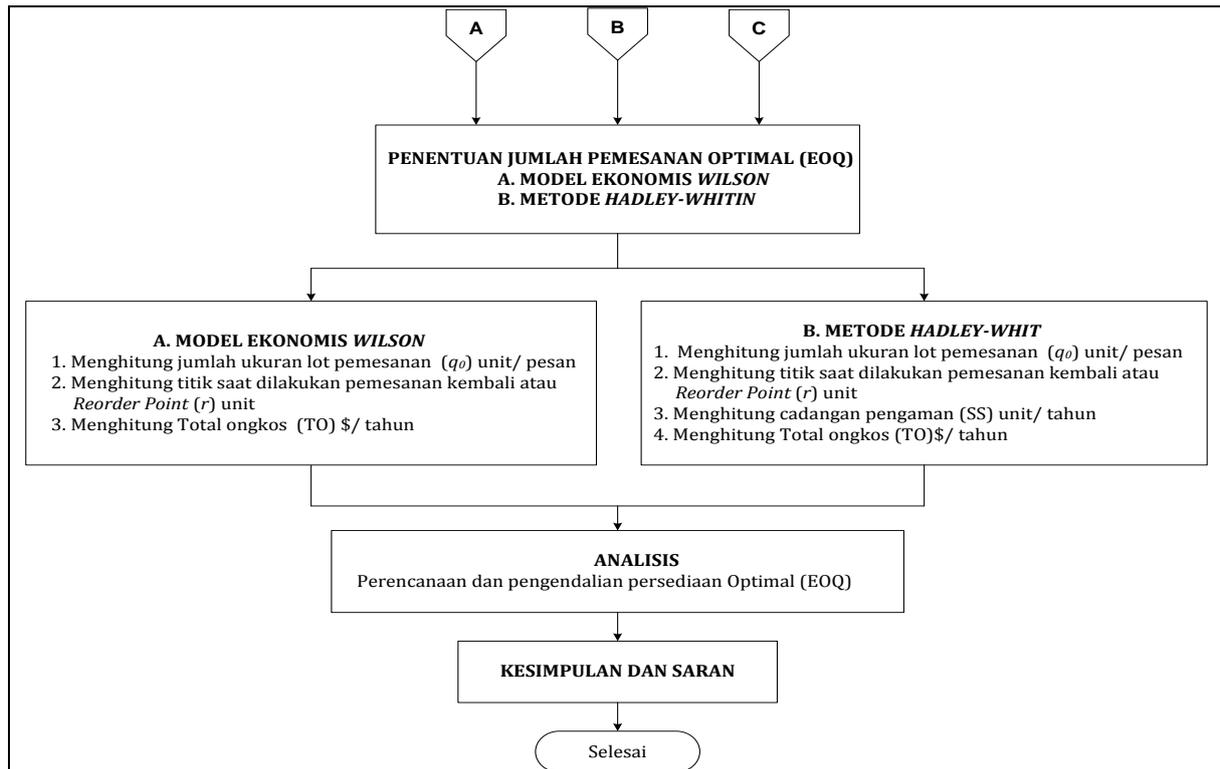
Nilai probabilitas kemungkinan terjadinya kekurangan persediaan (α) dapat ditentukan dengan menggunakan Tabel statistika untuk distribusi normal standar (Walpole, 1995).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Berikut ini merupakan urutan langkah-langkah dari pemecahan masalah yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Langkah-langkah Pemecahan Masalah



Gambar 1. Langkah-langkah Pemecahan Masalah (Lanjutan)

Notasi-notasi yang digunakan adalah sebagai berikut:

- D : Jumlah permintaan sepatu unit per tahun
 P : Harga \$ per unit
 A : Ongkos pesan \$ per tahun
 I : Presentase harga sepatu % per tahun
 h : $I \times p$ = Ongkos simpan \$ per unit per tahun
 L : Waktu tenggang sebelum pesanan diterima (*lead time*)
 O_b : Ongkos pembelian \$ per unit tiap kali beli
 O_p : Ongkos pemesanan \$ per unit sekali pesan
 O_s : Ongkos simpan \$ per unit pertahun
 O_k : Ongkos kekurangan persediaan \$ per tahun.
 TO : Total ongkos persediaan \$ per tahun
 m : Rata-rata persediaan yang ada di gudang
 r : Titik rata-rata persediaan saat dilakukan pemesanan kembali
 q_0 : Jumlah ukuran lot tiap dilakukan pemesanan (unit)
 T : Periode jarak waktu antar tiap pesanan (tahun/ hari)
 f : Frekuensi pemesanan, jumlah banyaknya pembelian per tahun
 η : Tingkat pelayanan yang diberikan manajemen kepada pemakai
 S : Standar deviasi dari rata-rata permintaan selama horison perencanaan
 S_L : Standar deviasi waktu ancap-ancang *Lead time*
 S_S : Cadangan pengaman/ unit
 C_u : Ongkos kekurangan inventori tidak terpenuhi \$/ unit
 N : Ekspektasi kekurangan permintaan tidak terpenuhi ($N = SL[f(Za) - Za \psi(Za)]$)
 N_T : Ekspektasi permintaan yang tak terpenuhi
 D_L : Ekspektasi permintaan selama waktu ancap-ancang (*Lead time*)
 n : Bilangan interger terkecil dari (T/L) , karena $T < L = (T/L) = 1$
 α : Kemungkinan terjadinya kekurangan persediaan = $\int_r^\infty f(x)dx$

4. PENGUMPULAN DATA DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Data-data yang dibutuhkan dalam makalah ini, yaitu data permintaan, data biaya-biaya dan data tenggang waktu (*lead time*).

4.1.1 Data Permintaan

Data permintaan (*D*) sepatu keselamatan jenis sepatu sepatu tinggi (*calf*) nomor 7, nomor 8 dan jenis sepatu ukuran pendek (*angkle*) nomor 7 dan nomor 8, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Permintaan

No	Periode (bulan)	Jenis dan Ukuran Sepatu (unit)			
		Tinggi (<i>calf</i>) nomor		Pendek (<i>angkle</i>) nomor	
		7	8	7	8
1	Oktober, 2012	667	619	246	108
2	November, 2012	653	166	142	114
3	Desember, 2012	837	380	728	245
4	Januari, 2013	576	388	240	594
5	Febbruari, 2013	683	745	645	300
6	Maret, 2013	362	682	115	272
7	April, 2013	162	234	353	327
8	Mei, 2013	563	516	537	842
9	Juni, 2013	435	266	367	368
10	Juli, 2013	774	594	304	222
11	Agustus, 2013	476	347	612	452
12	September, 2013	381	290	394	258
13	Oktober, 2013	707	551	300	344
14	November, 2013	847	478	386	148
15	Desember, 2013	559	650	375	369
16	Januari, 2014	578	776	226	344
17	Febbruari, 2014	896	615	437	357
18	Maret, 2014	838	350	401	333
19	April, 2014	773	559	355	336
20	Mei, 2014	742	836	347	245
21	Juni, 2014	644	502	376	329
22	Juli, 2014	745	606	357	324
23	Agustus, 2014	869	117	417	378

4.1.2 Data Biaya

Data biaya yang dibutuhkan dalam pengadaan sepatu keselamatan terdiri dari harga per unit (*A*), biaya pemesanan (*P*), biaya simpan (*h*) per tahun adalah presentasi dari harga per unit dan biaya kekurangan persediaan (*C_v*), dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Biaya

No	Jenis dan ukuran Sepatu	Harga \$/ unit (<i>P</i>)	Ongkos Pesan \$/ pesan (<i>A</i>)	Ongkos Simpan	
				% tahun (<i>I</i>)	\$/ tahun (<i>h</i>)
1	Tinggi (<i>calf</i>) nomor 7	29.32	18.21	12.83	3.76
2	Tinggi (<i>calf</i>) nomor 8	29.64	18.21	12.88	3.82
3	Pendek (<i>angke</i>) nomor 7	31.14	18.21	12.67	3.95
4	Pendek (<i>angkle</i>) nomor 8	31.14	18.21	12.67	3.95

4.1.3 Data Tenggang Watu (*Lead Time*)

Tenggang waktu mulai dari proses pemesanan, pengiriman sampai tempat tujuan dan distribusi ke area pergudangan, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Tenggang Waktu (*Lead Time*)

No	Jenis Dan Ukuran Sepatu	per Bulan	per Tahun
1	Tinggi (<i>Calf</i>) nomor 7	3	1/4
2	Tinggi (<i>Calf</i>) nomor 8	3	1/4
3	Pendek (<i>Angke</i>) nomor 7	3	1/4
4	Pendek (<i>Angkle</i>) nomor 8	3	1/4

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan dalam makalah ini, yaitu peramalan untuk memperkirakan permintaan yang akan terjadi sebelum permintaan aktual. penentuan jumlah pemesanan optimal.

4.2.1 Peramalan (*Forecasting*)

Langkah-langkah yang dilakukan dalam perencanaan peramalan sebagai berikut:

1. Menentukan tujuan peramalan

Tujuan dilakukan peramalan untuk memperkiraan permintaan sepatu 12 periode ke depan, sebelum permintaan aktual datang.

2. Plot data permintaan

Plot data permintaan dilakukan untuk mengetahui pola data masa lalu. Data permintaan diplot, hasil grafik menunjukkan pola data horisontal, dimana pergerakan data disekitar nilai rata-rata.

3. Menentukan metode peramalan.

Berdasarkan pola data horisontal, maka metode peramalan yang digunakan adalah deret waktu (*time series*), yaitu metode Regresi Linier (RL), metode *Single Exponential Smoothing With Trend* (SEST) dan metode *Double Exponential Smoothing With Trend* (DEST). Hasil uji kesalahan *error* (MSE), dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Kesalahan (*Mean Square error*)

No	Jenis Dan Ukuran Sepatu	Metode Peramalan	Kesalahan (MSE)
1	Tinggi (<i>Calf</i>) nomor 7	RL	28356
		SEST	33729
		DEST	33729
2	Tinggi (<i>Calf</i>) nomor 8	RL	36469
		SEST	47373
		DEST	47375
3	Pendek (<i>Angkle</i>) nomor 7	RL	20787
		SEST	27248
		DEST	27249
4	Pendek (<i>Angkle</i>) nomor 8	RL	22410
		SEST	29757
		DEST	29757

4. Fungsi peramalan

Menghitung parameter-parameter kesalahan (*error*) menggunakan bantuan *SoftWare WinQSB*. Ukuran kesalahan *error* yang dipakai *Mean Square Error* (MSE), metode dengan tingkat kesalahan *error* terkecil dapat dipilih sebagai metode terbaik, yaitu metode regresi linier untuk semua nomor sepatu.

5. Melakukan uji verifikasi

Uji verifikasi untuk memastikan data berada dalam batas kontrol atas (BA/UCL) dan batas kontrol bawah (BB/LCL), hasil uji verifikasi data berada dalam BA dan BB, sehingga metode terpilih dapat diimplementasikan, daerah yang diamati dengan persamaan sebagai berikut:

$$BA/BB = \pm 2,66 \times MR \text{ Rata-rata} \quad (22)$$

6. Menghitung peramalan periode ke t .

Perhitungan peramalan untuk 12 periode ke depan dengan metode regresi linier dengan persamaan sebagai berikut:

$$\hat{y} = a + bx \quad (23)$$

Hasil peramalan menunjukkan tidak ada perubahan yang signifikan, sehingga permintaan 12 periode ke depan tetap akan mengikuti pola permintaan sebelumnya. Hasil Peramalan dapat untuk 12 periode kedepan, dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Peramalan

No	Bulan	Jenis dan ukuran Sepatu (unit)			
		Tinggi (<i>calf</i>)		Pendek (<i>angkle</i>)	
		nomor 7	nomor 8	nomor 7	nomor 8
1	Sept, 2014	769	541	382	349
2	Okt, 2014	779	546	382	351
3	Nov, 2014	790	550	383	352
4	Des, 2014	801	554	383	354
5	Jan, 2015	811	558	384	355
6	Feb, 2015	822	563	384	357
7	Mart, 2015	832	567	385	359
8	April, 2015	843	571	385	360
9	Mei, 2015	853	576	386	362
10	Juni, 2015	864	580	386	363
11	Juli, 2015	875	584	386	365
12	Agust, 2015	885	588	387	366
Jumlah		9924	6778	4613	4293
Rata-rata		827	565	384	358
Sdv = S		2523	1723	1173	1091

4.2.2 Penentuan Jumlah Pemesanan Optimal Model Ekonomis *Wilson*.

Variabel keputusan pada model ekonomis *Wilson*, yaitu menentukan jumlah pemesanan setiap kali dilakukan pembelian (q_0) dengan menggunakan persamaan (1) dan kapan saat dilakukan pemesanan kembali atau *reorder point* (r) dengan menggunakan persamaan (2). Hasil jumlah pemesanan optimal, dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Jumlah pemesanan Optimal Model Ekonomis *Wilson*

No	Jenis dan Ukuran Sepatu	(D) unit per Tahun	(q_0^*) unit per Pesan per Tahun	(ROP) unit per Pesan	(f) per Tahun	(T^*) per pesan per Tahun	(t) per Hari
1	Tinggi (<i>calf</i>) nomor 7	9924	310	2171	32	0.031	11
2	Tinggi (<i>calf</i>) nomor 8	6778	254	1440	27	0.038	14
3	Pendek (<i>angkle</i>) nomor 7	4613	206	947	22	0.045	16
4	Pendek (<i>angkle</i>) nomor 8	4293	199	874	22	0.046	17

Pada model *Wilson* optimal dicapai pada saat ongkos pesan (O_p) sama dengan ongkos simpan (O_s), dengan tujuan meminimumkan total ongkos (TO). Total ongkos merupakan penjumlahan antara ongkos pesan dan ongkos simpan. Perhitungan ongkos pesan dihitung

menggunakan persamaan (6), sedangkan ongkos simpan dihitung menggunakan persamaan (7). Biaya pengendalian persediaan model ekonomis *Wilson*, dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi Total Ongkos (TO) Model Ekonomis *Wilson*

No	Jenis dan Ukuran Sepatu	(D) unit/ Tahun	Ongkos Pembelian (Ob) \$/ Tahun	Ongkos Pesan (Op) \$/ Tahun	Ongkos Simpan (Os) \$/ Tahun	Total Ongkos (TO) \$/ Tahun
1	Tinggi (<i>calf</i>) nomor 7	9924	290971.68	583.01	583.01	292137.71
2	Tinggi (<i>calf</i>) nomor 8	6778	200899.92	485.39	485.39	201870.69
3	Pendek (<i>angkle</i>) nomor 7	4613	143648.82	407.08	407.08	144462.98
4	Pendek (<i>angkle</i>) nomor 8	4293	133684.02	392.71	392.71	134469.43
Total Ongkos (TO) \$/Tahun			769204.44	1868.19	1868.19	772940.81

4.2.3 Penentuan Ekspektasi Kekurangan Persediaan Model Probabilistik Q

Jumlah ekspektasi kemungkinan terjadinya kekurangan persediaan selama horison perencanaan dicari dengan menggunakan persamaan (13). Hasil ekspektasi kemungkinan terjadinya kekurangan persediaan, dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rekapitulasi Ekspektasi Kekurangan Persediaan

No	Jenis dan Ukuran Sepatu	Iterasi	α	$z\alpha$	r_1^*	r_2^*	$r^* = r_2^*$	$q^* = q_{02}^*$	(N) unit / Pesan	(NT) unit / Tahun
1	Tinggi (<i>calf</i>) nomor 7	5	0.0258	1.95	4936	4936	4936	4000	51	127
2	Tinggi (<i>calf</i>) nomor 8	5	0.0257	1.95	3380	3373	3373	2704	34	86
3	Pendek (<i>angkle</i>) nomor 7	5	0.0255	1.95	2303	2297	2297	1857	23	58
4	Pendek (<i>angkle</i>) nomor 8	5	0.0253	1.95	2147	2140	2140	1713	21	54
Jumlah Kemungkinan Kekurangan									131	326

Kriteria kinerja pada model probabilistik Q, yaitu minimasi total ongkos (TO) dan tingkat pelayanan (η), sedangkan yang menjadi variabel keputusan, yaitu menentukan jumlah ukuran lot pemesanan (q_0), kapan saat pemesanan dilakukan kembali *reorder point* (r) dan cadangan pengaman (S_s) yang disediakan. Cadangan pengaman dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya fluktuasi permintaan (S), *lead time* (L) dan tingkat pelayanan (η). Hasil jumlah pemesanan optimal, dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Rekapitulasi Jumlah Pemesanan Optimal Metode *Hadley-Whitin*

No	Jenis dan Ukuran Sepatu	(D) unit/ Tahun	(f)/ Tahun	(q_0^*) unit/ Pesan/ Tahun	(ROP) unit/ Pesan	Cdgn pengaman (SS) unit/ Tahun	Tingkat Pelayanan (η) %/ Tahun
1	Tinggi (<i>calf</i>) nomor 7	9924	2.48	4936	4000	2455	99.87
2	Tinggi (<i>calf</i>) nomor 8	6778	2.51	3373	2704	1679	99.87
3	Pendek (<i>angkle</i>) nomor 7	4613	2.48	2297	1857	1144	99.87
4	Pendek (<i>angkle</i>) nomor 8	4293	2.51	2140	1713	1067	99.88

Pada metode *Hadley-Whitin* optimalitas dicapai pada saat nilai $r_1^* = r_2^*$, dengan tujuan meminimumkan total ongkos (TO). Total ongkos merupakan penjumlahan dari ongkos pesan, ongkos simpan dan ongkos kekurangan persediaan. Ongkos pesan dihitung dengan menggunakan persamaan (18), sedangkan ongkos simpan dihitung menggunakan persamaan (19) dan ongkos kekurangan persediaan dihitung menggunakan persamaan (20). Hasil biaya pengendalian persediaan, dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Rekapitulasi Total Ongkos (TO) Metode *Hadley-Whitin*

No	Jenis dan Ukuran Sepatu	(D)unit/ Tahun	Ongkos Beli (Ob) \$/ Tahun	Ongkos Pesan (Op) \$/ Tahun	Ongkos Simpan (Os) \$/ Tahun	Ongkos Kekurangan (Ok) \$/ Tahun	Total Ongkos (TO) \$/ Tahun
1	Tinggi (<i>calf</i>) nomor 7	9924	290985.27	45.18	9975.61	7475.51	308481.57
2	Tinggi (<i>calf</i>) nomor 8	6778	200899.62	45.65	6842.60	5118.44	212906.31
3	Pendek (<i>angkle</i>) nomor 7	4613	143651.73	45.23	4812.04	3320.55	151829.56
4	Pendek (<i>angkle</i>) nomor 8	4293	133684.22	45.65	4449.18	3336.73	141515.78
Total Ongkos (TO) \$/Tahun			769220.84	181.71	26079.44	19251.23	814733.21

Biaya pengendalian persediaan *economic order quantity* (EOQ) model ekonomis *Wilson* diperoleh sebesar \$ 772940,81/ tahun dan model persediaan Q (Metode *Hadley-Whitin*) diperoleh sebesar \$ 814733,21/ tahun. Memilih model terbaik dengan kriteria total ongkos (TO) minimum/ tahun, maka pada makalah ini model ekonomis *Wilson* dapat dipilih karena menghasilkan jumlah pemesanan yang optimal dengan biaya lebih murah.

5. ANALISIS

5.1 Analisis Peramalan (*Forecasting*)

Pola data masa lalu menunjukkan pola data horisontal, maka metode yang dipilih metode deret waktu (*time series*) untuk melakukan peramalan. beberapa metode peramalan *time series* yang telah digunakan, maka didapat metode regresi linier dengan nilai kesalahan *error* yang terkecil. Hasil peramalan menggunakan metode terpilih menunjukkan rata-rata permintaan 12 periode ke depan tidak mengalami perubahan yang signifikan, permintaan periode ke depan akan tetap mengikuti pola permintaan 23 periode sebelumnya.

5.2 Analisis Jumlah Pemesanan Optimal (q_0) Dan *Reorder Point* (r)

Perhitungan (q_0) dan r dilakukan dengan menggunakan model ekonomis *Wilson*. (q_0) adalah jumlah pemesanan dan r adalah titik pemesanan kembali. Pada model ekonomis *Wilson* pemesanan dilakukan saat persediaan telah mencapai *reorder point* dengan jumlah pemesanan sebesar (q_0). Perhitungan (q_0) dan *reorder point* (r) dilakukan pada selang perencanaan 0-17 hari dengan *lead time* selama 90 hari per tahun. Jumlah pemesanan optimal (q_0) dan *reorder point* (r) dicapai pada saat ongkos pesan (O_p) sama dengan ongkos simpan (O_s) pada Tabel 6. Sedangkan jumlah interval waktu antar pemesanan (T^*) dan frekwensi pemesanan dipengaruhi oleh jumlah permintaan sepatu selama selang perencanaan.

5.3 Analisis Perhitungan Total Ongkos (TO)

Total biaya merupakan penjumlahan dari biaya pemesanan, biaya simpan dan biaya kekurangan persediaan. Biaya-biaya ini dipengaruhi oleh permintaan sepatu keselamatan jumlah pemesanan sepatu (q_0), dan *reorder point* (r) dari masing-masing jenis ukuran sepatu. Tabel 7 dan Tabel 11 dibandingkan, sehingga total ongkos yang dikeluarkan pada model ekonomis *Wilson* lebih murah, yaitu sebesar \$772940, 81/ tahun. Sedangkan pada model probabilistik Q (metode *Hadley-Whitin*) biaya yang jauh lebih tinggi karena adanya biaya kekurangan persediaan, terjadinya kekurangan persediaan dengan jumlah yang cukup banyak, sehingga berpengaruh pada total ongkos (TO) yang lebih tinggi.

5.4 Model Usulan *Economic Order Quantity* (EOQ)

Model *Economic Order Quantity* yang dikembangkan dalam makalah ini dengan total ongkos (TO)/ tahun minimum yaitu Model persediaan deterministik dengan menggunakan model ekonomis *Wilson*, Sebaiknya *inventory control* menerapkan model ini jumlah ukuran lot

setiap kali dilakukan pemesanan (q_0) dan pada saat dilakukan pemesanan kembali atau *reorder point* (r) dapat memberikan total ongkos (TO) minimum/ tahun. Sedangkan tingkat pelayanan (η) pada model ini dianggap 100% karena tidak akan terjadi kekurangan persediaan, sehingga tidak dibutuhkan cadangan pengaman (S_s). Hasil yang diperoleh pada makalah ini model ekonomis *Wilson* jumlah pemesanan (q_0) dan *reorder point* (r) menjadi lebih baik dari yang diterapkan *inventory control* selama ini.

6. KESIMPULAN

Terdapat empat nomor sepatu yang diteliti pada makalah ini, yaitu sepatu ukuran tinggi (*cañ*) nomor 7, tinggi (*cañ*) nomor 8 dan sepatu ukuran pendek (*angkle*) nomor 7, pendek (*angkle*) nomor 8. Pada data masa lalu menunjukkan pola data horisontal, dimana pergerakan data disekitar nilai rata-rata, sehingga metode peramalan yang cocok digunakan, yaitu metode deret waktu (*time series*), dari tiga metode deret waktu yang digunakan, maka metode regresi linier dengan nilai kesalahan error (MSE) yang terkecil untuk semua jenis ukuran sepatu. Pengendalian persediaan dengan model ekonomis *Wilson* jumlah pemesanan optimal dicapai pada saat ongkos pesan (O_p) sama dengan ongkos simpan (O_s) untuk masing-masing nomor sepatu (Tabel 7), total ongkos (TO) selama satu tahun sebesar \$772940,81/ tahun. Sedangkan pada model probabilitistik Q pemesanan optimal dicapai pada saat nilai $r^* = r_2^*$ (Tabel 8), total ongkos (TO) selama satu tahun sebesar \$814733,21/ tahun, sehingga yang dipilih model ekonomis *Wilson*, karena total ongkos (TO) yang minimum / tahun dengan selisih biaya sebesar \$41792,40.

REFERENSI

Bahagia, Senator Nur. 2006, Sistem Inventori, Penerbit ITB, Bandung.

Markidakis, 1999, Metode dan Aplikasi Peramalan, Penerbit Binarupa Aksara, Jakarta.

Walpole, E. Ronald dan Myers, H R., 1995, Ilmu Peluang dan Statistika Untuk Insinyur dan Ilmuwan, Penerbit ITB, Bandung.