

Pemodelan Persediaan Suku Cadang Dengan Mempertimbangkan Peluang Stockout (Studi Kasus: Tirto Agung Motor Mojokerto)

Indah Ayu Dianawati dan Valeriana Lukitosari

Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: valeriana@matematika.its.ac.id

Abstrak—Sistem pengendalian persediaan probabilistik adalah suatu mekanisme mengenai serangkaian kebijakan yang memonitor tingkat persediaan, menentukan persediaan pengaman, kapan persediaan harus diisi, dan berapa besar pesanan harus dilakukan. Kebijakan tersebut dipengaruhi oleh kendala seperti ketidakpastian (probabilistik) dalam permintaan (demand) atau waktu tunggu (lead time), serta adanya peluang stockout dari pesanan konsumen yang tidak tersedia. Pada Tugas Akhir ini membahas mengenai model persediaan suku cadang dengan mempertimbangkan peluang stockout yang terjadi pada kasus backorder dan lost sales untuk menjamin tersedianya suku cadang secara optimal, dalam kuantitas yang optimal dan pada waktu yang optimal. Kriteria optimal pada model persediaan ini adalah minimasi biaya total yang terkait dengan persediaan, yaitu biaya penyimpanan, biaya pemesanan, dan biaya kekurangan persediaan. Simulasi numerik dilakukan sebagai penerapan model persediaan suku cadang dengan mempertimbangkan peluang stockout, dimana simulasi numerik diterapkan pada kasus yang ada di Tirto Agung Motor Mojokerto. Untuk suku cadang 23100KZRBA0 pada kasus backorder didapatkan nilai Q optimal sebesar 72 item dan R optimal sebesar 22 item sedangkan untuk kasus lost sales didapatkan Q optimal sebesar 69 item dan R optimal sebesar 22 item.

Kata Kunci— Persediaan, Backorder, Lost sales, Lead time.

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan dunia pasar global, persaingan yang luas harus diimbangi dengan proses manufaktur yang kuat. Untuk mencapai proses manufaktur yang kuat diperlukan kegiatan pemeliharaan yang direncanakan untuk mengurangi kasus tak terduga dari kegagalan sistem yang dapat mempengaruhi kualitas produk, keselamatan pekerja, dan kemampuan secara efektif untuk menghasilkan pendapatan. Biaya yang berkaitan dengan kegagalan sistem dapat sangat merugikan kemampuan dari perusahaan untuk bersaing di pasar [1]. Jenis pemeliharaan yang sering digunakan adalah pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) dan pemeliharaan korektif (*corrective maintenance*).

Dalam rangka untuk mengelola sistem secara efektif dan melakukan pemeliharaan, perusahaan harus memiliki suku cadang yang tersedia untuk mengganti komponen berdasarkan pada jadwal pencegahan atau pada kegagalan. Perusahaan harus menentukan jumlah suku cadang untuk terus dalam persediaan untuk melakukan pemeliharaan yang menjamin operasi yang efektif dengan downtime minimal. Pengadaan persediaan yang terlalu banyak akan menyebabkan perusahaan mengeluarkan biaya yang besar untuk menyimpan suku cadang. Namun sebaliknya, pengadaan persediaan yang sedikit akan menyebabkan kerugian bagi perusahaan, seperti biaya pesan yang meningkat, dan hilangnya kepercayaan konsumen karena konsumen berpindah pada perusahaan lain. Oleh karena itu,

pengaturan mengenai persediaan bagi perusahaan sangatlah penting.

Dari sudut pandang pengendalian persediaan, waktu yang dibutuhkan untuk pengadaan suku cadang harus diukur dan ditujukan pada kegagalan sistem. Waktu yang dibutuhkan dalam pengadaan penyediaan suku cadang tergantung oleh ada atau tidaknya suku cadang tersebut di gudang. Waktu yang dibutuhkan untuk proses pengadaan persediaan suku cadang dari mulai proses pemesanan suku cadang sampai suku cadang tersebut datang disebut *lead time*. Untuk suku cadang yang memiliki *lead time* yang signifikan, bagian persediaan suku cadang harus diadakan untuk buffer waktu yang diperlukan untuk memesan dan menerima suku cadang tambahan. Tetapi terdapat beberapa item suku cadang sering terjadi overstock namun juga tidak menutup kemungkinan dengan terjadinya stockout. Ketika suatu perusahaan mengalami kehabisan stock (*stockout*) suku cadang namun penjualan tidak hilang dan perusahaan melakukan pemesanan darurat untuk memperoleh suku cadang sehingga konsumen akan dilayani setelah pesanan datang disebut *backorder*. Namun sebaliknya, jika setiap permintaan yang tidak tersedia hilang dikarenakan konsumen berpindah ke perusahaan lain untuk memenuhi kebutuhannya disebut *lost sales*. Studi mengenai model persediaan telah banyak dilakukan oleh peneliti terdahulu. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Namit dan Chen [2] membahas mengenai model persediaan umum dengan mempertimbangkan permintaan barang selama *lead time* berdistribusi gamma. Selanjutnya, oleh Tyworth dan Ganeshan [3], dikembangkan suatu metode lain yang lebih sederhana dalam model persediaan umum untuk masalah yang sama. Donselaar dan Broekmeulen [4] membahas mengenai model persediaan dengan mempertimbangkan *lost sales*. Oleh karena itu, dalam tugas akhir ini dilakukan pengembangan model untuk menentukan kuantitas pemesanan suku cadang yang optimal dengan mempertimbangkan peluang stockout, dimana permintaan barang selama *lead time* mengikuti distribusi gamma.

II. METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan langkah-langkah yang digunakan dalam penyelesaian masalah pada Tugas Akhir. Disamping itu, dijelaskan pula prosedur dan proses pelaksanaan tiap-tiap langkah yang dilakukan dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

A. Tahap Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan identifikasi permasalahan yang akan dibahas yaitu mempelajari lebih dalam mengenai literatur – literatur yang berkaitan dengan pemeliharaan (*maintenance*), jenis pemeliharaan, distribusi gamma, dan sistem pengendalian persediaan dengan mencari referensi penunjang melalui jurnal, buku, artikel dari internet maupun tugas akhir.

B. Pembentukan Model Matematika

Tahapan yang dilakukan pada penentuan model matematika yaitu:

- Menentukan model total biaya persediaan suku cadang dengan mempertimbangkan terjadinya peluang *stockout* dan *backorder* serta menentukan model total biaya persediaan suku cadang dengan mempertimbangkan terjadinya peluang *stockout* dan *lost sales*.
- Menentukan kuantitas pemesanan yang optimal dari model total biaya persediaan suku cadang dengan mempertimbangkan terjadinya peluang *stockout* dan *backorder* serta menentukan kuantitas pemesanan yang optimal model total biaya persediaan suku cadang dengan mempertimbangkan terjadinya peluang *stockout* dan *lost sales*.
- Menentukan *reorder point* dari model total biaya persediaan suku cadang dengan mempertimbangkan terjadinya peluang *stockout* dan *backorder* serta menentukan *reorder point* model total biaya persediaan suku cadang dengan mempertimbangkan terjadinya peluang *stockout* dan *lost sales*.

C. Simulasi Numerik

Setelah didapatkan model yang diinginkan, kemudian tahapan yang dilakukan sebagai berikut:

- Langkah awal yang perlu dilakukan yaitu menentukan jenis distribusi permintaan selama *lead time* dengan menggunakan *software Easyfit*. Dengan menggunakan *software* ini dapat diketahui jenis distribusi pada data permintaan selama *lead time*.
- Kemudian menentukan parameter dari distribusi pada data permintaan selama *lead time* menggunakan *software MATLAB*.
- Setelah itu melakukan simulasi numerik dari data ke dalam model yang telah didapatkan.

D. Penarikan Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan analisis dan pembahasan maka dapat ditarik suatu kesimpulan dan saran sebagai masukan untuk penelitian lebih lanjut.

III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas mengenai pengujian jenis distribusi, penentuan model persediaan suku cadang dengan mempertimbangkan peluang *stockout* dan *backorder* serta kuantitas pemesanan dan *reorder point*., penentuan model persediaan suku cadang dengan mempertimbangkan peluang *stockout* dan *lost sales* serta kuantitas pemesanan dan *reorder point*, serta simulasi numerik.

A. Model Persediaan Suku Cadang Dengan Mempertimbangkan Stockout dan Backorder

Pada model persediaan suku cadang ini mempertimbangkan terjadinya *stockout* dan *backorder*. Terjadinya *stockout* ini menyebabkan perusahaan harus menunggu persediaan suku cadang yang dibutuhkan dan baru dapat terpenuhi setelah persediaan baru datang. Ketika terjadi *stockout*, biaya penyimpanan berbeda karena ada

penambahan stock cadangan pada penyimpanan. Pada model ini, juga ada tambahan biaya mengenai biaya *stockout* dari persediaan suku cadang.

Total biaya persediaan tahunan untuk model ini adalah sebagai berikut:

$$TC = Hc + Pc + Rc + Sc \quad (1)$$

Dengan:

Hc : Total biaya penyimpanan suku cadang

Pc : Total biaya pembelian suku cadang

Rc : Total biaya pemesanan suku cadang

Sc : Total biaya *stockout* persediaan suku cadang

1) Biaya Penyimpanan Suku Cadang (Holding Cost)

Pada model persediaan suku cadang tanpa mempertimbangkan *backorder*, rata – rata persediaan ditulis dengan $\frac{Q}{2}$. Sedangkan pada model persediaan suku cadang dengan mempertimbangkan *backorder* memerlukan *safety stock* sehingga rata – rata persediaan menjadi $\frac{Q}{2} + S$. Jadi biaya penyimpanan dapat ditulis dengan

$$Hc = h \left(\frac{Q}{2} + S \right)$$

$$Hc = h \left(\frac{Q}{2} + R - \beta \alpha \right) \quad (2)$$

2) Biaya Pembelian Suku Cadang

Besarnya biaya pembelian suku cadang selama setahun pada model persediaan suku cadang dengan mempertimbangkan *stockout* dan *backorder* yaitu biaya pembelian per item (p) dikalikan dengan jumlah permintaan suku cadang per tahun (D) sehingga dapat ditulis sebagai berikut:

$$Pc = pD \quad (3)$$

3) Biaya Pemesanan Suku Cadang

Besarnya frekuensi pemesanan dalam setahun adalah hasil bagi dari jumlah permintaan (D) dengan kuantitas pesanan (Q). Sehingga besarnya biaya pemesanan suku cadang dalam setahun dapat ditulis sebagai berikut:

$$Rc = A \frac{D}{Q} \quad (4)$$

4) Biaya Stockout Persediaan Suku Cadang

Pada model persediaan ini biaya kekurangan persediaan yaitu biaya kekurangan persediaan per item per tahun (b) dikalikan dengan frekuensi pemesanan per tahun dan dikalikan dengan ekspektasi kekurangan persediaan.

Untuk mendapatkan ekspektasi kekurangan persediaan berdistribusi gamma sebagai berikut:

$$E(M > R) = \int_R^{\infty} (M - R) f(M) dM$$

$$= \frac{\Gamma \left(1 + \alpha, \frac{R}{\beta} \right) - R \Gamma \left(\alpha, \frac{R}{\beta} \right)}{\Gamma(\alpha)} \quad (5)$$

Sehingga besarnya biaya *stockout* persediaan suku cadang adalah sebagai berikut:

$$Sc = b \frac{D}{Q} E(M > R)$$

$$= b \frac{D}{Q} \left(\frac{\Gamma \left(1 + \alpha, \frac{R}{\beta} \right) - R \Gamma \left(\alpha, \frac{R}{\beta} \right)}{\Gamma(\alpha)} \right) \quad (6)$$

Dari persamaan (3), (4), (5), dan (10), maka diperoleh total biaya persediaan sebagai berikut:

$$TC = Hc + Pc + Rc + Sc$$

$$= h \left(\frac{Q}{2} + R - \beta \alpha \right) + pD + A \frac{D}{Q} +$$

$$b \frac{D}{Q} \left(\frac{\Gamma\left(1 + \alpha, \frac{R}{\beta}\right) - R \Gamma\left(\alpha, \frac{R}{\beta}\right)}{\Gamma(\alpha)} \right) \quad (7)$$

B. Kuantitas Pemesanan (Order Quantity) Optimal

Kuantitas pemesanan suku cadang yang optimal dengan mempertimbangkan *stockout* dan *backorder* dapat diperoleh dengan melakukan turunan parsial pertama dari persamaan total biaya persediaan suku cadang dengan mempertimbangkan terjadinya *stockout* dan *backorder* terhadap Q sama dengan 0. Sehingga diperoleh nilai optimal Q :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \left(AD + bD \left(\frac{\Gamma\left(1 + \alpha, \frac{R}{\beta}\right) - R \Gamma\left(\alpha, \frac{R}{\beta}\right)}{\Gamma(\alpha)} \right) \right)}{h}} \quad (8)$$

C. Reorder Point

Reorder point dari suku cadang yang optimal dengan mempertimbangkan terjadinya *stockout* dan *backorder* dapat diperoleh dengan melakukan turunan parsial pertama dari persamaan total biaya persediaan suku cadang dengan mempertimbangkan terjadinya *stockout* dan *backorder* terhadap variabel R sama dengan 0. Sehingga dapat diperoleh nilai $P(M > R)$ sebagai berikut:

$$P(M > R) = \frac{hQ}{bD} \quad (9)$$

Dengan $P(M > R)$ merupakan probabilitas dari kekurangan persediaan yang optimal. Nilai probabilitas kekurangan persediaan ini digunakan untuk mencari nilai *safety factor* (Z) pada tabel Z . Sehingga didapatkan nilai *reorder point* yang optimal yaitu

$$R = (EM) + ZS_{dl} \quad (10)$$

D. Model Persediaan Suku Cadang Dengan Mempertimbangkan Stockout dan Lost sales

Pada model persediaan suku cadang ini mempertimbangkan terjadinya *stockout* dan *lost sales*. Terjadinya *stockout* ini menyebabkan perusahaan harus kehilangan pelanggan karena semua *stockout* hilang dan tidak pulih. Ketika semua *stockout* hilang, *safety stock* adalah nol. Pada model ini, juga ada tambahan biaya mengenai biaya *stockout* dari persediaan suku cadang. Total biaya persediaan tahunan untuk model ini adalah sebagai berikut:

$$TC = Hc + Pc + Rc + Sc \quad (11)$$

Dengan:

Hc : Total biaya penyimpanan suku cadang

Pc : Total biaya pembelian suku cadang

Rc : Total biaya pemesanan suku cadang

Sc : Total biaya *stockout* persediaan suku cadang

1) Biaya Penyimpanan Suku Cadang (Holding Cost)

Satu – satunya perbedaan antara *lost sales* dan *backorder* adalah terletak pada *safety stock*. Jumlah yang diharapkan dari *safety stock* di tangan ketika pesanan yang baru tiba. Jadi biaya penyimpanan dapat ditulis dengan

$$\begin{aligned} Hc &= h \left(\frac{Q}{2} + S \right) \\ &= h \left(\frac{Q}{2} + R - E(M) + E(M > R) \right) \end{aligned} \quad (12)$$

Untuk menghitung nilai $E(M)$ dan $E(M > R)$ sama seperti dengan kasus model persediaan suku cadang dengan mempertimbangkan *stockout* dan *backorder*.

2) Biaya Pembelian Suku Cadang

Besarnya biaya pembelian suku cadang selama setahun pada model persediaan suku cadang dengan mempertimbangkan *stockout* dan *lost sales* sama seperti biaya pembelian suku cadang pada model *backorder*. Sehingga besarnya biaya pembelian adalah:

$$Pc = pD \quad (13)$$

3) Biaya Pemesanan Suku Cadang

Besarnya biaya pemesanan pada model ini sama seperti biaya pemesanan pada model *backorder* yaitu:

$$Rc = A \frac{D}{Q} \quad (14)$$

4) Biaya Stockout Persediaan Suku Cadang

Pada model persediaan ini biaya kekurangan persediaan yaitu biaya kekurangan persediaan per item per tahun (b) dikalikan dengan frekuensi pemesanan per tahun dan dikalikan dengan ekspektasi kekurangan persediaan. Sehingga besarnya biaya *stockout* persediaan suku cadang adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Sc &= \left(\frac{bD}{Q} \right) E(M > R) \\ &= \left(\frac{bD}{Q} \right) \left(\frac{\Gamma\left(1 + \alpha, \frac{R}{\beta}\right) - R \Gamma\left(\alpha, \frac{R}{\beta}\right)}{\Gamma(\alpha)} \right) \end{aligned} \quad (15)$$

Dari persamaan (16), (17), (18), dan (19), maka diperoleh total biaya persediaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} TC &= Hc + Pc + Rc + Sc \\ &= h \left(\frac{Q}{2} + R - E(M) + E(M > R) \right) + pD + A \frac{D}{Q} \\ &\quad + \left(\frac{bD}{Q} \right) \left(\frac{\Gamma\left(1 + \alpha, \frac{R}{\beta}\right) - R \Gamma\left(\alpha, \frac{R}{\beta}\right)}{\Gamma(\alpha)} \right) \end{aligned} \quad (16)$$

E. Kuantitas Pemesanan (Order Quantity) Optimal

Kuantitas pemesanan suku cadang yang optimal dengan mempertimbangkan *stockout* dan *lost sales* dapat diperoleh dengan melakukan turunan parsial pertama dari persamaan total biaya persediaan suku cadang dengan mempertimbangkan terjadinya *stockout* dan *lost sales* terhadap Q sama dengan 0. Sehingga diperoleh nilai optimal Q :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2(AD + bDE(M > R))}{h}} \quad (17)$$

F. Reorder Point

Reorder point dari suku cadang yang optimal dengan mempertimbangkan terjadinya *stockout* dan *lost sales* dapat diperoleh dengan melakukan turunan parsial pertama dari persamaan total biaya persediaan suku cadang dengan mempertimbangkan terjadinya *stockout* dan *lost sales* terhadap variabel R sama dengan 0. Sehingga dapat diperoleh nilai $P(M > R)$

$$P(M > R) = \frac{hQ}{bD + hQ} \quad (18)$$

Dengan $P(M > R)$ merupakan probabilitas dari kekurangan persediaan yang optimal. Nilai probabilitas kekurangan persediaan ini digunakan untuk mencari nilai *safety factor* (Z) pada tabel Z . Sehingga didapatkan nilai *reorder point* yang optimal yaitu

$$R = (EM) + ZS_{dl} \quad (19)$$

IV. SIMULASI NUMERIK

Pada subbab ini, akan dilakukan simulasi numerik dari model yang telah diperoleh. Terdapat 15 jenis suku cadang yang ada di Tirta Agung Motor Mojokerto. Dari 15 jenis suku cadang yang ada terdapat 3 suku cadang yang termasuk dalam *preventive maintenance*.

1) Penentuan Distribusi

Pada tahap awal dilakukan penentuan distribusi dari data aktual permintaan suku cadang. Pada simulasi numerik data yang dipakai untuk pengujian distribusi adalah data suku cadang 23100KZRBA0 yang termasuk dalam *preventive maintenance*. Sehingga didapatkan hasil pengujian distribusi pada Gambar 4.1 Dari hasil pengujian distribusi didapatkan hasil bahwa data permintaan suku cadang 23100KZRBA0 berdistribusi gamma, terlihat pada Gambar 4.2 bahwa memenuhi uji Kolmogorov Smirnov.

Goodness of Fit - Summary							
#	Distribution	Kolmogorov Smirnov		Anderson Darling		Chi-Squared	
		Statistic	Rank	Statistic	Rank	Statistic	Rank
20	Gamma	0,09505	1	4,963	16	2,6191	15
26	Gumbel Max	0,09807	2	0,89054	11	0,52867	6
4	Cauchy	0,10475	3	0,71989	9	0,34189	1
21	Gen. Extreme Value	0,10523	4	0,5002	2	3,2372	19
52	Rayleigh	0,10593	5	4,8755	13	0,51284	5
31	Johnson SB	0,10897	6	0,58069	3	3,8199	23
24	Gen. Logistic	0,11171	7	0,48599	1	6,312	41
41	Nakagami	0,1124	8	4,9273	14	0,40741	3
9	Erlang	0,11341	9	5,2714	20	6,6489	42
25	Gen. Pareto	0,11459	10	11,625	46	N/A	
53	Rayleigh	0,11545	11	4,9373	15	0,36085	2
30	Inv. Gaussian	0,11657	12	5,2176	18	2,9703	16
11	Error	0,11819	13	0,67	6	3,6711	22
29	Inv. Gaussian	0,12042	14	5,7844	30	0,49254	4
39	Lognormal	0,12335	15	5,7946	32	6,277	40
40	Lognormal	0,12336	16	5,7947	33	6,2769	39
42	Normal	0,1236	17	0,58422	4	3,2191	18
56	Triangular	0,12554	18	0,71164	8	2,9954	17
45	Pearson 5	0,12663	19	5,9628	35	0,59043	8
44	Pearson 5	0,12663	20	5,9628	36	0,59043	7
58	Wakeby	0,12758	21	5,1907	17	6,0886	38

Gambar 1 Jenis Distribusi Suku Cadang 23100KZRBA0

Gamma [#20]					
Kolmogorov-Smirnov					
Sample Size	36				
Statistic	0,09505				
P-Value	0,87056				
Rank	1				
α	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01
Critical Value	0,17418	0,1991	0,22119	0,24732	0,26532
Reject?	No	No	No	No	No

Gambar 2 Suku Cadang 23100KZRBA0 Berdistribusi Gamma

2) Menghitung Nilai Q dan R Optimal serta Total Biaya Persediaan Dengan Mempertimbangkan Stockout dan Backorder

Simulasi numerik untuk suku cadang 23100KZRBA0 yang dilakukan ini juga diketahui bahwa:

p : Rp 173.000,00

h : Rp 15.570,00

A : Rp 21.812,5

b : Rp 43.250,00

D : 227 item

L : 0,526562

S_{dL} : 2,621202

Untuk kasus Backorder

Langkah awal yang dilakukan adalah dengan mencari nilai Q awal sebagai berikut:

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2AD}{h}}$$

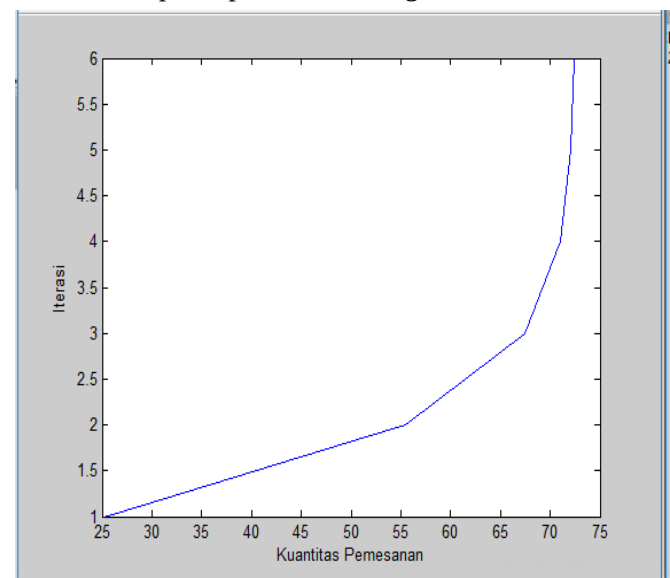
$$= \sqrt{\frac{2 \times 21.812,5 \times 227}{15.570}} = 25,219492$$

Langkah kedua adalah menghitung peluang stockout, lalu langkah ketiga yaitu menghitung *reorder point*, setelah itu menghitung ekspektasi kekurangan persediaan, setelah didapatkan ekspektasi kekurangan langkah terakhir adalah menentukan kuantitas pemesanan yang optimal. Langkah selanjutnya adalah mengulangi langkah kedua sampai langkah terakhir hingga mendapatkan nilai Q dan R yang tidak berubah. Sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

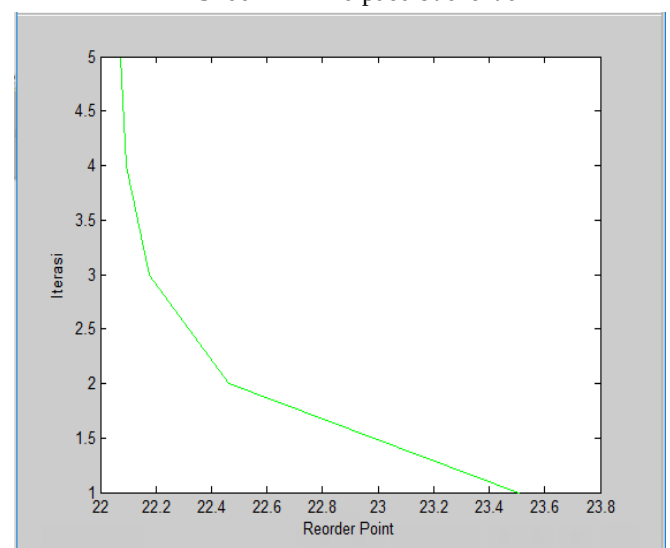
	P(M>R)	R	E(M>R)	Q
Iterasi 1	0,39996	23,505701	1,934628	55,459927
Iterasi 2	0,087954	22,464363	3,099505	67,415452

Dari tabel iterasi diatas didapatkan nilai Q dan R yang optimal. Untuk nilai Q optimal sebesar $72,394436 \approx 72$ item dan R optimal sebesar $22,071864 \approx 22$ item.

Untuk grafik besarnya nilai kuantitas pemesanan dan *reorder point* per iterasi sebagai berikut:



Gambar 3 Kuantitas pemesanan suku cadang 23100KZRBA0 pada backorder



Gambar 4 Reorder point suku cadang 23100KZRBA0 pada backorder

Langkah selanjutnya adalah menghitung total biaya persediaan suku cadang

$$TC = Hc + Pc + Rc + Sc$$

$$= h\left(\frac{Q}{2} + R - \beta\alpha\right) + pD + A\frac{D}{Q} + b\frac{D}{Q}(E(M > R))$$

$$= 40.447.307,790029$$

Sehingga total biaya persediaan suku cadang 23100KZRBA0 dengan mempertimbangkan *stockout* dan *backorder* yang minimum adalah sebesar Rp 40.447.307,790029

3) Menghitung Nilai Q dan R Optimal serta Total Biaya Persediaan Dengan Mempertimbangkan Stockout dan Lost Sales

Langkah awal yang dilakukan adalah dengan mencari nilai Q awal sebagai berikut:

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2AD}{h}}$$

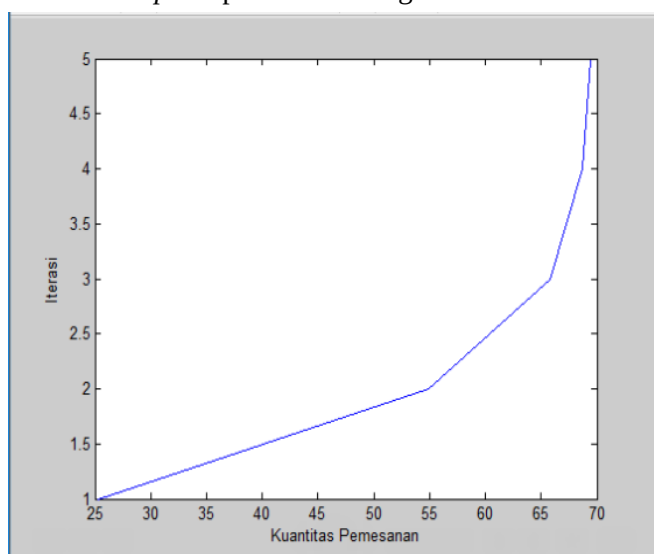
$$= \sqrt{\frac{2 \times 21.812,5 \times 227}{15.570}} = 25,219492$$

Kemudian dengan menggunakan rumus model persediaan *lost sales* maka didapatkan peluang *stockout*, *reorder point*, ekspektasi kekurangan persediaan dan kuantitas pemesanan yang optimal sebagai berikut:

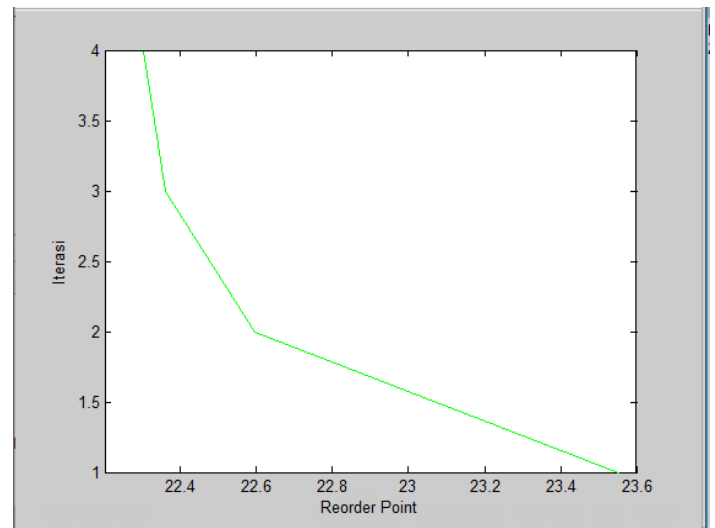
	P(M>R)	R	E(M>R)	Q
Iterasi 1	0,038458	23,553241	1,768873	54,962693
Iterasi 2	0,080177	22,596528	2,928071	65,792443

Dari tabel iterasi diatas didapatkan nilai Q dan R yang optimal. Untuk nilai Q optimal sebesar 69,448509 $\approx$ 69 item dan R optimal sebesar 22,301895 $\approx$ 22 item.

Untuk grafik besarnya nilai kuantitas pemesanan dan *reorder point* per iterasi sebagai berikut:



Gambar 5 Kuantitas pemesanan suku cadang 23100KZRBA0 pada *backorder*



Gambar 6 *Reorder point* suku cadang 23100KZRBA0 pada *lost sales*

Langkah selanjutnya adalah menghitung total biaya persediaan suku cadang.

$$TC = Hc + Pc + Rc + Sc$$

$$= h\left(\frac{Q}{2} + R - E(M) + E(M > R)\right) + pD + A\frac{D}{Q} + \frac{bD}{Q}(E(M > R))$$

$$= 40.456.715,951348$$

Sehingga total biaya persediaan suku cadang 23100KZRBA0 dengan mempertimbangkan *stockout* dan *lost sales* yang minimum adalah sebesar Rp 40.456.715,951348

Biaya persediaan yang muncul dalam pemesanan, pembelian, penyimpanan, dan kekurangan pada suku cadang nomor 06455KVBTO1 dan suku cadang nomor 31926KRM842

Nomor Suku Cadang	06455KVBTO1	31926KRM842
Biaya Pembelian	Rp50.000,00	Rp17.500,00
Biaya Pemesanan	Rp21.812,50	Rp21.812,50
Biaya Penyimpanan	Rp4.500,00	Rp1.575,00
Biaya Kekurangan	Rp12.500,00	Rp4.375,00

Perhitungan kuantitas optimal, *reorder point*, dan total biaya persediaan untuk suku cadang nomor 06455KVBTO1 dan suku cadang nomor 31926KRM842

Nomor Suku Cadang	06455KVBTO1	31926KRM842
KASUS BACKORDER		
Q^*	84	111
R	22	22
TC	Rp 11.940.892,577997	Rp 4.291.316,818133
KASUS LOST SALES		
Q^*	81	109
R	22	22
TC	Rp 11.945.347,124130	Rp 4.294.098,653804

Pada diatas untuk jenis suku cadang nomor 06455KVBT01 pada kasus *backorder* didapatkan nilai Q optimal sebesar 84 dan nilai R sebesar 22 dan total biaya persediaan sebesar Rp 11.940.892,577997 Sedangkan pada kasus *lost sales* untuk suku cadang 06455KVBT01 didapatkan nilai Q optimal sebesar 81 dan nilai R sebesar 22 dan total biaya persediaan sebesar Rp 11.945.347,124130

Selanjutnya untuk suku cadang nomor 3192KRM842 pada kasus *backorder* didapatkan nilai Q optimal sebesar 111 dan nilai R sebesar 22 dan total biaya persediaan sebesar Rp 4.291.316,818133 Sedangkan pada kasus *lost sales* untuk suku cadang 3192KRM842 didapatkan nilai Q optimal sebesar 109 dan nilai R sebesar 22 dan total biaya persediaan sebesar Rp 4.294.098,653804.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang dihasilkan berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan serta saran yang diberikan jika penelitian ini ingin dikembangkan.

A. Kesimpulan

Dari analisa dan pembahasan yang telah disajikan pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa :

1. Untuk model persediaan suku cadang dengan mempertimbangkan *stockout* dan *backorder* diperoleh model matematika total biaya persediaan yaitu:

$$TC = Hc + Pc + Rc + Sc$$

$$= h \left(\frac{Q}{2} + R - \beta \alpha \right) + pD + A \frac{D}{Q} + b \frac{D}{Q} \left(\frac{\Gamma \left(1 + \alpha, \frac{R}{\beta} \right) - R \Gamma \left(\alpha, \frac{R}{\beta} \right)}{\Gamma(\alpha)} \right)$$

Dan didapatkan kuantitas pemesanan yang optimal yaitu:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \left(AD + bD \left(\frac{\Gamma \left(1 + \alpha, \frac{R}{\beta} \right) - R \Gamma \left(\alpha, \frac{R}{\beta} \right)}{\Gamma(\alpha)} \right) \right)}{h}}$$

Sedangkan untuk model persediaan suku cadang dengan mempertimbangkan *stockout* dan *lost sales* diperoleh model matematika total biaya persediaan yaitu:

$$TC = Hc + Pc + Rc + Sc$$

$$= h \left(\frac{Q}{2} + R - E(M) + E(M > R) \right) + pD + A \frac{D}{Q} + \left(\frac{bD}{Q} \right) \left(\frac{\Gamma \left(1 + \alpha, \frac{R}{\beta} \right) - R \Gamma \left(\alpha, \frac{R}{\beta} \right)}{\Gamma(\alpha)} \right)$$

Dan didapatkan kuantitas pemesanan yang optimal yaitu:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \left(AD + bD \left(\frac{\Gamma \left(1 + \alpha, \frac{R}{\beta} \right) - R \Gamma \left(\alpha, \frac{R}{\beta} \right)}{\Gamma(\alpha)} \right) \right)}{h}}$$

2. Kuantitas pemesanan yang optimal suku cadang pada kasus di Tirta Agung Motor Mojokerto dengan menggunakan model persediaan suku cadang dengan mempertimbangkan *stockout* dan *backorder* serta menggunakan model persediaan suku cadang dengan mempertimbangkan *stockout* dan *lost sales* didapatkan sebagai berikut:

Suku Cadang	Backorder	Lost Sales
23100KZRBA0	72 item	69 item
06455KVBT01	84 item	81 item
3192KRM842	111 item	109 item

B. Saran

Pada tugas akhir ini membahas mengenai pemeliharaan berdasarkan pada *preventive maintenance*. Oleh karena itu penulis menyarankan untuk pengembangan dalam penelitian berikutnya adalah perluasan mengenai pemeliharaan berdasarkan pada *corrective maintenance*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wireman, T. (1990). *World Class Maintenance Management*. New York: Industrial Press.
- [2] Namit, K., & Chen, J. (1999). **Solution to the (Q,r) inventory model for gamma lead-time demand**. *International Journal of Physical Distribution & Logistic Management*, Vol. 29 No. 2, 138-151.
- [3] Tyworth, J. E., & Ganeshan, R. (2000). **A note on solutions to the <Q,r> inventory model for gamma lead time demand**. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 30 No. 6, 534- 539.
- [4] Donselaar, K. H., & Broekmeulen, R. A. (2013). **Determination of safety stocks in a lost sales inventory system with periodic review, positive lead-time, lot-sizing and a target fill rate**. *International Journal of Production Economics*, Volume 143, Issue 2, 440 - 448.