

Simulasi Kebijakan Persediaan Optimal Pada Sistem Persediaan Probabilistik Model P Menggunakan Powersim

Horas Naek.S.M.S¹, Muhamad Adha Ilhami², Lely Herlina³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

horaz.silaen@gmail.com¹, adha@untirta.ac.id², lelyherlina@yahoo.com³

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan di perusahaan manufaktur yang memproduksi pipa baja SPM (Spiral Pipe Machine) dan ERW (Electric Resistant Welding). Penelitian dilakukan dengan menggunakan sistem persediaan probabilistik model P untuk menentukan biaya persediaan yang minimum dimana perusahaan memiliki kebijakan waktu antar pemesanan yang periodik. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan alternatif rentang waktu antar pemesanan kepada perusahaan untuk memesan bahan baku. Kemudian membandingkan alternatif yang telah diberikan dengan simulasi Powersim untuk menguji validitas dari kebijakan tersebut. Dengan sistem persediaan probabilistik model P didapatkan alternatif rentang waktu antar pemesanan untuk mendapatkan biaya persediaan yang minimum antara 0,018-0,0255 tahun untuk bahan baku ERW dan rentang waktu antara 0,013-0,0135 tahun untuk bahan baku SPM. Perbandingan hasil model dengan simulasi Powersim pada bahan baku ERW dan SPM dengan menggunakan One sample T-Test tidak ditemukan perbedaan, karena nilai kedua t hitung bahan baku (0,140 dan 0,699) lebih kecil dari t tabel (2,685). Biaya persediaan yang minimum untuk bahan baku ERW didapatkan Rp. 141.772.012.550,79 dengan rentang waktu pemesanan untuk setiap pemesanan selama 0,0254 tahun dan kapasitas maksimum sebesar 50.618,54 ton, sedangkan biaya persediaan yang minimum untuk bahan baku SPM didapatkan Rp. 271.833.764.443,480 dengan rentang waktu pemesanan untuk setiap pemesanan selama 0,0134 tahun dan kapasitas maksimum sebesar 98.922,57 ton.

Kata kunci: Simulasi Powersim, Sistem Persediaan Probabilistik

PENDAHULUAN

Keberadaan barang persediaan (*inventory*) dalam aktivitas kehidupan manusia tidak dapat dihindarkan baik dalam kegiatan pribadi, rumah tangga, sosial, maupun usaha. Salah satu penyebab utamanya adalah barang-barang tersebut tidak dapat diperoleh secara instan, akan tetapi memerlukan tenggang waktu untuk memperolehnya. Inventori dalam suatu unit usaha dapat dikategorikan sebagai modal kerja yang berbentuk barang. Setiap kegiatan unit usaha khususnya yang bergerak di bidang industri baja pada umumnya memiliki nilai inventori yang cukup tinggi. Sehingga perlu dilakukan kebijakan dalam pemilihan jumlah maupun waktu dalam pemesanannya. Selain membutuhkan tempat penyimpanan yang luas, persediaan yang banyak juga berakibat terjadinya biaya-biaya penyimpanan yang tinggi (Ginting, 2007).

PT. ABC merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang pembuatan Pipa Baja ERW (*Electric Resistance Welded*) dan SPM (*Spiral Pipe Machine*). Bahan baku yang digunakan untuk menghasilkan produk tersebut adalah HRC (*Hot Rolled Coil*) yang didatangkan langsung dari PT. Krakatau Steel. Inventori probabilistik jumlah permintaan barang tiap-tiap periodenya tidak dapat diketahui secara pasti. Informasi mengenai permintaan dapat diketahui dari pola permintaan yang didapat dari masa lalu yang dapat

diklasifikasikan non stasioner probabilistic karena permintaan selalu berfluktuatif dalam tiap bulan, sehingga dapat dimasukkan ke dalam model. Setiap proses produksinya, tingkat pemakaian bahan baku pada setiap bulan di PT. ABC tidak tetap dengan *lead time* yang tetap. Untuk melakukan pengadaan persediaan kembali perusahaan selalu melakukan asumsi lapangan tanpa menggunakan model matematis yang terstruktur jelas. Pengadaan persediaan yang terlalu besar atau terlalu kecil dapat menimbulkan masalah bagi perusahaan yang mengacu pada biaya-biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk persediaan. Kekurangan akan persediaan dapat menghambat kelancaran pada proses operasinya serta kehilangan kesempatan untuk memaksimalkan keuntungan bagi perusahaan, dan sebaliknya kelebihan persediaan dapat menambah biaya pemeliharaan dan resiko kerusakan bahan baku (syahidah, 2010). Sehingga perlu dilakukan kebijakan jumlah persediaan agar mendapatkan biaya persediaan yang minimum. Dimana perusahaan memiliki masalah dalam penentuan interval waktu pemesanan bahan baku, sedangkan dalam masalah *quantity* perusahaan tidak memiliki masalah dengan cenderung mengambil resiko untuk mengalami kerugian akibat terulurnya waktu produksi dibanding kehilangan pelanggan.

Sistem persediaan probabilistik ini dalam penerapannya diperlukan pertimbangan-pertimbangan bagi perusahaan. Sebagai pertimbangan penelitian ini

menggunakan simulasi untuk dapat meminimalisir kesalahan, *trial and error*, dan menganalisa setiap perubahan yang terjadi dari waktu ke waktu untuk jangka waktu lama. Output program simulasi perlu dibandingkan dengan output model operasi yang kita buat dengan tujuan untuk mengetahui kesesuaian output satu sama lain. Berdasarkan validasi ini, model sistem dan program simulasi yang disempurnakan selanjutnya dapat digunakan pada pensimulasian dengan penggunaan data input tiruan yang bervariasi, baik untuk penyelesaian persoalan pengelolaan sistem maupun dalam rangka pengembangan sistem. Software yang digunakan untuk melakukan simulasi adalah Powersim dimana simulasi yang tepat untuk model persediaan yang data permintaannya bersifat dinamis yang berubah-ubah seiring berjalannya waktu maka diperlukan simulasi yang memiliki sifat dinamis juga.

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian dimulai dengan malukan studi lapangan yang memperelajari karakteristik dari perusahaan yang dilakukan secara bersamaan dengan studi literatur. Kemudian merumuskan masalah-masalah yang dapat diangkat dari masalah-masalah yang dimiliki oleh perusahaan tersebut. Serta menentukan tujuan penelitian, btasan dan asumsi-asumsi yang digunakan untuk penelitian ini. Setelah itu melakukan pengumpulan data yang diperoleh dari hasil wawancara, observasi dan studi dokumentasi. Yang kemudian diolah menggunakan model kebijakan persediaan probabilistic dengan model P, merancang simulasi menggunakan *software Powersim*, melakukan replikasi sebanyak 10 kali, membandingkan hasil perhitungan *software* dengan simulasi. Setelah diolah selanjutnya data dianalisa untuk menerjemahkan hasil pengolahan data sehingga lebih muda dipahami. Kemudian menyimpulkannya untuk menjawab tujuan dari penelitian dan member saran pada perusahaan yang diteliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Topik Perusahaan ini memproduksi pipa baja yang terbagi menjadi 2 jenis yakni ERW dan SPM, dimana bahan baku untuk kedua jenis produk ini berbeda karena proses yang dialami pun juga berbeda. Untuk mengolahnya maka diperlukan data permintaan tiap tahun.

Tabel 1. Data Permintaan Produk dan Bahan Baku (ton)

Produk	2006	2007	2008	2009	2010	2011
ERW	5311	12871	18327	12644	22734	49143
SPM	25934	20420	23956	38478	33431	26188
HRC ERW	5733	13765	19629	13748	24710	28804
HRC SPM	30431	21606	25728	41948	34844	51454

Permintaan dari kedua produk tersebut selalu berubah-ubah tiap tahunnya. Setelah menentukan permintaan bahan bakunya kemudian kita menghitung rentang waktu dari satu pemesanan ke pemesanan yang lain.

Pengolahan Data

Untuk melakukan perhitungan dengan model P terlebih dahulu harus menentukan standar deviasi dar Jumlah permintaan bahan baku ERW.

Demand rata-rata per tahun (*D*)

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{106389}{6}$$

$$\bar{x} = 30397 \text{ ton}$$

$$S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

$$S^2 = \frac{2812340735}{5}$$

$$S^2 = 562468147$$

S = 34370 tor

Tabel 2. Perhitungan Iterasi Bahan Baku ERW

Ket	Iterasi 3	Iterasi 4	Iterasi 6	Iterasi 7
<i>T</i> ₀	0.018629473	0.02	0.0254	0.0255
<i>a</i>	0.00060	0.00070	0.00080	0.00090
<i>z</i> _{<i>a</i>}	3.238880118	3.194651054	3.155906758	3.121389149
<i>R</i>	50,867.95	50,417.48	50,618.54	50,115.79
<i>O</i> _{<i>T</i>}	145,077,725,231.20	143,963,259,822.25	141,619,064,375.02	144,854,832,506.81

Pada bahan baku ERW secara model didapatkan rentang waktu selama *T*₀ = 0,0186, dan untuk mendapatkan biaya total yang minimum maka terdapat pada saat *T*₀ = 0,0254 dengan biaya totalnya sebesar Rp. 141.619.064.375,02.

Kemudian menentukan standar deviasi bahan baku SPM.

Demand rata-rata per tahun (*D*)

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{206011}{6}$$

$$\bar{x} = 34335 \text{ ton}$$

$$S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

$$S^2 = \frac{6765244893}{5}$$

$$S^2 = 1503387754$$

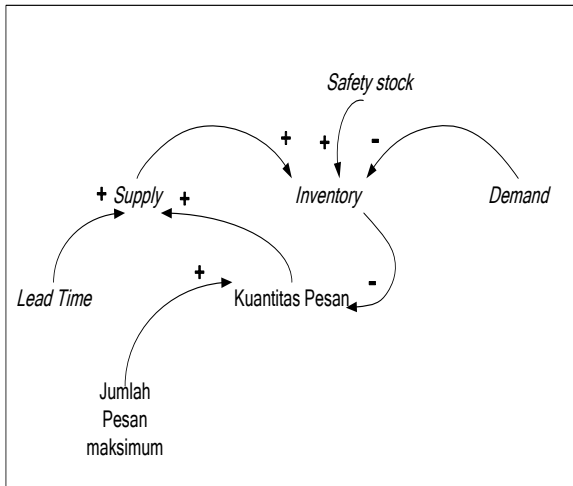
S = 34335 ton

Tabel 3. Perhitungan Iterasi Bahan Baku SPM

<i>T</i> ₀	0.013	0.0134	0.0135	0.014
<i>a</i>	0.0004	0.0004	0.0005	0.0005
<i>z</i> _{<i>a</i>}	3.352794781	3.352794781	3.290526731	3.290526731
<i>R</i>	98804.36046	98922.57056	97227.79926	97372.93848
<i>O</i> _{<i>T</i>}	272,355,112,077.76	271,833,764,443.48	279,092,670,419.17	278,211,413,464.24

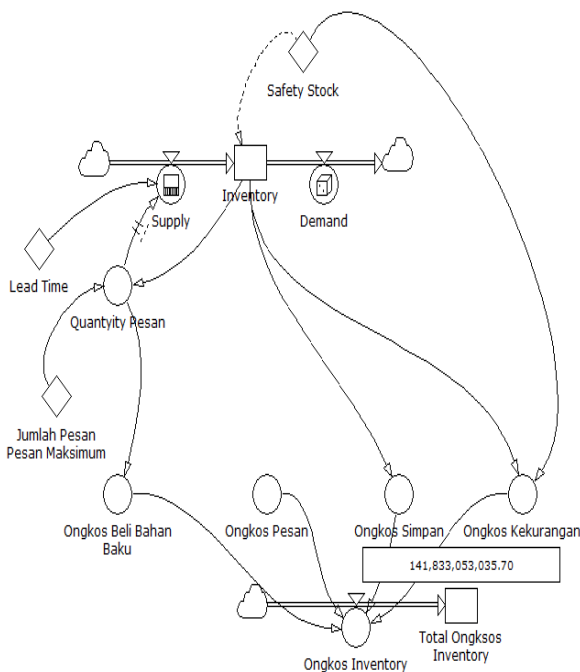
Sedangkan pada bahan baku SPM secara model didapatkan rentang waktu $T_0 = 0,0134$ dimana pada waktu tersebutlah didapatkan biaya minimum dari total biaya persediaan sebesar Rp. 271.833.764.443,48.

Setelah menghitung waktu dengan dan biaya persediaan dengan model P, kemudian membuat formulasi konseptual dari simulasi.



Gambar 1. Model Konseptual Bahan Baku

Setelah membuat model konseptual dari simulasi kemudian membuat Simulasi dari model yang kita gunakan dengan Powersim.



Gambar 2. Formulasi Model Simulasi Bahan Baku Pada Software Powersim

Setelah selesai membuat formulasinya maka dilakukan replikasi awal sebanyak 10 kali untuk mendapatkan hasil awal yang smooth (Law & Kelton, 2001) sebelum divalidasi dengan *One Sample T-Test*.

Tabel 4. Hasil Replikasi Ongkos Total Inventori Bahan Baku ERW

No. Replikasi	Hasil Replikasi
	Ongkos Total Persediaan (Rp)
1	141353656320.45
2	143414406720.73
3	140432478722.89
4	141673652398.38
5	140520023107.75
6	141353556376.23
7	142353656443.47
8	141853276373.86
9	141413602320.18
10	141443476970.94

Ongkos total rata-rata:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{1415811785754.88}{10} = \text{Rp. } 141581178575.49$$

Standar Deviasi:

$$s^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$$s^2 = \frac{18047813309962100000000}{10 - 1}$$

$$s^2 = 2005312589995780000000$$

$$s = \sqrt{2005312589995780000000} = \text{Rp. } 141609060091.36$$

Dengan nilai $\alpha = 5\%$, maka:

$$e = \frac{(t_{n-1, \alpha/2})s}{\sqrt{n}}$$

$$= \frac{(2.26216)(141609060091.36)}{\sqrt{10}}$$

$$= 101204419788.18$$

$$n = \left[\frac{(Z_{\alpha/2})s}{e} \right]^2$$

$$n = \left[\frac{(1.95)(141609060091.36)}{101204419788.18} \right]^2$$

$$n = 2.72 \approx 3$$

Dengan melakukan replikasi awal, kita dapat memastikan jumlah replikasi yang dibutuhkan dengan rumus n, dimana dari hasil perhitungan nilai n, diketahui bahwa nilai $n < r$ yaitu $3 < 10$. Hal tersebut menunjukkan bahwa replikasi awal telah cukup. Selanjutnya dilakukan validasi model persediaan bahan baku ERW dengan *One-Sample T Test* dengan menggunakan software SPSS.

Tabel 5. Output One Sample T-Test Bahan Baku ERW

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00001	10	1.415E11	8.58695E8	2.71543E8

Tabel 5. Output One Sample T-Test Bahan Baku ERW (lanjutan)

One-Sample Test						
Test Value = 141619064375.02						
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
VAR00001	-.140	9	.892	-3.78858E7	-6.5216E8	5.7639E8

Kemudian dilanjutkan dengan melakukan replikasi awal sebanyak 10 kali terhadap bahan baku SPM.

Tabel 6. Hasil Replikasi Ongkos Total Inventori Bahan Baku

No. Replikasi	Hasil Replikasi
	Ongkos Total Persediaan (Rp)
1	271893371440.75
2	271594928026.17
3	271343671893.34
4	271872346462.37
5	271263741404.03
6	274080218763.15
7	273744968034.94
8	270368441774.83
9	271463796400.74
10	273354678846.88

Ongkos total rata-rata:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{2720980263047,20}{10} = \text{Rp. } 272098026304,72$$

Standar Deviasi:

$$s^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$$s^2 = \frac{6664605666103280000000}{10 - 1}$$

$$s^2 = 74051174067814200000000$$

$$s = \sqrt{74051174067814200000000} = \text{Rp. } 272123453726.088$$

Dengan nilai $\alpha = 5\%$, maka:

$$e = \frac{(t_{n-1, \alpha/2})s}{\sqrt{n}}$$

$$= \frac{(2,26216)(272123453726.088)}{\sqrt{10}}$$

$$= 194479761586.847$$

$$n = \left[\frac{(Z_{\alpha/2})s}{e} \right]^2$$

$$n = \left[\frac{(1,95)(272123453726.088)}{194479761586.847} \right]^2$$

$$n = 2,72 \approx 3$$

Dengan melakukan replikasi awal, kita dapat memastikan jumlah replikasi yang dibutuhkan dengan rumus n, dimana dari hasil perhitungan nilai n, diketahui bahwa nilai $n < r$ yaitu $3 < 10$. Hal tersebut menunjukkan bahwa replikasi awal telah cukup. Selanjutnya dilakukan validasi model persediaan bahan baku SPM

dengan *One-Sample T Test* dengan menggunakan *software SPSS*.

Tabel 7. Hasil Replikasi Ongkos Total Inventori Bahan Baku SPM

One-Sample Statistics				
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00001	10	2.721E11	1.21222E9	3.83339E8

One-Sample Test						
Test Value = 271833764443.48						
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
VAR00001	.689	9	.508	2.64252E8	-6.0292E8	1.1314E9

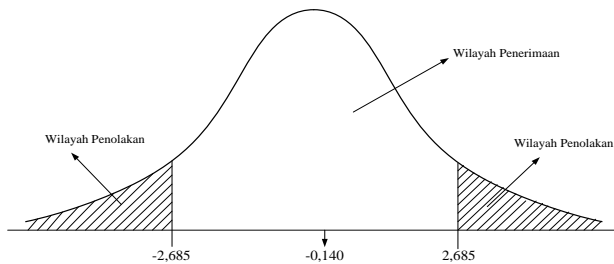
Analisa

Model konseptual dirancang untuk menggambarkan kondisi sistem dalam bentuk hubungan kausal atau sebab akibat dengan menggunakan *Causal Loop Diagram* sehingga akan terlihat hubungan atau pengaruh antar variabel. Pada Gambar 4.5 dapat diketahui bahwa semakin besar *demand* maka *inventory* menjadi semakin kecil, semakin besar *safety stock* maka *inventory* menjadi semakin besar, semakin besar *supply* maka *inventory* semakin besar. Semakin besar jumlah pesan maka kuantitas pesan akan semakin besar sehingga kebutuhan armada transportasi semakin besar dan *supply* bahan baku pun semakin banyak.

Formulasi model persediaan dibuat didasarkan pada model konseptual yang sebelumnya telah dirancang, dimana *Inventory*, dan Total Ongkos *Inventory* menggunakan simbol *Level*, hal ini karena nilai yang dihasilkan merupakan akumulasi dari komponen nilai lain. Kuantitas Pesan, Ongkos Beli Bahan Baku, Ongkos Pesan, Ongkos Simpan, Ongkos Kekurangan dan Ongkos *Inventory* menggunakan simbol *Auxiliary* dikarenakan nilai yang dihasilkan bergantung pada besaran yang lain. *Lead Time* dan Jumlah Pesan menggunakan simbol *Constant* dimana nilainya tetap dan digunakan dalam perhitungan nilai pada komponen *Auxiliary* dan *flow*. *Demand*, dan *Supply* menggunakan simbol *Flow with rate* dimana nilai yang dihasilkan akan mempengaruhi level yang dikendalikan.

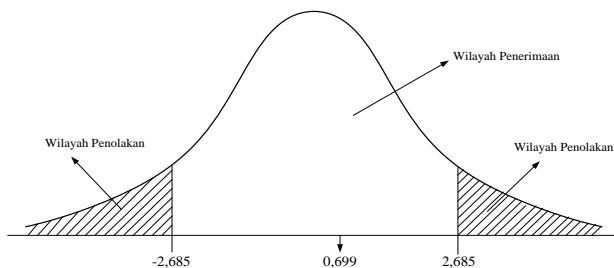
Dalam simulasi perlu dilihat apakah model telah sesuai dengan gambaran sistem, oleh karena itu diperlukan validasi dari model tersebut. Validasi yang dilakukan dengan membandingkan antara *output* hasil simulasi kebijakan usulan dengan hasil perhitungan Model P. Validasi yang digunakan dengan melakukan uji *one sample t-test*. Uji *one sample t-test* digunakan untuk membandingkan secara statistik antara satu set data dengan sebuah nilai, dalam hal ini adalah ongkos total inventori tiap jenis bahan baku. Uji *t* digunakan karena data yang diperoleh merupakan data parametrik dan diasumsikan berdistribusi normal.

Hasil validasi dengan uji *one sample t-test* dengan membandingkan antara hasil 10 replikasi simulasi kebijakan usulan dengan perhitungan Model P untuk bahan baku ERW diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 3. Kurva Wilayah Penerimaan dan Penolakan Validasi Model P pada bahan Baku ERW

Pada Tabel 5. Diperoleh nilai t hitung sebesar 0,140 dan t table dengan derajat kebebasan 9 yaitu sebesar 2,685. Dengan demikian nilai t hitung berada dalam selang nilai t tabel ($-2,685 \leq -0,140 \leq 2,685$). Selain itu pada nilai 95% *Confidence Interval of the Difference* diketahui bahwa nilai *lower* menunjukkan tanda negatif (-) dan nilai *upper* menunjukkan tanda positif (+). Berdasarkan kedua hal tersebut dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima dan H_1 ditolak, dimana H_0 : tidak ada perbedaan antara hasil simulasi dan kebijakan yang diusulkan. Penerimaan H_0 menunjukkan bahwa hasil simulasi sama dengan kebijakan hasil perhitungan sehingga model dikatakan valid. Hal itu dikuatkan dengan nilai *significance* pada tabel 4.11 yaitu sebesar 0,892 dimana nilai tersebut lebih besar dari 0,05, yang berarti bahwa nilai *single value* tidak masuk daerah kritis 5 % (0,05) dan masuk ke daerah penerimaan (valid).



Gambar 4. Kurva Wilayah Penerimaan dan Penolakan Validasi Model P pada bahan Baku SPM

Berdasarkan pada tabel 4.13 Diperoleh nilai t hitung sebesar 0,699 dan t table dengan derajat kebebasan 9 yaitu sebesar 2,685. Dengan demikian nilai t hitung berada dalam selang nilai t tabel ($-2,685 \leq 0,699 \leq 2,685$). Selain itu pada nilai 95% *Confidence Interval of the Difference* diketahui bahwa nilai *lower* menunjukkan tanda negatif (-) dan nilai *upper* menunjukkan tanda positif (+). Berdasarkan kedua hal tersebut dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima dan H_1 ditolak, dimana H_0 : tidak ada perbedaan antara hasil simulasi dan kebijakan yang diusulkan. Penerimaan H_0 menunjukkan bahwa hasil simulasi sama dengan kebijakan hasil perhitungan sehingga model dikatakan valid. Hal itu dikuatkan dengan nilai *significance* pada tabel 4.13 yaitu sebesar 0,508 dimana nilai tersebut lebih besar dari 0,05, yang berarti bahwa nilai *single value* tidak masuk daerah kritis 5 % (0,05) dan masuk ke daerah penerimaan (valid).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan ongkos total inventori menggunakan menggunakan perhitungan model P *back order* dan simulasi menggunakan *software Powersim* maka disimpulkan bahwa alternatif kebijakan dari model P dengan bahan baku ERW didapatkan rentang waktu pemesanan dengan biaya total persediaan minimum antara 0,017 tahun sampai dengan 0,0255 tahun. Sedangkan pada bahan baku SPM didapatkan rentang waktu pemesanan dengan biaya total persediaan minimum antara 0,013 tahun sampai dengan 0,0135 tahun. Berdasarkan hasil yang telah disimulasikan model pada bahan baku ERW dan SPM didapatkan bahwa alternatif berdasarkan ongkos total persediaan terendah merupakan kebijakan yang paling tepat untuk perusahaan dalam menentukan rentang waktu antar pemesanan bahan baku karena tidak memiliki perbedaan antara perhitungan manual dengan simulasi dinamisnya. Dan usulan kebijakan sistem inventori berdasarkan ongkos total inventori terendah untuk bahan baku ERW adalah sebesar Rp. 141.772.012.550,79 dengan rentang waktu pemesanan untuk setiap pemesanan selama 0,0254 tahun dan kapasitas maksimumnya sebesar 50618,54 ton, untuk bahan baku SPM adalah sebesar Rp. 271.833.764.443,480 dengan rentang waktu pemesanan untuk setiap pemesanan selama 0,0134 tahun dan kapasitas maksimum sebesar 98922,57 ton.

Untuk penelitian selanjutnya, komponen biaya yang tidak secara langsung terkait dengan pengelolaan inventori agar diperhitungkan dikarenakan penambahan komponen biaya akan mempengaruhi terhadap kebijakan yang rancang. Selain itu sebaiknya komponen biaya agar diperinci dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Avianto,T.W. 2006. *Tutorial Powersim*. Laboratorium Pembangunan dan Lingkungan. ITB
- Bahagia,S.N. 2006. *Sistem Inventori*. Bandung. Institut Teknologi Bandung.
- Ginting, R. 2007. *Sistem Produksi*. Yogyakarta. Graha Ilmu.
- Hutagaol, T.H. 2011. Penentuan Kebijakan Persediaan Pada Sistem Persediaan Probabilistik Dengan Model Q Menggunakan Simulasi Powersim,*Tugas Akhir*, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon.
- Noori,H.,Radford,R. 1995. *Production and Operations Management, Total Quality and Responsiveness*. International Edition, Mr Graw-Hill, Inc.
- Ozevin, M.G. 2001. International Confrence of the System Dynamics Society Proceed. Atlanta, Georgia
- Tersine,R.J. 1992. *Inventory to Materials Management, Third Edition*, the University of Oklahoma.