

Perencanaan Inventori Bahan Baku SPM dengan Model P Back Order

Edi Junaedi¹, Lely Herlina², Evi Febianti³

^{1, 2, 3}Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
edi_junaedist@yahoo.com¹, aleri@ft-untirta.ac.id², evifebianti@ft-untirta.ac.id³

ABSTRAK

Pengendalian inventori diperlukan guna menetapkan dan menjamin tersedianya sumber daya yang tepat, dalam kuantitas yang tepat dan pada waktu yang tepat. Pengendalian inventori sendiri berfokus pada pemenuhan akan permintaan konsumen sebagai sumber profit perusahaan. Yang melatar belakangi penelitian ini adalah pengendalian inventori PT. XYZ dalam pengadaan bahan baku SPM masih belum optimal karena perusahaan belum mampu memenuhi semua permintaan yang ada. Kekurangan inventori mengakibatkan pasokan bahan baku menjadi terhambat sehingga perusahaan tidak dapat memenuhi semua permintaan konsumen dan berimbas pada turunnya profit perusahaan. Pengendalian inventori yang diterapkan perusahaan yaitu probabilistik model P back order. Dimana permintaannya berfluktuasi dengan waktu pemesanan yang konstan dengan jumlah pesan yang berubah-ubah. Adapun tujuan penelitian ini guna mencari solusi permasalahan yang terjadi yakni menentukan pengendalian inventori perusahaan yang tepat dengan total biaya inventori minimum dengan penentuan apa, berapa, dan kapan pesanan dilakukan. Untuk mendapatkan perencanaan inventori optimal dilakukan perhitungan model matematis Hadley-Within. Dilakukan pula simulasi model menggunakan software powersim untuk membandingkan kebijakan inventori eksisting dengan perencanaan inventori usulan. validasi dilakukan dengan metode uji One Sample T Test dan perbandingan rata-rata kedua alternatif dilakukan dengan metode uji Independent Sample T Test. Hasil penelitian ini diperoleh perencanaan inventori usulan sebagai pengendalian inventori terbaik. Berdasarkan total biaya inventori terkecil diperoleh waktu pemesanan adalah 6 hari, inventori maksimum 12685 ton, dan inventori minimum yang harus tersedia di gudang adalah 10480 ton. Dengan adanya perbaikan pengelolaan inventori model P back order maka perencanaan pengadaan bahan baku SPM menjadi optimal sehingga perusahaan akan mampu memenuhi semua permintaan konsumen dan profit perusahaan akan meningkat.

Kata kunci: Bahan baku SPM, Model P back order, Total biaya inventori, simulasi Powersim, Independent Sample T Test.

PENDAHULUAN

Inventori adalah suatu istilah umum yang menunjukkan segala sesuatu atau sumber daya-sumber daya organisasi yang disimpan dalam antisipasinya terhadap pemenuhan permintaan (Rangkuti, 2004). Dalam sistem inventori permintaan dibedakan menjadi dua: deterministik dan probabilistik. Pada penelitian ini permintaan bersifat probabilistik yang kuantitasnya belum diketahui secara pasti. Permintaan probabilistik mendorong perusahaan guna melakukan Perencanaan pengendalian inventori yang tepat yang didasarkan pada total biaya inventori terkecil yang merupakan akumulasi dari biaya beli, biaya pesan, biaya simpan, biaya kekurangan, dan biaya transportasi. Dalam praktik sistem logistik, biaya transportasi mencakup biaya tetap dan variabel (Burhan, 2006). Perencanaan pengendalian inventori dilakukan perusahaan PT. XYZ dalam pengadaan bahan baku SPM untuk diproduksi menjadi pipa baja SPM. Pengadaan bahan baku dilakukan dengan waktu pemesanan konstan dan jumlah pemesanan yang berbeda-beda sesuai selisih dari inventori maksimum dengan inventori yang tersisa di

gudang. Atau dengan kata lain perusahaan tersebut dalam pengendaliannya inventornya berkiblat pada sistem inventori model p back order. Back order disini menunjukkan bahwa adanya loyalitas konsumen untuk menunggu pesanan yang belum terpenuhi dan tidak berpindah pada perusahaan lain.

Permintaan yang probabilistik mendorong perusahaan agar dalam pengendalian bahan baku SPM seoptimal mungkin agar dapat meredam fluktuasi yang ada dan dapat tetap memenuhi permintaan konsumen. Pengendalian inventori bahan baku bertujuan meminimumkan total biaya inventori yang ditimbulkan dan menentukan tingkat inventori yang harus dijaga, kapan inventori harus diisi, dan berapa besar pesanan yang harus dilakukan. Kebijakan inventori yang diterapkan perusahaan dalam mengendalikan laju inventori masih belum optimal sesuai dengan fluktuasi permintaan yang ada dan kemampuan perusahaan dalam meredam fluktuasi tersebut. Waktu pemesanan setiap 8 hari dengan *safety stock* 7500 ton masih belum bisa memenuhi semua permintaan yang ada. Masih terjadi kekurangan inventori yang dibutuhkan sebesar seperlima dari inventori keseluruhan sehingga

perusahaan tidak dapat memenuhi semua permintaan konsumen dan profit perusahaan menurun. Melihat permasalahan yang ada, perlu adanya penelitian lebih lanjut dari penelitian sebelumnya. Adapun penelitian yang terkait adalah Silaen (2013) yang melakukan perhitungan model P *back order*. Namun dalam penelitiannya tidak adanya pertimbangan biaya transportasi sehingga dalam penelitian ini variabel biaya transportasi menjadi pertimbangan dalam menghitung total biaya inventori. selain untuk memperoleh pengendalian inventori terbaik yang sesuai dengan kondisi perusahaan saat ini, di lakukan pula dua perhitungan matematis model P *back order* dengan dan tanpa adanya biaya transportasi guna melihat seberapa besar pengaruh transportasi dalam penentuan pengendalian inventori. pada penelitian ini dilakukan pula simulasi sitem dinamis sesuai dengan sistem inventori yang selalu berubah terhadap perubahan waktu. Simulasi dilakukan dengan *software powersim* sebagaimana *tool* sistem dinamik. Simulasi dilakukan untuk kondisi eksisting kebijakan inventori perusahaan dan juga perencanaan inventori usulan dari perhitungan matematis. Dari simulasi dilakukan metode *One Sample T-Test* dan *Independent Sample T Test*. Metode *One Sample T-Test* dilakukan karena data yang digunakan adalah data sampel tunggal guna mengetahui apakah simulasi sudah mewakili kondisi nyatanya. Sedangkan metode *Independent Sample T Test* dilakukan guna membandingkan pengendalian inventori eksisting dengan usulan untuk mendapatkan pengendalian inventori terbaik sebagai perencanaan inventori yang diusulkan peneliti sebagai pengendalian inventori bahan baku SPM perusahaan PT. XYZ.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dimulai dari melakukan studi literatur untuk mengetahui dasar – dasar dari penelitian yang dilakukan dan melakukan observasi lapangan dengan maksud untuk mengetahui kondisi dari objek yang akan diteliti, kemudian merumuskan masalah untuk mengetahui apa saja permasalahan yang akan dibahas, dari perumusan masalah tersebut kemudian dijadikan tujuan dari penelitian yang dilakukan, dan menentukan batasan masalah serta asumsi untuk memfokuskan penelitian yang dilakukan sehingga penelitian tidak keluar dari tujuan penelitian yang akan dilakukan. Adapun data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data permintaan bahan baku SPM priode januari 2007 sampai desember 2012. Data-data yang terkait pengadaan bahan baku SPM seperti *safety stock*, waktu tiap pemesanan, *lead time* pemesanan dan data biaya-biaya yang terkait dengan inventori. Kemudian data penelitian yang diperoleh dilakukan pengolahan. pengolahan data dilakukan dengan perhitungan matematis yakni perhitungan total biaya inventori dengan adanya biaya transportasi dan perhitungan total biaya inventori tanpa adanya transportasi. Berikut tahapan perhitungan baiay transportasi dengan adanya biaya transportasi.

Untuk menghitung total biaya inventori model P *back order* dengan adanya biaya transportasi dengan metode Burhan (2010) sebagai berikut:

Total ongkos persediaan = ongkos pembelian + ongkos pesan + ongkos penyimpanan + ongkos kekurangan + ongkos transportasi

$$O_T = O_b + O_p + O_s + O_k \quad (1)$$

$$O_T = Dp + \frac{A}{T} + \left(R - DL - \frac{TD}{2} \right) h + \frac{c_u N}{T} + \frac{nc+fm}{T} \quad (2)$$

Untuk mendapatkan nilai T dan R dapat ditentukan dengan metode iteratif. Salah satu metode yang sering dipakai ialah metode:

1. Hitung nilai (T_0) dengan formula Wilson.

$$T_0 = \sqrt{\frac{2(A+rc+fm)}{hD}} \quad (3)$$

2. Hitung dan selanjutnya akan dapat dihitung nilai inventori maksimum (R) dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\alpha = \frac{Th}{c_u} \quad (4)$$

Z_α dapat dicari pada tabel Hadley Within

$$R = D(T+L) + z S\sqrt{T+L} \quad (5)$$

3. Menghitung jumlah kekurangan inventori per siklus (N):

$$N = S\sqrt{(T+L)}(f(z_\alpha) - z_\alpha\psi(z_\alpha)) \quad (6)$$

4. Mengitung total biaya inventori.

Untuk mendapatkan ekspektasi total biaya terkecil ulangi langkah 2 untuk iterasi selanjutnya dengan mengubah nilai ($T_0 = T_0 \pm T_0$). jika O_T baru lebih besar dari O_T awal, maka dilakukan iterasi pengurangan ($T_0 = T_0 - T_0$) sedangkan apabila O_T baru lebih kecil dari O_T awal maka dilakukan iterasi penambahan ($T_0 = T_0 + T_0$).

Untuk perhitungan total biaya inventori tanpa adanya biaya transportasi pada dsarnya tidak jauh berbeda yakni urutan perhitungan sama halnya dengan perhitungan total biaya inventori dengan adanya baiay transportasi hanya saja pada rumus penentuan waktu antar pesanan dan total biaya inventori berbeda. Untuk menghitung total biaya inventori model P *back order* tanpa adanya biaya transportasi dengan metode Bahagia (2006) sebagai berikut:

Total ongkos persediaan = ongkos pembelian + ongkos pesan + ongkos penyimpanan + ongkos kekurangan

$$O_T = O_b + O_p + O_s + O_k \quad (7)$$

$$O_T = Dp + \frac{A}{T} + \left(R - D_L - \frac{TD}{2} \right) h + \frac{c_u N}{T} \quad (8)$$

Adapun rumus untuk menentukan waktu antar pemesanan (T) yaitu.

$$T_o = \sqrt{\frac{2A}{Dh}} \quad (9)$$

Di mana :

- D = Jumlah permintaan
- S = Standar deviasi
- h = Biaya simpan
- c_u = Biaya kekurangan
- L = Lead time pengiriman
- A = Biaya pesan
- f = Biaya tetap transportasi
- c = Biaya variabel transportasi
- m = Jumlah armada transportasi yang digunakan
- n = Total perjalanan armada transportasi
- p = Biaya produksi

Setelah diketahui total biaya inventori terkecil dari perhitungan total biaya inventori model P *back order* dengan adanya biaya transportasi dan perhitungan total biaya inventori model P *back order* tanpa adanya biaya transportasi kemudian dilakukan perbandingan guna mendapatkan total biaya inventori terkecil sebagai perencanaan pengendalian inventori usulan. Dari perhitungan matematis model P *back order* dilakukan simulasi sitem dinamis. Simulasi dirancang menggunakan *software Powersim* sebagai *tool* untuk simulasi sitem dinamis. Simulasi dirancang guna menggambarkan pengendalian inventori ke dalam sebuah sistem. Data inputan simulasi adalah data perencanaan inventori usulan meliputi elemen-elemen dasar pengendalian inventornya seperti waktu antar pemesanan, *lead tiem*, *safety stock* dan lain-lain.

Simulasi dilakukan guna mendapatkan total biaya inventori dari simulasi yang dijalankan baik total biaya inventori perencanaan inventori usulan maupun kebijakan inventori yang diterapkan di perusahaan. Dari simulasi kemudian dibandingkan antara perencanaan inventori usulan dengan kebijakan inventori perusahaan guna mendapatkan pengendalian inventori terbaik yang sesuai dengan kondisi dan karakteristik perusahaan yang nantinya sebagai alternatif usulan pengendalian inventori bahan baku SPM yang optimal. Sebelumnya, Simulasi dilakukan validasi model guna mengukur seberapa jauh simulasi tersebut telah sesuai dengan kondisi nyatanya. Validasi dilakukan dengan uji *One Sample T Test*. Sedangkan untuk perbandingan dua alternatif sendiri dilakukan dengan Uji *Independent Sample T Test*. Berikut merupakan gambar sistematika pengolahan data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengendalian bahan baku SPM yang dilakukan perusahaan masih belum optimal. Hal tersebut terjadi karena kemampuan perusahaan dalam pengadaan bahan baku belum setara dengan laju permintaan yang berfluktuasi. Dengan data demand bahan baku selama 6 tahun dilakukan perhitungan secara matematis untuk penentuan kapan dan berapa pesanan yang dilakukan secara tepat dengan total biaya inventori yang ditimbulkan sekecil mungkin. perhitungan dilakukan dengan dan tanpa adanya biaya transportasi yang didasarkan pada total biaya inventori terkecil yang didapat. Perhitungan untuk model P *back order* dengan adanya biaya transportasi dilakukan mengikuti model Burhan (2010). Biaya transportasi sendiri meliputi biaya tetap dan biaya variabel transportasi, jumlah armada transportasi yang digunakan, dan total perjalanan armada. Dalam perhitungan ini biaya transportasi menjadi pertimbangan dalam penentuan perencanaan pengendalian inventori karena dalam pengadaan bahan baku SPM tidak terlepas dari adanya perpindahan barang itu sendiri yaitu transportasi. Terlebih lagi transportasi yang digunakan adalah pihak ketiga atau armada ekspedisi sehingga biaya yang dikeluarkan cukup besar. Total biaya inventori pada perhitungan ini merupakan akumulasi dari biaya beli, biaya pesan, biaya simpan, biaya kekurangan dan biaya transportasi. Dengan asumsi distribusi normal, perhitungag model P *back order* dengan adanya transportasi dilakukan sebanyak 5 iterasi dan didapat iterasi dengan biaya terkecil adalah iterasi ke 4.

Perhitungan model P *back order* tanpa adanya biaya transportasi pada dasarnya sama dengan perhitungan model P *back order* dengan adanya biaya transportasi, hanya saja pada perhitungan ini total biaya inventori merupakan akumulasi dari biaya beli, biaya pesan, biaya simpan, dan biaya kekurangan. Perhitungan matematis ini mengikuti formula Bahagia (2006) dalam penentuan biaya terkecil dan elemen dasar pengendalian inventori. tidak adanya parameter biaya transportasi dalam perhitungan ini sehingga tidak ada variabel-variabel yang terkait dengan biaya-biaya transportasi dan pengadaannya. Pada perhitungan ini didapat iterasi sebanyak 4 iterasi dan total biaya inventori terkecil diperoleh pada iterasi ke 3. Di bawah ini merupakan rekapitulasi hasil kedua perhitungan tersebut untuk masing-masing total biaya inventori terkecil yang didapat.

Sesuai hasil di atas diketahui bahwa untuk perhitungan yang sama namun dengan adanya penambahan dan pengurangan parameter berupa biaya transportasi didapat hasil yang berbeda. Untuk total biaya inventori dengan adanya biaya transportasi didapat total biaya terkecil pada iterasi ke 4 sebesar Rp 257.810.687.142,69 sedangkan untuk total biaya inventori tanpa adanya biaya transportasi didapat total biaya terkecil pada iterasi ke 3 sebesar Rp 258.556.844.797,04. Total biaya inventori dengan adanya biaya transportasi lebih kecil dibanding total

biaya inventori tanpa biaya transportasi (257.810.687.142,69 < 258.556.844.797,04).

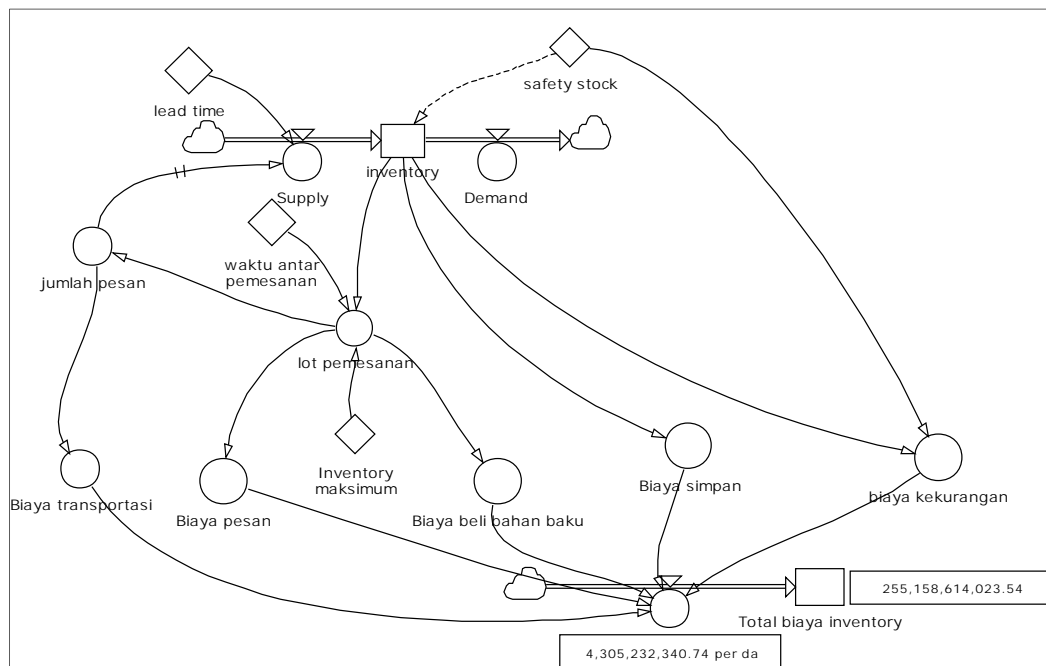
Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Model P Back Order

Model P Back Order	Dengan Biaya Transportasi (Iterasi 4)	Tanpa Biaya Transportasi (Iterasi 3)
T_0	0.017036526	0.021852878
	0.000774388	0.000993313
R	12684.99017	13052.45944
N	4.886820918	8.702806268
ss	10480.0151	10661.28904
	0.996839791	0.99437207
O_b	251283500000.00	251283500000.00
O_p	704368946.24	549126761.32
O_s	3513029855.51	3876764009.31
O_k	2050932753.19	2847454026.40
O_{tr}	258855587.74	0.00
O_T	257810687142.69	258556844797.04

Tidak hanya total biaya inventori saja yang berbeda namun adanya biaya transportasi dengan tanpa adanya transportasi mempengaruhi elemen-elemen dasar pengendalian inventori model P back order. Untuk hasil perhitungan dengan adanya biaya transportasi didapat waktu pemesanan 6 hari, safety stock 10480 ton dan inventori maksimum 12684,99 ton, dan untuk hasil perhitungan tanpa adanya biaya transportasi didapat waktu pemesanan 8 hari, safety stock 10661,29 ton dan inventori maksimum 13052,46 ton. Dapat disimpulkan bahwa perhitungan tanpa adanya biaya transportasi maka total biaya inventori dan elemen-elemen dasar pengendalian inventori lebih besar dari perhitungan dengan adanya biaya transportasi. Mengingat pengadaan inventori bahan baku SPM tidak terlepas dari adanya perpindahan barang itu sendiri.

Oleh sebab itu, dalam pengendalian inventori tidak bisa terlepas dari adanya biaya transportasi yang menjadi salah satu pertimbangan dalam mengambil keputusan pengendalian inventori yang akan diambil. Komponen-komponen biaya transportasi meliputi biaya tetap transportasi, biaya variabel transportasi, jumlah armada yang digunakan dan total perjalanan armada. Jadi, pengendalian inventori usulan adalah hasil perhitungan total biaya inventori dengan adanya biaya transportasi. Selanjutnya dari hasil perhitungan matematis dilakukan simulasi. Simulasi dirancang menggunakan *software powersim*. *Software powersim* merupakan *tool* untuk simulasi dinamis sesuai dengan sistem inventori yang selalu berubah terhadap waktu. Simulasi dirancang berdasarkan hasil perhitungan model P back order sebagai perencanaan inventori usulan yang dipilih. Adapun parameter yang menjadi inputan simulasi ini adalah waktu antar pemesanan, *lead time*, inventori maksimum, *safety stock*, *demand*, dan standar deviasi. Sebelum merancang simulasi *powersim* terlebih dahulu di buat model konseptualnya. Model konseptual dirancang untuk menggambarkan kondisi sistem dalam bentuk hubungan kausal atau sebab akibat dengan menggunakan *causal loop diagram*. Pada *causal loop diagram* akan terlihat hubungan atau pengaruh antar variabel baik itu hubungan positif maupun hubungan negatif. Untuk hubungan positif diikuti dengan tanda positif (+), dan untuk hubungan negatif diikuti tanda negatif (-).

Berdasarkan model konseptual yang telah dibuat maka selanjutnya merancang formulasi model. Formulasi model ini dibuat dengan menggunakan *software Powersim* sesuai dengan simulasi yang akan dilakukan. Berikut ini merupakan formulasi model yang telah dirancang:



Gambar 2. Formulasi Model Simulasi Powersim

Simulasi kemudian dijalankan guna mendapatkan total biaya inventori sebanyak 10 kali. Penentuan replikasi sejumlah 10 kali sebagai data sampel uji *One Sample T Test* dan *Independent Sample T Test* dengan *software SPSS*. Sebelum melakukan uji validasi dengan *Uji One Sample T Test* terlebih dahulu dilakukan uji jumlah replikasi yang dibutuhkan. Setelah replikasi telah cukup maka dilakukan validasi yang bertujuan untuk melihat sejauh mana simulasi yang dirancang sesuai dengan sistem nyatanya. Selanjutnya membandingkan hasil simulasi perencanaan inventori usulan dengan kebijakan inventori yang diterapkan di perusahaan. Perbandingan dilakukan guna mengetahui pengendalian inventori terbaik yang sesuai dengan kondisi dan karakteristik perusahaan saat ini. Perbandingan dilakukan dengan uji *Independent Sample T Test* dengan menggunakan *software SPSS*. Adapun formula penentuan jumlah replikasi yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

$$n = \left[\frac{(z_{\alpha/2})s}{e} \right]^2 \quad (10)$$

Di mana:

- $Z_{\alpha/2}$: Tabel Z
- n : Jumlah replikasi awal
- s : Standar deviasi
- e : Tingkat *error*
- : Tingkat kepercayaan

KESIMPULAN

Pengendalian inventori terbaik berdasarkan total biaya inventori terkecil dipilih model P *back order* dengan adanya biaya transportasi karena total biaya inventori yang ditimbulkan lebih kecil dari pada model P *back order* tanpa biaya transportasi yakni sebesar Rp 255.944.898.709,95. Diperoleh juga waktu pemesanan setiap 6 hari, cadangan pengaman (*safety stock*) sebesar 10480 ton, dan kapasitas inventori maksimum sebesar 12685 ton sebagai elemen dasar pengendalian inventori model P *back order* yang optimal. Rata-rata total biaya inventornya untuk hasil simulasi eksisting sebesar Rp 201.120.995.026,1 dan untuk hasil simulasi usulan sebesar Rp 255.944.898.709,95. Berdasarkan total biaya inventori didapat menunjukkan bahwa hasil simulasi kebijakan inventori eksisting lebih kecil dari pada hasil simulasi perencanaan inventori usulan, namun dipilih hasil simulasi perencanaan inventori usulan sebagai pengendalian inventori terbaik karena telah sesuai dengan kondisi perusahaan saat ini dan dapat memenuhi semua permintaan konsumen yang ada. Berbeda dengan hasil simulasi eksisting yang belum bisa memenuhi semua permintaan konsumen sehingga total biaya inventori yang ditimbulkan lebih kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahagia, S. N. 2006. *Sistem Inventori*. Bandung. Institut Teknologi Bandung.
- Burhan. 2010. *Model P Back Order dan Algoritma Permasalahan Inventori Dengan Mempertimbangkan Ongkos Transportasi (Fixed and Variable Cost) – Permintaan Probabilistik*. *Jurnal Argointek*. Volume 4. Hal 148-166.
- Handoko, H. 2000. *Dasar-Dasar Manajemen Produksi dan Operasi*. Yogyakarta. BPFE-Yogyakarta.
- Harinaldi. 2005. *Prinsip-prinsip Statistik Untuk Teknik dan Sains*. Jakarta. Erlangga.
- Hidayatullah, A. 2011. Penentuan Kebijakan Persediaan Probabilistik Dengan Model Q Untuk Minimasi Total Biaya Persediaan Menggunakan Pendekatan Simulasi. *Tugas Akhir*. Jurusan Teknik Industri., FT Untirta. Cilegon.
- Komputer, Wahana. 2009. *SPSS 17 Untuk Pengolahan Data Statistik*. Semarang. CV Andi Offset.
- Rangkuti, F. 2004. *Manajemen Persediaan*. Jakarta. PT RajaGrafindo Persada.
- Rifa'I, M. B. 2011. Penentuan Kebijakan Inventory Model Q Back Order Dengan Mempertimbangkan Biaya Transportasi. *Tugas Akhir*. Jurusan Teknik Industri., FT Untirta. Cilegon.
- Silaen, Horas N. S. M. 2012. Simulasi Kebijakan Persediaan Optimal Pada Sistem Persediaan Probabilistik Model P Menggunakan Powersim. *Tugas Akhir*. Jurusan Teknik Industri., FT Untirta. Cilegon.