

Peningkatan Kinerja Tingkat Ketersediaan Produk dan Ongkos Inventori dalam Jaringan Distribusi PT ABC

Eka Kurnia Asih Pakpahan

Departemen Teknik Industri, Institut Teknologi Harapan Bangsa
Kampus Harapan Bangsa, Jl. Dipatiukur 80-84, Bandung 40132, Indonesia
eka@ithb.ac.id

Abstrak—Sebagai perusahaan dengan merk yang sudah sangat dikenal masyarakat, PT. ABC menargetkan produknya dapat selalu tersedia kapanpun dan dimanapun konsumen menginginkannya. Dengan target seperti ini, ketersediaan menjadi indikator kinerja yang sangat penting bagi sistem distribusi perusahaan. Hingga saat ini, perusahaan mampu mempertahankan tingkat ketersediaan produknya hingga 86%, akan tetapi pihak manajemen menginginkan agar performansi ini ditingkatkan lagi hingga 95%. Indikator kinerja lain yang terkait dengan tingkat ketersediaan adalah ongkos inventori. Kondisi yang optimal dicapai pada saat tingkat ketersediaan diperoleh dengan ongkos yang seekonomis mungkin. Tingkat ketersediaan dan ongkos inventori dipengaruhi oleh kebijakan pemesanan dan pengiriman produk. Penelitian ini ditujukan untuk menemukan alternatif kebijakan baru yang dapat meningkatkan kedua indikator kinerja diatas. Kajian dilakukan dengan metode pemodelan dan simulasi komputer. Hasil simulasi menunjukkan bahwa terdapat alternatif kebijakan baru yang dapat meningkatkan ketersediaan produk hingga di tingkat 99% sekaligus menekan ongkos inventori sistem hingga 34%.

Keywords—Ketersediaan, ongkos inventori, distribusi, pemodelan dan simulasi.

Abstract— As a company with well-known product, the very first target of ABC's distribution system is to make sure that their products are always available whenever and wherever the consumer needs them. With this target, availability level is considered to be the key performance indicator for ABC's distribution system. Until this current time, the availability level reached is found to be relatively high at the level of 86%, however, ABC's management targeted for 95%. Other performance indicator related to availability is inventory cost. Optimal condition is reached when high availability is achieved at the most economical cost. These two performance indicators are influenced by ABC's distribution policy, which dictates inventory level held at each of ABC's distribution channel. The purpose of this research is to explore the possibility to improve the current performance by implementing several policy scenarios. This is done through computer modelling and simulation. Simulation result shows that through the implementation of new policy, ABC's will be able to improve their availability level to 99% and decrease 34% of their inventory cost.

Keywords—Availability, inventory cost, distribution, simulation.

I. PENDAHULUAN

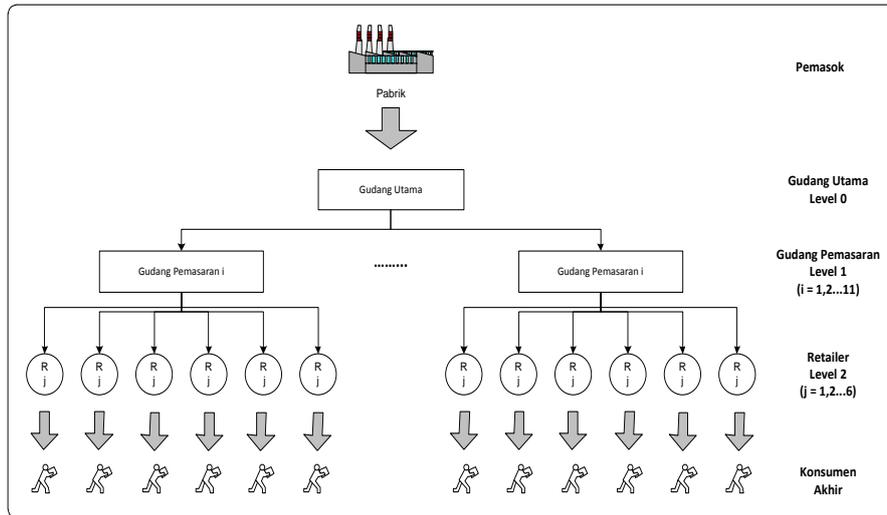
Inventori merupakan sumber daya yang mengganggu, keberadaannya adalah untuk menunggu proses lebih lanjut. Proses lebih lanjut yang dimaksud dapat berupa kegiatan produksi seperti pada sistem manufaktur, kegiatan pemasaran seperti pada sistem distribusi ataupun kegiatan konsumsi [3,6].

PT. ABC adalah sebuah perusahaan dengan produk yang sudah sangat dikenal masyarakat. Pendistribusian produk-produk PT. ABC di daerah Jawa Barat dilakukan melalui 11 gudang pemasaran dan berpusat di gudang utama. Gambaran jaringan distribusi PT. ABC dapat dilihat pada Gambar 1. Target utama dari sistem distribusi perusahaan adalah memastikan bahwa produknya selalu tersedia dimanapun dan kapanpun dibutuhkan oleh pelanggan. Dengan target utama ini, tingkat ketersediaan merupakan kriteria kinerja yang sangat penting.

Hingga saat ini tingkat ketersediaan dapat dipertahankan cukup tinggi pada level 86%. Akan tetapi, sebagai upaya peningkatan kepuasan pelanggan, manajemen menargetkan tingkat ketersediaan hingga 95 %, hal ini tentu saja harus diperoleh pada tingkat ongkos inventori yang seekonomis mungkin.

Terdapat tiga kebijakan yang mempengaruhi tingkat kinerja sistem distribusi PT ABC. Kebijakan-kebijakan tersebut adalah kebijakan pemesanan dari gudang utama kepada pemasok, kebijakan pengiriman dari gudang utama ke setiap gudang pemasaran, serta kebijakan pengiriman dari gudang pemasaran ke setiap *retailer*. Penelitian ini ditujukan untuk menemukan alternatif kebijakan-kebijakan baru yang dapat membantu manajemen dalam meningkatkan kedua indikator kinerja sistem.

Sistematika penulisan dalam paper ini adalah sebagai berikut, bagian II memuat metodologi penelitian, bagian III memuat deskripsi sistem distribusi dan inventori PT. ABC serta tahapan pemodelannya. Bagian IV memuat perumusan skenario, pelaksanaan eksperimen hingga analisis hasil eksperimen. Sementara bagian V memuat kesimpulan penelitian.



Gambar 1. Jaringan Distribusi PT. ABC

II. METODOLOGI

A. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan pemodelan dan simulasi komputer. Selain karena pendekatan ini memiliki kelebihan dalam menggambarkan keterkaitan yang kompleks [1] dalam sistem distribusi berjenjang, model dan simulasi akan bermanfaat untuk memberikan gambaran kinerja sistem dari waktu ke waktu untuk setiap kebijakan yang diterapkan didalamnya tanpa mengganggu keberlangsungan sistem nyata.

B. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan seperti pada Gambar 2.

III. PEMODELAN SISTEM

A. Deskripsi Umum Sistem Distribusi PT. ABC

PT. ABC merupakan sistem manufaktur dengan tipe *make to stock*, dimana produk dibuat untuk mengantisipasi permintaan di masa datang. Produk-produk ini lalu disimpan di setiap titik distribusinya. Permasalahan operasional dalam sistem inventori PT. ABC adalah penentuan jumlah inventori yang harus disimpan di setiap lokasi distribusi (inventori operasional maupun inventori pengaman), kapan suatu lokasi dipasok dan bagaimana pemasokan tersebut dilakukan agar produk selalu dapat tersedia kapanpun dan dimanapun dibutuhkan.

Ditinjau dari aspek strukturalnya, sistem inventori PT. ABC dapat dikategorikan sebagai sistem inventori berjenjang memencar, dalam sistem semacam ini, kinerja di satu jenjang distribusi akan mempengaruhi kinerja pada jenjang distribusi lainnya [6], hal ini menjadikan permasalahan manajemen inventori di dalamnya menjadi kompleks. Gambaran jaringan distribusi PT. ABC dapat dilihat pada Gambar 1.

Secara umum, proses inventori yang terjadi di PT. ABC terdiri dari:

- Proses pemenuhan permintaan konsumen akhir
- Proses pasokan untuk retailer
- Proses pasokan untuk gudang pemasaran
- Proses pasokan untuk gudang utama
- Proses pengukuran kinerja sistem inventori PT. ABC (tingkat ketersediaan dan ongkos inventori)

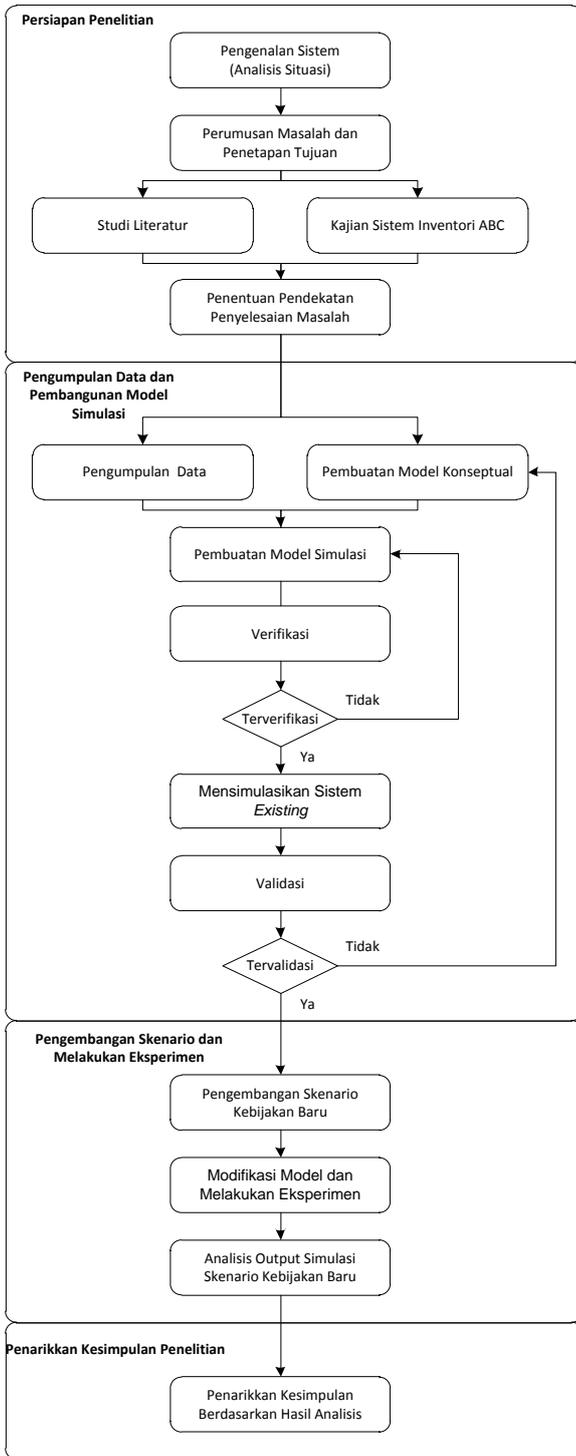
Pola permintaan konsumen akhir menunjukkan pola musiman pertahun. Dalam periode satu tahun permintaan cenderung meningkat. Dalam penelitian ini, permintaan dimodelkan berdistribusi normal dengan rata-ran bergerak $a + b(t)$, dimana a adalah konstanta, b adalah gradien yang menunjukkan derajat peningkatan permintaan setiap periode ke- t dan standar deviasi σ_e [4].

Untuk dapat memenuhi permintaan konsumen, setiap jenjang distribusi PT. ABC menyediakan inventori yang terdiri dari inventori operasional dan inventori pengaman. Besar inventori operasional ditentukan dengan metode peramalan sementara besar inventori pengaman ditentukan berdasarkan faktor pengali (FP) terhadap inventori operasional dengan nilai antara 0 hingga 1.

Proses pengukuran kinerja dilakukan dengan menghitung tingkat kemampuan sistem menyediakan kebutuhan konsumen akhir, sementara ongkos inventori dihitung berdasarkan besar semua ongkos terkait inventori yang dikeluarkan selama periode satu tahun. Persamaan yang menunjukkan proses perhitungan tingkat ketersediaan dan ongkos inventori diberikan pada Persamaan 1 dan 2.

$$Ketersediaan = \frac{\sum_{i=1}^{11} \sum_{j=1}^6 S_{ij}}{\sum_{i=1}^{11} \sum_{j=1}^6 D_{ij}} \quad (1)$$

dimana S_{ij} adalah penjualan retailer- j yang disuplai gudang pemasaran- i sementara D_{ij} adalah permintaan konsumen di retailer- j yang disuplai gudang pemasaran- i .



Gambar 2. Tahapan Penelitian

$$OT_{TOTAL} = OT_{OI} + COC + LSC + BO \quad (2)$$

Dengan

$$OT_{OI} = \sum_{i=1}^{11} P_{oi} \times ot_{oi} \quad (3)$$

dimana

OT_{oi} Ongkos transportasi dari gudang utama ke gudang pemasaran-i (Rupiah)

P_{oi} Jumlah pasokan dari gudang utama ke gudang pemasaran-i (Unit)

ot_{oi} Ongkos transportasi per unit dari gudang utama ke SC i (Rupiah/Unit)

$$COC = \left(\sum_{i=1}^{11} \sum_{j=1}^6 IOH_{ij} + \sum_{i=1}^{11} IOH_i + IOH_o \right) \times H \times p \quad (4)$$

dimana

COC *Cost of capital* pertahun (rupiah)

H Nilai inventori per unit (Rp. 39 000,00/doz)

p Tingkat suku bunga per tahun (9%)

$$LSC = ls \times Rp. 36.800,00 \quad (5)$$

dimana

LSC *Lost sales cost* per tahun (Rupiah)

ls Jumlah *lost sales* per tahun (Unit)

$$BOC = b \times Rp. 56.250,00 \quad (6)$$

dimana

BOC *Back order cost* per tahun

b Frekuensi *back order* per tahun

B. Pembangunan Model Simulasi

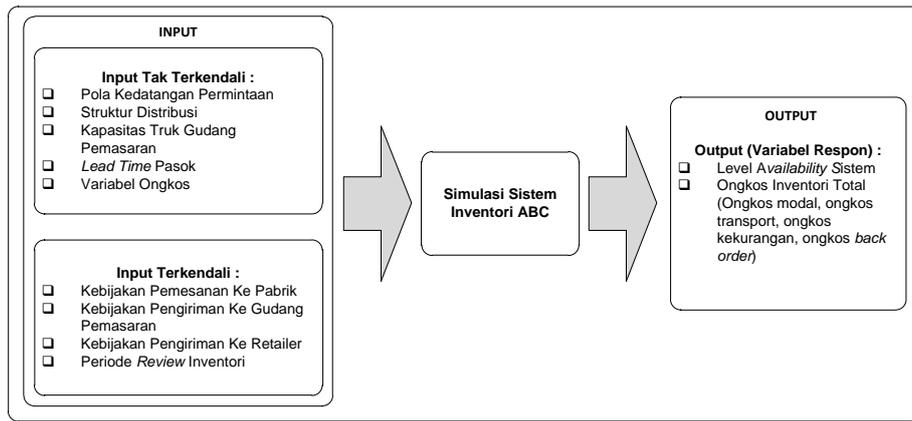
Model konseptual untuk simulasi sistem inventori PT. ABC ditunjukkan oleh Gambar 3.

Model simulasi komputer dibangun dengan perangkat lunak pemodelan Promodel 7.0. Model terdiri dari beberapa modul yang menggambarkan proses inventori yang terjadi di PT. ABC, yaitu pemenuhan permintaan konsumen akhir, pasokan untuk retailer, pasokan untuk gudang pemasaran, pasokan untuk gudang utama dan pengukuran kinerja sistem inventori PT. ABC (tingkat ketersediaan dan ongkos inventori)

Simulasi sistem inventori dilakukan untuk memimik proses inventori selama 1 tahun. Di akhir simulasi, tingkat ketersediaan dan ongkos inventori dicatat. Simulasi dilakukan sebanyak 30 kali replikasi untuk menangkap rentang kepercayaan 95%.

C. Validasi Model

Validasi model dilakukan dengan pendekatan *output validity*. Pada tingkat kepercayaan 95%, hasil simulasi untuk tingkat ketersediaan menunjukkan nilai rata-rata 86,84% dengan rentang kepercayaan 86,54 hingga 87,14. Sementara data historis menunjukkan tingkat ketersediaan sistem adalah 86%. Hasil validasi ini menunjukkan bahwa model valid dan dapat dianggap sebagai substitusi bagi sistem nyata, sehingga setiap eksperimen yang dilakukan pada model dapat dianggap sebagai eksperimen terhadap sistem nyata [1].



Gambar 3. Model Konseptual Sistem Inventori PT. ABC

IV. EKSPERIMEN TERHADAP SISTEM

A. Perancangan Skenario

Skenario merupakan alternatif kebijakan yang diperkirakan dapat mempengaruhi kinerja sistem saat ini. Mengingat sistem inventori PT. ABC yang bersifat berjenjang, maka kinerja sistem akan bergantung pada kinerja setiap jenjang distribusi yang ada didalamnya. Oleh karena adanya keterkaitan ini, analisis kemungkinan optimalisasi kinerja sistem inventori PT. ABC dalam penelitian ini dimulai dengan mengembangkan alternatif kebijakan inventori baru di masing-masing jenjang untuk kemudian dikombinasikan antara jenjang yang satu dengan jenjang lainnya.

- Skenario kebijakan pasokan untuk retailer (faktor pengaman untuk inventori di retailer, FP_1 dan truk distribusi ke retailer, FP_2)
- Skenario kebijakan pasokan untuk gudang pemasaran (metode peramalan [2] untuk penentuan inventori operasional di gudang pemasaran)
- Skenario kebijakan pasokan untuk gudang utama (faktor pengaman untuk inventori di gudang utama yang ditujukan untuk mewaspadai keterlambatan pasokan dari supplier [5])

Rekapitulasi skenario disajikan pada Tabel I, II dan III.

B. Simulasi Skenario

Simulasi skenario dilakukan untuk memimik proses inventori selama 1 tahun. Simulasi dilakukan sebanyak 30 kali replikasi untuk menangkap rentang kepercayaan 95% [4].

C. Analisis Hasil Implementasi Skenario

Untuk mengetahui apakah perubahan kebijakan berpengaruh terhadap tingkat ketersediaan dan ongkos inventori tahunan sistem maka dilakukan analisis variansi terhadap output simulasi. Analisis variansi dapat dilaksanakan dengan pemenuhan asumsi bahwa sampel data independen, berdistribusi normal serta memiliki variansi yang homogen.

Analisis variansi yang dilakukan adalah jenis analisis variansi tiga faktor, faktor pertama adalah kebijakan pada proses pemenuhan kebutuhan retailer dengan 6 level

kebijakan, faktor kedua adalah kebijakan pada proses pasokan gudang pemasaran dengan 6 level kebijakan dan faktor ketiga adalah kebijakan pada proses pemenuhan kebutuhan gudang utama juga dengan 6 level kebijakan. Tingkat signifikansi pengujian ditentukan sebesar 0,05. Hasil pengujian ANOVA trifaktor untuk tingkat ketersediaan dan ongkos inventori tahunan dapat dilihat pada Tabel IV dan V.

Berdasarkan informasi yang diperoleh dari Tabel IV dan V diketahui bahwa pada tingkat signifikansi 0,05:

- Perubahan kebijakan pemenuhan kebutuhan *retailer* berpengaruh pada tingkat ketersediaan dan ongkos inventori tahunan sistem.
- Perubahan kebijakan pasokan gudang pemasaran berpengaruh pada tingkat ketersediaan dan ongkos inventori tahunan sistem.
- Perubahan kebijakan pasokan gudang utama tidak berpengaruh secara signifikan pada tingkat ketersediaan maupun pada besar ongkos inventori tahunan sistem.
- Kombinasi perubahan kebijakan pada proses pemenuhan kebutuhan retailer dan kebutuhan gudang pemasaran tidak berpengaruh pada tingkat ketersediaan maupun pada besar ongkos inventori tahunan sistem.
- Kombinasi perubahan kebijakan pada proses pemenuhan kebutuhan retailer dan kebutuhan gudang utama tidak berpengaruh pada tingkat ketersediaan maupun pada besar ongkos inventori tahunan sistem.
- Kombinasi perubahan kebijakan pasokan gudang pemasaran dan pasokan gudang utama tidak berpengaruh pada tingkat ketersediaan maupun pada besar ongkos inventori tahunan sistem.
- Kombinasi perubahan kebijakan pada proses pemenuhan kebutuhan retailer, pasokan gudang pemasaran dan pasokan gudang utama tidak berpengaruh pada tingkat ketersediaan maupun pada besar ongkos inventori tahunan sistem.

TABEL I

SKENARIO KEBIJAKAN PEMENUHAN KEBUTUHAN RETAILER

FP ₁	FP ₂
0,2	0,5
	0,75
0,4	0,5
	0,75
0,6	0,5
	0,75

TABEL II

SKENARIO PADA PROSES PEMENUHAN KEBUTUHAN GUDANG PEMASARAN

Metode Ramal	n
MA 2	4
	3
	2
WMA 9	4
	3
	2

TABEL III

SKENARIO PADA PROSES PEMENUHAN KEBUTUHAN GUDANG UTAMA

FP ₃	BS ₀
0,3	2
	3
	4
0,4	2
	3
	4

Hasil analisis variansi trifaktor hanya memberikan informasi mengenai apakah perubahan kebijakan berpengaruh ataukah tidak terhadap tingkat ketersediaan dan ongkos inventori akan tetapi analisis ini tidak memberikan informasi lebih lanjut mengenai skenario kebijakan mana yang memberikan pengaruh dan ke arah mana perubahan yang diberikan pengaruh tersebut. Untuk mendapatkan informasi ini maka dilakukan analisis statistik lebih lanjut dengan metode perbandingan berpasangan.

Hasil uji perbandingan berpasangan diringkas dalam beberapa poin berikut:

- Skenario perubahan faktor pengaman di retailer yang memberikan dampak terbaik bagi tingkat ketersediaan dan ongkos inventori adalah skenario dengan FP₁ = 0,5 dan FP₂ yang manapun, atau dapat dikatakan perubahan FP₂ tidak berpengaruh kepada tingkat ketersediaan maupun ongkos inventori sistem.

TABEL IV

HASIL PENGUJIAN EFEK PERUBAHAN KEBIJAKAN TERHADAP TINGKAT KETERSEDIAAN

Sumber Variasi	df	Mean Square	F	Sig.
Keb_Ret	5	5.15E+00	1095.054	0.000
Keb_Gd_Pemasaran	5	7.30E-01	155.276	0.000
Keb_Gd_Utama	5	1.34E-03	0.285	0.901
Keb_Ret * Keb_Gd_Pemasaran	25	8.69E-05	0.019	1.000
Keb_Ret * Keb_Gd_Utama	25	3.96E-05	0.008	1.000
Keb_Gd_Pemasaran * Keb_Gd_Utama	25	3.26E-03	0.694	0.528
Keb_Ret * Keb_Gd_Pemasaran * Keb_Gd_Utama	125	1.56E-05	0.003	1.000
Error	6264	4.70E-03		
Total	6479			

TABEL V

HASIL PENGUJIAN EFEK PERUBAHAN KEBIJAKAN TERHADAP ONGKOS INVENTORI

Sumber Variasi	df	Mean Square	F	Sig.
Keb_Ret	5	2.29E+14	793.410	0.000
Keb_Gd_Pemasaran	5	4.78E+13	165.981	0.000
Keb_Gd_Utama	5	1.46E+11	0.507	0.990
Keb_Ret * Keb_Gd_Pemasaran	25	1.89E+11	0.655	0.582
Keb_Retailer * Keb_Gd_Utama	25	1.00E+10	0.035	1.000
Keb_Gd_Pemasaran * Keb_Gd_Utama	25	1.44E+10	0.050	1.000
Keb_Ret * Keb_Gd_Pemasaran * Keb_Gd_Utama	125	9.26E+08	0.003	1.000
Error	6264	2.88E+11		
Total	6479			

- Skenario perubahan metode peramalan dan nilai *stock coverage* yang memberikan dampak terbaik bagi tingkat ketersediaan dan ongkos inventori adalah skenario dengan nilai *stock coverage* (n) 4 hari dan metode peramalan yang manapun (baik *moving average* 2 ataupun 9 periode).
- Penerapan skenario kebijakan di dua poin sebelumnya akan mampu meningkatkan kinerja tingkat ketersediaan produk hingga di rata-rata 99% dan standar deviasi 0,12 % per tahun. Sementara, ongkos inventori mengalami penurunan hingga 34%.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil eksperimen diketahui bahwa terdapat kemungkinan untuk meningkatkan kinerja sistem inventori PT. ABC dengan mengubah besar faktor pengaman di jenjang retailer ke angka 0.5 dan *stock coverage* di gudang utama hingga 4 hari. Penerapan ini akan mampu meningkatkan kinerja tingkat ketersediaan produk hingga di rata-rata 99% dan standar deviasi 0,12 % per tahun (lebih tinggi dibandingkan target perusahaan). Di sisi lain, ongkos inventori akan mengalami penurunan hingga 34%.

Agar usulan kebijakan dapat diterapkan, maka diperlukan proses pengkomunikasian kebijakan terutama untuk pihak retailer. Hal ini menjadi perlu karena wewenang untuk menentukan jumlah inventori yang ingin disimpan sepenuhnya berada di tangan retailer dengan pertimbangan terhadap usulan yang diberikan *salesman*. Proses pengkomunikasian ini perlu dilakukan untuk meyakinkan pihak retailer bahwa inventori yang disimpannya benar-benar akan melindungi penjualannya dari kekurangan yang mungkin terjadi.

REFERENSI

- [1] C. Harrel, B. K. Gosh and R. O. Bowden., *Simulation Using Promodel*, New York, McGraw-Hill, 2004.
- [2] D. W. Fogarty, Blackstone and Hoffman., *Production and Inventory Management*, Second Edition, Cincinnati, Ohio, South Western Publishing, 1991.
- [3] R. H. Ballou, *Business Logistics Management*, third edition, Prentice-Hall, New Jersey, 1992.
- [4] R. E. Walpole, dan R. H. Myers., *Ilmu Peluang dan Statistika untuk Ilmuwan dan Insinyur*, Edisi ke 4, Penerbit ITB Bandung, 1995.
- [5] Sipper & Bulfin Jr., *Production Planning, Control and Integrations*, McGraw Hill, 1997.
- [6] S.Nur Bahagia, *Sistem Inventori*, Edisi ke 2, Penerbit ITB, 2002.

Eka Kurnia Asih Pakpahan, lahir di Bandung tahun 1982, menyelesaikan studi S1 di Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Bandung pada tahun 2006 dan saat ini sedang melanjutkan studi S2 di tempat yang sama. Minat penelitian penulis ada di bidang perancangan sistem manufaktur, analisis produktivitas dan reliabilitas mesin.