

Pengembangan Model untuk Aplikasi Pengendalian Persediaan Probabilistik *Multi Item Single Supplier*

Roland Y. H. Silitonga¹, Meyelin Paskal Kawet²

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Harapan Bangsa

Jalan Dipatiukur No. 80-84, Bandung, Indonesia 40132

¹roland@ithb.ac.id

²meyelinkawet@gmail.com

Abstract— *The probabilistic inventory model is a state of inventory that has uncertainty, but its expected value, variance, and distribution patterns can be predicted. This model can be used to solve inventory problems in the fluctuating demand form. In a postal service provider, inventory shortage in a period can be fulfilled by making back order, so the cost is usually more expensive than regular order. The probabilistic inventory model used to solve the problem is Q back order by assuming that all types of goods in the company are independent. This model can be developed, because basically the goods in the service company are not mutually free but have one form of dependence which is supplier similarity. Based on that, the research was developed using multi item single supplier model by combining several kinds of goods in the procurement process through a tender to select the vendor that offers the cheapest price so it can minimize the purchasing cost and procurement cost, and minimize the total inventory cost. This model would be applied in software applications in order to make model's performance easier to monitor.*

Keywords— *Inventory, Probabilistic, Q back order model, Multi item, Tender*

Abstrak— Model persediaan probabilistik merupakan suatu keadaan persediaan yang memiliki ketidakpastian, namun nilai ekspektasi, variansi, dan pola distribusinya dapat diprediksi. Model ini dapat digunakan untuk menjawab permasalahan persediaan berupa jumlah permintaan yang fluktuatif. Di sebuah perusahaan jasa penyedia layanan pos, kekurangan persediaan pada suatu periode dapat dipenuhi dengan melakukan pemesanan darurat, sehingga biaya yang ditimbulkan biasanya lebih mahal dari pemesanan normal. Model persediaan probabilistik yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah *Q back order* dengan mengasumsikan bahwa semua jenis barang dalam perusahaan saling bebas. Model ini dapat dikembangkan, karena pada dasarnya barang di perusahaan jasa tidak saling bebas tetapi memiliki suatu bentuk ketergantungan berupa kesamaan *supplier*. Berdasarkan hal tersebut dilakukan pengembangan penelitian menggunakan model *multi item single supplier*, yaitu menggabungkan beberapa jenis barang dalam proses pengadaan melalui *tender* untuk memilih *vendor* yang menawarkan harga terendah, sehingga dapat meminimasi biaya pembelian dan biaya pengadaan, serta meminimasi total biaya persediaan. Model ini akan diterapkan dalam aplikasi perangkat lunak dengan tujuan agar kinerja model dapat dengan mudah dipantau.

Kata Kunci— *Persediaan, Probabilistik, Model Q back order, Multi item, Tender*

I. PENDAHULUAN

Persediaan memegang peranan penting dalam proses bisnis suatu perusahaan. Keberadaan persediaan sangat diperlukan untuk menjamin kelancaran pemenuhan permintaan, namun merupakan suatu pemborosan dan menjadi beban yang harus dihilangkan [1]. Dalam hal ini, keberadaan persediaan dalam jumlah yang banyak akan menimbulkan biaya simpan yang besar dan mengakibatkan modal yang seharusnya dapat dipakai untuk pengembangan bisnis perusahaan tertahan dalam bentuk persediaan. Di sisi lain, apabila persediaan dihilangkan ataupun hanya ada dalam jumlah yang sangat sedikit maka perusahaan tidak dapat memenuhi permintaan dari konsumen, sehingga akan menimbulkan kerugian bagi perusahaan karena kehilangan penjualan. Oleh karena itu, keberadaan persediaan perlu dikelola dengan baik melalui penentuan kebijakan pengendalian persediaan yang tepat bagi perusahaan, sehingga diperoleh kinerja yang optimal yaitu biaya yang ditimbulkan seminimum mungkin, namun kelancaran pemenuhan permintaan tetap terjamin.

Minimasi total biaya persediaan dapat dilakukan dengan meminimasi salah satu komponen biaya, yaitu biaya pengadaan menggunakan mekanisme pengadaan persediaan. Terdapat dua mekanisme pengadaan barang yang dapat dilakukan oleh perusahaan. Pertama dengan *individual order*, yaitu pemesanan masing-masing jenis barang dilakukan secara terpisah yang telah dibahas dalam penelitian Klinton [2] dan Junia [3]. Kedua dengan *joint order* yang dikembangkan oleh Eynan dan Knopp dalam Maisarah [4], yaitu pemesanan barang dilakukan secara bersama-sama untuk beberapa jenis produk (*multi item*). Mekanisme ini menggunakan pendekatan *periodic review*, yaitu pengadaan barang dilakukan setiap interval waktu yang tetap. Cara yang kedua hanya dapat dilakukan apabila terdapat salah satu bentuk ketergantungan berupa kesamaan sumber (*supplier*) barang. Apabila dibandingkan dengan mekanisme pertama, biaya pengadaan pada mekanisme kedua berpeluang untuk ditekan seminimal mungkin, karena frekuensi pemesanan barang akan berkurang seiring dengan semakin banyak jenis barang yang dipesan secara bersamaan.

Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian-penelitian sebelumnya, terutama yang dilakukan oleh Klinton [2]. Dalam penelitian tersebut faktor kesamaan *supplier* untuk

beberapa jenis barang (*multi item*) dan pemilihan *vendor* dengan harga terendah dalam proses *tender* belum dipertimbangkan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini proses pengadaan barang akan dilakukan dengan cara menggabungkan beberapa jenis barang (*multi item*) dari satu *supplier* yang menawarkan harga beli terendah menggunakan model *multi item single supplier* dengan mekanisme *joint order*.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian berisi pengembangan model yang dipakai dalam proses pengolahan data pada penelitian ini.

A. Pengembangan Model Multi Item Single Supplier Back Order

Suatu unit usaha sering dijumpai tidak hanya mengelola satu jenis barang, tetapi banyak barang yang harus dikelola [1]. Bila antara satu barang dengan barang lain saling bebas dan tidak ada ketergantungan apapun, maka dapat diasumsikan *single item*. Namun, apabila terdapat suatu ketergantungan, maka pengelolaan secara *single item* tidak sepenuhnya dapat diterapkan. Salah satu bentuk ketergantungan adalah kesamaan sumber untuk mendapatkan barang (*supplier*), sehingga pada saat melakukan pembelian dapat dilakukan pemesanan untuk sekumpulan barang (*multi item*) sekaligus. Dengan demikian maka biaya pemesanan barang akan lebih kecil, sehingga total biaya persediaan menurun. Mekanisme pengadaan barang yang demikian disebut *joint order* yang dikembangkan oleh Eynan dan Knopp dalam Maisarah [4] dan digunakan dalam model *multi item single supplier*.

Model tersebut kemudian dikembangkan oleh Maulana dalam Cania [5] dengan mengasumsikan bahwa kekurangan persediaan diperlakukan dengan *lost sales*, yaitu konsumen tidak mau menunggu barang yang diminta sampai tersedia di gudang. Dalam keadaan *lost sales* tidak dimungkinkan persediaan bernilai negatif, sehingga ekspektasi kekurangan selama periode perencanaan harus dimasukkan ke perhitungan biaya simpan untuk mengantisipasi fluktuasi permintaan. Berbeda dengan keadaan *lost sales*, dalam penelitian ini diasumsikan bahwa kekurangan persediaan diperlakukan dengan *back order*, yaitu dimungkinkan terjadinya persediaan yang bernilai negatif, sehingga ekspektasi kekurangan tidak perlu dimasukkan dalam persamaan biaya simpan. Berdasarkan hal tersebut maka pengembangan model dalam penelitian ini dilakukan untuk kasus *back order*. Pengembangan model ini menggunakan pendekatan *periodic review*, yaitu interval waktu pemesanan yang tetap. Persamaan umum yang digunakan untuk mendapatkan persamaan waktu pemesanan optimal gabungan beberapa jenis barang (*multi item*) adalah total biaya persediaan model P *back order* [1] berikut ini:

$$OT = C \times D + \frac{A}{T^*} + h \left(\frac{D \times T^*}{2} + ss \right) + \frac{C_u}{T^*} N \quad (1)$$

Persamaan total biaya (*OT*) persediaan tersebut akan diturunkan terhadap waktu pemesanan kembali (*T*). Namun dalam penelitian ini proses pengadaan beberapa jenis barang dilakukan secara bersamaan (*multi item*), sehingga untuk

memperoleh persamaan total biaya persediaan yang akan diturunkan, maka setiap komponen biaya semua jenis barang yang digabung harus dijumlahkan. Dengan demikian maka persamaan komponen biaya pembelian (O_b), biaya pengadaan (O_p), biaya simpan (O_s), dan biaya kekurangan (O_k) model *multi item* adalah sebagai berikut:

$$O_b = \sum_{i=1}^n C_i D_i \quad (2)$$

$$O_p = A/T^* \quad (3)$$

$$\alpha = T^* h / C_u \quad (4)$$

$$ss_i = Z_\alpha S \sqrt{T^* + L} \quad (5)$$

$$O_s = \sum_{i=1}^n h_i [(D_i T^* / 2) + ss_i] \quad (6)$$

$$O_k = \sum_{i=1}^n [(C_u / T^*) N_i] \quad (7)$$

Berdasarkan persamaan komponen biaya di atas, maka didapatkan persamaan total biaya persediaan model *multi item* sebagai berikut:

$$OT = O_b + O_p + O_s + O_k \quad (8)$$

$$OT = \sum_{i=1}^n C_i D_i + \frac{A}{T^*} + \sum_{i=1}^n h_i \left(\frac{D_i T^*}{2} + ss_i \right) + \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_u}{T^*} N_i \right) \quad (9)$$

Persamaan total biaya model *multi item* kemudian diturunkan terhadap waktu pemesanan untuk mendapatkan persamaan waktu pemesanan optimal gabungan. Adapun penurunan rumus tersebut adalah sebagai berikut:

$$\frac{\partial OT}{\partial T} = \frac{\partial \left(\sum_{i=1}^n C_i D_i + \frac{A}{T^*} + \sum_{i=1}^n h_i \left(\frac{D_i T^*}{2} + ss_i \right) + \sum_{i=1}^n \frac{C_u}{T^*} N_i \right)}{\partial T}$$

$$0 = \frac{-A}{T^{*2}} + \sum_{i=1}^n \frac{h_i D_i}{2} - \sum_{i=1}^n \frac{C_u}{T^{*2}} N_i$$

$$\frac{A}{T^{*2}} + \sum_{i=1}^n \frac{C_u}{T^{*2}} N_i = \sum_{i=1}^n \frac{h_i D_i}{2}$$

$$\frac{A + \sum_{i=1}^n C_u N_i}{T^{*2}} = \sum_{i=1}^n \frac{h_i D_i}{2}$$

$$2(A + \sum_{i=1}^n C_u N_i) = T^{*2} \sum_{i=1}^n h_i D_i$$

$$T^{*2} = \frac{2(A + \sum_{i=1}^n C_u N_i)}{\sum_{i=1}^n h_i D_i}$$

$$T^* = \sqrt{\frac{2(A + \sum_{i=1}^n C_u N_i)}{\sum_{i=1}^n h_i D_i}} \quad (10)$$

Dari asumsi model Wilson dalam Bahagia [1] dinyatakan bahwa:

$$T^* = \frac{Q_i}{D_i} \quad (11)$$

Berdasarkan persamaan di atas, maka jumlah lot pemesanan (Q_i) adalah:

$$Q_i^* = D_i T^* \quad (12)$$

$$Q_i^* = D_i \sqrt{\frac{2(A + \sum_{i=1}^n C_u N_i)}{\sum_{i=1}^n h_i D_i}} \quad (13)$$

Keterangan notasi:

A : Biaya pesan gabungan (Rp/pesan)

OT : Total biaya persediaan (Rp/tahun)

C : Harga beli (Rp/unit)

D : Jumlah kebutuhan per tahun (unit/tahun)

h : Biaya simpan (Rp/unit)

ss : Cadangan pengaman (unit)

C_u : Biaya kekurangan persediaan (Rp/unit)

N : Ekspektasi kekurangan persediaan (unit)

T^{}* : Waktu pemesanan gabungan optimal (tahun)

Q_{i^{}}* : Jumlah pemesanan optimal barang *i* (unit)

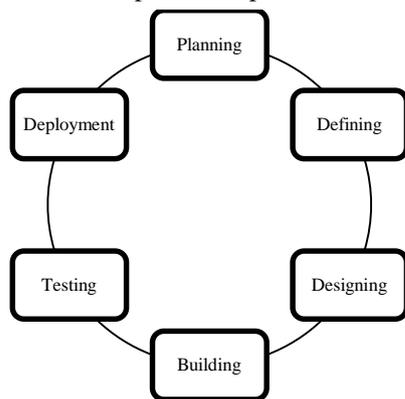
C_i : Harga beli barang *i* (Rp/unit)

- D_i : Jumlah kebutuhan barang i per tahun (unit/tahun)
- h_i : Biaya simpan barang i (Rp/unit)
- N_i : Ekspektasi kekurangan persediaan barang i (unit)
- Cu_i : Biaya kekurangan persediaan barang i (Rp/unit)
- ss_i : Cadangan pengaman barang i (unit)
- α : Kemungkinan terjadinya kekurangan persediaan (%)
- Z_α : Nilai z pada distribusi normal untuk tingkat α
- S : Standar deviasi permintaan selama horison perencanaan (unit/tahun)
- L : Lead time (tahun)

Dalam penelitian ini proses pengadaan lima jenis barang dilakukan melalui mekanisme *tender*, sehingga terdapat beberapa *vendor* yang memasok barang untuk memenuhi kebutuhan. *Vendor* yang memenangkan *tender* adalah yang menawarkan harga beli paling rendah, sehingga perusahaan dapat meminimasi biaya pembelian dan meminimasi total biaya persediaan. Oleh karena itu, diperlukan perhitungan total biaya persediaan untuk setiap *vendor* yang mengikuti proses *tender* tersebut, melalui skenario pemesanan barang. Penentuan skenario pemesanan barang didasarkan pada banyaknya jumlah penggabungan barang yang dipasok dari satu *vendor* yang sama, dan berdasarkan kombinasi harga terendah dari semua jenis barang, agar diperoleh total biaya persediaan yang paling minimum. Perhitungan total biaya persediaan skenario pemesanan barang menggunakan model *multi item single supplier* yang dikembangkan dalam penelitian ini. Model ini digunakan karena terdapat dua sampai lima jenis barang yang dipasok dari satu *vendor* yang sama.

B. Metodologi Software Development Life Cycle

Model *multi item single supplier* yang telah dikembangkan di atas, akan diterapkan dalam sebuah aplikasi perangkat lunak agar kinerja model dapat langsung terpantau. Metodologi dalam mengembangkan aplikasi perangkat lunak adalah *Software Development Life Cycle* (SDLC). Adapun tahapan dalam SLDC dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Tahapan *Software Development Life Cycle* (SDLC)

Berdasarkan gambar di atas, tahapan SDLC terbagi atas enam tahap [6], yaitu sebagai berikut:

- a. *Planning and Requirement Analysis* merupakan tahapan paling penting dalam SDLC. Pengumpulan informasi dari *stakeholder* harus dilakukan untuk merencanakan

pendekatan proyek, melakukan studi kelayakan produk di bidang ekonomi, operasional dan teknis, serta merencanakan persyaratan penjaminan mutu dan identifikasi risiko terkait proyek.

- b. *Defining Requirements* merupakan tahapan untuk mendefinisikan dan mendokumentasikan persyaratan produk, yang harus disetujui oleh konsumen atau para analisis pasar. Hal tersebut dilakukan melalui dokumen SRS (*Software Requirement Specification*) yang berisi semua persyaratan produk yang akan dirancang dan dikembangkan selama siklus hidup proyek.
- c. *Designing the Product Architecture* merupakan tahapan desain oleh para arsitektur produk untuk mendapatkan arsitektur terbaik yang dapat dikembangkan berdasarkan referensi dari SRS. Biasanya terdapat lebih dari satu pendekatan desain arsitektur yang diusulkan dan didokumentasikan dalam DDS (*Design Document Specification*). *Stakeholder* akan meninjau DDS dan memilih pendekatan desain terbaik untuk produk berdasarkan beberapa parameter, seperti penilaian risiko, ketahanan produk, modularitas desain, serta batasan anggaran dan waktu.
- d. *Building or Developing the Product* merupakan tahapan pengembangan yang aktual dari SDLC dimulai, yaitu dengan membangun produk. Kode pemrograman dihasilkan dari setiap DDS. Oleh karena itu, untuk menghindari banyak kesalahan, maka desain dalam DDS harus lengkap dan teratur.
- e. *Testing the Product* merupakan tahapan pengujian produk yang dimulai saat produk cacat dilaporkan, dilacak, diperbaiki dan diuji ulang, sampai mencapai standar kualitas yang ditetapkan dalam SRS.
- f. *Deployment in the Market and Maintenance* merupakan tahapan di mana produk ditawarkan secara umum di pasar yang sesuai. Terkadang penyebaran produk dilakukan secara bertahap sesuai strategi bisnis suatu perusahaan. Produk pertama dapat ditawarkan di segmen terbatas dan diuji di lingkungan bisnis yang sebenarnya (*User Acceptance Testing*). Berdasarkan *feedback*, produk dapat ditawarkan secara umum dengan penyempurnaan yang disarankan oleh segmen pasar yang ditargetkan. Setelah produk dilepas di pasaran, maka harus dilakukan perawatan untuk basis pelanggan yang ada.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini berisi pengumpulan data-data yang akan dipakai dalam proses pengolahan data, hasil pengolahan data, dan pembahasan hasil pengolahan data.

A. Pengumpulan Data

Sebelum melakukan pengolahan data untuk memperoleh hasil perhitungan, maka diperlukan beberapa data pendukung yang diperoleh dari penelitian sebelumnya [2], yaitu data harga beli barang (Tabel I) dan data biaya pengadaan barang (Tabel II), data barang kategori A (Tabel III), serta data komponen biaya persediaan yang terdiri dari data biaya

simpan dan biaya kekurangan barang (Tabel IV). Selain itu, *Q back order* (Tabel V) yang akan digunakan sebagai bahan perbandingan dalam penelitian ini.

TABEL I
DATA HARGA BELI BARANG

Jenis Barang	Vendor Pemenang Tender							
	Sinwa	Unisto	PT DEK	CV Barokah	KBJ	CV Fajar Sidik	PT SCS	CV Fajar Utama
Seal	Rp 375.000,00	Rp 432.000,00	Rp 433.000,00	Rp 449.000,00				
Kantong PE 90x56			Rp 6.500,00	Rp 7.150,00	Rp 6.810,00	Rp 6.900,00		
Kantong PE 115x80			Rp 11.429,00		Rp 12.300,00	Rp 12.337,00		
Kantong PE 125x100			Rp 13.000,00	Rp 14.934,00	Rp 14.700,00	Rp 11.562,50		
Tas Surat Pengantar			Rp 323.500,00				Rp 275.000,00	Rp 209.500,00

TABEL II
DATA BIAYA PENGADAAN BARANG

Komponen Biaya Pengadaan	Masing-masing	Gabungan 2 Jenis Barang	Gabungan 3 Jenis Barang	Gabungan 4 Jenis Barang	Gabungan 5 Jenis Barang
Total Biaya Administrasi	Rp 9.041,69	Rp 11.141,69	Rp 13.241,69	Rp 15.341,69	Rp 17.441,69
Total Biaya Listrik	Rp 75,00	Rp 75,00	Rp 75,00	Rp 75,00	Rp 75,00
Total Biaya Pegawai	Rp 12.000.000,00	Rp 12.000.000,00	Rp 12.000.000,00	Rp 12.000.000,00	Rp 12.000.000,00
Total Biaya Pemesanan	Rp 12.009.116,69	Rp 12.011.216,69	Rp 12.013.316,69	Rp 12.015.416,69	Rp 12.017.516,69

TABEL III
DATA BARANG KATEGORI A

Jenis Barang	Satuan	Permintaan	Lead Time (Thn)	Standar Deviasi	Ekspektasi Kekurangan
Seal	Box	25.620	0,296	1.484	101
Kantong PE 90x56	Lembar	614.435	0,260	54.412	6.393
Kantong PE 115x80	Lembar	704.050	0,260	60.914	6.597
Kantong PE 125x100	Lembar	519.950	0,260	43.616	2.341
Tas Surat Pengantar	Lembar	12.020	0,329	2.906	189

TABEL IV
DATA BIAYA SIMPAN DAN BIAYA KEKURANGAN BARANG

Jenis Barang	Biaya Simpan	Biaya Kekurangan
Seal	25.620	101
Kantong PE 90x56	614.435	6.393
Kantong PE 115x80	704.050	6.597
Kantong PE 125x100	519.950	2.341
Tas Surat Pengantar	12.020	189

TABEL V
HASIL PERHITUNGAN TOTAL BIAYA PERSEDIAAN MODEL PROBABILISTIK Q BACK ORDER

Komponen Biaya	Jenis Barang				
	Seal	Kantong PE 90x56	Kantong PE 115x80	Kantong PE 125x100	Tas Surat Pengantar
Biaya Pembelian	Rp 10.818.045.000,00	Rp 4.202.735.400,00	Rp 8.464.089.100,00	Rp 6.804.845.625,00	Rp 3.237.386.626,60
Biaya Pengadaan	Rp 64.058.623,69	Rp 40.078.766,88	Rp 51.725.306,53	Rp 44.405.616,88	Rp 24.474.327,33
Biaya Simpan	Rp 146.814.561,99	Rp 63.869.651,61	Rp 98.158.713,36	Rp 102.134.194,40	Rp 117.664.460,76
Biaya Kekurangan	Rp 241.899.100,56	Rp 152.550.639,45	Rp 350.548.454,76	Rp 127.246.425,48	Rp 124.605.091,56
Total Biaya Persediaan	Rp 11.270.817.286,24	Rp 4.459.234.457,95	Rp 8.964.521.574,65	Rp 7.078.631.861,76	Rp 3.504.130.50,25
Jumlah Total Biaya Persediaan Semua Barang	Rp 35.277.335.686,85				

B. Hasil Perhitungan Skenario Pemesanan Barang

Pengolahan data untuk menggunakan model *multi item single supplier* dibedakan ke dalam beberapa skenario pemesanan barang. Skenario ini disusun berdasarkan jumlah penggabungan beberapa jenis barang yang dipasok dari satu

supplier secara bersamaan dan berdasarkan kombinasi harga beli terendah masing-masing jenis barang. Adapun daftar skenario yang dibuat dapat dilihat pada Tabel VI dan hasil perhitungan total biaya persediaan masing-masing skenario dapat dilihat pada Tabel VII.

TABEL VI
DAFTAR SKENARIO PEMESANAN BARANG

Skenario	Jenis Barang	Jumlah Penggabungan	Model	Vendor
1	Seal, Kantong PE 90x56, Kantong PE 115x80, Kantong PE 125x100, dan Tas Surat Pengantar	5 jenis barang	<i>Multi item single supplier</i>	PT DEK
2	Kantong PE 90x56, Kantong PE 115x80, dan Kantong PE 125x100, Tas Surat Pengantar	4 jenis barang	<i>Multi item single supplier</i>	PT DEK
	Seal	1 jenis barang	<i>Q back order</i>	Sinwa
3	Kantong PE 90x56, Kantong PE 115x80, dan Kantong PE 125x100	3 jenis barang	<i>Multi item single supplier</i>	CV Fajar Sidik
	Seal dan Tas Surat Pengantar	2 jenis barang	<i>Multi item single supplier</i>	PT DEK
4	Kantong PE 90x56, Kantong PE 115x80, dan Kantong PE 125x100	3 jenis barang	<i>Multi item single supplier</i>	CV Fajar Sidik
	Seal	1 jenis barang	<i>Q back order</i>	Sinwa
	Tas Surat Pengantar	1 jenis barang		CV Fajar Utama
5	Kantong PE 90x56 dan Kantong PE 115x80	2 jenis barang	<i>Multi item single supplier</i>	PT DEK
	Seal	1 jenis barang	<i>Q back order</i>	Sinwa
	Kantong PE 125x100	1 jenis barang		CV Fajar Sidik
	Tas Surat Pengantar	1 jenis barang		CV Fajar Utama

TABEL VII
REKAPITULASI HASIL PERHITUNGAN SKENARIO PEMESANAN BARANG

Skenario	Komponen Biaya				Total Biaya
	Biaya Pembelian	Biaya Pengadaan	Biaya Simpan	Biaya Kekurangan	
1	Rp 33.781.694.950,00	Rp 27.563.282,28	Rp 1.053.024.372,87	Rp 614.683.481,15	Rp 35.476.966.086,29
2	Rp 32.295.734.950,00	Rp 87.819.573,89	Rp 929.468.686,97	Rp 682.200.715,80	Rp 33.995.223.926,66
3	Rp 33.919.318.225,00	Rp 54.524.256,07	Rp 1.065.917.688,91	Rp 599.909.706,00	Rp 35.639.669.875,98
4	Rp 31.063.078.225,00	Rp 113.979.432,86	Rp 839.120.469,63	Rp 708.612.644,77	Rp 32.724.790.772,25
5	Rp 30.178.026.825,00	Rp 156.025.710,22	Rp 771.896.156,30	Rp 738.048.078,20	Rp 31.843.996.769,72

C. Pembahasan

Setelah melakukan pengolahan data dan memperoleh hasil perhitungan, maka dilakukan pembahasan terhadap hasil perhitungan tersebut. Terdapat empat kategori pembahasan hasil perhitungan, yaitu sebagai berikut:

1) *Pembahasan Skenario Pemesanan*: Perhitungan beberapa skenario pemesanan barang pada tahap sebelumnya menunjukkan bahwa skenario 5 merupakan pilihan terbaik dari antara semua skenario yang ada, karena menghasilkan total biaya persediaan paling minimum, yaitu Rp 31.843.996.769,72. Kombinasi pemesanan barang dengan memperhatikan harga terendah yang ditawarkan oleh *vendor* merupakan faktor utama yang menyebabkan total biaya persediaan skenario ini menjadi paling minimum. Akan tetapi, dengan menetapkan kombinasi penggabungan yang demikian, mengakibatkan hanya terdapat dua jenis barang yang dapat digabung dan menggunakan model *multi item single supplier*, karena hanya ada satu *vendor* yang menawarkan harga terendah untuk lebih dari satu jenis barang, yaitu PT DEK. Sedangkan tiga jenis barang lainnya tetap menggunakan

model *Q back order*, karena *vendor* yang memberikan harga terendah untuk masing-masing barang berbeda. Meskipun demikian, penggabungan dua jenis barang ini tetap memberikan kontribusi terhadap minimasi total biaya persediaan, melalui penurunan biaya pengadaan barang dan biaya kekurangan. Selain itu, kontribusi terbesar diberikan oleh minimasi biaya pembelian karena menggunakan harga beli terendah. Oleh karena itu, karena skenario 5 menghasilkan total biaya persediaan paling minimum, maka akan menjadi acuan untuk dibandingkan dengan model *Q back order*.

2) *Pembahasan Perbandingan Komponen Biaya Persediaan Model Q Back Order dan Model Multi Item Single Supplier*: Berdasarkan hasil perhitungan komponen biaya model *multi item single supplier* yang telah dilakukan di atas dan hasil perhitungan model *Q back order* yang diperoleh secara sekunder dari penelitian sebelumnya [2], terdapat perbedaan antar tiap komponen biaya yang dapat dilihat pada Tabel VIII.

TABEL VIII
PERBANDINGAN HASIL PERHITUNGAN KOMPONEN BIAYA MODEL Q BACK ORDER DAN MODEL MULTI ITEM SINGLE SUPPLIER

Model Persediaan	Jenis Barang	Komponen Biaya			
		Biaya Pembelian	Biaya Pengadaan	Biaya Simpan	Biaya Kekurangan
Model Q Back Order	Seal	Rp 10.818.045.000,00	Rp 64.058.623,69	Rp 146.814.561,99	Rp 241.899.100,56
	Kantong PE 90x56	Rp 4.202.735.400,00	Rp 40.078.766,88	Rp 63.869.651,61	Rp 152.550.639,45
	Kantong PE 115x80	Rp 8.464.089.100,00	Rp 51.725.306,53	Rp 98.158.713,36	Rp 350.548.454,76
	Kantong PE 125x100	Rp 6.804.845.625,00	Rp 44.405.616,88	Rp 102.134.194,40	Rp 127.246.425,48
	Tas Surat Pengantar	Rp 3.237.386.626,60	Rp 24.474.327,33	Rp 117.664.460,76	Rp 124.605.091,56
	Total Biaya	Rp 33.527.101.751,60	Rp 224.742.641,31	Rp 528.641.582,12	Rp 996.849.711,81
Model Multi Item Single Supplier	Seal	Rp 9.607.500.000,00	Rp 64.058.623,69	Rp 146.814.561,99	Rp 241.899.100,56
	Kantong PE 90x56	Rp 3.993.827.500,00	Rp 23.087.142,32	Rp 142.170.707,62	Rp 87.860.551,36
	Kantong PE 115x80	Rp 8.046.587.450,00		Rp 263.112.231,53	Rp 156.436.909,24
	Kantong PE 125x100	Rp 6.011.921.875,00	Rp 44.405.616,88	Rp 102.134.194,40	Rp 127.246.425,48
	Tas Surat Pengantar	Rp 2.518.190.000,00	Rp 24.474.327,33	Rp 117.664.460,76	Rp 124.605.091,56
	Total Biaya	Rp 30.178.026.825,00	Rp 156.025.710,22	Rp 771.896.156,30	Rp 738.048.078,20
Selisih Komponen Biaya Antar Model	Rp 3.349.074.926,60	Rp 68.716.931,10	Rp (243.254.574,18)	Rp 258.801.633,61	

Jika dilihat dari komponen biaya pembelian, *model multi item single supplier* yang diwakili oleh skenario 5 menghasilkan biaya beli yang lebih kecil dibandingkan model *Q back order*. Penghematan biaya pembelian terjadi karena dalam perhitungannya, *vendor* yang dipilih adalah yang menawarkan harga terendah, sehingga selisih harga yang dikalikan dengan jumlah permintaan atau pemesanan barang menjadi jumlah penghematan yang diperoleh. Adapun jumlah penghematan yang diperoleh sebesar Rp 3.349.074.926,60 atau 97,55% dari keseluruhan penghematan total biaya persediaan. Apabila biaya pembelian tersebut dibandingkan untuk masing-masing jenis barang, dapat dilihat bahwa penurunan biaya beli terjadi pada semua jenis barang karena menggunakan harga beli terendah.

Sama seperti biaya pembelian, komponen biaya pengadaan juga memiliki perbedaan hasil perhitungan antara kedua

model persediaan. Perhitungan total biaya pengadaan menggunakan model *Q back order* menghasilkan biaya sebesar Rp 224.742.641,32, sedangkan biaya pengadaan yang dihasilkan oleh model *multi item single supplier* hanya sebesar Rp 156.025.710,22. Selisih biaya sebesar Rp 68.716.931,10 antara kedua hasil perhitungan ini merupakan kontribusi dari penggabungan dua jenis barang yang dibeli secara bersamaan. Sementara tiga jenis barang lainnya tidak menghasilkan penurunan biaya pengadaan, karena semua barang tersebut menggunakan model *Q back order*, sehingga hasil perhitungannya pun masih tetap sama. Dalam model *multi item single supplier*, biaya pengadaan merupakan hasil perkalian antara biaya pesan dengan frekuensi pemesanan barang. Untuk memperoleh frekuensi pemesanan maka diperlukan waktu pemesanan optimal gabungan. Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya, diketahui bahwa waktu

pemesanan barang untuk gabungan dua jenis barang adalah setiap 190 hari sekali. Dengan demikian, maka perbandingan frekuensi pemesanan antara kedua model dapat dilihat pada Tabel IX.

TABEL IX
REKAPITULASI HASIL PERHITUNGAN SKENARIO PEMESANAN BARANG

No.	Jenis Barang	Model Multi Item	Model Q Back Order
1	Seal	5	5
2	Kantong PE 90x56	2	3
3	Kantong PE 115x80		5
4	Kantong PE 125x100	4	4
5	Tas Surat Pengantar	2	2
Total		13	19

Tabel tersebut menunjukkan adanya perbedaan frekuensi pemesanan yang cukup besar antara kedua model. Semakin banyak jumlah frekuensi pemesanan, maka akan semakin besar pula biaya pemesanannya, namun sebaliknya semakin sedikit jumlah frekuensi pemesanan maka semakin kecil pula biaya pemesanan yang timbul. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa jumlah frekuensi pemesanan menggunakan model *multi item* 6 kali lebih sedikit dibandingkan model *Q back order*. Perbedaan frekuensi inilah yang mampu meminimalisir biaya pemesanan yang timbul. Hal ini merupakan keunggulan utama model *multi item single supplier* jika dibandingkan dengan model lainnya.

Berbeda dengan kedua komponen biaya sebelumnya, model *multi item single supplier* menghasilkan biaya simpan yang lebih besar dibandingkan model *Q back order* dengan selisih biaya sebesar Rp 243.254.574,18. Selisih biaya tersebut hanya dihasilkan oleh dua jenis barang yang digabung, yaitu Kantong PE 90x56 sebesar Rp 78.301.056,01 dan Kantong PE 115x80 sebesar Rp 164.953.518,17. Kenaikan biaya simpan pada kedua jenis barang tersebut diakibatkan oleh bertambahnya jumlah *safety stock* masing-masing barang, yaitu dari 16.933 menjadi 82.768 lembar untuk Kantong PE 90x56 dan dari 21.754 menjadi 94.244 lembar untuk Kantong PE 115x80. Hal ini terjadi karena dalam model *multi item*

single supplier yang menggunakan pendekatan *periodic review*, jumlah *safety stock* yang ada di gudang harus dapat meredam fluktuasi permintaan selama waktu antar pemesanan (T^*) dan *lead time*. Oleh karena itu, dengan hasil perhitungan waktu pemesanan optimal gabungan selama 190 hari, maka kenaikan jumlah *safety stock* dan biaya simpan tidak dapat dihindarkan, karena semakin lama waktu antar pemesanan atau semakin sedikit frekuensi pemesanan akan mengakibatkan jumlah *safety stock* semakin bertambah.

Untuk komponen biaya terakhir, yaitu biaya kekurangan berbanding lurus dengan komponen biaya pembelian maupun pengadaan. Hasil perhitungan menggunakan model *Q back order* menunjukkan biaya yang lebih tinggi dengan total biaya kekurangan sebesar Rp 996,849,711.81, sedangkan menggunakan model *multi item single supplier* hanya sebesar Rp 738,048,078.20. Sama seperti pada biaya pengadaan, yang memberikan kontribusi terhadap selisih biaya kekurangan tersebut hanya dua jenis barang yang digabung, sedangkan tiga jenis barang lainnya memiliki biaya kekurangan yang tetap sama karena menggunakan model *Q back order*. Penurunan biaya yang terjadi pada kedua jenis barang yang digabung dihasilkan oleh waktu pemesanan optimal gabungan yang semakin besar. Di mana, berdasarkan persamaan biaya kekurangan barang, semakin lama waktu pemesanan optimal maka biaya kekurangan akan semakin kecil. Sebaliknya, semakin cepat waktu pemesanan optimal maka biaya kekurangan akan semakin besar.

3) *Pembahasan Perbandingan Total Biaya Persediaan Model Q Back Order dan Model Multi Item Single Supplier:* Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan menggunakan dua model persediaan yang ada, dapat dilihat bahwa terdapat selisih yang cukup besar antara hasil total biaya persediaan menggunakan model *Q back order* dan model *multi item single supplier*, yaitu Rp 3.433.338.917,13. Hasil perhitungan total biaya kedua model tersebut dapat dilihat pada Tabel X.

TABEL X
PERBANDINGAN HASIL PERHITUNGAN TOTAL BIAYA PERSEDIAAN MODEL PROBABILISTIK Q BACK ORDER DAN MODEL MULTI ITEM SINGLE SUPPLIER

Komponen Biaya	Biaya Model Q Back Order	Biaya Model Multi Item	Selisih Biaya Antar Model
Biaya Pembelian	Rp 33.527.101.751,60	Rp 30.178.026.825,00	Rp 3.349.074.926,60
Biaya Pengadaan	Rp 224.742.641,32	Rp 156.025.710,22	Rp 68.716.931,10
Biaya Simpan	Rp 528.641.582,12	Rp 771.896.156,30	Rp (243.254.574,18)
Biaya Kekurangan	Rp 996.849.711,81	Rp 738.048.078,20	Rp 258.801.633,61
Total Biaya Persediaan	Rp 35.277.335.686,85	Rp 31.843.996.769,72	Rp 3.433.338.917,13

Data dalam tabel menunjukkan hasil perhitungan total biaya persediaan model *multi item single supplier* jauh lebih kecil dibandingkan model *Q back order* dimana terjadi penghematan biaya sebesar 9,73%. Penurunan total biaya persediaan model *multi item single supplier* dipengaruhi oleh

menurunnya tiga komponen biaya penyusun, yaitu biaya pembelian dengan kontribusi sebesar 97,55%, biaya pengadaan (pemesanan) dengan kontribusi 2%, dan biaya kekurangan dengan kontribusi 7,54%.

4) *Pembahasan Perbandingan Kinerja Model Q Back Order dan Model Multi Item Single Supplier*: Analisis kinerja terhadap model *Q back order* dan model *multi item single supplier* dilakukan berdasarkan kriteria kinerja yang bersifat kuantitatif dan kualitatif. Kriteria kinerja ini bersumber dari permasalahan pokok persediaan, yaitu bagaimana menjamin pemenuhan barang sesuai permintaan dengan seoptimal mungkin, dan bertujuan mencari jawaban optimal atas permasalahan tersebut. Kriteria kualitatif berasal dari sudut pandang konsumen atau pemakai berupa besar kecilnya tingkat pelayanan yang dilihat dari tingkat ketersediaan dan *responsiveness*, sedangkan kriteria kuantitatif berasal dari sudut pandang manajemen berupa total biaya persediaan yang harus dikeluarkan oleh perusahaan, serta kemudahan aplikasi model oleh perusahaan.

Jika dilihat perbandingan antara kedua model berdasarkan tingkat *responsiveness*, dapat diketahui bahwa model *Q back order* lebih *responsive* terhadap pemenuhan permintaan barang karena apabila terjadi kekurangan barang di gudang, maka pemesanan barang dapat langsung dilakukan ketika mencapai titik pemesanan kembali. Tidak demikian dengan model *multi item single supplier* yang tidak bisa langsung melakukan pengadaan (pemesanan) barang, melainkan harus menunggu waktu pemesanan kembali yang telah ditentukan. Kemudian untuk tingkat ketersediaan kedua model ini berada pada tingkat yang setara, karena jumlah *safety stock* dari kedua model ini menyesuaikan dengan kebutuhan masing-masing model untuk meredam fluktuasi permintaan yang ada.

Berdasarkan total biaya persediaan dan kemudahan aplikasi oleh perusahaan, model *multi item single supplier* lebih unggul dibandingkan model *Q back order*. Hasil perhitungan total biaya persediaan menunjukkan hal tersebut, di mana total biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan jika menggunakan model *multi item single supplier* dapat diminimasi sebesar 9,73% dengan nilai penurunan total biaya sebesar Rp 3.433.338.917,13. Penghematan tersebut diperoleh dari penurunan tiga komponen biaya, yaitu biaya pembelian, biaya pengadaan dan biaya kekurangan barang. Begitu pula dengan kemudahan aplikasi, pemantauan terhadap tingkat persediaan di gudang tidak harus selalu dilakukan dan hanya dipantau pada waktu pemesanan kembali tiba, sehingga lebih mudah diterima dan diaplikasikan oleh perusahaan.

IV. KESIMPULAN DAN ARAH PENELITIAN LANJUTAN

Berdasarkan hasil analisis, dapat ditarik beberapa kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah dan tujuan dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Penentuan penggabungan pemesanan beberapa jenis barang menggunakan model *multi item single supplier* hanya dapat dilakukan apabila sudah diketahui harga masing-masing barang yang ditawarkan oleh *vendor* dalam proses *tender*, karena harus memperhatikan harga terendah yang ditawarkan oleh *vendor*, agar diperoleh total biaya persediaan yang paling minimum.
2. Perbandingan komponen biaya persediaan model *multi item single supplier* yang diwakili oleh Skenario 5 dengan komponen biaya persediaan model *Q back order*

adalah biaya beli turun sebesar Rp 3.349.074.926,60 atau 9,99%, biaya pengadaan turun sebesar Rp 68.716.931,10 atau 30,58%, dan biaya kekurangan turun sebesar Rp 258.801.633,61 atau 25,96%. Sementara itu, untuk biaya simpan mengalami peningkatan sebesar Rp 243.254.574,18 atau 46,02%.

3. Selisih total biaya persediaan model *multi item single supplier* yang diwakili oleh Skenario 5 dengan total biaya persediaan model *Q back order* adalah sebesar Rp 3.433.338.917,13 atau 9,73%.

Arah penelitian lanjutan yang berkaitan dengan penelitian ini, yaitu:

1. Fokus utama penelitian ini hanya terbatas pada barang kategori A yang ada di Gudang C PT Pos Indonesia. Diharapkan peneliti selanjutnya dapat juga mempertimbangkan kategori barang B dan C.
2. Dalam penelitian ini tidak dilakukan perhitungan jumlah ekspektasi kekurangan model *multi item single supplier*. Diharapkan penelitian selanjutnya dapat mengembangkan formulasi atau persamaan untuk menghitung jumlah ekspektasi kekurangan tersebut, agar hasil perhitungan total biaya persediaan dapat lebih akurat.
3. Jumlah pemesanan barang dalam penelitian ini belum mempertimbangkan keterbatasan gudang dan anggaran Gudang C PT Pos Indonesia, sehingga diharapkan hal-hal tersebut dapat dipertimbangkan dalam penelitian selanjutnya.
4. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menerapkan model yang telah dikembangkan di dalam aplikasi.

DAFTAR REFERENSI

- [1] S. N. Bahagia, *Sistem Inventori*, Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2006.
- [2] Kinten, "Analisis pengendalian persediaan dalam upaya meningkatkan service level di gudang C kantor pusat PT Pos Indonesia," Departemen Teknik Industri, Institut Teknologi Harapan Bangsa, Bandung, Jul. 2016.
- [3] A. A. Junia, "Perbandingan metode pengendalian persediaan bahan baku model probabilistik Q dan P dengan back order (studi kasus PT Pupuk Kujang Cikampek)," Departemen Teknik Industri, Institut Teknologi Harapan Bangsa, Bandung, Agt. 2015.
- [4] D. Maisarah, "Rancangan sistem persediaan bahan baku kertas menggunakan metode single item single supplier dan multi item single supplier (studi kasus di CV. Dwimuharam Putra)," Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional, Bandung, Agt. 2015.
- [5] C. D. Cania, "Model sistem persediaan probabilistik multi item dengan pendistribusian multi eselon dengan incremental discount," Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional, Bandung, Agt. 2012.
- [6] (2017) SDLC on Tutorial Pont. [Online]. Available: https://www.tutorialspoint.com/sdlic/sdlic_overview.htm.

Roland Silitonga, menyelesaikan kuliah di program S1 Teknik Mesin ITB pada tahun 1993, program S2 Teknik dan Manajemen Industri ITB pada tahun 1999, dan program S3 Teknik dan Manajemen Industri ITB pada tahun 2016. Saat ini penulis menjadi dosen tetap Teknik Industri dan menjabat sebagai Direktur Akademik di Institut Teknologi Harapan Bangsa. Penulis juga pernah mengajar sebagai dosen di STT Texmaco Subang dan STT Wastukencana Purwakarta. Selain itu, penulis pernah berkarir di industri manufaktur selama 15 tahun, di antaranya sebagai Manajer Quality Control di PT Perkasa Heavyndo Engineering Subang (Texmaco Group) pada

tahun 1999-2004 dan Manajer Produksi di PT Arianto Darmawan pada tahun 2004-2008. Fokus penelitian penulis adalah di bidang Sistem Persediaan dan Analisis Rantai Nilai.

Meyelin Kawet, kelahiran kota Tomohon, 13 Mei 1995. Penulis menyelesaikan kuliah S1 di program studi Teknik Industri Institut Teknologi Harapan Bangsa pada tahun 2017.

