Model Pengendalian Sistem Persediaan Dua Eselon dengan Memperhatikan Pengelompokan Pelanggan

Roland Y. H. Silitonga[#1], Kevin Julian[#2]

[#]*Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Harapan Bangsa*
Jl. Dipatiukur no. 80-84, Bandung, Indonesia
[1]roland@ithb.ac.id
[2]kevin.julian180995@gmail.com

Abstract— ***Two echelons inventory system is the common structure of consumption product distribution business, where one or more depots distribute product to customers. Each depot supplied by a manufacturer (factory). Optimization of such structure will minimize inventory cost and transportation cost, from factory to the depot and from the depot to the customers. There is a trade off between the order cost and holding cost, and between the frequency of delivery and the transportation capacity used by each delivery. In this study, optimization was done to PT Z, a company with a structure of one factory, one depot and 30 customers. To further optimize the total cost, the customers were grouped based on locations, to increase the capacity used of the transportation. The optimization was done to determine optimum order, at the depot and at the customers. The result showed a significant decrease in cost. The next step is to implement the system into an application.***

Keywords*— *Multi echelon inventory system, depot, optimum order, transportation cost, transportation cost, inventory cost

Abstrak— **Bentuk umum rantai pasok pada usaha distribusi produk konsumsi adalah dua eselon, di mana terdapat depot yang melayani banyak pelanggan. Depot itu sendiri dipasok oleh pabrik. Optimisasi sistem inventori dua eselon ini akan meminimasi biaya inventori dan juga biaya transportasi, baik dari pabrik ke depot maupun dari depot ke pelanggan. Terdapat *trade-off* antara biaya pesan dengan biaya simpan, juga antara jumlah pengiriman dan persentase kapasitas alat angkut yang terpakai setiap pengiriman. Pada penelitian ini dilakukan usaha optimasi sistem inventori di PT Z, sebuah perusahaan yang terdiri atas satu pabrik, satu depot, dan tiga puluh pelanggan. Optimisasi dilakukan untuk mendapatkan jumlah pemesanan yang optimum pada depo dan tiap pelanggan. Untuk meminimasi biaya transportasi dilakukan pengelompokan pelanggan berdasarkan lokasi, sehingga terjadi peningkatan persentase kapasitas angkut yang terpakai. Penelitian ini kemudian membandingkan biaya transportasi dengan pengelompokan pelanggan dan pengiriman tanpa pengelompokkan pelanggan. Hasilnya menunjukkan terdapat penurunan biaya yang cukup signifikan. Tahap berikutnya adalah menerapkan sistem pemesanan yang dibangun ke dalam aplikasi.**

Kata Kunci— **sistem inventori multieselon, depot, pemesanan optimum, biaya transportasi, biaya inventori**

I. PENDAHULUAN

Keberadaan persediaan dalam suatu unit usaha perlu disinkronisasi sedemikian rupa sehingga kelancaran pemenuhan kebutuhan pemakai dapat terjamin, namun ongkos yang ditimbulkan diharapkan sekecil mungkin [1]. Pada usaha distribusi, sinkronisasi inventori dilakukan baik pada tingkat pabrik maupun depot atau distributor.

Biaya persediaan adalah semua pengeluaran dan kerugian yang timbul sebagai akibat adanya persediaan selama horison perencanaan waktu tertentu. Adapun komponennya terdiri atas biaya pembelian, biaya pemesanan, biaya simpan, biaya kekurangan inventori dan biaya sistemik [2]. Komponen biaya ini berlaku, baik pada gudang pabrik maupun pada gudang depot atau distributor.

Selain biaya persediaan, pada sistem persediaan multi eselon, biaya transportasi dari gudang level satu ke gudang level berikutnya penting untuk diperhatikan, dan merupakan bagian yang tak terpisahkan dari usaha minimasi biaya persediaan secara keseluruhan. Terkait dengan transportasi, minimasi total biaya persediaan dapat dilakukan dengan meminimasi biaya pengadaan pada komponen biaya pemesanan. Terdapat dua mekanisme pengadaan barang yang dapat dilakukan oleh perusahaan. Pertama dengan individual order, yaitu pemesanan masing-masing jenis barang dilakukan secara terpisah dan kedua, dengan joint order [3]. *Joint order* dapat dipandang sebagai penggabungan berbagai *item* pesanan oleh satu pelanggan, atau dapat juga menggabungkan beberapa pemasok.

Penelitian ini akan menerapkan model dua eselon, dengan memperhatikan pengelompokan pelanggan terkait pengiriman produknya. Penerapan model akan dilakukan pada PT Z, sebuah perusahaan yang bergerak di bidang produksi dan distribusi makanan dan minuman ringan di Indonesia. PT Z memiliki anak perusahaan, yaitu PT X. PT X bertugas untuk mendistribusikan produk dari PT Z. Sebagian dari keseluruhan struktur rantai pasok PT X yang diteliti terdiri atas sebuah produk, sebuah pabrik, sebuah depo, dan tiga puluh titik konsumen yang merupakan mini market. Model yang dikembangkan mengacu pada penelitian Maya [4] untuk menentukan jumlah optimal pemesanan produk AG. Hal ini dilakukan agar semua permintaan gudang pelanggan dapat dipenuhi sesuai dengan jumlah dan waktu penyaluran yang tepat dengan ongkos terkecil.

II. METODOLOGI

A. Pemodelan Sistem

Notasi-notasi yang digunakan pada penelitian ini dirangkum dalam Tabel I.

Biaya total sistem persediaan dua eselon adalah sebagai berikut:

$$C_{total} = CG + CD + CT \tag{1}$$

Pada biaya gudang milik para pelanggan (*CG*) terdapat biaya pesan, biaya simpan, dan biaya akibat kekurangan persediaan. Keseluruhan biaya pesan (*A*) dan biaya simpan (*H*) dapat dinyatakan sebagai:

$$A = \sum \left(\frac{A_i D_i}{Q_i}\right) \tag{2}$$

$$Hg = \sum h_i \left(\frac{Q_g}{2} + SS_g\right) \tag{3}$$

TABEL I

NOTASI-NOTASI YANG DIGUNAKAN

Jenis Notasi	No-tasi	Keterangan
Indeks	i	indeks gudang pelanggan
Variabel	CG	biaya persediaan seluruh gudang pelanggan
	CD	biaya persediaan pada depot
	CT	biaya transportasi dari depot ke seluruh gudang pelanggan
	A_i	biaya pesan gudang pelanggan ke-*i* ke depo (Rp/pesan)
	B_i	biaya kekurangan pada gudang pelanggan (Rp/*pc*)
	D_i	*demand* tahunan pada pelanggan ke-*i* (*pcs*/tahun)
	Dd_i	*demand* tahunan AG pada depo untuk tiap konsumen (*pcs*/tahun)
	h_i	biaya simpan AG pada pelanggan (Rp/*pc*/tahun)
	hd	biaya simpan AG pada depo (Rp/*pc*/tahun)
	L_i	*lead time* pemesanan AG dari pelanggan ke depo (tahun)
	M_i	banyaknya kekurangan AG pada setiap gudang pelanggan (*pcs*)
	N_i	frekuensi pengiriman AG dari depo ke gudang pelanggan (pengiriman/tahun)
	Q_i	kuantitas pemesanan pada gudang pelanggan ke-*i* (*pcs*/pesan)
	Q	kuantitas pemesanan AG pada depo (*pcs*/pesan)
	SS_i	*safety stock* pada gudang pelanggan (*pcs*/tahun)
	t	biaya kirim untuk mendistribusikan AG dari depo ke gudang pelanggan (Rp/tahun)
Parameter	u	biaya buruh untuk mengangkut AG dari depo menuju truk (Rp)
	v	harga 1 liter solar (Rp/liter)
	w	jarak dari depo menuju titik distribusi dan sebaliknya (km)
	x	konsumsi bahan bakar kendaraan pengiriman (liter/kilometer)
	y	kapasitas angkut truk (*pcs*)
	z	biaya buruh angkut dari depo menuju truk (Rp/*pc*)

Biaya kekurangan persediaan (*stockout cost*) adalah biaya yang timbul akibat kurangnya produk AG di toko, sehingga harus dilakukan pemesanan ulang (*backorder)* kepada depo yang dinyatakan dalam persamaan:

$$B = \sum \frac{b_i M_i D_i}{Q_i} \tag{4}$$

Pada depot terdapat biaya simpan, yaitu:

$$Hd = hd\left\{\frac{Q_d}{2} + \sum\left(L_{dg} D_g + SS_g\right)\right\} \tag{5}$$

Variabel terakhir persamaan (1) yaitu biaya pengiriman (*CT*) didapat dari persamaan berikut:

$$t = \left(\frac{v \cdot w}{x}\right) \cdot N \cdot Roundup\ \frac{Q_i}{y} \tag{6}$$

Berdasarkan persamaan (1) sampai (6) dapat disusun fungsi tujuan model ini, yaitu minimisasi biaya total, yang ditunjukkan oleh persamaan berikut:

$$\begin{aligned} Min\ C_{total} &= CG + CD + CT \\ &= \sum_{i=1}^{30}\left\{\left(\frac{A_i D_i}{Q_i}\right) + H_g\left(\frac{Q_i}{2} + SS_i\right) + \frac{B_i \cdot M_i \cdot D_i}{Q_i}\right\} + \\ &\quad \left\{H_d\left(\frac{Q_d}{2}\right) + \sum_{i=1}^{4}\left(L_{dg} D_i + SS_i\right)\right\} + \\ &\quad \sum_{i=1}^{30}\left\{\left(\frac{v \cdot w}{x}\right) \cdot N \cdot Roundup\ \frac{Q_i}{y} + z \cdot D_i\right\} \end{aligned} \tag{7}$$

$$Q_g = \frac{Q_i D_i}{N_{dg} D_d} \tag{8}$$

$$Q_d = \frac{N_{dg} Q_i D_d}{D_g} \tag{9}$$

$$N_i = \sqrt{\frac{H_i D_i}{2} + \left(\left(\frac{v \cdot w}{x}\right) \cdot Roundup\ \frac{D_i}{y}\right)} \tag{10}$$

Kuantitas pemesanan optimum pada depo adalah:

$$Q^* = \sqrt{\frac{(A_g N_{dg} D_d) + (B_g M_g N_{dg} D_d)}{\frac{H_i}{2} + \left(H_i\left(\frac{D_i}{2 N_{dg} D_i}\right)\right) + \left(\left(\frac{v \cdot w}{x}\right) \cdot Roundup\ \frac{D_i}{D_d \cdot y}\right)}} \tag{11}$$

Langkah pertama adalah menyusun pengelompokan konsumen berdasarkan lokasi geografis dan kapasitas alat angkut. Langkah kedua adalah melakukan perhitungan biaya tahunan pada *customer*, biaya simpan, biaya pesan, biaya kekurangan persediaan, *lead time*, dan biaya transportasi. Berikutnya, dilakukan perhitungan untuk menentukan jumlah ekonomis pemesanan setiap periode waktu, biaya pemesanan, biaya penyimpanan, dan harga barang yang ditentukan per unit. Setelah itu, ditentukan frekuensi pengiriman AG, kuantitas pemesanan AG, frekuensi pengiriman AG selama satu tahun (*N*), kuantitas pemesanan AG pada eselon gudang *customer*, dan *safety stock*. Memasuki tahap perhitungan selanjutnya, akan ditentukan waktu pemesanan kembali

(*reorder point*) AG untuk menentukan penetapan persediaan di gudang. Di akhir pengolahan data akan dilakukan perhitungan mengenai total *inventory cost* yang timbul berdasarkan kebijakan pengendalian sistem persediaan dua eselon. Seluruh hasil perhitungan dari tahap ini akan dibandingkan pada tahap analisis terhadap kebijakan persediaan yang baru.

B. Pengembangan Aplikasi Model

Sistem pengendalian persediaan dua eselon ini akan diterapkan dalam bentuk aplikasi perangkat lunak sehingga proses pengendalian bisa diakses secara luas. Metodologi yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi perangkat lunak adalah *Software Development Life Cycle* (SDLC). Metode SDLC ini terbagi menjadi enam tahapan, yaitu:

1) *Tahap analisis perencanaan dan kebutuhan.*

Pengumpulan informasi dari stakeholder harus dilakukan untuk merencanakan pendekatan proyek, melakukan studi kelayakan produk di bidang ekonomi, operasional dan teknis, juga merencanakan persyaratan penjaminan mutu dan identifikasi risiko terkait proyek. Hasil dari studi kelayakan teknis digunakan untuk menentukan berbagai pendekatan teknis yang dapat diikuti untuk mengimplementasikan proyek dengan risiko yang minimum. Tahap ini merupakan tahapan paling penting dan mendasar dalam SLDC.

2) *Tahap pendefinisian persyaratan.*

Tahap ini merupakan tahapan untuk mendefinisikan dan mendokumentasikan persyaratan produk yang harus disetujui oleh konsumen atau para analisis pasar. Tahap ini dilaksanakan dengan menggunakan dokumen SRS (Software Requirement Specification) yang berisi semua persyaratan produk yang akan dirancang dan dikembangkan selama silkus hidup proyek.

3) Tahap perancangan arsitektur produk.

Tahap ini merupakan tahapan desain oleh para arsitektur produk untuk mendapatkan arsitektur terbaik yang dapat dikembangkan berdasarkan referensi dari SRS. Luaran yang dihasilkan sebaiknya lebih dari satu pendekatan desain arsitektur yang diusulkan, semuanya didokumentasikan dalam DDS (Design Document Specification). Para pemangku kepentingan 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.

4) Tahap pengembangan produk.

Tahapan ini merupakan tahapan pengembangan aktual produk. Kode pemrograman akan dihasilkan dari setiap DDS untuk menghindari banyak kesalahan, sehingga desain dalam DDS harus lengkap dan teratur.

5) Tahap pengujian produk.

Tahap ini merupakan tahapan pengujian produk yang dimulai dari pemeriksaan, produk cacat dilaporkan, dilacak, diperbaiki dan diuji ulang, sampai mencapai standar kualitas yang ditetapkan dalam SRS.

Masuk ke pasar (*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. Dalam hal ini produk pertama dapat ditawarkan di segmen terbatas dan diuji di lingkungan bisnis yang sebenarnya (*User Acceptance Testing*).

C. Data

Data yang akan digunakan dalam proses perhitungan dan analisis merupakan data primer berupa data permintaan produk, data jarak antara depo dan gudang pelanggan, data pengiriman produk, data biaya pesan, data biaya simpan, data biaya kekurangan persediaan, dan data *lead time*.

1) *Data permintaan AG (D_d & D_g)*: dalam melakukan penelitian diperlukan data permintaan dari masing-masing eselon, baik itu permintaan dari *customer* kepada depot dan permintaan dari depot kepada unit produksi itu sendiri. Data permintaan yang digunakan adalah data permintaan selama satu tahun.

2) Biaya pesan (A_g & B_g): biaya pengadaan produk merupakan ongkos yang harus dikeluarkan untuk setiap proses pengadaan barang. Berikut ini adalah komponen-komponen dari biaya pengadaan produk:

- Biaya listrik penggunaan komputer:
  - Jumlah komputer = 1 unit
  - Daya rata-rata komputer = 270 Watt
  - Waktu rata-rata penggunaan harian = 2 jam
  - Biaya listrik per Kwh = Rp1.467,28
  - Total biaya listrik = (270 : 1000) x 1 unit x 2 jam x 30 hari x Rp1.467,28 = Rp23.770,00
- Biaya telepon kantor:
  - Rata-rata waktu telepon = 15 menit
  - Tarif telepon = Rp288,00/menit
  - Total biaya telepon = Rp288,00 x 15 menit = Rp4.320,00

3) *Biaya simpan (H_d & H_g)*: biaya simpan merupakan segala biaya yang harus dikeluarkan akibat menyimpan barang. Berikut ini adalah komponen-komponen dari biaya penyimpanan:

- Biaya memiliki persediaan:
  - Harga beli produk AG (P) = Rp13.266,00
  - Kapasitas tampung maksimum = 7.573.500 *pcs*
  - Nilai bunga = 4,75%
  - Proposi bunga deposito = (Jumlah IOH x P) x nilai bunga = (7.573.500 *pcs* x Rp13.266,00) x 4,75% = Rp 4.772.327.423,00
  - Bunga deposito per *pcs* = Rp4.772.327.423,00 : 7.573.500 *pcs* = Rp630,00/*pc*

- Biaya gudang:
  - Luas gudang di PT X adalah 1.250 m^2 dan luas tanahnya adalah 2.000 m^2.
  - Harga tanah dan bangunan sebesar Rp30.000.000.000,00.
  - Masa pakai bangunannya selama 25 tahun.
  - Depresiasi bangunan = Rp30.000.000.000,00 : 25 tahun = Rp1.200.000,00
  - Total luas bangunan = 2.000 m^2
  - Luas gudang = 1.250 m^2
  - Depresiasi gudang = (1.250 : 2.000) x Rp1.200.000.000,00 = Rp750.000.000,00

4) *Biaya kekurangan persediaan*: total biaya kekurangan produk AG pada *Customer* 1 adalah Rp2.880,00 + Rp2.971,00 = Rp5.851,00.

5) *Lead time* (L_g): pengiriman produk AG dari depo ke setiap toko adalah selama 4 hari.

6) *Harga BBM (v)*: bahan bakar yang digunakan oleh PT Y dan PT X untuk kendaraan mereka adalah bahan bakar berjenis solar dengan harga Rp5.150,00/liter.

7) *Konsumsi bahan bakar (x)*: mobil besar = 10 km/liter dan mobil kecil = 13 km/liter

8) *Kapasitas kendaraan angkut*: mobil besar = 21.000 pcs dan mobil kecil = 3.720 *pcs*

9) *Biaya Buruh Angkut (z)*: biaya buruh mengangkut AG/pcs = Rp10,00/*pc*

III. Hasil dan Pembahasan

A. Perhitungan Frekuensi Pengiriman AG (Ng)

Berdasarkan model yang telah dirancang, hasil perhitungan kuantitas pemesanan pada gudang pelanggan dan frekuensinya dapat dilihat pada Tabel II.

B. Perhitungan Kuantitas Pemesanan AG pada Depo (Qd)

Proses perhitungan kuantitas pemesanan AG pada depo dijelaskan sebagai berikut:

N Customer 1:

N = N_g x jumlah pengisian AG di depo selama setahun
= 0,507537356 x 13,42846198
= 6,8154461
= 7 kali pengiriman AG

C. Perhitungan Kuantitas Pemesanan AG pada Gudang Customer (Qg)

Proses perhitungan kuantitas pemesanan AG pada gudang *customer* dijelaskan sebagai berikut:

Tabel II

Hasil Perhitungan Kuantitas dan Frekuensi Pemesanan

No	*Ng* (Pengiriman)	Pengiriman/Tahun	Q_i (*pcs*/pesan)
1	0,507537356	7	53
2	1,535387945	21	21
3	0,309558581	5	2908
4	0,383905326	6	4695
5	1,310277207	18	18
6	0,289571001	4	85
7	0,493744062	7	1670
8	0,534459232	8	435
9	3,694770281	50	49
10	0,466430126	7	460
11	0,635846445	9	64
12	1,237862217	17	17
13	1,545955748	21	21
14	0,825547834	12	11
15	1,653726492	23	22
16	1,890651034	26	25
17	0,923549878	13	13
18	1,371434144	19	18
19	0,825839522	12	11
20	0,695198835	10	39
21	1,652701665	23	22
22	1,37178932	19	18
23	1,548335454	21	21
24	0,991103017	14	59
25	1,170751309	16	16
26	1,707337597	23	23
27	1,011866686	14	14
28	0,652811491	9	69
29	0,520546591	7	129
30	0,668918662	9	47

Q_g *Customer* 1:

$$Q_g = \frac{Q_d \; x \; D_g}{D_d \; x \; N_g}$$

$$Q_g = \frac{5.221 \; x \; 360}{77.110 \; x \; 0{,}507537356} = 52{,}82119404$$ *pcs*/pesan = 53 pcs/pesan.

D. Perhitungan Safety Stock

Proses perhitungan *safety stock* dijelaskan sebagai berikut:

SS_g *Customer* 1:

$$q = \sqrt{\frac{2 \, . A_g . D_g}{H_g}}$$

$$SS_g = Z\alpha \; x \; \sigma \; Demand \; x \; \sqrt{Lg}$$

E. Biaya Total Persediaan Tahunan

Rekapitulasi biaya persediaan tahunan masing-masing *customer* dapat dilihat di Tabel III. Total biaya persediaan tahunan pada seluruh *customer* adalah Rp887.563.950,00/tahun. Rekapitulasi biaya transportasi tahunan dari masing-masing *customer* juga dapat dilihat di tabel tersebut. Total biaya transportasi tahunan pada seluruh customer adalah Rp4.349.030,00/tahun. Total biaya persediaan (simpan) tahunan pada Depo PT X didapatkan dengan menggunakan persamaan (5), yaitu sebesar Rp2.816.582,00/tahun. Dengan demikian biaya total adalah:

C_{total} = Rp887.563.950,00 + Rp2.853.999,00 + Rp4.349.030,00 = Rp. 894.729.562,00

F. Pengelompokan pelanggan

Dalam perhitungan tahap ini, pengiriman yang akan dilakukan depo akan disesuaikan dengan kondisi di lapangan. Setiap kali depo melakukan pengiriman kepada *cutomer*, maka kendaraan yang digunakan untuk mengirim produk AG akan diisi penuh sesuai dengan kapasitas maksimal kendaraan angkut tersebut. Pengiriman akan dikelompokkan berdasarkan waktu pemesanan per bulan.

TABEL III

REKAPITULASI BIAYA PERSEDIAAN TAHUNAN PER *CUSTOMER*

No	Toko	SS_g (*pcs*/tahun)	Biaya *Customer* (Rp)	Biaya Transportasi (Rp)
1	*Customer* 1	657,7550141	4.682.084	24.398
2	*Customer* 2	755,6094063	161.184	104.813
3	*Customer* 3	1.319,669889	230.218.765	198.714
4	*Customer* 4	1.273,438039	369.061.250	331.372
5	*Customer* 5	951,2178439	2.093.051	303.205
6	*Customer* 6	874,4940593	7.409.231	46.085
7	*Customer* 7	1.119,237802	131.556.175	138.985
8	*Customer* 8	904,0216923	34.726.160	47.997
9	*Customer* 9	1.030,692565	4.630.326	370.635
10	*Customer* 10	1.000,809229	36.840.156	63.463
11	*Customer* 11	813,2459958	5.594.367	54.602
12	*Customer* 12	630,1644915	1.756.669	58.597
13	*Customer* 13	839,6644245	2.251.628	163.929
14	*Customer* 14	553,9015145	1.310.515	53.968
15	*Customer* 15	898,8932392	2.441.208	224.388
16	*Customer* 16	736,5627618	2.559.762	82.520
17	*Customer* 17	662,7790647	1.452.920	83.900
18	*Customer* 18	864,0136984	2.144.643	195.989
19	*Customer* 19	599,5105965	1.349.773	67.278
20	*Customer* 20	753,9348736	3.634.781	56.685
21	*Customer* 21	855,5998123	2.403.943	178.830
22	*Customer* 22	879,4195584	2.157.904	211.796
23	*Customer* 23	934,9614	2.333.656	267.920
24	*Customer* 24	876,4571271	5.314.893	92.102
25	*Customer* 25	879,2080076	1.903.554	216.006
26	*Customer* 26	987,3111814	2.544.778	342.227
27	*Customer* 27	706,5017141	1.591.194	98.303
28	*Customer* 28	1.009,424185	6.217.095	140.772
29	*Customer* 29	898,4747503	10.840.463	52.260
30	*Customer* 30	851,8860418	4.381.821	77.290
		Total	**887.563.950**	**4.349.030**

Penentuan rute ini menggunakan matriks jarak antar konsumen. Rute yang didapat bersama dengan biaya yang terjadi dapat dilihat pada Tabel IV. Total biaya persediaan keseluruhan menjadi sebesar:

$C_{total} = C_{customer} + C_{depo} + C_{transportasi}$ = Rp887.563.950,00 + Rp2.853.999,00 + Rp1.387.701,00 = Rp891.805.650,00

Pengelompokan ini menghasilkan biaya total lebih kecil dengan selisih sebesar Rp2.958.279,00.

G. Analisis Terhadap Waktu Siklus Tunggal

Waktu siklus tunggal merupakan siklus di mana suatu saat tertentu semua bagian eselon yang berada dalam satu sistem rantai nilai akan melakukan pemesanan atau mulai berproduksi secara serentak. Depo PT X melakukan pengisisan atau pemesanan AG setiap 0,074468692 tahun sekali atau 27,181073 hari sekali, atau sebanyak 28 hari sekali. Jumlah permintaan yang harus dipenuhi pada Depo PT X dalam satu tahun adalah sebesar 70.110 *pcs*. Jumlah pengisian AG di Depo PT X dalam satu tahun dilakukan sebanyak 13,42846198 kali pengisian atau 14 kali pengisian AG setiap tahunnya.

H. Analisis Terhadap Frekuensi Pengiriman

Frekuensi pengiriman AG dari Depo PT X ke setiap *customer* tentu saja berbeda-beda, dapat dilihat pada Tabel II. Frekuensi pengiriman AG ke masing-masing *customer* dilakukan setiap kali melakukan pengisian AG di Depo PT X. Setiap kali melakukan pengisian AG di Depo PT X sebesar 5.221 *pcs*, maka dilakukan 7 kali pengiriman AG ke *Customer* 1 sebanyak 53 *pcs* per pengiriman. Pengiriman AG dari Depo PT X ke masing-masing *customer* merupakan jumlah optimal dalam sekali penyaluran.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka dapat didapatkan model formulasi kebijakan persediaan dengan nilai rantai 2 (dua) eselon.

Permintaan AG pada depo adalah sebesar 70.110 *pcs* dan jumlah optimal per pengisian AG pada depo tersebut adalah 5.401 *pcs*/pesan. Selang waktu pemesanan AG untuk pengisian depo berselang 27,18 hari atau sekitar 28 hari.

Frekuensi pengiriman AG dari depo ke 30 *customer* dalam setahun adalah sebanyak 450 kali pengiriman, sehingga total biaya persediaan tahunan pada Depo PT X adalah sebesar Rp780.657.183,00.

Pengiriman yang dilakukan dengan mengelompokkan pengiriman dari masing-masing *customer* dinilai lebih efisien karena mampu menghemat biaya transportasi sebesar Rp2.958.279,00.

Arah penelitian lanjutan yang berkaitan dengan penelitian ini adalah melakukan sistem persediaan komponen atau produk multi eselon dengan menggunakan model integrasi kebijakan inventori dan rute transportasi dengan metode *Tra-*

TABEL IV

PEROLEHAN RUTE DAN BIAYA

Bulan	Pengi-riman	D_k	Rute	Total (w)	Biaya Buruh (Rp)	Biaya Transportasi (Rp)	Total Biaya Transportasi (Rp)
Jan	P1	3720	0-8-14-17-9-30-18-4-0	34,4	37.200	13.628	50.828
	P2	3720	0-4-2-10-1-7-0	28,4	37.200	11.251	48.451
	P3	3356	0-7-16-3-21-19-20-26-5-13-23-0	101,1	33.560	40.051	73.611
Feb	P4	3720	0-8-7-12-10-11-9-27-29-15-6-18-4-0	50,3	37.200	19.927	57.127
	P5	2010	0-4-2-16-3-21-22-23-28-19-0	99,8	20.100	39.536	59.636
Mar	P6	2190	0-8-7-12-10-11-9-13-29-18-6-16-24-21-25-22-0	91,9	21.900	36.407	58.307
Apr	P7	3720	0-8-1-7-2-10-4-15-6-30-9-0	44	37.200	17.431	54.631
	P8	1315	0-9-17-29-3-26-5-0	64,2	13.150	25.433	38.583
Mei	P9	3720	0-8-7-2-10-12-27-9-6-15-4-0	50,6	37.200	20.045	57.245
	P10	3120	0-4-15-18-3-24-26-5-23-28-0	117,9	31.200	46.707	77.907
Juni	P11	3720	0-8-14-11-9-13-29-2-10-7-16-3-24-0	50,8	37.200	20.125	57.325
	P12	1350	0-20-4-6-28-22-20-0	86,7	13.500	34.347	47.847
Juli	P13	3720	0-2-10-11-17-9-30-27-29-7-4-15-13-19-24-0	84,3	37.200	33.396	70.596
	P14	810	0-24-3-25-22-26-18-0	75,6	8.100	29.949	38.049
Agt	P15	3720	0-8-1-7-2-10-4	31,3	37.200	12.400	49.600
	P16	1619	0-4-6-29-9-17-13-3-22-23-5-0	112,6	16.190	44.607	60.797
Sept	P17	3720	0-8-12-9-30-15-4-10-2-7-3-0	70,4	37.200	27.889	65.089
	P18	1319	0-3-21-25-26-5-20-28-0	97,8	13.190	38.744	51.934
Okt	P19	3720	0-8-11-9-30-18-4-10-7-16-3-0	58,4	37.200	23.135	60.335
	P20	1050	0-3-24-19-20-13-29-21-25-22-23-28-26-0	141,5	10.500	56.056	66.556
Nov	P21	3720	0-8-14-11-17-9-30-18-4-10-1-7-16-3-24-0	49,4	37.200	19.570	56.770
	P22	540	0-24-20-13-29-21-25-22-23-28-26-0	131,7	5.400	52.173	57.573
Des	P23	3720	0-8-16-3-24-20-9-30-18-6-4-0	47,5	37.200	18.817	56.017
	P24	2123	0-4-10-2-29-21-25-22-23-28-26-0	130,4	21.230	51.658	72.888
						Total Biaya Transportasi 1 Tahun	**1.387.701**

veling Salesman Problem. Direkomendasikan agar sistem pengendalian persediaan dua eselon diimplementasikan menjadi aplikasi perangkat lunak yang bisa diakses multi pengguna.

DAFTAR REFERENSI

[1] R. Silitonga, E. K. A. Pakpahan, dan M. Anggraeni, "Synchronization of production and sales target through pull inventory management policy," dalam IOP *Conference Series: Materials Science and Engineering*, 277 (1), 012052, 2017.

[2] R. Y. H. Silitonga, S. Sarim, dan F. Yuli, "Analisis kebijakan manajemen persediaan probabilistik dengan model Q dan P Lost Sales," *Jurnal Telematika ITHB*, vol. 10, no. 1, hlm. 7, 2016.

[3] R. Y. H. Silitonga dan M. P. Kawet, "Pengembangan model untuk aplikasi pengendalian persediaan probabilistik multi-item single supplier," *Jurnal Telematika ITHB*, vol. 12, no. 1, hlm. 13-22, 2017.

[4] R. S. Maya, *Model Pengendalian Sistem Persediaan Dua Eselon Pada Sub Dolog Wilayah VIII Bandung*. Bandung: Institut Teknologi Nasional, 2016.

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. Sebelum menjadi pengajar, 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. 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. Fokus penelitian di bidang sistem persediaan, sistem industry, dan manajemen inovasi.

Kevin Julian, kelahiran Bandung 18 September 1995, menempuh jenjang pendidikan S1 di Teknik Industri Institut Teknologi Harapan Bangsa dan lulus tahun 2018. Minat penelitian: manajemen sistem inventori.