

OPTIMASI PENGENDALIAN PERSEDIAAN PRODUK MENGUNAKAN *SPREADSHEET MODELING*

Ida Nursanti¹, Hari Prasetyo², Munajat Tri Nugroho³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102
Email: ida_nurs@yahoo.co.id

Abstrak

Jumlah persediaan yang ada sangat kecil dan ekonomis merupakan harapan dari kebanyakan perusahaan retail. Persediaan diperiksa berada pada interval tetap dan pemesanan dilakukan hanya jika persediaan berada pada level minimum terendah. Jika tidak berada pada level tersebut, maka tidak akan dilakukan pemesanan karena jumlah persediaan masih mencukupi untuk kebutuhan periode yang akan datang dan jumlah pemesanan menjadi sedikit. Sistem pengendalian yang seperti ini adalah sistem (R, s, S) yang merupakan kombinasi dari sistem Periodic review order up to level (R, S) dan sistem Order point order up to level (s, S) . Pada penelitian ini dibahas pembentukan model integrasi pengendalian persediaan sistem tersebut dalam dua tingkat yang bertujuan untuk membuat model optimasi pengendalian persediaan produk yang meminimumkan total inventory cost, serta dapat menentukan variabel keputusan periodic review (R) , minimum inventory (s) dan maximum inventory (S) yang optimum baik pada tingkat Distribution Center maupun masing-masing retailer untuk tiap jenis produk dengan menggunakan spreadsheet modeling, dan optimasi dilakukan dengan bantuan Premium Solver dari Microsoft Excel.

Keywords: *Inventory; (R, s, S) system; spreadsheet modeling*

Pendahuluan

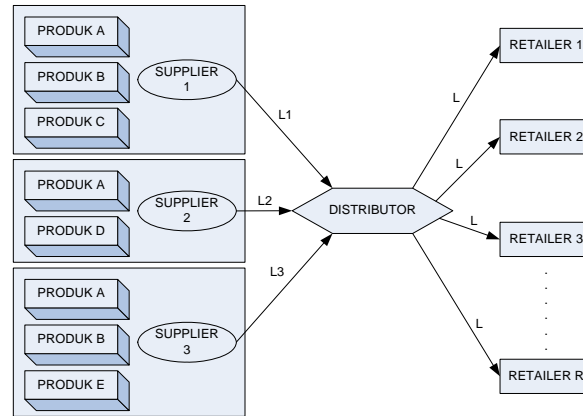
Perkembangan dunia industri baik industri manufaktur maupun jasa pada saat sekarang ini menyebabkan semakin meningkatnya persaingan diantara perusahaan-perusahaan untuk memperebutkan konsumen. Keadaan seperti itulah yang mengakibatkan semakin meningkatnya pula tuntutan konsumen terhadap pelayanan pelanggan baik kualitas maupun waktu pengiriman barang, dimana faktor terpenting yang mempengaruhi pengiriman barang sampai di konsumen adalah persediaan.

Di satu sisi, perusahaan selalu berusaha mengurangi biaya dengan mengurangi tingkat persediaan di tangan (*on-hand*), sementara itu di sisi lain pelanggan menjadi sangat tidak puas ketika jumlah persediaan mengalami kehabisan (*stockout*). Oleh karena itu perusahaan harus megusahakan terjadinya keseimbangan antara investasi persediaan dan tingkat layanan pelanggan dan minimasi biaya merupakan faktor penting dalam membuat keseimbangan ini.

Penelitian tentang pengembangan model optimasi sitem inventori dalam *two echelon* menggunakan *spreadsheet modeling* sebelumnya telah dilakukan oleh Dina Natalia Prayogo (2005) akan tetapi sistem pengendalian persediaan yang digunakan adalah *Periodic review order up to level* (R, S) , dan sistem ini tidak tepat digunakan bila jumlah persediaan yang diinginkan retailer sangat kecil dan ekonomis. Sehingga perlu dibuat model untuk sistem yang jumlah persediaannya kecil dan ekonomis yaitu sistem (R, s, S) . Karena pada sistem ini, persediaan diperiksa berada pada interval tetap, pemesanan dilakukan hanya jika persediaan berada pada level minimum terendah. Jika tidak berada pada level tersebut, maka tidak akan dilakukan pemesanan karena jumlah persediaan masih mencukupi untuk kebutuhan periode yang akan datang dan jumlah pemesanan menjadi sedikit.

Pengembangan Model

Model optimasi pengendalian persediaan produk menggunakan program *spreadsheet* berikut ini didasarkan pada penerapan sistem (R, s, S) pada tingkat DC maupun seluruh *retailer*. Gambar 1. menunjukkan jalur distribusi dari *multi supplier* yang memproduksi *multi item* ke *Distribution Center* (DC) yang selanjutnya disalurkan ke masing-masing *retailer* sesuai dengan pola permintaan.



Gambar 1. Jalur distribusi dalam 2 tingkat

Sistem (R, s, S) merupakan kombinasi dari sistem (s, S) dan (R, S) . Idanya adalah setiap R satuan waktu dilakukan pengecekan posisi persediaan. Jika posisi persediaan di bawah *reorder point*, maka dilakukan pemesanan yang cukup untuk menaikkan posisi persediaan hingga S . Jika posisi persediaan di atas s , tidak dilakukan apapun hingga *review* yang selanjutnya. Sistem (s, S) digunakan pada kasus dimana $R = 0$, dan sistem (R, S) digunakan jika $s = S - 1$. Alternatifnya, dapat dikatakan bahwa sistem (R, s, S) adalah versi *periodic* dari sistem (s, S) . Data atau parameter yang digunakan dalam model adalah:

- Data permintaan untuk masing-masing jenis produk dari tiap *retailer* yang diasumsikan mengikuti distribusi normal dengan *mean* dan *standard deviasi* tertentu.
- *Lead time* pemesanan untuk tiap jenis produk dari masing-masing *retailer* ke *Distribution Center*.
- *Lead time* pemesanan untuk tiap jenis produk dari *Distribution Center* ke masing-masing *supplier*.
- Harga beli untuk masing-masing jenis produk dari tiap *supplier*.
- Biaya pesan antar level.
- Biaya simpan dan *stockout* untuk tiap jenis produk baik di *Distribution Center* maupun tiap *retailer*.
- Biaya setiap kali melakukan *review*.
- Minimum jumlah pemesanan untuk masing-masing jenis produk yang diijinkan oleh *supplier*.
- Maksimum ketersediaan stok untuk masing-masing jenis produk pada tiap *supplier*.
- Minimum *service level* per unit *demanded* yang diharapkan pada tiap *retailer* maupun *DC*

Spreadsheet Modeling pada Tingkat Retailer

Model *spreadsheet* untuk optimasi pengendalian persediaan masing-masing jenis produk pada tingkat *retailer* digambarkan sebagai berikut:

Jika terdapat n *retailers* yang masing-masing memiliki pola permintaan untuk m jenis produk dengan *mean* μ_{ri} dan standar deviasi σ_{ri} unit per periode: di mana $i = 1, \dots, m$ dan $r = 1, \dots, n$, maka penempatan data/parameter model pada *spreadsheet* adalah:

- a. Nama *retailer* pada sel $I[2+k*(m+1)]$ untuk $k=0, \dots, n-1$
- b. Jenis produk untuk masing-masing *retailer* pada sel $J[2+k*(m+1)]$ sampai $J[6+k*(m+1)]$ untuk $k=0, \dots, n-1$
- c. *Demand mean* untuk tiap jenis produk pada masing-masing *retailer* pada sel $K[2+k*(m+1)]$ sampai $K[6+k*(m+1)]$ untuk $k=0, \dots, n-1$
- d. *Standard deviasi* permintaan untuk tiap jenis produk pada masing-masing *retailer* pada sel $L[2+k*(m+1)]$ sampai $L[6+k*(m+1)]$ untuk $k=0, \dots, n-1$
- e. Nama *supplier* pada kolom A
- f. Jenis produk untuk masing-masing *supplier* pada kolom B
- g. Batasan minimum pemesanan untuk masing-masing *supplier* pada kolom C
- h. Maksimum ketersediaan stok per hari pada kolom D
- i. Harga jual masing-masing jenis produk pada kolom E
- j. *Lead time* pengiriman ke *Distribution Center* pada kolom F

Kemudian untuk setiap *retailer* dibentuk *worksheet* dengan nama RETAILER RI ($R = 1, \dots, n; I = A, \dots, m$) dan variabel keputusan:

- a. *Periodic review* ditempatkan pada sel D2
- b. *Maximum inventory* pada sel D3
- c. *Minimum Inventory* pada sel D4

Pengukuran performansi yang berupa:

- a. *Service level per unit demanded* ditempatkan pada sel G2
- b. *Total relevant inventory cost* pada sel G3

Selanjutnya data untuk:

- Demand mean* ditempatkan pada sel D5 (diambil dari *worksheet* DATA K[2+k*(m+1)] sampai K[6+k*(m+1)])
- Standar deviasi* permintaan pada sel D6 (diambil dari *worksheet* DATA L[2+k*(m+1)] sampai L[6+k*(m+1)])
- Lead time* pemesanan ke DC pada sel G6
- Biaya simpan per unit ditempatkan pada sel M2
- Biaya setiap kali melakukan *review* ditempatkan pada sel M3
- Biaya *stockout* per unit ditempatkan pada sel M4
- Biaya setiap kali melakukan pemesanan ditempatkan pada sel M5

Model *spreadsheet* dimulai dengan membentuk:

- Periode permintaan pada kolom A mulai sel A8:AT, T = jumlah periode perencanaan
- Inventori awal pada kolom B mulai dari sel B8 = set data inventori awal. Sel B9 = H8 (inventori akhir periode sebelumnya) dan copy B9 ke sel B10:BT
- Jumlah pesanan yang diterima pada kolom C mulai dari sel C8 = set sebesar nol untuk awal periode. Sel C9 =IF(COUNTIF(\$N\$8:N8,A9)=1,INDEX(\$L\$8:L8,A9-\$G\$6),0) dan copy C9 ke C10:CT
- Membangkitkan bilangan random berdistribusi Uniform (0,1) untuk membentuk pola permintaan yang bersifat probabilistik, pada kolom D mulai sel D8 = RAND() dan copy D8 ke sel D9:DT
- Membangkitkan bilangan random berdistribusi Normal dengan *mean* pada sel D5 dan standar deviasi pada sel D6, pada kolom E mulai sel E8 =INT(NORMINV(D8,\$D\$5,\$D\$6)) dan copy E8 ke sel E9:ET
- Permintaan yang terpenuhi pada kolom F, mulai sel F8 =MIN(B8+C8,E8) dan copy F8 ke sel F9:FT
- Jumlah unit *stockout* pada kolom G, mulai sel G8 =MAX(0,E8-SUM(B8,C8)) dan copy G7 ke sel G9:GT
- Inventori akhir pada kolom H, mulai sel H8 =SUM(B8,C8)-F8 dan copy H8 ke sel H9:HT
- Inventory position* pada kolom I, mulai sel I8 =H8 dan untuk periode selanjutnya I9 =I8-F9+IF(K8=1,L8,0) dan copy I9 ke sel I10:IT
- Keputusan *review* persediaan pada kolom J, mulai sel J8 = 1 (1 = *review* dan 0 = tidak) dan untuk periode berikutnya J9 =IF(COUNTIF(\$O\$8:O8,A9)=1,1,0) dan copy J9 ke sel J10:JT
- Keputusan pesan pada kolom K, mulai sel K8 =IF(J8=1,IF(H8<=\$D\$4,1,0),0) (1 = pesan dan 0 = tidak) dan copy K8 ke sel K9:KT
- Jumlah pemesanan pada kolom L, mulai sel L8 =IF(K8=1,\$D\$3-I8,0) dan copy L8 ke sel L9:LT
- Lead time* pemesanan pada kolom M, mulai sel M8 =IF(K8=1,\$G\$6,0) dan copy M8 ke sel M9:MT
- Periode kedatangan pesanan pada kolom N mulai sel N8 =IF(K8=1,A8+\$G\$6,0) dan copy N8 ke sel N9:NT
- Periode *review* berikutnya pada kolom O, mulai sel O8 =IF(J8=1,A8+\$D\$2,0) dan copy O8 ke sel O9:OT
- Biaya *review* tiap periode pada kolom P mulai sel P8 =\$M\$3*J8 dan copy P8 ke sel P9:PT
- Biaya simpan tiap periode pada kolom Q mulai sel Q8 =\$M\$2*H8 dan copy Q8 ke sel Q9:QT
- Biaya *stockout* tiap periode pada kolom R mulai sel R8 =\$M\$4*G8 dan copy R8 ke sel R9:RT
- Biaya pesan tiap periode pada kolom S mulai sel S8 =\$M\$5*K8 dan copy S8 ke sel S9:ST
- Total relevant cost* tiap periode yang terdiri dari biaya simpan, biaya *backorder* dan biaya pesan tiap periode pada kolom T mulai sel T8 =SUM(P8:S8) dan copy T8 ke sel T9:TT

Kemudian perhitungan statistik dilakukan untuk memperoleh:

- Total jumlah unit yang dibeli, C(T+1), permintaan yang terjadi, E(T+1), permintaan yang dipenuhi, F(T+1), biaya *review*, P(T+1), biaya simpan, Q(T+1), biaya *stockout*, R(T+1), biaya pesan, S(T+1) dan total biaya, T(T+1)
- Rata-rata inventori per periode H(T+1)
- Service level* per unit *demand* pada sel G2=F(T+1)/E(T+1)
- Total biaya, G3=T(T+1)

Selanjutnya optimasi dilakukan dengan bantuan *Premium Solver*.

Spreadsheet Modeling pada Tingkat DC

Model *spreadsheet* untuk optimasi pengendalian persediaan pada tingkat DC tidak jauh berbeda dengan yang telah dijelaskan untuk tingkat *retailer*, perbedaan yang terjadi hanya pada penentuan:

- Permintaan untuk tiap periode diperoleh dari data pemesanan masing-masing *retailer*, yang ditempatkan pada kolom D, mulai sel D8=RETAILER1A!L8+RETAILER2A!L8+RETAILER3A!L8 dan copy D8 ke sel D9:DT
- Pemesanan dilakukan dengan prioritas pada *supplier* yang memiliki harga jual termurah baru diikuti dengan pertimbangan maksimum ketersediaan stok pada *supplier* tersebut
- Pesanan yang datang dari beberapa *supplier* ditempatkan pada kolom C, mulai C9=IF(COUNTIF(\$N\$8:N8,A9)=1,INDEX(\$M\$8:M8,A9-DATA!\$F\$2),0)+IF(COUNTIF(DISTA1!\$Q\$8:Q8,A9)=1,INDEX(DISTA1!\$P\$8:P8,A9-DATA!\$F\$29),0)+IF(COUNTIF(DISTA1!\$T\$8:T8,A9)=1,INDEX(DISTA1!\$S\$8:S8,A9-DATA!\$F\$20),0)+IF(COUNTIF(DISTA1!\$W\$8:W8,A9)=1,INDEX(DISTA1!\$V\$8:V8,A9-DATA!\$F\$11),0) dan copy C9 ke sel C10:CT
- Biaya pembelian produk dari tiap *supplier* ditempatkan pada kolom sesuai dengan *supplier* yang dipilih, misal

- pada sel O8 =M8*DATA!\$E\$2 dan copy O8 ke sel O9:OT
- e. Total biaya pembelian tiap periode pada kolom Y mulai dari Y8=O8+R8+U8+X8 dan copy Y8 ke sel Y9:YT
 - f. Total biaya yang terdiri dari biaya pembelian, biaya *review*, biaya simpan, biaya *stockout* dan biaya pesan pada kolom AD mulai sel AD8 =SUM(Y8:AC8) dan copy AD8 ke sel AD9:ADT

Penerapan Model

Studi kasus penerapan program spreadsheet untuk model optimasi pengendalian persediaan ini adalah Agen Plastik & Bahan Roti Nanang Group di Solo yang memiliki beberapa *retailer*. Semua produk yang disediakan di setiap *retailer* (cabang) dipasok langsung oleh Nanang Group Pusat yang bertindak sebagai *Distribution Center*. Yang memesan dan menerima produk dari *supplier* adalah Nanang Group Pusat sesuai dengan permintaan dari setiap *retailer*.

Berikut ini dilakukan penerapan untuk 8 jenis produk dari 5 supplier dan 3 retailer yang memiliki pola permintaan untuk masing-masing jenis produk yang berdistribusi Normal dengan *mean* dan *standar deviasi* seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data permintaan pada tingkat *retailer*

NAMA RETAILER	JENIS PRODUK	DEMAND MEAN	STANDARD DEVIASI
Retailer 1	A	46	17
	B	31	10
	C	35	13
	D	31	11
	E	60	24
	F	53	16
	G	28	9
	H	16	7
Retailer 2	A	13	5
	B	11	3
	C	12	4
	D	10	3
	E	13	5
	F	14	3
	G	4	1
	H	4	2
Retailer 3	A	22	7
	B	21	5
	C	15	6
	D	16	6
	E	30	10
	F	34	10
	G	9	3
	H	11	4

Distribution Center (DC) melakukan pengiriman ke masing-masing *retailer* dengan *lead time* 1 hari. Data jenis produk yang dihasilkan oleh masing-masing *supplier* beserta batasan minimum pemesanan, maksimum ketersediaan stok, harga jual per unit dan *lead time* pengiriman ke *Distribution Center* ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data masing-masing *supplier*

SUPPLIER	ITEM	MIN ORDER	MAX/DAY	PRICE/UNIT	LEAD TIME (DAY)
S1	A	125	1250	Rp 15,400.00	6
	B	125	1250	Rp 15,400.00	6
	C	125	1250	Rp 15,400.00	6
	D	125	1250	Rp 15,600.00	6
	E	125	1250	Rp 8,500.00	6
	F	125	1250	Rp 8,500.00	6
	G	125	1250	Rp 15,400.00	6
	H	125	1250	Rp 15,600.00	6

SUPPLIER	ITEM	MIN ORDER	MAX/DAY	PRICE/UNIT	LEAD TIME (DAY)
S2	A	125	1250	Rp 17,500.00	5
	B	125	1250	Rp 17,500.00	5
	C	125	1250	Rp 17,500.00	5
	D	125	1250	Rp 16,500.00	5
	E	125	1250	Rp 8,400.00	5
	F	125	1250	Rp 8,400.00	5
	G	125	1250	Rp 17,500.00	5
	H	125	1250	Rp 16,500.00	5
S3	A	125	1250	Rp 16,800.00	7
	B	125	1250	Rp 16,800.00	7
	C	125	1250	Rp 16,800.00	7
	D	125	1250	Rp 16,500.00	7
	E	125	1250	Rp 9,900.00	7
	F	125	1250	Rp 9,900.00	7
	G	125	1250	Rp 16,800.00	7
	H	125	1250	Rp 16,500.00	7
S4	A	125	1250	Rp 16,700.00	6
	B	125	1250	Rp 16,700.00	6
	C	125	1250	Rp 16,700.00	6
	D	125	1250	Rp 17,000.00	6
	G	125	1250	Rp 16,700.00	6
	H	125	1250	Rp 17,000.00	6
S5	D	125	1250	Rp 16,125.00	5
	E	125	1250	Rp 8,600.00	5
	F	125	1250	Rp 8,600.00	5
	H	125	1250	Rp 16,125.00	5

Biaya simpan per unit per hari dan biaya *stockout* per unit per produk dan biaya setiap kali melakukan pemesanan untuk setiap jenis produk seperti ditunjukkan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Data *holding cost*, *ordering cost*, dan *stockout cost* (dalam rupiah)

NAMA RETAILER	JENIS PRODUK	HOLDING COST	ORDERING COST	STOCKOUT COST	REVIEW COST
Retailer 1	A	43	30,000	6,000	15,500
	B	43	30,000	3,000	15,500
	C	43	30,000	15,000	15,500
	D	43	30,000	5,000	15,500
	E	39	30,000	15,000	15,500
	F	39	30,000	1,000	15,500
	G	43	30,000	2,000	15,500
	H	43	30,000	7,500	15,500
Retailer 2	A	38	20,000	6,000	15,500
	B	38	20,000	3,000	15,500
	C	38	20,000	15,000	15,500
	D	38	20,000	5,000	15,500
	E	34	20,000	15,000	15,500
	F	34	20,000	1,000	15,500
	G	38	20,000	2,000	15,500
	H	38	20,000	7,500	15,500
Retailer 3	A	54	24,000	6,000	15,500
	B	54	24,000	3,000	15,500
	C	54	24,000	15,000	15,500
	D	54	24,000	5,000	15,500
	E	50	24,000	15,000	15,500
	F	50	24,000	1,000	15,500

NAMA RETAILER	JENIS PRODUK	HOLDING COST	ORDERING COST	STOCKOUT COST	REVIEW COST
	G	54	24,000	2,000	15,500
	H	54	24,000	7,500	15,500
Distribution Center	A	30	81,000	6,000	3,000
	B	30	81,000	3,000	3,000
	C	30	81,000	15,000	3,000
	D	30	81,000	5,000	3,000
	E	26	81,000	15,000	3,000
	F	26	81,000	1,000	3,000
	G	30	81,000	2,000	3,000
	H	30	81,000	7,500	3,000

Selanjutnya dilakukan optimasi pengendalian produk pada tingkat *Distribution Center* dan seluruh *retailer* dengan tujuan untuk meminimumkan total biaya persediaan dalam sistem tersebut. Karena variabel keputusan *periodic review (R)* untuk setiap produk pada masing-masing *retailer* tidak dapat dilakukan secara langsung, maka penentuan *periodic review (R)* yang optimal dilakukan dengan metode *trial error*. Contoh tampilan *spreadsheet modeling* untuk tingkat *retailer* ditunjukkan pada tabel 4.

Hasil optimasi pengendalian persediaan pada masing-masing *retailer* dan *Distribution Center*, untuk variabel keputusan interval *review*, maksimum posisi inventori, minimum inventori dan *service level* serta hasil minimum total biaya ditunjukkan pada Tabel 5. dan Tabel 6.

Tabel 4. Contoh tampilan *spreadsheet modeling* untuk tingkat *retailer*

DAY	Io	UNIT RECEIVED	RANDOM NUMBER	ACTUAL DEMAND	DEMAND SATISFIED	STOCKOUT	If	Ip	REVIEW	ORDER	ORDER QTY	LEAD TIME	ORDER ARRIVES ON	NEXT REVIEW ON	REVIEW COST	HOLDING COST	STOCK OUT	ORDERING COST	TOTAL COST	
1	1	134	0	0.9737	78	78	0	56	56	1	1	308	1	2	4	Rp 15,500.00	Rp 2,408.00	Rp -	Rp 30,000.00	Rp 47,908.00
2	2	56	308	0.1562	28	28	0	336	336	0	0	0	0	0	0	Rp -	Rp 14,448.00	Rp -	Rp -	Rp 14,448.00
3	3	336	0	0.7461	57	57	0	279	279	0	0	0	0	0	0	Rp -	Rp 11,997.00	Rp -	Rp -	Rp 11,997.00
4	4	279	0	0.5030	46	46	0	233	233	1	0	0	0	7	0	Rp 15,500.00	Rp 10,019.00	Rp -	Rp -	Rp 25,519.00
5	5	233	0	0.9845	82	82	0	151	151	0	0	0	0	0	0	Rp -	Rp 6,493.00	Rp -	Rp -	Rp 6,493.00
6	6	151	0	0.3810	40	40	0	111	111	0	0	0	0	0	0	Rp -	Rp 4,773.00	Rp -	Rp -	Rp 4,773.00
7	7	111	0	0.4004	41	41	0	70	70	1	1	234	1	8	10	Rp 15,500.00	Rp 3,010.00	Rp -	Rp 30,000.00	Rp 48,510.00
8	8	70	294	0.4106	42	42	0	322	322	0	0	0	0	0	0	Rp -	Rp 13,846.00	Rp -	Rp -	Rp 13,846.00
9	9	322	0	0.6348	51	51	0	271	271	0	0	0	0	0	0	Rp -	Rp 11,653.00	Rp -	Rp -	Rp 11,653.00
10	10	271	0	0.0722	21	21	0	250	250	1	0	0	0	13	0	Rp 15,500.00	Rp 10,750.00	Rp -	Rp -	Rp 26,250.00
11	11	250	0	0.9938	88	88	0	162	162	0	0	0	0	0	0	Rp -	Rp 6,966.00	Rp -	Rp -	Rp 6,966.00
12	12	162	0	0.2161	32	32	0	130	130	0	0	0	0	0	0	Rp -	Rp 5,590.00	Rp -	Rp -	Rp 5,590.00
13	13	130	0	0.3330	38	38	0	92	92	1	1	272	1	14	16	Rp 15,500.00	Rp 3,956.00	Rp -	Rp 30,000.00	Rp 49,456.00
14	14	92	0	0.4077	41	41	0	88	88	0	0	0	0	0	0	Rp -	Rp 3,784.00	Rp -	Rp -	Rp 3,784.00
15	15	88	0	0.6540	52	52	0	36	36	1	1	328	1	32	94	Rp 15,500.00	Rp 1,948.00	Rp -	Rp 30,000.00	Rp 47,048.00
16	16	36	328	0.8948	67	67	0	297	297	0	0	0	0	0	0	Rp -	Rp 12,771.00	Rp -	Rp -	Rp 12,771.00
17	17	297	0	0.9861	83	83	0	214	214	0	0	0	0	0	0	Rp -	Rp 9,202.00	Rp -	Rp -	Rp 9,202.00
18	18	214	0	0.4416	43	43	0	171	171	1	0	0	0	0	97	Rp 15,500.00	Rp 7,353.00	Rp -	Rp -	Rp 22,853.00
19	19	171	0	0.0164	9	9	0	162	162	0	0	0	0	0	0	Rp -	Rp 6,966.00	Rp -	Rp -	Rp 6,966.00
20	20	162	0	0.9103	60	60	0	102	102	0	0	0	0	0	0	Rp -	Rp 4,386.00	Rp -	Rp -	Rp 4,386.00
21	21	102	0	0.2106	32	32	0	70	70	1	1	234	1	98	100	Rp 15,500.00	Rp 3,010.00	Rp -	Rp 30,000.00	Rp 48,510.00
22	22	98	70	0.1752	30	30	0	334	334	0	0	0	0	0	0	Rp -	Rp 14,362.00	Rp -	Rp -	Rp 14,362.00
23	23	334	0	0.8410	62	62	0	272	272	0	0	0	0	0	0	Rp -	Rp 11,696.00	Rp -	Rp -	Rp 11,696.00
24	24	272	0	0.0043	1	1	0	271	271	1	0	0	0	103	0	Rp 15,500.00	Rp 11,653.00	Rp -	Rp -	Rp 27,153.00
25	TOTAL	4808			4671	4671	0									Rp 527,000.00	Rp 832,179.00	Rp -	Rp 480,000.00	Rp 1,839,179.00
26				MEAN	46.71			194												
27				SD	20.25858															

Tabel 5. R, S, dan s untuk masing-masing jenis produk

Item	Decision Variable	Retailer 1	Retailer 2	Retailer 3	Distribution Center
A	R	3	2	3	2
	S	364	168	247	1077
B	S	152	32	83	589
	R	3	3	3	2

Item	Decision Variable	Retailer 1	Retailer 2	Retailer 3	Distribution Center
	S	487	179	219	1002
	S	50	16	28	648
C	R	3	3	3	2
	S	332	185	208	1396
	S	120	66	58	931
D	R	3	3	3	2
	S	469	201	196	1260
	S	116	28	37	612
E	R	3	3	3	2
	S	486	195	1251	1929
	S	208	60	695	962
F	R	2	3	3	2
	S	563	199	312	1288
	S	56	32	108	541
G	R	2	3	3	2
	S	358	161	249	1235
	S	58	34	90	774
H	R	3	3	3	2
	S	349	130	265	1205
	S	145	24	112	855

Tabel 6. Total biaya, *service level* dan rata-rata persediaan pada DC dan *retailer*

Keterangan	Distribution Center	Retailer 1	Retailer 2	Retailer 3	TOTAL
<i>Purchasing Cost</i>	Rp 780,870,791.98				Rp 780,870,791.98
<i>Review Cost</i>	Rp 1,200,000.00	Rp 4,712,000.00	Rp 4,464,000.00	Rp 4,216,000.00	Rp 14,592,000.00
<i>Holding Cost</i>	Rp 15,051,661.32	Rp 7,317,534.00	Rp 2,841,686.00	Rp 5,544,635.00	Rp 30,755,516.32
<i>Stockout Cost</i>	Rp 2,087,000.00	Rp 234,000.00	Rp 38,000.00	Rp 178,000.00	Rp 2,537,000.00
<i>Ordering Cost</i>	Rp 6,561,000.00	Rp 2,730,000.00	Rp 1,060,000.00	Rp 2,280,000.00	Rp 12,631,000.00
<i>Total Cost</i>	Rp 805,770,453.38	Rp 14,993,534.00	Rp 8,403,686.00	Rp 12,198,635.00	Rp 841,366,308.38
<i>Average Inventory</i>	653.62	218.62	96.12	227.5	
<i>SLU</i>	99.23%	99.51%	99.72%	99.62%	

Kesimpulan

Dari pembuatan model *spreadsheet* yang telah dilakukan, maka diperoleh model *spreadsheet* untuk optimasi pengendalian persediaan baru yang didasarkan pada sistem (R, s, S). Perbandingan dari model *spreadsheet* sistem (R, s, S) yang dibuat dengan model *spreadsheet* yang didasarkan pada *Periodic review order up to level (R, S)* ditunjukkan pada Tabel 7. berikut ini.

Tabel 7. Perbandingan model *spreadsheet* yang dibuat dengan model (R, S)

Kriteria	Sistem (R, S)	Sistem (R, s, S)
Variabel keputusan	<i>Periodic review (R), Maximum inventory (S)</i>	<i>Periodic review (R), Maximum inventory (S), Minimum inventory (s)</i>
Pengecekan posisi inventori dan pemesanan	Setiap interval R periode dilakukan pengecekan dan pemesanan untuk menaikkan posisi inventori hingga level S	Setiap interval R periode dilakukan pengecekan, jika posisi persediaan di bawah <i>Minimum inventory (s)</i> maka dilakukan pemesanan yang cukup untuk menaikkan posisi inventori hingga level S. Jika posisi persediaan di atas s, tidak dilakukan apapun hingga <i>review</i> yang selanjutnya
<i>Total relevant cost</i> tiap periode terdiri dari	Biaya simpan dan biaya <i>backorder</i> (biaya pesan dianggap sebagai <i>fixed cost</i>), serta biaya pembelian pada tingkat DC	Biaya <i>review</i> , biaya simpan, biaya <i>stockout</i> dan biaya pesan, serta biaya pembelian pada tingkat DC
Biaya <i>stockout</i> diukur berdasarkan	Ongkos pengadaan darurat (<i>backorder</i>)	Kuantitas yang tidak dapat terpenuhi (<i>los sales</i>)
Kemungkinan	Terjadi pada periode <i>lead</i>	Terjadi pada periode <i>lead time</i> dan juga selama periode antar

Kriteria	Sistem (R, S)	Sistem (R, s, S)
Stockout	time dan juga selama periode antar pemesanan	pemesanan
Persediaan pengaman	Lebih besar dari model (R, s, S), sehingga menyebabkan biaya simpan menjadi besar	Kecil, karena pemesanan dilakukan hanya jika persediaan berada pada level minimum (s)

Kelemahan dari optimasi pengendalian persediaan produk menggunakan *spreadsheet modeling* dimana optimasi dilakukan dengan *Premium Solver* dari *Microsoft Excel* ini adalah hasil optimal yang diperoleh dapat terjebak dalam optimal lokal. Sehingga perlu adanya penelitian lanjutan untuk mengembangkan *add-in spreadsheet* yang dapat memberikan hasil yang optimal.

Daftar Pustaka

- Bahagia, S. N., (2003), "*Sistem Inventory*", Laboratorium Perencanaan Optimasi Sistem Industri Departemen Teknik Industri Institut Teknologi Bandung
- Herjanto, E., (1999), "*Manajemen Produksi & Operasi*", PT. Gramedia Widiasarana Indonesia
- Indrianti, N. T. M. dan Isa S. T., (2001), "Model Perencanaan Kebutuhan Bahan dengan Mempertimbangkan Waktu Kadaluwarsa Bahan" *Jurnal Media Teknik*, No. 2 Tahun XXIII
- Johns, D.T. dan Harding, H.A., (2001), "*Manajemen Operasi Untuk Meraih Keunggulan Kompetitif*", PT. Ikrar Mandiri Abadi
- Nasution, A. H., (2003), "*Perencanaan & Pengendalian Produksi*", Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Prayogo, D.N., (2005), "Optimasi Sistem Inventori Dalam Two Echelon Menggunakan Spreadsheet Modeling" *Proceedings Seminar Nasional Pemodelan Sistem 2005*, Institut Teknologi Bandung, pp. 40-48
- Silver, E. A., Pyke, D. F. and Peterson, R., (1998), "*Inventory Management and Production Planning and Scheduling*", John Wiley & Sons, Inc
- Yamit, Z., (1999), "*Manajemen Persediaan*", Ekonisia Fak. Ekonomi UII.
- Yamit, Z., (2002), "*Manajemen Produksi dan Operasi*", Ekonisia Fak. Ekonomi UII.
- Zulfikarijah, F., (2005), "*Manajemen Persediaan*", UMM Press.