

PENGENDALIAN PERSEDIAAN BARANG DENGAN DEMAND DAN LEAD TIME YANG BERSIFAT PROBABILISTIK DI UD. SUMBER NIAGA

Ferry Oktavianus¹⁾, Dian Retno Sari Dewi²⁾, Ignatius Jaka Mulyana²⁾
E-mail: ferryoktavianus@yahoo.com

ABSTRAK

UD. Sumber Niaga merupakan badan usaha yang bergerak dalam bidang ritel. Permasalahan yang sering terjadi pada perusahaan ini adalah pada jumlah persediaan barang yang tidak terencana akibat tidak adanya sistem pemesanan, sehingga pengaturan persediaan barang menjadi tidak terkontrol. Hal ini berpengaruh terhadap besarnya tingkat biaya pesan dan biaya lost sales yang dikeluarkan. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan persediaan barang, sehingga kontinuitas proses bisnis terjamin, sehingga perusahaan dapat melakukan penghematan untuk mendapatkan keuntungan yang lebih besar. Metode yang digunakan adalah metode jointly order dengan demand dan lead time yang bersifat probabilistik untuk mencari reorder point, jumlah, dan frekuensi pemesanan optimal dengan biaya yang minimum. Dengan menggunakan metode jointly order, pemesanan dapat dilakukan secara bersamaan digabungkan menjadi satu, sehingga biaya pesan dapat ditekan sekecil mungkin. Selain itu, dengan mengetahui frekuensi dan jumlah pemesanan, maka sistem pemesanan dapat dilakukan secara teratur. Hal ini berguna untuk memudahkan proses pengaturan persediaan barang di gudang. Dengan metode awal perusahaan, biaya simpan memang dapat ditekan sekecil mungkin, tetapi hal ini berdampak pada membengkaknya biaya lost sales dan biaya pesan secara keseluruhan. Berbanding terbalik dengan metode awal, penggunaan metode jointly order mempunyai biaya simpan yang lebih besar, tetapi dapat menghemat biaya lost sales dan biaya pesan secara keseluruhan.

Kata kunci: probabilistik, demand, lead time, biaya simpan, lost sales, jointly order, reorder point

PENDAHULUAN

UD. Sumber Niaga adalah salah satu badan usaha komersial yang melayani pembelian baik itu grosir maupun eceran. Selama ini pemesanan barang belum memiliki sistem untuk menentukan jumlah dan waktu pemesanan yang tepat dan hanya dilakukan saat persediaan sudah hampir habis atau telah habis. Hal ini menyebabkan persediaan yang terdapat dalam gudang sering mengalami kekurangan atau kelebihan dalam memenuhi kebutuhan konsumen. Selain itu, perusahaan juga harus mengeluarkan biaya tambahan untuk melakukan pemesanan yang tidak direncanakan untuk persediaan yang telah habis.

Melihat masalah yang terjadi, tidak jarang perusahaan mengalami kerugian yang diakibatkan oleh *lost sales*. Oleh karena itu untuk mengatasi kendala utama tersebut perusahaan membutuhkan perencanaan dan pengendalian persediaan barang yang efektif, sehingga proses transaksi pada perusahaan tersebut dapat berjalan dengan baik dan perusahaan dapat meminimumkan biaya yang dikeluarkan secara optimal untuk mendapatkan keuntungan yang maksimum.

Tidak adanya sistem dalam pemesanan barang menyebabkan UD. Sumber Niaga melakukan pemesanan barang secara tidak teratur untuk masing-masing produk. Hal ini

menyebabkan bertambahnya biaya pemesanan yang seharusnya dapat diminimasi dengan melakukan pemesanan beberapa produk pada saat yang bersamaan. Metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah yang terjadi adalah dengan metode *jointly order*. Metode ini adalah suatu metode pemesanan yang dilakukan secara bersamaan untuk beberapa macam produk yang berbeda. Dengan demikian, metode ini dapat mengakomodasi pemecahan permasalahan yang timbul dalam perencanaan persediaan barang di UD. Sumber Niaga.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Persediaan

Berdasarkan pendapat para ahli, dapat didefinisikan bahwa persediaan adalah semua bahan yang disimpan dan digunakan untuk memenuhi permintaan konsumen^[1]. Bahan-bahan tersebut dapat berupa bahan baku, barang setengah jadi, maupun barang jadi yang siap dipasarkan.

Variable Demand dan Variable Lead time

Dalam kenyataan, *lead time* dan *demand* tidak dapat dinyatakan secara pasti menjadi suatu hal yang deterministik^[2]. Dengan demikian, *lead time* dan juga *demand* harus dinyatakan sebagai suatu variabel yang

¹⁾ Mahasiswa di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

²⁾ Staf Pengajar di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

memiliki sifat probabilistik. Tentu saja tingkat kekompleksan masalah akan meningkat.

Jika *leadtime* dan *demand* merupakan distribusi yang *independent*, maka rata-rata dan variansi dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \bar{M} &= \bar{DL} \\ \sigma^2 &= \bar{L}\sigma_D^2 + \bar{D}^2\sigma_L^2 \end{aligned} \quad (1)$$

dengan:

- \bar{L} = Rata-rata waktu *lead time* (hari)
- \bar{D} = Rata-rata *demand* per hari
- σ_D = Standar deviasi dari distribusi *demand*
- σ_L = Standar deviasi dari distribusi *lead Time*
- σ = Standar deviasi *demand* selama *lead Time*
- \bar{DL} = Rata-rata *demand* selama *lead time*

Jika *demand* dan *lead time* memiliki distribusi yang tidak *independent*, maka rata-rata dan variansi *demand* selama *lead time* dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \bar{M} &= \bar{DL} \\ \sigma^2 &= \bar{L}\sigma_D^2 + \bar{D}^2\sigma_L^2 + \sigma_D\sigma_L \end{aligned} \quad (2)$$

Untuk jumlah pemesanan dengan diketahuinya *stockout cost*, maka jumlah pemesanan dan kapan pemesanan kembali dilakukan dengan situasi yang tidak tentu atau probabilistik, maka penentuannya sebagai berikut:

a. Terjadi *Backorder*

$$\text{Economic Order Quantity } (Q^*) = \sqrt{\frac{2CR}{H}} \quad (3)$$

Reorder Point (B^*):

$$\text{Stockout cost per Unit } \{P(M>B)\} = \frac{HQ}{AR} \quad (4)$$

b. Terjadi *Lost Sale*

$$\text{Economic Order Quantity } (Q^*) = \sqrt{\frac{2CR}{H}} \quad (5)$$

Reorder Point (B^*):

$$\text{Stockout cost per Unit} = \frac{HQ}{AR + HQ} \quad (6)$$

dengan:

- C = *Ordering cost* (Rp)
- R = Rata-rata *demand* (unit).
- H = *Holding cost* (Rp) = $P \times F$
- Q = Jumlah barang yang dipesan (unit)
- A = *Lost sale cost* (Rp)
- $P(M>B)$ = *Probability of a stockout*
- G = *Backordering cost per outage* (Rp)
- P = Harga per unit (Rp)
- F = Persentase pемbandingan

- M_a = *Level lead time demand* yang diterima (unit)
- \bar{M} = Rata-rata *lead time demand* (unit)

Untuk mengetahui berapa kali pemesanan yang optimal dapat dilakukan oleh perusahaan dalam kurun waktu satu periode serta *safety stock* yang disediakan dalam gudang, maka digunakan persamaan sebagai berikut:

$$m^* = \frac{R}{Q^*} \quad (7)$$

$$\text{Safety stock} = S = M_a - \bar{M} \quad (8)$$

$$\text{Total biaya} = \text{Stockout cost} + \text{Holding cost} \quad (9)$$

Pengelompokan Berdasarkan Interval Kelas

Langkah-langkah yang dilakukan untuk pengelompokan berdasarkan interval kelas adalah:

1. Perhitungan *range* atau jangkauan
Dalam tahap ini dicari selisih antara nilai tertinggi dengan nilai terendah.
2. Perhitungan Jumlah kelas
Dalam tahap ini dicari jumlah kelas yang dapat terjadi dengan persamaan:
jumlah kelas = $1 + 3,3 \log(n)$ (10)
3. Perhitungan interval kelas
Dalam tahap ini dicari interval atau jarak dalam satu kelas dengan persamaan:

$$\text{jarak kelas} = \frac{\text{range}}{\text{banyak kelas}} \quad (11)$$

Jika hasil yang diperoleh dari perhitungan di atas menunjukkan bilangan desimal, maka hasil perhitungan dibulatkan ke atas.

Pada kelas pertama, nilai batas bawah yang digunakan adalah nilai terendah dalam data yang diperoleh, sedangkan untuk batas atas dalam kelas tersebut diperoleh dari nilai terendah ditambah dengan nilai interval kelas. Nilai batas atas yang diperoleh akan digunakan untuk menjadi batas bawah pada kelas berikutnya, dengan syarat batas atas tersebut ditambah dengan satu^[3].

METODE PENELITIAN

Dimulai dengan mengelompokkan data yang telah terkumpul untuk membuat distribusi frekuensi tiap produk, tahapan selanjutnya dilakukan kombinasi *lead time* dan *demand* beserta probabilitasnya dengan tujuan untuk menentukan *probability of stockout* $P(M>B)$.

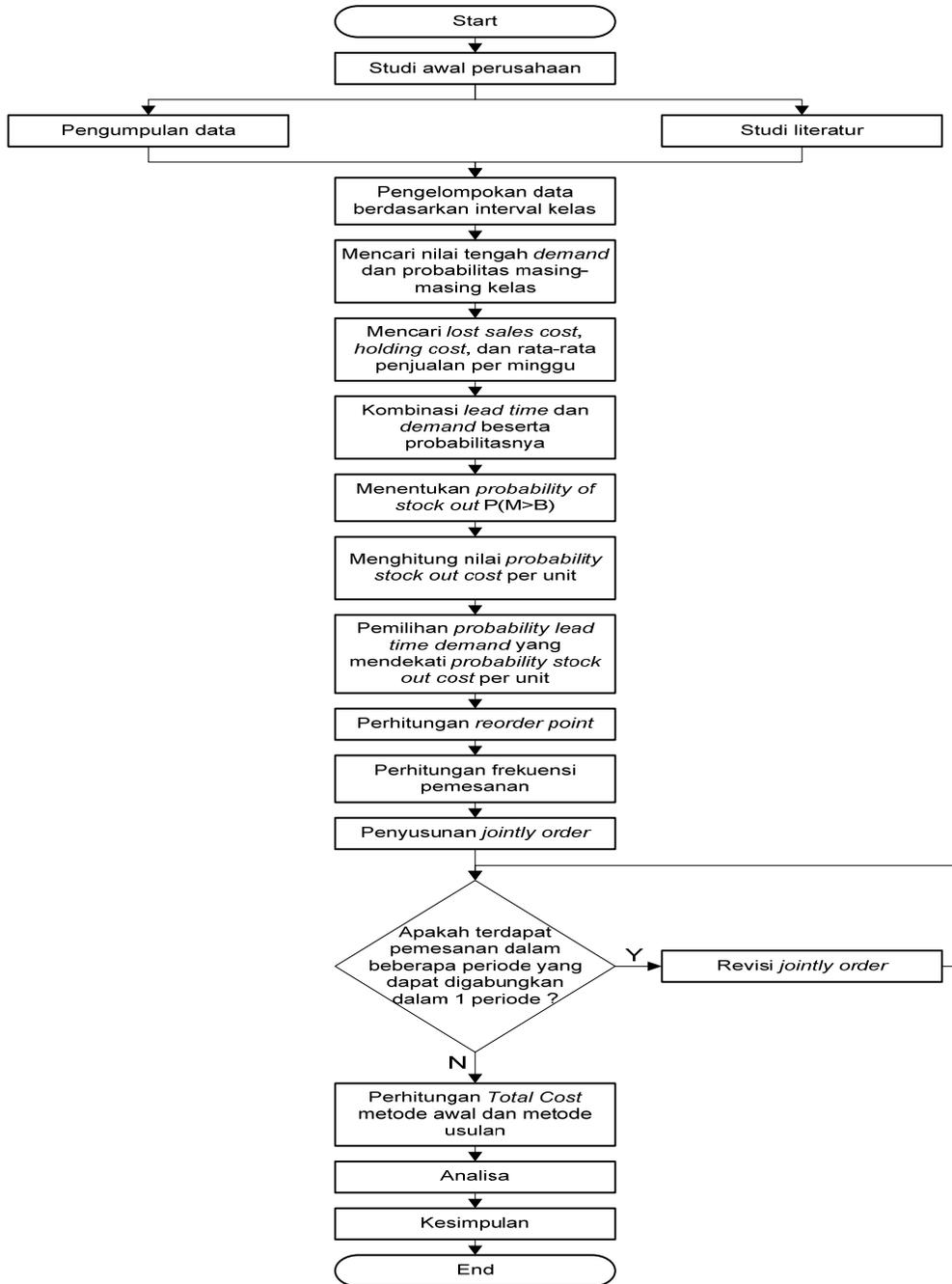
Dari nilai *probability of stockout* $P(M>B)$, dilakukan pemilihan *probability lead time demand* yang mendekati *probability stockout cost per unit*. Setelah didapatkan nilai

yang mendekati *probability stockout cost per unit*, dihitung: nilai *reorder point*, frekuensi pemesanan, dan jumlah pemesanan tiap produk.

Dengan mengetahui nilai *reorder point*, frekuensi dan jumlah pemesanan dapat dilakukan penyusunan *jointly order*. Penyusunan *jointly order* dilakukan dengan melihat apakah terdapat pemesanan beberapa produk yang bisa digabungkan menjadi satu pemesanan, hal ini dilakukan terus sehingga tidak terdapat lagi pemesanan yang bisa digabungkan.

Perhitungan *total cost* dilakukan setelah tabel *jointly order* selesai dibuat. *Total cost* dihitung dari: biaya pesan, biaya simpan, dan biaya *lost sales* baik dari metode awal maupun metode usulan sebagai bahan perbandingan.

Tahapan akhir dari metode penelitian adalah menganalisis dan mengambil kesimpulan dari pengolahan data yang telah dibuat. Untuk memperjelas tahapan dari metode penelitian, pada Gambar 1 berikut ini disajikan diagram alir metode penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data

Pengamatan dilakukan selama Juli 2007-Juli 2008 yaitu selama 52 periode di UD. Sumber Niaga yang terletak di Jalan Suryagandamana 9, Kotabaru, Kalimantan Selatan. Data yang dikumpulkan adalah data probabilitas *lead time*, data harga jual, dan harga beli produk, serta data *demand* produk selama 52 periode.

UD. Sumber Niaga mempekerjakan 9 orang karyawan untuk membantu menjalankan proses bisnisnya berjalan dengan lancar. Karyawan-karyawan itu terdiri dari: 2 orang juru antar, 1 orang penjaga gudang, 5 orang pelayan toko, dan 1 orang kasir. Tugas masing-masing karyawan adalah sebagai berikut:

1. Juru antar:
 - a. Mengantar barang kepada konsumen;
 - b. Melakukan penagihan kepada konsumen;
 - c. Merawat kendaraan yang digunakan untuk mengantar barang.
2. Penjaga gudang:
 - a. Bertanggung jawab terhadap proses masuk dan ke luarnya barang di gudang;
 - b. Melakukan pengaturan posisi barang di gudang agar barang mudah diambil;
 - c. Bertanggung jawab terhadap jumlah dan kondisi barang di gudang.
3. Pelayan toko:
 - a. Melayani konsumen yang berbelanja di toko;
 - b. Mempersiapkan barang-barang pesanan konsumen, baik yang datang ke toko maupun yang akan diantar;
 - c. Mengatur barang yang dipajang di toko;
 - d. Mencatat rincian dan memberi harga barang yang dipesan oleh konsumen.
4. Kasir:
 - a. Menerima dan memeriksa uang hasil transaksi penjualan;
 - b. Memberikan uang kembalian kepada konsumen;
 - c. Menyiapkan uang untuk juru antar (biaya parkir, biaya perawatan kendaraan, biaya BBM);
 - d. Bertanggung jawab terhadap ke luar masuknya uang.

Proses pemesanan barang yang dilakukan kepada *supplier* dilakukan melalui 3 cara yaitu: telepon, faksimili, dan melakukan order secara langsung kepada *sales* yang datang ke toko.

Proses pembayaran pada umumnya dilakukan pada saat barang yang dipesan telah sampai di toko atau sesuai dengan jangka waktu yang telah disepakati oleh *supplier*. Pada proses pemesanan melalui telepon dan faksimili, pembayaran tagihan dilakukan dengan cara transfer melalui bank, sedangkan pemesanan melalui *sales* yang datang ke toko dilakukan pembayaran secara tunai.

PT. Mega Niaga merupakan *supplier* tunggal produk Unilever untuk UD. Sumber Niaga. Dalam setiap pemesanan yang dilakukan, pihak UD. Sumber Niaga tidak menentukan minimum order, sehingga berapapun jumlah pesanan, *supplier* selalu siap memenuhinya. *Lead time* dalam setiap pengiriman pesanan tidak selalu sama dan selalu berubah-ubah, sehingga bersifat probabilistik. Probabilitas *lead time* PT. Mega Niaga selama masa pengamatan Juli 2007-Desember 2007 (24 periode) disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Probabilitas *Lead Time*

<i>Lead time</i>		Frekuensi	Probabilitas
Hari	Minggu		
1	0,14	8	0,33
2	0,29	7	0,29
3	0,43	9	0,38

Dari Tabel 1 dapat dijelaskan bahwa selama 24 kali pemesanan, waktu pengiriman barang oleh PT. Mega Niaga selama 1 hari dilakukan sebanyak 8 kali, waktu pengiriman 2 hari sebanyak 7 kali, sedangkan waktu pengiriman 3 hari terjadi sebanyak 9 kali. Nilai probabilitas untuk masing-masing *lead time* diperoleh dari pembagian frekuensi dengan jumlah data. Sebagai contoh adalah perhitungan probabilitas untuk *lead time* 1 hari: probabilitas = $8/24 = 0,33$. Dengan cara demikian, diperoleh probabilitas untuk masing-masing *lead time* berturut-turut adalah 0,33, 0,29, dan 0,38.

Setelah data terkumpul, tahapan selanjutnya dimulai dengan menghitung: nilai minimum, nilai maksimum, dan nilai jangkauan dari data *demand* selama 1 tahun (52 minggu). Nilai minimum merupakan nilai *demand* yang paling kecil selama 52 minggu, sedangkan nilai maksimum merupakan nilai *demand* yang terbesar selama 52 minggu. Nilai jangkauan didapatkan dari jarak antara nilai minimum dengan nilai maksimum yang telah diperoleh sebelumnya. Hasil perhitungan nilai minimum, maksimum, dan jangkauan untuk masing-

masing produk disajikan pada Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Nilai Minimum, Maksimum dan Jangkauan Tiap Produk

No	Produk	Nilai Minimum	Nilai Maksimum	Jangkauan
1	A	27	118	92
2	B	31	83	53
3	C	18	42	25
4	D	12	35	24
5	E	13	42	30
6	F	12	47	36
7	G	19	71	53
8	H	18	52	35
9	I	52	190	139
10	J	48	95	48
11	K	48	96	49
12	L	24	72	49
13	M	24	47	24
14	N	24	48	25
15	O	73	343	271
16	P	85	571	487
17	Q	74	340	267
18	R	24	96	73
19	S	26	95	70
20	T	18	35	18
21	U	24	95	72
22	V	154	567	414
23	W	159	706	548
24	X	74	354	281
25	Y	85	215	131
26	Z	26	72	47
27	AA	24	72	49
28	AB	12	36	25
29	AC	24	96	73
30	AD	13	48	36
31	AE	12	53	42
32	AF	14	59	46
33	AG	12	60	49
34	AH	12	41	30
35	AI	20	71	52

Langkah selanjutnya adalah menghitung jumlah kelas berdasarkan banyaknya data yang ada. Jumlah kelas dapat dicari dengan cara: $1+ 3,3 \log(n)$; di mana n merupakan banyak data. Jumlah data yang terkumpul adalah sebanyak 52 data *demand* mingguan, sehingga nilai n dapat diganti dengan 52. Jumlah kelas = $1+3,3 \log (52) = 6,663 \approx 7$ kelas

Perhitungan interval kelas dilakukan dengan membagi jangkauan dengan jumlah kelas yang ada. Pada produk A, nilai interval kelas dihitung dengan cara: Interval kelas = $92/7 = 13,14 \approx 14$.

Tahapan yang harus dilakukan setelah perhitungan interval kelas adalah mencari nilai tengah untuk masing-masing interval tersebut.

Untuk produk A sebagai contoh perhitungan digunakan formulasi:

$$\begin{aligned} \text{Nilai tengah setiap interval} &= 14/2 = 7 \\ \text{Nilai tengah kelas pertama} &= 27+7,5-1=33,5 \\ \text{Nilai tengah kelas kedua} &= 41+7,5-1= 47,5 \\ \text{Nilai tengah kelas ketiga} &= 55+7,5-1= 61,5 \\ \text{Nilai tengah kelas keempat} &= 69+7,5-1= 75,5 \\ \text{Nilai tengah kelas kelima} &= 83+7,5-1= 89,5 \\ \text{Nilai tengah kelas keenam} &= 97+7,5-1=103,5 \\ \text{Nilai tengah kelas ketujuh} &=111+7,5-1=117,5 \end{aligned}$$

Setelah itu data *demand* per *item* dikelompokkan berdasarkan kelas-kelas yang telah terbentuk dan dicari probabilitasnya. Nilai probabilitas dapat diperoleh dengan membagi frekuensi tiap kelas dengan jumlah frekuensi *item* tersebut. Distribusi frekuensi untuk produk A disajikan pada Tabel 3 sebagai berikut.

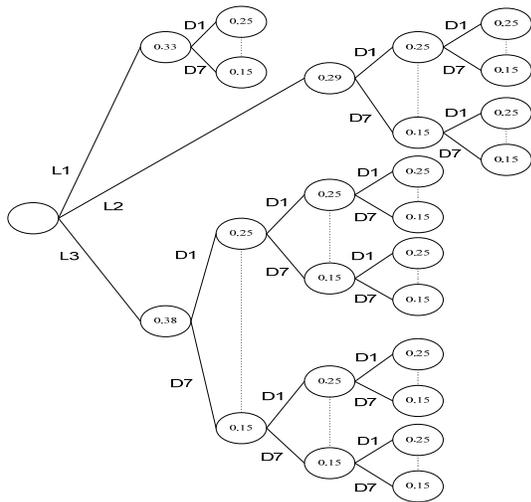
Tabel 3. Distribusi Frekuensi Produk A

Interval	Frekuensi	X	Probabilitas
27 - 40	13	33,5	0,25
41 - 54	3	47,5	0,06
55 - 68	6	61,5	0,12
69 - 82	9	75,5	0,17
83 - 96	8	89,5	0,15
97 - 110	5	103,5	0,10
111 - 124	8	117,5	0,15

Kombinasi probabilitas *lead time-demand* dimulai dengan mengkombinasikan *demand* terkecil dengan *lead time* terkecil sehingga mengkombinasikan *demand* terbesar dengan *lead time* terbesar. Kombinasi probabilitas *lead time-demand* berguna untuk mengetahui kemungkinan terjadinya permintaan dengan *demand* tertentu selama *lead time*. Berikut adalah gambar kombinasi *lead time-demand* untuk produk A sebagaimana disajikan pada Gambar 2.

Dari kombinasi sebagaimana yang disajikan pada Gambar 2, akan diperoleh hasil probabilitas *lead time-demand* produk A sebagaimana disajikan pada Tabel 4.

Dengan mengetahui data probabilitas *lead time-demand*, dapat diperoleh nilai *probability of stockout*. Nilai *probability of stockout* pada data pertama diperoleh dengan mengurangi nilai probabilitas awal (1) dengan nilai probabilitas *lead time-demand* pertama. Nilai *probability of stockout* pada data kedua diperoleh dengan mengurangi nilai probabilitas *of stockout* pada data pertama dengan nilai probabilitas *lead time-demand* kedua, demikian seterusnya. Selanjutnya dicari nilai *probability*



Gambar 2. Kombinasi *Lead Time* dan Demand Produk A

of *stockout cost* per unit yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$P(M > B) = \frac{HQ}{HQ + AR} \quad (12)$$

Biaya Simpan (*H*). Nilai biaya simpan didekati dengan nilai bunga deposito bank jika modal tersebut diinvestasikan. Biaya-biaya lain yang mempengaruhi biaya simpan dianggap tidak ada karena biaya tersebut sangat kecil untuk setiap karton per minggunya.

Bunga deposito selama satu tahun = 9%

Biaya simpan = harga beli per karton × bunga deposito per tahun

Biaya simpan = Rp. 298.332,- × 9%

Biaya simpan = Rp. 26.849,88 per karton per tahun.

Biaya *lost sales* (*A*). Biaya *lost sales* adalah hilangnya keuntungan yang seharusnya bisa diperoleh perusahaan pada saat perusahaan tidak dapat memenuhi pesanan dari konsumen.

Lost sales = harga jual – harga beli
 = Rp. 307.500,- – Rp. 298.332,-
 = Rp. 9.168,- per karton

Penjualan per tahun (*R*). Penjualan per tahun merupakan hasil penjumlahan seluruh pemesanan per minggu yang dilakukan oleh konsumen selama satu tahun (52 minggu).

Penjualan per tahun = penjualan periode ke-1 +
 penjualan periode ke-2 +
 penjualan periode ke-3 +
 ... + penjualan periode ke-52

Penjualan per tahun = 116 + 74 + 27 + ... + 32
 = 3761 unit/tahun

Penjualan per tahun = 104,472 karton/tahun

Tabel 4. Probabilitas *Lead Time-Demand* Produk A

No	Lead time demand		Prob. lead time demand
	Unit/ Minggu	Karton/ Minggu	
1	33,5	0,9306	0,08333
2	47,5	1,3194	0,01923
3	61,5	1,7083	0,03846
4	67	1,8611	0,01823
5	75,5	2,0972	0,05769
6	81	2,2500	0,00841
7	89,5	2,4861	0,05128
8	95	2,6389	0,01780
9	100,5	2,7917	0,00586
10	103,5	2,8750	0,03205
11	109	3,0278	0,02912
12	114,5	3,1806	0,00406
13	117,5	3,2639	0,05128
14	123	3,4167	0,03214
15	128,5	3,5694	0,00905
16	137	3,8056	0,03085
17	142,5	3,9583	0,01599
18	151	4,1944	0,04476
19	156,5	4,3472	0,02061
20	165	4,5833	0,02718
21	170,5	4,7361	0,02450
22	179	4,9722	0,02697
23	184,5	5,1250	0,03609
24	193	5,3611	0,02416
25	198,5	5,5139	0,03341
26	207	5,7500	0,01650
27	212,5	5,9028	0,03767
28	221	6,1389	0,00863
29	226,5	6,2917	0,03960
30	235	6,5278	0,00690
31	240,5	6,6806	0,03617
32	254,5	7,0694	0,03060
33	268,5	7,4583	0,02823
34	282,5	7,8472	0,01895
35	296,5	8,2361	0,01453
36	310,5	8,6250	0,01006
37	324,5	9,0139	0,00570
38	338,5	9,4028	0,00256
39	352,5	9,7917	0,00137

Nilai *Q* adalah jumlah produk yang dipesan setiap kali melakukan order. Jumlah pemesanan (*Q*) umumnya menggunakan minimum order sebagai patokan utama, akan tetapi karena tidak terdapat minimum order dalam kasus ini, maka nilai *Q* didekati dengan *EOQ* yang dapat dicari dengan menggunakan persamaan:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2CR}{H}} \quad (13)$$

Biaya pemesanan (*C*) merupakan biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan setiap kali melakukan order. Pada kenyataannya *supplier* tidak menetapkan biaya pemesanan pada UD. Sumber Niaga, karena biaya tersebut sudah

termasuk dalam harga beli produk. Dengan demikian biaya pemesanan dapat didekati dengan biaya faksimili yang dikeluarkan oleh UD. Sumber Niaga setiap kali melakukan pemesanan. Biaya faksimili tersebut adalah sebesar Rp. 5000,- per order. Contoh perhitungan *EOQ* untuk produk A adalah sebagai berikut:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2CR}{H}}$$

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 5000 \times 104,472}{26849,88}}$$

$$EOQ = \sqrt{\frac{2CR}{H}} = 6,24 \text{ karton/order}$$

Tahapan selanjutnya yang harus dilakukan adalah penghitungan nilai *stockout cost* per unit. Nilai ini adalah biaya per unit produk yang timbul karena adanya *stockout*. Nilai tersebut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$P(M > B) = \frac{HQ}{HQ + AR} \tag{12}$$

Contoh perhitungan nilai *stockout cost* per unit untuk produk A adalah sebagai berikut:

$$P(M > B) = \frac{26849,88 \times 6,24}{26849,88 \times 6,24 + 9168 \times 104,472}$$

$$P(M > B) = 0,1489$$

Selanjutnya dicari nilai *probability stockout cost* per unit > nilai *probability of stockout*.

Reorder point diperoleh dari hasil pembagian nilai *lead time-demand* sebagaimana disajikan dalam cetak tebal pada Tabel 5 (dalam satuan karton) dengan rata-rata *lead time*. Rata-rata *lead time* merupakan penjumlahan dari hasil perkalian antara *lead time* dengan probabilitas *lead time*.

Perhitungan *reorder point* untuk produk A adalah sebagai berikut:

$$\frac{6,5278}{(0,14 \times 0,33) + (0,29 \times 0,29) + (0,43 \times 0,38)} = 22,227$$

Frekuensi pemesanan adalah total pemesanan yang dilakukan oleh konsumen selama 52 minggu dibagi dengan nilai *reorder point*. Perhitungan frekuensi pemesanan untuk produk A adalah sebagai berikut:

$$\text{Frekuensi pemesanan} = \frac{104,472}{22,227} = 4,7 \approx 5 \text{ kali}$$

Besarnya jumlah produk yang harus dipesan untuk memenuhi permintaan konsumen selama 52 periode adalah membagi total *demand* dengan frekuensi pemesanan. Berikut ini adalah penghitungan jumlah pemesanan produk A:

$$\text{Jumlah pemesanan} = \frac{104,472}{5} = 20,89 \approx 21 \text{ karton}$$

Tabel 5. *Probability of Stockout Cost Per Unit Produk A*

No	lead time demand		prob lead time demand	P(M>B)
	unit/minggu	karton/minggu		
1	33,5	0,9306	0,08333	0,91667
2	47,5	1,3194	0,01923	0,89744
3	61,5	1,7083	0,03846	0,85897
4	67	1,8611	0,01823	0,84075
5	75,5	2,0972	0,05769	0,78305
6	81	2,2500	0,00841	0,77464
7	89,5	2,4861	0,05128	0,72336
8	95	2,6389	0,01780	0,70556
9	100,5	2,7917	0,00586	0,69970
10	103,5	2,8750	0,03205	0,66765
11	109	3,0278	0,02912	0,63853
12	114,5	3,1806	0,00406	0,63447
13	117,5	3,2639	0,05128	0,58319
14	123	3,4167	0,03214	0,55104
15	128,5	3,5694	0,00905	0,54199
16	137	3,8056	0,03085	0,51114
17	142,5	3,9583	0,01599	0,49516
18	151	4,1944	0,04476	0,45039
19	156,5	4,3472	0,02061	0,42978
20	165	4,5833	0,02718	0,40260
21	170,5	4,7361	0,02450	0,37810
22	179	4,9722	0,02697	0,35114
23	184,5	5,1250	0,03609	0,31504
24	193	5,3611	0,02416	0,29088
25	198,5	5,5139	0,03341	0,25747
26	207	5,7500	0,01650	0,24097
27	212,5	5,9028	0,03767	0,20330
28	221	6,1389	0,00863	0,19467
29	226,5	6,2917	0,03960	0,15507
30	235	6,5278	0,00690	0,14817
31	240,5	6,6806	0,03617	0,11200
32	254,5	7,0694	0,03060	0,08140
33	268,5	7,4583	0,02823	0,05317
34	282,5	7,8472	0,01895	0,03421
35	296,5	8,2361	0,01453	0,01969
36	310,5	8,6250	0,01006	0,00962
37	324,5	9,0139	0,00570	0,00393
38	338,5	9,4028	0,00256	0,00137
39	352,5	9,7917	0,00137	0,00000

Perhitungan Total Cost

Tahap awal perhitungan *total cost* dilakukan dengan membuat tabel order berdasarkan frekuensi dan jumlah pemesanan. Sebagai contoh yaitu pemesanan produk A dapat dilakukan secara optimal sebanyak 5 kali dalam 52 periode dengan jumlah pemesanan sebanyak 21 karton sebagaimana disajikan pada Tabel 6, sedangkan order usulan disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7 menunjukkan order yang telah disesuaikan dengan perhitungan yang telah dilakukan dalam pengolahan data (order

Tabel 6. Order Saat Pengamatan Juli 2007-Juli 2008

Periode	Produk A	Periode	Produk A
1	4	27	4
2	2	28	
3		29	
4	3	30	5
5		31	
6	3	32	4
7	3	33	
8		34	3
9	3	35	
10		36	4
11	4	37	
12	3	38	5
13		39	
14	4	40	
15		41	4
16	5	42	3
17		43	
18	4	44	4
19		45	
20	3	46	4
21		47	
22	5	48	
23		49	5
24	3	50	
25		51	2
26	4	52	

Tabel 7. Order Usulan

Periode	Produk A	Periode	Produk A
1	21	27	
2		28	
3		29	
4		30	
5		31	
6		32	21
7		33	
8	21	34	
9		35	
10		36	
11		37	
12		38	
13		39	
14		40	
15		41	
16		42	21
17		43	
18		44	
19		45	
20		46	
21	21	47	
22		48	
23		49	
24		50	
25		51	
26		52	

usulan). Dari order usulan yang telah dibuat, terlihat pemesanan dilakukan secara teratur baik frekuensi maupun jumlah barang yang dipesan dalam tiap pemesanan.

Dengan menggunakan data pada tabel order, selanjutnya dapat diketahui jumlah persediaan yang terdapat pada gudang setiap periode. Sebagai contoh adalah persediaan produk A dengan acuan Tabel 6 order saat pengamatan:

$$\text{Persediaan}_n = \text{Jumlah pemesanan} + \text{Sisa persediaan}_{n-1} - \text{rata-rata demand}$$

$$\text{Persediaan produk A pada periode 1} = 4 + 0 - 2,01 = 1,99$$

$$\text{Persediaan produk A pada periode 2} = 2 + 1,99 - 2,01 = 1,98$$

Perhitungan tabel persediaan barang saat pengamatan produk A dapat disajikan pada Tabel 8, sedangkan perhitungan tabel persediaan barang usulan produk A dapat disajikan pada Tabel 9.

Tabel 8. Persediaan Saat Pengamatan Juli 2007-Juli 2008

Periode	Produk A	Periode	Produk A
1	1,99	27	2,75
2	1,98	28	0,75
3	-0,03	29	-1,26
4	0,96	30	1,73
5	-1,05	31	-0,28
6	-0,05	32	1,71
7	0,94	33	-0,30
8	-1,07	34	0,69
9	-0,08	35	-1,32
10	-2,09	36	0,67
11	-0,10	37	-1,34
12	0,89	38	1,65
13	-1,12	39	-0,35
14	0,87	40	-2,36
15	-1,14	41	-0,37
16	1,85	42	0,62
17	-0,15	43	-1,39
18	1,84	44	0,60
19	-0,17	45	-1,41
20	0,82	46	0,58
21	-1,19	47	-1,43
22	1,80	48	-3,44
23	-0,21	49	-0,44
24	0,78	50	-2,45
25	-1,23	51	-2,46
26	0,76	52	-4,47

Dengan data yang berasal dari tabel persediaan (baik saat pengamatan maupun usulan) dapat diketahui biaya simpan yang akan dikeluarkan setiap produk di setiap periode, yaitu dengan mengalikan setiap nilai persediaan yang bernilai positif dengan biaya simpan produk per minggu dan biaya *lost sales* dengan

Tabel 9. Persediaan Usulan

Periode	Produk A	Periode	Produk A
1	18,99	27	8,75
2	16,98	28	6,75
3	14,97	29	4,74
4	12,96	30	2,73
5	10,95	31	0,72
6	8,95	32	19,71
7	6,94	33	17,70
8	25,93	34	15,69
9	23,92	35	13,68
10	21,91	36	11,67
11	19,90	37	9,66
12	17,89	38	7,65
13	15,88	39	5,65
14	13,87	40	3,64
15	11,86	41	1,63
16	9,85	42	20,62
17	7,85	43	18,61
18	5,84	44	16,60
19	3,83	45	14,59
20	1,82	46	12,58
21	20,81	47	10,57
22	18,80	48	8,56
23	16,79	49	6,56
24	14,78	50	4,55
25	12,77	51	2,54
26	10,76	52	0,53

Tabel 10. Biaya Simpan Pengamatan

Periode	Produk A, Rp	Periode	Produk A, Rp
1	1.028,00	28	385,05
2	1.023,31	29	0,00
3	0,00	30	892,02
4	497,59	31	0,00
5	0,00	32	882,64
6	0,00	33	0,00
7	483,52	34	356,92
8	0,00	35	0,00
9	0,00	36	347,54
10	0,00	37	0,00
11	0,00	38	854,50
12	460,08	39	0,00
13	0,00	40	0,00
14	450,70	41	0,00
15	0,00	42	319,41
16	957,66	43	0,00
17	0,00	44	310,03
18	948,29	45	0,00
19	0,00	46	300,65
20	422,56	47	0,00
21	0,00	48	0,00
22	929,53	49	0,00
23	0,00	50	0,00
24	403,81	51	0,00
25	0,00	52	0,00
26	394,43		
27	1.422,43	Total	Rp14.070,65

mengalikan setiap nilai persediaan yang bernilai negatif dengan biaya *lost sales* per minggu produk tersebut. Sebagai contoh pada produk A dengan tabel persediaan saat pengamatan.

- Periode pertama = $1,99 \times \text{Rp}516,34 = \text{Rp} 1.028,00$. Pada periode pertama persediaan bernilai positif (1,99), maka untuk mencari biaya yang dikeluarkan persediaan tersebut dikalikan dengan biaya simpan per minggu produk *Rexona Roll On 40 ml Pro Balance* (516,34).
- Periode ketiga = $0,03 \times \text{Rp} 9.168,00 = \text{Rp} 249,77$. Pada periode ketiga persediaan bernilai negatif (-0,03), maka untuk mencari biaya yang dikeluarkan persediaan tersebut dikalikan dengan biaya *lost sales* produk *Rexona Roll On 40 ml Pro Balance* (9.168). Namun sebelum dilakukan perhitungan, nilai negatif tersebut harus dimutlakkan terlebih dahulu sehingga bernilai positif.

Dengan langkah yang sama seperti di atas dilakukan perhitungan terhadap semua produk di setiap periode untuk mencari biaya simpan dan biaya *lost sales* yang akan dikeluarkan oleh setiap periode. Biaya simpan dan biaya *lost sales* pada saat pengamatan disajikan pada Tabel 10 dan Tabel 11, sedangkan biaya simpan dengan metode usulan disajikan pada Tabel 12.

Tabel 11. Biaya *Lost Sales* Pengamatan

Periode	Produk A, Rp	Periode	Produk A, Rp
1	0,00	28	0,00
2	0,00	29	11.582,44
3	249,77	30	0,00
4	0,00	31	2.580,95
5	9.584,28	32	0,00
6	499,54	33	2.747,46
7	0,00	34	0,00
8	9.834,05	35	12.081,97
9	749,31	36	0,00
10	19.168,56	37	12.248,49
11	915,82	38	0,00
12	0,00	39	3.247,00
13	10.250,33	40	21.666,26
14	0,00	41	3.413,51
15	10.416,85	42	0,00
16	0,00	43	12.748,03
17	1.415,36	44	0,00
18	0,00	45	12.914,54
19	1.581,87	46	0,00
20	0,00	47	13.081,05
21	10.916,38	48	31.500,31
22	0,00	49	4.079,56
23	1.914,90	50	22.498,82
24	0,00	51	22.582,08
25	11.249,41	52	41.001,33
26	0,00		
27	0,00	Total	Rp318.720,23

Tabel 12. Biaya Simpan Usulan

Periode	Produk A, Rp	Periode	Produk A, Rp
1	9.805,80	28	3.483,10
2	8.768,40	29	2.445,70
3	7.731,00	30	1.408,30
4	6.693,70	31	370,90
5	5.656,30	32	10.176,80
6	4.618,90	33	9.139,40
7	3.581,50	34	8.102,00
8	13.387,40	35	7.064,70
9	12.350,00	36	6.027,30
10	11.312,60	37	4.989,90
11	10.275,30	38	3.952,50
12	9.237,90	39	2.915,10
13	8.200,50	40	1.877,80
14	7.163,10	41	840,40
15	6.125,70	42	10.646,20
16	5.088,40	43	9.608,90
17	4.051,00	44	8.571,50
18	3.013,60	45	7.534,10
19	1.976,20	46	6.496,70
20	938,90	47	5.459,40
21	10.744,70	48	4.422,00
22	9.707,30	49	3.384,60
23	8.670,00	50	2.347,90
24	7.632,60	51	1.309,80
25	6.595,20	52	272,50
26	5.557,80	Total	Rp316.253,40
27	4.520,40		

Dari hasil perhitungan di atas, maka dapat diketahui biaya total yang dikeluarkan oleh UD. Sumber Niaga pada saat pengamatan untuk persediaan barang selama 52 periode sebesar Rp22.202.390,62, sedangkan biaya total yang diberikan oleh metode usulan hanya sebesar Rp 19.242.769,66 dengan penghematan mencapai Rp2.959.620,96.

Analisis Data

Dari hasil pengolahan data dapat diketahui bahwa frekuensi dengan menggunakan metode saat pengamatan selama Juli 2007-Juli 2008 lebih besar daripada frekuensi yang diajukan dengan metode usulan sebagaimana disajikan pada Tabel 13 di bawah ini.

Tabel 13. Perbandingan Frekuensi Antara Metode Pada Saat Pengamatan Dengan Metode Usulan

	Metode Saat Pengamatan	Metode Usulan	Selisih
Frekuensi	52	8	44

Pada Tabel 13 terlihat bahwa frekuensi pemesanan pada saat pengamatan adalah 52 kali, sedangkan dengan metode usulan frekuensi pemesanan hanya 8 kali dengan selisih keduanya adalah 44. Hal ini dapat terjadi karena

pada metode usulan diterapkan sistem *jointly order*, sehingga dapat meminimasi jumlah pemesanan per tahun. Dengan demikian perusahaan dapat mengurangi biaya pesan tahunan yang harus dibayar. Biaya per pesan adalah Rp5.000,00, sehingga total biaya pesan dengan menggunakan metode usulan adalah Rp 5.000,00 × 8 = Rp40.000,00, sedangkan total biaya pesan pada keadaan saat pengamatan adalah Rp5.000,00 × 52 = Rp260.000,00.

Didasarkan Tabel 14 dapat diketahui bahwa jumlah biaya yang dihasilkan secara keseluruhan dengan penggunaan metode usulan cenderung lebih kecil daripada yang dihasilkan dengan penggunaan metode saat ini, kecuali pada biaya simpan. Selisih biaya pesan antara keduanya adalah Rp220.000,00 yaitu penghematan sebesar 84,62% dari total biaya pesan yang harus dibayar dengan menggunakan metode saat pengamatan.

Tabel 14. Perbandingan Biaya Antara Metode Pada Saat Pengamatan Dengan Metode Usulan

	Metode saat pengamatan (Rp)	Metode usulan (Rp)	Selisih (Rp)
Biaya pesan	260.000	40.000	220.000
Biaya simpan	5.306.718	19.202.769	13.896.050
Biaya <i>lost sales</i>	16.635.671	0,00	16.635.671
Biaya total	22.202.390	19.242.769	2.959.620

Pada biaya simpan, selisih antara kedua metode tersebut adalah Rp13.896.050,98. Besarnya biaya simpan pada metode usulan dialokasikan untuk menghindari biaya *lost sales* yang nilainya lebih besar daripada biaya simpan, sehingga perusahaan dapat terhindar dari kerugian yang lebih besar. Sedangkan pada metode usulan, biaya simpan memang jauh lebih kecil, tetapi hal ini akan mengakibatkan besarnya biaya *lost sales* yang lebih besar.

Dengan menggunakan metode usulan tidak terjadi *lost sales*, sehingga dapat dilakukan penghematan sebesar 100% dibandingkan dengan metode awal. Secara keseluruhan, penggunaan metode usulan dapat menghasilkan penghematan selama 1 tahun sebesar:

$$\frac{2.959.620,96}{22.202.390,62} \times 100\% = 13,33\%$$

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penggunaan metode *jointly order* memberikan sistem pemesanan yang lebih baik dalam proses pemesanan di UD. Sumber Niaga;
2. Biaya simpan yang dikeluarkan pada saat pengamatan lebih rendah daripada metode yang diusulkan, akan tetapi biaya order dan biaya *lost sales* dengan metode usulan nilainya lebih rendah daripada biaya sebelum metode usulan;
3. Dengan penggunaan metode usulan, perusahaan dibebani biaya sebesar Rp19.242.769,66, sedangkan dengan penggunaan metode yang ada pada perusahaan saat pengamatan, perusahaan harus menyiapkan biaya tahunan sebesar Rp22.202.390,62, yang berarti dapat

menghemat biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan sebesar 13,33% per tahun.

Saran

Saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian ini adalah dilakukan penelitian lanjutan untuk pengembangan *software* yang dapat menampilkan jumlah persediaan di gudang untuk tiap periode beserta perkiraan jumlah *demand*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chopra, M., *Supply Chain Management Strategy, Planning, and Operation*, Hlm. 114-187, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 2001
- [2] Forgy, B. H., *Production and Inventory Management*, Hlm. 185-216, South-western Publishing Co., Ohio, 1991
- [3] Tersine, R. J., *Inventory and Material Management*, Edisi Ketiga, Hlm. 91-271, Elsevier Publishing Co., New York, 1994