

PENGENDALIAN PERSEDIAAN BARANG DENGAN PENDEKATAN *PERIODIC REVIEW* DAN *ADAPTIVE RESPOSE RATE SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING* DI ARTA SWALAYAN KEDIRI

Teguh Andriyanto

Sistem Informasi Universitas Nusantara PGRI Kediri
Jl KH. Ahmad Dahlan 76, Kota Kediri
Email : teguhae37@gmail.com

Abstrak

Dalam Supply Chain Management setiap stage dalam supply chain seringkali mengalami kesulitan untuk menentukan jumlah permintaan produk guna mengendalikan persediaan. Hal itu juga dialami oleh Arta swalayan dalam mengedalikan persediaan barang.

Dalam penelitian ini dikembangkan prototipe aplikasi untuk menentukan jumlah barang dengan pendekatan periodic review yang ditandai dengan parameter tunggal yaitu Base-Stock Level. Peramalan permintaan barang menggunakan Adaptive Respose Rate Single Exponential Smoothing (ARRSES).

Hasil pengujian peramalan dengan ukuran relatif statistik menghasilkan MAPE 32,53% atau memiliki kekuratan 67,46%. Sedangkan pengujian menggunakan tracking signal menunjukkan terdapat satu buah data yang berada diluar batas-batas pengendalian.

Kata kunci: *periodic review, adaptive respose rate single exponential smoothing*

1. Pendahuluan

Supply Chain Management (SCM) adalah pemanfaatan hubungan yang efisien dan terintegrasi antara *supplier, manufacturer, warehouse* dan *store*, dimana barang diproduksi dan distribusikan dalam jumlah, lokasi dan waktu yang benar, guna meminimalkan biaya [1]. Dalam SCM seringkali kebutuhan mengalami fluktuasi. Setiap *stage* dalam *supply chain* seringkali mengalami kesulitan untuk menentukan jumlah kebutuhan produk atau jumlah produk yang akan diproduksi. Hal ini menyebabkan ketidakpastian permintaan persediaan barang dalam *supply chain* [2]. Ketidakpastian persediaan barang tersebut kerap kali memicu terjadinya *Bullwhip Effect*, dimana terjadi penumpukan barang pada suatu *stage* atau kekurangan barang pada *stage* yang lain. *Bullwhip Effect* ini disebabkan oleh adanya kesalahan dalam pemesanan jumlah barang, serta kesalahan dalam waktu pemesanan atau pengiriman barang.

Ketidakpastian permintaan tersebut dialami oleh arta swalayan yang mengakibatkan kesulitan dalam

menentukan jumlah barang yang akan dipesan kepada *supplier*. Saat ini jumlah pemesanan barang tertentu, yang dipesan secara berkala, dihitung dengan cara yang sederhana yaitu rata-rata penjualan selama satu minggu dikalikan tujuh untuk barang yang dipesan seminggu sekali. Tentunya cara tersebut kurang optimal sehingga seringkali menyebabkan barang menumpuk di gudang.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka perlu dikembangkan sistem pengendalian persediaan barang sehingga jumlah barang yang dipesan tidak terlalu banyak yang mengakibatkan penumpukan barang di gudang, atau tidak terlalu sedikit yang mengakibatkan terjadinya kekurangan stok (*stock out*).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membangun prototipe aplikasi untuk menentukan jumlah barang yang dipesan secara periodik. Barang yang dianalisa adalah SUNLIGHT LIMER800 yang merupakan produk dari Unilever. Pemesanan barang dilakukan secara berkala yaitu satu minggu sekali pada hari sabtu. Barang akan datang dua hari berikutnya yaitu pada hari senin.

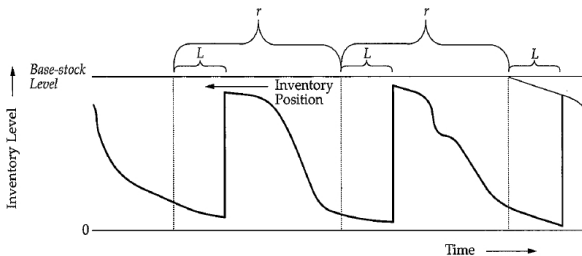
Metodologi yang digunakan adalah: (1) Wawancara dengan bagian gudang dan pembelian untuk mengetahui proses bisnis terkait dengan pemesanan barang; (2) Dokumentasi, yaitu meminta data penjualan barang SUNLIGHT LIMER800 harian selama satu bulan terakhir.

Penelitian mengenai pengendalian persediaan telah dilakukan oleh Wang (2013) [3] yang mengusulkan konsep kebijakan pengendalian persediaan pada dua level *supply chain*, satu gudang dan banyak retailer, dengan cara *periodic review*. Sementara itu, penelitian yang dilakukan Anggraini (2014) [4] dengan menggunakan pendekatan *continous review* untuk melakukan monitoring sistem distribusi antara *supplier*, dan *retailer* dengan mengambil studi kasus produk tepung dan gula. Hal serupa juga dilakukan oleh Susanti dan Sahli (2013) [5] yang telah membuat aplikasi pengendalian persediaan stok bahan baku pada sebuah toko. Aplikasi tersebut mampu menghasilkan perkiraan kebutuhan produk di suatu periode, jumlah persediaan yang ekonomis, jumlah frekuensi pemesanan, jumlah tiap kali pemesanan dan batas stok minimal untuk

melakukan pemesanan kembali sebagai informasi untuk pemilik toko melakukan pengadaan persediaan

Periodic Review Policy

Periodic review policy adalah suatu model persediaan barang dimana periode/interval pemesanannya tetap, sedangkan jumlah produk yang dipesan berdasarkan dari perhitungan jumlah produk maksimum yang harus dipenuhi [1]. Pada beberapa kondisi nyata, tingkat persediaan diperiksa secara berkala dan jumlah pemesanan yang tepat ditentukan setelah dilakukan setiap pemeriksaan tersebut. Pada *periodic review policy* biaya tetap tidak lagi memiliki peranan (dianggap nol). Kebijakan ini ditandai dengan parameter tunggal yaitu *base-stock level*. Dengan *periodic review policy* perlu ditentukan target level persediaan, *base-stock level*, dan *review period*. Gambar 1 menunjukkan tingkat persediaan pada *periodic review policy* berdasarkan waktu. Konstanta *r* merupakan *review period* yaitu interval waktu pemeriksaan terhadap tingkat persediaan, *L* adalah *lead time* yaitu waktu yang dibutuhkan sejak barang dipesan sampai datang, *AVG* adalah rata-rata kebutuhan dan *STD* adalah standart deviasi kebutuhan. Pada saat sebuah *stage* SCM melakukan pemesanan barang, hal itu akan meningkatkan posisi persediaan pada *base-stock level*. Posisi tingkat persediaan harus dapat menjaga permintaan kebutuhan sampai dengan kedatangan barang pada permintaan berikutnya yaitu *r + L* hari.



Gambar 1. Tingkat Persediaan Pada Periodic Review

Pada *base-stock level* terdapat dua komponen yaitu rata-rata permintaan selama *r + L* hari dan *safety stock*. *Safety stock* adalah stok minimal yang harus terpenuhi untuk mengamankan persediaan agar tidak terjadi kekurangan stok (*stock out*).

Rata-rata permintaan selama *r + L* hari dapat di hitung dengan persamaan (1)

$$AVG = (r+L) * A \dots\dots\dots (1)$$

Untuk menghitung *safety stock* maka diperlukan standart deviasi permintaan. Standart deviasi permintaan diperoleh dengan menggunakan persamaan (2)

$$STD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - A)^2}{(n-1)}} \dots\dots\dots (2)$$

Safety Stock dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (3)

$$s = z * STD * \sqrt{r+L} \dots\dots\dots (3)$$

Base-stock level dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (4)

$$BSL = (r+L) * AVG + z * STD * \sqrt{r+L} \dots\dots (4)$$

Keterangan:

AVG : permintaan selama *periodic review* dan *lead time*

r : *review period*

L : *lead time*

A : rata-rata data observasi (penjualan)

BSL : *base-stock level*

z : *safety factor*

STD : standart deviasi permintaan

AVG : rata-rata permintaan selama *review period* dan *lead time*

X : data observasi

n : jumlah data

s : *safety stock*

Adaptive Respose Rate Single Exponential Smoothing

Metode peramalan *Single Exponential Smoothing* memerlukan spesifikasi nilai α yang mempengaruhi nilai MAPE dan MSE. *Adaptive Respose Rate Single Exponential Smoothing* (ARRSES) memiliki kelebihan atas *Single Exponential Smoothing* (SES) dalam hal nilai α yang dapat berubah secara terkendali sesuai dengan adanya perubahan dalam pola data [6]. ARRSES bersifat adaptif karena nilai α akan berubah secara otomatis jika terdapat perubahan dalam pola data dasar.

Persamaan dasar metode ARRSES adalah sebagai berikut [1]:

$$F_{t+1} = \alpha_t X_t + (1 - \alpha_t) F_t \dots\dots\dots (5)$$

dimana

$$\alpha_{t+1} = |E_t/M_t| \dots\dots\dots (6)$$

$$E_t = \beta e_t + (1 - \beta) E_{t-1} \dots\dots\dots (7)$$

$$M_t = \beta e_t + (1 - \beta) M_{t-1} \dots\dots\dots (8)$$

$$e_t = X_t - F_t \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan:

α, β : parameter antara 0 dan 1

E_t : nilai absolut unsur kesalahan yang dihaluskan

M_t : kesalahan absolut pemulusan

e_t : kesalahan peramalan

X_t : data observasi

F_t : data peramalan

Inisialisasi data adalah sebagai berikut:

$$F_2 = X_1 \dots\dots\dots (10)$$

$$\alpha_2 = \beta \dots\dots\dots (11)$$

$$E_1 = M_1 = 0 \dots\dots\dots (12)$$

2. Pembahasan

Proses analisa stok barang SUNLIGHT LIMER800 dilakukan setiap 7 hari yaitu pada hari sabtu untuk selanjutnya dilakukan pemesanan barang. Barang akan datang 2 hari kemudian yaitu pada hari senin. Sehingga *review period* adalah 7 hari dan *lead time* adalah 2 hari. Peramalan permintaan kedepan dilakukan dengan menggunakan data penjualan 10 periode terakhir. Tiap periode adalah 9 hari penjualan terakhir. Data permintaan kedepan selama 9 hari diperoleh dari peramalan periode ke-11. Hasil peramalan kedepan

tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung *base-stock level*. Pada Persamaan (4) rata-rata permintaan selama *review period* dan *lead time* yaitu $(r + L) * AVG$ akan digantikan dengan ramalan kedepan selama *review period* dan *lead time* yaitu F_{r+L}

Sehingga Persamaan (4) dapat dituliskan kembali sebagai berikut:

$$BSL = F_{r+L} + z * STD * \sqrt{r+L} \dots \dots \dots (13)$$

Kinerja perusahaan diharapkan mampu memenuhi permintaan pelanggan sebesar 97%. Sehingga pada penelitian ini digunakan *service level* 97%. Berdasarkan Tabel 1, *service level* 97% menghasikan *service factor* 1,88.

Tabel 1. *Service level dan service factor* [1]

Service Level	95%	96%	97%	98%	99%
Service Factor	1,65	1,75	1,88	2,05	2,33

2.1 Data Penjualan

Pada penelitian ini akan dihitung ramalan permintaan selama 9 hari kedepan yaitu tanggal 29/11/2015 – 07/12/2015. Data yang digunakan adalah data penjualan harian SUNLIGHT LIMER800 pada arta swalayan kediri yang dikelompokkan menjadi beberapa periode. Setiap periode merupakan akumulasi penjualan selama 9 hari sesuai dengan jumlah *review period* dan *lead time*. Data penjualan dalam setiap periode dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. *Data Penjualan*

Periode (t)	Tanggal	Sales
1	31/08/2015 - 08/09/2015	59
2	09/09/2015 - 17/09/2015	41
3	18/09/2015 - 26/09/2015	54
4	27/09/2015 - 05/10/2015	54
5	06/10/2015 - 14/10/2015	34
6	15/10/2015 - 23/10/2015	18
7	24/10/2015 - 01/11/2015	46
8	02/11/2015 - 10/11/2015	45
9	11/11/2015 - 19/11/2015	43
10	20/11/2015 - 28/11/2015	64
11	29/11/2015 – 07/12/2015	

2.2 Peramalan Permintaan

Data penjualan yang digunakan dalam perhitungan peramalan permintaan selama *review period* dan *lead time* akan terus berubah. Nilai awal alpha atau beta digunakan 0,2. Data Tabel 3 menunjukkan proses

peramalan kebutuhan barang menggunakan ARRSSES untuk 9 hari kedepan (29/11/2015 – 07/12/2015) yaitu 48,31 pcs.

Dengan menggunakan Persamaan (5), (6), (7), (8) dan (9) perhitungan ramalan dalam Tabel 3 dapat dijelaskan dengan mengambil contoh perhitungan ramalan untuk periode 8 adalah sebagai berikut:

$$e_7 = X_7 - F_7 = 46 - 18 = 28$$

$$E_7 = \beta * e_7 + (1 - \beta) * E_6 = 0,2 * 28 + (1 - 0,2) * (-6,02) = -0,81$$

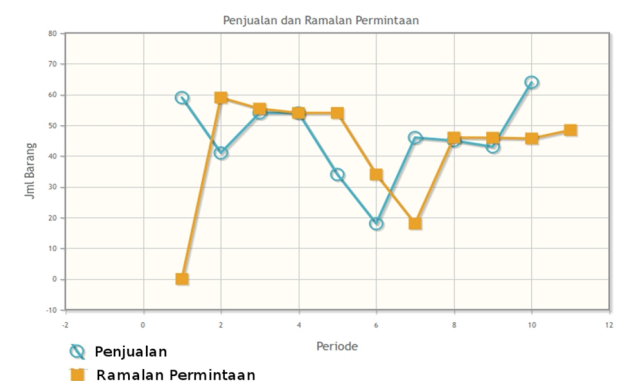
$$M_7 = \beta * e_7 + (1 - \beta) * M_6 = 0,2 * 28 + (1 - 0,2) * 8,2 = 12,01$$

$$F_8 = \alpha * X_7 + (1 - \alpha) * F_7 = 1 * 46 + (1 - 1) * 18 = 46$$

Tabel 3. *Hasil peramalan menggunakan ARRSSES*

t	Sales	Fore-cast	error	E	M	alpha
1	59					
2	41	59	-18,00	-3,60	3,60	0,20
3	54	55	-1,40	-3,16	3,16	1,00
4	54	54	0	-2,53	2,53	1,00
5	34	54	-20,00	-6,02	6,02	1,00
6	18	34	-16,00	-8,02	8,02	1,00
7	46	18	28,00	-0,81	12,01	1,00
8	45	46	-1,00	-0,85	9,81	0,07
9	43	4	-2,93	-1,27	8,44	0,09
10	64	46	18,32	2,65	10,41	0,15
11		48,31				0,25

Data penjualan dan peramalan kebutuhan dalam Tabel 3



dapat ditunjukkan dengan grafik dalam Gambar 2.

Gambar 2. Grafik Penjualan dan Ramalan Permintaan

2.2 Perhitungan Jumlah Pemesanan

Dengan menggunakan Persamaan (2), dari data penjualan dalam Tabel 1 diperoleh nilai standart deviasi yaitu 13,26. Standart deviasi harian = $13,26/9 = 1,47$. Dengan Persamaan (3) diperoleh nilai *safety stock* $s = 1,88 * 1,47 * \sqrt{7 + 2} = 8,31$
Base-stock level dihitung menggunakan persamaan (13) sebagai berikut $BSL = 48,43 + 8,31 = 57$

Stock on-hand pada tanggal 28/11/2015 adalah 5 pcs. Sehingga jumlah pemesanan dapat dihitung dari selisih antara *base-stock level* dan *stock on-hand* yaitu $57 - 5 = 52$.

2.3 Pengujian Peramalan

2.3.1 Ukuran Relatif Statistik

Pengujian peramalan menggunakan ukuran statistik relatif *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)[1].

$$PE = \frac{x_i - f_i}{x_i} * 100 \dots \dots \dots (14)$$

$$MAPE = \sum_{i=1}^n (PE) / n \dots \dots \dots (15)$$

Hasil Peramalan dalam Tabel 3 dapat dihitung nilai MAPE seperti terlihat dalam Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Kesalahan Peramalan

t	Sales	Fore-cast	Error	PE (%)	APE (%)
1	59				
2	41	59	-18,00	-43,90	43,90
3	54	55	-1,40	-2,59	2,59
4	54	54	0	0	0
5	34	54	-20,00	-58,82	58,82
6	18	34	-16,00	-88,89	88,89
7	46	18	28,00	60,87	60,87
8	45	46	-1,00	-2,22	2,22
9	43	4	-2,93	-6,82	6,82
10	64	46	18,32	28,63	28,63
Total					292,75

Perhitungan kesalahan peramalan dalam Tabel 4 dpaat dijelaskan dengan mengambil contoh perhitungan pada periode ke-5 sebagai berikut:

Dengan menggunakan Persamaan (14) diperoleh $PE_5 = (34 - 54)/34 * 100 \% = -58,82\%$

Nilai *absolute percentage error* adalah $APE_5 = |-58,82\%| = 58,82\%$

Dengan menggunakan Persamaan (15) diperoleh

$$MAPE = (43,90\% + 2,59\% + 0\% + 58,82\% + 88,89\% + 60,87\% + 2,22\% + 6,82\% + 28,63\%) / 9$$

$$= 292,75\% / 9$$

$$= 32,53\%$$

Sehingga tingkat keakuratan peramalan adalah $100\% - 32,53\% = 67,47\%$

2.3.2 Tracking Signal

Tracking signal merupakan suatu ukuran bagaimana sebuah ramalan memperkirakan nilai-nilai aktual. *Tracking signal* dihitung sebagai *running sum of the forecast error* (RSFE) dibagi dengan *mean absolute deviation* (MAD) sebagai berikut:

$$TS = \frac{RSFE}{MAD} \dots \dots \dots (16)$$

$$MAD = \frac{\sum(\text{absolute forecast error})}{n} \dots \dots \dots (17)$$

Keterangan:

n = banyaknya periode data

Tracking signal (TS) yang positif menunjukkan bahwa nilai aktual lebih besar dari ramalan, sedangkan TS negatif menunjukkan bahwa nilai aktual lebih kecil dari ramalan. TS dapat disebut “baik” jika RSFE bernilai rendah dan mempunyai *positive error* yang sama banyaknya dengan *negative error* sehingga pusat dari TS mendekati nol. Jika TS telah dihitung, maka peta kontrol TS yang memiliki batas kontrol atas dan batas kontrol bawah dapat dibangun.

Beberapa ahli sistem peramalan seperti George Plossl dan Oliver Wight menyarankan untuk menggunakan nilai TS maksimal ± 4 , sebagai batas-batas pengendali untuk TS. Jika TS berada diluar batas-batas pengendali tersebut maka model ramalan perlu ditinjau kembali, karena akurasi peramalan tidak dapat diterima.

Perhitungan *Tracking Signal* terlihat dalam Tabel 4. Pada periode ke-6 nilai TS berada diluar batas-batas pengendalian yaitu -5.

Tabel 5. Tracking Signal Peramalan

t	Sales	Fore-cast	Err	Abs Err	RSFE	MAD	TS
1	59						
2	41	59	-18,0	18,0	-18,0	18,00	-1,00
3	54	55	-1,4	1,4	-19,4	9,70	-2,00
4	54	54	0	0	-19,4	6,47	-3,00
5	34	54	-20,0	20,0	-39,4	9,85	-4,00
6	18	34	-16,0	16,0	-55,4	11,08	-5,00
7	46	18	28,0	28,0	-27,4	13,90	-1,97
8	45	46	-1,0	1,0	-28,4	12,06	-2,35
9	43	4	-2,9	2,9	-31,3	10,92	-2,87
10	64	46	18,3	18,3	-13,0	11,74	-1,11

Perhitungan dalam Tabel 5 dapat dijelaskan dengan contoh sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Err}_5 &= 34 - 54 = -20 \\ \text{AbsErr}_5 &= |-20| = 20 \\ \text{RSFE}_5 &= (-18) + (-1,4) + 0 + (-20) = -39,4 \\ \text{MAD}_5 &= (18 + 1,4 + 0 + 20) / 5 = 9,85 \\ \text{TS}_5 &= \text{RSFE}_5 / \text{MAD}_5 = -39,4 / 9,85 = -4 \end{aligned}$$

2.4 Implementasi

Proses peramalan permintaan dan perhitungan jumlah pemesanan diimplementasikan dalam software aplikasi. Form input terlihat dalam Gambar 3.

Barang	00000001	SUNLIGHT LIMER800	Q x
Review Period		7 hari	
Lead Time		2 hari	
Beta		0.2	
Lihat Kembali			

Gambar 3. Form input analisa stock

Selanjutnya setelah tombol Klik ditekan akan ditampilkan halaman analisa stok yang berisi tabel peramalan permintaan, analisa kesalahan peramalan, grafik penjualan dan ramalan permintaan serta analisa jumlah pemesanan. Analisa kesalahan peramalan menggunakan ukuran statistik standart yaitu BIAS,

Analisa Peramalan	
BIAS	-1,23
MAD	11,46
MSE	197,30
MAPE	29,40 %

MAD, MSE dan MAPE terlihat dalam Gambar 4.

Gambar 4. Analisa kesalahan peramalan

Sedangkan analisa jumlah pemesanan terlihat dalam Gambar 5.

Service level	0.97	Total Demand	458
Safety factor	1.88	Daily Standart Deviation	1.39
Lead time	2 days	Demand During Review Period & Lead Time	50.29
Review period	7 days	Safety Stock	7.82
		Base Stock Level	58
		Stock On-Hand	5
		Order Quantity	53

Gambar 5. Analisa jumlah pemesanan

Hasil peramalan menggunakan ARRSES memiliki MAPE 32,53% sehingga ttingkat keakuratan peramalan adalah 67,47%.

Hasil pengujian dengan *tracking signal* menunjukkan bahwa terdapat satu buah data yang keluar dari batas-batas pengendalian.

Daftar Pustaka

- [1] Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., Simchi-Levi, A., *Designing and Managing The Supply Chain* Third Edition. McGraw-Hill, 2000
- [2] Buchmeister, B., Friscic, D. and Palcic, I., Bullwhip Effect Study in A Constrained Supply Chain, *24th Daaam Int. Symp. Intell. Manuf. Autom.* 2013 69, 63–71, 2014,
- [3] Wang, Q., A Periodic-Review Inventory Control Policy for a Two-Level Supply Chain With Multiple Retailers and Stochastic Demand, *Eur. J. Oper. Res.* 230, 53–62, 2013.
- [4] Anggraini, H., *Thesis*, Sistem Pemantau Distribusi Stok Menggunakan Pendekatan Continuous Review dan Metode Single Exponential Smoothing, Ilmu Komputer FMIPA Universitas Gadjah Mada, 2014.
- [5] Susanti, N. and Sahli, M., Penerapan Metode Exponential Smoothing Dalam Sistem Informasi Pengendalian Persediaan Bahan Baku (Studi Kasus Toko Tirta Harum), *J. Simetris* 3, 2013.
- [6] Makridakis, S., Wheelwright, S.C., McGee, V.E., *Metode dan Aplikasi Peramalan*, Erlangga, 1995.

Biodata Penulis

Teguh Andriyanto, S.T., M.Cs, memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T), Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya, lulus tahun 2004. Memperoleh gelar Magister Computer Science (M.Cs) Program Pasca Sarjana Magister Ilmu Komputer Universitas Gadjah Maa Yogyakarta, lulus tahun 2015. Saat ini menjadi Dosen di Universitas Nusantara PGRI Kediri.

3. Kesimpulan

Penelitian ini telah menghasilkan prototipe aplikasi untuk menentukan jumlah pemesanan pada barang dengan pendekatan *periodic review* dan peramalan permintaan menggunakan *Adaptive Respose Rate Single Exponential Smoothing* (ARRSES).

