

Pengendalian Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode *Continuous Review System* (CRS) pada PT Sango Ceramics Indonesia

Namara Faurizka¹⁾, Ratna Purwaningsih²⁾

¹⁾Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Semarang, 50275, Indonesia

Email: faurizkanamara@gmail.com, ratna.tiundip@gmail.com

ABSTRAK

PT Sango Ceramics Indonesia merupakan sebuah industri yang bergerak dalam bidang produksi tableware. Dimana dalam proses produksinya terdapat beberapa bahan baku yang digunakan. Salah satu bahan baku utamanya adalah pasir silika. Berdasarkan observasi yang telah dilakukan, ditemukan bahwa tingkat persediaan bahan baku tersebut selalu berlebih. Melihat permintaan konsumen yang fluktuatif serta dengan kondisi tersebut, maka peneliti akan menentukan persediaan dengan Metode *Continuous Review System* (CRS) dengan model Q untuk menentukan berapa banyak jumlah dan waktu yang tepat dalam pemesanan bahan baku serta perhitungan jumlah biaya yang harus dikeluarkan agar lebih efisien. Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode CRS dengan model Q tersebut dihasilkan bahan baku dengan jumlah pemesanan (q_0) = 6292 kg, *Safety Stock* (ss) = 1721 kg, *Reorder Point* (r) = 11814 kg serta total biaya persediaan = Rp 3.843.606.662 / tahun. Kemudian untuk hasil perhitungan sesuai kebijakan perusahaan didapatkan jumlah pemesanan (q_0) = 6478 kg, *Safety Stock* (ss) = 5787 kg, *Reorder Point* (r) = 11881 kg dan total biaya persediaan = Rp 3.849.206.712 / tahun.

Kata kunci: *Continuous Review System*, Total Biaya Persediaan

1. Pendahuluan

Dalam proses produksi sebuah perusahaan selalu ada persediaan bahan baku yang sangat penting. Pengelolaan bahan baku menjadi hal penting untuk keberlangsungan proses produksi, dimana dengan pengelolaan yang tepat diharapkan dapat meminimalkan biaya yang harus dikeluarkan serta memaksimalkan keuntungan. Karena tanpa perencanaan maka suatu perusahaan akan mengalami ketidakseimbangan bahan baku yang dapat mengganggu keberlangsungan proses produksi. (Nasution H. , 2008). Pengendalian persediaan yang baik tentunya juga didukung oleh peramalan permintaan yang tepat. Dengan adanya peramalan maka dapat dijadikan dasar perhitungan untuk menentukan banyaknya bahan baku yang harus disediakan agar mampu memenuhi permintaan. (Ratna & Ines, 2017).

PT Sango Ceramics Indonesia adalah sebuah perusahaan industri manufaktur pembuatan produk keramik di Kota Semarang. Produk yang dihasilkan terbagi menjadi dua jenis yaitu tableware dan sanitary. Salah satu bahan baku utama untuk produk tableware adalah pasir silika. PT Sango Ceramics Indonesia telah memiliki staff yang mengontrol perhitungan persediaan, namun pada kenyataannya stok yang tersedia selalu berlebih. Dengan adanya material yang berlebih tentunya akan menimbulkan biaya penyimpanan yang lebih besar. Sehingga hal ini merupakan suatu masalah bagi PT Sango Ceramics Indonesia.

Selain itu, melihat permintaan pelanggan terhadap produknya bersifat probabilistic dimana permintaan tidak diketahui secara pasti maka metode CSR atau model Q diharapkan dapat dijadikan solusi. Permasalahan yang terjadi di perusahaan dalam pengendalian persediaan bahan baku dengan model Q akan berkaitan dengan penentuan besarnya ukuran kuantitas pemesanan, penentuan indikator saat pemesanan ulang serta penentuan besarnya cadangan pengaman yang harus disediakan untuk memenuhi permintaan yang tidak tetap (Bahagia, 2006).

2. Metode

Metodologi penelitian merupakan penjelasan tahap – tahap yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian untuk memberikan gambaran secara singkat mengenai penelitian yang dilakukan. Berikut langkah – langkah penelitian dari awal hingga akhir

a. Identifikasi Masalah

Dalam melakukan identifikasi masalah dilakukan studi lapangan dan studi literatur. Studi lapangan bertujuan untuk mendapatkan gambaran nyata terhadap masalah yang ada di PT Sango Ceramics Indonesia. Observasi awal dalam penelitian ini yaitu melakukan pengamatan langsung dan wawancara dengan kepala bagian Production Planning and Control (PPC) PT Sango Ceramics Indonesia. Dari wawancara tersebut diketahui bahwa pengendalian persediaan bahan baku selalu mengalami overstock (berlebih). Hal ini dikarenakan titik pemesanan ulang yang kurang tepat, sehingga persediaan menumpuk di gudang. Jika dibiarkan terus menerus, maka kualitas bahan baku akan menurun yang menyebabkan kualitas dari produk juga akan berkurang. Setelah dilakukan pengamatan dan wawancara langsung dilanjutkan dengan penentuan permasalahan yang ada, yaitu desain persediaan yang kurang tepat mengenai penentuan *quantity order*, *reorder point*, dan *safety stock* terhadap pengendalian persediaan baku. Kemudian studi literatur yang dilakukan pada penelitian ini yaitu kegiatan mempelajari teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan di lapangan yang akan diselesaikan dalam penelitian ini, diantaranya teori mengenai *supply chain management*. Teori-teori tersebut digunakan sebagai pedoman dalam menyelesaikan permasalahan yang ada.

b. Penentuan Ruang Lingkup Permasalahan.

Ruang lingkup permasalahan terdiri atas penentuan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, serta batasan penelitian. Latar belakang membahas tentang kompleksitas dari permasalahan yang ada, gambaran perusahaan, serta metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah. Selanjutnya, perumusan masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah penentuan mengenai *quantity order*, *reorder point*, dan *safety stock* untuk bahan baku pasir silika pada PT Sango Ceramics Indonesia. Sehingga tujuan pada penelitian ini adalah menentukan kebijakan persediaan optimal untuk meminimasi biaya persediaan berdasarkan total persediaan dan *reorder point* menggunakan Model Q dengan *Back Order*, kemudian membandingkan total persediaan pada kondisi awal dan usulan perbaikan (Nasution H. , 2003). Selain itu juga dilakukan analisis perbandingan metode probabilistic sederhana dengan metode Continuous Review System. Terakhir, agar masalah yang dibahas tidak menyimpang dari pokok permasalahan dan tujuan yang telah ditetapkan maka dilakukan pembatasan terhadap masalah yang akan diselesaikan, dimana batasan masalahnya adalah kebutuhan yang diteliti hanya berfokus pada pasir silika.

c. Pengumpulan Data

Adapun data yang dibutuhkan dalam penelitian adalah data umum perusahaan, data kebutuhan pasir silika selama bulan Januari sampai Desember tahun 2020, harga bahan baku, biaya pesan, biaya simpan, biaya kekurangan bahan baku dan *lead time* pemesanan bahan baku.

d. Pengolahan data

Pengolahan data dilakukan dengan metode Continuous Review System yang merupakan model persediaan probabilistic. Dimana model ini merupakan model persediaan yang memiliki karakteristik ketidakpastian permintaan / kedatangan pesanan. Namun nilai-nilai parameter seperti ekspektasi, variansi dan pola distribusi dapat diprediksi melalui distribusi probabilitas. (Sutrisno, 2012). Metode ini menggunakan model Q dengan *Back Order* sesuai

dengan model matematis Hadley-Within. Pencarian solusi $q0^*$ dan r^* dengan metode Hadley-Within dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Bahagia, 2006):

1. Menghitung jumlah pemesanan optimal barang dengan persamaan berikut:

$$q_{01}^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}}$$

2. Berdasarkan nilai q_{0w}^* yang diperoleh akan dapat dicari besarnya kemungkinan kekurangan inventori α dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\alpha = \frac{hq_{01}^*}{C_u D}$$

Selanjutnya dihitung nilai $r1^*$ dengan menggunakan persamaan berikut:

$$r1^* = DL + Z\alpha S\sqrt{L}$$

Dengan diketahui $r1^*$ yang diperoleh akan dapat dihitung nilai $q02^*$ dengan terlebih dahulu mencari nilai N dengan persamaan sebagai berikut:

$$N = S_L [f(Z\alpha) - Z\alpha \Psi(Z\alpha)]$$

$$q_{03}^* = \sqrt{\frac{2D(A + C_u N)}{h}}$$

3. Hitung kembali besarnya nilai α dan $r2^*$ dengan menggunakan kembali persamaan berikut:

$$r2^* = DL + Z\alpha S\sqrt{L}$$

4. Bandingkan nilai $r1^*$ dan $r2^*$. Jika harga $r2^*$ relatif sama dengan $r1^*$ iterasi selesai dan akan diperoleh $r^* = r2^*$ dan $q0^* = q02^*$. Jika tidak kembali ke Langkah c dengan menggantikan nilai $r1^*$ dengan $r2^*$ dan $q01^*$ dengan $q02^*$
5. Biaya persediaan total per tahun dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$O_T = D_p + \frac{AD}{q_0} + h \left(\frac{1}{2} q_0 + ss \right) + \frac{(C_u DN)}{q_0}$$

Keterangan:

- $q0^*$ = jumlah pemesanan barang
- r^* = reorder level
- A = biaya simpan
- D = total kebutuhan
- h = biaya simpan
- C_u = biaya kekurangan persediaan
- DL = ekspektasi permintaan selama perencanaan produksi
- $z\alpha$ = standar devias normal
- $S\sqrt{L}$ = ekspektasi permintaan selama L periode
- L = lead time
- N = ekspektasi kebutuhan yang tidak terpenuhi
- α = kemungkinan kekurangan inventori

e. Analisis dan Kesimpulan

Analisis dilakukan berdasarkan pengolahan data yang dilakukan. Analisis meliputi hasil usulan yang dilakukan oleh peneliti mengenai *quantity order*, *reorder point*, dan *safety stock* persediaan bahan baku pasir silika pada PT Sango Ceramics Indonesia dan total biaya persediaan. Selanjutnya adalah penarikan kesimpulan sesuai dengan tujuan penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

- a. Data Kebutuhan Pasir Silika

Berikut merupakan data kebutuhan pasir silika pada tahun 2020 yang dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini:

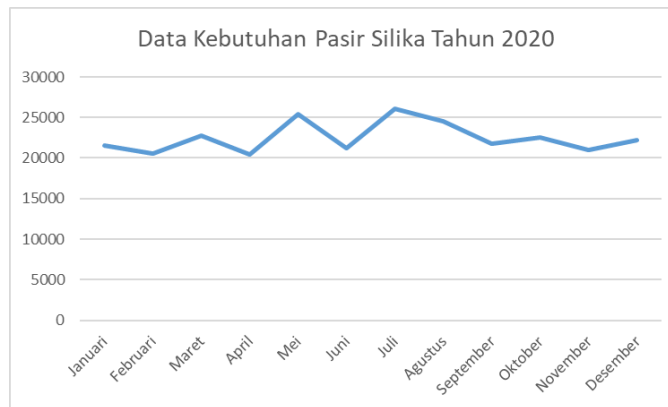
Tabel 1. Data Kebutuhan Pasir Silika

No	Bulan	Jumlah
1	Januari 2020	21500
2	Februari 2020	20600
3	Maret 2020	22800
4	April 2020	20400
5	Mei 2020	25400
6	Juni 2020	21200
7	Juli 2020	26100
8	Agustus 2020	24500
9	September 2020	21800
10	Oktober 2020	22500
11	November 2020	21000
12	Desember 2020	22200
	Total	270000

b. Peramalan

- Identifikasi Pola Historis

Berdasarkan data pemakaian kebutuhan pasir silica 2020, selanjutnya dibuat plot data untuk memilih model peramalan yang sesuai. Berikut ini adalah plot data yang dihasilkan dari data Kebutuhan pasir silika yang dapat dilihat pada gambar 1. dibawah ini:



Gambar 2. Plot Data Kebutuhan Pasir Silika

Berdasarkan Gambar 1. dapat dilihat bahwa data Kebutuhan pasir silika membentuk pola data yang fluktuatif. Jumlah pemakaian terendah terdapat pada bulan April yaitu 20400 dan tertinggi pada bulan Juli yaitu sebesar 26100. Maka model peramalan yang dapat digunakan berdasarkan plot data tersebut adalah model peramalan dengan pendekatan deret waktu (time series) menggunakan Metode Single Moving Average (SMA), Metode Weighted Moving Average, dan Metode Single Exponential Smoothing (SES).

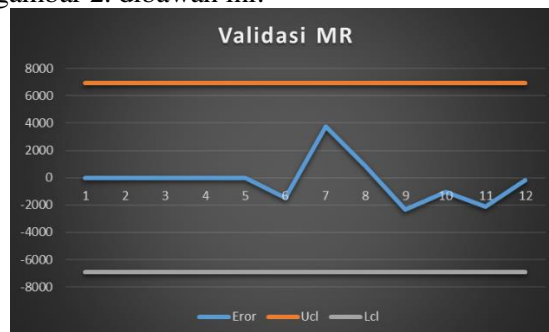
- Rekapitulasi Kesalahan Peramalan
Adapun rekapitulasi kesalahan peramalan untuk semua metode tertera pada tabel 2. dibawah ini:

Tabel 2. Rekapitulasi Kesalahan Peramalan

Metode	MAD	MSE	MAPE
Single Moving Average M3	1911,11	5198518,52	0,082
Weighted Moving Average M3	1918,52	5335432,10	0,08
Weighted Moving Average M5	1666,67	3980419,05	0,07
Single Exponential Smoothing 0,9	2251,18	7461051,42	0,10

Berdasarkan tabel 2. diketahui metode peramalan Weighted Moving Average M5 memiliki nilai kesalahan terkecil dengan nilai MAD sebesar 1666,67; MSE sebesar 3980419,05 dan nilai MAPE sebesar 0,07. Peramalan kebutuhan pasir silika dengan menggunakan metode Weighted Moving Average M5 menghasilkan nilai kesalahan terkecil dibandingkan dengan metode lainnya, serta grafik hasil peramalan kebutuhan pasir silika tersebut mengikuti pola data penjualan. Sehingga berdasarkan grafik tersebut dapat diasumsikan peramalan menggunakan Weighted Moving Average M5 lebih tepat untuk merepresentasikan kebutuhan pasir silika.

- Validasi Hasil Peramalan
Berikut merupakan hasil validasi dari metode Weighted Moving Average M5 yang dapat dilihat pada gambar 2. dibawah ini:



Gambar 2. Validasi Metode Terpilih

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat bahwa tidak ada data yang keluar dari batas UCL ataupun LCL. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data tersebut valid.

- Hasil Peramalan Kebutuhan
Berikut merupakan hasil peramalan Kebutuhan pasir silika selama 12 periode kedepan yang dapat dilihat pada tabel 3. dibawah ini:

Tabel 3. Hasil Peramalan Kebutuhan Pasir Silika

Periode	Kebutuhan
1	22647
2	22333
3	23673
4	24113

5	23540
6	23107
7	22367
8	22040
9	14573
10	8740
11	4360
12	1480
Total	212973
Rata-rata	23111

c. Parameter Perhitungan Pengendalian Persediaan

Parameter yang digunakan dalam perhitungan pengendalian persediaan adalah biaya-biaya yang telah dihitung dan biaya-biaya yang telah diketahui. Adapun rinciannya sebagai berikut:

Tabel 4. Parameter Perhitungan Biaya Persediaan

Parameter Perhitungan Biaya Persediaan		
1	Total Kebutuhan	212973 kg
2	Rata-rata Kebutuhan	23111 kg
3	Biaya Simpan	Rp 1260
4	Biaya Pembelian	Rp 18.000
5	Biaya Pemesanan	Rp 1800
6	Biaya Kekurangan Persediaan	Rp 3600
7	Leadtime	2 minggu = 14/365 0,038

d. Perhitungan Kebijakan Perusahaan

- Mencari nilai ekspektasi kebutuhan yang tidak terpenuhi (N)
Diketahui PT Sango Ceramics Indonesia akan meningkatkan service level perusahaan menjadi 99% maka nilai $Z\alpha = 3,5$ sehingga nilai $f(Z\alpha)$ dan $\psi(Z\alpha)$ dapat ditentukan sebagai berikut:

$$f(Z\alpha) = 0,0252$$

$$\psi(k) = 0,0032$$

Maka nilai N dapat dihitung sebagai berikut:

$$N = S_L [f(Z\alpha) - Z\alpha \psi(Z\alpha)]$$

$$N = (8300 \sqrt{\frac{14}{365}}) [0,0252 - (3,5 \times 0,0032)]$$

$$N = 36 \text{ kg}$$

- Ukuran pemesanan ekonomis (q_0)

$$q_0 = \sqrt{\frac{2D(A+C_u N)}{h}}$$

$$q_0 = \sqrt{\frac{2(212.973) \times (1800 + (3600 \times 34))}{1260}}$$

$$q_0 = 6478 \text{ kg}$$

- Cadangan Pengaman (SS)

$$SS = Z\alpha S\sqrt{L}$$

$$SS = 3,5 \left(8300 \sqrt{\frac{14}{365}} \right)$$

$$SS = 5787 \text{ kg}$$

- Pemesanan Ulang (r)

$$r = DL + SS$$

$$r = (212973 \times 0,038) + 3788$$

$$r = 11881 \text{ kg}$$

- Frekuensi Pemesanan (M)

$$M = \frac{D}{q}$$

$$M = \frac{212973}{6478}$$

$$M = 34 \text{ kali pemesanan / tahun}$$

- Total Biaya Persediaan

$$O_T = D_p + \frac{AD}{q_0} + h \left(\frac{1}{2} q_0 + ss \right) + \frac{C_u DN}{q_0}$$

$$O_T = (212973 \times 18000) + \frac{1800 \times 212973}{6478} + 1260 \left(\frac{1}{2} 6478 + 5787 \right) + \frac{3600 \times 212973 \times 36}{6478}$$

$$O_T = \text{Rp } 3.833.514.000 + \text{Rp } 59.177 + \text{Rp } 11.372.769 + \text{Rp } 4.260.775$$

$$O_T = \text{Rp } 3.849.206.712$$

- e. Perhitungan Menggunakan Metode Continuous Review System Back Order

Perhitungan Model CRSBO digunakan untuk menghitung kebijakan persediaan bahan baku yang optimal yang terdiri dari tiga hal yaitu berapa jumlah yang akan dipesan untuk setiap kali pemesanan dilakukan (q_0), kapan saat pemesanan dilakukan (r) dan berapa besarnya cadangan pengamanan (SS). Langkah-langkah perhitungan model CRSBO sebagai berikut:

- Iterasi 1

Langkah 1 : Hitung q_{01*}

$$q_{01*} = \sqrt{\frac{2AD}{h}} = \sqrt{\frac{2 \times 1800 \times 212973}{1260}} = 780 \text{ kg (jumlah pemesanan)}$$

Langkah 2 : Hitung α dan r_{1*}

$$\alpha = \frac{hq_{01*}}{C_u D}$$

$$\alpha = \frac{1260 \times 780}{3600 \times 212973}$$

$$\alpha = 0,0013$$

Berdasarkan tabel ekspansi parsial, untuk $\alpha = 0,0013$ diperoleh $z\alpha = 3$ maka:

$$r_{1*} = DL + Z\alpha S\sqrt{L}$$

$$r_{1*} = (212973 \times 0,038) + 3 \left(8300 \sqrt{\frac{14}{365}} \right)$$

$$r_{1*} = 12947 \text{ kg (reorder)}$$

Langkah 3 : Hitung q_{02*}

Berdasarkan tabel ekspansi parsial, untuk $\alpha = 0,0013$ maka diperoleh $f(Z\alpha) = 0,0044$ dan $\Psi(Z\alpha) = 0,00038$, sehingga N dapat dihitung sebagai berikut:

$$N = S_L [f(Z\alpha) - Z\alpha \Psi(Z\alpha)]$$

$$N = (8300 \sqrt{\frac{14}{365}}) [0,0044 - (3 \times 0,00038)]$$

$$N = 5 \text{ kg}$$

$$q_{02*} = \sqrt{\frac{2D(A + C_u N)}{h}} = \sqrt{\frac{2 \times 212973 \times (1800 + (3600 \times 6))}{1260}} = 2650 \text{ kg (jumlah pemesanan)}$$

Langkah 4 : Hitung kembali nilai α dan r_{2*}

$$\alpha = \frac{h q_{02*}}{C_u D}$$

$$\alpha = \frac{1260 \times 2650}{3600 \times 212973}$$

$$\alpha = 0,0044$$

Berdasarkan tabel ekspansi parsial, untuk $\alpha = 0,0044$ diperoleh $z\alpha = 2,6$ maka:

$$r_{2*} = DL + Z\alpha S\sqrt{L}$$

$$r_{2*} = (212973 \times 0,038) + 2,6 (8300 \sqrt{\frac{14}{365}})$$

$$r_{2*} = 12300 \text{ kg (reorder)}$$

Nilai r_{1*} dan r_{2*} masih berbeda, maka lanjut ke iterasi berikutnya sampai nilai r_{1*} dan r_{2*} sama (iterasi berhenti pada iterasi ke 5)

Hasil dari iterasi 5 sama dengan iterasi sebelumnya yaitu iterasi 4. Maka iterasi dihentikan dan lanjut ke perhitungan total biaya persediaan. Dimana berdasarkan iterasi didapatkan nilai dari beberapa parameter sebagai berikut:

$$q_{0*} = 6292$$

$$r_* = 11814$$

$$N_* = 32$$

- Frekuensi Pemesanan (M)

$$M = \frac{D}{q}$$

$$M = \frac{212973}{6292}$$

$$M = 33 \text{ kali pemesanan / tahun}$$

- Cadangan Pengaman (SS)

$$SS = Z\alpha S\sqrt{L}$$

$$SS = 1,06 (8300 \sqrt{\frac{14}{365}})$$

$$SS = 1721 \text{ kg}$$

- Total Biaya Persediaan

$$O_T = D_P + \frac{AD}{q_0} + h \left(\frac{1}{2} q_0 + SS \right) + \frac{C_u DN}{q_0}$$

$$O_T = (212973 \times 18000) + \frac{1800 \times 212973}{6292} + 1260 \left(\frac{1}{2} 6292 + 1721 \right) + \frac{3600 \times 212973 \times 32}{6292}$$

$$O_T = \text{Rp}3.843.606.662$$

Berdasarkan hasil perhitungan total biaya persediaan dari kedua model, selanjutnya dilakukan perbandingan dari kedua model. Berikut adalah tabel perbandingan total biaya persediaan untuk masing-masing model:

Tabel 5. Perbandingan Parameter Kebijakan Perusahaan dengan Metode Continuous Review System

Parameter	Kebijakan Perusahaan	<i>Continuous Review System Back Order</i>
N	36 kg	32 kg
q_0	6478 kg	6292 kg
SS	5787 kg	1721 kg
r	11881 kg	11814 kg
M	34 kali	33 kali
O_T	Rp 3.849.206.712	Rp3.843.606.662

4. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan yang didapatkan adalah sebagai berikut:

- Pengendalian persediaan metode *Continuous Review System Back Order* untuk bahan baku pasir silika memiliki *Reorder Level* (r) sebesar 11814 kg dengan Jumlah Pemesanan (Q) 6292 kg serta Safety Stock (SS) sebesar 1721 kg.
- Total biaya persediaan bahan baku pasir silika menggunakan *Metode Continuous Review System Back Order* adalah sebesar Rp3.843.606.662 per tahun. Sedangkan berdasarkan perhitungan kebijakan perusahaan, total biaya persediaan nya adalah sebesar Rp3.849.206.712. Sehingga apabila dibandingkan dengan kebijakan perusahaan, maka selisih dari keduanya adalah sebesar Rp 5.600.050.
- Model pengendalian classic / deterministik adalah model yang menganggap semua parameter telah diketahui dengan pasti. Untuk menghitung pengendalian persediaan digunakan metode EOQ (*Economic Order Quantity*), yang merupakan model persediaan sederhana dengan tujuan untuk menentukan ukuran pemesanan yang paling ekonomis. Sedangkan Metode Continuous Review System merupakan model persediaan probabilistic, yaitu model persediaan dengan karakteristik permintaan dan kedatangan pesanan yang tidak diketahui secara pasti sebelumnya, tetapi nilai ekspektasi, variansi dan pola distribusi kemungkinannya dapat diprediksi dan didekati berdasarkan distribusi probabilitas.

Daftar Pustaka

- Bahagia, S. (2006). *Sistem Inventory*.
- Nasution, H. (2003). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Nasution, H. (2008). *Perencanaan & Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Nugraha, A. (2015). Pengendalian Bahan Baku Menggunakan Metode Economic Order Quantity (EOQ) pada Family Citra Bakery. *Skripsi*.
- Sutrisno. (2012). Analisis Sistem Pengendalian Persediaan Model Probabilistik dengan Back Order Pada Perusahaan Indah Traso Medan. *Jurnal Teknik*.

LAMPIRAN

1. Metode Single Moving Average (SMA)

Contoh perhitungan:

$$SMA(3) = \frac{t_1+t_2+t_3}{3} = \frac{21500+20600+22800}{3} = 21633,33$$

$$MAD = |20400 - 21633,33| = 1233,33$$

$$MSE = |(20400 - 21633,33)^2| = 1521111,11$$

$$MAPE = \left| \frac{20400-21633,33}{20400} \right| = 0,060$$

Berikut merupakan rekap hasil peramalan menggunakan metode 3 SMA yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

T	X _t	SMA (3)	MAD	MSE	MAPE
1	21500				
2	20600				
3	22800				
4	20400	21633	1233	1521111	0,060
5	25400	21267	4133	17084444	0,163
6	21200	22867	1667	2777778	0,079
7	26100	22333	3767	14187778	0,144
8	24500	24233	267	71111	0,011
9	21800	23933	2133	4551111	0,098
10	22500	24133	1633	2667778	0,073
11	21000	22933	1933	3737778	0,092
12	22200	21767	433	187778	0,020
Jumlah		205100	17200,00	46786667	0,739
Rata-rata		22789	1911,11	5198519	0,082

2. Metode Weighted Moving Average (3WMA)

Contoh Perhitungan:

$$WMA(3) = \frac{(1)(21500)+(2)(20600)+(3)(22800)}{1+2+3} = 21850$$

$$MAD = |20400 - 21850| = 1450$$

$$MSE = |(20400 - 21850)^2| = 2102500$$

$$MAPE = \left| \frac{20400-21850}{20400} \right| = 0,071$$

Berikut merupakan rekap hasil peramalan menggunakan metode 3WMA yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

T	X _t	WMA	MSE	MAD	MAPE
1	21500				
2	20600				
3	22800				
4	20400	21850	2102500	1450	0,071
5	25400	21233	17361111	4167	0,164
6	21200	23300	4410000	2100	0,099
7	26100	22467	13201111	3633	0,139
8	24500	24350	22500	150	0,006
9	21800	24483	7200278	2683	0,123
10	22500	23417	840278	917	0,041
11	21000	22600	2560000	1600	0,076
12	22200	21633	321111	567	0,026

Jumlah	205333	48018889	17267	0,75
Rata-rata	22815	5335432	1919	0,08

3. Metode Weighted Moving Average (5WMA)

Contoh Perhitungan:

$$WMA(5) = \frac{(1)(21500) + (2)(20600) + (3)(22800) + (4)(20400) + (5)(25400)}{1+2+3+4+5} = 22646,67$$

$$MAD = |21200 - 22646,67| = 1446,67$$

$$MSE = |(21200 - 22646,67)^2| = 2092844,44$$

$$MAPE = \left| \frac{21200 - 22646,67}{21200} \right| = 0,07$$

Berikut merupakan rekap hasil peramalan menggunakan metode 5WMA yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

T	Xt	Ft	MSE	MAD	MAPE
1	21500				
2	20600				
3	22800				
4	20400				
5	25400				
6	21200	22647	2092844	1447	0,07
7	26100	22333	14187778	3767	14,43
8	24500	23673	683378	827	3,37
9	21800	24113	5351511	2313	10,61
10	22500	23540	1081600	1040	4,62
11	21000	23107	4438044	2107	10,03
12	22200	22367	27778	167	0,75
Jumlah		161780	27862933	11667	43,89
Rata-rata		23111	3980419	1667	6,27

4. Metode Single Exponential Smoothing (SES)

Contoh Perhitungan:

$$F_t = f_{t-1} + \alpha (A_t - 1 - f_{t-1})$$

$$F_2 = f_1 + \alpha (A_1 - f_1) = 21500 + 0,9 (21500 - 21500) = 21500$$

$$MAD = |20600 - 21500| = 900$$

$$MSE = |(20600 - 21500)^2| = 810000$$

$$MAPE = \left| \frac{20600 - 21500}{20600} \right| = 0,044$$

Berikut merupakan rekap hasil peramalan menggunakan metode SES yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

T	Xt	Ft	MSE	MAD	MAPE
1	21500				
2	20600	21500	810000	900	0,044
3	22800	21500	4080400	2020	0,089
4	20400	20780	4579600	2140	0,105
5	25400	22540	24245776	4924	0,194
6	21200	20476	13162384	3628	0,171
7	26100	24828	25450007	5045	0,193
8	24500	25846	1810639	1346	0,055
9	21800	23811	4044282	2011	0,092
10	22500	22609	11907	109	0,005

11	21000	22762	3105377	1762	0,084
12	22200	21322	771193	878	0,040
	Jumlah	269029	82071566	24763	1,07
	Rata-rata	22419	7461051	2251	0,10

5. Validasi Metode Terpilih

Tabel berikut merupakan validasi dari hasil peramalan yang terpilih, yakni dengan menggunakan metode Weighted Moving Average (WMA) dengan 5 periode:

Periode	X(t)	F(t)	Error	MR	MR
1	21500				
2	20600				
3	22800				
4	20400				
5	25400				
6	21200	22647	-1447		
7	26100	22333	3767	-5213	5213
8	24500	23673	827	2940	2940
9	21800	24113	-2313	3140	3140
10	22500	23540	-1040	-1273	1273
11	21000	23107	-2107	1067	1066
12	22200	22367	-167	-1940	1940
13		22040			
14		14573			
15		8740			
16		4360			
17		1480			
		Rata-rata			2595
		UCL			6903,733
		LCL			-6903,73