

Peramalan Jumlah Kebutuhan Packaging Papper Photocopy (PPC) PT. Y Menggunakan Metode Moving Avarage dan Exponential Smoothing

Nabila Tiara Albani^{1*}, Wahyudin²

^{1,2} Prodi Teknik Industri Fakultas Teknik

Universitas Singaperbangsa Karawang

Jl. H.S Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang,

Jawa Barat 41361

*Penulis Korespondensi: 2010631140147@student.unsika.ac.id

Abstract

In the era of globalization, industry and trade in Indonesia face fierce competition. Technological advances require quality human resources from formal and non-formal educational institutions with supporting facilities. This research focuses on solving safety stock problems using the Exponential Smoothing and Moving Average methods. Due to the current changing market demand, the results of data processing carried out using the Quality Management (QM) program for Windows show that the forecasting method with the Moving Average approach has the highest Mean Absolute Percentage Error (MAPE) value of 16.03%, while the Exponential Smoothing method has a MAPE value of 13.7%. So with this, the lowest MAPE value is in the forecasting method with the Exponential Smoothing approach of 13.7%.

Keywords: Demand Forecasting, Exponential Smoothing Method, Moving Average Method, MAPE, Safety Stock

Abstrak

Dalam era globalisasi, industri dan perdagangan di Indonesia menghadapi persaingan ketat. Kemajuan teknologi memerlukan sumber daya manusia berkualitas dari lembaga pendidikan formal dan non-formal dengan sarana yang mendukung. Penelitian ini fokus pada solusi permasalahan safety stock dengan menggunakan metode Exponential Smoothing dan Moving Average. Karena permintaan pasar yang berubah-ubah saat ini, Hasil pengolahan data yang dilakukan menggunakan program Quality Management (QM) untuk Windows menunjukkan bahwa metode peramalan dengan pendekatan Moving Average memiliki nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) tertinggi sebesar 16,03%, sementara metode Exponential Smoothing memiliki nilai MAPE sebesar 13,7%. Maka dengan ini nilai MAPE terendah adalah pada metode peramalan dengan pendekatan Exponential Smoothing sebesar 13,7%.

Kata Kunci: Exponential Smoothing, Moving Avarage, MAPE, Permintaan Peramalan, Safety Stock

Pendahuluan

Pertumbuhan sektor perdagangan dan industri di Indonesia menghadapi persaingan yang semakin tajam, karena dampak globalisasi. Strategi perencanaan produksi yang efektif memungkinkan perusahaan manufaktur dapat mengikuti tujuan produksi sesuai dengan kapasitas

mereka. Penyebab kegagalan pemenuhan target produksi, keterlambatan pengiriman ke pelanggan dan kehilangan kepercayaan yaitu kurangnya kapasitas produksi (Gaspersz & Vincent, 2008).

Peramalan sangat penting dalam perencanaan produksi (Qamal, 2016). Peramalan adalah proses menentukan

kondisi masa depan yang diharapkan dengan menggunakan data dari masa lalu dan saat ini.

PT. Y merupakan anak perusahaan dari Asia Pulp & Paper Group (APP). Yang mana anak dari APP selain PT. Y yaitu PT Indah Kiat Pulp and Paper, PT Pabrik Kertas Tjiwi Kimia, PT Lontar, PT Ekamas, PT Oki Pulp & Paper Mills. Asia Pulp & Paper (APP).

Sebagai perusahaan yang beroperasi dalam industri yang berorientasi pada produksi dan penjualan kertas serta produk sejenisnya, PT. Y dihadapkan pada tantangan dalam manajemen persediaan yang efisien dan efektif. Permintaan yang fluktuatif dari pelanggan, kebutuhan produksi yang beragam, serta keterbatasan dalam rantai pasok dapat berdampak pada kebutuhan akan adanya tingkat *safety stock* yang optimal (Wijaya, 2023).

Peramalan berdasarkan horizon waktu termasuk dalam beberapa kategori, menurut (Taylor, 2009).

- a. Peramalan jangka pendek berbicara tentang masa depan yang pendek (*immediate future*) dan berkonsentrasi pada aktivitas bisnis sehari-hari, seperti permintaan akan sumber daya dan kebutuhan.
- b. Peramalan jangka menengah, yang berlangsung selama satu atau dua bulan hingga satu tahun, berhubungan dengan rencana produksi tahunan dan akan menunjukkan puncak dan penurunan permintaan serta kebutuhan sumber daya tambahan untuk tahun berikutnya.
- c. Peramalan jangka panjang, yang berlangsung lebih dari satu atau dua tahun, berhubungan dengan

Macam-Macam Metode Peramalan

1. Exponential Smoothing

Pola data yang tidak stabil atau perubahannya besar dan bergejolak biasanya digunakan untuk peramalan dengan pemulusan

eksponensial. (Rachman, 2018). *Factor smoothing* (α), yang memiliki nilai antara 0 dan 1, berfungsi untuk memfokuskan pada data yang paling baru. Setiap perkiraan baru didasarkan pada hasil sebelumnya. (Herjanto, 2009).

Single exponential smoothing, *double exponential smoothing*, dan *exponential smoothing with linear trend* adalah beberapa kategori penyesuaian eksponensial. Namun pada pembahasan ini hanya membahas metode *single* dan *double exponential smoothing*. Untuk menggunakan metode ini, faktor penghalus (α) alfa harus ditentukan. Ketetapan yang biasa digunakan untuk pemilihan faktor penghalus adalah 0,05 (5%), 0,10 (10%) dan 0,20 (20%) (Apriliani et al., 2020).

2. Single Exponential Smoothing

Peramalan jangka pendek biasanya hanya satu bulan ke depan menggunakan *Single Exponential Smoothing*. Menurut model, data tidak memiliki pola pertumbuhan atau trend yang konsisten dan bergerak di sekitar nilai mean yang tetap. (Suryani et al., 2023).

Peramalan *Single Exponential Smoothing* dibuat dengan menggabungkan hasil peramalan dengan peramalan periode sebelumnya. Oleh karena itu, kesalahan dari peramalan sebelumnya digunakan untuk mengoreksi peramalan berikutnya. Sebuah rumus untuk *single smoothing eksponensial* adalah sebagai berikut (Subagyo, 2008):

$$S'_t = \alpha \cdot X_t + (1 - \alpha) \cdot S'_{t-1}$$

dimana:

S'_t = *Single Smoothing* pada periode ke-t

X_t = *Demand* pada periode ke-t

α = Koefisien pemulusan ($0 < \alpha < 1$).

$X_t + (1 - \alpha)$ = Nilai aktual time series.

S'_{t-1} = Peramalan pada waktu t-1 (waktu sebelumnya).

a. *Double Exponential Smoothing*

Metode ini biasanya digunakan untuk meramalkan data dengan trend kenaikan. (Tri Prasetyo, 2014). Pada metode *Double Exponential Smoothing* α secara *trial* dan *error*. Tahap-tahap dalam menentukan ramalan adalah sebagai berikut (Sari & Isnaini, 2021)

1) Menentukan *Smoothing* pertama (S'_t)

$$S'_t = \alpha \cdot X_t + (1 - \alpha) \cdot S'_{t-1}$$

2) Menentukan *Smoothing* kedua (S''_t)

$$S''_t = \alpha \cdot S'_t + (1 - \alpha) \cdot S''_{t-1}$$

dimana:

S'_t = *Double Exponential Smoothing*

S'_t = *Single Smoothing* pada periode ke-t

α = Koefisien pemulusan ($0 < \alpha < 1$).

$X_t + (1 - \alpha)$ = Nilai aktual time series.

S''_{t-1} = Peramalan pada waktu t-1 (waktu sebelumnya).

3) Menentukan besarnya konstanta (a)

$$a = S'_t + S'_t (S'_t - S''_{t-1})$$

$$a = 2S'_t + S''_{t-1}$$

4) Menentukan besarnya *slope*/koefisien *trend* (b)

$$b = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S'_t - S''_t)$$

5) Menentukan besarnya *forecast* (F_{t+m})

$$F_{t+m} = a_t + b_t \cdot m$$

Dimana m adalah jumlah periode ke depan yang diramalkan, sehingga F_{t+m} merupakan nilai ramalan pada periode ke-t.

3. *Moving Average*

Peramalan dengan teknik *moving average* menghitung nilai rata-rata dari jumlah data, dengan harga 1 hingga N data dihapus. Persamaan berikut dapat digunakan untuk menghitung peramalan menggunakan metode *moving average* (Susanti & Sahli, 2013):

$$MA(n) = \sum Ai/n$$

Dimana:

i : Banyak data (1,2,3.....N)

n : pembobot, angka periode rata-rata bergerak

A_i : nilai *actual* tahun ke - i

Ukuran Akurasi Peramalan

Indikator yang bertanggung jawab atas pengukuran akurasi peramalan sangat penting untuk validasi metode peramalan, terutama ketika menggunakan metode tersebut. (Nasution & Prasetyawan, 2008).

1. *Mean Absolute Deviation* (MAD)

MAD adalah nilai total absolut dari kesalahan ramalan dibagi dengan data. Dalam istilah yang lebih sederhana, ini juga dapat disebut sebagai nilai kumulatif kesalahan dibagi dengan periode.

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

2. *Mean Squared Error* (MSE)

Menurut (Gaspersz, V, 2004), Untuk menghitung nilai MAD yang telah dibahas pada sub bab sebelumnya, galat peramalan yang dikenal sebagai *error mean squared* juga dapat digunakan.

$$MSE = \frac{\sum e_i^2}{n}$$

Service Level

Dalam manajemen persediaan, tingkat layanan adalah probabilitas yang di harapkan untuk tidak melakukan *stock-out* selama siklus pengisian berikutnya atau probabilitas untuk tidak kehilangan penjualan

Dalam penelitian (Alin, 2016) tentang hubungan tingkat pelayanan dengan faktor pelayanan menghasilkan parameter faktor pelayanan terlihat pada tabel 1. dibawah ini.

Tabel 1. Parameter nilai Z dengan *Service Level*

Keputusan <i>Service Level</i>	Faktor Pelayanan (Z)
50%	0
60%	0,3
70%	0,5
80%	0,8
85%	1
90%	1,3
93%	1,5
95%	1,6
97%	1,9
98%	2,1
99%	2,3
99,99%	3,1

Sumber: (Alin, 2016)

Metodologi Penelitian

Dengan menggunakan metode kuantitatif, penelitian ini mengumpulkan data sejarah tentang produksi kemasan kertas PPC dari bulan Januari hingga Desember 2022. Selain itu, menggunakan wawancara secara langsung di lokasi.

Selanjutnya data diolah menggunakan dua teknik peramalan yang berbeda: *Exponential Smoothing* dan *Moving Average* (MA) menggunakan Program QM

Hasil dan Pembahasan

Penentuan Metode Peramalan dengan menggunakan Pola

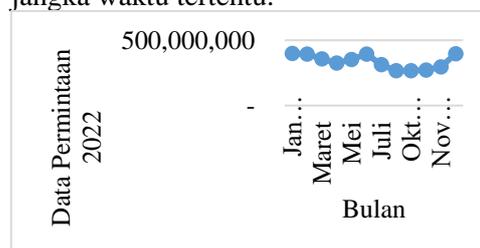
Tabel 2. Data Permintaan *Packaging Kertas PPC* pada bulan Januari 2022-Desember 2022

Bulan	Data Permintaan
Januari	398.223.884
Februari	393.376.273
Maret	356.473.973
April	324.878.284
Mei	352.657.398
Juni	394.331.176
Juli	313.364.298
Agustus	266.277.343
Oktober	267.777.967

September	272.671.056
November	295.380.376
Desember	397.201.177
Total	3.998.613.205

Sumber: (Data Primer, 2022)

Pada data di atas diubah menjadi gambar grafik yang menggambarkan fluktuasi kegiatan permintaan dari data packaging kertas PPC selama satu tahun. Gambar ini menggabungkan informasi dengan data historis permintaan selama jangka waktu tertentu.

**Gambar 1.** Grafik Permintaan *Packaging Kertas PPC* Tahun 2022
Sumber: (Data Primer, 2022)

Visualisasi grafik permintaan memperjelas bahwa pola horizontal mencirikan pola perubahan permintaan. Hal ini menggambarkan fluktuasi yang mendekati rata-rata penjualan paket kertas PPC yang naik dan turun. (Hudaningsih et al., 2020).

Sebelum pemrosesan data apa pun dapat dimulai dengan data deret waktu, pola datanya harus diuji. Data dianggap stasioner jika terdapat siklus, tren atau pola musiman, dan sebaliknya. Hal ini dipastikan melalui uji pola data.

Teknik peramalan dapat digunakan untuk menguji pola siklus ini, yang menunjukkan bahwa data stasioner berdasarkan pola grafik horizontal.

Dua metode yang telah dijelaskan pada bab-bab sebelumnya digunakan untuk melakukan pengolahan data. Metode *smoothing eksponensial* dan metode regresi linier digunakan. Hasil dari pengolahan data dengan kedua metode tersebut ditunjukkan di sini.

Metode Peramalan Exponential Smoothing

Berikut adalah perhitungan peramalan pergeseran eksponensial yang dibuat berdasarkan data historis dengan bantuan program QM untuk Windows; hasil pengolahan data peramalan menggunakan metode pergeseran eksponensial ditunjukkan di bawah ini.

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	-103592.2
MAD (Mean Absolute Deviation)	425364.2
MSE (Mean Squared Error)	320264900000
Standard Error (denom=n-2=9)	625647.5
MAPE (Mean Absolute Percent)	.137
Forecast	
next period	3412482

Gambar 2. Peramalan menggunakan metode *Exponential Smoothing alpha* 0,5

Sumber: (Penulis, 2023)

Berdasarkan gambar di atas, nilai MSE sebesar 320.264.888.124, nilai MAPE sebesar 0,1369 atau 13,7%, dan nilai MAD sebesar 425364,2. Pemulusan eksponensial menghasilkan hasil kesalahan yang sederhana dalam memprediksi, seperti yang ditunjukkan oleh hasil pengolahan data dengan MAPE sebesar 13,69%. Rata-rata deviasi maksimum dari prediksi menggunakan pendekatan pemulusan eksponensial ditampilkan pada angka ini. Selanjutnya peneliti menggunakan teknik *Moving Average*. Berikut temuan perhitungan permintaan kemasan kertas PPC menggunakan pendekatan ini, yang didasarkan pada data historis menggunakan aplikasi QM for Windows. pengolahan data peramalan menggunakan metode *Moving Avarage*.

Gambar 3. Peramalan menggunakan metode *Moving Avarage*
Sumber: (Penulis, 2023)

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	-47596.85
MAD (Mean Absolute Deviation)	504633.7
MSE (Mean Squared Error)	396566500000
Standard Error (denom=n-2=8)	704065.4
MAPE (Mean Absolute Percent)	.163
Forecast	
next period	3462908

Nilai MAD, MSE, dan MAPE pada gambar di atas berturut-turut adalah 504,634, 396,566,485,555, dan 0,163 atau 16,3%. Rata-rata deviasi terbesar yang dapat diperoleh dengan menggunakan peramalan moving average ditampilkan pada hasil pengolahan data dengan MAPE sebesar 16,3%. Hal ini menunjukkan bahwa teknik prediksi *Moving Average* memiliki proporsi ketidakakuratan yang lebih tinggi dibandingkan pendekatan *Exponential Smoothing*.

Mean Absolute Deviation (MAD), *Mean Squared Error* (MSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) adalah beberapa dari beberapa teknik yang digunakan dalam pemrosesan hasil. Dalam penelitian ini, indikator MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) digunakan untuk membandingkan hasil perencanaan produksi. Kedua teknik peramalan yang disebutkan di atas digunakan untuk menafsirkan data historis dari era sebelumnya dan memberikan temuan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Indeks ini menggambarkan tingkat kesalahan dalam memprediksi situasi tertentu, dan tabel berikutnya menyajikan perbandingan persentase MAPE dari dua metode teknik peramalan yang digunakan sebelumnya.

Tabel 3. Perbandingan Nilai Akurasi Metode Peramalan

Metode	MAD	MSE	MAPE
<i>Exponential Smoothing</i>	425364.2	320.264.888.124	13,7%
<i>Moving Avarage</i>	504.634	396.566.485.555	16,3%

Sumber: (Penulis, 2023)

Angka akurasi prediksi yang diperoleh dari kedua pendekatan tersebut ditampilkan pada Tabel 4.6. Dari data tersebut terlihat bahwa metode Exponential Smoothing mempunyai nilai error yang paling rendah yaitu dengan MAD sebesar 425364.2, MSE sebesar 320,264,888,124, dan MAPE sebesar 13.7%. Jadi MAD, MSE, dan MAPE pada teknik *Moving Average* Periode 2 masing-masing adalah 504,634, 396,566,485,555, dan 16.3%. Dengan demikian, pendekatan *Exponential Smoothing* merupakan teknik peramalan terbaik bagi PT Y.

Dengan demikian, dalam pembahasan hasil perhitungan *safety stock*, PT. Y perlu mempertimbangkan penggunaan metode *Exponential Smoothing*. Metode ini dipilih karena memiliki nilai akurasi peramalan (*error*) yang paling rendah dibandingkan dengan metode *Moving Average* dalam memprediksi perencanaan produksi produk *Packaging* Kertas PPC pada periode 2023. Dengan menggunakan metode *Exponential Smoothing*, perusahaan dapat lebih efektif mengestimasi tingkat persediaan keselamatan (*safety stock*) yang diperlukan untuk menghadapi fluktuasi permintaan dan menghindari kekurangan stok yang dapat mengganggu kelancaran proses produksi dan pelayanan kepada pelanggan.

Berikut adalah tabel perhitungan *safety stock* untuk PT. Y pada periode 2023.

Tabel 4. Perhitungan Nilai *Safety Stock* PT. Y

Service Level	Z	Std Deviasi Demand	Lead Time (Bulan)	Safety Stock
99%	2,33	576.715	3	2.284.368
98%	2,05	576.715	3	2.009.852
97%	1,88	576.715	3	1.843.181
96%	1,75	576.715	3	1.715.727
95%	1,64	576.715	3	1.607.881
94%	1,55	576.715	3	1.519.644
93%	1,48	576.715	3	1.451.015
92%	1,41	576.715	3	1.382.386
91%	1,34	576.715	3	1.313.757
90%	1,28	576.715	3	1.254.932

Sumber: (Penulis, 2023)

Kesimpulan:

Metode peramalan dengan pendekatan *moving average* memiliki nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) tertinggi sebesar 16,03%, sedangkan metode *exponential smoothing* memiliki nilai MAPE sebesar 13,7%, sesuai dengan hasil pengolahan data menggunakan program *Quality Management* (QM) untuk jendela. Hasilnya, teknik peramalan dengan pendekatan pemulusan eksponensial mempunyai nilai MAPE terendah yaitu sebesar 13,7%.

Hasilnya, dibandingkan pendekatan lainnya, metode Exponential Smoothing memiliki tingkat kesalahan yang lebih rendah. Untuk memperkirakan kebutuhan persediaan pengaman dengan berbagai fluktuasi tingkat layanan, para peneliti menyarankan untuk menggunakan metode *Exponential Smoothing* untuk memprediksi. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar tingkat layanan yang diterapkan, semakin besar pula persediaan pengaman yang diperoleh.

Daftar Pustaka

- Apriliani, A., Zainuddin, H., Agussalim, A., & Hasanuddin, Z. (2020). Peramalan Tren Penjualan Menu Restoran Menggunakan Metode Single Moving Average. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 7(6).
- Gaspersz, & Vincent. (2008). *Production Planning And Inventory Control: Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi Mrp Ii Dan Jit Menuju*

- Manufakturing* 21. Pt. Gramedia Pustaka Utama.
- Herjanto. (2009). *Manajemen Produksi Dan Operasi*. Pt. Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Hudaningsih, N., Firda Utami, S., & Ammar Abdul Jabbar, W. (2020). Perbandingan Peramalan Penjualan Produk Aknilpt.Sunthi Sepurimenggunakan Metode Single Moving Averagedan Single Exponential Smooting. *Jurnal Jinteks*, 2(1), 15–22.
- Nasution, A. H., & Prasetyawan. (2008). *Perencanaan Dan Pengendalian Produksi (Pertama Ed.)*. Graha Ilmu.
- Qamal, M. (2016). Peramalan Penjualan Makanan Ringan Dengan Metode Single Exponential Smoothing. *Jurnal Penelitian Teknik Informatika*, 8(1), 26–35.
- Rachman, R. (2018). Penerapan Metode Moving Average Dan Exponential Smoothing Pada Peramalan Produksi Industri Garment. *Jurnal Informatika*, 5(1), 211–220.
- Radasanu Alin Constantin. (2016). Inventory Management, Service Level And Safety Stock. *Journal Of Public Administration, Finance And Law*, 9, 145–153.
- Sari, R. K., & Isnaini, F. (2021). Perancangan Sistem Monitoring Persediaan Stok Es Krim Campina Pada Pt Yunikar Jaya Sakti. *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Perangkat Lunak (Jatika)*, 2(1), 151–159.
- Subagyo. (2008). *Forecasting Konsep Dan Aplikasi*. Bpfe.
- Suryani, F., Moulitas, R. A. N., & Aprilyanti, S. (2023). *Analisis Peramalan Pemasangan Internet Dengan Menggunakan Metode Single Moving Average Dan Exponential Smoothing Analysis Of Internet Installation Forecasting Using Single Moving Average And Exponential Smoothing Methods. 01*, 1–5.
- Susanti, N., & Sahli, M. (2013). Penerapan Metode Exponential Smoothing Dalam Sistem Informasi Pengendalian Persediaan Bahan Baku (Studi Kasus Toko Tirta Harum). *Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 3(1).
- Taylor. (2009). *Sains Manajemen 8th Ed*. Salemba Empat.
- Tri Prasetyo, R. (2014). Inventory Control Using Statistics Forecastingon Manufacturecompany. *Jurnal Informatika*, 2(2), 136–142.
- Wijaya, A. R. (2023). Model Prediksi Data Harga Minyak Mentah Dunia Dengan Metode Exponential Smoothing. *Buletin Ilmiah Math. Stat. Dan Terapannya (Bimaster)*, 12(1), 21–28.