Peramalan Produksi Pupuk NPK Menggunakan Metode *Moving Average, Weighted Moving Average* Dan *Exponential Smoothing* Di PT. XYZ

Forecasting NPK Fertilizer Production Using Moving Average, Weighted Moving Average and Exponential Smoothing Methods at PT. XYZ

Tuwandi Juniarto[1)*], Yasmin[2)], Budi Santoso[3)], Ahmad Noor Faiz[4)]
[1,2,3,4] Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang, Palembang, Indonesia
email: [1)]tuwandijuniarto79@gmail.com, [2)]yasmin@um-palembang.ac.id, [3)]budi_santoso@um-palembang.ac.id, [4)]ahmdnrfz0822@gmail.com

Informasi Artikel
Diterima:
Submitted:
17/12/2024

Diperbaiki:
Revised:
29/04/2025

Disetujui:
Accepted:
30/04/2025

[*)] Tuwandi Juniarto
tuwandijuniarto79@gmail.com

DOI:
https://doi.org/10.32502/integrasi.v10i1.426

Abstrak
Fluktuasi produksi pupuk NPK di PT XYZ menjadi tantangan dalam memenuhi kebutuhan pasar yang dinamis. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan metode peramalan produksi terbaik menggunakan *Moving Average*, *Weighted Moving Average*, dan *Exponential Smoothing*. Data yang digunakan berupa produksi bulanan pupuk NPK dari Januari hingga Agustus 2024. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan analisis time series. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Exponential Smoothing* menghasilkan nilai akurasi tertinggi berdasarkan indikator MAD, MSE, dan MAPE. Temuan ini menegaskan pentingnya penerapan metode adaptif dalam perencanaan produksi, serta membuka peluang pengembangan sistem *forecasting* berbasis data historis untuk mendukung efisiensi operasional di sektor industri pupuk.

Kata kunci: Peramalan, *Moving Average*, *Weight Moving Average*, *Exponential Smothing*.

Abstract
The fluctuation in NPK fertilizer production at PT XYZ presents a significant challenge in meeting dynamic market demands. This study aims to identify the most accurate production *forecasting* method by comparing the *Moving Average*, *Weighted Moving Average*, and *Exponential Smoothing* approaches. The data utilized consist of monthly NPK fertilizer production records from January to August 2024. This research employs a quantitative methodology using time series analysis. The results indicate that *Exponential Smoothing* delivers the highest *forecasting* accuracy based on MAD, MSE, and MAPE indicators. These findings underscore the critical importance of implementing adaptive *forecasting* techniques in production planning and open opportunities to develop data-driven *forecasting* systems to enhance operational efficiency in the fertilizer industry.

Keywords*: Forecasting, Moving Average, Weight Moving Average, Exponential Smothing.*

©Integrasi Universitas Muhammadiyah Palembang
p-ISSN *2528-7419*
e-ISSN *2654-5551*

Pendahuluan

Indonesia adalah negara agraris yang memiliki sumber alam yang kaya dan tenaga kerja yang melimpah, sehingga sektor pertanian mendapat prioritas utama yang mendapat perhatian dari pemerintah. Pupuk sebagai salah satu komponen penunjang pada sektor pertanian mempunyai peran yang

sangat penting bagi peningkatan usaha tani di Indonesia, hal ini karena petani telah menyadari peran pupuk pada hasil pertanian. Industri Pupuk adalah industri yang berperan dalam intensifikasi hasil pertanian dan di dalam perkembangan masih banyak mengalami kendala, berdasarkan data dari departemen pertanian bahwa kebutuhan pupuk untuk pertanian terus meningkat setiap tahunnya [1].

Berdasarkan data dari Kementerian Perindustrian, kebutuhan pupuk hayati di Indonesia diperkirakan meningkat dari 12,934 juta ton pada tahun 2011 menjadi 13,4 juta ton pada tahun 2015. Peningkatan ini disebabkan oleh pergeseran preferensi petani dari pupuk kimia ke pupuk hayati yang dianggap lebih ramah lingkungan dan efektif dalam mendukung pertumbuhan tanaman [2]. Salah satu aspek strategis perusahaan agar dapat bersaing dalam dunia bisnis adalah perencanaan tersedianya produk barang untuk memenuhi tuntutan pasar. Oleh karena itu peran seorang manajer untuk memahami dan kemampuan dalam meramalkan keadaan bisnis di masa depan sangat dibutuhkan [3].

Pertumbuhan konsumsi pupuk NPK di bidang pertanian mendorong industri untuk menekan jumlah produksi hingga mencapai batas yang ditentukan, sehingga mampu mencukupi kebutuhan akan konsumsi pupuk NPK di bidang pertanian. Penyesuaian jumlah produksi harus diimbangi dengan penyesuaian kapasitas alat-alat proses yang menunjang keberhasilan dalam pemenuhan target kapasitas [4].

PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan besar yang memproduksi berbagai macam jenis pupuk untuk kebutuhan bagi sektor pertanian. Salah satu pupuk yang di produksi oleh PT. XYZ adalah pupuk NPK. Pupuk NPK berperan penting sebagai peningkatan kualitas tanaman karena unsur hara nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang terkandung didalamnya. Pupuk Pupuk ini berbentuk padat atau cair, dan merupakan salah satu pupuk yang paling umum digunakan.

Peramalan produksi pupuk NPK (Nitrogen, Fosfor, dan Kalium) merupakan bagian penting dalam pengelolaan industri pupuk yang berperan besar dalam sektor pertanian [5]. Permintaan terhadap pupuk NPK sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola tanam, musim, kondisi cuaca, serta dinamika harga komoditas pertanian. Ketidakpastian ini menuntut perusahaan produsen pupuk untuk memiliki strategi perencanaan produksi yang matang dan berbasis data [6].

Sudah banyak penelitian yang dilakukan untuk mencari penyelesaian *forecasting* dengan tujuan meramalkan proses produksi yang akan datang. Penelitian oleh Rahmadiane (2022) mengkaji penggunaan Regresi Linear dalam memprediksi produksi tanaman pangan padi di Indonesia. Dengan menggunakan data historis, penelitian ini menemukan bahwa produksi padi diperkirakan akan mengalami penurunan sebesar 3,84% pada tahun 2023. Penelitian ini juga merekomendasikan penggunaan metode lain sebagai perbandingan untuk meningkatkan akurasi peramalan [7]. Penelitian lain yang dilakukan oleh [8], menunjukan Sebuah studi evaluatif mengenai penggunaan metode *Moving Average*, *Exponential Smoothing*, dan pendekatan Naif dalam peramalan penjualan di PT Agrinesia Raya menunjukkan bahwa penerapan metode yang tepat dapat membantu perusahaan dalam pengambilan keputusan terkait produksi. Selanjutnya penelitian [9], pada PT ABC, membandingkan tiga metode peramalan: *Moving Average*, *Exponential Smoothing*, dan *Linear Regression*. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode *Linear Regression* memiliki nilai MAPE terendah (55,82%), sehingga disarankan sebagai metode terbaik untuk meramalkan produksi part *New Granada Bowl*. Dan menurut [10] pada penelitiannya dengan menggunakan metode forecasting biaya akibat kerugian produk cacat menjadi lebih minimal dan tidak diperlukan membeli mesin baru. Sehingga keuntungan yang didapatkan juga menjadi lebih optimal.

Dengan adanya peramalan produksi tersebut manajemen perusahaan akan mendapatkan gambaran keadaan produksi di masa yang akan datang, dan akan memberikan kemudahan manajeman perusahaan dalam menentukan kebijakan yang akan dibuat oleh perusahaan [11]. Maka dari itu dalam penelitian ini, peneliti mengidentifikasi masalah tersebut dengan menggunakan metode peramalan *Moving*

Average, Weight Moving Average, dan *Exponential Smothing*. Karena metode tersebut sesuai dengan data produksi yang tersedia yaitu bersifat *Time Series.*

Sebagai salah satu pupuk yang paling banyak digunakan, NPK memiliki peran krusial dalam meningkatkan produktivitas tanaman. Oleh karena itu, memastikan ketersediaan pupuk NPK di pasar menjadi prioritas utama bagi produsen [12]. Dengan peramalan produksi yang tepat, perusahaan dapat mengantisipasi fluktuasi permintaan sehingga mampu menjaga keseimbangan antara produksi dan distribusi.

Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan teori peramalan *(forecasting)* dalam konteks industri pupuk, khususnya dengan membandingkan metode *Moving Average, Weighted Moving Average,* dan *Exponential Smoothing*. Temuan penelitian ini memperkuat argumentasi bahwa pemilihan metode *forecasting* berbasis time series yang adaptif, seperti *Exponential Smoothing*, mampu meningkatkan akurasi prediksi produksi di sektor industri dengan fluktuasi musiman tinggi. Dengan demikian, penelitian ini memperkaya referensi akademik dalam bidang manajemen produksi, operasi, dan supply chain management.

Metode

Metode yang digunakan yaitu *Forecasting* (peramalan) dengan pendekatan *Moving Average, Weight Moving Average,* dan *Exponential Smothing*, metode ini sangat cocok dengan data yang diperoleh, karena bersifat *time series* dan tidak bersifat musiman. Dalam peramalan analisis sensitivitas dapat membantu dalam memahami sejauh mana hasil perencanaan dapat dipengaruhi oleh perubahan dalam parameter-parameter tertentu [13]. Penggunaan *time series* cenderung digunakan untuk meramalkan masa depan dan dibuat dengan menggunakan data yang rinci yang dihasilkan beberapa waktu di masa lalu untuk memahami perubahan dalam trend. pendekatan dengan *Moving Average* dan *Weight Moving Average* menggunakan pergerakan 3 bulanan dan 5 bulanan, sedangkan *Exponential Smothing* menggunakan penghalusan *Alpha* yaitu 0,1; 0,5; dan 0,9. Adapun alasan menggunaan α tersebut karena daerah α adalah antara 0 s/d 1, α = 0,1 mewakili awal data, α = 0,5 mewakili rata-rata, dan α = 0,9 mewakili data akhir [14].

Moving Average

Moving Average atau rata-rata bergerak adalah metode peramalan yang menghitung rata-rata suatu nilai runtut waktu dan kemudian digunakan untuk memperkirakan nilai pada periode selanjutnya. *Moving Average* atau rata-rata bergerak diperoleh melalui penjumlahan dan pencarian nilai rata-rata dari sejumlah periode tertentu, kemudian menghilangkan nilai terlamanya dan menambah nilai baru. Metode *Moving Average* ini lebih baik digunakan untuk menghitung data yang bersifat stabil atau data yang tidak berfluktuasi dengan tajam (data yang perubahan naik dan turunnya sangat drastis) [15]. Rumus peramalan dengan metode rata-rata bergerak (*Moving Average*) adalah:

$$Ft = \frac{\sum At{\sim}1 + At{\sim}2 + At{\sim}3 + \cdots At{\sim}n}{n} \quad \text{.....(1)}$$

Dimana:

Ft = Peramalan untuk periode yang akan datang

n = Jumlah periode peramalan *moving average*

$At{\sim}1$ = Data aktual satu periode sebelum peramalan

$At{\sim}2$ = Data aktual dua periode sebelum peramalan

$At{\sim}3$ = Data aktual tiga periode sebelum peramalan

$At{\sim}n$ = Data aktual satu n periode sebelum peramalan

Weight Moving Average

Metode ini sama dengan rata-rata bergerak sederhana hanya diberi koefisien penimbang. Penetapan besar koefisien penimbang dapat dilakukan secara sembarang, tetapi pada ummnya besaran koefisien penimbang periode terakhir dari data historis adalah dua kali daripada koefisien penimbang periode sebelumnya [16].

WMA (*Weighted Moving Average*) adalah metode analisis teknis yang digunakan untuk menghitung rata-rata harga dengan memberikan bobot lebih pada data terbaru

dibandingkan data yang lebih lama. Dalam WMA, setiap harga dalam rangkaian data dikalikan dengan bobot tertentu, yang biasanya ditentukan secara linear, harga terbaru mendapatkan bobot tertinggi, sedangkan harga yang lebih lama mendapatkan bobot yang lebih rendah [17]. Adapun rumus yang digunakan untuk melakukan peramalan menggunakan metode *weighted moving average* yaitu sebagai berikut:

$$F_t = \frac{\sum(X_t \text{ x b})}{\sum \text{b}} \quad \text{.....(2)}$$

Dimana :
F_t = Nilai peramalan pada periode t
X_t = Nilai aktual pada periode t
b = bobot (Penilaian sesuai panjang periode)

Exponential Smothing

Metode *Exponential Smoothing* atau Penghalusan Eksponensial adalah teknik peramalan yang menggunakan pembobotan data masa lalu secara eksponensial. Metode ini memberikan bobot yang lebih besar pada data terbaru, sehingga dianggap lebih relevan untuk peramalan dibandingkan dengan data yang lebih lama. *Exponential Smoothing* merupakan metode peramalan dengan memberi nilai pembobotan pada serangkaian pengamatan sebelum memprediksikan nilai masa depan dengan diberi bobot, dimana bobot yang digunakan disimbolkan dengan α Simbol α bisa ditentukan secara bebas, yang mengurangi *forecast error*. Nilai konstanta pemulusan, α dapat dipilih diantara nilai 0-[18]. Berikut adalah persamaan metode *Exponential Smoothing*:

$$F_t = F_{t-1} + a(A_{t-1} - F_{t-1}) \quad \text{.....(3)}$$

Dimana :
F_t = Peramalan yang baru
F_{t-1} = Peramalan periode sebelumnya
a = Penghalusan (atau bobot) konstan
$(0 <= a <= 1)$
A_{t-1} = Konstanta pemulusan antara 0 dan 1

Akurasi Hasil Peramalan

Ukuran akurasi hasil peramalan yaitu kriteria ketepatan peramalan merupakan ukuran tentang tingkat perbedaan antara hasil peramalan dengan apa yang sebenarnya terjadi [19]. Ada beberapa ukuran yang biasa digunakan yaitu sebagai berikut:

Rata-rata Deviasi Mutlak (Mean Absolute Deviation = MAD)

Deviasi Rata-Rata yang Absolut, MAD merupakan rata–rata kesalahan mutlak selama periode tertentu tanpa memperhatikan hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibandingkan kenyataannya. Secara matematis dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{MAD} = \frac{\sum|ei|}{n} \quad \text{.....(4)}$$

Dimana:
$|ei|$ = Absolut dari *Forecast errors*
n = Jumlah data

Rata-rata Kuadrat Kesalahan (Mean Square Error = MSE)

MSE dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. Secara matematis dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{MSE} = \frac{\sum ei^2}{n} = \frac{\sum(Xi-Fi)^2}{n} \quad \text{.....(5)}$$

Rata-rata Persentase Kesalahan Absolute (Mean Absolute Precentage Error = MAPE)

MAPE merupakan ukuran kesalahan relatif, biasanya lebih berarti bila dibandingkan dengan MAD karena MAPE menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap hasil permintaan aktual selama periode tertentu yang akan memberikan informasi presentase kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah. Secara matematis dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{MAPE} = \frac{\sum_{i=1}^{e} \left|\frac{(Xt-Ft)}{Xt}\right|}{n} \times 100 \quad \text{.....(6)}$$

Dimana:
Xt = Data Aktual
Ft = Data *Forcast*
n = Jumlah data

Parameter terbaik dari tiga parameter MAD, MSE, dan MAPE yang dipakai yaitu MAPE karena nilai MAPE digunakan untuk menghitung berapa persentase dari kegagalan atas peramalan yang dilakukan atau dengan kata lain seberapa persen melesetnya peramalan yang dilakukan sehingga dengan memilih nilai *error* terkecil pada metode

MAPE kemungkinan kesalahan atau tingkat keakuratan peramalan yang dilakukan akan semakin baik [20]. Nilai ukuran kesalahan dilakukan untuk mengetahui ketepatan hasil peramalan yang dilakukan. Ketepatan suatu metode peramalan merupakan kesesuaian dari suatu metode yang pada akhirnya menunjukkan seberapa jauh model peramalan tersebut mampu memprediksi data yang telah diketahui. Setiap metode peramalan pasti menghasilkan kesalahan. Jika tingkat kesalahan yang dihasilkan semakin kecil, maka hasil peramalan semakin mendekati tepat [21].

Hasil dan Pembahasan

Pengumpulan Data

Berikut merupakan pengumpulan data yang telah dilakukan dengan melakukan wawancara langsung kepada salah satu pegawai di Departemen Rendal Produksi (Perencanaan dan Pengendalian Produksi) PT. XYZ. Dan didapatkan hasil rekap data Produksi Pupuk NPK tahun 2024 yaitu sebagai berikut:

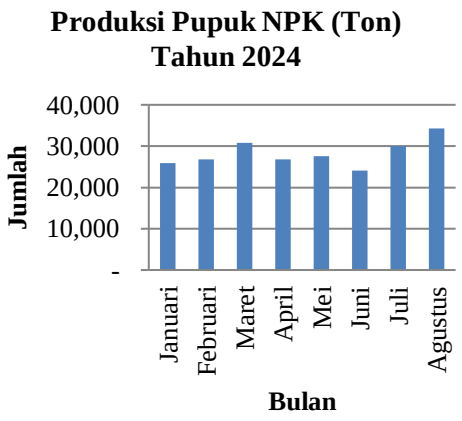
Tabel 1. Produksi Pupuk NPK Januari – Agustus 2024

Bulan	Produksi Pupuk NPK (Ton)
Januari	25.838,00
Februari	26.848,50
Maret	30.784,50
April	26.824,00
Mei	27.528,00
Juni	24.010,50
Juli	30.078,00
Agustus	34.272,00

Sumber: PT. XYZ

Berdasarkan data konsumsi diatas secara aktual pada tahun 2024, maka dari data tersebut bisa dibuatkan Grafik sebagai berikut:

Gambar 1. Grafik produksi pupuk NPK 2024



Pengolahan Data

Dari data yang tersedia, kemudian dilakukan perhitungan menggunakan ketiga metode tersebut *Moving Average, Weight Moving Average* dan *Exponential Smothing*.

Peramalan Dengan Motode Moving Average 3 Bulanan

Berikut adalah tabel perhitungan *Moving Average* 3 bulanan untuk memprediksi pada bulan September 2024.

Tabel 2. Perhitungan *Moving Average* 3 Bulanan

Bulan	Produksi (Xt)	*Forcasting* (Ft)	*Error* (e_i) (Xt-ft)	$\|e_i\|$ (MAD)	e_i^2 (MSE)	$\|pe_i\|$ (MAPE)
Januari	25.838,00	-				
Februari	26.848,50	-				
Maret	30.784,50	-				
April	26.824,00	27823,67	- 999,67	999,67	999333,4444	3,73
Mei	27.528,00	28152,33	- 624,33	624,33	389792,1111	2,27
Juni	24.010,50	28378,83	- 4.368,33	4368,33	19082336,11	18,19
Juli	30.078,00	26120,83	3.957,17	3957,17	15659168,03	13,16
Agustus	34.272,00	27205,50	7.066,50	7066,50	49935422,25	20,62
September	?	29453,50				
Total				17.016,00	86.066.051,94	57,96
				MAD	MSE	MAPE
				3.403,20	17.213.210,39	11,59

Peramalan Dengan Motode Moving Average 5 Bulanan

Berikut adalah tabel perhitungan *Moving Average* 5 bulanan untuk memprediksi pada bulan September 2024

Tabel 3. Perhitungan *Moving Average* 5 Bulanan

Bulan	Produksi (Xt)	*Forcasting* (Ft)	*Error* (e_i) (Xt-ft)	$\|e_i\|$ (MAD)	e_i^2 (MSE)	$\|pe_i\|$ (MAPE)
Januari	25.838,00	-				
Februari	26.848,50	-				
Maret	30.784,50	-				
April	26.824,00	-				
Mei	27.528,00	-				
Juni	24.010,50	27564,60	- 3.554,10	3554,1	12631626,81	14,80
Juli	30.078,00	27199,10	2.878,90	2878,9	8288065,21	9,57
Agustus	34.272,00	27845,00	6.427,00	6427	41306329	18,75
September	?	28542,50				
Total				12.860,00	62.226.021,02	43,13
				MAD	MSE	MAPE
				4.286,67	20.742.007,01	14,38

Peramalan Dengan Motode Weighted Moving Average 3 Bulanan

Berikut adalah tabel perhitungan *Weighted Moving Average* 3 bulanan untuk memprediksi pada bulan September 2024.

Tabel 4. Perhitungan *Weight Moving Average* 3 Bulanan

Bulan	Produksi (Xt)	*Forcasting* (Ft)	*Error* (e_i) (Xt-ft)	$\|e_i\|$ (MAD)	e_i^2 (MSE)	$\|pe_i\|$ (MAPE)
Januari	25.838,00	-				
Februari	26.848,50	-				
Maret	30.784,50	-				
April	26.824,00	28648,08	- 1.824,08	1824,08	3327280,007	6,80
Mei	27.528,00	28148,25	- 620,25	620,25	384710,0625	2,25
Juni	24.010,50	27836,08	- 3.825,58	3825,58	14635087,84	15,93
Juli	30.078,00	25651,92	4.426,08	4426,08	19590213,67	14,72
Agustus	34.272,00	27630,50	6.641,50	6641,50	44109522,25	19,38
September	?	31163,75				
Total						
				MAD	MSE	MAPE
				3.467,50	16.409.362,77	11,82

Peramalan Dengan Motode Weighted Moving Average 5 Bulanan

Berikut adalah tabel perhitungan *Weighted Moving Average* 5 bulanan untuk memprediksi pada bulan September 2024.

Tabel 5. Perhitungan *Weight Moving Average* 5 Bulanan

Bulan	Produksi (Xt)	*Forcasting* (Ft)	*Error* (e_i) (Xt-ft)	$\|e_i\|$ (MAD)	e_i^2 (MSE)	$\|pe_i\|$ (MAPE)
Januari	25.838,00	-				
Februari	26.848,50	-				
Maret	30.784,50	-				
April	26.824,00	-				
Mei	27.528,00	-				
Juni	24.010,50	27788,30	- 3.777,80	3777,8	1,42718E+07	15,73
Juli	30.078,00	26603,60	3.474,40	3474,4	1,20715E+07	11,55
Agustus	34.272,00	27563,23	6.708,77	6708,77	4,50076E+07	19,58
September	?	29705,57				

Bulan	Produksi (Xt)	*Forcasting* (Ft)	*Error* (e_i) (Xt-ft)	$\|e_i\|$ (MAD)	e_i^2 (MSE)	$\|pe_i\|$ (MAPE)
		Total		13.960,97	71.350.778,39	46,86
				MAD	MSE	MAPE
				4.653,66	2,37836E+07	15,62

Peramalan Dengan Motode Exponential Smoothing Alpha 0,1

Berikut adalah tabel perhitungan *Exponential Smoothing* dengan *a* = 0,1 untuk memprediksi pada bulan September 2024.

Tabel 6. Perhitungan *Exponential Smothing* dengan *Alpha* 0,1

Bulan	Produksi (Xt)	*Forcasting* (Ft)	*Error* (e_i) (Xt-ft)	$\|e_i\|$ (MAD)	e_i^2 (MSE)	$\|pe_i\|$ (MAPE)
Januari	25.838,00	25838,00	-			
Februari	26.848,50	25838,00	1.010,50	1010,5	1021110,25	3,76
Maret	30.784,50	25939,05	4.845,45	4845,45	23478385,7	15,74
April	26.824,00	26423,60	400,40	400,40	160324,164	1,49
Mei	27.528,00	26463,64	1.064,36	1064,36	1132871,789	3,87
Juni	24.010,50	26570,07	- 2.559,57	2559,57	6551408,567	10,66
Juli	30.078,00	26314,11	3.763,89	3763,89	14166832,14	12,51
Agustus	34.272,00	26690,50	7.581,50	7581,50	57479092,52	22,12
September	**?**	27448,65				
		Total		21.225,67	103.990.025,13	70,16
				MAD	MSE	MAPE
				3.032,24	14.855.717,88	10,02

Peramalan Dengan Motode Exponential Smoothing Alpha 0,5

Berikut adalah tabel perhitungan *Exponential Smoothing* dengan *a* = 0,5 untuk memprediksi pada bulan September 2024.

Tabel 6. Perhitungan *Exponential Smothing* dengan *Alpha* 0,5

Bulan	Produksi (Xt)	*Forcasting* (Ft)	*Error* (e_i) (Xt-ft)	$\|e_i\|$ (MAD)	e_i^2 (MSE)	$\|pe_i\|$ (MAPE)
Januari	25.838,00	25838,00	-			
Februari	26.848,50	25838,00	1.010,50	1010,5	1021110,25	3,76
Maret	30.784,50	26343,25	4.441,25	4441,25	19724701,56	14,43
April	26.824,00	28563,88	- 1.739,88	1739,88	3027165,016	6,49
Mei	27.528,00	27693,94	- 165,94	165,94	27535,25391	0,60
Juni	24.010,50	27610,97	- 3.600,47	3600,47	12963375,22	15,00
Juli	30.078,00	25810,73	4.267,27	4267,27	18209555,91	14,19
Agustus	34.272,00	27944,37	6.327,63	6327,63	40038937,01	18,46
September	**?**	31108,18				
		Total		21.552,93	95.012.380,23	72,93
				MAD	MSE	MAPE
				3.078,99	13.573.197,18	10,42

Peramalan Dengan Motode Exponential Smoothing Alpha 0,9

Berikut adalah tabel perhitungan *Exponential Smoothing* dengan *a* = 0,9 untuk memprediksi pada bulan September 2024.

Tabel 7. Perhitungan *Exponential Smothing* dengan *Alpha* 0,9

Bulan	Produksi (Xt)	*Forcasting* (Ft)	*Error* (e_i) (Xt-ft)	$\|e_i\|$ (MAD)	e_i^2 (MSE)	$\|pe_i\|$ (MAPE)
Januari	25.838,00	25838,00	-			
Februari	26.848,50	25838,00	1.010,50	1010,5	1021110,25	3,76
Maret	30.784,50	26747,45	4.037,05	4037,05	16297772,7	13,11

Bulan	Produksi (Xt)	*Forcasting* (Ft)	*Error* (e_i) (Xt-ft)	$\|e_i\|$ (MAD)	e_i^2 (MSE)	$\|pe_i\|$ (MAPE)
April	26.824,00	30380,80	- 3.556,80	3556,80	12650790,67	13,26
Mei	27.528,00	27179,68	348,32	348,32	121327,1707	1,27
Juni	24.010,50	27493,17	- 3.482,67	3482,67	12128976,05	14,50
Juli	30.078,00	24358,77	5.719,23	5719,23	32709628,45	19,01
Agustus	34.272,00	29506,08	4.765,92	4765,92	22714025,1	13,91
September	**?**	33795,41				
Total				22.920,49	97.643.630,40	78,83
				MAD	MSE	MAPE
				3.274,36	13.949.090,06	11,26

Hasil Peramalan (Forecasting)

Berdasarkan data peramalan yang telah dihitung, maka dapat disimpulkan nilai MAD, MSE, dan MAPE pada masing-masing setiap metode yaitu sebagai berikut:

Tabel 8. Perbandingan MAD, MSE, dan MAPE Peramalan

Metode Peramalan	MAD	MSE	MAPE
Moving Average 3 Bulanan	3.403,20	17.213.210,39	11,59 %
Moving Average 5 Bulanan	4.286,67	20.742.007,01	14,38 %
Weighted Moving Average 3 Bulanan	3.467,50	16.409.362,77	11,82 %
Weighted Moving Average 5 Bulanan	4.653,66	2,38E+07	15,62 %
Exponential Smoothing $\alpha = 0{,}1$	3.032,24	14.855.717,88	10,02 %
Exponential Smoothing $\alpha = 0{,}5$	3.078,99	13.573.197,18	10,42 %
Exponential Smoothing $\alpha = 0{,}9$	3.274,36	13.949.090,06	11,26 %

Setelah dilakukan pengolahan data yaitu pada perbandingan MAD, MSE, dan MAPE dengan melihat nilai terkecil dari beberapa metode, didapatkan perhitungan yang paling optimal yaitu menggunakan metode *Exponential Smoothing* dengan nilai $\alpha = 0{,}1$. Dari perhitungan tersebut di dapatkan hasil peramalan Produksi Pupuk NPK untuk periode selanjutnya (September 2024) adalah sebesar 27.448,65 Ton.

Simpulan

Dari hasil Peramalan produksi pupuk NPK Menggunakan tiga metode yaitu metode *Moving Average*, *Weighted Moving Average* dan *Exponential Smoothing*, maka dapat disimpulkan bahwa hasil penelitian ini secara mengejutkan menunjukkan bahwa metode *Exponential Smoothing*, yang selama ini dianggap sederhana, ternyata mampu menghasilkan prediksi produksi pupuk NPK dengan tingkat akurasi yang jauh lebih tinggi dibandingkan metode *Moving Average* dan *Weighted Moving Average*. Ketepatan hasil prediksi yang ditunjukkan melalui nilai MAD, MSE, dan MAPE terendah membuktikan bahwa teknik pembobotan eksponensial lebih adaptif terhadap dinamika produksi di sektor industri pupuk. Penelitian ini juga memberikan kontribusi berarti terhadap pengembangan ilmu *forecasting* baik secara teoritis maupun praktis. Secara teoritis, penelitian ini memperkuat argumen bahwa metode berbasis time series adaptif lebih unggul dalam konteks industri yang memiliki fluktuasi musiman tinggi seperti pupuk. Secara praktis, hasil penelitian ini menawarkan solusi aplikatif bagi perusahaan untuk mengoptimalkan proses produksi melalui penerapan metode *Exponential Smoothing* dalam perencanaan jangka pendek dan menengah.

Daftar Pustaka

[1] Zulkifli, "Analisis Peranan Industri Pupuk Dalam Mempengarhi Sektor-Sektor Ekonomi," *Artikel Skripsi*, pp. 63-80, 2019.

[2] N. F. Andriani, Analisis Tren Produksi Dan Pengendalian Kualitas Pupuk Hayati Kayabio, *Artikel Skripsi*, Malang, 2014.

[3] Setyowati, "Penerapan Metode *Single Exponential Smoothing* dan *Double Exponential Smoothing* pada Peramalan Penjualan Pakaian," *Artikel Skripsi*, pp. 2-9, 2017.

[4] I. A. Septiaji and H. Dewajani, "Evaluasi Kinerja *Rotary Drye*r Pada Industri Pupuk Npk Dengan Kapasitas 800 Ton/Hari," *Jurnal Teknologi Separasi*, pp. 82-88, 2019.

[5] F. H. Arviani, "Analisis Peramalan Permintaan Pupuk Organik Di PT. GCS Malang," *Artikel Skripsi*, Malang, 2018.

[6] I. Primalasari and Syabawaihi , "Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pembelian Pupuk Bersubsidi (Studi Kasus Petani Padi Di Desa O.Mangunharjo)," *Jurnal Agribisnis*, pp. 2325-2337, 2024.

[7] G. D. Rahmadiane, "Analisis *Forecasting* Tingkat Hunian Kamar Ditinjau Dari Tren Data *Time Series* Pada Hotel," *Journal of Sustainable Business Hub*, vol. 3, no. 1, pp. 1-5, 2022.

[8] W. Prastyo, "Analisis Time Series *Forecasting* Dalam Memprediksi Produksi Tanaman Pangan Padi Di Indonesia Menggunakan Algoritma Regresi Linear," *Artikel Skripsi*, Pekanbaru, 2023.

[9] T. T. Fitriani, "Evaluasi Peramalan Penjualan Untuk Menentukan Besaran Produksi Yang Optimal Pada PT. Agrinesia Raya," *Artikel Skripsi*, Bogor, 2018.

[10] F. Ahmad, "Penentuan Metode Peramalan Pada Produksi Part *New Granada Bowl* St Di PT.X," *Jurnal Integrasi Sistem Industri*, pp. 31-39, 2020.

[11] D. L. Trenggonowati, R. Patradhiani, and Kulsum , "Pemodelan Sistem Dinamis Untuk Meningkatkan Produktivitas di CV. ABC," *Integrasi Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, pp. 1-9, 2020.

[12] A. Sudarismiati and M. T. Sari, "Analisis Peramalan Penjualan Untuk Menentukan Rencana Produksi Pada Ud Rifa'i," *Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, pp. 17-30, 2016.

[13] BPMPP UMA. (2024, Oktober) Biro Prencanaan Mutu Pendidikan dan Pembelajaran Universitas Medan Area. [Online]. https://bpmpp.uma.ac.id/2024/10/29/pengaruh-pemberian-pupuk-npk-pada-pertumbuhan-tanaman/

[14] A. A. Sinaga and Suseno , "Perencanaan Pengendalian Kapasitas Produksi Menggunakan Metode *Forecasting* dan *Aggregate Planning* Heuristikdi PT. Igp Internasional Bantul," *Jurnal Aplikasi Ilmu Teknik Industri*, pp. 14-20, 2023.

[15] R. Rachman, "Penerapan Metode *Moving Average* dan Exponential Smoothing pada Peramalan Produksi Industri Garment," *Jurnal Informatika*, pp. 211-220, 2018.

[16] D. Hamidin, Santoso , and J. N. T. Dewi, "Rancang Bangun Aplikasi Perpustakaan *Online* Berbasis Web Menggunakan Metode *Moving Average*," *Jurnal Teknik Informatika*, pp. 31-38, 2019.

[17] A. Lusiana and P. Yuliarty, "Penerapan Metode Peramalan (*Forecasting*) Pada Permintaan Atap di PT X," *Industri Inovatif - Jurnal Teknik Industri ITN* , pp. 11-20, 2020.

[18] Haryatia and LM., F. Israwan, "Implementasi Metode *Weighted Moving Average* (WMA) pada Peramalan Harga Pangan," *Jurnal Web Informatika Teknologi*, pp. 1-5, 2020.

[19] R. R. Amalia, N. Hairiyah, And R. Wardani, "Peramalan Kebutuhan Bahan Baku Tandan Buah Segar (TBS) Menggunakan Metode *Exponential Smoothing* dan *Linier Regresion* di PT. Pola Kahuripan Intisawit," *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, pp. 101-109, 2018.

[20] G. Putra and A. R. Maulud, "Peramalan Kebutuhan Batubara Menggunakan Metode *Single Exponential Smoothing* di PT. Solusi Bangun Andalas," *Jurnal Optimalisasi*, pp. 131-141, 2020.

[21] D. Oktarini, I. Pratiwi, and O. P. Utami, "Perencanaan Pengendalian Produksi Dan Persediaan Pada Industri Karetpt Melania Indonesia," *Integrasi Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, pp. 16-24, 2017.

[22] R. Ramadania, "Peramalan Harga Beras Bulanan Di Tingkat Penggilingan Dengan Metode *Weighted Moving Average*," *Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya (Bimaster)*, pp. 329-334, 2018.