

Analisis dan Peramalan Volume Produksi Semen *Bulk* Menggunakan Metode *Time Series* di PT. VT

Veto A. Erlangga^{1*}, Farida Pulansari²

Prodi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Jl. Rungkut Madya No.1, Surabaya, Jawa Timur

*Penulis Korespondensi: 21032010217@student.upnjatim.ac.id

Abstract

PT. VT is a company engaged in the cement industry, particularly in the distribution of bulk cement through the Jetty Department. To enhance operational efficiency, PT. VT aims to forecast the volume of bulk cement for the upcoming period and determine the most effective forecasting method to utilize. This study will employ three forecasting methods: Moving Average (MA), Weighted Moving Average (WMA), and Single Exponential Smoothing (SES). Historical data on bulk cement volume over the past 11 months were analyzed, and the accuracy of the forecasts was evaluated using Mean Squared Error (MSE). The analysis results indicate that the Moving Average method produced an MSE of 678,038, the Weighted Moving Average yielded 587,301, and the Single Exponential Smoothing resulted in 493,586. Based on these findings, the Single Exponential Smoothing method is identified as the best forecasting method due to its lowest error rate compared to the other methods. By implementing this method, PT. VT can enhance forecasting accuracy, optimize distribution schedules, and minimize operational risks such as overstock or stock shortages. Consistent application of this method is expected to support supply chain sustainability and improve the company's overall operational efficiency.

Keywords: Bulk Cement, Forecasting, Mean Squared Error, Operational Efficiency

Abstrak

PT. VT adalah perusahaan di bidang industri semen, khususnya distribusi bulk cement melalui Departemen Jetty. Untuk meningkatkan efisiensi operasional, PT. VT ingin mengetahui peramalan volume bulk cement pada periode selanjutnya serta metode peramalan yang paling efektif untuk digunakan. Untuk mengatasi permasalahan ini, akan dilakukan penelitian menggunakan tiga metode peramalan, yaitu Moving Average, Weighted Moving Average, dan Single Exponential Smoothing. Data historis volume bulk cement selama 11 bulan dianalisis, dan akurasi hasil peramalan dievaluasi menggunakan Mean Squared Error (MSE). Hasil analisis menunjukkan bahwa metode Moving Average menghasilkan MSE sebesar 678.038, Weighted Moving Average sebesar 587.301, dan Single Exponential Smoothing sebesar 493.586. Berdasarkan data tersebut, metode Single Exponential Smoothing dinilai sebagai metode terbaik karena memiliki tingkat kesalahan yang paling rendah dibandingkan metode lainnya. Dengan menerapkan metode ini, PT. VT dapat meningkatkan akurasi peramalan, mengoptimalkan jadwal distribusi, dan meminimalkan risiko operasional seperti overstock atau kekurangan stok. Penggunaan metode ini secara konsisten diharapkan dapat mendukung keberlanjutan rantai pasok dan meningkatkan efisiensi operasional perusahaan.

Kata Kunci: Bulk Semen, Efisiensi Operasional, Mean Squared Error, Peramalan

Pendahuluan

Salah satu elemen strategis yang mendukung daya saing perusahaan di dunia bisnis yaitu perencanaan

ketersediaan produk dalam upaya memenuhi kebutuhan pasar. Maka dari itu, kemampuan seorang manajer dalam

memprediksi kondisi bisnis di masa yang akan datang menjadi sangat penting. Tantangan utama yang sering dihadapi manajer yaitu bagaimana memprediksi penjualan barang di masa yang akan datang berdasarkan data historis yang dicatat. Hasil peramalan ini berpengaruh langsung pada keputusan manajer dalam menentukan banyaknya produksi yang harus disiapkan oleh Perusahaan (Maysafa et al., 2023).

Dalam dunia bisnis, perubahan permintaan penjualan packaging yang fluktuatif harus diwaspadai oleh pengusaha. Untuk mengembangkan usaha, pengusaha perlu membuat keputusan yang tepat dengan mempertimbangkan kondisi yang ada serta merumuskan kebijakan dan strategi yang sesuai untuk menghadapi tantangan pasar. Peramalan persediaan yang akurat menjadi penting untuk memastikan kebutuhan pelanggan dapat terpenuhi. Banyak perusahaan yang belum dapat memprediksi permintaan masa depan secara pasti, sehingga mereka bergantung pada estimasi penjualan untuk mendukung keputusan manajemen persediaan, baik jangka pendek maupun jangka panjang. Peramalan ini membantu mengurangi stok pengaman, menurunkan tingkat persediaan, menghemat biaya penyimpanan, serta meningkatkan efisiensi layanan pelanggan (Rahayu & Arifin, 2023).

Setiap perusahaan dihadapkan pada tantangan masa depan dalam menjalankan aktivitas bisnisnya untuk mencapai visi dan misi. Maka dari itu, pengambilan keputusan yang optimal membutuhkan pendekatan yang sesuai, sistematis, dan dapat dipertanggungjawabkan. Salah satu bantuan yang digunakan untuk mendukung proses ini adalah metode peramalan. *Forecasting* adalah proses untuk memperkirakan nilai-nilai variabel di masa depan berdasarkan informasi yang ada. Prediksi yang akurat membantu manajer mengambil keputusan yang lebih baik dengan menggunakan data dan informasi yang relevan (Yuliana, 2019).

PT. VT, sebagai perusahaan yang bergerak di industri semen, memproduksi dan mendistribusikan semen *bulk* di Indonesia. Dalam operasionalnya, PT. VT saat ini ingin mengetahui estimasi volume semen *bulk* untuk periode mendatang dan memilih metode peramalan yang paling efektif untuk digunakan. Dengan demikian, diperlukan pendekatan peramalan penjualan yang tepat untuk memenuhi kebutuhan konsumen secara optimal. Penelitian ini menggunakan metode peramalan kuantitatif untuk melengkapi metode peramalan kualitatif yang sebelumnya telah digunakan PT. VT. Hal ini karena kombinasi kedua metode tersebut terbukti menjadi pendekatan yang paling efektif.

Proses peramalan ini didukung oleh *software* POM-QM, yang dirancang untuk membantu menyelesaikan berbagai permasalahan kuantitatif di bidang produksi dan manajemen operasi. POM-QM memberikan manfaat signifikan, seperti menjadi alat bantu dalam pengambilan keputusan. Contohnya adalah menentukan kombinasi produksi yang optimal untuk memaksimalkan keuntungan, merencanakan pengadaan barang dengan biaya perawatan minimal, atau alokasi tugas karyawan. Selain itu, *software* ini simpel dan mudah digunakan (Rumetna, 2021).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menjawab pertanyaan, yaitu bagaimana cara memprediksi produksi semen *bulk* di PT. VT untuk periode mendatang dan metode peramalan mana yang paling tepat untuk digunakan guna mengoptimalkan jumlah produksi. Dengan mengacu pada metode *time series*, penelitian ini menggunakan beberapa pendekatan, seperti *Moving Average*, regresi linear, dan *Exponential Smoothing*. Melalui penerapan metode *time series*, diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang membantu perusahaan memperkirakan jumlah produksi semen *bulk* di masa

mendatang. Dengan demikian, perusahaan dapat menghindari kerugian, memaksimalkan laba, dan memilih metode peramalan paling akurat mendekati nilai aktual.

Peramalan atau *forecasting* adalah proses yang digunakan untuk membuat perkiraan nilai suatu variabel di masa depan. Definisi ini mencakup kemampuan untuk membuat keputusan yang lebih baik dengan memanfaatkan informasi yang tersedia (Nasution, 2019).

Metode peramalan pada dasarnya terbagi menjadi dua jenis utama, yaitu metode kualitatif dan kuantitatif. Metode kuantitatif bergantung pada data numerik dari masa lalu yang diolah menggunakan berbagai model matematis. Metode kuantitatif dapat diterapkan jika memenuhi tiga syarat utama (Rozikin et al., 2021):

- Tersedia data dan informasi dari periode sebelumnya.
- Data tersebut dapat diubah menjadi format numerik.
- Aspek tertentu dari data historis diasumsikan tetap relevan untuk masa depan.

POM-QM adalah perangkat lunak berbasis teknologi informasi yang dirancang untuk perhitungan metode Simpleks. *Software* ini menyediakan berbagai modul yang dirancang untuk menyelesaikan beragam masalah, seperti *Assignment*, *Linear Programming*, dan sebagainya (Lina et al., 2022).

POM-QM merupakan aplikasi yang dirancang untuk menangani berbagai persoalan kuantitatif dalam bidang produksi dan manajemen operasi. Salah satu keunggulannya adalah kemampuannya dalam mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif. Contohnya meliputi penentuan kombinasi produksi untuk memaksimalkan keuntungan, pengaturan pengadaan barang guna mengurangi biaya perawatan, serta alokasi tugas karyawan (Rumetna, 2021).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa *software* POM-QM sering digunakan untuk menyelesaikan

masalah optimasi di berbagai perusahaan atau unit usaha. *Software* ini sangat cocok untuk memecahkan persoalan program linier dan optimasi lainnya (Clacier et al., 2023).

Metode *Moving Average* dilakukan dengan menghitung rata-rata dari sekelompok data pengamatan sebelumnya, kemudian rata-rata tersebut digunakan untuk memprediksi periode selanjutnya. *Weighted Moving Average* adalah variasi dari metode rata-rata bergerak yang menggunakan bobot dalam perhitungannya. *Metode Exponential Smoothing* bekerja dengan menghaluskan variasi lokal dalam data untuk mengidentifikasi pola utama (Reba et al., 2021).

Single Exponential Smoothing adalah prosedur yang terus memperbarui peramalan dengan merata-ratakan nilai masa lalu dalam data *time series* secara eksponensial. Bobot lebih besar diberikan pada data terbaru, sementara data yang lebih lama memiliki bobot yang lebih kecil (Sihombing & Arsani, 2022).

Terdapat beberapa ukuran ketepatan yang sering digunakan untuk menilai sejauh mana sebuah metode peramalan mampu memodelkan data deret waktu secara akurat. Beberapa ukuran tersebut meliputi:

1. Rata-rata Persentase Kesalahan Absolut (MAPE)

MAPE memberikan gambaran persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu. MAPE dirumuskan sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{100}{N} \sum_{t=1}^N \frac{(Y_t - Y'_t)}{Y_t}$$

2. Rata-rata Deviasi Absolut (MAD)
MAD sering digunakan untuk menilai tingkat kesalahan peramalan dalam satuan yang sama dengan data aslinya. Persamaan MAD dinyatakan sebagai berikut:

$$MAD = \sum \frac{(Y - Y'_t)}{n}$$

3. Rata-rata Kuadrat Kesalahan (MSE)

MSE adalah ukuran ketepatan peramalan yang menghitung rata-rata dari kuadrat penyimpangan antara hasil peramalan dan data aktual. Persamaan MSE dirumuskan secara matematis sebagai berikut (Meliana et al., 2020):

$$MSE = \sum \frac{(Y - Y't)^2}{n}$$

Dwi Suseno dan Purwanto (2023) dalam penelitiannya menerapkan metode *Single Moving Average* untuk mengembangkan sistem informasi peramalan stok *sparepart* motor. Sistem ini dirancang untuk membantu Artha Motor dalam memprediksi kebutuhan stok *sparepart* secara lebih akurat. Metode ini tidak memerlukan pembobotan pada setiap data, sehingga dinilai sangat sederhana, efisien, dan efektif untuk digunakan dalam peramalan stok barang (*sparepart*) (Lubis & Sumijan, 2021).

Susanti dan Sahli (2013) menerapkan metode *Exponential Smoothing* untuk mengembangkan aplikasi yang mampu mengolah data persediaan sekaligus menghitung jumlah persediaan yang paling ekonomis. Aplikasi ini juga dirancang untuk memprediksi kebutuhan produk pada satu periode mendatang (Septiansyah & Wahyudin, 2023).

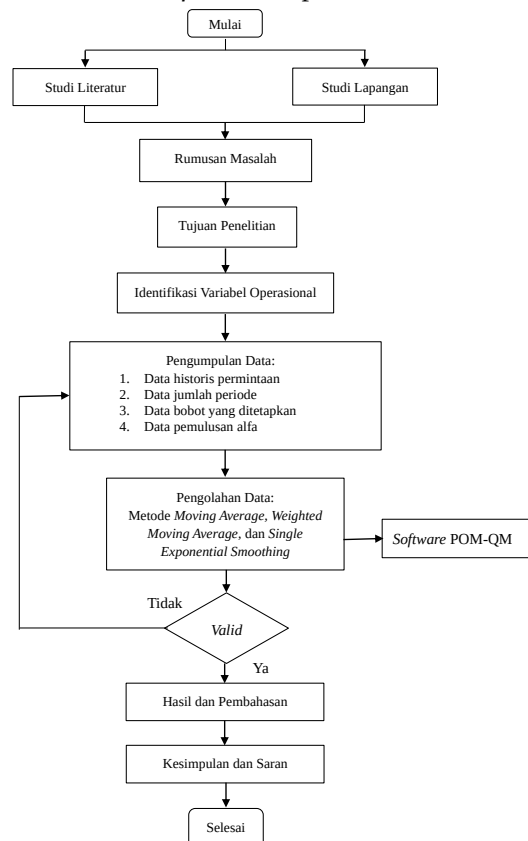
Wijaya dan Mardiana (2023) membandingkan efektivitas metode *Moving Average* (MA) dan *Single Exponential Smoothing* (SES) dalam meramalkan penjualan produk keripik pisang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua metode tersebut memiliki kelebihan masing-masing, namun metode SES lebih unggul dalam hal akurasi peramalan dibandingkan dengan MA (Wijaya et al., 2023).

Hidayatullah dan Nur Rahmawati (2023) dalam penelitian mereka mengeksplorasi penerapan metode *Single Moving Average*, *Weighted Moving Average*, dan *Exponential Smoothing* untuk memprediksi

permintaan layanan pengantaran pada *Boy Delivery*. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode *Single Exponential Smoothing* menghasilkan performa terbaik (Hidayatullah & Nur Rahmawati, 2023).

Metodologi Penelitian

Berikut *flowchart* penelitian ini:



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Sumber : Penulis, 2024

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan metode peramalan terbaik guna memprediksi volume *bulk cement* di PT. VT, khususnya dalam mendukung efisiensi operasional di Departemen *Jetty*. Tahapan penelitian ini mencakup pengumpulan data, pemilihan metode *forecasting*, penerapan perhitungan, serta evaluasi hasil.

Data yang dipilih dalam penelitian ini adalah data historis volume *bulk cement* yang didistribusikan melalui Departemen *Jetty* ke *packing plan* selama 11 bulan terakhir. Data ini mencakup informasi mengenai jumlah semen yang

dipindahkan, jadwal operasional, serta pola distribusi musiman. Data historis ini dipilih karena memiliki pola tren dan fluktuasi yang dapat dianalisis menggunakan metode *time series* dengan W1 sebesar 0,6, W2 sebesar 0,3, W3 sebesar 0,1, dan $\alpha=0,27$. Berikut merupakan tabel pengiriman semen *bulk* yang dilakukan Jetty PT. VT:

Tabel 1. Data Historis Permintaan

No	Periode	Total Volume
1	Jan-24	14.524,593
2	Feb-24	17.729,777
3	Mar-24	10.110,943
4	Apr-24	16.233,821
5	May-24	5.077,382
6	Jun-24	36.351,255
7	Jul-24	56.756,813
8	Aug-24	66.399,989
9	Sep-24	32.165,009
10	Oct-24	54.380,400
11	Nov-24	10.151,831

Sumber : Data primer, 2024

Tiga metode peramalan digunakan dalam penelitian ini:

Moving Average: Metode ini digunakan untuk menghitung rata-rata volume distribusi semen selama beberapa periode tertentu. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi tren jangka pendek dan pola musiman.

Weighted Moving Average: Metode ini memberikan bobot lebih besar pada data terbaru untuk memperkirakan volume distribusi. Bobot

optimal ditentukan melalui optimasi guna meminimalkan error.

Singe Exponential Smoothing: Metode ini mempertimbangkan nilai *smoothing factor* (α) untuk menghasilkan prediksi yang lebih akurat dengan menangkap pola tren dan perubahan secara dinamis.

Hasil dan Pembahasan

1. Moving Average

Tabel 2. Output Data Solution

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	3.794
MAD (Mean Absolute Deviation)	21.656
MSE (Mean Squared Error)	678.038
Standard Error (denom=n-2=6)	30.067
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	107.835%
Forecast	
next period	32.232

Sumber : Penulis, 2024

Berdasarkan hasil pengolahan data yang ditampilkan pada *output* solusi, diperoleh informasi bahwa analisis data menghasilkan nilai *Mean Error* sebesar 3.794, *MAD* sebesar 21.656, *MSE* sebesar 678.038, *Standard Error* sebesar 30.067, dan *MAPE* sebesar 107,835%. Selain itu, hasil peramalan untuk periode mendatang menunjukkan estimasi sebesar 32.233 unit.

Tabel 3. Output Data Details and Errors

	Demand(y)	Forecast	Error	Error	Error ²	Pct Error
1	14.525					
2	17.73					
3	10.111					
4	16.234	14.122	2.112	2.112	4.461	13.01%
5	5.077	14.692	-9.614	9.614	92.432	189.352%
6	36.351	10.474	25.877	25.877	669.63	71.187%
7	56.757	19.221	37.536	37.536	1408.951	66.135%
8	66.4	32.728	33.672	33.672	1133.77	50.71%
9	32.165	53.169	-21.004	21.004	441.183	65.302%
10	54.38	51.774	2.606	2.606	6.794	4.793%
11	10.152	50.982	-40.83	40.83	1667.087	402.193%
TOTALS	319.882		30.355	173.252	5424.306	862.682%
AVERAGE	29.08		3.794	21.656	678.038	107.835%
Next period forecast		32.232	(Bias)	(MAD)	(MSE)	(MAPE)
				Std err	30.067	

Sumber : Penulis, 2024

Berdasarkan output yang diperoleh, pengolahan menggunakan metode *Moving Average* memberikan rincian hasil peramalan untuk setiap periode, termasuk nilai error yang dihasilkan selama proses perhitungan. Hal ini menunjukkan efektivitas metode *Moving Average* dalam memprediksi data historis sekaligus mengidentifikasi tingkat kesalahan pada setiap prediksi.

2. Weighted Moving Average

Tabel 4. Output Data Solution

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	2.058
MAD (Mean Absolute Deviation)	21.201
MSE (Mean Squared Error)	587.301

Tabel 5. Output Data Details and Errors

	Demand(y)	Forecast	Error	Error	Error ²	Pct Error
1	14.525					
2	17.73					
3	10.111					
4	16.234	12.838	3.396	3.396	11.532	20.918%
5	5.077	14.547	-9.469	9.469	89.665	186.497%
6	36.351	8.928	27.424	27.424	752.053	75.441%
7	56.757	24.957	31.799	31.799	1011.206	56.028%
8	66.4	45.467	20.933	20.933	438.181	31.525%
9	32.165	60.502	-28.337	28.337	802.994	88.099%
10	54.38	44.895	9.486	9.486	89.979	17.443%
11	10.152	48.918	-38.766	38.766	1502.796	381.861%
TOTALS	319.882		16.465	169.61	4698.407	857.813%
AVERAGE	29.08		2.058	21.201	587.301	107.227%
Next period forecast		25.622	(Bias)	(MAD)	(MSE)	(MAPE)
				Std err	27.983	

Sumber : Penulis, 2024

Berdasarkan output yang diperoleh, pengolahan data menggunakan metode *Weighted Moving Average* memberikan rincian hasil peramalan untuk setiap periode. Selain itu, metode ini juga menghasilkan informasi mengenai nilai error yang terjadi selama proses perhitungan peramalan, sehingga dapat digunakan untuk mengevaluasi akurasi prediksi yang dihasilkan.

3. Single Exponential Smoothing

Tabel 6. Output Data Solution

Measure	Value
Error Measures	

Measure	Value
Standard Error (denom=n-2=6)	27.983
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	107.227%
Forecast	
next period	25.622

Sumber : Penulis, 2024

Berdasarkan hasil output data solusi yang diperoleh, pengolahan data menghasilkan *Mean Error* sebesar 2.058, *MAD* sebesar 21.201, *MSE* sebesar 587.301, *Standard Error* sebesar 27.983, dan *MAPE* sebesar 107,227%. Selain itu, estimasi hasil peramalan untuk periode berikutnya adalah sebesar 25.622 unit.

Measure	Value
Bias (Mean Error)	6.941
MAD (Mean Absolute Deviation)	17.6
MSE (Mean Squared Error)	493.586
Standard Error (denom=n-2=6)	24.839
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	82.693%
Forecast	
next period	33.266

Sumber : Penulis, 2024

Berdasarkan hasil output data solusi yang diperoleh, pengolahan data menghasilkan *Mean Error* sebesar 6.941, *MAD* sebesar 17.600, *MSE* sebesar 493.586, *Standard Error* sebesar 24.839, dan *MAPE* sebesar 82,693%. Selain itu,

estimasi hasil peramalan untuk periode mendatang adalah sebesar 33.266 unit.

Tabel 7. Output Data Details and Errors

	<i>Demand(y)</i>	<i>Forecast</i>	<i>Error</i>	<i> Error </i>	<i>Error²</i>	<i> Pct Error </i>
1	14.525					
2	17.73	14.525	3.205	3.205	10.273	18.078%
3	10.111	15.39	-5.279	5.279	27.868	52.211%
4	16.234	13.965	2.269	2.269	5.149	13.978%
5	5.077	14.577	-9.5	9.5	90.249	187.103%
6	36.351	12.012	24.339	24.339	592.383	66.955%
7	56.757	18.584	38.173	38.173	1457.175	67.257%
8	66.4	28.891	37.509	37.509	1406.958	56.49%
9	32.165	39.018	-6.853	6.853	46.965	21.306%
10	54.38	37.168	17.213	17.213	296.275	31.652%
11	10.152	41.815	-31.663	31.663	1002.567	311.898%
TOTALS	319.882		69.413	176.004	4935.863	826.929%
AVERAGE	29.08		6.941	17.6	493.586	82.693%
<i>Next period forecast</i>		33.266	(Bias)	(MAD)	(MSE)	(MAPE)
				<i>Std err</i>	24.839	

Sumber : Penulis, 2024

Berdasarkan *output* yang diperoleh, pengolahan data menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* menghasilkan rincian hasil peramalan untuk setiap periode. Dan metode ini memberikan informasi nilai *error* yang dihasilkan selama proses perhitungan peramalan, sehingga memungkinkan evaluasi akurasi prediksi dan penyempurnaan model untuk hasil yang lebih optimal.

Berdasarkan hasil pengolahan data dengan POM-QM, metode *Moving Average* menghasilkan Bias (*Mean Error*) sebesar 3.794, MAD sebesar 21.656, MSE sebesar 678.038, *Standard Error* sebesar 30.067, MAPE sebesar 107,835%, dan peramalan periode berikutnya sebesar 32.233 unit. Metode *Weighted Moving Average* menghasilkan Bias sebesar 2.056, MAD sebesar 21.201, MSE sebesar 587.301, *Standard Error* sebesar 27.983, MAPE sebesar 107,227%, dan peramalan periode berikutnya sebesar 25.622 unit. Sementara itu, metode *Single Exponential Smoothing* menghasilkan Bias sebesar 6.941, MAD sebesar 17.600, MSE sebesar 493.586, *Standard Error* sebesar 24.839, MAPE sebesar 82,693%, dan peramalan periode berikutnya sebesar 33.266 unit.

Dari ketiga metode peramalan yang digunakan, metode *Single Exponential Smoothing* (SES) terbukti lebih efektif dalam meramalkan pengiriman semen *bulk* di PT. VT. Hal ini dikarenakan metode SES menghasilkan kesalahan yang lebih kecil dibandingkan dengan *Moving Average* (MA) dan *Weighted Moving Average* (WMA). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa metode SES adalah yang paling efisien untuk mengoptimalkan jumlah produksi berdasarkan permintaan yang ada.

Kesimpulan:

Berdasarkan hasil yang diperoleh menggunakan metode *time series*, dapat disimpulkan bahwa pendekatan *forecasting* sangat berguna untuk memecahkan masalah yang dihadapi PT. VT terkait prediksi volume semen *bulk*. Dalam hal ini, metode *Single Exponential Smoothing* (SES) terbukti sebagai metode yang terbaik, karena menghasilkan persentase *error* yang paling rendah dibandingkan dengan metode *Moving Average* (MA) dan *Weighted Moving Average* (WMA). Hasil perhitungan peramalan menunjukkan bahwa volume semen *bulk* untuk periode mendatang dengan metode *Moving Average* menghasilkan MSE sebesar

678.038, dengan *Weighted Moving Average* sebesar 587.301, dan dengan *Single Exponential Smoothing* sebesar 493.586.

Dari analisis data tersebut, metode *Single Exponential Smoothing* terbukti sebagai metode peramalan *time series* terbaik untuk memprediksi volume semen *bulk*. Pemilihan metode ini didasarkan pada nilai tingkat *error* yang paling rendah dibandingkan dengan metode lainnya. Sebagai saran untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menggunakan data *time series* dengan metode yang lebih bervariasi dan periode yang lebih panjang guna meningkatkan akurasi peramalan. Selain itu, evaluasi terhadap efektivitas metode *forecasting* yang lebih kompleks, seperti metode berbasis *machine learning* atau regresi dinamis, juga dapat dilakukan. Dengan demikian, hasil prediksi yang lebih akurat dapat mendukung perencanaan operasional logistik dan distribusi di PT. VT.

Daftar Pustaka

- Clacier, R., Fitriani, R., Wahyudin. (2023). Optimalisasi Keuntungan Menggunakan Program Linier dengan Metode Simpleks dan POM-QM pada Produksi Tahu. *Jurnal Serambi Engineering*. 8(2), 5162-5169.
- Hidayatullah, M. A., Rahmawati, N. (2023). Application of the Single Moving Average, Weighted Moving Average and Exponential Smoothing Methods For Forecasting Demand At Boy Delivery. *Tibuana: Journal of applied Industrial Engineering-University of PGRI Adi Buana*. 6(1), 32-37.
- Lina, T. N., Rumetna, M. S., Pormes, F. S., Ferdinandus, W., Matahelumual, F. (2022). Pelatihan Optimalisasi Sumber Daya pada Usaha Kecil dan Menengah Menggunakan Metode Simplek Serta POM-QM. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bidang Sains dan Teknologi*. 1(4), 453-361.
- Lubis, M. H., Sumijan. (2021). Prediksi Tingkat Kriminalitas Menggunakan Metode Single Moving Average (Studi Kasus Polres Asahan Sumatera Utara). *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*. 3(4), 183-188.
- Maysofa, L., Syaliman, K. U., Sapriadi. (2023). Implementasi Forecasting Pada Penjualan Inaura Hair Care Dengan Metode Single Exponential Smoothing. *Jurnal Testing dan Implementasi Sistem Informasi*. 1(2), 82-91.
- Meliana, D., Suharto, Suwarni, P. E. (2020). Analisis Peramalan Penjualan Air Minum Dalam Kemasan 240ml Pada Pt Trijaya Tirta Darma (Great) Dengan Metode Single Moving Average Dan Exponential Smoothing. *Industrika: Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. 4(2), 114-120.
- Nasution, A. (2019). Metode Weighted Moving Average dalam M-Forecasting. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*. 5(2), 119-124.
- Reba, F., Sroyer, A., Yokhu, S. M., dan Langowuyo, A. (2021). Perbandingan Metode Weighted Moving Average dan Single Exponential Smoothing Angka Partisipasi Sekolah Wilayah Adat, Papua. *Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*. 18(2), 161-168.
- Rumetna, M. S, Lina, T. N., Sari, T. P., Mugu, P., Assem, A., Sianturi, R. (2021). Optimasi Jumlah Produksi Roti Menggunakan Program Linear dan Software POM-QM. *Computer Based Information System Journal*. 9(1), 42-49.
- Septiansyah, R., Wahyudin. (2023). Perbandingan Peramalan Permintaan Produk Hollow Alumunium Menggunakan Metode Single Moving Average Dan Exponential Smoothing Pada PT. MU. *Industrika: Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. 7(3), 257-268.
- Sihombing, P. R., Arsani, A. M. (2022). Aplikasi Riset Operasional dengan POM-QM. Surabaya: CV. Global Aksara Pers.
- Rahayu, S. I., Arifin, J. (2023). Penerapan Metode Double Exponential Smoothing dan Regresi Linier pada Peramalan Persediaan Packaging di PT. XYZ. *Industrika : Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. 7(3), 336-346.
- Rozikin, K., Silalahi, F. D., Rutdijono, D., Setiawan, N. D. (2021). Pemanfaatan Metode Moving Average dalam Sistem Informasi Pendukung Keputusan Pembelian Barang

- Berdasarkan Peramalan Penjualan dengan Berbasis Web. *Jurnal Ilmiah Elektronika dan Komputer*. 14(2), 198-207.
- Wijaya, R. A., Erlina, R., Mardiana, N. (2023). Comparison of Moving Average and Exponential Smoothing Methods in Sales Forecasting of Banana Chips Products in Pd. Dwi Putra Tulang Bawang Barat. *Journal of Finance and Business Digital*. 2(2), 193-208.
- Yuliana, L. (2019). Analisis Perencanaan Penjualan dengan Metode Time Series (Studi Kasus pada PD. Sumber Jaya Aluminium). *Jurnal Mitra Manajemen (JMM Online)*. 3(7), 780-789.