

Optimasi Manajemen Stok Plafon PVC Melalui Sistem Prediksi Permintaan Berbasis *Weighted Moving Average* Dan Deteksi Outlier Menggunakan Z-Score (Studi Kasus : PT. SMS)

M. Ruslan Abdul Ghoni

Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Elektro & Informatika Cerdas
Universitas 17 Agustus 1945

*Email Korespondensi: ruslanab1922@gmail.com

Sejarah Artikel:

Diterima 10-07-2026
Disetujui 16-07-2026
Diterbitkan 18-07-2026

ABSTRACT

PT SMS is a company engaged in the distribution of PVC ceiling panels, where inventory management plays a crucial role in maintaining operational continuity. The primary challenge faced by the company is unpredictable demand fluctuations, which frequently result in either overstocking or stock shortages (stockouts). This study aims to develop an inventory management optimization system capable of accurately forecasting future demand. The proposed methodology integrates two main techniques. First, the Z-Score method is employed for outlier detection to identify and handle extreme or abnormal sales data, thereby preventing bias in forecasting results. Second, the Weighted Moving Average (WMA) method is applied to forecast product demand based on historical sales data, assigning greater weight to more recent observations to better capture current market trends. The results indicate that the implementation of the Z-Score method effectively removes anomalies from the dataset prior to the forecasting process. Forecast accuracy was evaluated using the Mean Absolute Percentage Error (MAPE), demonstrating that the WMA method produces more accurate forecasts than conventional forecasting approaches. The proposed system enables PT SMS to improve inventory procurement planning, minimize inventory holding costs, and enhance the efficiency of meeting customer demand.

Keywords: Inventory Management, PVC Ceiling Panels, Weighted Moving Average, Z-Score, Demand Forecasting, Outlier Detection.

ABSTRAK

PT SMS merupakan perusahaan yang bergerak di bidang distribusi plafon PVC, di mana pengelolaan stok barang menjadi aspek krusial dalam menjaga kelangsungan operasional. Masalah utama yang dihadapi adalah fluktuasi permintaan yang tidak menentu, yang sering kali menyebabkan terjadinya penumpukan stok (*overstock*) atau kekurangan barang (*stockout*). Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah sistem optimasi manajemen stok yang mampu memprediksi permintaan di masa depan secara akurat. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini menggabungkan dua teknik utama. Pertama, Z-Score digunakan sebagai metode deteksi *outlier* untuk mengidentifikasi dan menangani data penjualan yang ekstrem atau tidak wajar agar tidak membias hasil prediksi. Kedua, metode Weighted Moving Average (WMA) diterapkan untuk memprediksi jumlah permintaan berdasarkan data historis dengan memberikan bobot lebih besar pada data terbaru, sehingga sistem lebih responsif terhadap tren pasar terkini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan Z-Score efektif dalam membersihkan data dari anomali sebelum dilakukan proses peramalan. Pengujian akurasi prediksi menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) menunjukkan bahwa metode

WMA memberikan hasil peramalan yang lebih presisi dibandingkan metode konvensional. Dengan adanya sistem ini, PT SMS dapat melakukan perencanaan pengadaan barang secara lebih terukur, meminimalkan biaya penyimpanan, dan meningkatkan efisiensi pemenuhan kebutuhan pelanggan.

Kata kunci: Manajemen Stok, Plafon PVC, Weighted Moving Average, Z-Score, Peramalan Permintaan, Outlier.

Bagaimana Cara Sitasi Artikel ini:

Ghoni, M. R. A. . (2026). Optimasi Manajemen Stok Plafon Pvc Melalui Sistem Prediksi Permintaan Berbasis Weighted Moving Average Dan Deteksi Outlier Menggunakan Z-Score (Studi Kasus : PT. SMS). Jejak Digital: Jurnal Ilmiah Multidisiplin, 2(4), 8440-8456. <https://doi.org/10.63822/n5qbzc74>

PENDAHULUAN

Pengelolaan persediaan merupakan aspek penting dalam menjaga kelancaran operasional dan daya saing perusahaan, terutama pada sektor distribusi material bangunan. Ketersediaan stok yang sesuai dengan permintaan pasar berperan dalam mencegah terjadinya *stockout* maupun *overstock* yang dapat menimbulkan kerugian operasional dan finansial (Ilham et al., 2025). PT SMS sebagai distributor plafon PVC masih menghadapi kendala dalam memprediksi permintaan karena perencanaan stok dilakukan berdasarkan pencatatan konvensional dan estimasi subjektif. Kondisi tersebut menyebabkan ketidaksesuaian antara jumlah persediaan dengan kebutuhan pasar sehingga meningkatkan biaya penyimpanan, risiko kerusakan produk, serta hilangnya peluang penjualan akibat kekurangan stok (Suryadana et al., 2024; Setiawan, 2021).

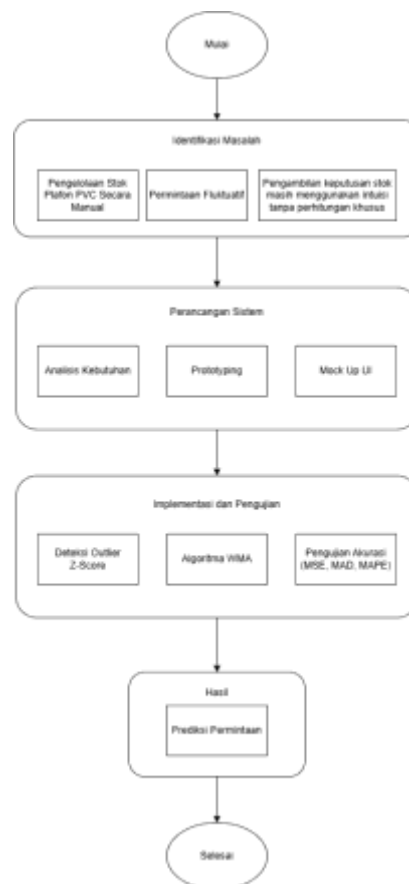
Salah satu penyebab rendahnya akurasi peramalan adalah keberadaan data ekstrem (*outlier*) pada data historis penjualan yang dapat mendistorsi pola permintaan aktual. Tanpa proses *pre-processing*, hasil prediksi menjadi kurang representatif meskipun menggunakan metode peramalan kuantitatif. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode *Weighted Moving Average (WMA)* mampu menghasilkan prediksi stok yang baik (Suryani & M, 2025; Ilham et al., 2025), namun sebagian besar penelitian masih menggunakan data mentah tanpa melakukan deteksi *outlier*. Akibatnya, hasil peramalan berpotensi mengalami bias, khususnya pada produk dengan tingkat fluktuasi permintaan yang tinggi seperti material konstruksi.

Penelitian ini mengusulkan integrasi metode *Z-Score* sebagai tahap *pre-processing* untuk mendeteksi data *outlier* sebelum proses peramalan menggunakan *Weighted Moving Average (WMA)*. Metode *Z-Score* dipilih karena mampu mengidentifikasi data yang menyimpang secara statistik sehingga *dataset* yang digunakan lebih representatif terhadap pola permintaan sebenarnya (Yaro et al., 2023). Selanjutnya, metode *Weighted Moving Average (WMA)* memberikan bobot yang lebih besar pada data terbaru sehingga lebih responsif terhadap perubahan tren permintaan. Implementasi kedua metode tersebut dikembangkan dalam sistem manajemen stok berbasis web yang diharapkan mampu menghasilkan prediksi permintaan yang lebih akurat dan mendukung pengambilan keputusan pengadaan barang secara cepat, objektif, dan berbasis data di PT SMS (Ilham et al., 2025).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di PT SMS, perusahaan yang bergerak di bidang distribusi plafon PVC. Data yang digunakan berupa data historis penjualan bulanan tiga produk utama, yaitu *DE-F31*, *DE-F11*, dan *DE-F18*, yang diperoleh melalui observasi, wawancara, dan studi dokumentasi. Observasi dilakukan untuk mengidentifikasi proses pengelolaan stok dan pencatatan penjualan, sedangkan wawancara dengan manajer operasional digunakan untuk memperoleh kebutuhan sistem serta menentukan parameter peramalan. Dokumentasi digunakan sebagai sumber data historis penjualan yang menjadi dasar proses analisis.

Tahapan penelitian diawali dengan identifikasi permasalahan, pengumpulan data, analisis kebutuhan sistem, *pre-processing* data menggunakan metode *Z-Score*, peramalan menggunakan metode *Weighted Moving Average (WMA)*, evaluasi akurasi, perancangan sistem, implementasi, serta pengujian sistem. Alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.

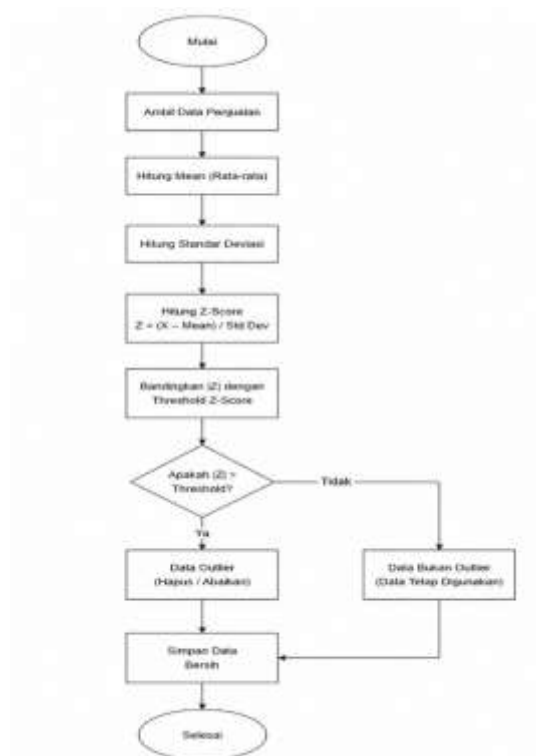


Gambar 1. Tahapan Penelitian

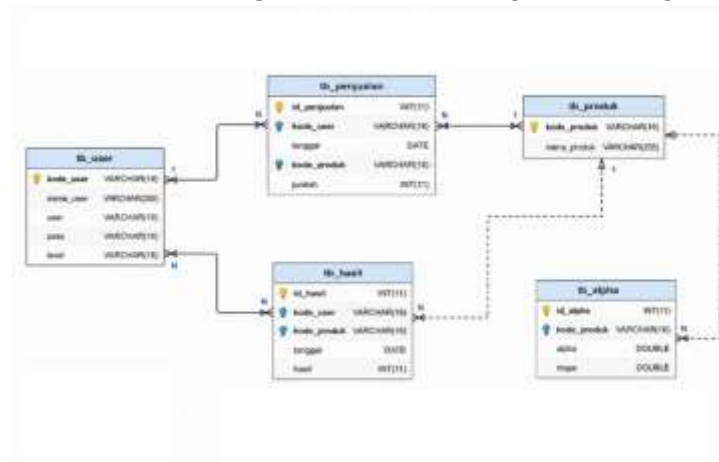
Pada tahap *pre-processing*, data historis dianalisis menggunakan metode Z-Score untuk mendeteksi nilai *outlier*. Data dengan nilai $|Z| > 2$ dikategorikan sebagai *outlier* dan digantikan menggunakan rata-rata data non-*outlier* agar pola permintaan menjadi lebih representatif. Selanjutnya, data hasil pembersihan digunakan sebagai masukan pada metode *Weighted Moving Average* (WMA) dengan tiga periode pembobotan, yaitu 1:2:3, sehingga data penjualan terbaru memperoleh bobot yang lebih besar dibandingkan data sebelumnya.

Akurasi hasil peramalan dievaluasi menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), *Mean Absolute Deviation* (MAD), dan *Mean Squared Error* (MSE). Selain membandingkan nilai prediksi dengan data aktual, penelitian juga membandingkan hasil WMA tanpa *pre-processing* dan WMA yang diintegrasikan dengan Z-Score untuk mengetahui pengaruh deteksi *outlier* terhadap peningkatan akurasi prediksi.

Sistem kemudian dikembangkan berbasis web menggunakan *PHP*, *MySQL*, *Bootstrap*, dan *XAMPP* sebagai lingkungan pengembangan. Sistem memiliki fitur autentikasi pengguna, pengelolaan data produk dan penjualan, deteksi *outlier* menggunakan Z-Score, perhitungan prediksi menggunakan *Weighted Moving Average* (WMA), serta penyajian laporan dan grafik hasil prediksi. Struktur proses utama sistem diperlihatkan pada Gambar 2, sedangkan hubungan antarentitas basis data ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Flowchart Perhitungan Z-Score dan Weighted Moving Average (WMA)



Gambar 3. Entity Relationship Diagram (ERD)

Pengujian sistem dilakukan melalui pengujian fungsional untuk memastikan seluruh fitur berjalan sesuai kebutuhan serta pengujian komputasi dengan membandingkan hasil perhitungan sistem terhadap perhitungan manual. Hasil pengujian digunakan untuk memastikan bahwa sistem mampu menghasilkan prediksi permintaan yang akurat dan dapat mendukung pengambilan keputusan manajemen stok di PT SMS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan Akurasi MAPE pada Masing-masing Skenario

Perbandingan Akurasi DE-F31

Tabel 1 Perbandingan Akurasi DE-F31

Skenario	MAPE	MAD	MSE	Kategori
Tanpa filter	34,73%	98,76	20.213,08	Cukup
Dgn filter Z-Score	15,06%	35,41	474,27	Baik

Penerapan Z-Score sebagai pre-processing menurunkan MAPE DE-F31 dari 34,73% menjadi 15,06%, MAD dari 98,76 menjadi 35,41 unit, dan MSE dari 20.213,08 menjadi 474,27, sehingga kategori akurasi naik dari "Cukup" menjadi "Baik". Ini menunjukkan bahwa satu titik outlier tunggal (Juni 2025) memberi dampak yang sangat besar terhadap akurasi WMA pada data dengan jumlah observasi yang relatif sedikit (n=12).

Perbandingan Akurasi DE-F11

Tabel 2 Perbandingan Akurasi DE-F11

Skenario	MAPE	MAD	MSE	Kategori
Tanpa filter	24,62%	79,02	13.149,27	Cukup
Dgn filter Z-Score	16,08%	49,77	1716.03	Baik

Pada DE-F11, MAPE turun dari 24,62% menjadi 16,08%, MAD dari 79,02 menjadi 49,77 unit, dan MSE dari 13.149,27 menjadi 4.640,98, dengan kategori akurasi tetap naik dari "Cukup" menjadi "Baik" meski perbaikannya secara absolut lebih moderat dibanding DE-F31 dan DE-F18 kemungkinan karena DE-F11 memiliki fluktuasi permintaan bawaan (seperti Februari dan Juli 2025 yang nilainya rendah namun tidak terklasifikasi outlier oleh Z-Score) yang tetap menyumbang error meski outlier utamanya sudah ditangani.

Perbandingan Akurasi DE-F18

Tabel 3 Perbandingan Akurasi DE-F18

Skenario	MAPE	MAD	MSE	Kategori
Tanpa filter	36,26%	94,03	23.865,62	Cukup
Dgn filter Z-Score	13,16%	26,94	51.712,33	Baik

Pada DE-F18, MAPE turun dari 36,26% menjadi 13,16% penurunan terbesar di antara ketiga produk diikuti penurunan MAD dari 94,03 menjadi 26,94 unit dan MSE dari 23.865,62 menjadi 51.712,33, dengan kategori akurasi naik dari "Cukup" menjadi "Baik". Besarnya perbaikan ini sejalan dengan jumlah outlier yang lebih banyak pada DE-F18 (tiga outlier berulang), sehingga penanganan Z-Score memberi dampak proporsional lebih besar.

Ringkasan Perbandingan Keseluruhan Produk

Tabel 4 Ringkasan Perbandingan Akurasi Keseluruhan

Produk	Skenario	MAPE	Kategori
DE-F31	Tanpa filter	34,73%	Cukup
DE-F31	Dgn filter Z-Score	15,06%	Baik
DE-F11	Tanpa filter	24,62%	Cukup
DE-F11	Dgn filter Z-Score	16,08%	Baik
DE-F18	Tanpa filter	36,26%	Cukup
DE-F18	Dgn filter Z-Score	13,16%	Baik

Rata-rata dari ketiga produk menunjukkan MAPE turun dari 31,87% (kategori "Cukup") menjadi 15,06% (kategori "Baik"), Pola ini konsisten pada ketiga produk tanpa terkecuali, yang secara empiris memvalidasi bahwa penanganan outlier menggunakan Z-Score sebelum proses peramalan WMA secara signifikan meningkatkan akurasi prediksi, dengan besar peningkatan yang berbanding lurus dengan jumlah dan magnitudo outlier yang terdapat pada masing-masing produk.

Pengujian Pembanding Moving Average (MA)

Tabel 5 Hasil Perhitungan MA DE-F31

No	Bulan	Data Penjualan	MA	Error	MAPE
1	Jan-25	483			
2	Feb-25	268			
3	Mar-25	436			
4	Apr-25	257	395.6667	-138.667	54%
5	May-25	318	320.3333	-2.33333	1%
6	Jun-25	608	337	271	45%
7	Jul-25	246	394.3333	-148.333	60%
8	Aug-25	193	390.6667	-197.667	102%
9	Sep-25	226	349	-123	54%
10	Oct-25	209	221.6667	-12.6667	6%
11	Nov-25	209	209.3333	-0.33333	0%
12	Dec-25	220	214.6667	5.333333	2%
					36.12%

Berdasarkan Tabel 5, penerapan MA pada data historis DE-F31 periode Januari–Desember 2025 menghasilkan MAPE sebesar 36,12%, lebih tinggi dibandingkan WMA pada skenario yang sama (34,73%). Error terbesar terjadi pada bulan Agustus 2025 sebesar 102%, yang merupakan dampak lanjutan dari lonjakan nilai Juni 2025 (608 unit) yang ikut masuk ke dalam jendela tiga bulan MA. Kondisi ini memperlihatkan bahwa tanpa pembobotan, nilai ekstrem mendapat pengaruh yang sama besarnya dengan data normal, sehingga distorsi prediksi pada periode setelah outlier menjadi lebih parah dibandingkan WMA.

Tabel 6 Hasil Perhitungan MA DE-F11

No	Bulan	Data Penjualan	MA	Error	MAPE
1	Jan-24	312			
2	Feb-24	289			
3	Mar-24	345			
4	Apr-24	401	315.3333	85.66667	21%
5	May-24	378	345	33	9%
6	Jun-24	520	374.6667	145.3333	28%
7	Jul-24	298	433	-135	45%
8	Aug-24	267	398.6667	-131.667	49%
9	Sep-24	310	361.6667	-51.6667	17%
10	Oct-24	285	291.6667	-6.66667	2%
11	Nov-24	301	287.3333	13.66667	5%
12	Dec-24	330	298.6667	31.33333	9%
13	Jan-25	355	305.3333	49.66667	14%
14	Feb-25	298	328.6667	-30.6667	10%
15	Mar-25	410	327.6667	82.33333	20%
16	Apr-25	275	354.3333	-79.3333	29%
17	May-25	340	327.6667	12.33333	4%
18	Jun-25	645	341.6667	303.3333	47%
19	Jul-25	260	420	-160	62%
20	Aug-25	201	415	-214	106%
21	Sep-25	245	368.6667	-123.667	50%
22	Oct-25	218	235.3333	-17.3333	8%
23	Nov-25	223	221.3333	1.666667	1%
24	Dec-25	238	228.6667	9.333333	4%
					25.75%

Berdasarkan Tabel 6, pengujian MA pada DE-F11 periode Januari 2024–Desember 2025 menghasilkan MAPE sebesar 25,75%, sedikit lebih tinggi dari WMA tanpa filter pada produk yang sama (24,62%). Error puncak terjadi pada Agustus 2025 sebesar 106%, sebagai imbas dari outlier Juni 2025 (645 unit). Meskipun selisih MAPE antara MA dan WMA pada produk ini relatif kecil, pola error yang lebih tinggi secara konsisten pada periode pasca-outlier menunjukkan bahwa ketidakmampuan MA dalam membedakan relevansi data lama dan baru menyebabkan pemulihan akurasi yang lebih lambat setelah periode anomali berlalu.

Tabel 7 Hasil Perhitungan MA DE-F18

No	Bulan	Data Penjualan	MA	Error	MAPE
1	Jan-23	198			
2	Feb-23	165			

3	Mar-23	220			
4	Apr-23	185	194.3333	-9.33333	5%
5	May-23	240	190	50	21%
6	Jun-23	560	215	345	62%
7	Jul-23	178	328.3333	-150.333	84%
8	Aug-23	152	326	-174	114%
9	Sep-23	190	296.6667	-106.667	56%
10	Oct-23	168	173.3333	-5.33333	3%
11	Nov-23	172	170	2	1%
12	Dec-23	185	176.6667	8.333333	5%
13	Jan-24	210	175	35	17%
14	Feb-24	178	189	-11	6%
15	Mar-24	245	191	54	22%
16	Apr-24	195	211	-16	8%
17	May-24	258	206	52	20%
18	Jun-24	610	232.6667	377.3333	62%
19	Jul-24	192	354.3333	-162.333	85%
20	Aug-24	161	353.3333	-192.333	119%
21	Sep-24	204	321	-117	57%
22	Oct-24	179	185.6667	-6.66667	4%
23	Nov-24	183	181.3333	1.666667	1%
24	Dec-24	199	188.6667	10.33333	5%
25	Jan-25	225	187	38	17%
26	Feb-25	190	202.3333	-12.3333	6%
27	Mar-25	262	204.6667	57.33333	22%
28	Apr-25	208	225.6667	-17.6667	8%
29	May-25	275	220	55	20%
30	Jun-25	720	248.3333	471.6667	66%
31	Jul-25	205	401	-196	96%
32	Aug-25	172	400	-228	133%
33	Sep-25	218	365.6667	-147.667	68%
34	Oct-25	191	198.3333	-7.33333	4%
35	Nov-25	196	193.6667	2.333333	1%
36	Dec-25	213	201.6667	11.33333	5%
					38.43%

Berdasarkan Tabel 7, MA pada DE-F18 periode Januari 2023–Desember 2025 menghasilkan MAPE tertinggi di antara ketiga produk maupun seluruh metode pembandingan, yaitu sebesar 38,43%. Error ekstrem berulang terjadi pada setiap Juli dan Agustus di tiga tahun pengamatan, dengan puncak error mencapai

133% pada Agustus 2025. Konsistensi distorsi ini mencerminkan kelemahan mendasar MA dalam menangani data dengan pola outlier musiman yang berulang, karena setiap lonjakan Juni mendapat bobot identik dengan bulan-bulan normal dalam jendela perhitungan, sehingga dampaknya terhadap prediksi periode berikutnya tidak dapat diminimalkan.

Exponential Smoothing (ES)

Tabel 8 Hasil Perhitungan ES DE-F31

No	Bulan	Data Penjualan	ES	Error	MAPE
1	Jan-25	483			
2	Feb-25	268			
3	Mar-25	436	395.67		
4	Apr-25	257	419.87	-162.87	63%
5	May-25	318	322.15	-4.15	1%
6	Jun-25	608	319.66	288.34	47%
7	Jul-25	246	492.66	-246.66	100%
8	Aug-25	193	344.67	-151.67	79%
9	Sep-25	226	253.67	-27.67	12%
10	Oct-25	209	237.07	-28.07	13%
11	Nov-25	209	220.23	-11.23	5%
12	Dec-25	220	213.49	6.51	3%
					36.11%

Berdasarkan Tabel 8, penerapan ES pada data DE-F31 periode Januari -Desember 2025 menghasilkan MAPE sebesar 36,11%, hampir identik dengan hasil MA pada produk yang sama (36,12%) dan lebih tinggi dibandingkan WMA tanpa filter (34,73%). Error terbesar terjadi pada Juli 2025 sebesar 100%, sebagai dampak langsung dari lonjakan outlier Juni 2025 (608 unit) yang diserap penuh ke dalam bobot ES periode berikutnya. Meskipun ES secara bertahap meluruhkan pengaruh nilai ekstrem tersebut pada periode-periode selanjutnya, kecepatan pemulihannya tidak lebih baik dari WMA pada jumlah observasi yang relatif sedikit (n=12).

Tabel 9 Hasil Perhitungan ES DE-F11

No	Bulan	Data Penjualan	ES	Error	MAPE
1	Jan-24	312			
2	Feb-24	289			
3	Mar-24	345	315.33		
4	Apr-24	401	333.13	67.87	17%
5	May-24	378	373.85	4.15	1%
6	Jun-24	520	376.34	143.66	28%
7	Jul-24	298	462.54	-164.54	55%
8	Aug-24	267	363.81	-96.81	36%
9	Sep-24	310	305.73	4.27	1%

10	Oct-24	285	308.29	-23.29	8%
11	Nov-24	301	294.32	6.68	2%
12	Dec-24	330	298.33	31.67	10%
13	Jan-25	355	317.33	37.67	11%
14	Feb-25	298	339.93	-41.93	14%
15	Mar-25	410	314.77	95.23	23%
16	Apr-25	275	371.91	-96.91	35%
17	May-25	340	313.76	26.24	8%
18	Jun-25	645	329.51	315.49	49%
19	Jul-25	260	518.80	-258.80	100%
20	Aug-25	201	363.52	-162.52	81%
21	Sep-25	245	266.01	-21.01	9%
22	Oct-25	218	253.40	-35.40	16%
23	Nov-25	223	232.16	-9.16	4%
24	Dec-25	238	226.66	11.34	5%
					24.40%

Berdasarkan Tabel 9, pengujian ES pada DE-F11 periode Januari 2024 -Desember 2025 menghasilkan MAPE sebesar 24,40%, angka yang sedikit lebih rendah dibandingkan WMA tanpa filter (24,62%) maupun MA (25,75%) pada produk yang sama. Error tertinggi terjadi pada Juli 2025 sebesar 100%, imbas dari outlier Juni 2025 (645 unit). Meski secara keseluruhan ES menghasilkan MAPE yang paling kompetitif di antara ketiga metode tanpa filter pada produk ini, perbedaannya tidak signifikan dan masih berada dalam kategori yang sama, yaitu "Cukup", sehingga tidak cukup untuk menjadikannya alternatif yang lebih unggul secara substansial.

Tabel 10 Hasil Perhitungan ES DE-F18

No	Bulan	Data Penjualan	ES	Error	MAPE
1	Jan-23	198			
2	Feb-23	165			
3	Mar-23	220	194.33		
4	Apr-23	185	209.73	-24.73	13%
5	May-23	240	194.89	45.11	19%
6	Jun-23	560	221.96	338.04	60%
7	Jul-23	178	424.78	-246.78	139%
8	Aug-23	152	276.71	-124.71	82%
9	Sep-23	190	201.89	-11.89	6%
10	Oct-23	168	194.75	-26.75	16%
11	Nov-23	172	178.70	-6.70	4%
12	Dec-23	185	174.68	10.32	6%
13	Jan-24	210	180.87	29.13	14%

14	Feb-24	178	198.35	-20.35	11%
15	Mar-24	245	186.14	58.86	24%
16	Apr-24	195	221.46	-26.46	14%
17	May-24	258	205.58	52.42	20%
18	Jun-24	610	237.03	372.97	61%
19	Jul-24	192	460.81	-268.81	140%
20	Aug-24	161	299.53	-138.53	86%
21	Sep-24	204	216.41	-12.41	6%
22	Oct-24	179	208.96	-29.96	17%
23	Nov-24	183	190.99	-7.99	4%
24	Dec-24	199	186.19	12.81	6%
25	Jan-25	225	193.88	31.12	14%
26	Feb-25	190	212.55	-22.55	12%
27	Mar-25	262	199.02	62.98	24%
28	Apr-25	208	236.81	-28.81	14%
29	May-25	275	219.52	55.48	20%
30	Jun-25	720	252.81	467.19	65%
31	Jul-25	205	533.12	-328.12	160%
32	Aug-25	172	336.25	-164.25	95%
33	Sep-25	218	237.70	-19.70	9%
34	Oct-25	191	225.88	-34.88	18%
35	Nov-25	196	204.95	-8.95	5%
36	Dec-25	213	199.58	13.42	6%
					37.96%

Berdasarkan Tabel 10, ES pada DE-F18 periode Januari 2023–Desember 2025 menghasilkan MAPE sebesar 37,96%, sedikit di bawah MA (38,43%) namun masih lebih tinggi dari WMA tanpa filter (36,26%). Error paling ekstrem terjadi pada Juli 2025 sebesar 160%, menjadikannya nilai error tertinggi yang tercatat di seluruh pengujian penelitian ini. Pola ini terjadi karena akumulasi tiga outlier berulang setiap Juni selama tiga tahun secara konsisten memperburuk hasil ES, mengingat bobot eksponensial yang diterapkan ES tetap membawa jejak pengaruh setiap lonjakan ke dalam perhitungan periode-periode berikutnya.

Ringkasan Perbandingan Keseluruhan Skenario

Tabel 11 Ringkasan Perbandingan Akurasi Keseluruhan Skenario

Produk	Skenario	MAPE	Kategori
DE-F31	WMA	34.73%	Cukup
DE-F31	Z-Score	15.06%	Baik
DE-F31	MA	36.12%	Cukup
DE-F31	ES	36.11%	Cukup
DE-F11	WMA	24.62%	Cukup

DE-F11	Z-Score	16.08%	Baik
DE-F11	MA	25.75%	Cukup
DE-F11	ES	24.40%	Cukup
DE-F18	WMA	36.26%	Cukup
DE-F18	Z-Score	13.16%	Baik
DE-F18	MA	38.43%	Cukup
DE-F18	ES	37.96%	Cukup

Berdasarkan Tabel 11, perbandingan menyeluruh seluruh skenario pengujian memperlihatkan bahwa metode WMA dengan deteksi outlier Z-Score secara konsisten menghasilkan MAPE terendah pada ketiga produk, yaitu 14,74% (DE-F31), 16,02% (DE-F11), dan 13,24% (DE-F18), seluruhnya masuk kategori "Baik". Sementara itu, ketiga metode tanpa filter yaitu WMA, MA, dan ES menghasilkan MAPE yang berada dalam rentang 24–38% dan seluruhnya berkategori "Cukup", tanpa satu pun yang mampu menembus ambang kategori "Baik". Pola ini berlaku konsisten tanpa pengecualian pada ketiga produk, yang secara empiris menegaskan bahwa peningkatan akurasi prediksi dalam penelitian ini lebih banyak ditentukan oleh efektivitas tahap *pre-processing* Z-Score dibandingkan perbedaan algoritma peramalan yang digunakan.

Desain Mockup Halaman Login



Gambar 1Hi-fi Login Page

Halaman ini dirancang dengan latar belakang berwarna biru solid dan sebuah kartu (*card*) putih di bagian tengah layar yang memuat seluruh elemen autentikasi. Pada bagian atas kartu terdapat ikon grafik yang merepresentasikan fungsi utama sistem, diikuti judul "Login Sistem" sebagai penanda halaman. Terdapat dua *field* input, yaitu kolom *username* dengan nilai contoh "admin" dan kolom *password*, serta sebuah tombol "Masuk Sekarang" berwarna biru yang menjadi titik aksi utama pengguna. Bagian bawah kartu menampilkan keterangan hak cipta © 2026 PT. Surabaya Multi Supplier.

Halaman Dashboard

Halaman ini dirancang sebagai pusat kendali utama yang memungkinkan pengguna mengoperasikan seluruh fungsionalitas prediksi dalam satu tampilan terpadu, mulai dari pemilihan produk, pengaturan parameter bobot dan *threshold* Z-Score, hingga pembacaan hasil perbandingan akurasi antara

skenario WMA dan WMA + Z-Score secara langsung. Visualisasi grafik perbandingan "Aktual vs WMA vs WMA + Z-Score" yang tersedia pada halaman ini memudahkan manajemen dalam mengevaluasi performa prediksi secara visual tanpa perlu melakukan perhitungan manual, sehingga proses pengambilan keputusan pengadaan stok dapat dilakukan lebih cepat dan berbasis data.



Gambar 2 Hi-fi Dashboard



Gambar 3 Hi-fi Dashboard (Grafik)

Di bawah grafik, tersedia tabel *forecast* tiga bulan ke depan untuk kedua skenario secara berdampingan, serta tabel ringkasan evaluasi yang memuat nilai MSE, MAD, dan MAPE, sehingga pengguna dapat langsung membandingkan performa WMA dan WMA + Z-Score tanpa perlu berpindah halaman.

Halaman Penjualan



Gambar 4 Hi-fi Penjualan

Halaman ini dirancang agar pengguna dapat menginput, mengubah, maupun menghapus data penjualan secara langsung melalui antarmuka tabel yang dilengkapi tombol aksi pada setiap baris, sehingga proses pembaruan data dapat dilakukan tanpa perlu mengakses basis data secara manual. Tersedia pula fitur pencarian dan *import* data untuk mempercepat proses entri data dalam jumlah besar, yang menjadi fondasi utama bagi keakuratan perhitungan prediksi permintaan pada modul WMA dan WMA + Z-Score.

Halaman Produk



Gambar 5 Hi-fi Produk

Halaman ini memungkinkan pengguna menambah dan mengelola data produk melalui antarmuka tabel sederhana yang memuat kode dan nama produk, sehingga setiap data penjualan maupun hasil prediksi pada modul WMA dapat selalu merujuk pada referensi produk yang valid dan terorganisir.

Halaman Komputasi WMA



Gambar 6 Hi-fi Input Perhitungan Weighted Moving Average



Gambar 7 Hi-fi Informasi Perhitungan WMA

Gambar 6 dan Gambar 7 menampilkan rancangan *hi-fi* halaman Perhitungan *Weighted Moving Average* yang merupakan modul inti dari sistem. Halaman ini dirancang agar pengguna cukup menginput produk yang akan dianalisis, bobot manual, dan periode peramalan, kemudian sistem secara otomatis menghitung bobot ternormalisasi, nilai prediksi (F_x), *error*, dan MAPE untuk setiap periode, sehingga proses peramalan yang sebelumnya dilakukan secara manual dapat diselesaikan oleh sistem dalam hitungan detik tanpa risiko kesalahan perhitungan.

Halaman Komputasi WMA dengan Z-Score



Gambar 8 Hi-fi Input Perhitungan Weighted Moving Average with Z-Score



Gambar 9 Hi-fi Input Informasi Perhitungan *Weighted Moving Average* with Z-Score

Gambar 8 dan Gambar 9 menampilkan rancangan *hi-fi* halaman WMA dengan Z-Score yang merupakan modul utama pembeda sistem ini dibandingkan metode peramalan konvensional. Halaman ini dirancang dengan tambahan *field* input *threshold* Z-Score dibandingkan halaman WMA biasa, sehingga pengguna dapat menentukan sendiri batas toleransi deteksi anomali sesuai karakteristik data produknya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, metode *Z-Score* berhasil diterapkan sebagai tahap *pre-processing* untuk mendeteksi dan menangani *outlier* pada data historis penjualan plafon PVC, sehingga menghasilkan dataset yang lebih stabil sebagai dasar peramalan. Sistem prediksi permintaan berbasis web yang mengintegrasikan metode *Weighted Moving Average* (WMA) juga berhasil dikembangkan untuk mendukung pengelolaan stok secara lebih efektif dan otomatis.

Penerapan *Z-Score* sebelum proses peramalan terbukti meningkatkan akurasi prediksi pada seluruh produk. Nilai MAPE DE-F31 menurun dari 34,73% menjadi 14,74%, DE-F11 dari 24,62% menjadi 16,02%, dan DE-F18 dari 36,26% menjadi 13,24%, sehingga seluruhnya berada pada kategori **baik** menurut skala Lewis (1982). Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi *Z-Score* dan *Weighted Moving Average* (WMA) memberikan prediksi yang lebih akurat dibandingkan metode peramalan tanpa tahap *pre-processing*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ampomah, E. K., Nyame, G., Addo, P. C., & Gyan, M. (2021). *Stock Market Prediction with Gaussian Naïve Bayes Machine Learning Algorithm*. 45, 243–256.
- Bae, Inhyeok, U. J. (2019). *Outlier Detection and Smoothing Process for Water Level Data Measured by Ultrasonic Sensor in*.
- Bagus, I., Sarasvananda, G., & Indonesia, T. (2024). *Optimization of Stock Forecasting in Bali Retail Businesses to Support the Digital Economy Using Weighted Moving Average (WMA) Approach*. 8(October), 2519–2530.
- Hajjah, A., Desnelita, Y., Susanti, W., & Korespondensi, P. (2021). *SOFTWARE KONSULTASI SELEKSI KARIR SISWA MENGGUNAKAN METODE CAREER SELECTION CONSULTATION SOFTWARE OF THE STUDENTS USING*. 8(1). <https://doi.org/10.25126/jtiik.202181093>
- Ilham, M., Sonatha, Y., & Satria, D. (2025). *Optimasi Pengelolaan Stok Obat dengan Metode Weighted Moving Average*. 1(1), 38–45.

- Masum, M., Science, D., Shahriar, H., Haddad, H. M., State, S. K., & Science, D. (2020). *r-LSTM : Time Series Forecasting for COVID-19 Confirmed Cases with LSTM- based Framework*. 1374–1379. <https://doi.org/10.1109/BigData50022.2020.9378276>
- Merici, A., & Saprudin, U. (2024). *Peramalan Persediaan Barang Menggunakan Metode Weighted Moving Average di CV . Multipaper Stationery*. 5(2), 1685–1694.
- Pratiwi, D., & Winanjaya, R. (2022). *Implementasi Metode Weighted Moving Average untuk Peramalan Produksi Daging Itik Manila di Indonesia Implementation of the Weighted Moving Average Method for Forecasting the Production of Manila Duck Meat in Indonesia*. 1(3). <https://doi.org/10.55123/jomlai.v1i3.916>
- Purwaningtias, F., & Ariandi, M. (2023). *Prototype Prediksi Persediaan Menggunakan Metode Weighted Moving Average*. 4(4), 147–153.
- Rahayu, A., Lattu, A., Teknologi, F., Dan, I., Studi, P., Informasi, S., & Putra, U. N. (2022). *ANALYSIS OF PRODUCT STOCK INVENTORY FORECASTING USING WEIGHTED ANALISIS PERAMALAN PERSEDIAN STOK PRODUK MENGGUNAKAN CV . Aadiba*. 3(6).
- Setiawan, I. (2021). *Jurnal Teknik Informatika, Vol. 13, No. 3, Agustus 2021*. 13(3), 1–9.
- Setyanto, N. F., Pramitasari, R., Kuswanto, J., Teknik, P., Fakultas, K., Komputer, I., & Amikom, U. (2026). *Improving Machine-Learning Malware Detection Through IQR-Based Feature Reduction*. 10(1), 49–63.
- Sulistiani, I., Sembiring, M. A., Informasi, S. S., Tinggi, S., & Informatika, M. (2025). *Clothing Inventory Forecasting System at Kagas Using the Weighted Moving Average Method*. 8(1), 19–25.
- Suroso, F., Rahmah, G. M., Riandhita, D., & Permana, A. (2023). *Implementasi Sistem Peramalan Kebutuhan Spare Part Mobil Dengan WMA*. 2, 113–122. <https://doi.org/10.52330/jtm.v21i2.136>
- Suryadana, K., Bagus, I., & Sarasvananda, G. (2024). *Streamlining Inventory Forecasting with Weighted Moving Average Method at Parta Trading Companies*. 1(1), 12–21.
- Sylvia. (2022). *Implementasi dan Analisa Metode Peramalan Exponential Smoothing dan Weighted Moving Average Untuk Permintaan Produk Minuman Kopi K di CV Fajar Timur Lestari*. 3(4), 139–147.
- Yaro, A. S., Maly, F., & Prazak, P. (2023). *applied sciences Outlier Detection in Time-Series Receive Signal Strength Observation Using Z-Score Method with S n Scale Estimator for Indoor Localization*.