

Implementasi Model Hybrid Regresi Linear–Moving Average dalam Sistem Prediksi Penjualan Rokok Berbasis Data Historis

Rizal Amegia Saputra¹, Rusda Wajhillah², Yusti Farlina³, Angga Ardiansyah⁴, Siti Masripah⁵

¹rizal.rga@bsi.ac.id, ²rusda.rwh@bsi.ac.id, ³yusti.yfa@bsi.ac.id, ⁴angga.axr@bsi.ac.id, ⁵siti.stm@bsi.ac.id

^{1,2,3}Sistem Informasi Akuntansi Kampus Kota Sukabumi, Universitas Bina Sarana Informatika

⁴Sistem Informasi Akuntansi Kampus Kota Tegal, Universitas Bina Sarana Informatika

⁵Informatika Kampus Kota Bogor, Universitas Bina Sarana Informatika

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima 15/11/2025

Direvisi 05/12/2025

Diterbitkan 30/12/2025

Kata Kunci :

Model *Hybrid*, *Regresi Linear*, *Moving Average*, Peramalan Penjualan, Sistem Prediksi.

Keyword : *Hybrid*

Model, *Linear*

Regression, *Moving*

Average, *Sales*

Forecasting, *Prediction System*.

ABSTRAK

Peramalan penjualan merupakan proses penting dalam manajemen persediaan dan perencanaan produksi, khususnya pada industri rokok yang memiliki pola permintaan bervariasi antar jenis produk. Untuk meningkatkan akurasi prediksi pada data historis penjualan yang relatif pendek, penelitian ini bertujuan mengembangkan dan mengevaluasi model *hybrid* yang menggabungkan *Regresi Linear* dan *Moving Average* dengan bobot dinamis. Metode penelitian mencakup pra-pemrosesan data, eksplorasi statistik, pembentukan model LR dan MA, serta pengujian model *hybrid* dengan variasi bobot α pada rentang 0.1-0.5. Evaluasi performa dilakukan menggunakan MAE, RMSE, dan MAPE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model *hybrid* memberikan kinerja paling optimal dibandingkan model LR dan MA tunggal. Nilai rata-rata MAPE *hybrid* sebesar 2.17%, lebih rendah dibandingkan MA 2.31% dan LR 3.79%. Model *hybrid* mampu meningkatkan akurasi sebesar 5.95% dibandingkan MA dan 42.58% dibandingkan LR. Selain itu, sebagian besar produk memiliki bobot optimum pada $\alpha = 0.1-0.2$, ini menunjukkan dominannya pola jangka pendek, sementara produk dengan fluktuasi lebih tinggi menunjukkan α yang lebih besar. Dengan demikian, model *hybrid* LR-MA efektif digunakan untuk peramalan penjualan berbasis data historis.

ABSTRACT

Sales forecasting is an important process in inventory management and production planning, especially in the cigarette industry, which has varying demand patterns between product types. To improve the accuracy of predictions based on relatively short historical sales data, this study aims to develop and evaluate a hybrid model that combines linear regression and moving average with dynamic weights. The research method includes data preprocessing, statistical exploration, LR and MA model formation, and testing of the hybrid model with variations in α weight in the range of 0.1-0.5. Performance evaluation was carried out using MAE, RMSE, and MAPE. The results show that the hybrid model works better than either the LR or MA models on their own. The average MAPE value of the hybrid model is 2.17%, which is lower than MA at 2.31% and LR at 3.79%. The hybrid model was able to increase accuracy by 5.95% compared to MA and 42.58% compared to LR. In addition, most products had an optimum weight of $\alpha = 0.1-0.2$, indicating the dominance of short-term patterns, while products with higher fluctuations showed a larger α . Thus, the LR-MA hybrid model is effective for historical data-based sales forecasting.

Penulis Koresponden:

Rizal Amegia Saputra,

Email: rizal.rga@bsi.a.cid

Pendahuluan

Perkembangan dunia bisnis modern menuntut setiap perusahaan untuk mampu beradaptasi dan mempertahankan daya saing melalui pengelolaan informasi yang efektif (Budimansyah, 2024). Salah satu cara untuk mencapai hal tersebut adalah dengan menganalisis data historis yang dimiliki perusahaan dan dapat digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan (Sulistiyawati & Munawir, 2024). Dalam bidang pemasaran, kemampuan memprediksi penjualan menjadi sangat penting karena dapat membantu perusahaan menentukan strategi distribusi, pengendalian persediaan, hingga perencanaan produksi (Nabila et al., 2025). Data mining salah satu pendekatan yang dapat memberikan dukungan analitis bagi para pengambil keputusan melalui teknik statistik, matematika, dan kecerdasan buatan yang mampu mengekstraksi pola dan informasi berharga dari kumpulan data besar (Chyan et al., 2024).

Data mining merupakan metode analitis untuk mengekstraksi pola dan informasi dari data (Baskara et al., 2025), termasuk di dalamnya teknik peramalan yang digunakan untuk memprediksi nilai di masa mendatang (Dina et al., 2025). Salah satu metode peramalan yang paling banyak diterapkan dalam data mining adalah *regresi linear* (Suryanto & Muqtadir, 2019). Metode tersebut mampu memodelkan hubungan antara waktu atau variabel tertentu dengan permintaan maupun penjualan produk (Tiurma & Samosir, 2025). Namun, metode ini memiliki keterbatasan dalam menangkap fluktuasi penjualan jangka pendek (Sipayung et al., 2024). *Moving Average* sering digunakan dalam menggambarkan pola jangka pendek, tetapi lemah dalam merepresentasikan tren kenaikan penjualan dari waktu ke waktu (Khairunnisa et al., 2025). Untuk itu perlu pendekatan yang mampu menggabungkan kelebihan kedua model tersebut agar diperoleh prediksi yang lebih stabil dan akurat.

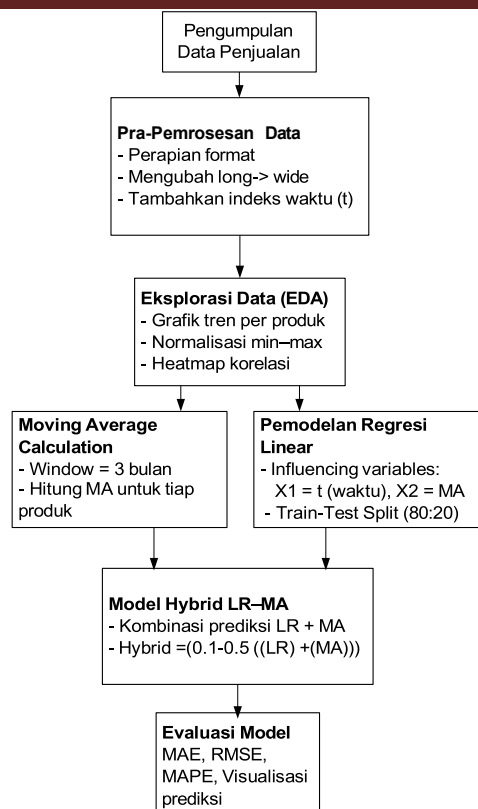
Beberapa penelitian sebelumnya telah menerapkan *regresi linear* untuk memprediksi data penjualan. Penelitian (Anggrawan et al., 2022) menunjukkan bahwa *regresi linear* sederhana mampu menghasilkan prediksi yang sangat akurat pada data penjualan produk *Unilever* dengan MAPE berada pada kisaran 1–10%. Penelitian (Heni et al., 2023) mengembangkan model *regresi linier* dan *polinomial* untuk industri makanan ringan dan menemukan bahwa *regresi polinomial* memberikan hasil terbaik dengan R^2 sebesar 0,9971 dan MAPE sekitar 1%. Penelitian (Dwi et al., 2023) menerapkan *regresi linear* sederhana pada data penjualan produk farmasi dan memperoleh RMSE sebesar 3,365, namun akurasi model masih terbatas karena pola data yang fluktuatif. Penelitian (Saputra et al., 2023) menggunakan *regresi linier* berganda untuk memprediksi pendapatan bawang merah dan menghasilkan MAPE sebesar 13%, yang menunjukkan bahwa model regresi belum sepenuhnya optimal dalam menangkap dinamika data. Penelitian (Tiurma & Samosir, 2025) yang memprediksi penjualan makanan dan minuman UMKM mendapati MAPE relatif tinggi, yaitu 15-48%, sehingga menunjukan keterbatasan *regresi linear* sederhana untuk data yang sangat bervariasi. Secara keseluruhan, lima penelitian tersebut menunjukkan bahwa regresi efektif untuk pola data tertentu, tetapi performanya menurun pada data dengan fluktuasi tinggi atau pola musiman, dan Penelitian (Permana, 2021) menggunakan *regresi linear* untuk memprediksi penjualan roko, model yang diajukan mampu menangkap kecenderungan tren penjualan. Namun, tingkat kesalahan prediksi masih relatif tinggi karena model belum mampu mengakomodasi fluktuasi jangka pendek

Penelitian terdahulu telah menerapkan *regresi linear* untuk peramalan penjualan, penelitian tersebut masih menggunakan *single-model approach* dan belum mengintegrasikan metode untuk menangkap pola jangka pendek sekaligus tren jangka panjang. Penelitian ini pengembangan *model hybrid regresi linear-moving average* (LR-MA) dengan pendekatan pembobotan dinamis (α) (Syafii et al., 2025) yang dioptimalkan untuk setiap produk. Berbeda dengan penelitian terdahulu yang hanya menggunakan regresi tunggal, penelitian ini memadukan kelebihan *regresi linear* dalam menangkap tren jangka panjang dan *Moving Average* dalam merepresentasikan pola jangka pendek. Selain itu, penelitian ini menguji rentang nilai α (0.1–0.5) untuk menemukan bobot terbaik secara empiris per produk, yang belum dieksplorasi dalam penelitian sebelumnya.

Metode Penelitian

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini disusun untuk menggambarkan alur kerja, dari tahap awal hingga tahap akhir. Setiap tahapan dirancang saling berkaitan dan berurutan, mulai dari identifikasi permasalahan, pengumpulan dan pengolahan data, perancangan metode, hingga analisis serta evaluasi hasil. Berikut alur tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Sumber: Penelitian Mandiri (2025)

Gambar 1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan metodologis yang tersusun secara sistematis:

1. Data penjualan, dengan tiga fitur utama yaitu jenis rokok, nama produk dan total penjualan. Data yang diperoleh masih dalam format *long* dari data primer PT Surya Madistrindo sebanyak 100 data yang terdiri dari 10 jenis rokok dalam 10 bulan transaksi yang berasal dari penelitian (Permana, 2021).
2. Pra-pemrosesan data melalui proses perapian format, konversi struktur data dari *long* format menjadi *wide* format menggunakan teknik *pivot*, serta penambahan indeks waktu (t) sebagai variabel deret waktu.
3. Untuk memahami karakteristik dasar dataset, menggunakan Eksplorasi data (EDA) untuk analisis yang meliputi penyajian grafik tren penjualan setiap produk, normalisasi menggunakan metode *min-max* untuk melihat keseragaman pola antarproduk, dan pembuatan *heatmap* korelasi guna mengidentifikasi hubungan keterkaitan antar jenis rokok.
4. Perhitungan *Moving Average* (MA) dengan jendela tiga bulan untuk menangkap pola lokal jangka pendek dari data deret waktu masing-masing produk. Nilai MA ini digunakan sebagai fitur tambahan dalam model selanjutnya.
5. Pemodelan *regresi linear*, di mana variabel prediktor yang digunakan terdiri dari indeks waktu ($X1 = t$) dan nilai *moving average* ($X2 = MA$), dengan pembagian data 80:20.
6. Setelah diperoleh prediksi dari *regresi linear* dan *baseline* MA, tahapan berikutnya merupakan inti penelitian, yaitu membangun model *hybrid* LR-MA, yang mengombinasikan prediksi *regresi linear* dan *moving average* melalui bobot α (*alpha*) yang divariasikan secara otomatis dari 0.1 hingga 0.5 untuk mendapatkan kombinasi terbaik.
7. Evaluasi model, yang dilakukan menggunakan beberapa metrik performa yaitu *Mean Absolute Error* (MAE), *Root Mean Square Error* (RMSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Selain itu, hasil prediksi model tunggal maupun *hybrid* divisualisasikan untuk memudahkan interpretasi pola dan kinerja.

Hasil dan Pembahasan

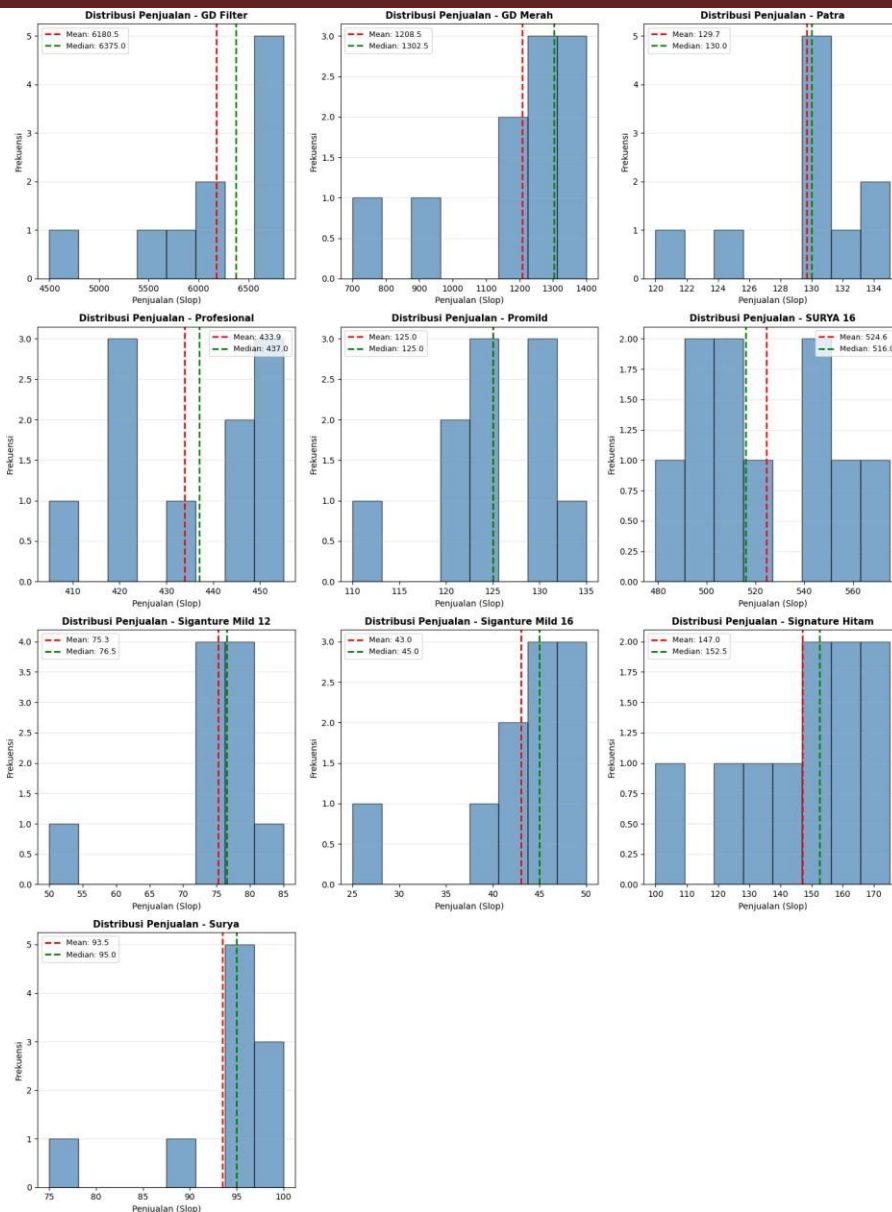
A. Deskripsi Data Penjualan dan Variabilitas

Analisis deskriptif dilakukan untuk memahami karakteristik dasar dari data penjualan sepuluh jenis produk rokok selama periode Januari hingga Oktober. Tabel 1 statistik deskriptif penjualan memberikan gambaran umum mengenai tingkat permintaan dan sebaran penjualannya. Secara umum, produk seperti GD Filter dan GD Merah menunjukkan rata-rata penjualan yang tinggi dan cenderung stabil, sedangkan produk seperti Signature Mild 12 dan Signature Mild 16 memiliki volume penjualan yang jauh lebih rendah. Untuk mengukur tingkat fluktuasi, digunakan *Coefficient of Variation (CV)* yang ditampilkan pada Tabel 1. Produk dengan nilai CV di bawah 15% dikategorikan stabil, yang mengindikasikan pola penjualan relatif konsisten antarbulan. Sementara itu, produk dengan nilai CV antara 15% hingga 30% menunjukkan variabilitas sedang, dan nilai CV di atas 30% mencerminkan variabilitas tinggi atau pola permintaan yang lebih fluktuatif.

Tabel 1 Statistik Deskriptif Data Penjualan

Jenis Rokok	Count	Mean	Median	Std	Cv	Min	Max
GD Filter	10	6180.5	6375	752.53	12.18	4500	6850
GD Merah	10	1208.5	1302.5	219.37	18.15	700	1400
Patra	10	129.7	130	4.45	3.43	120	135
Profesional	10	433.9	437	17.06	3.93	405	455
Promild	10	125	125	7.07	5.66	110	135
Surya 16	10	524.6	516	31.28	5.96	479	575
Sigaret Mild 12	10	75.3	76.5	9.48	12.58	50	85
Sigaret Mild 16	10	43	45	6.96	16.19	25	50
Signature Hitam	10	147	152.5	23.83	16.21	100	175
Surya	10	93.5	95	7.04	7.53	75	100

Gambar 1 menunjukkan bahwa pola distribusi penjualan pada setiap produk memiliki karakteristik yang berbeda, yang menandakan perbedaan tingkat permintaan antarsegmen. Produk dengan volume penjualan tinggi seperti GD Filter dan GD Merah menampilkan sebaran data yang lebih luas, ini menunjukkan adanya perubahan jumlah penjualan dari bulan ke bulan. Produk dengan volume menengah seperti Profesional dan SURYA 16 memperlihatkan penyebaran yang lebih terkendali dan cenderung stabil. Sementara itu, produk dengan volume penjualan lebih kecil seperti Patra, Promild, serta Signature Mild 12 dan Signature Mild 16 menunjukkan sebaran histogram yang lebih rapat, dengan nilai rata-rata dan nilai tengah yang saling berdekatan, sehingga perubahan penjualan antarperiode relatif kecil. Perbedaan karakteristik ini menunjukkan bahwa satu metode peramalan tunggal kurang mampu merepresentasikan seluruh pola penjualan secara optimal. Oleh karena itu, digunakan model *hybrid Regresi Linear–Moving Average* yang menggabungkan kemampuan *regresi linear* dalam menangkap kecenderungan tren dengan *moving average* yang efektif merepresentasikan pola jangka pendek, sehingga prediksi yang dihasilkan lebih sesuai dengan karakteristik masing-masing produk.

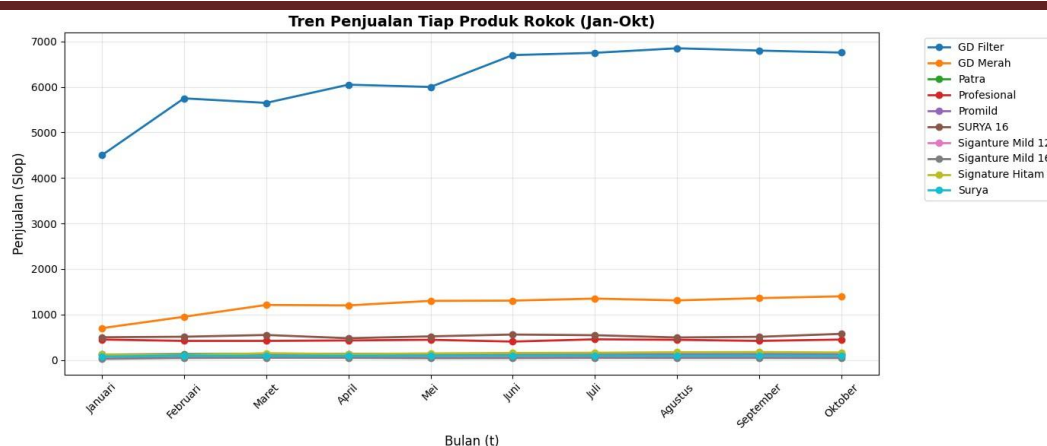


Sumber: Penelitian Mandiri (2025)

Gambar 1. Histogram Data Penjualan

B. Pola Tren dan Korelasi Antar Produk

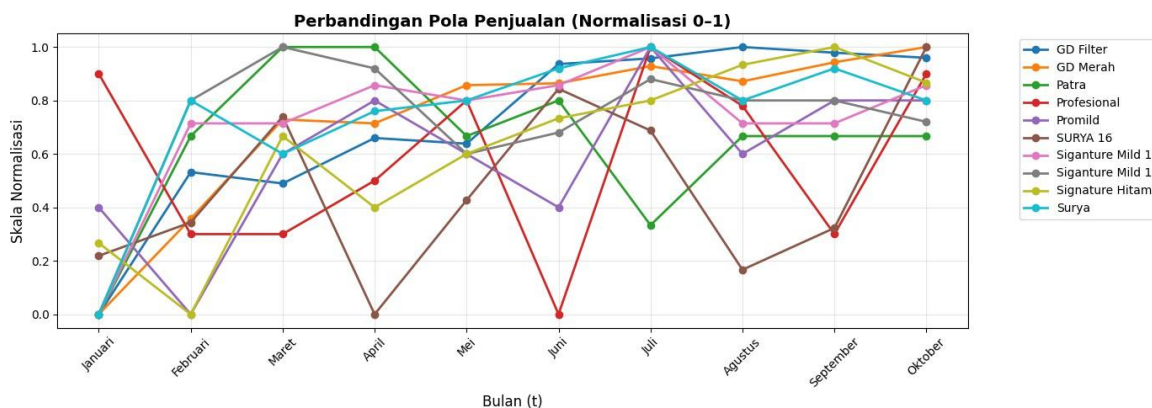
Pola tren penjualan produk yang dilihat pada Gambar 2, menunjukkan pola tren penjualan masing-masing produk rokok selama periode Januari hingga Oktober. Secara umum, GD Filter mendominasi volume penjualan dan memperlihatkan pola naik-menguat pada awal periode, stabil pada pertengahan tahun, serta sedikit menurun menjelang Oktober. Produk GD Merah berada pada kelompok menengah dan menunjukkan tren yang relatif stabil dengan sedikit peningkatan bertahap. Sementara itu, produk dengan volume rendah seperti Patra, Profesional, Promild, Surya 16, Signature Mild 12, Signature Mild 16, Signature Hitam, dan Surya memiliki tren yang cenderung datar tanpa fluktuasi signifikan, mencerminkan stabilitas permintaan pada kelompok produk ini. Perbedaan penjualan ini menunjukkan adanya segmentasi pasar yang kuat dan konsistensi konsumsi pada masing-masing jenis rokok, sehingga informasi pola tren ini penting sebagai dasar pemilihan model prediktif yang mempertimbangkan perilaku deret waktu tiap produk.



Sumber: Penelitian Mandiri (2025)

Gambar 2 Grafik Tren Penjualan

Normalisasi skala 0-1 dilakukan untuk menyamakan rentang nilai penjualan antarproduk yang memiliki perbedaan volume sangat besar, seperti GD Filter dengan penjualan ribuan slop dan produk lain yang hanya berada pada kisaran puluhan hingga ratusan slop. Tanpa normalisasi, pola pergerakan produk dengan skala kecil akan sulit terlihat karena terdominasi oleh produk berdimensi besar. Dengan menerapkan normalisasi min-max, seluruh produk ditempatkan pada rentang yang sama sehingga pola kenaikan, penurunan, dan fluktuasi relatif antarproduk dapat dibandingkan secara lebih adil dan informatif. Proses ini tidak mengubah bentuk tren dasar, tetapi memfasilitasi visualisasi yang lebih representatif untuk analisis pola penjualan deret waktu.



Sumber: Penelitian Mandiri (2025)

Gambar 3 Pola Penjualan Setelah di Normalisasi 0-1

C. Evaluasi Model *Moving Average* sebagai *Baseline*

Hasil pengukuran MA dapat dilihat pada Tabel 2, hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar produk memiliki nilai MAE, RMSE, dan MAPE yang relatif rendah, menandakan bahwa pergerakan penjualannya cenderung stabil dan tidak menunjukkan perubahan yang besar dari bulan ke bulan. Produk seperti Patra, Promild, Signature Mild 16, dan Surya memiliki tingkat kesalahan yang sangat kecil, sehingga metode MA cukup representatif dalam menggambarkan penjualan jangka pendek. Sebaliknya, produk dengan variasi penjualan lebih tinggi, seperti SURYA 16 dan Profesional, menunjukkan nilai *error* yang lebih besar, ini perlu metode yang mampu menangkap tren jangka panjang untuk memperbaiki akurasi.

Tabel 2 Hasil Model *Moving Average*

Produk	MAE_MA	RMSE_MA	MAPE_MA
GD Filter	23.33333333	32.99831646	0.345423143
GD Merah	31.66666667	33.74742789	2.282913165
Patra	0.833333333	1.178511302	0.641025641
Profesional	15.83333333	16.29076084	3.674603175
Promild	0.833333333	1.178511302	0.641025641
SURYA 16	27.5	34.50040257	4.856493322
Siganture Mild 12	3.333333333	3.333333333	4.305555556
Siganture Mild 16	1	1.054092553	2.291128338
Signature Hitam	5.833333333	5.89255651	3.41991342
Surya	0.666666667	0.745355992	0.696383817

D. Evaluasi Model *Regresi Linear*

Hasil pengukuran kesalahan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa kinerja RL bervariasi antarproduk, bergantung pada pola penjualan masing-masing. Produk dengan tren penjualan yang lebih jelas dan relatif meningkat secara bertahap, seperti GD Filter dan GD Merah, masih menunjukkan tingkat kesalahan yang cukup besar, terutama pada nilai MAE dan RMSE. Hal ini mengindikasikan bahwa perubahan penjualan bulan ke bulan tidak sepenuhnya mengikuti garis tren sederhana sehingga model linear kurang mampu menangkap dinamika pergerakan secara akurat. Pada produk dengan volume penjualan yang lebih kecil dan pola yang relatif stabil, seperti Promild, Surya, Signature Mild 16, dan Signature Hitam, nilai MAE dan MAPE cenderung lebih rendah, menandakan bahwa Regresi Linear tetap dapat memberikan estimasi yang cukup mendekati. Namun, beberapa produk seperti SURYA 16 dan Profesional memperlihatkan nilai MAPE yang lebih tinggi, menunjukkan bahwa pola fluktuatif atau lonjakan tertentu tidak sepenuhnya ditangkap oleh pendekatan *linear*.

Tabel 3 Hasil Model *Regresi Linear*

Produk	MAE_LR	RMSE_LR	MAPE_LR
GD Filter	146.6241308	146.6481285	2.163549303
GD Merah	31.73862697	34.78653252	2.285426254
Patra	4.961897419	5.000139805	3.816844169
Profesional	22.79389942	28.53658173	5.382476871
Promild	2.227564103	2.2296384	1.713510848
SURYA 16	53.51520233	60.61940661	9.584502672
Siganture Mild 12	3.864485867	5.363772901	4.836642091
Siganture Mild 16	1.699511002	1.970400539	3.812993183
Signature Hitam	3.719660194	3.754695857	2.181068662
Surya	2.074539069	2.074540526	2.150340576

E. Penentuan Bobot Optimal pada Model *Hybrid LR-MA*

Hasil penentuan bobot optimal pada model *hybrid LR-MA* ditunjukkan dalam Tabel 4, nilai α terbaik untuk setiap produk beserta performanya. Sebagian besar produk mencapai akurasi tertinggi pada $\alpha = 0.1$, yang berarti porsi MA lebih dominan dalam menghasilkan prediksi yang sesuai dengan pola historis. Produk seperti GD Filter, Patra, Promild, dan Profesional menunjukkan nilai MAPE yang sangat rendah pada konfigurasi ini, menandakan bahwa pergerakan penjualan jangka pendek lebih berpengaruh dibandingkan kecenderungan tren linear. Pada beberapa produk lain, seperti SURYA 16 dan Signature Mild 16, nilai α optimal berada pada 0.2, sedangkan Surya mencapai performa terbaik pada $\alpha = 0.3$. Pola ini mengindikasikan bahwa sebagian produk membutuhkan kombinasi yang sedikit lebih besar dari unsur tren untuk mencapai prediksi yang lebih akurat.

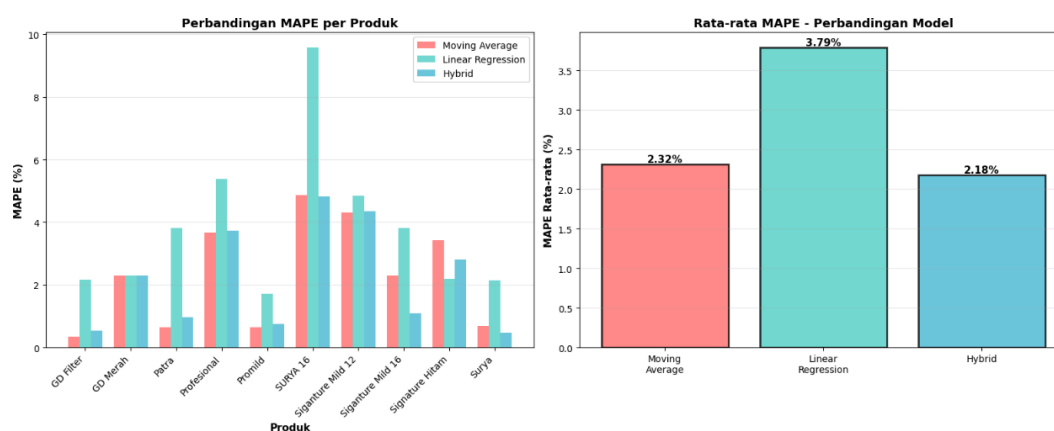
Signature Hitam menjadi satu-satunya produk yang memilih $\alpha = 0.5$ sebagai bobot terbaik, menunjukkan karakteristik penjualan yang lebih fluktuatif sehingga model lebih mengandalkan kontribusi RL.

Tabel 4 Hasil Alpha Terbaik

Produk	Best_Alpha	MAE_HYB	RMSE_HYB	MAPE_HYB
GD Filter	0.1	35.66241308	41.52132261	0.527235759
GD Merah	0.1	31.6738627	33.84396669	2.283164474
Patra	0.1	1.246189742	1.423627125	0.958607494
Profesional	0.1	15.96690025	16.96372048	3.720392834
Promild	0.1	0.97275641	1.222466528	0.748274162
SURYA 16	0.2	27.69503495	38.93733208	4.820133326
Siganture Mild 12	0.1	3.386448587	3.406815539	4.358664209
Siganture Mild 16	0.2	0.46607987	0.654920171	1.083597523
Signature Hitam	0.5	4.776496764	4.823610796	2.800491041
Surya	0.3	0.465929178	0.60698689	0.476676939

F. Analisis Peningkatan Akurasi per Produk

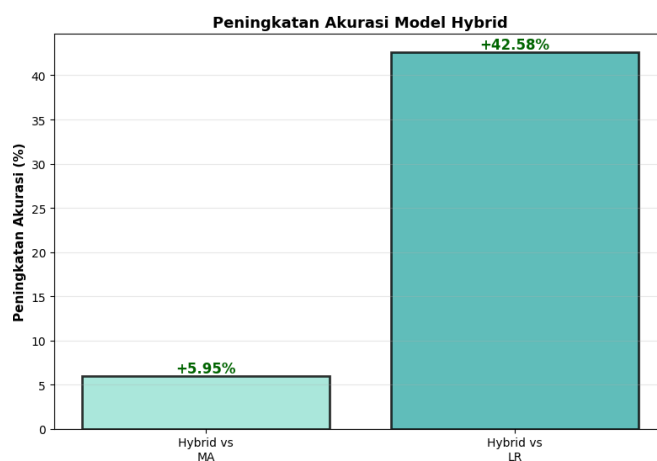
Gambar 4 menunjukkan model *Hybrid* cenderung memberikan nilai MAPE yang lebih rendah pada sebagian besar produk, terutama pada Surya, Signature Mild 16, dan GD Filter. Sebaliknya, *Regresi Linear* menunjukkan nilai MAPE yang lebih tinggi dan kurang stabil, terutama pada produk dengan pola penjualan yang berfluktuasi seperti SURYA 16 dan Profesional. Panel di sebelah kanan memperjelas temuan ini melalui rata-rata MAPE antar model, di mana *Hybrid* memperoleh nilai paling rendah sebesar 2.18%, diikuti *Moving Average* sebesar 2.32%, dan *Regresi Linear* dengan nilai tertinggi 3.79%.



Sumber: Penelitian Mandiri (2025)

Gambar 4 Perbandingan MAPE Per Produk dan Rat-Rata MAPE

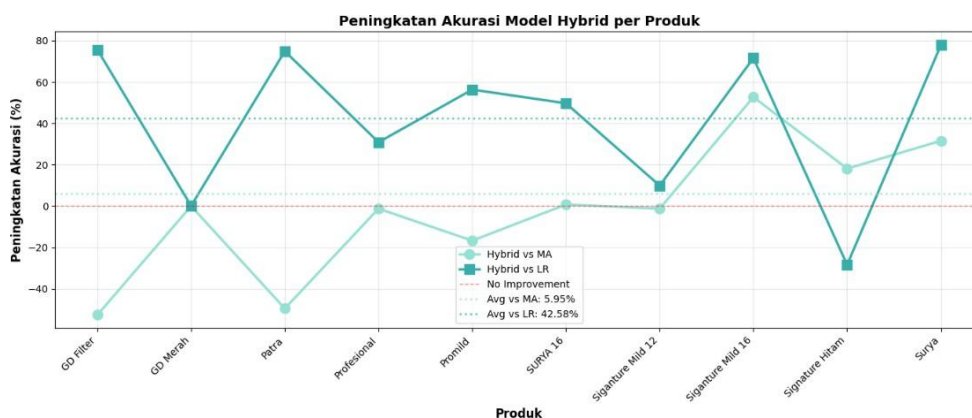
Pada Gambar 5 dapat dilihat bawah, peningkatan akurasi yang dicapai model *Hybrid* dibandingkan kedua model dasar, yaitu *Moving Average* dan *Regresi Linear*. Model *Hybrid* memberikan kenaikan akurasi yang cukup berbeda antara keduanya. Dibandingkan *Moving Average*, peningkatan akurasi rata-rata sebesar 5.95%, menunjukkan bahwa kombinasi pendekatan tren dan pola jangka pendek mampu menghasilkan prediksi yang sedikit lebih baik daripada metode MA murni. Namun, peningkatan yang jauh lebih signifikan terjadi ketika *Hybrid* dibandingkan dengan *Regresi Linear*, yaitu mencapai 42.58%. Hal ini menegaskan bahwa model linear memiliki keterbatasan dalam menangkap variasi penjualan bulanan, sementara model *Hybrid* mampu menyesuaikan diri dengan lebih baik melalui kontribusi *Moving Average*.



Sumber: Penelitian Mandiri (2025)

Gambar 5 Perbandingan Peningkatan Akurasi Model *Hybrid*

Peningkatan akurasi tidak seragam antarproduk, karakteristik pola penjualan setiap produk turut memengaruhi kinerja model. Pada beberapa produk seperti GD Filter, Patra, Signature Mild 16, dan Surya, peningkatan akurasi terhadap Regresi Linear terlihat sangat signifikan, bahkan mencapai lebih dari 70%. Hal ini mengindikasikan bahwa pola penjualan produk tersebut tidak mengikuti tren linier sehingga model Hybrid yang memadukan komponen jangka pendek lebih sesuai. Sebaliknya, beberapa produk seperti Promild dan Signature Hitam menunjukkan peningkatan yang lebih kecil atau bahkan penurunan ketika dibandingkan dengan Moving Average, menandakan bahwa pola penjualan jangka pendek lebih dominan. Garis referensi menunjukkan rata-rata peningkatan 5.95% terhadap MA dan 42.58% terhadap LR, dan tampak bahwa sebagian besar produk berada di atas garis peningkatan terhadap LR. Berikut Gambar 6 perbandingan peningkatan akurasi model *hybrid* per produk.

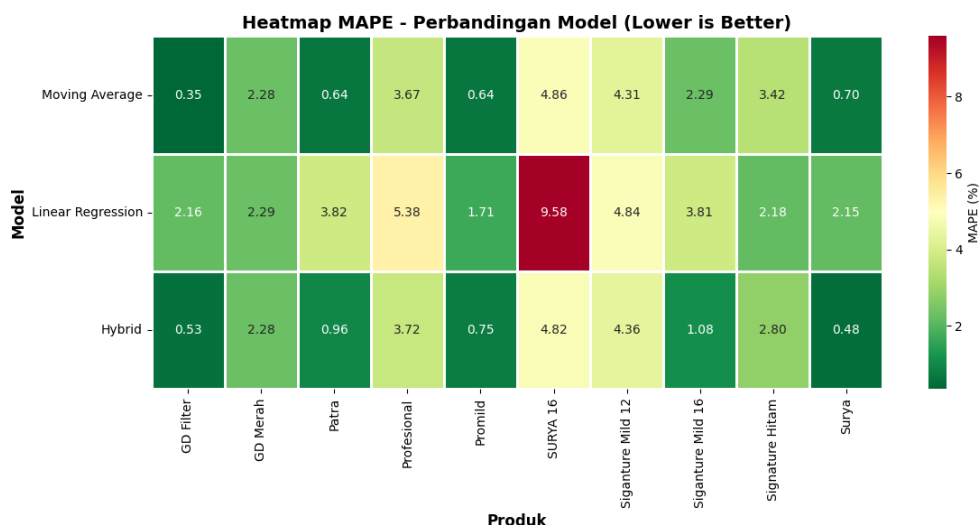


Sumber: Penelitian Mandiri (2025)

Gambar 6 Perbandingan Peningkatan Akurasi Model *Hybrid* per Produk

Gambar 7 *heatmap* nilai MAPE untuk masing-masing produk pada tiga model yang diuji. Pola warna pada *heatmap* menunjukkan dengan jelas bahwa model *Hybrid* secara konsisten menghasilkan nilai MAPE yang lebih rendah pada sebagian besar produk, ditandai dengan sel berwarna lebih hijau. Sebaliknya, *Regresi Linear* tampak memiliki nilai MAPE yang lebih tinggi pada beberapa produk, terutama pada SURYA 16 yang mencapai nilai tertinggi di antara seluruh model, menunjukkan bahwa pendekatan linear kurang sesuai untuk pola penjualan yang lebih berfluktuasi. Pada *Moving Average*, performa relatif stabil dan cukup baik pada

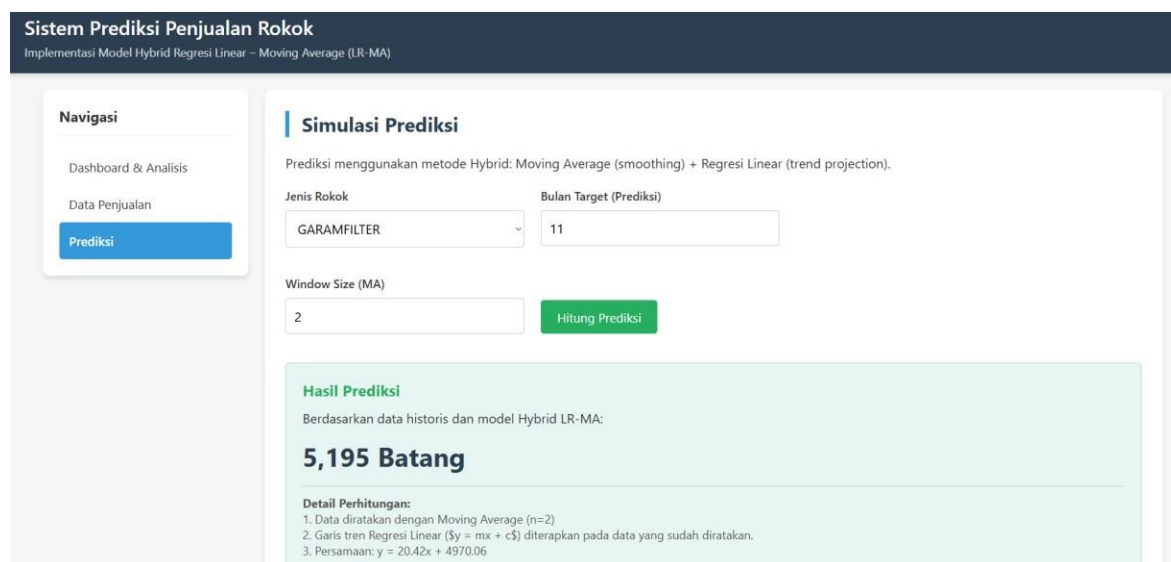
produk dengan pola jangka pendek yang konsisten, namun masih kalah dibandingkan *Hybrid* pada sebagian besar kategori produk.



Sumber: Penelitian Mandiri (2025)

Gambar 7 Heatmap MAPE-Perbandingan Model

Setelah dilakukan pengembangan dan evaluasi model prediksi, tahap selanjutnya adalah mengimplementasikan model *hybrid Regresi Linear–Moving Average* ke dalam aplikasi berbasis web. Implementasi ini untuk memudahkan pengguna dalam melakukan proses prediksi penjualan secara langsung berdasarkan data historis. Melalui aplikasi ini, pengguna dapat memperoleh hasil estimasi penjualan pada periode berikutnya secara otomatis dengan memanfaatkan bobot α terbaik yang telah ditentukan pada tahap optimasi model. Tampilan hasil prediksi dapat dilihat pada Gambar 8, tampilan secara terstruktur dapat digunakan sebagai acuan dalam pengambilan keputusan terkait perencanaan stok dan strategi penjualan.



Sumber: Penelitian Mandiri (2025)

Gambar 8 Tampilan Hasil Prediksi Penjualan Menggunakan Model Hybrid LR-MA

Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap seluruh jenis produk rokok, penelitian ini menunjukkan bahwa model *hybrid* LR-MA mampu memberikan performa prediksi yang lebih unggul dibandingkan model tunggal. Keunggulan ini terlihat dari nilai MAPE *hybrid* yang secara konsisten lebih rendah hampir pada semua produk, mengindikasikan bahwa kombinasi kedua pendekatan mampu menangkap pola penjualan dengan lebih baik. Pada produk yang memiliki pola penjualan relatif stabil seperti Patra, Promild, Profesional, Signature Mild 12, dan Signature Mild 16, bobot optimal berada pada $\alpha = 0.1-0.2$, sehingga komponen *Moving Average* menjadi faktor dominan dalam menghasilkan prediksi yang akurat. Sebaliknya, pada produk dengan variasi yang sedikit lebih dinamis seperti Surya dan Signature Hitam, nilai α optimal berada pada rentang 0.3, menandakan bahwa unsur tren dari *Regresi Linear* berperan lebih besar. Secara keseluruhan, nilai MAPE *hybrid* yang berada antara 0.47% hingga 3.72% menunjukkan tingkat akurasi yang sangat baik. Penurunan konsisten pada nilai MAE dan RMSE dibandingkan kedua model dasar semakin memperkuat temuan bahwa pendekatan *hybrid* dapat memberikan prediksi yang lebih stabil dan reliabel. Kemampuan model *hybrid* dalam memadukan kekuatan MA untuk pola jangka pendek serta LR untuk kecenderungan tren jangka panjang menjadikannya metode yang sesuai, terutama dalam kondisi data historis yang terbatas. Untuk itu, model LR-MA ini dapat direkomendasikan sebagai pendekatan peramalan penjualan yang efektif untuk mendukung pengambilan keputusan operasional di industri rokok.

Referensi

- Anggrawan, A., Hairani, H., & Azmi, N. (2022). Prediksi Penjualan Produk Unilever Menggunakan Metode Regresi Linear. *Jurnal Bumigora Information Technology (BITE)*, 4(2), 123–132. <https://doi.org/10.30812/bite.v4i2.2416>
- Baskara, A. A., Piranti, N. M., & Romdendine, M. F. (2025). Framework Data Mining : Sebuah Survei. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 9(3), 4886–4895.
- Budimansyah, B. (2024). Penerapan Strategi Pengelolaan Sumber Daya Manusia. *Jurnal Ilmiah Manajemen Ekonomi Dan Akuntansi*, 1(2), 48–55. <https://doi.org/https://doi.org/XX.XXXXX/Jimea>
- Chyan, P., Gustiana, Z., & Arni, S. (2024). *Pengantar Data Science*. PT. Mifandi Mandiri Digital Redaksi.
- Dina, I. R., Barata, M. A., & Yuwita, P. E. (2025). Penerapan Data Mining pada Algoritma Multiple Linear Regression dalam Peramalan Harga Emas. *SMARTICS Journal*, 11(1), 1–7.
- Dwi, A., Nasharudin, A., & Ependi, U. (2023). Analisis Peramalan Penjualan Produk Pada PT . Enseval Putera Megatrading TBK Menggunakan Metode Regresi Linear Sederhana. *Jurnal JUPITER*, 15(1), 317–326.
- Heni, R., Supratman, J., & Muhendra, R. (2023). Pengembangan model peramalan penjualan menggunakan metode regresi linier dan polinomial pada industri makanan ringan (Studi Kasus : CV . Stanley Mandiri Snack). *TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi Dan Informatika*, 10(2), 185–192.
- Khairunnisa, A., Muflikhah, L., & Setiawan, B. D. (2025). Pemodelan Prediktif Harga Saham Menggunakan Simple Moving Average Dengan Metode Long Short-Term Memory. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 9(3), 1–10.
- Nabila, K., Komaro, M., & Puspanikan, S. K. (2025). Strategi Revolusioner Dalam Manajemen Persediaan Untuk Optimalisasi Rantai Pasok. *Journal Industrial Engineering And Management*, 06(01), 35–38.
- Permana, H. (2021). *Penerapan Algoritma Linear Regresi Untuk Prediksi Penjualan Rokok Pada Pt Surya Madistrindo Kota Sukabumi*. Universitas Bina Sarana Informatika PSDKU Kota Sukabumi.
- Saputra, A. A., Munir, M., & Rizki, Z. D. (2023). Peramalan Pendapatan dari Penjualan Bawang Merah Menggunakan Metode Regresi Linier Berganda. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Dan Sains Tahun 2023*, 2, 383–389.
- Sipayung, S. P., Siagian, N. A., & Ginting, A. K. B. (2024). Analisis Prediksi Jumlah Penerimaan Mahasiswa Baru Dengan Metode Regresi Linier Sederhana. *SNISTIK : Seminar Nasional Inovasi Sains Teknologi Informasi Komputer*, 1(2), 376–382.
- Sulistiyawati, U. S., & Munawir, M. (2024). Decoding Big Data : Mengubah Data Menjadi Keunggulan Kompetitif dalam Pengambilan Keputusan Bisnis. *Jurnal Manajemen Dan Teknologi*, 1(2), 58–71.
- Suryanto, A. A., & Muqtadir, A. (2019). Penerapan Metode Mean Absolute Error (MEA) Dalam Algoritma Regresi Linear Untuk Prediksi Produksi Padi. *SAINTEKBU: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 1, 78–83.
- Syafii, I., Purboyo, A., Rajendra, L., Azani, H., Seraphim, G. K., Islam, U., Sunan, N., Hartono, U. S., & Average, M. (2025). Studi Komparatif Metode Peramalan Single Exponential Smoothing dan Moving Average terhadap Prediksi Pendapatan Perusahaan Transportasi. *Jurnal Teknik Informatika*, 4(2), 313–320.
- Tiurma, R. A., & Samosir, R. S. (2025). Penerapan Algoritma Regresi Linear untuk Prediksi Penjualan Beberapa Produk Makanan dan Minuman (Studi Kasus : Kantin Berkat). *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 12(02).