

TINJAUAN LITERATUR : KOMPARASI KINERJA METODE TRADISIONAL, MACHINE LEARNING, DAN HIBRIDA DALAM PERAMALAN PERSEDIAAN

Nadhif Ahmad Fariz^{1*}, Aswin Rosadi², Ashr Hafiizh Tantri³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Surabaya, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

*Penulis korespondensi: ahmadnadhif2702@gmail.com

ABSTRAK

Manajemen persediaan yang akurat merupakan aspek kritis dalam operasional rantai pasok, namun banyak organisasi masih mengandalkan metode tradisional yang kurang mampu menangani fluktuasi permintaan dan pola musiman yang kompleks. Seiring meningkatnya perhatian riset terhadap penerapan kecerdasan buatan di bidang manajemen persediaan—terutama pada rentang tahun 2021 hingga 2026—belum terdapat kajian komparatif yang secara sistematis merangkum dan membandingkan ketiga kategori pendekatan peramalan tersebut dalam satu kerangka analisis terpadu. Penelitian ini bertujuan membandingkan kinerja metode tradisional, machine learning, dan metode hibrida dalam peramalan persediaan. Metodologi yang digunakan adalah tinjauan literatur komparatif terhadap 30 artikel jurnal bereputasi yang diperoleh dari Scopus, ScienceDirect, IEEE Xplore, Mendeley, dan Google Scholar, dengan rentang publikasi 2021–2026, dipilih berdasarkan kriteria relevansi topik, indeksasi jurnal, dan kelengkapan pelaporan metrik evaluasi. Setiap artikel dianalisis berdasarkan jenis algoritma, karakteristik model, serta metrik evaluasi yang digunakan. Hasil kajian menunjukkan bahwa metode tradisional seperti Moving Average, Exponential Smoothing, dan ARIMA memiliki keunggulan pada kesederhanaan implementasi dan efisiensi komputasi, namun kurang presisi pada data dengan volatilitas tinggi. Metode machine learning seperti LSTM, XGBoost, dan Stacking Ensemble mampu mengenali pola nonlinier dan musiman dengan lebih baik, menghasilkan akurasi lebih tinggi. Metode hibrida—seperti kombinasi ARIMA-Prophet, LSTM-GRU, dan integrasi Reinforcement Learning dengan model prediktif—secara konsisten mencatatkan performa terbaik dengan nilai kesalahan peramalan terendah berdasarkan metrik MAPE, RMSE, dan MAE lintas studi. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pendekatan hibrida paling efektif untuk meningkatkan akurasi peramalan persediaan, dan merekomendasikan adopsinya sebagai strategi utama dalam pengambilan keputusan manajemen stok, terutama pada lingkungan rantai pasok dengan ketidakpastian tinggi.

Kata kunci: Machine Learning, Manajemen Persediaan, Metode Hibrida, Peramalan, Tinjauan Literatur

1 PENDAHULUAN

Manajemen persediaan (*inventory management*) merupakan elemen krusial dalam operasional bisnis dan rantai pasok. Pengendalian persediaan yang optimal sangat bergantung pada keakuratan peramalan (*forecasting*) permintaan. Ketidakakuratan dalam peramalan dapat memicu dua masalah utama: penumpukan stok (*overstock*) yang meningkatkan biaya penyimpanan, serta kehabisan stok (*stockout*) yang berujung pada hilangnya potensi penjualan dan menurunnya kepuasan pelanggan (Liu et al., 2025). Di era disrupsi digital dan fluktuasi pasar yang dinamis, kebutuhan akan model peramalan yang presisi dan adaptif guna menjawab tantangan nyata di lapangan menjadi semakin mendesak bagi berbagai sektor industri.

Secara historis, optimasi persediaan sangat bergantung pada metode peramalan deret waktu (*time-series*) tradisional berbasis statistik, seperti *Moving Average*, *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA), dan *Holt-Winters Exponential Smoothing* (Kumar et al., 2024). Metode-metode klasik ini terbukti andal untuk pola data historis yang stabil dan linier.

Namun, seiring dengan kompleksitas data permintaan yang dipengaruhi oleh berbagai faktor eksternal (seperti tren, musim, dan anomali pasar), metode tradisional seringkali menunjukkan keterbatasan dalam menangkap pola non-linier. Hal ini mendorong transisi masif menuju penggunaan algoritma berbasis Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence/AI*) dan *Machine Learning* (ML), seperti *Long Short-Term Memory* (LSTM), *Gated Recurrent Unit* (GRU), dan model *ensemble* (Yunita et al., 2025).

Berbagai literatur terdahulu telah berupaya membedah efektivitas masing-masing metode ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma *Deep Learning* secara signifikan mengungguli model klasik dalam menangani data industri yang sangat dinamis (Fatima & Rahimi, 2024), dan tren penelitian saat ini mulai mengarah pada pendekatan hibrida (*hybrid models*) yang menggabungkan kekuatan metode statistik dan AI untuk menyeimbangkan stabilitas peramalan tren jangka panjang dengan sensitivitas terhadap fluktuasi jangka pendek. Di sisi lain, integrasi teknologi Industri 4.0 dan kecerdasan buatan telah merombak indikator efisiensi pada manajemen pengadaan logistik (Althabatah et al., 2023). Meskipun publikasi mengenai penerapan algoritma peramalan canggih tumbuh pesat dalam beberapa tahun terakhir, masih terdapat celah penelitian (*research gap*) yang signifikan: sebagian besar literatur cenderung mengevaluasi algoritma pada ruang lingkup studi kasus tunggal atau sekadar membandingkan model klasik dengan satu jenis model *machine learning*, sehingga masih minim tinjauan komprehensif yang memetakan evolusi metode secara utuh di berbagai sektor, termasuk evaluasi mengenai metrik statistik mana yang paling valid untuk mengukur kinerja algoritma pada dataset rantai pasok yang tidak lengkap (*sparse datasets*).

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menyajikan tinjauan literatur dengan pendekatan analisis komparatif-deskriptif mengenai evolusi kinerja algoritma peramalan untuk optimasi persediaan. Artikel ini diharapkan mampu membandingkan karakteristik, kelebihan, kekurangan, serta tren implementasi dari metode tradisional hingga kecerdasan buatan secara komprehensif. Hasil dari penelitian ini dirancang untuk memberikan kerangka konseptual yang mutakhir bagi akademisi maupun praktisi industri dalam menentukan algoritma peramalan yang paling reliabel dalam menghadapi dinamika permintaan pasar.

2 METODE

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan literatur naratif (*narrative literature review*) dengan pendekatan analisis komparatif-deskriptif. Struktur operasional bab ini dibagi menjadi beberapa sub-bab dan sub-sub-bab guna mempermudah penjabaran prosedur kerja, parameter evaluasi, serta kerangka interdisipliner yang digunakan untuk memecahkan masalah akurasi peramalan persediaan.

2.1 Bahan, Alat dan Desain Pengumpulan Data

Bagian ini menguraikan karakteristik materi pustaka yang menjadi objek eksperimen, perangkat bantu yang digunakan, serta batasan penelusuran data sekunder.

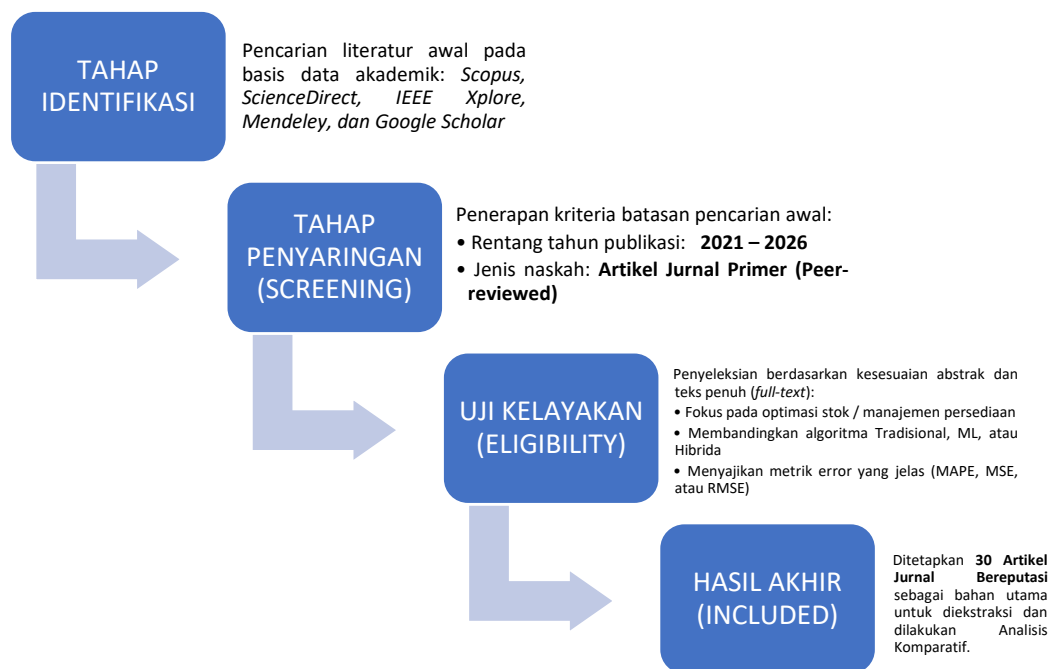
2.1.1 Karakteristik Bahan Kajian dan Pembatasan Referensi

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa artikel jurnal ilmiah primer yang telah melalui proses penelaahan sejawat (*peer-reviewed*). Sesuai dengan pembatasan naskah studi pustaka yang disyaratkan oleh template, jumlah pustaka yang dijadikan bahan kajian inti dibatasi secara ketat dengan menetapkan maksimum 30 referensi artikel jurnal bereputasi. Karakteristik khusus dari bahan kajian yang dipilih wajib memuat pengujian empiris dari salah satu atau kombinasi kelompok algoritma peramalan persediaan, baik model statistik tradisional, model kecerdasan buatan (*machine learning/deep learning*), maupun model hibrida. Alat umum yang digunakan untuk mendukung jalannya riset mencakup

perangkat komputasi, peranti lunak *spreadsheet* untuk tabulasi matriks ekstraksi data, serta aplikasi *reference manager* Mendeley untuk standardisasi format sitasi.

2.1.2 Tempat Pencarian dan Batasan Waktu Riset

Tempat pengumpulan data dilakukan secara daring melalui eksplorasi pada empat basis data akademik bereputasi global dan nasional, yaitu Scopus, ScienceDirect, IEEE Xplore, dan Google Scholar. Rentang waktu publikasi artikel yang dijadikan sampel dibatasi pada 10 tahun terakhir, dengan fokus utama pemetaan pada terbitan mutakhir yaitu periode tahun 2021 hingga 2026. Pembatasan ini diterapkan untuk menjamin derajat kemutakhiran data teoretis dan arsitektur model komputasi yang diulas. Seluruh rangkaian prosedur kerja pengumpulan data, mulai dari identifikasi awal, penyaringan tahun, hingga penetapan 30 artikel jurnal terpilih, diringkas secara visual dalam diagram alir yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Pemilihan Literatur

2.2 Prosedur Ekstraksi dan Klasifikasi Komparatif

Bagian ini menjabarkan klasifikasi perlakuan terhadap bahan literatur serta parameter kuantitatif yang digunakan untuk menarik kesimpulan.

2.2.1 Prosedur Pengelompokan Arsitektur Algoritma

Narasi cara kerja pengolahan pustaka dijalankan dengan mengklasifikasikan 30 artikel jurnal ke dalam tiga klaster taksonomi algoritma peramalan untuk melihat pola perkembangannya (Fatima & Rahimi, 2024). Klaster pertama adalah metode tradisional murni berbasis statistik linier seperti *Moving Average* dan *ARIMA* (Kumar et al., 2024). Klaster kedua adalah rumpun Kecerdasan Buatan murni seperti *Neural Networks*, *LSTM*, dan *GRU* (Yunita et al., 2025). Klaster ketiga adalah rumpun model hibrida (*hybrid/ensemble models*) yang secara integratif menggabungkan kekuatan metode statistik dengan kecerdasan buatan AI untuk menekan tingkat kesalahan prediksi (Pietukhov et al., 2023; Seyam et al., 2026). Sifat dan karakteristik operasional dari masing-masing klaster ini dibedah secara komparatif untuk menilai efisiensinya dalam mengendalikan parameter stok barang.

2.2.2 Parameter Evaluasi Kuantitatif dan Metrik Statistik

Untuk menjamin validitas penarikan kesimpulan pada kajian kuantitatif, analisis komparatif ini bertumpu pada indikator tingkat kesalahan (*error rate*) yang dilaporkan oleh masing-masing artikel jurnal ilmiah (Seyam et al., 2026). Jenis statistik metrik evaluasi standar yang digunakan sebagai parameter pembandingan performa mencakup *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), *Mean Squared Error* (MSE), dan *Root Mean Square Error* (RMSE). Tingkat kepercayaan dan nilai akurasi prediksi dari data historis permintaan diintegrasikan ke dalam matriks narasi untuk mengukur keandalan tiap model secara objektif saat menghadapi fluktuasi rantai pasok.

2.3 Signifikansi Interdisipliner dan Arah Penelitian Mendatang

Bagian ini mendeskripsikan pergeseran keilmuan mutakhir dan pemetaan masalah jangka panjang yang mendasari arah riset di masa depan.

2.3.1 Signifikansi Lintas Disiplin Ilmu (Interdisipliner)

Sesuai dengan hakikat studi pustaka, naskah ini merekam perkembangan baru yang memperlihatkan kesignifikanan interdisiplin yang sangat kuat. Optimasi persediaan barang tidak lagi dipandang sebagai domain tunggal Ilmu Manajemen Operasional atau Logistik konvensional, melainkan telah berintegrasi secara masif dengan disiplin Ilmu Komputer, khususnya *Data Science* dan *Artificial Intelligence* (Althabatah et al., 2023). Peleburan lintas disiplin ini melahirkan sistem logistik cerdas (*smart supply chain*) yang mampu mengubah data mentah transaksional menjadi keputusan restok otomatis berbasis algoritma cerdas adaptif.

2.3.2 Identifikasi Masalah Belum Teresolusi dan Arah Masa Depan

Melalui metode telaah komparatif terhadap 30 literatur, riset ini diarahkan untuk mengidentifikasi beberapa pertanyaan krusial yang belum teresolusi sepenuhnya dalam ekosistem industri. Permasalahan utama yang ditemukan meliputi kerentanan model cerdas AI ketika dihadapkan pada dataset yang tidak lengkap atau bolong (*sparse datasets*), serta tingginya beban biaya infrastruktur komputasi yang menyulitkan adopsi teknologi ini pada sektor usaha skala kecil dan menengah. Resolusi terhadap celah-celah tersebut dirumuskan pada akhir pembahasan artikel ini guna memetakan peta jalan (*roadmap*) dan arah pengembangan model peramalan persediaan yang lebih hemat daya, pragmatis, serta inklusif di masa mendatang.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelaahan dan analisis komparatif terhadap 30 artikel jurnal ilmiah bereputasi menunjukkan adanya pola evolusi dan diferensiasi performa yang signifikan antara metode peramalan tradisional, *machine learning*, dan hibrida. Bagian ini membedah karakteristik kuantitatif metrik *error* serta implikasi operasional dari masing-masing klaster algoritma dalam mengoptimalkan persediaan rantai pasok.

3.1 Analisis Performa Komparatif Klaster Algoritma

Setiap kelompok arsitektur algoritma menunjukkan variasi akurasi yang sangat dipengaruhi oleh karakteristik pola data historis permintaan, tingkat fluktuasi, dan kompleksitas fitur eksternal.

3.1.1 Karakteristik dan Batasan Kelompok Metode Tradisional

Kelompok metode tradisional berbasis statistik linier, seperti *Single Moving Average* (SMA), *Weighted Moving Average* (WMA) (Rahayu et al., 2022), *Double Exponential Smoothing* (DES) (Dewi et al., 2026), dan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA), secara konsisten menunjukkan keunggulan pada aspek kesederhanaan matematis

dan efisiensi beban komputasi yang sangat rendah, sebagaimana ditunjukkan pula pada implementasi *Moving Average* sederhana untuk prediksi kebutuhan stok produk apparel (Tazkiyah et al., 2024). Berdasarkan data empiris, metode statistik ini sangat andal ketika diterapkan pada dataset permintaan yang bersifat stasioner, berpola linier, dan memiliki tren historis yang stabil (Kumar et al., 2024). Namun, kelemahan mendasar dari rumpun metode klasik ini adalah ketidakmampuannya dalam menangkap kejutan pasar (*demand shocks*), volatilitas non-linier, serta pola musiman yang kompleks. Ketika dihadapkan pada fluktuasi data industri modern yang dinamis, nilai kesalahan peramalan (*error rate*) yang diukur melalui metrik MAPE, MSE, dan RMSE dari metode tradisional cenderung meningkat secara drastis, sehingga meningkatkan risiko terjadinya *stockout* atau *overstock* di gudang penyimpanan.

3.1.2 Lompatan Akurasi Kelompok Machine Learning dan Deep Learning

Transisi menuju pemanfaatan algoritma Kecerdasan Buatan murni, seperti *Neural Networks*, *Long Short-Term Memory* (LSTM), *Gated Recurrent Unit* (GRU), dan *Gradient Boosting Models*, memberikan solusi terhadap keterbatasan model statistik konvensional. Algoritma *Deep Learning* seperti LSTM terbukti memiliki kapabilitas superior dalam mengenali ketergantungan temporal jangka panjang (*long-term temporal dependencies*) dan hubungan non-linier tersembunyi pada data deret waktu yang heterogen (Yunita et al., 2025). Pendekatan berbasis data semacam ini juga terbukti efektif pada konsep *cloud supply chain* untuk manajemen persediaan lintas gudang (Tan et al., 2024), serta pada skema *multi-agent deep reinforcement learning* yang mengintegrasikan peramalan permintaan dengan optimasi persediaan secara simultan pada rantai pasok ritel berbasis sensor (Yang et al., 2025). Pengujian kuantitatif dalam berbagai literatur manufaktur menegaskan bahwa arsitektur jaringan saraf tiruan mampu menekan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) secara signifikan dibandingkan model statistik klasik (Fatima & Rahimi, 2024). Meskipun demikian, kelompok riset ML/DL murni ini memiliki kelemahan kritis berupa sifat *black-box* yang sulit diinterpretasikan secara pragmatis oleh pengambil kebijakan industri, kerentanan terhadap risiko *overfitting*, serta kebutuhan perangkat keras komputasi berspesifikasi tinggi untuk melakukan proses *hyperparameter tuning* yang intensif.

3.1.3 Superioritas Performa Kelompok Metode Hibrida dan Ensemble

Klaster ketiga, yaitu pendekatan hibrida dan model *ensemble* (seperti integrasi ARIMA-Prophet atau *Stacking Ensemble Deep Learning*), secara konsisten menorehkan performa akurasi tertinggi di antara seluruh metode yang diperbandingkan. Keunggulan mutakhir dari model hibrida terletak pada kemampuannya untuk mendekomposisi data permintaan menjadi komponen stasioner-linier dan non-stasioner non-linier secara simultan. Komponen linier jangka panjang diselesaikan dengan stabilitas model statistik, sementara fluktuasi acak residu jangka pendek diselesaikan secara adaptif oleh algoritma kecerdasan buatan (Pietukhov et al., 2023). Pola serupa juga ditemukan pada kerangka pembelajaran hibrida untuk perencanaan persediaan adaptif di tengah ketidakpastian permintaan ritel (Mohammed et al., 2026), maupun pada integrasi kecerdasan buatan dengan model persediaan fuzzy (*fuzzy EOQ/EPQ*) untuk mendukung keberlanjutan rantai pasok (Chaudhary et al., 2026). Hasil sintesis menunjukkan bahwa model hibrida mampu menekan tingkat kesalahan peramalan (MAPE) hingga ke tingkat yang sangat rendah, sekaligus meredam pemborosan persediaan akibat kesalahan estimasi pada industri pangan yang sensitif terhadap masa simpan (Seyam et al., 2026; Seyedan et al., 2023).

3.2 Distribusi dan Peran 30 Artikel dalam Tinjauan

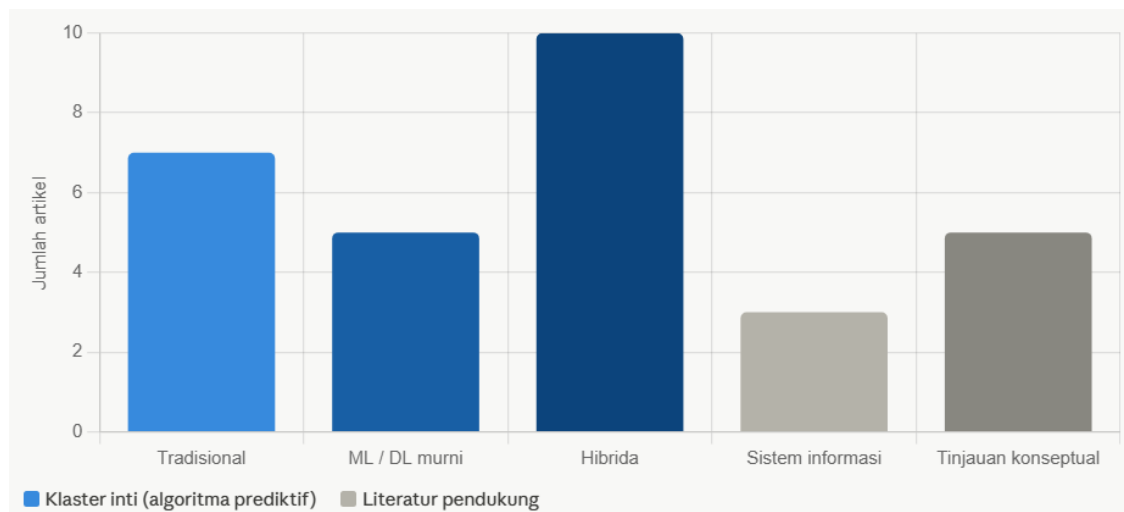
Dari 30 artikel yang ditelaah, 22 artikel di antaranya melaporkan benchmark empiris algoritma peramalan secara langsung sehingga dapat dipetakan ke dalam tiga klaster taksonomi yang telah ditetapkan pada bagian Metode (tradisional, ML/DL murni, dan hibrida). Delapan

artikel sisanya berperan sebagai literatur pendukung — bukan bagian dari tiga klaster algoritmik — yang memperkaya kerangka masalah dan *research gap*, yaitu kelompok pengembangan sistem informasi inventori berbasis *Waterfall* tanpa modul prediktif (Farhan et al., 2025; Fathoni & Kustiyono, 2025; Kurniawati & Ikhwan, 2023), serta kelompok tinjauan konseptual dan bibliometrik berskala besar yang memetakan tren penerapan *machine learning* dan *deep learning* pada manajemen rantai pasok secara umum (Baghalzadeh Shishehgharkhaneh et al., 2026; Douaioui et al., 2024). Pemetaan menyeluruh disajikan pada Tabel 1 dan divisualisasikan pada Gambar 2.

Tabel 1. Distribusi dan peran 30 artikel literatur dalam tinjauan

Kelompok	Klaster/Kategori	Jumlah Artikel	% dari 30 Artikel
Klaster inti (algoritma prediktif)	Metode tradisional	7	23%
Klaster inti	Machine Learning / Deep Learning murni	5	17%
Klaster inti	Metode hibrida / ensemble	10	33%
Literatur pendukung	Sistem informasi inventori (non-prediktif)	3	10%
Literatur pendukung	Tinjauan konseptual/bibliometrik	5	17%
Total		30	100%

Sumber: hasil ekstraksi dan klasifikasi penulis terhadap 30 artikel terpilih (2026)



Gambar 2. Distribusi 30 artikel literatur: klaster inti (algoritma prediktif) versus literatur pendukung (sumber: hasil klasifikasi penulis, 2026)

Pola distribusi pada Gambar 2 menunjukkan bahwa di antara klaster inti, klaster hibrida mendominasi (33% dari total 30 artikel, atau setara 45% dari 22 artikel klaster inti), mengindikasikan tren riset terkini yang lebih condong pada penggabungan metode ketimbang penggunaan satu jenis algoritma secara tunggal. Klaster tradisional masih cukup signifikan (23%) karena perannya sebagai *baseline* pembandingan wajib pada hampir setiap studi komparatif, sementara klaster ML/DL murni (17%) umumnya muncul pada studi yang berfokus pada eksplorasi arsitektur jaringan saraf tiruan secara spesifik. Adapun 8 artikel literatur pendukung (27% dari total) berkontribusi pada penguatan latar belakang masalah dan identifikasi *research gap*, bukan pada perbandingan kuantitatif metrik *error*.

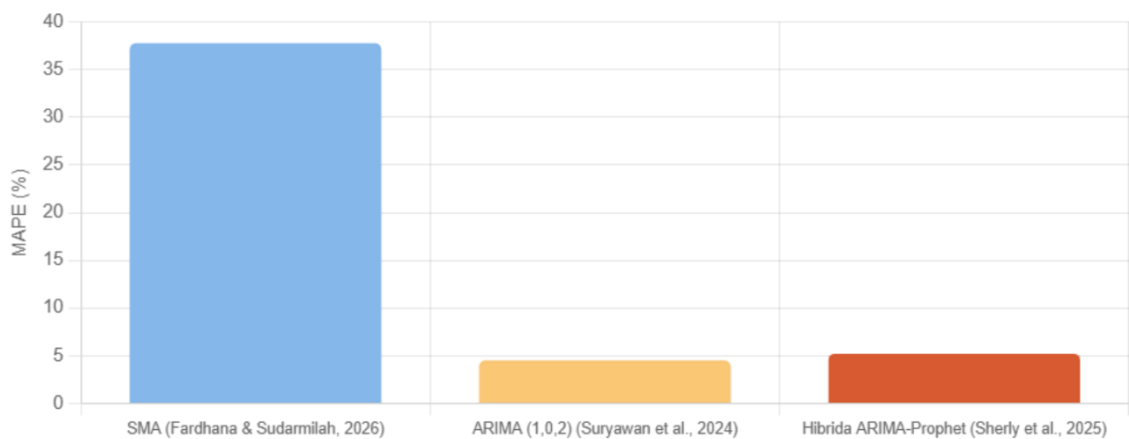
3.3 Perbandingan Metrik Kesalahan Peramalan (MAPE) Antarklaster

Untuk memperkuat analisis kuantitatif, **Tabel 2** merangkum nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang dilaporkan secara eksplisit oleh tiga studi yang menyediakan angka numerik utuh, mewakili masing-masing klaster.

Tabel 2. Perbandingan nilai MAPE representatif lintas klaster metode

Klaster	Metode	Studi	MAPE
Tradisional	<i>Single Moving Average</i> (SMA)	Fardhana & Sudarmilah (2026)	37,78%
Tradisional (teroptimasi)	ARIMA (1,0,2)	Suryawan et al. (2024)	4,50%
Hibrida	ARIMA–Prophet	Sherly et al. (2025)	5,20%

Sumber: diolah dari nilai MAPE yang dilaporkan eksplisit pada masing-masing artikel



Gambar 3. Perbandingan MAPE tiga studi representatif lintas klaster metode

Data pada Gambar 3 memberikan temuan yang menarik sekaligus penting untuk dibahas secara jujur: dalam studi kasus tunggal tertentu, model statistik klasik yang telah dikalibrasi dengan baik—seperti ARIMA (1,0,2) pada Suryawan et al. (2024) dengan MAPE 4,5%—justru mampu sedikit mengungguli model hibrida ARIMA–Prophet pada Sherly et al. (2025) dengan MAPE 5,2%. Temuan ini menegaskan bahwa keunggulan metode hibrida bukan bersifat mutlak pada setiap kasus tunggal, melainkan terletak pada konsistensi dan stabilitas performanya ketika diuji lintas berbagai karakteristik dataset yang heterogen, sebagaimana ditegaskan oleh Pietukhov et al. (2023) dan Seyam et al. (2026). Sebaliknya, metode SMA tanpa penyesuaian bobot (Inandra Asha Fardhana & Endah Sudarmilah, 2026) menghasilkan MAPE 37,78%—jauh lebih tinggi—yang menggambarkan secara konkret risiko penggunaan metode tradisional sederhana pada data dengan fluktuasi tinggi, dan menjadi justifikasi empiris bagi *research gap* yang diangkat dalam artikel ini.

3.4 Implikasi Manajerial dan Sintesis Temuan

Secara keseluruhan, sintesis terhadap 30 artikel menunjukkan tiga implikasi manajerial utama. Pertama, organisasi dengan keterbatasan sumber daya komputasi dan kebutuhan interpretasi yang sederhana masih dapat mengandalkan metode tradisional seperti ARIMA, asalkan dilakukan kalibrasi parameter yang memadai (Suryawan et al., 2024), termasuk strategi penjadwalan ulang persediaan sederhana berbasis kebijakan (R,s,S) bagi rantai pasok berkelanjutan (Žic et al., 2023). Kedua, organisasi dengan volume data besar dan pola permintaan kompleks—khususnya pada sektor ritel dan barang cepat rusak (*perishable goods*)—mendapat manfaat signifikan dari migrasi ke metode *machine learning* maupun hibrida, karena kemampuannya menekan kerugian akibat *food waste* dan *stockout* (Liu et al.,

2025; Seyam et al., 2025, 2026). Ketiga, adopsi metode hibrida sebaiknya tidak diterapkan secara membabi-buta tanpa mempertimbangkan beban infrastruktur komputasi, karena beberapa studi melaporkan kebutuhan sumber daya yang signifikan untuk pelatihan model (Yunita et al., 2025; Zabraoui et al., 2025), termasuk kompleksitas tambahan saat mengintegrasikan teknik deterministik seperti PERT ke dalam kerangka peramalan hibrida (Azmat & Siddiqui, 2025). Temuan ini konsisten dengan *research gap* yang diidentifikasi pada bagian Pendahuluan, yaitu minimnya kajian yang memetakan evolusi metode secara komprehensif lintas klaster sekaligus mempertimbangkan trade-off antara akurasi dan kelayakan implementasi di lapangan.

4 KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menyajikan tinjauan literatur komparatif terhadap 30 artikel jurnal bereputasi mengenai evolusi metode peramalan untuk optimasi manajemen persediaan. Hasil kajian menunjukkan bahwa metode tradisional unggul dalam kesederhanaan dan efisiensi komputasi namun rentan terhadap volatilitas data yang tinggi, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai MAPE SMA yang mencapai 37,78% pada kondisi tanpa penyesuaian bobot. Metode *machine learning* dan *deep learning* terbukti mampu mengenali pola non-linier dan musiman dengan lebih baik, sedangkan metode hibrida secara konsisten menunjukkan performa paling stabil lintas berbagai karakteristik dataset, meskipun pada studi kasus tunggal tertentu model statistik yang dikalibrasi optimal masih dapat bersaing ketat. Dari 30 artikel yang ditelaah, klaster hibrida mendominasi proporsi literatur (33%), menegaskan arah riset mutakhir yang condong pada integrasi kekuatan metode statistik dan kecerdasan buatan.

Penelitian ini menjawab tujuan yang dirumuskan pada bagian Pendahuluan, yaitu memetakan karakteristik, kelebihan, kekurangan, serta tren implementasi metode peramalan persediaan secara komprehensif. Pendekatan hibrida direkomendasikan sebagai strategi utama bagi organisasi dengan ketidakpastian rantai pasok tinggi, sementara metode tradisional tetap relevan bagi pelaku usaha kecil dan menengah dengan keterbatasan infrastruktur komputasi. Penelitian lanjutan disarankan untuk menguji performa metode hibrida pada dataset yang tidak lengkap (*sparse datasets*), mengeksplorasi metrik evaluasi alternatif di luar MAPE, RMSE, dan MAE, serta mengkaji kelayakan adopsi teknologi ini pada sektor usaha skala kecil yang memiliki keterbatasan sumber daya komputasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya, atas dukungan fasilitas akademik selama proses penyusunan artikel ini. Ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada Bapak Aswin Rosadi, S.Kom., M.T. selaku dosen pembimbing utama dan Bapak Ashr Hafizh Tantri, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing kedua, atas bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berharga dalam proses penelaahan literatur dan penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- A, S., Christo, M. S., & Elizabeth, J. V. (2025). A hybrid approach to time series forecasting: Integrating ARIMA and prophet for improved accuracy. *Results in Engineering*, 27. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.105703>
- Althabatah, A., Yaqot, M., Menezes, B., & Kerbache, L. (2023). Transformative Procurement Trends: Integrating Industry 4.0 Technologies for Enhanced Procurement Processes. In *Logistics* (Vol. 7, Number 3). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/logistics7030063>
- Azmat, M., & Siddiqui, R. (2025). Enhancing supply chain efficiency: a holistic examination of hybrid forecasting models employing mode and PERT technique as deterministic

- factors. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 28(9), 954–972. <https://doi.org/10.1080/13675567.2023.2280094>
- Baghalzadeh Shishehgharkhaneh, M., Moehler, R., Fang, Y., Hijazi, A. A., Aboutorab, H., & Dhamankar, A. J. (2026). Application of recommender systems in supply chain management: A state-of-the-art review. In *Intelligent Systems with Applications* (Vol. 30). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2026.200661>
- Chaudhary, R., Mittal, M., Arora, H. D., Jindal, K., & Chaudhary, N. K. (2026). AI-driven demand forecasting for sustainable inventory model in fuzzy environment. *Sustainable Futures*. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2026.101752>
- Dewi, E. L., Ramdhan, W., & Kifti, W. M. (2026). FORECASTING PERSEDIAAN STOK TOKO REZA SUKSES DENGAN METODE DES. *Jurnal Sistem Informasi Dan Informatika (Simika) P-ISSN*, 9(1), 2622–6901.
- Douaoui, K., Oucheikh, R., Benmoussa, O., & Mabrouki, C. (2024). Machine Learning and Deep Learning Models for Demand Forecasting in Supply Chain Management: A Critical Review. In *Applied System Innovation* (Vol. 7, Number 5). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/asi7050093>
- Farhan, F. A., Setiawan, R. R., & Irawan, Y. (2025). Sistem Informasi Pengelolaan Persediaan berbasis Safety Stock pada Industri Konveksi Seragam Polisi. *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, 9(2), 599–608. <https://doi.org/10.29408/edumatic.v9i2.31248>
- Fathoni, M., & Kustiyono. (2025). Pengembangan Sistem Informasi Persediaan Barang Menggunakan Model Waterfall untuk Meningkatkan Efisiensi Pengelolaan Stok. *Jurnal Algoritma*, 22(2). <https://doi.org/10.33364/algoritma/v.22-2.2533>
- Fatima, S. S. W., & Rahimi, A. (2024). A Review of Time-Series Forecasting Algorithms for Industrial Manufacturing Systems. In *Machines* (Vol. 12, Number 6). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/machines12060380>
- Inandra Asha Fardhana, & Endah Sudarmilah. (2026). Implementasi Metode Moving Average untuk Prediksi Stok Bahan Baku pada Rumah Makan. *Jurnal Sistem Komputer Dan Informatika (JSON)*, 7(3), 818–829. <https://doi.org/10.30865/json.v7i3.9491>
- Kumar, L., Khedlekar, S., & Khedlekar, U. K. (2024). A comparative assessment of holt winter exponential smoothing and autoregressive integrated moving average for inventory optimization in supply chains. *Supply Chain Analytics*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.sca.2024.100084>
- Kurniawati, E., & Ikhwan, A. (2023). Perancangan Sistem Informasi Manajemen Inventaris Kontrol Stok Barang Berbasis Web. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi Dan Aplikasi*, 6(3), 408–415. <https://doi.org/10.32493/jtsi.v6i3.30881>
- Liu, Y., Kalaitzi, D., Wang, M., & Papanagnou, C. (2025). A machine learning approach to inventory stockout prediction. *Journal of Digital Economy*, 4, 144–155. <https://doi.org/10.1016/j.jdec.2025.06.002>
- Mohammed, Z., Anas, C., & El Hammoume, M. (2026). A hybrid learning framework for forecasting uncertainty and adaptive inventory planning in retail supply chains. *Supply Chain Analytics*, 13. <https://doi.org/10.1016/j.sca.2025.100180>
- Pietukhov, R., Ahtamad, M., Faraji-Niri, M., & El-Said, T. (2023). A hybrid forecasting model with logistic regression and neural networks for improving key performance indicators in supply chains. *Supply Chain Analytics*, 4. <https://doi.org/10.1016/j.sca.2023.100041>
- Rahayu, A., Lattu, A., & Mupaat, M. (2022). ANALYSIS OF PRODUCT STOCK INVENTORY FORECASTING USING WEIGHTED MOVING AVERAGE METHOD. *Jurnal Teknik Informatika (Jutif)*, 3(6), 1631–1638. <https://doi.org/10.20884/1.jutif.2022.3.6.421>

- Seyam, A., Mathew, S. S., Barachi, M. El, & Shen, J. (2026). A proactive food demand forecasting-inventory management approach under weather disruptions. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 19. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2026.100319>
- Seyam, A., Mathew, S. S., Du, B., Barachi, M. El, & Shen, J. (2025). A stacking ensemble model for food demand forecasting: A preventative approach to food waste reduction. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 15. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2025.100225>
- Seyedan, M., Mafakheri, F., & Wang, C. (2023). Order-up-to-level inventory optimization model using time-series demand forecasting with ensemble deep learning. *Supply Chain Analytics*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.sca.2023.100024>
- Suryawan, I. G. T., Putra, I. K. N., Meliana, P. M., & Sudipa, I. G. I. (2024). Performance Comparison of ARIMA, LSTM, and Prophet Methods in Sales Forecasting. *Sinkron*, 8(4), 2410–2421. <https://doi.org/10.33395/sinkron.v8i4.14057>
- Tan, Y., Gu, L., Xu, S., & Li, M. (2024). Supply Chain Inventory Management from the Perspective of “Cloud Supply Chain”—A Data Driven Approach. *Mathematics*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/math12040573>
- Tazkiyah, I. T., Wardoyo, A. E., & Rintyarna, B. S. (2024). Implementing Moving Average Forecasting System for Apparel Sales: Predicting Inventory Needs with Enhanced Accuracy. *Sinkron*, 8(3), 1346–1356. <https://doi.org/10.33395/sinkron.v8i3.13686>
- Yang, Y., Wang, M., Wang, J., Li, P., & Zhou, M. (2025). Multi-Agent Deep Reinforcement Learning for Integrated Demand Forecasting and Inventory Optimization in Sensor-Enabled Retail Supply Chains. *Sensors*, 25(8). <https://doi.org/10.3390/s25082428>
- Yunita, A., Pratama, M. I., Almuzakki, M. Z., Ramadhan, H., Akhir, E. A. P., Firdausiah Mansur, A. B., & Basori, A. H. (2025). Performance analysis of neural network architectures for time series forecasting: A comparative study of RNN, LSTM, GRU, and hybrid models. In *MethodsX* (Vol. 15). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2025.103462>
- Zabraoui, O., Hmamou, Y., Chafi, A., & Alami, S. K. (2025). A comparative study of multi-algorithm optimization for inventory analytics in supply chains. *Supply Chain Analytics*, 12. <https://doi.org/10.1016/j.sca.2025.100154>
- Žic, S., Žic, J., & Đukić, G. (2023). Efficient planning and optimization of inventory replenishments for sustainable supply chains operating under (R, s, S) policy. *Sustainable Futures*, 5. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2023.100110>