

P-ISSN: 2963-8755, E-ISSN: 2963-2684
JUMANDIK, Vol. 5, No. 1, September 2026
Lembaga Aspirasi Pendidikan, Penelitian dan Pengabdian Putra
Bangsa (LAP4B) Tangerang Selatan

PERAMALAN PERMINTAAN SEBAGAI BASIS OPTIMALISASI MANAJEMEN PERSEDIAAN: ANALISIS DAMPAK KETIDAKPASTIAN PERMINTAAN TERHADAP KINERJA RANTAI PASOKAN PERUSAHAAN

Wulandari Cahya Imayanti^{1*}, Eri Rizqi Fadilah²

¹² Program Studi Manajemen, Universitas Pamulang, Indonesia

^{1*} Lannnn04@gmail.com, ² eriskifadilah@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran peramalan permintaan sebagai basis optimalisasi manajemen persediaan dan mengukur dampak ketidakpastian permintaan terhadap kinerja rantai pasokan perusahaan di Indonesia. Ketidakpastian permintaan konsumen merupakan salah satu tantangan operasional paling kritis yang dihadapi perusahaan modern, karena secara langsung mempengaruhi keputusan persediaan, kapasitas produksi, dan efisiensi rantai pasokan secara keseluruhan. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan analisis panel data terhadap 92 perusahaan yang beroperasi di sektor manufaktur, ritel, dan distribusi yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI) pada periode 2020-2024. Data dikumpulkan dari laporan keuangan tahunan dan survei terstruktur terhadap manajer rantai pasokan dan operasional senior. Analisis dilakukan menggunakan regresi data panel dengan Fixed Effects Model yang dipilih berdasarkan hasil Chow Test dan Hausman Test, didukung oleh analisis komparatif metode peramalan menggunakan indikator Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa akurasi peramalan permintaan berpengaruh positif dan sangat signifikan terhadap kinerja rantai pasokan yang diukur melalui inventory turnover ratio, service level, dan biaya persediaan total ($\beta = 0,423$; $R^2 = 0,714$; $p < 0,001$), dan perusahaan yang menggunakan metode peramalan kuantitatif formal menghasilkan MAPE rata-rata 8,3% lebih rendah dengan biaya persediaan 24,7% lebih efisien dibandingkan yang mengandalkan intuisi manajerial. Temuan ini mengkonfirmasi bahwa investasi dalam sistem peramalan permintaan yang akurat merupakan prasyarat strategis yang tidak dapat diabaikan bagi optimalisasi manajemen persediaan dan peningkatan kinerja rantai pasokan secara komprehensif dan berkelanjutan.

Kata kunci: Peramalan Permintaan; Manajemen Persediaan; Kinerja Rantai Pasokan; Ketidakpastian Permintaan; MAPE; Bullwhip Effect

ABSTRACT

This study aims to analyze the role of demand forecasting as the basis for inventory management optimization and to measure the impact of demand uncertainty on corporate supply chain performance in Indonesia. Consumer demand uncertainty is one of the most critical operational challenges faced by modern companies, as it directly affects inventory decisions, production capacity, and overall supply chain efficiency. This study employs a quantitative method with panel data analysis involving 92 companies operating in the manufacturing, retail, and distribution sectors listed on the Indonesia Stock Exchange (IDX) during the period 2020-2024. Data were collected from annual financial reports and structured surveys targeting senior supply chain and operations managers. Analysis was conducted using panel data regression with Fixed Effects Model selected based on Chow Test and Hausman Test results, supported by comparative analysis of forecasting methods using Mean Absolute Percentage Error (MAPE) indicators. The results indicate that demand forecasting accuracy has a positive and highly significant effect on supply chain performance measured through inventory turnover ratio, service level, and total inventory costs ($\beta = 0.423$; $R^2 = 0.714$; $p < 0.001$), and companies using formal quantitative forecasting methods achieve an average MAPE 8.3% lower with inventory costs 24.7%

more efficient than those relying on managerial intuition. These findings confirm that investment in an accurate demand forecasting system is an indispensable strategic prerequisite for inventory management optimization and comprehensive, sustainable improvement of supply chain performance.

Keywords: Demand Forecasting; Inventory Management; Supply Chain Performance; Demand Uncertainty; MAPE; Bullwhip Effect

PENDAHULUAN

Ketidakpastian permintaan konsumen telah berkembang menjadi salah satu tantangan operasional paling fundamental dan paling berdampak yang dihadapi oleh perusahaan di seluruh dunia dalam era ekonomi yang ditandai oleh volatilitas global, percepatan inovasi produk, dan perubahan preferensi konsumen yang semakin cepat dan tidak terduga. World Economic Forum (2024) dalam laporan *Resilience of Global Supply Chains* melaporkan bahwa 74,3% pemimpin rantai pasokan global mengidentifikasi ketidakakuratan peramalan permintaan sebagai risiko operasional nomor satu yang paling sering menyebabkan gangguan signifikan terhadap efisiensi dan kinerja rantai pasokan mereka, dengan kerugian finansial akibat kelebihan stok (overstock) dan kekurangan stok (stockout) yang diestimasi mencapai USD 1,8 triliun secara global per tahun. McKinsey Global Institute (2024) dalam analisis komprehensif terhadap 1.400 perusahaan manufaktur dan ritel di 28 negara menemukan bahwa ketidakakuratan peramalan permintaan rata-rata sebesar 30-40% dari aktual menyebabkan inefisiensi biaya persediaan rata-rata 23,7% dan penurunan service level rata-rata 18,4%, dua metrik yang secara langsung berdampak pada kepuasan pelanggan dan daya saing jangka panjang perusahaan. Gartner Research (2023) dalam laporan tahunannya mengenai tren manajemen rantai pasokan global menegaskan bahwa perusahaan yang berhasil meningkatkan akurasi peramalan permintaan sebesar 10 poin persentase mengalami penurunan biaya persediaan rata-rata 5-8% dan peningkatan service level rata-rata 7-12%, menciptakan dampak finansial positif yang sangat signifikan dengan investasi analitis yang relatif terjangkau. Kondisi ini semakin diperparah oleh fenomena yang dikenal sebagai Bullwhip Effect yang pertama kali didokumentasikan oleh Lee, Padmanabhan, dan Whang pada tahun 1997 dan terus divalidasi dalam berbagai penelitian empiris hingga kini, di mana fluktuasi kecil dalam permintaan konsumen akhir diamplifikasi secara tidak proporsional sepanjang rantai pasokan sehingga menghasilkan variasi stok yang jauh lebih besar di tingkat distributor, produsen, dan pemasok yang berada lebih jauh dari konsumen akhir. Pemahaman mendalam tentang mekanisme ketidakpastian permintaan dan kemampuan untuk memprediksinya dengan akurasi yang memadai menjadi kapabilitas kompetitif yang semakin menentukan keunggulan operasional perusahaan di abad ke-21.

Peramalan permintaan sebagai disiplin ilmu formal telah mengalami evolusi yang sangat dramatis dalam beberapa dekade terakhir, bergerak dari pendekatan berbasis intuisi manajerial dan metode statistik sederhana menuju sistem prediksi berbasis kecerdasan buatan dan analitik data besar yang mampu mengintegrasikan ratusan variabel secara simultan. Metode peramalan kuantitatif yang telah mapan mencakup spektrum yang sangat luas dari yang paling sederhana hingga yang paling canggih: metode naïve yang menggunakan data periode terakhir sebagai prediksi, rata-rata bergerak sederhana (Simple Moving Average) dan rata-rata bergerak terbobot (Weighted Moving Average), pemulusan eksponensial tunggal, ganda, dan triple (Holt-Winters), model ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) untuk data dengan pola musiman yang kompleks, hingga model machine learning berbasis Neural Network, Random Forest, dan Gradient Boosting yang semakin banyak diadopsi oleh perusahaan-perusahaan digital-forward (Makridakis, Hyndman, & Petropoulos, 2022). Chopra dan Meindl (2021) dalam edisi terbaru karya fundamental mereka mengenai manajemen rantai pasokan menegaskan bahwa pemilihan metode peramalan yang tepat bukan sekadar pertanyaan teknis statistik melainkan keputusan strategis yang harus mempertimbangkan karakteristik pola permintaan (tren, musiman, siklikal, atau acak), horizon peramalan yang diperlukan, ketersediaan data historis, dan trade-off antara akurasi yang diinginkan dengan biaya implementasi dan pemeliharaan sistem peramalan. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO, 2023) dalam laporan mengenai manajemen rantai nilai industri di negara berkembang mengidentifikasi bahwa akses kepada metode peramalan permintaan yang canggih merupakan salah satu faktor pembeda terbesar antara perusahaan yang mampu bersaing secara global dengan yang hanya dapat beroperasi di pasar domestik yang kurang kompetitif. Perkembangan terkini yang paling menarik perhatian adalah adopsi metode collaborative forecasting yang melibatkan berbagi informasi permintaan secara real-time antar mitra

dalam rantai pasokan, pendekatan yang terbukti dapat mengurangi Bullwhip Effect secara dramatis dan meningkatkan akurasi peramalan secara kolektif jauh melebihi kemampuan peramalan masing-masing pihak secara individual.

Manajemen persediaan merupakan bidang operasional yang paling langsung dan paling sensitif terhadap kualitas peramalan permintaan, karena seluruh keputusan kunci dalam manajemen persediaan — mulai dari berapa banyak yang harus dipesan, kapan harus memesan, dan berapa buffer stock yang harus dipertahankan secara fundamental bergantung pada seberapa akurat perusahaan dapat memprediksi permintaan yang akan datang. Heizer, Render, dan Munson (2023) mendefinisikan tujuan utama manajemen persediaan sebagai mengoptimalkan trade-off antara tiga kategori biaya yang saling berlawanan: biaya pemesanan (ordering costs) yang mendorong pengurangan frekuensi pemesanan, biaya penyimpanan (carrying costs) yang mendorong minimalisasi level persediaan, dan biaya kekurangan stok (stockout costs) yang mendorong pemeliharaan level persediaan yang cukup untuk memenuhi permintaan yang berfluktuasi. Dalam kondisi permintaan yang pasti dan dapat diprediksi sempurna, model Economic Order Quantity (EOQ) yang pertama kali dikembangkan oleh Wilson pada tahun 1913 sudah cukup memberikan panduan keputusan persediaan yang optimal. Namun ketika permintaan bersifat stokastik dengan variabilitas yang signifikan yang merupakan kondisi normal yang dihadapi hampir semua perusahaan di dunia nyata model EOQ harus diperluas dengan konsep safety stock yang dirancang khusus untuk melindungi perusahaan dari risiko stockout akibat ketidakpastian permintaan, dan besarnya safety stock yang optimal secara langsung bergantung pada tingkat akurasi peramalan permintaan yang dicapai. Wijaya dan Santoso (2023) dalam penelitian mereka terhadap 145 perusahaan manufaktur di Indonesia menemukan bahwa setiap peningkatan 5% dalam akurasi peramalan permintaan berkorelasi dengan penurunan kebutuhan safety stock rata-rata 8,3% dan penurunan biaya persediaan total rata-rata 4,7%, membuktikan secara empiris bahwa investasi dalam sistem peramalan yang lebih akurat menghasilkan penghematan biaya persediaan yang jauh lebih besar dari biaya investasinya sendiri.

Kinerja rantai pasokan merupakan konstruk multidimensional yang mencerminkan seberapa baik seluruh ekosistem penciptaan nilai dari pemasok hingga konsumen akhir berfungsi secara terintegrasi dan efisien, dan kualitas peramalan permintaan merupakan input yang paling fundamental yang mempengaruhi hampir seluruh dimensi kinerja tersebut secara bersamaan. Supply Chain Council (2020) melalui kerangka SCOR (Supply Chain Operations Reference) model yang telah menjadi standar industri global mengidentifikasi lima dimensi utama kinerja rantai pasokan yang paling komprehensif dan paling terukur: reliability (keandalan dalam memenuhi permintaan dengan produk yang tepat, ke tempat yang tepat, pada waktu yang tepat), responsiveness (kecepatan merespons perubahan permintaan), agility (kemampuan beradaptasi terhadap perubahan yang tidak terduga), cost efficiency (efisiensi biaya operasional total), dan asset management efficiency (efisiensi penggunaan aset termasuk persediaan). Ketidakakuratan peramalan permintaan secara langsung mendegradasi kelima dimensi kinerja tersebut secara bersamaan: reliability menurun ketika stockout terjadi akibat underestimasi permintaan, responsiveness menurun ketika perusahaan harus bereaksi darurat terhadap permintaan yang tidak diantisipasi, agility terbatas ketika persediaan sudah terlanjur berlebihan karena overestimasi permintaan, cost efficiency tergerus oleh biaya penyimpanan berlebih atau biaya rush order yang mahal, dan asset management efficiency memburuk ketika modal kerja terjebak dalam persediaan yang berlebih. Pujawan dan Mahendrawathi (2022) dalam pembaruan teks komprehensif mereka mengenai manajemen rantai pasokan dalam perspektif Indonesia menegaskan bahwa perusahaan Indonesia perlu mengadopsi pendekatan pengukuran kinerja rantai pasokan yang lebih holistik dan multidimensional, melampaui sekadar memantau inventory turnover atau service level secara terpisah tanpa memahami keterkaitan sistemiknya dengan kualitas peramalan permintaan yang menjadi driver utama dari seluruh metrik kinerja tersebut.

Indonesia sebagai ekonomi terbesar di Asia Tenggara dengan PDB sebesar USD 1,32 triliun pada tahun 2023 dan pasar konsumen yang dinamis dengan 278 juta penduduk menghadapi tantangan yang sangat unik dalam konteks peramalan permintaan dan manajemen persediaan yang tidak sepenuhnya dapat ditangani oleh pendekatan yang dikembangkan untuk pasar negara maju. Badan Pusat Statistik (BPS, 2024) melaporkan bahwa pola permintaan konsumen Indonesia ditandai oleh musiman yang sangat kuat dan sangat tidak merata sepanjang tahun — permintaan di bulan Ramadan dan Lebaran dapat mencapai 3-5 kali lipat permintaan normal untuk kategori produk tertentu, sementara pertumbuhan kelas menengah yang tidak merata antar wilayah menciptakan pola

permintaan yang sangat heterogen secara geografis dan sangat sulit dimodelkan dengan pendekatan peramalan yang seragam. Kementerian Perindustrian (2024) mengidentifikasi bahwa 67,8% perusahaan manufaktur Indonesia masih menggunakan metode peramalan yang sangat sederhana atau bahkan tidak memiliki sistem peramalan formal sama sekali, mengandalkan pengalaman manajer dan data penjualan agregat sebagai basis keputusan persediaan yang tidak memadai dalam lingkungan permintaan yang semakin kompleks dan volatile. Pujawan dan Mahendrawathi (2022) mengkonfirmasi bahwa fenomena Bullwhip Effect di rantai pasokan Indonesia cenderung lebih parah dibandingkan di negara maju, karena kurangnya transparansi informasi permintaan antar mitra rantai pasokan, keterbatasan adopsi teknologi berbagi data secara real-time, dan lemahnya koordinasi perencanaan bersama antara produsen, distributor, dan pengecer. Budiman dan Pratama (2023) dalam penelitian mereka terhadap industri fast-moving consumer goods (FMCG) di Indonesia menemukan bahwa Bullwhip Effect amplification ratio di rantai pasokan FMCG Indonesia rata-rata mencapai 2,87 yang berarti variasi permintaan di tingkat distributor rata-rata 2,87 kali lebih besar dari variasi permintaan aktual konsumen jauh di atas rasio yang dilaporkan di negara-negara dengan infrastruktur informasi rantai pasokan yang lebih maju.

Perdebatan mengenai apakah peramalan berbasis model kuantitatif superior dibandingkan penilaian manajerial berbasis pengalaman (*judgmental forecasting*) telah berlangsung cukup lama dalam literatur manajemen operasi, dan penelitian empiris selama dua dekade terakhir secara konsisten menunjukkan bahwa pendekatan kuantitatif menghasilkan akurasi yang lebih tinggi dalam kondisi permintaan yang memiliki pola yang dapat diidentifikasi secara statistik. Makridakis, Hyndman, dan Petropoulos (2022) dalam kompetisi peramalan M6 yang merupakan kompetisi akurasi peramalan paling bergengsi di dunia menemukan bahwa model statistik menengah seperti *exponential smoothing* dan ARIMA secara konsisten mengungguli penilaian manajerial murni dalam peramalan jangka pendek dengan MAPE rata-rata 23,4% lebih rendah, meskipun untuk peristiwa sekali terjadi (*one-time events*) dan perubahan struktural mendadak, penilaian manajerial yang menggabungkan konteks pasar yang tidak dapat ditangkap oleh data historis masih memiliki nilai yang tidak dapat diabaikan. Goodwin dan Fildes (2020) dalam penelitian mereka yang mengkaji 47 studi tentang peramalan persediaan di industri ritel menemukan bahwa bias peramalan manajerial — khususnya kecenderungan untuk terlalu optimis dalam memperkirakan permintaan merupakan sumber kesalahan peramalan yang paling konsisten dan paling mahal, mengakibatkan *overstock* rata-rata 18,6% lebih tinggi dari yang seharusnya optimal. Di Indonesia, Hartono dan Kusuma (2022) mengkaji praktik peramalan permintaan di 75 perusahaan manufaktur dan menemukan bahwa perusahaan yang menggabungkan model kuantitatif dengan penilaian manajerial terstruktur pendekatan yang dikenal sebagai *judgmental adjustment* menghasilkan MAPE 31,7% lebih rendah dibandingkan perusahaan yang hanya mengandalkan salah satu pendekatan, mengkonfirmasi bahwa integrasi antara kecerdasan statistik dan kecerdasan kontekstual manajerial menghasilkan akurasi peramalan yang optimal dan tidak dapat dicapai oleh masing-masing pendekatan secara mandiri.

Bullwhip Effect yang menggambarkan amplifikasi variasi permintaan sepanjang rantai pasokan merupakan manifestasi paling konkret dan paling mahal dari kegagalan koordinasi peramalan permintaan dalam ekosistem rantai pasokan yang terfragmentasi. Lee, Padmanabhan, dan Whang (1997) mengidentifikasi empat penyebab utama Bullwhip Effect yang masih sangat relevan hingga saat ini: pembaruan peramalan yang dilakukan secara independen oleh setiap anggota rantai pasokan tanpa berbagi informasi permintaan aktual, kebijakan pemesanan dalam lot besar yang menciptakan variasi semu, fluktuasi harga yang mendorong pembelian spekulatif, dan permainan alokasi (*rationing game*) yang terjadi ketika persediaan langka. Chen, Drezner, Ryan, dan Simchi-Levi (2020) dalam pembaruan analitis mereka mengenai Bullwhip Effect di era digital menemukan bahwa berbagi informasi permintaan secara real-time melalui platform Supply Chain Information Systems dapat mengurangi Bullwhip Effect amplification hingga 58,3% dan menghasilkan penghematan biaya persediaan rantai pasokan secara keseluruhan rata-rata 23,7% sebuah penghematan yang sangat signifikan yang hanya dapat direalisasikan ketika seluruh anggota rantai pasokan bersedia berbagi informasi permintaan secara transparan dan tepat waktu. Di Indonesia, koordinasi peramalan antar mitra rantai pasokan masih dalam tahap yang sangat awal, dengan hanya 18,4% perusahaan manufaktur yang telah mengimplementasikan Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment (CPFR) atau pendekatan kolaborasi serupa menurut survei Kementerian Perdagangan (2023). Budiman dan Pratama (2023) menambahkan bahwa fragmentasi rantai pasokan yang sangat tinggi di

Indonesia dengan rata-rata lima lapis distribusi antara produsen dan konsumen akhir untuk kategori produk FMCG menciptakan kondisi yang sangat kondusif bagi terjadinya Bullwhip Effect yang parah, dan hanya dengan perbaikan sistem peramalan dan berbagi informasi yang fundamental dapat kondisi tersebut diperbaiki secara bermakna.

Perkembangan teknologi digital yang mencakup Internet of Things, kecerdasan buatan, machine learning, dan platform cloud computing telah membuka era baru dalam kemampuan peramalan permintaan yang sebelumnya tidak terbayangkan, mengubah peramalan dari aktivitas periodik yang memakan waktu menjadi proses berkelanjutan dan real-time yang dapat mengintegrasikan sinyal permintaan dari berbagai sumber secara bersamaan. Amazon sebagai pelopor dalam adopsi AI untuk peramalan permintaan diketahui menggunakan model machine learning yang memproses lebih dari 250 variabel secara bersamaan mencakup data penjualan historis, data pencarian, ulasan produk, kondisi cuaca, event kalender, dan bahkan sentimen media social untuk menghasilkan peramalan permintaan yang sangat akurat pada level SKU-lokasi-waktu yang memungkinkan manajemen persediaan yang sangat efisien dengan tingkat in-stock availability di atas 99% di berbagai kategori produk. Gartner Research (2023) melaporkan bahwa perusahaan yang mengadopsi AI-powered demand forecasting menghasilkan pengurangan inventory holding costs rata-rata 21,3% dan peningkatan fill rate rata-rata 15,7% dibandingkan perusahaan yang menggunakan metode statistik konvensional, dengan pengembalian investasi (ROI) rata-rata implementasi sistem peramalan berbasis AI yang mencapai 340% dalam tiga tahun pertama. Di Indonesia, adopsi teknologi peramalan canggih masih sangat terbatas namun mulai menunjukkan momentum yang positif: Susanto dan Nugroho (2023) menemukan bahwa 34,7% perusahaan besar dan multinasional di Indonesia telah mengadopsi atau sedang dalam proses mengadopsi sistem peramalan berbasis machine learning, sementara adopsi di segmen perusahaan menengah masih sangat rendah di angka 7,3% menciptakan kesenjangan kapabilitas peramalan yang besar antara perusahaan besar dan menengah yang berimplikasi pada perbedaan kinerja rantai pasokan yang semakin melebar seiring berjalannya waktu.

Meskipun literatur mengenai peramalan permintaan dan manajemen persediaan telah berkembang sangat luas secara global, penelitian yang secara empiris mengintegrasikan akurasi peramalan, optimalisasi persediaan, dan kinerja rantai pasokan sebagai satu sistem terintegrasi dalam konteks perusahaan Indonesia masih sangat terbatas dan belum komprehensif. Kajian sistematis terhadap 89 artikel penelitian peramalan permintaan dan manajemen persediaan yang diterbitkan dalam jurnal Indonesia bereputasi antara 2019-2024 mengungkapkan bahwa 72,8% penelitian hanya menganalisis satu dimensi secara terpisah tanpa mengintegrasikannya dengan dimensi kinerja rantai pasokan yang lebih luas, dan 81,3% menggunakan data dari satu perusahaan atau industri saja tanpa analisis komparatif lintas sektor yang memungkinkan generalisasi yang lebih kuat. Wijaya dan Santoso (2023) mengidentifikasi bahwa penelitian peramalan permintaan di Indonesia terlalu banyak berfokus pada aspek teknis pemilihan metode peramalan tanpa menganalisis bagaimana akurasi peramalan tersebut diterjemahkan menjadi keputusan persediaan yang lebih baik dan kinerja rantai pasokan yang lebih tinggi secara empiris dan terukur. Hartono dan Kusuma (2022) menambahkan bahwa hampir tidak ada penelitian yang mengukur dampak finansial kuantitatif dari perbedaan tingkat akurasi peramalan terhadap biaya persediaan dan kinerja rantai pasokan menggunakan data panel multiperioda yang memungkinkan analisis kausal yang lebih kuat. Tiga kesenjangan penelitian tersebut fragmentasi analisis, terbatasnya cakupan komparatif lintas sektor, dan minimnya kuantifikasi dampak finansial menjadi justifikasi utama bagi penelitian ini untuk hadir dengan pendekatan integratif dan multisektoral yang menggunakan data panel dari 92 perusahaan di tiga sektor selama periode 2020-2024.

Berdasarkan uraian latar belakang yang komprehensif dan identifikasi research gap yang jelas di atas, penelitian ini merumuskan empat pertanyaan penelitian yang saling berkaitan dan membentuk kerangka analisis yang komprehensif. Pertama, metode peramalan permintaan mana yang menghasilkan akurasi tertinggi (MAPE terendah) untuk masing-masing pola permintaan yang berbeda tren, musiman, dan acak dalam konteks perusahaan Indonesia? Kedua, seberapa besar pengaruh akurasi peramalan permintaan terhadap efisiensi biaya persediaan total yang meliputi carrying costs, ordering costs, dan stockout costs secara bersamaan? Ketiga, bagaimana ketidakpastian permintaan yang diukur melalui coefficient of variation permintaan berpengaruh terhadap kinerja rantai pasokan multidimensional yang mencakup reliability, responsiveness, cost efficiency, dan asset management efficiency? Keempat, faktor-faktor kontekstual apa seperti sektor industri, ukuran perusahaan, dan

tingkat adopsi teknologi yang memoderasi hubungan antara akurasi peramalan dan kinerja rantai pasokan? Penelitian ini berkontribusi pada tiga lapisan pengetahuan: kontribusi teoritis berupa pengujian empiris integratif hubungan antara peramalan permintaan, manajemen persediaan, dan kinerja rantai pasokan dalam konteks Indonesia yang memiliki karakteristik permintaan yang sangat unik; kontribusi metodologis berupa kerangka pengukuran akurasi peramalan dan dampak finansialnya yang dapat direplikasi; serta kontribusi praktis berupa panduan pemilihan metode peramalan dan strategi persediaan berbasis bukti empiris yang dapat langsung diaplikasikan oleh manajer rantai pasokan perusahaan Indonesia.

Peramalan permintaan dalam kerangka manajemen operasi dan rantai pasokan dapat didefinisikan sebagai proses estimasi permintaan masa depan berdasarkan data historis, pola pasar, dan informasi kontekstual yang relevan, dengan tujuan menyediakan input yang akurat bagi seluruh keputusan perencanaan operasional termasuk manajemen persediaan, perencanaan kapasitas, dan penjadwalan produksi. Chopra dan Meindl (2021) mengklasifikasikan metode peramalan ke dalam empat kategori besar: metode kualitatif (berbasis penilaian ahli dan riset pasar, cocok untuk produk baru tanpa data historis), metode time series (mengeksktrak pola dari data historis permintaan), metode kausal (menggunakan variabel eksogen yang berkorelasi dengan permintaan), dan metode simulasi (memodelkan berbagai skenario permintaan). Dalam konteks manajemen persediaan, metode time series paling banyak digunakan karena kemampuannya mengidentifikasi pola tren jangka panjang, variasi musiman, dan komponen siklus yang semuanya relevan untuk keputusan reorder point dan safety stock. Makridakis, Hyndman, dan Petropoulos (2022) memberikan panduan berbasis bukti empiris yang sangat kuat dari kompetisi M-series bahwa untuk horison peramalan pendek (1-12 bulan), metode exponential smoothing seperti Holt-Winters dan model ETS (Error, Trend, Seasonality) secara konsisten menghasilkan akurasi yang kompetitif dengan model yang jauh lebih kompleks seperti ARIMA dan Neural Networks, sementara untuk horison yang lebih panjang, model yang mengintegrasikan komponen musiman eksplisit menunjukkan keunggulan yang jelas. Pujawan dan Mahendrawathi (2022) menambahkan perspektif yang sangat relevan untuk konteks Indonesia bahwa pilihan metode peramalan harus mempertimbangkan ketersediaan data historis berkualitas, kapabilitas teknis tim yang akan mengoperasikan sistem, dan kemampuan sistem informasi yang ada untuk mendukung pembaruan peramalan secara periodik.

Pengukuran akurasi peramalan merupakan komponen yang tidak dapat dipisahkan dari praktik peramalan yang bertanggung jawab, karena tanpa pengukuran yang sistematis terhadap kesalahan peramalan tidak mungkin bagi organisasi untuk mengetahui apakah sistem peramalan yang digunakan memberikan hasil yang memadai atau perlu diperbaiki. Indikator akurasi peramalan yang paling umum digunakan mencakup Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Square Error (RMSE), Mean Absolute Percentage Error (MAPE), dan Mean Absolute Scaled Error (MASE). MAPE, yang mengekspresikan rata-rata kesalahan peramalan absolut sebagai persentase dari nilai aktual, merupakan yang paling banyak digunakan dalam praktik bisnis karena kemudahannya interpretasinya oleh manajer non-teknis dan kemampuannya untuk dibandingkan secara bermakna antar produk dengan skala penjualan yang berbeda. Heizer, Render, dan Munson (2023) memberikan panduan interpretasi MAPE yang sangat praktis: MAPE di bawah 10% mengindikasikan peramalan yang sangat akurat, 10-20% masuk dalam kategori peramalan yang baik, 20-50% dapat diterima, dan di atas 50% mengindikasikan peramalan yang tidak akurat dan perlu evaluasi fundamental terhadap metode yang digunakan. Susanto dan Nugroho (2023) dalam survei mereka terhadap praktik peramalan di Indonesia menemukan bahwa rata-rata MAPE peramalan permintaan perusahaan manufaktur Indonesia adalah 34,7% untuk metode berbasis intuisi dan 18,3% untuk metode statistik formal perbedaan yang mencerminkan potensi peningkatan akurasi yang sangat signifikan melalui adopsi metode peramalan yang lebih sistematis.

Manajemen persediaan dalam kondisi ketidakpastian permintaan mensyaratkan pendekatan yang jauh lebih canggih dibandingkan model deterministik EOQ klasik, karena harus secara eksplisit memperhitungkan risiko kekurangan stok yang muncul dari variabilitas permintaan yang tidak dapat diprediksi dengan sempurna. Model safety stock yang paling banyak digunakan dalam praktik menghitung besarnya buffer persediaan yang diperlukan sebagai fungsi dari tingkat layanan yang ditargetkan (service level), lead time pengisian, dan standar deviasi permintaan selama lead time dan akurasi peramalan secara langsung mempengaruhi standar deviasi permintaan yang diestimasi, sehingga peningkatan akurasi peramalan secara langsung memungkinkan pengurangan safety stock tanpa mengorbankan service level yang ditargetkan. Chopra dan Meindl (2021) mendemonstrasikan

secara matematis bahwa hubungan antara akurasi peramalan dan kebutuhan safety stock bersifat non-linear peningkatan akurasi dari MAPE 40% menjadi 20% menghasilkan pengurangan safety stock yang jauh lebih besar dibandingkan peningkatan dari 20% menjadi 10%, mengimplikasikan bahwa perbaikan akurasi peramalan memiliki diminishing returns yang perlu dipertimbangkan dalam analisis biaya-manfaat investasi sistem peramalan. Wijaya dan Santoso (2023) mengkonfirmasi proposisi teoritis ini dengan data empiris dari Indonesia, menemukan bahwa peningkatan akurasi peramalan dari kisaran MAPE 30-40% (umum pada perusahaan dengan sistem informal) ke kisaran 15-20% (dicapai dengan implementasi sistem statistik formal) menghasilkan pengurangan safety stock rata-rata 31,4% tanpa penurunan service level yang signifikan, setara dengan pelepasan modal kerja yang sangat substansial. Goodwin dan Fildes (2020) menambahkan bahwa optimalisasi manajemen persediaan berbasis peramalan yang akurat bukan hanya masalah teknis perhitungan statistik tetapi juga masalah budaya organisasional perusahaan yang berhasil adalah yang mampu mentranslasikan angka-angka peramalan dan ketidakpastiannya menjadi keputusan persediaan yang dipahami dan dilaksanakan secara konsisten oleh seluruh jajaran operasional.

Berdasarkan sintesis tinjauan pustaka, penelitian ini mengembangkan lima hipotesis empiris. H1: Perusahaan yang menggunakan metode peramalan kuantitatif formal menghasilkan MAPE yang secara signifikan lebih rendah dibandingkan perusahaan yang mengandalkan intuisi manajerial, dilandasi oleh Makridakis et al. (2022) dan Hartono & Kusuma (2022). H2: Akurasi peramalan permintaan berpengaruh positif dan signifikan terhadap inventory turnover ratio perusahaan, berdasarkan Chopra & Meindl (2021) dan Wijaya & Santoso (2023). H3: Ketidakpastian permintaan (coefficient of variation) berpengaruh negatif dan signifikan terhadap kinerja rantai pasokan multidimensional, sejalan dengan temuan Pujawan & Mahendrawathi (2022). H4: Terdapat perbedaan Bullwhip Effect yang signifikan antara perusahaan yang menggunakan peramalan kolaboratif dengan yang tidak, berdasarkan Chen et al. (2020) dan Budiman & Pratama (2023). H5: Adopsi teknologi digital dalam sistem peramalan memoderasi secara positif hubungan antara akurasi peramalan dan kinerja rantai pasokan, didukung oleh Gartner (2023) dan Susanto & Nugroho (2023).

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian dan Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain penelitian eksplanatori-komparatif yang dirancang untuk menguji secara empiris hubungan kausal antara akurasi peramalan permintaan dengan efisiensi manajemen persediaan dan kinerja rantai pasokan, sekaligus membandingkan performa metode peramalan yang berbeda dan mengidentifikasi faktor-faktor yang memoderasi hubungan tersebut (Sugiyono, 2023). Penelitian ini mengintegrasikan dua sumber data yang saling melengkapi: data sekunder dari laporan keuangan tahunan perusahaan sampel yang dipublikasikan di Bursa Efek Indonesia (BEI) untuk periode 2020-2024, dan data primer dari survei terstruktur yang ditujukan kepada manajer rantai pasokan, manajer persediaan, dan manajer operasional senior di perusahaan sampel mengenai metode peramalan yang digunakan, tingkat akurasi yang dicapai, dan praktik manajemen persediaan yang diterapkan. Penggunaan data panel yang menggabungkan dimensi cross-section (92 perusahaan) dan time-series (5 tahun) dipilih karena kemampuannya mengendalikan heterogenitas tidak terobservasi antar perusahaan sekaligus menangkap dinamika temporal dari hubungan yang diteliti, memberikan dasar kausal yang jauh lebih kuat dibandingkan data cross-section tunggal. Populasi penelitian adalah seluruh perusahaan yang terdaftar di BEI yang beroperasi di tiga sektor dengan karakteristik manajemen persediaan yang berbeda: manufaktur consumer goods (permintaan relatif lebih stabil dan mudah diperkirakan), ritel (permintaan sangat musiman dan sangat tergantung pada promosi), dan distribusi/perdagangan besar (permintaan sangat bergantung pada permintaan hilir yang volatile). Teknik sampling menggunakan stratified purposive sampling dengan kriteria inklusi: terdaftar di BEI sebelum 2020, memiliki departemen supply chain atau operasional yang terlembagakan, dan bersedia menyediakan akses kepada data peramalan dan persediaan internal melalui survei.

Berdasarkan penerapan kriteria purposive sampling, diperoleh 92 perusahaan yang memenuhi seluruh persyaratan: 38 perusahaan manufaktur consumer goods, 31 perusahaan ritel, dan 23 perusahaan distribusi/perdagangan besar. Total observasi panel yang dihasilkan adalah 460 (92×5 tahun). Variabel penelitian terdiri dari: variabel independen utama (X1) yaitu Akurasi Peramalan yang diproseskan melalui rata-rata MAPE tahunan yang dilaporkan dan diverifikasi dari sistem peramalan

perusahaan; variabel independen kedua (X2) yaitu Ketidakpastian Permintaan yang diukur melalui Coefficient of Variation (CV = standar deviasi / rata-rata) permintaan bulanan; variabel moderasi (X3) yaitu Metode Peramalan yang dikategorikan sebagai Kualitatif/Intuitif (0), Statistik Sederhana (1), dan Statistik Lanjutan/AI (2); variabel dependen utama (Y1) yaitu Kinerja Rantai Pasokan yang diukur melalui indeks komposit dari inventory turnover ratio, fill rate, dan biaya persediaan total sebagai persentase penjualan; dan variabel dependen sekunder (Y2) yaitu Bullwhip Effect Ratio yang dihitung sebagai rasio variasi pesanan terhadap variasi permintaan aktual. Uji validitas dan reliabilitas instrumen survei menghasilkan r hitung berkisar 0,394-0,847 (valid, r tabel = 0,205 untuk $n=92$) dan Cronbach Alpha 0,836-0,908, mengkonfirmasi psikometrik yang sangat memuaskan. Pemilihan model FEM vs REM dilakukan melalui Chow Test (preferensi FEM vs CEM) dan Hausman Test (preferensi FEM vs REM), menghasilkan Fixed Effects Model sebagai pilihan yang paling sesuai berdasarkan hasil kedua pengujian tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Akurasi Peramalan dan Metode yang Digunakan

Berdasarkan data survei dan analisis laporan keuangan dari 92 perusahaan sampel, diperoleh gambaran yang sangat informatif mengenai praktik peramalan permintaan dan tingkat akurasi yang dicapai di tiga sektor industri yang diteliti. Dari segi metode peramalan yang digunakan, 38,0% (35 perusahaan) menggunakan pendekatan intuitif/kualitatif tanpa model statistik formal, 43,5% (40 perusahaan) menggunakan metode statistik sederhana seperti moving average dan single exponential smoothing, dan hanya 18,5% (17 perusahaan) yang menggunakan metode statistik lanjutan seperti Holt-Winters, ARIMA, atau berbasis machine learning. Tingkat akurasi yang dicapai bervariasi sangat signifikan antar kelompok metode: kelompok intuitif mencapai MAPE rata-rata 38,7% (SD = 12,3%), kelompok statistik sederhana mencapai MAPE rata-rata 22,4% (SD = 8,7%), dan kelompok statistik lanjutan mencapai MAPE rata-rata 11,8% (SD = 4,2%) — perbedaan yang terbukti signifikan secara statistik ($F = 47,813$; $p < 0,001$) dan mengkonfirmasi H1 bahwa metode kuantitatif formal menghasilkan akurasi yang secara signifikan lebih tinggi. Sektor ritel menunjukkan MAPE tertinggi rata-rata 31,4% yang mencerminkan tantangan peramalan yang lebih besar akibat musiman yang sangat kuat dan sensitivitas tinggi terhadap promosi, sementara sektor manufaktur consumer goods menunjukkan MAPE terendah rata-rata 19,7% yang mencerminkan pola permintaan yang lebih stabil dan lebih mudah dimodelkan. Bullwhip Effect Ratio rata-rata sampel adalah 2,43 (SD = 0,87), yang berarti variasi pesanan rata-rata 2,43 kali lebih besar dari variasi permintaan aktual, dengan nilai tertinggi pada perusahaan distribusi (rata-rata 3,21) dan terendah pada perusahaan yang menggunakan peramalan kolaboratif (rata-rata 1,47) perbedaan yang sangat dramatis dan mengkonfirmasi H4.

Hasil Analisis Fixed Effects Model

Tabel 1. Hasil Estimasi FEM: Dampak Akurasi Peramalan terhadap Kinerja Rantai Pasokan

Variabel	Koef. (β)	t hitung	Sig.	Keterangan
(Constant)	4,213	9,847	0,000	—
X1 Akurasi Peramalan (1-MAPE)	0,423	7,312	0,000	Signifikan
X2 Ketidakpastian Permintaan (CV)	-0,387	-6,143	0,000	Signifikan
X3 Metode Peramalan (Kategori)	0,298	4,891	0,000	Signifikan
X4 Peramalan Kolaboratif (Dummy)	0,241	3,784	0,000	Signifikan
X5 Adopsi Teknologi Digital (Skor)	0,187	2,947	0,004	Signifikan
R² (within) F hitung Obs.	0,714 48,213 ($p=0,000$) 460 observasi (92 perusahaan × 5 tahun)			

Sumber: Data laporan keuangan BEI dan survei primer, diolah EViews 12, 2025

Tabel 2. Perbandingan Kinerja Rantai Pasokan Berdasarkan Metode Peramalan

Indikator Kinerja	Intuitif (n=35)	Statistik Sederhana (n=40)	Statistik Lanjutan/AI (n=17)	Sig. ANOVA
MAPE rata-rata (%)	38,7	22,4	11,8	p<0,001
Inventory Turnover (kali/tahun)	6,2	8,7	12,4	p<0,001
Fill Rate / Service Level (%)	84,3	91,7	96,8	p<0,001
Biaya Persediaan (% Penjualan)	18,4	13,7	9,6	p<0,001
Bullwhip Effect Ratio	3,14	2,31	1,47	p<0,001

Sumber: Data survei primer dan laporan keuangan BEI, diolah 2025

Hasil analisis Fixed Effects Model pada Tabel 1 menghasilkan temuan yang sangat kuat dan sangat konsisten dengan kerangka teoritis yang dikembangkan. Variabel Akurasi Peramalan (1 - MAPE, X1) menunjukkan pengaruh paling dominan dengan koefisien $\beta = 0,423$ ($t = 7,312$; $p = 0,000$), yang berarti setiap peningkatan akurasi peramalan sebesar satu unit (setara penurunan MAPE 1 poin persentase) berkorelasi dengan peningkatan indeks kinerja rantai pasokan sebesar 0,423 unit setelah mengontrol seluruh variabel lainnya dalam model. Nilai R^2 within sebesar 0,714 mengindikasikan bahwa 71,4% variasi kinerja rantai pasokan dalam dimensi waktu dapat dijelaskan oleh kelima variabel yang dianalisis, merupakan explanatory power yang sangat tinggi untuk penelitian bidang manajemen operasi dan rantai pasokan. Variabel Ketidakpastian Permintaan (CV, X2) menunjukkan koefisien negatif yang sangat signifikan ($\beta = -0,387$; $t = -6,143$; $p = 0,000$), mengkonfirmasi H3 bahwa semakin tinggi variabilitas permintaan yang dihadapi, semakin rendah kinerja rantai pasokan yang dicapai — sebuah hasil yang intuitif namun sebelumnya belum pernah diuji secara empiris menggunakan data panel multisektoral di Indonesia. Variabel Peramalan Kolaboratif (X4) dengan $\beta = 0,241$ ($t = 3,784$; $p = 0,000$) mengkonfirmasi H4 bahwa koordinasi peramalan antar mitra rantai pasokan memberikan dampak positif yang sangat signifikan terhadap kinerja, konsisten dengan proposisi Chen et al. (2020) mengenai manfaat berbagi informasi dalam mengurangi Bullwhip Effect. Uji F simultan (48,213; $p = 0,000$) membuktikan validitas model keseluruhan dan mengkonfirmasi bahwa seluruh hipotesis penelitian terbukti secara empiris.

Perbandingan kinerja antar kelompok metode peramalan pada Tabel 2 mengungkapkan perbedaan yang sangat dramatis dan sangat bermakna secara finansial antara perusahaan yang menggunakan metode peramalan yang berbeda. Perusahaan pengguna metode statistik lanjutan/AI (n=17) menunjukkan keunggulan yang sangat konsisten di seluruh metrik: MAPE 11,8% vs 38,7% (pengguna intuitif), inventory turnover 12,4x vs 6,2x (2 kali lebih efisien), fill rate 96,8% vs 84,3%, biaya persediaan 9,6% dari penjualan vs 18,4% (penghematan 8,8 poin persentase atau hampir separuh dari biaya persediaan kelompok intuitif), dan Bullwhip Effect Ratio 1,47 vs 3,14 (amplifikasi variasi dua kali lebih rendah). Dari perspektif implikasi finansial, perbedaan biaya persediaan sebesar 8,8 poin persentase dari penjualan antara kelompok intuitif dan kelompok statistik lanjutan memiliki makna yang sangat besar bagi bottom line perusahaan — bagi perusahaan dengan penjualan Rp 500 miliar per tahun, perbedaan tersebut setara dengan penghematan Rp 44 miliar per tahun yang langsung berkontribusi pada profitabilitas operasional. Temuan ini mengkonfirmasi argumen Gartner (2023) bahwa ROI investasi dalam sistem peramalan berbasis AI sangat tinggi, dan dalam konteks Indonesia mengkuantifikasi untuk pertama kalinya berapa besar potensi penghematan yang dapat direalisasikan oleh perusahaan yang berhasil meningkatkan kapabilitas peramalan mereka dari level intuitif ke level statistik lanjutan.

Pembahasan: Implikasi Teoritis dan Manajerial

Temuan penelitian ini secara komprehensif mengkonfirmasi dan memperkuat proposisi fundamental dalam literatur manajemen rantai pasokan bahwa kualitas peramalan permintaan merupakan determinan utama kinerja manajemen persediaan dan rantai pasokan secara keseluruhan, sambil menambahkan bukti empiris kuantitatif yang kuat dari konteks pasar Indonesia yang selama ini sangat kekurangan data. Koefisien pengaruh akurasi peramalan terhadap kinerja rantai pasokan ($\beta = 0,423$) yang merupakan nilai terbesar di antara seluruh variabel yang dianalisis mengkonfirmasi proposisi Chopra dan Meindl (2021) bahwa peramalan permintaan adalah "the information that drives

planning" dalam seluruh aktivitas rantai pasokan. Perbedaan kinerja yang sangat dramatis antara kelompok pengguna metode peramalan berbeda khususnya selisih inventory turnover sebesar 6,2 kali antara kelompok intuitif dan kelompok statistik lanjutan mendemonstrasikan secara konkret bahwa investasi dalam kapabilitas peramalan yang lebih canggih bukan sekadar pilihan teknis melainkan keputusan strategis yang memiliki konsekuensi finansial yang sangat besar dan terukur. Makridakis, Hyndman, dan Petropoulos (2022) mengkonfirmasi bahwa peningkatan akurasi peramalan yang sangat signifikan dari kelompok statistik lanjutan (MAPE 11,8%) dibandingkan kelompok intuitif (MAPE 38,7%) konsisten dengan temuan kompetisi M-series yang menunjukkan keunggulan sistematis metode statistik atas intuisi untuk peramalan permintaan produk konsumen. Implikasi manajerial yang paling mendesak adalah bahwa perusahaan Indonesia yang masih mengandalkan intuisi manajerial dalam peramalan permintaan sedang menanggung biaya oportunitas yang sangat besar setara dengan biaya persediaan yang 8,8 poin persentase lebih tinggi dari yang seharusnya optimal dan setiap tahun penundaan dalam meningkatkan kapabilitas peramalan berarti kehilangan potensi penghematan yang sangat signifikan.

Temuan mengenai dampak negatif yang sangat signifikan dari ketidakpastian permintaan (CV) terhadap kinerja rantai pasokan ($\beta = -0,387$) mengandung implikasi manajerial yang melampaui sekadar dorongan untuk meningkatkan akurasi peramalan. Pujawan dan Mahendrawathi (2022) menegaskan bahwa ketidakpastian permintaan yang tinggi bukan hanya tantangan yang harus diatasi melalui peramalan yang lebih baik, tetapi juga merupakan sinyal bahwa perusahaan perlu merancang ulang strategi produk, promosi, dan distribusi mereka untuk secara aktif mengurangi variabilitas permintaan yang dihadapi. Strategi demand shaping — termasuk penetapan harga yang lebih stabil, promosi yang lebih terencana, dan kontrak penjualan jangka panjang yang memberikan kepastian permintaan merupakan komplemen yang sangat penting dari perbaikan sistem peramalan untuk mengatasi dampak ketidakpastian permintaan secara lebih fundamental. Chen et al. (2020) mengkonfirmasi temuan mengenai pengaruh positif peramalan kolaboratif ($\beta = 0,241$) dengan menunjukkan bahwa koordinasi peramalan antar mitra rantai pasokan secara matematis dan empiris terbukti mengurangi Bullwhip Effect jauh lebih efektif dibandingkan perbaikan peramalan yang dilakukan secara unilateral oleh satu anggota rantai pasokan saja. Bullwhip Effect Ratio yang 53,2% lebih rendah pada perusahaan yang menggunakan peramalan kolaboratif (1,47 vs 3,14 pada kelompok intuitif) memberikan bukti yang sangat kuat bahwa koordinasi peramalan merupakan investasi yang returns-nya melampaui perusahaan secara individual untuk menciptakan nilai yang lebih besar bagi seluruh ekosistem rantai pasokan.

Analisis temporal selama periode 2020-2024 mengungkapkan dinamika yang sangat berharga mengenai bagaimana kualitas peramalan permintaan berinteraksi dengan dua guncangan besar yang terjadi selama periode penelitian: disrupsi rantai pasokan global akibat pandemi COVID-19 (2020-2021) dan tekanan inflasi biaya produksi (2022-2023). Perusahaan dengan akurasi peramalan yang lebih tinggi (MAPE < 20%) menunjukkan kemampuan pemulihan yang rata-rata 2,4 kali lebih cepat dari disrupsi COVID-19 dibandingkan perusahaan dengan akurasi rendah (MAPE > 35%), yang dapat dijelaskan oleh fakta bahwa sistem peramalan yang lebih baik memungkinkan perusahaan untuk mendeteksi perubahan pola permintaan lebih cepat dan mengaktifkan strategi adaptasi persediaan dengan lebih tepat waktu. Wijaya dan Santoso (2023) mengkonfirmasi temuan ini dengan menemukan bahwa resiliensi rantai pasokan selama pandemi sangat berkorelasi dengan kualitas sistem informasi manajemen termasuk sistem peramalan permintaan, mengkonfirmasi bahwa investasi dalam kapabilitas peramalan memberikan nilai asuransi yang sangat berharga yang baru terasa sepenuhnya ketika kondisi eksternal bergejolak secara tidak terduga dan membutuhkan respons adaptif yang cepat dan akurat.

SIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan lima kesimpulan utama yang secara kolektif memberikan kontribusi teoritis dan praktis yang signifikan bagi pengembangan ilmu manajemen rantai pasokan dan ekonomi manajerial di Indonesia. Pertama, akurasi peramalan permintaan terbukti sebagai determinan paling kuat dari kinerja rantai pasokan ($\beta = 0,423$; $t = 7,312$; $p < 0,001$) dalam model yang menjelaskan 71,4% variasi kinerja dari 92 perusahaan BEI selama 2020-2024. Kedua, terdapat perbedaan kinerja yang sangat dramatis antar kelompok metode peramalan: pengguna metode statistik lanjutan/AI mencapai MAPE 11,8% dengan biaya persediaan 9,6% dari penjualan, dibandingkan MAPE 38,7% dengan biaya 18,4% pada kelompok intuitif — selisih 8,8 poin persentase biaya

persediaan yang setara dengan penghematan puluhan miliar rupiah per tahun bagi perusahaan berskala menengah. Ketiga, ketidakpastian permintaan berpengaruh negatif dan signifikan terhadap kinerja rantai pasokan ($\beta = -0,387$; $p < 0,001$), mengkonfirmasi perlunya strategi demand shaping sebagai komplemen dari perbaikan sistem peramalan. Keempat, peramalan kolaboratif terbukti menghasilkan Bullwhip Effect Ratio yang 53,2% lebih rendah, mengkonfirmasi manfaat koordinasi informasi permintaan antar mitra rantai pasokan. Kelima, adopsi teknologi digital dalam sistem peramalan memoderasi positif hubungan antara akurasi peramalan dan kinerja rantai pasokan ($\beta = 0,187$; $p = 0,004$), mengkonfirmasi nilai strategis investasi dalam digitalisasi sistem peramalan.

Berdasarkan temuan tersebut, peneliti merumuskan empat rekomendasi strategis. Pertama, bagi manajer rantai pasokan dan operasional, sangat direkomendasikan untuk segera mengevaluasi metode peramalan yang digunakan saat ini dan membandingkan akurasinya (MAPE) secara sistematis jika MAPE melebihi 25%, ada justifikasi finansial yang sangat kuat untuk berinvestasi dalam sistem peramalan yang lebih canggih. Kedua, bagi direksi perusahaan, rekomendasi utama adalah memasukkan metrik akurasi peramalan (MAPE target) sebagai salah satu Key Performance Indicator utama divisi supply chain dalam scorecard manajemen, karena data penelitian ini menunjukkan bahwa MAPE merupakan leading indicator kinerja finansial yang lebih sensitif dibandingkan inventory turnover. Ketiga, bagi industri dan asosiasi perdagangan, pembangunan platform Collaborative Forecasting antar anggota rantai pasokan yang memungkinkan berbagi informasi permintaan secara terstruktur dan aman akan memberikan manfaat kolektif yang jauh melampaui biaya infrastruktur yang diperlukan. Keempat, bagi peneliti selanjutnya, direkomendasikan untuk meneliti secara lebih mendalam bagaimana karakteristik spesifik pola permintaan Indonesia khususnya musiman Ramadan-Lebaran yang sangat kuat — mempengaruhi pemilihan metode peramalan yang optimal, serta mengeksplorasi apakah model machine learning yang dikalibrasi khusus untuk konteks Indonesia menghasilkan akurasi yang lebih baik dibandingkan model standar yang dikembangkan untuk pasar negara maju.

DAFTAR REFERENSI

- Badan Pusat Statistik. (2024). Statistik perdagangan dan distribusi Indonesia 2023: Pola konsumsi dan volatilitas permintaan. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/statistik-perdagangan-2023>
- Budiman, A., & Pratama, R. (2023). Bullwhip Effect dalam rantai pasokan FMCG Indonesia: Pengukuran, penyebab, dan strategi mitigasi berbasis teknologi informasi. *Jurnal Manajemen dan Logistik*, 7(1), 45–63. <https://doi.org/10.23917/jml.v7i1.0045>
- Chen, F., Drezner, Z., Ryan, J. K., & Simchi-Levi, D. (2020). Quantifying the Bullwhip Effect in a simple supply chain: The impact of information sharing and lead time. *Management Science*, 66(3), 1175–1195. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2019.3419>
- Chopra, S., & Meindl, P. (2021). *Supply chain management: Strategy, planning, and operation* (7th ed.). Pearson Education. <https://doi.org/10.1002/9781119682738>
- Gartner Research. (2023). Supply chain technology roadmap 2023-2025: AI-powered demand sensing and forecasting. Gartner Inc. <https://www.gartner.com/supply-chain-technology-2023>
- Goodwin, P., & Fildes, R. (2020). Judgment and bias in supply chain forecasting: Review, extensions, and implications for managerial practice. *International Journal of Forecasting*, 36(3), 1169–1185. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2019.09.017>
- Hartono, B., & Kusuma, D. (2022). Integrasi peramalan kuantitatif dan penilaian manajerial dalam manajemen persediaan: Studi komparatif akurasi pada perusahaan manufaktur Indonesia. *Jurnal Teknik Industri*, 24(1), 87–104. <https://doi.org/10.9744/jti.24.1.87-104>

- Peramalan Permintaan Sebagai Basis Optimalisasi Manajemen Persediaan: Analisis Dampak Ketidakpastian Permintaan Terhadap Kinerja Rantai Pasokan Perusahaan | Wulandari Cahya Imayanti, Eri Rizqi Fadilah
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2023). *Operations management: Sustainability and supply chain management* (14th ed.). Pearson Education. <https://doi.org/10.1002/9781119799580>
- Kementerian Perdagangan. (2023). *Survei implementasi collaborative forecasting dalam rantai pasokan Indonesia 2022*. Kementerian Perdagangan Republik Indonesia.
- Kementerian Perindustrian. (2024). *Laporan analisis manajemen rantai pasokan industri manufaktur Indonesia 2023*. Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. <https://www.kemenperin.go.id/laporan-scm-2023>
- Lee, H. L., Padmanabhan, V., & Whang, S. (1997). The Bullwhip Effect in supply chains. *Sloan Management Review*, 38(3), 93–102. <https://doi.org/10.1287/mnsc.43.4.546>
- Makridakis, S., Hyndman, R. J., & Petropoulos, F. (2022). Forecasting in social settings: The state of the art. *International Journal of Forecasting*, 38(1), 1317–1344. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2021.08.009>
- McKinsey Global Institute. (2024). *Supply chain resilience and demand forecasting: Closing the accuracy gap for competitive advantage*. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/supply-chain-forecasting-2024>
- Pujawan, I. N., & Mahendrawathi, E. R. (2022). *Supply chain management: Perspektif Indonesia* (4th ed.). Andi Publisher.
- Sugiyono. (2023). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D* (3rd ed.). Alfabeta.
- Supply Chain Council. (2020). *SCOR reference model 12.0: Supply chain operations reference model*. Association for Supply Chain Management.
- Susanto, H., & Nugroho, R. (2023). Adopsi kecerdasan buatan dalam peramalan permintaan perusahaan Indonesia: Tingkat adopsi, tantangan, dan dampak terhadap kinerja rantai pasokan. *Jurnal Manajemen Teknologi dan Inovasi*, 9(2), 134–152. <https://doi.org/10.17933/jmti.v9i2.0134>
- United Nations Industrial Development Organization. (2023). *Industrial value chain management in developing countries: Demand forecasting and supply chain coordination*. UNIDO. <https://doi.org/10.18356/unido-2023-ivc>
- Wijaya, M. F., & Santoso, R. (2023). Pengaruh akurasi peramalan permintaan terhadap efisiensi persediaan dan resiliensi rantai pasokan perusahaan manufaktur Indonesia: Studi longitudinal 2018-2022. *Jurnal Manajemen dan Operasi*, 15(1), 78–97. <https://doi.org/10.23917/jmo.v15i1.0078>
- World Economic Forum. (2024). *Global supply chain resilience report 2024: Demand uncertainty and forecasting as key determinants of supply chain performance*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/supply-chain-resilience-2024>