

Integrasi Analitika Prediktif pada Model *Newsvendor* untuk Optimasi Persediaan: Kajian Literatur

Rafaj Abdusy Syahid¹⁾, Aang Chris Harjanto²⁾

Program Studi Teknik Industri, Universitas Pamulang, Indonesia

¹⁾ dosen03475@unpam.ac.id

²⁾ dosen03474@unpam.ac.id

Abstrak

Model *Newsvendor* merupakan salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam pengambilan keputusan persediaan pada kondisi permintaan yang tidak pasti. Namun, model *Newsvendor* konvensional memiliki keterbatasan karena mengasumsikan bahwa distribusi permintaan telah diketahui sebelum keputusan pemesanan dilakukan. Perkembangan analitika prediktif memberikan peluang untuk mengatasi keterbatasan tersebut melalui pemanfaatan data historis dan algoritma *machine learning* dalam mendukung keputusan persediaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perkembangan integrasi analitika prediktif pada model *Newsvendor*, mengidentifikasi metode yang digunakan, serta menganalisis kontribusi dan tantangan penerapannya dalam optimasi persediaan. Penelitian menggunakan metode kajian literatur dengan menelaah artikel ilmiah yang diperoleh dari *Google Scholar*, *ScienceDirect*, *SpringerLink*, *IEEE Xplore*, dan *Scopus*. Literatur yang dikaji merupakan publikasi yang membahas model *Newsvendor*, analitika prediktif, dan optimasi persediaan, kemudian dianalisis secara deskriptif melalui proses identifikasi, pengelompokan, dan sintesis. Hasil kajian menunjukkan bahwa penelitian mengenai *Newsvendor* telah berkembang dari pendekatan berbasis distribusi probabilitas menuju pendekatan berbasis data (*data-driven*). Berbagai metode analitika prediktif, seperti regresi, *Random Forest*, *XGBoost*, *Artificial Neural Network* (ANN), *Long Short-Term Memory* (LSTM), dan *Deep Learning*, terbukti mampu meningkatkan akurasi prediksi permintaan serta mendukung keputusan pemesanan yang lebih optimal. Selain itu, perkembangan penelitian mengarah pada integrasi proses prediksi dan optimasi melalui pendekatan *forecasting–optimization*, *data-driven newsvendor*, dan *end-to-end learning*. Meskipun demikian, implementasi pendekatan tersebut masih menghadapi tantangan berupa kebutuhan data historis yang berkualitas, kompleksitas komputasi, dan rendahnya interpretabilitas beberapa model. Kajian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi akademisi dan praktisi dalam memahami perkembangan penelitian serta menjadi dasar bagi pengembangan model *Newsvendor* berbasis analitika prediktif pada penelitian selanjutnya.

Kata Kunci: *Newsvendor*, analitika prediktif, *machine learning*, optimasi persediaan, kajian literatur.

Abstract

The Newsvendor model is one of the most widely used approaches for inventory decision-making under uncertain demand conditions. However, the conventional Newsvendor model has a fundamental limitation because it assumes that the demand distribution is known prior to making ordering decisions. The advancement of predictive analytics offers an opportunity to overcome this limitation by utilizing historical data and machine learning algorithms to support inventory decision-making. This study aims to review the development of predictive analytics integration into the Newsvendor model, identify the methods employed, and analyze

their contributions and implementation challenges in inventory optimization. This research adopts a literature review approach by examining scientific articles obtained from Google Scholar, ScienceDirect, SpringerLink, IEEE Xplore, and Scopus. The selected literature focuses on the Newsvendor model, predictive analytics, and inventory optimization, and is analyzed descriptively through identification, classification, and synthesis of previous studies. The results indicate that research on the Newsvendor model has evolved from probability distribution-based approaches to data-driven approaches. Various predictive analytics methods, including Linear Regression, Random Forest, Extreme Gradient Boosting (XGBoost), Artificial Neural Networks (ANN), Long Short-Term Memory (LSTM), and Deep Learning, have demonstrated the ability to improve demand forecasting accuracy and support more optimal ordering decisions. Furthermore, recent studies have shifted toward integrating forecasting and optimization through forecasting–optimization, data-driven newsvendor, and end-to-end learning approaches. Nevertheless, the implementation of these approaches still faces several challenges, including the need for high-quality historical data, computational complexity, and the limited interpretability of certain machine learning and deep learning models. This literature review is expected to provide valuable insights for researchers and practitioners in understanding the development of predictive analytics applications in the Newsvendor model and to serve as a foundation for future research on data-driven inventory optimization.

Keywords: *Newsvendor; Predictive Analytics; Machine Learning; Inventory Optimization; Literature Review.*

I. PENDAHULUAN

Persediaan merupakan salah satu aset strategis yang berperan penting dalam menjaga kelancaran operasi perusahaan, baik pada sektor manufaktur, perdagangan, maupun jasa. Pengelolaan persediaan yang tidak tepat dapat menyebabkan dua risiko utama, yaitu kelebihan persediaan (*overstock*) yang meningkatkan biaya penyimpanan dan risiko penurunan nilai produk, serta kekurangan persediaan (*stockout*) yang mengakibatkan hilangnya peluang penjualan dan menurunnya tingkat kepuasan pelanggan (Xie & Palani, 2018). Persediaan yang berlebihan akan meningkatkan biaya penyimpanan, biaya penanganan, serta risiko penurunan nilai produk, sedangkan persediaan yang terlalu sedikit dapat menyebabkan hilangnya peluang penjualan, menurunnya tingkat pelayanan kepada pelanggan, hingga berkurangnya keuntungan perusahaan. Oleh karena itu, pengambilan keputusan persediaan yang tepat menjadi salah satu faktor penting dalam meningkatkan efisiensi operasional dan daya saing perusahaan.

Salah satu model yang paling banyak digunakan untuk mengatasi ketidakpastian permintaan adalah *Newsvendor Problem* atau *single-period inventory model*. Model ini digunakan untuk menentukan jumlah pemesanan optimal pada produk yang memiliki satu periode penjualan atau siklus hidup yang relatif pendek, seperti produk musiman, makanan segar, produk *fashion*, surat kabar, maupun barang promosi (Khouja, 1999). Prinsip utama model Newsvendor adalah mencari keseimbangan antara biaya akibat kelebihan persediaan (*overage cost*) dan biaya akibat kekurangan persediaan (*underage cost*) sehingga keuntungan yang diharapkan dapat dimaksimalkan (Qin, Wang, Vakharia, Chen, & Seref, 2011). Karena kesederhanaan konsepnya, model ini telah menjadi salah satu fondasi dalam penelitian manajemen persediaan dan banyak dikembangkan untuk berbagai konteks industri.

Meskipun demikian, model Newsvendor klasik memiliki beberapa keterbatasan. Salah satu asumsi utama model ini adalah distribusi probabilitas permintaan telah diketahui sebelum keputusan pemesanan dilakukan (Khouja, 1999). Dalam praktiknya, asumsi tersebut sering kali sulit dipenuhi

karena pola permintaan dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti perubahan tren pasar, perilaku konsumen, promosi, kondisi ekonomi, musim, maupun faktor eksternal lainnya. Akibatnya, penggunaan distribusi probabilitas yang tidak sesuai dapat menghasilkan keputusan pemesanan yang kurang optimal dan meningkatkan risiko biaya persediaan (Qin, Wang, Vakharia, Chen, & Seref, 2011). Berbagai penelitian juga menunjukkan bahwa asumsi distribusi permintaan yang tetap sering kali tidak mampu merepresentasikan kondisi bisnis modern yang bersifat dinamis dan kaya akan data.

Perkembangan teknologi informasi, big data, serta kecerdasan buatan telah mendorong lahirnya pendekatan analitika prediktif (*predictive analytics*) dalam pengambilan keputusan persediaan. Analitika prediktif memanfaatkan data historis beserta variabel-variabel pendukung untuk menghasilkan prediksi permintaan yang lebih akurat melalui berbagai metode, seperti regresi, *decision tree*, *random forest*, *support vector machine*, *gradient boosting*, *artificial neural network*, hingga *deep learning* (Oroojlooyjadid, Snyder, & Takáč, 2019). Berbeda dengan pendekatan statistik konvensional, metode-metode tersebut mampu mempelajari pola data yang kompleks sehingga lebih adaptif terhadap perubahan kondisi pasar dan karakteristik permintaan. Perkembangan ini membuka peluang untuk meningkatkan kualitas keputusan persediaan melalui integrasi model prediksi dengan model optimasi.

Perkembangan tersebut mendorong lahirnya pendekatan *data-driven Newsvendor*, yaitu integrasi antara model prediksi berbasis *machine learning* dengan model optimasi persediaan. Pendekatan ini memungkinkan penentuan jumlah pemesanan dilakukan berdasarkan pola data aktual tanpa bergantung sepenuhnya pada asumsi distribusi probabilitas tertentu (Bergsma, de Ruijt, & Bhulai, 2025). Penelitian terkini menunjukkan bahwa integrasi analitika prediktif dengan model *Newsvendor* mampu meningkatkan akurasi keputusan pemesanan, menurunkan biaya persediaan, serta menghasilkan performa yang lebih baik dibandingkan model *Newsvendor* klasik, terutama pada kondisi permintaan yang sangat dinamis (Punia, Singh, & Madaan, 2020).

Walaupun penelitian mengenai integrasi analitika prediktif dan model *Newsvendor* terus berkembang, hasil-hasil penelitian tersebut masih tersebar pada berbagai pendekatan, algoritma, dan bidang aplikasi. Sebagian penelitian berfokus pada pengembangan algoritma prediksi permintaan, sementara penelitian lainnya lebih menitikberatkan pada model optimasi persediaan. Kondisi ini menyebabkan belum adanya gambaran yang komprehensif mengenai perkembangan integrasi analitika prediktif pada model *Newsvendor*, termasuk metode yang paling banyak digunakan, bidang penerapan, manfaat yang diperoleh, serta tantangan implementasinya. Oleh karena itu, diperlukan suatu kajian literatur yang mampu menyintesis hasil-hasil penelitian terdahulu sehingga dapat memberikan pemahaman yang lebih utuh mengenai arah perkembangan penelitian pada bidang ini.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perkembangan integrasi analitika prediktif pada model *Newsvendor* dalam optimasi persediaan. Kajian ini diharapkan dapat mengidentifikasi metode analitika prediktif yang telah diterapkan, menjelaskan karakteristik penerapannya pada berbagai sektor industri, menguraikan kelebihan dan keterbatasan setiap pendekatan, serta memberikan rekomendasi arah penelitian selanjutnya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi akademisi dalam mengembangkan penelitian lanjutan, sekaligus menjadi bahan pertimbangan bagi praktisi dalam memilih pendekatan yang sesuai untuk meningkatkan efektivitas pengambilan keputusan persediaan.

II. METODE

A. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kajian literatur (*literature review*) untuk mengumpulkan, mempelajari, dan menganalisis berbagai referensi ilmiah yang berkaitan dengan integrasi analitika prediktif pada model *Newsvendor* dalam optimasi persediaan. Kajian literatur dilakukan dengan tujuan memperoleh pemahaman mengenai perkembangan penelitian, metode yang digunakan,

manfaat penerapan, serta tantangan dalam mengintegrasikan analitika prediktif ke dalam model *Newsvendor*.

B. Sumber dan Tahapan Penelitian

Sumber literatur diperoleh dari berbagai basis data ilmiah, yaitu *Google Scholar*, *ScienceDirect*, *SpringerLink*, *IEEE Xplore*, dan *Scopus*. Proses penelusuran dilakukan menggunakan beberapa kata kunci, antara lain "*Newsvendor Problem*", "*Single-Period Inventory*", "*Predictive Analytics*", "*Machine Learning*", "*Demand Forecasting*", "*Inventory Optimization*", dan "*Data-Driven Newsvendor*". Penggunaan kombinasi kata kunci tersebut bertujuan untuk memperoleh referensi yang relevan dengan topik penelitian.

Literatur yang digunakan dalam penelitian ini merupakan artikel ilmiah, prosiding konferensi, dan buku yang membahas konsep *Newsvendor*, analitika prediktif, serta penerapannya dalam optimasi persediaan. Referensi diprioritaskan berasal dari publikasi sepuluh tahun terakhir (2015–2025) agar mampu menggambarkan perkembangan penelitian terkini. Selain itu, beberapa literatur klasik tetap digunakan sebagai landasan teori dalam menjelaskan konsep dasar model *Newsvendor* (Khouja, 1999) (Qin, Wang, Vakharia, Chen, & Seref, 2011).

Data yang diperoleh dari berbagai referensi kemudian dianalisis secara deskriptif melalui proses identifikasi, pengelompokan, dan sintesis informasi. Artikel-artikel yang telah dipilih dikelompokkan berdasarkan beberapa aspek, yaitu metode analitika prediktif yang digunakan, bidang penerapan, tujuan penelitian, serta hasil yang diperoleh. Selanjutnya, dilakukan analisis terhadap persamaan, perbedaan, kelebihan, dan keterbatasan dari setiap penelitian sehingga diperoleh gambaran mengenai perkembangan integrasi analitika prediktif pada model *Newsvendor* serta peluang pengembangan penelitian pada masa mendatang.

Tahapan penelitian dalam kajian literatur ini meliputi: (1) penentuan topik penelitian, (2) penelusuran literatur dari berbagai sumber ilmiah, (3) seleksi referensi berdasarkan relevansi dengan topik penelitian, (4) pengelompokan dan analisis isi literatur, serta (5) penyusunan hasil pembahasan dan penarikan kesimpulan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Konsep dan Perkembangan Model *Newsvendor*

Model *Newsvendor* merupakan salah satu model klasik dalam manajemen persediaan yang digunakan untuk menentukan jumlah pemesanan optimal pada produk dengan permintaan yang tidak pasti dan hanya memiliki satu periode penjualan (*single-period inventory*). Model ini bertujuan untuk memperoleh keseimbangan antara risiko kelebihan persediaan (*overstock*) dan kekurangan persediaan (*stockout*) sehingga keuntungan yang diharapkan dapat dimaksimalkan (Khouja, 1999) (Qin, Wang, Vakharia, Chen, & Seref, 2011).

Pada awal perkembangannya, model *Newsvendor* diterapkan pada produk-produk dengan umur simpan pendek, seperti surat kabar, makanan segar, produk fesyen, bunga, serta berbagai produk musiman. Dalam implementasinya, model ini mengasumsikan bahwa permintaan bersifat acak namun mengikuti distribusi probabilitas tertentu sehingga jumlah pemesanan optimal dapat dihitung berdasarkan keseimbangan antara biaya kelebihan dan kekurangan persediaan (Qin, Wang, Vakharia, Chen, & Seref, 2011).

Seiring berkembangnya penelitian, model *Newsvendor* mengalami berbagai pengembangan untuk menyesuaikan dengan kondisi bisnis yang semakin kompleks. Khouja (1999) mengelompokkan pengembangan model tersebut ke dalam beberapa kategori, antara lain perubahan fungsi tujuan, kebijakan harga pemasok, strategi penetapan harga, ketidakpastian hasil produksi (*random yield*), model multi-produk, serta model multi-lokasi. Pengembangan tersebut menunjukkan bahwa model

Newsvendor memiliki fleksibilitas yang tinggi untuk diterapkan pada berbagai permasalahan persediaan.

Meskipun demikian, sebagian besar pengembangan tersebut masih mempertahankan asumsi bahwa distribusi permintaan telah diketahui sebelum keputusan pemesanan dilakukan. Dalam praktiknya, asumsi ini sering menjadi kendala karena pola permintaan dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti perubahan perilaku konsumen, promosi, musim, kondisi ekonomi, dan dinamika pasar. Ketidakakuratan dalam menentukan distribusi permintaan dapat menyebabkan keputusan pemesanan menjadi kurang optimal sehingga meningkatkan biaya persediaan maupun risiko kehilangan penjualan (Qin, Wang, Vakharia, Chen, & Seref, 2011).

Perkembangan teknologi informasi, ketersediaan data dalam jumlah besar, serta meningkatnya kemampuan komputasi mendorong munculnya pendekatan *data-driven newsvendor*. Pendekatan ini mengurangi ketergantungan terhadap asumsi distribusi probabilitas dengan memanfaatkan data historis untuk memperkirakan permintaan secara langsung. Integrasi metode analitika prediktif ke dalam model *Newsvendor* menjadi salah satu arah penelitian yang berkembang dalam beberapa tahun terakhir karena mampu menghasilkan keputusan persediaan yang lebih adaptif terhadap perubahan kondisi pasar (Punia, Singh, & Madaan, 2020).

Berdasarkan hasil kajian literatur, dapat disimpulkan bahwa perkembangan model *Newsvendor* menunjukkan pergeseran dari pendekatan berbasis asumsi distribusi probabilitas menuju pendekatan berbasis data (*data-driven approach*). Pergeseran tersebut tidak hanya meningkatkan akurasi estimasi permintaan, tetapi juga membuka peluang integrasi berbagai algoritma *machine learning* dan *deep learning* untuk mendukung pengambilan keputusan persediaan yang lebih efektif pada lingkungan bisnis yang dinamis.

B. Perkembangan Metode Analitika Prediktif pada Model *Newsvendor*

Perkembangan teknologi informasi dan meningkatnya ketersediaan data telah mendorong transformasi model *Newsvendor* dari pendekatan berbasis distribusi probabilitas (*distribution-based approach*) menuju pendekatan berbasis data (*data-driven approach*). Pada pendekatan konvensional, keputusan pemesanan ditentukan berdasarkan asumsi bahwa distribusi permintaan telah diketahui. Namun, pada kondisi nyata, pola permintaan sering kali berubah akibat pengaruh musim, promosi, perilaku konsumen, maupun kondisi ekonomi, sehingga asumsi tersebut menjadi kurang realistis. Oleh karena itu, berbagai penelitian mulai memanfaatkan metode analitika prediktif untuk meningkatkan akurasi estimasi permintaan sebelum menentukan jumlah pemesanan optimal (Bergsma, de Ruijt, & Bhulai, 2025).

Metode analitika prediktif yang digunakan dalam penelitian *Newsvendor* mengalami perkembangan yang cukup pesat. Pada tahap awal, penelitian lebih banyak menggunakan pendekatan statistik seperti regresi linier (*linear regression*) untuk memprediksi permintaan berdasarkan hubungan antara variabel independen dan variabel dependen. Metode ini memiliki keunggulan karena sederhana, mudah diinterpretasikan, serta tidak memerlukan sumber daya komputasi yang tinggi. Namun, regresi linier memiliki keterbatasan dalam menangkap hubungan nonlinier dan interaksi kompleks antarvariabel sehingga akurasinya cenderung menurun ketika dihadapkan pada data permintaan yang dinamis dan bersifat fluktuatif.

Seiring berkembangnya penelitian, algoritma berbasis *machine learning* mulai banyak diterapkan, salah satunya adalah *Random Forest*. Algoritma ini mampu meningkatkan akurasi prediksi melalui pembentukan sejumlah *decision tree* yang bekerja secara kolektif untuk menghasilkan prediksi yang lebih stabil. Dibandingkan regresi linier, *Random Forest* lebih mampu menangani hubungan nonlinier, data berdimensi tinggi, serta interaksi antarvariabel yang kompleks (Ping, Wong, & Han, 2025). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *Random Forest* menghasilkan estimasi permintaan yang lebih baik sehingga mampu menurunkan biaya persediaan pada model *Newsvendor* berbasis data (Taigel & Meller, 2020).

Selain *Random Forest*, algoritma *Extreme Gradient Boosting* (XGBoost) juga menjadi salah satu metode yang banyak digunakan karena memiliki kemampuan prediksi yang tinggi serta mampu mengurangi overfitting melalui proses boosting (Ali, Abduljabbar, Tahir, Sallow, & Almufti, 2023). XGBoost bekerja dengan membangun model secara bertahap untuk memperbaiki kesalahan prediksi pada iterasi sebelumnya. Dalam konteks optimasi persediaan, algoritma ini dinilai efektif dalam memprediksi permintaan pada data yang memiliki karakteristik kompleks sehingga keputusan pemesanan menjadi lebih akurat dibandingkan pendekatan statistik konvensional.

Perkembangan berikutnya ditandai dengan meningkatnya pemanfaatan *Artificial Neural Network* (ANN). ANN mampu mempelajari pola hubungan yang rumit antarvariabel melalui struktur jaringan saraf tiruan sehingga sering digunakan untuk memprediksi permintaan dengan tingkat kompleksitas yang tinggi (Han, Hu, & Shen, 2025). Dibandingkan metode sebelumnya, ANN memiliki kemampuan adaptasi yang lebih baik terhadap data nonlinier, namun memerlukan jumlah data pelatihan yang lebih besar serta proses pelatihan yang relatif lebih lama. Meskipun demikian, berbagai penelitian melaporkan bahwa penggunaan ANN dapat meningkatkan kualitas estimasi permintaan sehingga mendukung keputusan pemesanan yang lebih optimal pada model *Newsvendor*.

Dalam beberapa tahun terakhir, penelitian mulai beralih pada pemanfaatan *Long Short-Term Memory* (LSTM) dan berbagai metode *Deep Learning*. LSTM merupakan pengembangan dari *Recurrent Neural Network* (RNN) yang dirancang untuk menangkap ketergantungan jangka panjang pada data deret waktu (*time series*). Karakteristik tersebut menjadikan LSTM sangat sesuai untuk memprediksi permintaan yang dipengaruhi oleh pola musiman maupun tren historis. Sementara itu, pendekatan deep learning memungkinkan proses prediksi dan optimasi dilakukan secara terintegrasi sehingga jumlah pemesanan optimal dapat dipelajari langsung dari data tanpa harus mengasumsikan bentuk distribusi permintaan tertentu. Penelitian Oroojlooyjadid et al. (2020) menunjukkan bahwa pendekatan ini memberikan kinerja yang lebih baik dibandingkan metode statistik maupun beberapa algoritma *machine learning* pada kondisi permintaan yang berfluktuasi tinggi (Oroojlooyjadid, Snyder, & Takáč, 2019).

Berdasarkan hasil kajian literatur, perkembangan metode analitika prediktif menunjukkan adanya pergeseran dari pendekatan statistik konvensional menuju algoritma *machine learning* dan *deep learning* yang lebih adaptif terhadap karakteristik data. Pergeseran tersebut didorong oleh meningkatnya ketersediaan data historis, kemampuan komputasi, serta kebutuhan perusahaan untuk memperoleh prediksi permintaan yang lebih akurat. Integrasi metode-metode tersebut ke dalam model *Newsvendor* memberikan peluang untuk menghasilkan keputusan persediaan yang lebih efektif dibandingkan pendekatan klasik, khususnya pada lingkungan bisnis yang memiliki tingkat ketidakpastian permintaan yang tinggi.

Tabel 1 Perbandingan Metode Analitika Prediktif pada Model *Newsvendor*

Metode	Kelebihan	Keterbatasan	Kesesuaian pada <i>Newsvendor</i>
Regresi Linier	Sederhana, mudah diinterpretasikan	Sulit menangani hubungan nonlinier	Cocok untuk data sederhana
Random Forest	Akurasi tinggi, tahan terhadap overfitting	Interpretasi model lebih sulit	Sangat baik untuk data kompleks
XGBoost	Prediksi sangat akurat, efisien	Membutuhkan proses tuning parameter	Sangat baik untuk optimasi persediaan
ANN	Mampu mempelajari hubungan nonlinier	Memerlukan data dan komputasi lebih besar	Baik untuk pola permintaan kompleks
LSTM	Efektif menangkap pola deret waktu	Waktu pelatihan relatif lama	Sangat baik untuk permintaan musiman
Deep Learning	Mampu mengintegrasikan prediksi dan optimasi	Membutuhkan data besar dan komputasi tinggi	Sangat baik untuk <i>data-driven newsvendor</i>

(Sumber: Pengolahan Data)

C. Integrasi Analitika Prediktif pada Model *Newsvendor*

Integrasi analitika prediktif pada model *Newsvendor* merupakan salah satu perkembangan penting dalam penelitian manajemen persediaan. Berbeda dengan model *Newsvendor* konvensional yang mengandalkan asumsi distribusi probabilitas permintaan, pendekatan terbaru memanfaatkan data historis untuk menghasilkan estimasi permintaan yang lebih akurat sebelum menentukan jumlah pemesanan optimal. Pendekatan ini berkembang seiring meningkatnya pemanfaatan machine learning dan deep learning dalam mendukung pengambilan keputusan berbasis data (*data-driven decision making*).

Hasil kajian menunjukkan bahwa integrasi analitika prediktif dengan model *Newsvendor* berkembang melalui tiga pendekatan utama. Pendekatan pertama adalah *forecasting-optimization*, yaitu proses prediksi permintaan dilakukan terlebih dahulu menggunakan metode statistik atau *machine learning*, kemudian hasil prediksi digunakan sebagai masukan pada model *Newsvendor* (Shi, 2022). Pendekatan ini merupakan metode yang paling banyak diterapkan karena relatif sederhana dan mudah diimplementasikan dalam berbagai sektor industri. Namun, pendekatan ini memiliki kelemahan karena kesalahan pada tahap prediksi akan memengaruhi hasil optimasi persediaan.

Pendekatan kedua adalah *data-driven newsvendor*, yaitu model yang tidak lagi bergantung pada asumsi distribusi probabilitas permintaan. Dalam pendekatan ini, keputusan pemesanan diperoleh langsung dari data historis menggunakan metode *machine learning*, sehingga mampu menyesuaikan diri terhadap perubahan pola permintaan (Yang, Wang, Ma, & Talluri, 2023). Pendekatan ini dinilai lebih fleksibel dibandingkan model *Newsvendor* klasik karena dapat mengurangi kesalahan akibat pemilihan distribusi probabilitas yang kurang tepat.

Perkembangan terbaru ditunjukkan oleh pendekatan *end-to-end learning*, yaitu integrasi proses prediksi permintaan dan optimasi persediaan ke dalam satu model pembelajaran. Pendekatan ini umumnya memanfaatkan deep learning sehingga model tidak hanya mempelajari pola permintaan, tetapi juga secara langsung menghasilkan jumlah pemesanan optimal berdasarkan karakteristik data. Penelitian Oroojlooyjadid et al. (2019) menunjukkan bahwa pendekatan tersebut memberikan performa yang lebih baik dibandingkan metode konvensional, terutama pada kondisi permintaan yang memiliki tingkat volatilitas tinggi.

Selain perkembangan metode, kajian literatur juga menunjukkan bahwa penerapan model *Newsvendor* berbasis analitika prediktif telah meluas pada berbagai sektor industri. Pada sektor ritel, model digunakan untuk menentukan jumlah persediaan produk musiman dan barang dengan siklus hidup pendek. Pada industri makanan dan minuman, model dimanfaatkan untuk mengurangi pemborosan akibat produk yang mudah rusak. Sementara itu, pada sektor manufaktur dan e-commerce, integrasi machine learning dengan model *Newsvendor* dimanfaatkan untuk meningkatkan akurasi perencanaan persediaan, mengurangi biaya inventori, serta meningkatkan tingkat pelayanan kepada pelanggan (Pasupuleti, Thuraka, Kodete, & Malisetty, 2024).

Meskipun menunjukkan hasil yang menjanjikan, integrasi analitika prediktif pada model *Newsvendor* masih menghadapi beberapa tantangan. Algoritma machine learning dan deep learning umumnya membutuhkan data historis dalam jumlah besar agar menghasilkan model yang akurat (Bansal, Sharma, & Kathuria, 2022). Selain itu, beberapa algoritma seperti XGBoost dan deep learning memerlukan proses pelatihan yang relatif kompleks serta penyesuaian parameter (*hyperparameter tuning*) yang tidak sederhana. Di sisi lain, model dengan tingkat akurasi tinggi sering kali memiliki tingkat interpretabilitas yang lebih rendah dibandingkan model statistik konvensional, sehingga menyulitkan proses pengambilan keputusan di lingkungan industri yang memerlukan transparansi model.

Berdasarkan hasil sintesis berbagai penelitian, dapat disimpulkan bahwa integrasi analitika prediktif telah mengubah paradigma penyelesaian model *Newsvendor* dari pendekatan berbasis asumsi menuju pendekatan berbasis data. Pergeseran tersebut memungkinkan perusahaan

menghasilkan keputusan persediaan yang lebih adaptif terhadap perubahan permintaan, sekaligus meningkatkan efisiensi biaya persediaan. Namun demikian, pemilihan metode analitika prediktif tetap perlu disesuaikan dengan karakteristik data, kompleksitas permasalahan, serta sumber daya komputasi yang tersedia agar implementasinya dapat memberikan manfaat yang optimal.

D. Analisis Perkembangan Penelitian dan Research Gap

Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa penelitian mengenai integrasi analitika prediktif pada model *Newsvendor* mengalami perkembangan yang cukup signifikan dalam satu dekade terakhir. Perkembangan tersebut dapat dibagi menjadi tiga fase utama, yaitu pendekatan *forecasting–optimization*, pendekatan *data-driven newsvendor*, dan pendekatan *end-to-end optimization*. Pergeseran ini menunjukkan adanya perubahan paradigma dari penggunaan model berbasis asumsi distribusi probabilitas menuju model yang memanfaatkan data historis secara langsung dalam proses pengambilan keputusan.

Pada tahap awal, sebagian besar penelitian menerapkan pendekatan *forecasting–optimization*, yaitu memisahkan proses prediksi permintaan dengan proses optimasi persediaan. Permintaan terlebih dahulu diprediksi menggunakan metode statistik atau *machine learning*, kemudian hasil prediksi digunakan sebagai masukan pada model *Newsvendor*. Pendekatan ini relatif mudah diterapkan, namun memiliki kelemahan karena kesalahan prediksi (*forecast error*) akan langsung memengaruhi keputusan pemesanan. Selain itu, fungsi objektif pada tahap prediksi sering kali berbeda dengan fungsi biaya pada model *Newsvendor* sehingga solusi yang diperoleh belum tentu menghasilkan biaya persediaan minimum.

Perkembangan berikutnya ditandai dengan munculnya pendekatan *data-driven newsvendor*. Berbeda dengan pendekatan sebelumnya, model ini tidak lagi mengharuskan penentuan distribusi probabilitas permintaan. Huber et al. (2019) mengembangkan pendekatan berbasis *machine learning* dan *quantile regression* untuk menentukan keputusan pemesanan secara langsung dari data historis. Penelitian tersebut menggunakan data penjualan dari jaringan toko roti di Jerman dan menunjukkan bahwa pendekatan berbasis *machine learning* memberikan kinerja yang lebih baik dibandingkan metode konvensional ketika jumlah data historis mencukupi. Selain itu, penelitian tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kualitas prediksi permintaan memberikan kontribusi terbesar terhadap peningkatan kinerja model *Newsvendor* (Huber, Müller, Fleischmann, & Stuckenschmidt, 2019).

Perkembangan yang lebih mutakhir mengarah pada pendekatan *end-to-end optimization*. Oroojlooyjadid et al. (2019) memperkenalkan model *deep learning* yang secara langsung mempelajari hubungan antara karakteristik data dengan jumlah pemesanan optimal tanpa memisahkan proses prediksi dan optimasi. Pendekatan ini menunjukkan kinerja yang lebih baik dibandingkan beberapa metode *machine learning* sebelumnya, terutama ketika permintaan memiliki tingkat volatilitas yang tinggi (Oroojlooyjadid, Snyder, & Takáč, 2019).

Meskipun perkembangan penelitian menunjukkan hasil yang menjanjikan, beberapa celah penelitian (*research gap*) masih dapat diidentifikasi. Pertama, sebagian besar penelitian masih berfokus pada evaluasi akurasi model dan penurunan biaya persediaan, sedangkan aspek interpretabilitas model masih relatif terbatas. Kedua, implementasi model banyak dilakukan pada sektor ritel dan produk mudah rusak, sementara penerapan pada sektor manufaktur masih belum banyak dibahas. Ketiga, sebagian besar penelitian menggunakan data historis terstruktur, sedangkan pemanfaatan data tidak terstruktur seperti ulasan pelanggan, media sosial, maupun data sensor industri masih relatif sedikit. Keempat, penelitian mengenai integrasi *deep learning* dengan model *Newsvendor* masih menghadapi tantangan berupa kebutuhan data dalam jumlah besar dan sumber daya komputasi yang tinggi sehingga implementasinya pada perusahaan skala kecil dan menengah masih menjadi tantangan.

Berdasarkan hasil sintesis tersebut, dapat disimpulkan bahwa arah penelitian saat ini bergerak menuju pengembangan model *Newsvendor* yang semakin adaptif terhadap karakteristik data melalui integrasi *machine learning* dan *deep learning*. Perkembangan ini membuka peluang bagi penelitian selanjutnya untuk mengembangkan model yang tidak hanya memiliki tingkat akurasi tinggi, tetapi juga mudah diinterpretasikan, mampu memanfaatkan berbagai sumber data, serta dapat diterapkan pada berbagai sektor industri dengan karakteristik permintaan yang berbeda.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan kajian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

- Model *Newsvendor* masih menjadi pendekatan yang relevan dalam pengambilan keputusan persediaan pada kondisi permintaan yang tidak pasti.
- Keterbatasan utama model *Newsvendor* konvensional adalah ketergantungannya pada asumsi distribusi permintaan yang telah diketahui.
- Integrasi analitika prediktif telah menggeser pendekatan *Newsvendor* dari model berbasis distribusi menuju model berbasis data (*data-driven*).
- Metode analitika prediktif seperti Regresi, *Random Forest*, XGBoost, ANN, LSTM, dan *Deep Learning* mampu meningkatkan akurasi prediksi permintaan dan mendukung keputusan pemesanan yang lebih optimal.
- Penelitian terkini menunjukkan perkembangan dari pendekatan *forecasting-optimization* menuju *data-driven newsvendor* dan *end-to-end learning* yang mengintegrasikan prediksi dan optimasi dalam satu model.
- Meskipun memberikan kinerja yang lebih baik, implementasi analitika prediktif masih menghadapi tantangan berupa kebutuhan data historis yang berkualitas, kompleksitas komputasi, dan rendahnya interpretabilitas beberapa model.

2. Saran

- Penelitian selanjutnya dapat membandingkan performa berbagai algoritma analitika prediktif pada model *Newsvendor* menggunakan dataset dan indikator evaluasi yang sama.
- Pengembangan model *Newsvendor* dapat diarahkan pada pemanfaatan data yang lebih beragam, seperti data IoT, media sosial, data sensor, dan online reviews.
- Integrasi model *Newsvendor* dengan pendekatan *Explainable Artificial Intelligence* (XAI) dan Reinforcement Learning perlu dikaji untuk meningkatkan interpretabilitas dan adaptivitas model.
- Penelitian selanjutnya dapat memperluas penerapan model pada sektor manufaktur, logistik, kesehatan, dan UMKM yang masih relatif terbatas dibandingkan sektor ritel.
- Diperlukan penelitian yang mengembangkan model *Newsvendor* untuk kasus yang lebih kompleks, seperti *multi-produk*, *multi-echelon*, dan *dynamic inventory management*, agar lebih sesuai dengan kebutuhan industri modern.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Z. A., Abduljabbar, Z., Tahir, H., Sallow, A. B., & Almufti, S. (2023). eXtreme Gradient Boosting Algorithm with Machine Learning: a Review. *Academic Journal of Nawroz University*, 12(2).

- Amosu, O. R., Kumar, P., Ogunsuji, Y. M., Oni, S., & Faworaja, O. (2024). AI-driven demand forecasting: Enhancing inventory management and customer satisfaction. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 23(02), 708–719.
- Bansal, M., Sharma, D. R., & Kathuria, D. M. (2022). A Systematic Review on Data Scarcity Problem in Deep Learning: Solution and Applications. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 54(10s).
- Bergsma, R., de Ruijt, C., & Bhulai, S. (2025). A systematic review of machine learning approaches in inventory control optimization. *Operations Research Perspectives*, 15.
- Han, J., Hu, M., & Shen, G. (2025). Deep Neural Newsvendor. *Management Science*, 72(7).
- Huber, J., Müller, S., Fleischmann, M., & Stuckenschmidt, H. (2019). A data-driven newsvendor problem: From data to decision. *European Journal of Operational Research*, 278(3), 904–915.
- Khouja, M. (1999). The single-period (news-vendor) problem: literature review and suggestions for future research. *Omega*, 27(5), 537–553.
- Oroojlooyjadid, A., Snyder, L., & Takáč, M. (2019). Applying deep learning to the newsvendor problem. *IIE Transactions*, 52(4), 444–463.
- Pasupuleti, V., Thuraka, B., Kodete, C. S., & Malisetty, S. (2024). Enhancing Supply Chain Agility and Sustainability through Machine Learning: Optimization Techniques for Logistics and Inventory Management. *Logistics*, 8(73). doi:10.3390/logistics8030073
- Ping, L. Y., Wong, P., & Han, T. C. (2025). A Study of Data-driven Methods for Inventory Optimization. *ArXiv*. doi:10.48550/arxiv.2505.08673
- Punia, S., Singh, S. P., & Madaan, J. (2020). From predictive to prescriptive analytics: A data-driven multi-item newsvendor model. *Decision Support Systems*, 136.
- Qin, Y., Wang, R., Vakharia, A., Chen, Y., & Seref, M. (2011). The newsvendor problem: Review and directions for future research. *European Journal of Operational Research*, 213(2), 361–374.
- Shi, J. (2022). Application of the model combining demand forecasting and inventory decision in feature based newsvendor problem. *Computers & Industrial Engineering*, 173. doi:https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108709
- Taigel, F., & Meller, J. (2020). Data for: Machine learning for inventory management: Analyzing two concepts to get from data to decisions. *Social Science Research Network*. doi:10.17632/7s3ys9ntnz.1
- Xie, H., & Palani, D. (2018). Analysis of Overstock in Construction Supply Chain and Inventory Optimization. *Construction Research Congress*.
- Yang, C.-H., Wang, H.-T., Ma, X., & Talluri, S. (2023). A data-driven newsvendor problem: A high-dimensional and mixed-frequency method. *International Journal of Production Economics*, 266. doi:10.1016/j.ijpe.2023.109042