

OPTIMALISASI SUPPLY CHAIN MANAGEMENT MENGGUNAKAN INTEGRASI BIG DATA DAN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK UNTUK PREDIKSI PERMINTAAN PRODUK UMKM

Edy Prayitno^{1*}, Edi Iskandar², Aloysius Agus Subagyo³, Ivan Jaka Perdana⁴

^{1,2,3,4} Universitas Teknologi Digital Indonesia

e-mail: ¹edyprayitno@utdi.ac.id, ²edi_iskandar@utdi.ac.id, ³alagus@utdi.ac.id, ⁴ivanjaka@utdi.ac.id

ABSTRACT

Supply Chain Management (SCM) is one of the main challenges faced by Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs), particularly in dealing with fluctuating product demand. Inaccurate demand forecasting can lead to serious issues such as overstock or stockouts, resulting in operational inefficiencies. This study aims to optimize demand forecasting for MSME products by integrating Big Data and Artificial Neural Network (ANN) technology into SCM. Historical sales data and consumer behavior over the past three years were used as the dataset. After preprocessing and data normalization using Big Data methods, the ANN model was trained to forecast product demand. The prediction results were compared with conventional methods such as linear regression and moving average. The results show that the ANN model provided higher prediction accuracy, with a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of 3.45%, lower than that of linear regression (7.89%) and moving average (10.56%). This demonstrates that ANN can process complex data and deliver more accurate forecasts, ultimately reducing SCM risks, particularly in inventory and distribution management. This study concludes that the integration of Big Data and ANN offers an effective solution to improve SCM efficiency in the MSME sector. However, challenges such as technological infrastructure and digital literacy must be addressed for broader adoption of this technology by MSMEs.

Keywords: artificial neural network, big data, demand forecasting, msme, supply chain management

INTISARI

Supply Chain Management (SCM) menjadi salah satu tantangan utama bagi Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM), terutama dalam menghadapi fluktuasi permintaan produk. Prediksi permintaan yang tidak akurat dapat menyebabkan masalah serius seperti kelebihan atau kekurangan stok, yang berujung pada inefisiensi operasional. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan prediksi permintaan produk UMKM dengan mengintegrasikan teknologi Big Data dan Artificial Neural Network (ANN) dalam SCM. Data penjualan historis dan perilaku konsumen selama tiga tahun terakhir digunakan sebagai dataset. Setelah dilakukan preprocessing dan normalisasi data menggunakan metode Big Data, model ANN dilatih untuk memprediksi permintaan produk. Hasil prediksi dibandingkan dengan metode konvensional seperti regresi linier dan moving average. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ANN memberikan tingkat akurasi prediksi yang lebih tinggi dengan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 3.45%, lebih rendah dibandingkan regresi linier (7.89%) dan moving average (10.56%). Ini menunjukkan bahwa ANN mampu memproses data yang kompleks dan memberikan prediksi yang lebih akurat, yang pada akhirnya dapat mengurangi risiko SCM, terutama dalam hal pengelolaan inventaris dan distribusi. Penelitian ini menyimpulkan bahwa integrasi Big Data dan ANN merupakan solusi efektif untuk meningkatkan efisiensi SCM di sektor UMKM. Meski demikian, terdapat tantangan dalam hal infrastruktur teknologi dan literasi digital yang perlu diatasi agar UMKM dapat mengadopsi teknologi ini secara lebih luas.

Kata kunci: artificial neural network, big data, prediksi permintaan, supply chain management, UMKM

1. PENDAHULUAN

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) memainkan peran krusial dalam perekonomian global, termasuk di Indonesia. Dengan kontribusi yang signifikan terhadap penciptaan lapangan kerja, peningkatan Produk Domestik Bruto (PDB), dan pembangunan ekonomi daerah, UMKM menjadi salah satu tulang punggung perekonomian nasional. Namun, UMKM menghadapi tantangan besar, khususnya dalam manajemen rantai pasok (Supply Chain Management – SCM). Ketidakmampuan dalam memprediksi permintaan pasar secara akurat sering kali menyebabkan inefisiensi operasional, seperti kelebihan stok yang menambah biaya penyimpanan atau kekurangan

stok yang menimbulkan potensi hilangnya peluang penjualan. Kondisi ini tidak hanya mengurangi daya saing UMKM tetapi juga berdampak pada keberlanjutan operasional mereka dalam pasar yang semakin kompetitif (Fathurrozi, Masya, & Sugiyatno, 2023).

Metode konvensional untuk meramalkan permintaan, seperti regresi linier dan rata-rata bergerak (moving average), semakin tidak memadai dalam menghadapi kompleksitas data modern. Data permintaan produk UMKM sering kali dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti perubahan tren pasar, perilaku konsumen, dan pola musiman (Agung, 2021). Metode ini hanya mampu menangkap hubungan linear, sehingga gagal mengenali pola non-linear dalam data, yang penting untuk menghasilkan prediksi yang akurat. Ketidaktepatan ini berujung pada kesalahan perencanaan stok, biaya operasional yang meningkat, dan kehilangan peluang pasar (Nurviana, 2020).

Perkembangan teknologi menawarkan solusi strategis untuk mengatasi masalah ini, salah satunya adalah integrasi antara Big Data dan Artificial Neural Network (ANN). Big Data mampu mengolah informasi dalam jumlah besar, memberikan wawasan mendalam terhadap tren pasar dan perilaku konsumen. Sementara itu, ANN memiliki keunggulan dalam mengenali pola-pola non-linear yang kompleks dalam data, sehingga dapat meningkatkan akurasi prediksi permintaan. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ANN memberikan hasil prediksi yang lebih akurat dibandingkan metode konvensional, terutama dalam menangani data dengan fluktuasi tinggi (Widiputra, Adele Mailangkay, & Elliana Gautama, 2021).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi bagaimana integrasi teknologi Big Data dan ANN dapat diterapkan untuk meningkatkan akurasi prediksi permintaan produk dalam SCM UMKM. Fokus penelitian adalah untuk mengurangi risiko kelebihan stok (overstock) atau kekurangan stok (stockout), meningkatkan efisiensi operasional, serta mendukung UMKM dalam merespons dinamika pasar dengan lebih cepat dan tepat.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang mengintegrasikan teknologi Big Data dan ANN untuk mengoptimalkan SCM dalam memprediksi permintaan produk UMKM. Pendekatan ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu pembuatan data simulasi, preprocessing data, normalisasi, pelatihan model ANN, serta evaluasi dan pengujian model.

2.1. Pembuatan data simulasi

Penelitian ini menggunakan data simulasi untuk mereplikasi kondisi permintaan produk UMKM. Data simulasi mencakup variabel-variabel seperti **penjualan historis**, **stok produk**, **perilaku konsumen**, dan **tren pasar** selama tiga tahun terakhir. Variabel-variabel ini dirancang untuk mencerminkan kondisi nyata UMKM, terutama yang bergerak di sektor perdagangan barang konsumsi, makanan dan minuman, serta fesyen, yang memiliki pola permintaan musiman dan fluktuatif.

Untuk memastikan relevansi, penelitian ini fokus pada **UMKM dengan karakteristik berikut**:

1. **Skala Usaha**: UMKM dengan tingkat penjualan bulanan antara Rp50 juta hingga Rp500 juta, yang sesuai dengan klasifikasi usaha kecil dan menengah menurut Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2008.
2. **Jenis Produk**: UMKM yang memproduksi atau mendistribusikan barang dengan permintaan yang dipengaruhi oleh tren musiman atau perubahan perilaku konsumen, seperti makanan cepat saji, pakaian, dan barang elektronik.
3. **Kondisi Operasional**: UMKM yang telah menggunakan perangkat digital minimal untuk pencatatan transaksi, sehingga memungkinkan pengumpulan data penjualan dan inventaris secara elektronik.

Data simulasi juga memasukkan **parameter acak** untuk mereplikasi ketidakpastian dalam permintaan produk, memastikan bahwa skenario simulasi mendekati kondisi nyata.

2.2. Preprocessing data

Tahap *preprocessing* mencakup pembersihan data (*data cleansing*) dan imputasi data yang hilang. Data yang duplikat, tidak relevan, atau tidak lengkap dihapus atau diperbaiki. Untuk data yang hilang, metode imputasi digunakan, di mana nilai yang hilang digantikan dengan rata-rata dari variabel yang relevan (Perwitasari, Septiriana, & Tursina, 2023). Selain itu, outlier yang terdeteksi melalui analisis statistik diproses menggunakan metode trimming atau Winsorization untuk mengurangi potensi bias. Setelah data bersih, dilakukan feature engineering untuk mengekstraksi fitur-fitur penting yang relevan dengan prediksi permintaan, seperti pola musiman, tren pasar, dan faktor eksternal.

2.3. Normalisasi data

Setelah preprocessing, data dinormalisasi menggunakan teknik Z-Score Normalization untuk memastikan skala antar variabel seragam. Persamaan yang digunakan untuk melakukan normalisasi dinyatakan sebagai berikut:

$$x' = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (1)$$

di mana x' adalah nilai yang telah dinormalisasi, x adalah nilai asli, μ adalah rata-rata variable, dan σ adalah standar deviasi. Perhitungan menggunakan Persamaan (1) memastikan bahwa nilai setiap variabel memiliki skala yang seragam, sehingga mengatasi perbedaan skala antar variabel dan menangani outlier dalam dataset (Jannah, Rianjaya, Binsasi, & Lewaherilla, 2022). Normalisasi ini membantu menjaga distribusi data yang seimbang, yang sangat penting untuk meningkatkan stabilitas dan akurasi model ANN selama pelatihan.

2.4. Arsitektur Artificial Neural Network (ANN)

Model ANN yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis Multi-layer Perceptron (MLP). Arsitektur model dirancang untuk mendukung analisis data non-linear dari UMKM yang memiliki karakteristik permintaan fluktuatif. Karakteristik data yang digunakan mencerminkan kebutuhan UMKM kecil dan menengah yang:

- Menghadapi fluktuasi tinggi dalam pola penjualan, seperti produk yang tergantung musim (contoh: pakaian musim tertentu, makanan berbasis tren pasar).
- Membutuhkan keputusan cepat untuk perencanaan stok dan distribusi berdasarkan data historis dan tren pasar.

Lapisan input model menerima data penjualan historis, stok produk, dan tren pasar. Lapisan tersembunyi memproses pola non-linear dalam data menggunakan fungsi aktivasi **Rectified Linear Unit (ReLU)**, sehingga model dapat menangkap fluktuasi musiman dan pola perilaku konsumen dengan akurasi tinggi. Lapisan output menghasilkan prediksi permintaan sebagai nilai kontinu, yang dapat digunakan untuk mendukung keputusan operasional UMKM (Soori, Arezoo, & Dastres, 2023).

2.5. Proses pelatihan model

Model dilatih menggunakan algoritma Stochastic Gradient Descent (SGD), yang merupakan metode iteratif untuk mengoptimalkan bobot model dengan meminimalkan fungsi Mean Squared Error (MSE) sebagai fungsi loss. Fungsi MSE dihitung dengan persamaan berikut:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (3)$$

di mana y_i adalah nilai aktual permintaan, \hat{y}_i adalah nilai prediksi, dan n adalah jumlah sampel. Perhitungan menggunakan Persamaan (3) akan menghasilkan rata-rata kesalahan kuadrat dari prediksi model, yang kemudian diminimalkan oleh algoritma SGD. Pada setiap iterasi, SGD memperbarui bobot model secara bertahap berdasarkan gradien fungsi loss, sehingga nilai MSE terus menurun hingga mencapai titik konvergen (Harianti Hasibuan, Mailisa Putri, & Jannah, 2022).

Untuk memastikan kualitas pelatihan, dataset dibagi menggunakan teknik train-test split, dengan 80% data digunakan untuk melatih model dan 20% data digunakan untuk pengujian. Teknik ini memastikan model diuji pada data yang tidak dilihat sebelumnya, sehingga meminimalkan risiko overfitting.

2.6. Evaluasi Model

Evaluasi model dilakukan dengan menggunakan metrik Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dan Root Mean Squared Error (RMSE). MAPE digunakan untuk mengukur akurasi prediksi secara relatif terhadap nilai aktual, sedangkan RMSE memberikan gambaran tentang kesalahan absolut dalam prediksi. Rumus MAPE adalah sebagai berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \times 100 \quad (4)$$

Sedangkan RMSE dihitung dengan rumus:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (5)$$

Metrik ini digunakan untuk menilai seberapa baik model ANN mampu memprediksi permintaan produk UMKM

dibandingkan metode konvensional seperti regresi linier dan moving average (Kademi, 2022).

2.7. Pengujian dengan data baru

Setelah pelatihan dan evaluasi selesai, model ANN diuji menggunakan data simulasi baru yang belum pernah dilihat oleh model. Hasil prediksi ANN dibandingkan dengan metode konvensional seperti regresi linier dan moving average untuk melihat seberapa baik ANN dapat meningkatkan akurasi prediksi dalam konteks SCM UMKM.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja Artificial Neural Network (ANN) dalam memprediksi permintaan produk UMKM dan membandingkannya dengan metode konvensional seperti regresi linier dan moving average. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ANN secara signifikan lebih unggul dalam hal akurasi prediksi dibandingkan metode konvensional.

3.1. Perbandingan hasil prediksi ANN dengan metode konvensional

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa ANN secara signifikan lebih unggul dalam memprediksi permintaan produk UMKM dibandingkan metode konvensional seperti regresi linier dan moving average. Berdasarkan hasil uji, Mean Absolute Percentage Error (MAPE) untuk ANN hanya sebesar 3.45%, jauh lebih rendah dibandingkan MAPE regresi linier sebesar 7.89% dan moving average sebesar 10.56%. Hal ini menunjukkan kemampuan ANN untuk memberikan prediksi yang lebih akurat, khususnya dalam menangani data dengan pola yang kompleks dan non-linear.

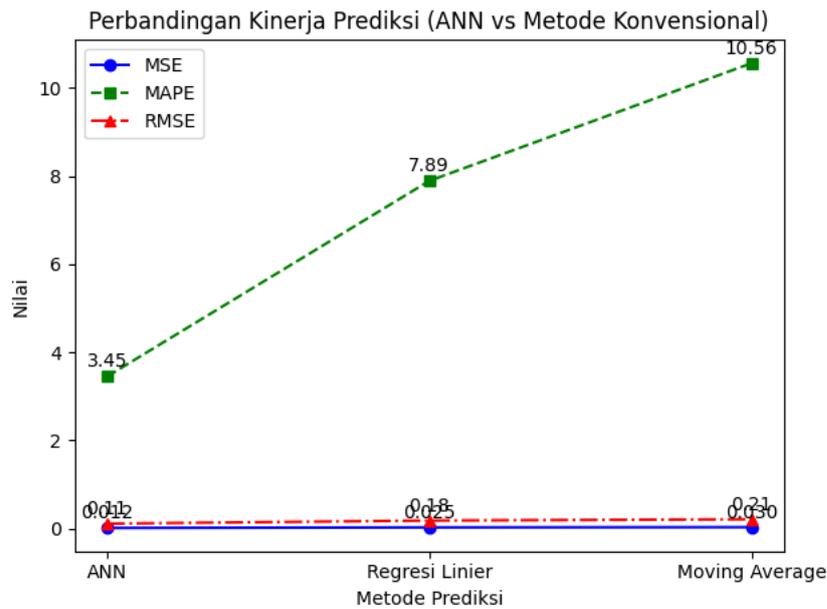
Tabel 1 di bawah ini menunjukkan perbandingan kinerja prediksi antara ANN, regresi linier, dan moving average dalam hal Mean Squared Error (MSE), MAPE, dan Root Mean Squared Error (RMSE).

Tabel 1. Perbandingan Kinerja Prediksi (ANN vs Metode Konvensional)

Metode	MSE	MAPE	RMSE
Artificial Neural Network (ANN)	0.012	3.45%	0.11
Regresi Linier	0.025	7.89%	0.18
Moving Average	0.030	10.56%	0.21

Dari hasil evaluasi pada Tabel 1, terlihat bahwa ANN tidak hanya unggul dalam hal MAPE, tetapi juga memiliki nilai MSE dan RMSE yang lebih rendah dibandingkan kedua metode konvensional. Ini menegaskan bahwa ANN dapat memberikan estimasi yang lebih tepat dan mengurangi kesalahan prediksi dalam skenario permintaan produk UMKM.

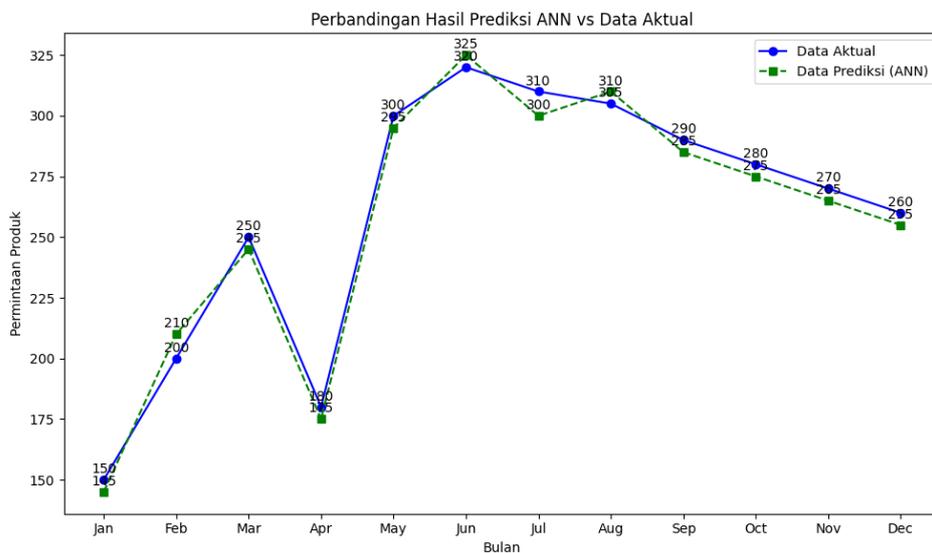
Gambar 1 berikut memvisualisasikan perbandingan tingkat kesalahan prediksi (MAPE) antara ketiga metode yang diuji. Visualisasi ini memberikan gambaran yang lebih jelas tentang bagaimana ANN secara konsisten menghasilkan tingkat kesalahan yang jauh lebih rendah dibandingkan metode konvensional, terutama ketika menghadapi perubahan permintaan yang besar.



Gambar 1. Perbandingan Kinerja Prediksi (ANN vs Metode Konvensional)

Keunggulan ANN dalam memprediksi permintaan produk UMKM terutama terletak pada kemampuannya untuk menangani pola non-linear yang umum ditemukan dalam data penjualan dan permintaan produk, seperti fluktuasi musiman dan perubahan tren pasar. Sementara itu, metode seperti regresi linier hanya mampu menangkap hubungan linear antar variabel, sehingga kurang efektif dalam menghadapi kompleksitas permintaan.

Untuk lebih memahami keakuratan prediksi yang dihasilkan oleh ANN, Gambar 2 berikut menampilkan hasil prediksi ANN yang dibandingkan langsung dengan data aktual permintaan produk. Grafik ini menunjukkan bagaimana ANN mampu menangkap pola permintaan yang dinamis dan berfluktuasi, yang sangat penting dalam konteks SCM untuk UMKM.



Gambar 2. Hasil Prediksi ANN vs Data Aktual

Dari Gambar 2, kita dapat melihat bahwa hasil prediksi ANN sangat mendekati data aktual, bahkan ketika terjadi lonjakan atau penurunan permintaan yang tidak terduga. ANN mampu beradaptasi dengan cepat terhadap perubahan pola permintaan, sehingga memberikan hasil prediksi yang tetap akurat meskipun terjadi fluktuasi yang signifikan. Hal ini menegaskan keunggulan ANN dalam memahami pola non-linear, yang sering kali sulit ditangkap oleh metode konvensional seperti regresi linier dan moving average.

Grafik ini juga memperlihatkan kemampuan ANN dalam memproses data historis dan perilaku konsumen secara

lebih mendalam. Dengan ANN, fluktuasi permintaan yang terkait dengan faktor musiman, tren pasar, dan perubahan perilaku konsumen dapat diprediksi dengan lebih baik, yang memungkinkan UMKM untuk merencanakan pengadaan stok dan distribusi produk dengan lebih tepat. Hasil prediksi yang mendekati data aktual ini menunjukkan bahwa UMKM dapat lebih responsif terhadap perubahan pasar, mengurangi risiko kekurangan stok (*stockout*) atau kelebihan stok (*overstock*).

Secara keseluruhan, Gambar 2 memperkuat bukti bahwa model ANN yang digunakan dalam penelitian ini mampu menangkap variasi dan dinamika permintaan produk dengan akurasi tinggi. Kemampuan ANN untuk menangani data yang kompleks memberikan UMKM keuntungan operasional yang signifikan, terutama dalam konteks manajemen rantai pasok (SCM) yang memerlukan kecepatan dan ketepatan dalam merespons perubahan permintaan.

3.2. Tantangan implementasi teknologi di UMKM

Meskipun teknologi ANN dan Big Data telah terbukti meningkatkan akurasi prediksi permintaan dalam SCM, implementasi teknologi ini di sektor UMKM tidaklah mudah. UMKM menghadapi sejumlah tantangan yang signifikan, baik dari sisi infrastruktur teknologi, literasi digital, maupun biaya investasi.

1. Keterbatasan Infrastruktur Teknologi. Salah satu tantangan utama yang dihadapi UMKM adalah keterbatasan akses terhadap infrastruktur teknologi yang memadai. Banyak UMKM di Indonesia, terutama yang beroperasi di daerah terpencil, masih belum memiliki akses ke jaringan internet yang stabil dan cepat (Rahmi, 2021). Selain itu, teknologi yang diperlukan untuk memproses data dalam skala besar, seperti *cloud computing* dan *server* berdaya tinggi, sering kali masih berada di luar jangkauan UMKM karena keterbatasan sumber daya (Abualkishik, Alwan, & Gulzar, 2020). Tanpa infrastruktur yang kuat, penerapan model ANN dan analitik berbasis Big Data menjadi sulit dilakukan.

2. Biaya Investasi Teknologi. Selain masalah infrastruktur, biaya investasi juga menjadi hambatan besar bagi UMKM. Teknologi seperti ANN dan Big Data membutuhkan perangkat keras dan perangkat lunak yang canggih, yang biayanya tidak murah (Pahmi, 2021). Selain itu, UMKM harus mempertimbangkan biaya langganan layanan *cloud computing*, serta perangkat analitik dan penyimpanan data. Bagi UMKM yang beroperasi dalam skala lebih kecil, biaya awal ini sering kali menjadi penghalang utama untuk mengadopsi teknologi (Lamada, Parenreng, & Budi, 2023).

3. Kurangnya Literasi Digital. Selain masalah biaya dan infrastruktur, kurangnya literasi digital di kalangan pelaku UMKM juga menjadi tantangan yang signifikan. Banyak pemilik atau manajer UMKM masih belum terbiasa dengan penggunaan teknologi canggih seperti *machine learning* atau analitik data (Rahmat & Rofi, 2022). Hal ini bukan hanya terkait dengan keterampilan teknis untuk mengoperasikan sistem, tetapi juga pemahaman yang lebih luas tentang bagaimana teknologi ini dapat digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan bisnis yang lebih baik. Kurangnya keterampilan digital dapat menyebabkan resistensi terhadap perubahan dan menghambat adopsi teknologi secara luas di kalangan UMKM.

Solusi yang Direkomendasikan

Untuk mengatasi tantangan-tantangan di atas, diperlukan beberapa solusi yang dapat membantu UMKM dalam memanfaatkan teknologi ANN dan Big Data secara lebih luas dan efektif:

1. Pemanfaatan Layanan *Cloud Computing*. Tantangan infrastruktur dapat diatasi dengan memanfaatkan layanan *cloud computing* yang lebih terjangkau. *Cloud computing* memungkinkan UMKM untuk mengakses platform analitik dan pelatihan model ANN tanpa harus berinvestasi dalam infrastruktur fisik yang mahal. Dengan *cloud*, UMKM dapat menggunakan sumber daya komputasi yang fleksibel dan berbiaya rendah, sehingga mengurangi hambatan teknologi. Solusi ini sangat cocok untuk UMKM yang beroperasi di wilayah dengan keterbatasan infrastruktur.

2. Program Pelatihan Digital. Untuk mengatasi tantangan literasi digital, program pelatihan digital yang komprehensif perlu diperluas dan difokuskan pada peningkatan keterampilan teknis pelaku UMKM (Mustika, Tiara, & Khotimah, 2021). Program pelatihan ini harus mencakup penggunaan Big Data, analitik data, dan model pembelajaran mesin seperti ANN. Dengan meningkatkan keterampilan digital mereka, pelaku UMKM dapat lebih percaya diri dalam mengadopsi teknologi canggih, yang pada gilirannya akan meningkatkan daya saing mereka.

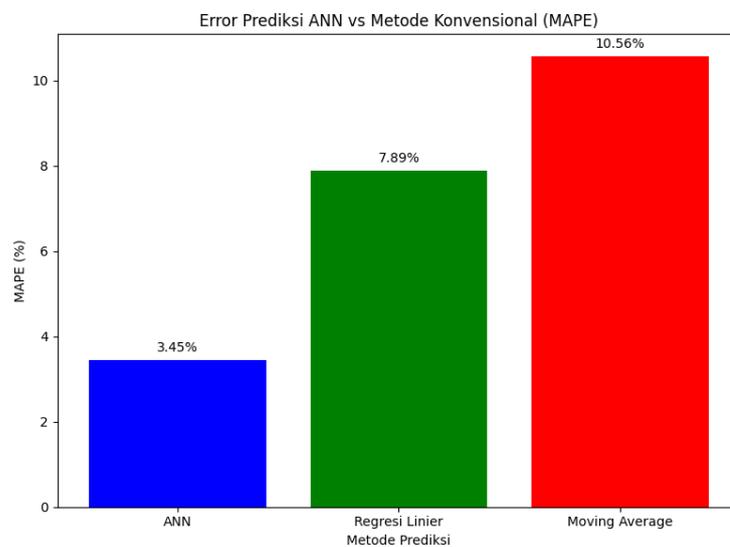
3. Kolaborasi Antar-UMKM. Tantangan biaya dan sumber daya dapat diatasi dengan membangun ekosistem yang mendorong kolaborasi antar-UMKM (Wiliandri, 2020). Dengan berbagi data, pengalaman, dan sumber daya teknologi, UMKM dapat mengurangi biaya adopsi teknologi. Selain itu, kolaborasi ini memungkinkan UMKM untuk bekerja bersama dalam mengembangkan rantai pasok yang lebih efisien dan responsif.

3.3. Rekomendasi Strategis

Untuk mempercepat adopsi teknologi ANN dan Big Data di kalangan UMKM, beberapa rekomendasi dapat diajukan:

1. Pemanfaatan layanan *cloud computing*: Layanan *cloud computing* dapat membantu mengurangi biaya investasi awal yang tinggi bagi UMKM, terutama dalam mengakses teknologi analitik skala besar.
2. Peningkatan literasi digital: Program pelatihan berbasis teknologi perlu diperluas, dengan fokus pada pengembangan keterampilan teknis dalam penggunaan Big Data dan model pembelajaran mesin seperti ANN.
3. Kolaborasi antar-UMKM: Membangun ekosistem kolaboratif antar UMKM memungkinkan mereka untuk berbagi data dan sumber daya dalam mengelola rantai pasok. Kolaborasi ini memungkinkan akses yang lebih luas terhadap teknologi, sehingga meningkatkan efisiensi operasional.

Gambar 3 menampilkan perbandingan kesalahan prediksi dalam bentuk MAPE antara metode ANN dan metode konvensional. Dari grafik tersebut terlihat bahwa tingkat kesalahan prediksi ANN jauh lebih rendah, yang memungkinkan UMKM untuk mengurangi risiko overstock atau stockout, serta meningkatkan efisiensi operasional dalam pengelolaan rantai pasok.



Gambar 3. Error Prediksi ANN vs Metode Konvensional (MAPE)

Hasil penelitian ini membuktikan bahwa penerapan teknologi Big Data dan ANN dalam SCM memberikan keunggulan signifikan dalam hal prediksi permintaan produk. Dengan akurasi yang jauh lebih tinggi dibandingkan metode konvensional, ANN memungkinkan UMKM untuk mengantisipasi perubahan permintaan dengan lebih baik dan merespons fluktuasi pasar dengan lebih cepat. Meskipun terdapat tantangan dalam adopsi teknologi ini, solusi yang melibatkan layanan cloud dan program pelatihan digital dapat membantu UMKM dalam memanfaatkan teknologi canggih ini untuk meningkatkan daya saing mereka di pasar yang semakin kompetitif.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi bagaimana integrasi teknologi Big Data dan Artificial Neural Network (ANN) dapat meningkatkan akurasi prediksi permintaan produk dalam Supply Chain Management (SCM) untuk Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM). Berdasarkan hasil penelitian, tujuan ini berhasil dicapai. Model ANN memberikan tingkat akurasi yang jauh lebih tinggi dibandingkan metode konvensional seperti regresi linier dan moving average, dengan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 3.45%. Ini membuktikan bahwa ANN mampu menangani pola non-linear yang kompleks dalam data permintaan, yang sering kali sulit ditangkap oleh metode tradisional.

Peningkatan akurasi prediksi ini berdampak langsung pada pengelolaan rantai pasok UMKM. Dengan prediksi yang lebih akurat, risiko kelebihan stok (overstock) dapat diminimalkan, sehingga biaya penyimpanan dan risiko produk tidak laku dapat ditekan. Sebaliknya, risiko kekurangan stok (stockout) juga dapat dikurangi, sehingga UMKM dapat menjaga ketersediaan produk di pasar dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Selain itu, penerapan teknologi ini mendukung perencanaan distribusi dan pengelolaan inventaris yang lebih efisien, yang pada akhirnya memperkuat daya saing UMKM di pasar yang semakin kompetitif.

Namun, penelitian ini juga mengungkapkan beberapa tantangan dalam implementasi teknologi ANN dan Big Data,

terutama bagi UMKM. Tantangan tersebut meliputi keterbatasan infrastruktur teknologi, kurangnya literasi digital, serta biaya investasi yang tinggi. Oleh karena itu, perlu adanya strategi khusus untuk mendukung adopsi teknologi ini secara lebih luas di kalangan UMKM.

Untuk mengatasi tantangan ini, penelitian ini merekomendasikan beberapa solusi strategis. Pertama, pemanfaatan layanan cloud computing yang lebih terjangkau dapat membantu UMKM dalam mengakses teknologi ANN tanpa perlu berinvestasi pada infrastruktur fisik yang mahal. Kedua, program pelatihan digital perlu diperluas untuk meningkatkan keterampilan digital pelaku UMKM, terutama dalam pengelolaan data dan penggunaan teknologi prediksi. Ketiga, kolaborasi antar-UMKM dalam hal berbagi data dan sumber daya dapat membantu mengurangi beban adopsi teknologi dan mempercepat penerapan Big Data dan ANN.

Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menguji efektivitas implementasi ANN dan Big Data pada berbagai sektor UMKM menggunakan data nyata. Hal ini penting untuk mengevaluasi dampak teknologi ini dalam kondisi pasar yang beragam dan untuk mengidentifikasi faktor-faktor keberhasilan yang spesifik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada rekan-rekan dosen dan mahasiswa di Universitas Teknologi Digital Indonesia atas dukungan dan kontribusinya selama proses penelitian dan penyusunan artikel ini. Tanpa bantuan dan kolaborasi mereka, penelitian ini tidak akan dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada panitia penyelenggara Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) 2024 yang diselenggarakan oleh Universitas Akprind Indonesia, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mempresentasikan hasil penelitian ini. Seminar ini memberikan wadah yang luar biasa untuk bertukar pengetahuan dan memperluas wawasan dalam bidang sains dan teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abuakishik, A. Z., Alwan, A. A., & Gulzar, Y. (2020). Disaster recovery in cloud computing systems: An overview. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 11(9), 702–710. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2020.0110984>
- Agung, I. W. P. (2021). Optimasi Parameter Input pada Artificial Neural Network untuk Meningkatkan Akurasi Prediksi Indeks Harga Saham. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi Dan Komputer)*, 10(2), 211–216. <https://doi.org/10.32736/sisfokom.v10i2.1166>
- Fathurrozi, A., Masya, F., & Sugiyatno. (2023). Implementasi Algoritma Apriori Untuk Prediksi Transaksi Penjualan Produk Pada Aplikasi Point Of Sales. *Technomedia Journal*, 8(2), 70–81. <https://doi.org/10.33050/tmj.v8i2.2004>
- Harianti Hasibuan, L., Mailisa Putri, D., & Jannah, M. (2022). Penerapan Metode Least Square Untuk Memprediksi Jumlah Penerimaan Mahasiswa Baru Implementation Least Square Method for Prediction of New Student Numbers. *Mathematics & Applications Journal*, 33–39.
- Jannah, M., Rianjaya, I. D., Binsasi, E., & Lewaherilla, N. (2022). Analisis Biaya Premi Asuransi Kesehatan Untuk Kasus Rawat Jalan Berdasarkan Tingkat Usia. *MAP (Mathematics and Applications) Journal*, 4(1), 40–49. <https://doi.org/10.15548/map.v4i1.4195>
- Kadeni, K. (2022). Pengaruh Kecerdasan Emosional Terhadap Kinerja Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM). *Briliant: Jurnal Riset Dan Konseptual*, 7(3), 615. <https://doi.org/10.28926/briliant.v7i3.1019>
- Lamada, M. S., Parenreng, J. M., & Budi, T. S. (2023). Perancangan Aplikasi Pengelolaan Keuangan Keluarga Internal Usaha Mikro Kecil dan Menengah Berbasis Android (UMKM). *Jurnal MediaTIK*, 6(2), 115. <https://doi.org/10.26858/jmtik.v6i2.47408>
- Mustika, S., Tiara, A., & Khotimah, W. Q. (2021). Pelatihan Meningkatkan Kapasitas Umkm Mitra Masjid Dalam Menghadapi Pandemi Covid-19. *Prosiding Seminar Nasional Program Pengabdian Masyarakat*, 621–627. <https://doi.org/10.18196/ppm.33.235>
- Nurviana, N. (2020). A Survey on Smart Analytics: Method, Tools, and Open Research Issues. *Jurnal Sistem Cerdas*, 3(1), 54–64. <https://doi.org/10.37396/jsc.v3i1.54>
- Pahmi, M. A. (2021). Konsep One Sheet Report Manual Produksi Dan Pemetaan Six Big Losses. *JENIUS: Jurnal Terapan Teknik Industri*, 2(1), 51–63. <https://doi.org/10.37373/jenius.v2i1.95>
- Perwitasari, A., Septiriana, R., & Tursina, T. (2023). Data preparation Structure untuk Pemodelan Prediktif Jumlah Peserta Ajar Matakuliah. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 9(1), 7. <https://doi.org/10.26418/jp.v8i3.57321>
- Rahmat, D., & Rofi, A. (2022). Umkm Berbasis Digital Marketing Di Desa Perbawati Sukabumi. *Surya: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 55–62. <https://doi.org/10.37150/jsu.v4i2.1750>
- Rahmi, M. (2021). Pelatihan Manajemen Usaha Dalam Meningkatkan Usaha Umkm Kuliner. *Jurnal Pengabdian*

- Masyarakat: Pemberdayaan, Inovasi Dan Perubahan*, 1(1), 16–22. <https://doi.org/10.59818/jpm.v1i1.29>
- Soori, M., Arezoo, B., & Dastres, R. (2023). Artificial neural networks in supply chain management, a review. *Journal of Economy and Technology*, 1(October 2023), 179–196. <https://doi.org/10.1016/j.ject.2023.11.002>
- Widiputra, H., Adele Mailangkay, & Elliana Gautama. (2021). Prediksi Indeks BEI dengan Ensemble Convolutional Neural Network dan Long Short-Term Memory. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 5(3), 456–465. <https://doi.org/10.29207/resti.v5i3.3111>
- Wiliandri, R.-. (2020). A Conceptual Approach to Identify Factors Affecting the Digital Transformation of Micro, Small and Medium-sized Enterprises (MSMEs) during Covid-19 Pandemic in Indonesia. *Ekonomi Bisnis*, 25(2), 66. <https://doi.org/10.17977/um042v25i2p66-85>