

Usulan Perancangan Peramalan Permintaan Produk Celana dengan Metode *Artificial Neural Network* (ANN) untuk Meminimalkan Kesalahan Peramalan pada PT XYZ

1st Salma Khairunnisa
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
salmakhairunnisa@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Putu Giri Artha Kusuma
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
putugiriak@telkomuniversity.ac.id

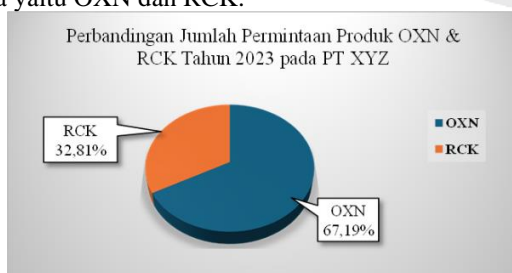
3rd Hardian Kokoh Pambudi
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
hkpambudi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—PT XYZ merupakan perusahaan garmen yang telah beroperasi selama 14 tahun, memproduksi produk celana berbahan jeans/denim dan katun/chinos. Saat ini, PT XYZ hanya memprediksi jumlah permintaan berdasarkan jumlah permintaan periode sebelumnya, yang mengakibatkan adanya kesalahan peramalan yang besar, terutama pada produk celana merk OXN yang memiliki jumlah permintaan sebesar 67,19% dari total permintaan. Kesalahan permintaan pada produk OXN ini mencapai 22%. Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian ini menggunakan metode Artificial Neural Network (ANN) untuk melakukan peramalan permintaan periode berikutnya. Model ANN yang dirancang memiliki 5 hidden layer dengan masing-masing layer 5 node, menggunakan fungsi aktivasi ReLU pada hidden layer dan sigmoid pada output layer. Hasil evaluasi ini menunjukkan bahwa metode ANN secara signifikan mengurangi kesalahan peramalan. Nilai Mean Absolute Error (MAE) sebesar 0,03504 dan Root Mean Square Error (RMSE) sebesar 0,07797. Mean Absolute Percentage Error (MAPE) pada metode ANN menurun dari 22% menjadi 8%, memperlihatkan penurunan sebesar 14%. Selain itu, nilai Mean Square Error (MSE) pada metode eksisting adalah 1.021.013, sedangkan pada metode ANN turun menjadi 643.238, menunjukkan kemampuan metode ANN dalam mengurangi kesalahan prediksi cukup baik.

Kata kunci— Peramalan Permintaan, Artificial Neural Network (ANN), Industri Garmen, PT XYZ.

I. PENDAHULUAN

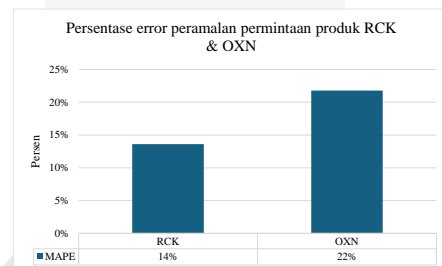
PT XYZ merupakan sebuah perusahaan industri garmen yang mengolah bahan baku menjadi produk jadi, khususnya dalam pembuatan celana untuk laki-laki yang berbahan dasar jeans/denim dan katun/chinos. PT XYZ memasarkan hasil produksinya ke berbagai wilayah di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua. PT XYZ memiliki dua jenis merk celana yaitu OXN dan RCK.



GAMBAR 1.a

PERSENTASE PERMINTAAN OXN & RCK 2023

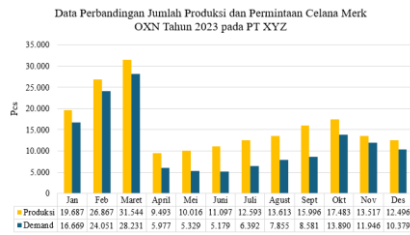
Pada gambar 1.a, menunjukkan bahwa produk OXN mendominasi jumlah permintaan dengan persentase sebesar 67,19%, sedangkan RCK hanya mencakup 32,81% dari total permintaan. Dengan proporsi permintaan yang jauh lebih tinggi, akurasi peramalan untuk produk OXN menjadi sangat krusial bagi PT XYZ. Ketidaktepatan dalam peramalan produk OXN akan berdampak lebih besar pada kinerja perusahaan secara keseluruhan, jika dibandingkan dengan kesalahan peramalan untuk produk RCK. Oleh karena itu, fokus terhadap peningkatan akurasi peramalan produk OXN menjadi prioritas utama untuk memastikan efisiensi operasional dan pengambilan keputusan yang tepat.



GAMBAR 1. b

PERSENTASE ERROR PERAMALAN PERMINTAAN PRODUK OXN & RCK

Pada Gambar 1.b terlihat bahwa nilai *error* untuk produk OXN mencapai 22% yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara prediksi dan realisasi jumlah permintaan. Kesalahan dalam metode peramalan yang sederhana ini dapat menyebabkan berbagai masalah operasional, seperti kelebihan stok atau kekurangan stok. Oleh karena itu, penelitian ini akan berfokus pada produk OXN. Karena, perbaikan model peramalan untuk produk ini sangat diperlukan untuk mengurangi kesalahan prediksi yang besar dan meningkatkan pengelolaan permintaan yang akurat.



GAMBAR 1. c

PERBANDINGAN JUMLAH PRODUKSI & PERMINTAAN PRODUK OXN 2023

Pada Gambar 1.c, terlihat bahwa adanya *gap* sebesar 20,43% antara jumlah produksi dengan jumlah permintaan selama tahun 2023. Ketidaksiharian ini disebabkan karena belum adanya proses peramalan permintaan yang efektif di perusahaan, sehingga terjadi *over production* yang menyebabkan terjadinya kelebihan stok pada gudang produk jadi PT XYZ.

Solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan pada PT XYZ yaitu merancang model peramalan permintaan agar dapat memberikan hasil prediksi yang akurat. Dalam melakukan proses peramalan ini diperlukan untuk mempertimbangkan beberapa faktor yaitu, jumlah permintaan sebelumnya, jumlah populasi laki-laki pada daerah penyebaran produk, harga produk, hari spesial (lebaran), serta tingkat konsumsi pakaian penduduk perkotaan dan pedesaan pada daerah penyebaran produk.

II. KAJIAN TEORI

A. Peramalan

Peramalan merupakan suatu metode yang sering digunakan untuk memperkirakan suatu nilai pada masa depan dengan menggunakan data *historis*, peramalan yang dimaksud yaitu peramalan permintaan. Peramalan permintaan merupakan bagian awal dari suatu proses pengambilan keputusan dalam sebuah industri. Sebelum melakukan peramalan, manajemen *marketing* harus mengetahui terlebih dahulu apa yang sebenarnya menjadi persoalan dalam pengambilan keputusan.

Menurut [1], sebuah perusahaan harus memahami komponen-komponen yang menjadi faktor tinggi atau rendahnya suatu permintaan. Terdapat beberapa metode peramalan yaitu sebagai berikut:

1. *Qualitative*
2. *Time series*
3. *Causal*
4. *Simulation*

Pada peramalan perlu dilakukan perhitungan tingkat kesalahan yang bertujuan untuk menentukan seberapa baik metode yang digunakan saat melakukan peramalan. Kesalahan peramalan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Et = Ft - Dt \tag{1}$$

Keterangan:

- Et = Kesalahan peramalan pada periode t
- Ft = Nilai estimasi peramalan
- Dt = Nilai permintaan aktual

Berikut merupakan persamaan-persamaan dalam menentukan kesalahan pada saat melakukan peramalan:

1. *Mean Square Error (MSE)*

$$MSEn = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n Et^2 \tag{2}$$

2. *Mean Absolute Deviation (MAD)*

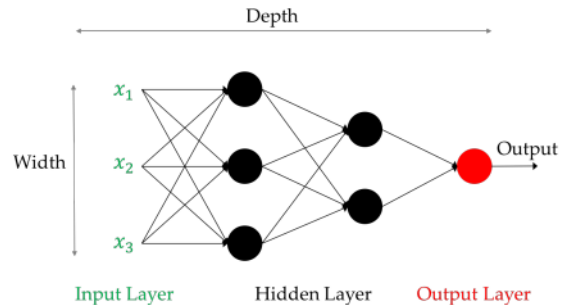
$$MADn = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n At \tag{3}$$

3. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

$$MAPEn = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Et|}{|Dt|} 100 \tag{4}$$

B. Metode *Artificial Neural Network (ANN)*

Menurut [2], *Artificial Neural Network (ANN)* merupakan suatu algoritma *supervised learning* populer dan dapat digunakan untuk semi *supervised* atau *unsupervised learning*. ANN memiliki tujuan awal untuk mensimulasikan jaringan saraf biologis. Jaringan saraf tiruan ini merupakan simulasi yang sederhana atau simulasi yang tidak mampu menggambarkan kompleksitas jaringan biologis manusia. ANN memiliki gambaran jaringan saraf dalam (*deep neural network*) yang merupakan salah satu jenis arsitektur. *Depth* (kedalaman) ANN mengacu pada banyaknya unit *layer* sebuah jaringan. Berikut merupakan gambaran dari *deep neural network* [2].



GAMBAR 2. a

ARSITEKTUR JARINGAN *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (ANN)*

Terdapat tiga jenis lapisan pada arsitektur *Artificial Neural Network (ANN)*, yaitu sebagai berikut:

1. Lapisan input terdiri dari satu atau lebih neuron, dengan jumlah disesuaikan berdasarkan pola input yang digunakan.
2. Lapisan tersembunyi (*hidden layer*) mengandung satu atau lebih neuron, di mana jumlah neuron ditentukan melalui proses *trial and error*. Jumlah neuron yang dipilih adalah yang menghasilkan konvergensi tercepat dengan jumlah iterasi (*epoch*) paling sedikit.
3. Lapisan output berisi neuron yang sesuai dengan pola output, berdasarkan variabel input yang diberikan.

C. Normalisasi

Normalisasi data merupakan metode yang digunakan untuk mengaktifkan fungsi aktivasi pada model *Artificial Neural Network (ANN)*, di mana fungsi sigmoid biner digunakan. Fungsi ini menghasilkan nilai dengan rentang antara 0 hingga 1, dengan rumus sebagai berikut:

$$X' = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \times (BA - BB) + BB \tag{5}$$

Keterangan:

- X' = Nilai normalisasi
- X = Nilai awal (sebelum normalisasi)
- Xmin = Nilai X terkecil
- Xmax = Nilai X terbesar
- BB = Batas bawah normalisasi (0)

BA = Batas atas normalisasi (1)

D. Denormalisasi

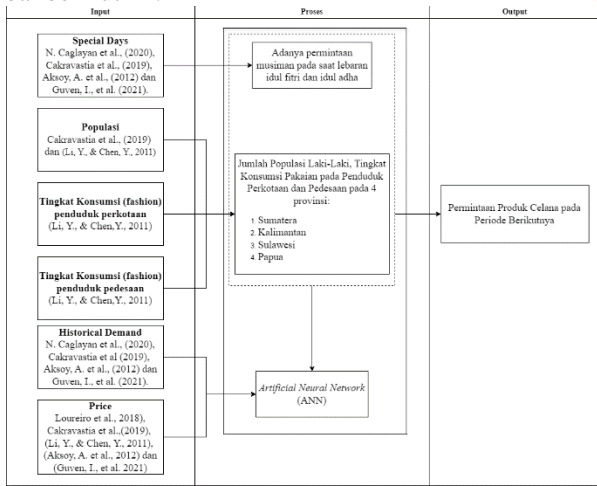
Denormalisasi merupakan sebuah proses akhir pada perhitungan peramalan permintaan menggunakan metode ANN yang masih berupa angka hasil normalisasi. Oleh karena itu, data normalisasi harus dilakukan denormalisasi untuk mendapatkan angka aktual dari perhitungan menggunakan metode ANN tersebut. Adapun perhitungan denormalisasi sebagai berikut:

$$X = \frac{(X_{max} - X_{min})(X' - BB)}{(BA - BB)} + X_{min} \quad (6)$$

III. METODE

A. Kerangka berpikir

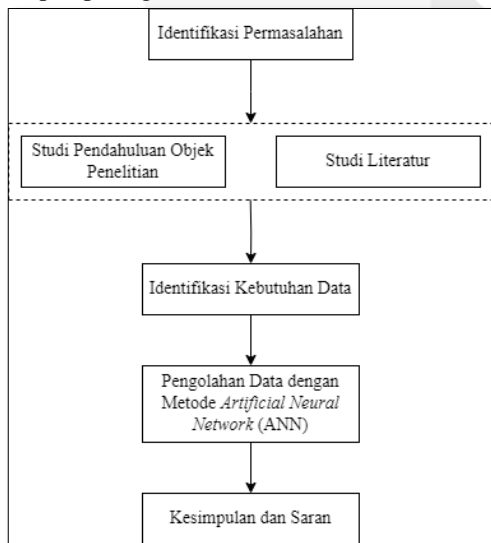
Kerangka berpikir merupakan sebuah kerangka acuan yang menggambarkan model dan menunjukkan hubungan antara variabel dengan langkah-langkah yang akan diambil untuk membantu menyelesaikan penelitian seperti pada gambar berikut ini:



GAMBAR 3. a
KERANGKA BERPIKIR

B. Sistematika Penyelesaian Masalah

Pengerjaan pada penelitian ini akan dilakukan sesuai dengan tahapan pada gambar berikut:



GAMBAR 3. b
SISTEMATIKA PENYELESAIAN MASALAH

Sebelum merancang model peramalan permintaan untuk PT XYZ, langkah awal adalah mengumpulkan data guna mengidentifikasi masalah pada objek penelitian. Selanjutnya, nilai *error* aktual perusahaan akan dihitung untuk dibandingkan dengan nilai *error* dari model usulan. Proses berikutnya mencakup pengolahan dan perancangan model peramalan menggunakan metode *Artificial Neural Network* (ANN). Di bagian kesimpulan dan saran, hasil yang diperoleh akan dirangkum dan disertai dengan rekomendasi untuk penelitian selanjutnya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan beragam variabel input yang diidentifikasi dari hasil analisis beberapa literatur sebelumnya untuk meramalkan permintaan celana di PT XYZ melalui pendekatan *Artificial Neural Network* (ANN). Enam variabel yang dipertimbangkan meliputi hari-hari khusus, permintaan masa lalu, harga, populasi, serta tingkat konsumsi pakaian di wilayah perkotaan dan pedesaan. Data yang digunakan berasal dari PT XYZ dan Badan Pusat Statistik (BPS), dan disajikan dalam format numerik serta biner. Hari-hari khusus dan permintaan historis menjadi variabel utama yang diperkirakan berpengaruh terhadap pola permintaan, sementara harga dinyatakan dalam format biner untuk merepresentasikan perubahan signifikan. Faktor populasi dan tingkat konsumsi pakaian di area perkotaan dan pedesaan juga mencerminkan potensi pasar di berbagai daerah.

B. Pengolahan data

Setelah data berhasil dikumpulkan, tahap selanjutnya adalah mengolahnya menggunakan metode yang telah ditentukan sebelumnya. Dalam penelitian ini, prediksi permintaan produk celana akan dilakukan dengan menerapkan metode *Artificial Neural Network* (ANN). Proses pengolahan data akan dijalankan menggunakan bahasa pemrograman *Python* serta *tools Google Colab*.

C. Evaluasi Model

Pada tahap evaluasi model *Artificial Neural Network* (ANN), sejumlah metrik digunakan untuk menilai performa model, termasuk *Mean Squared Error* (MSE), *Mean Absolute Error* (MAE), serta *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

```
# Evaluasi model
mse = mean_squared_error(y_test_denorm, y_pred_denorm)
print(f'Mean Squared Error: {mse:.2f}')
MAE = mean_absolute_error(y_test_denorm, y_pred_denorm)
print(f'Mean Absolute Error: {MAE:.2f}')
# calculate the mean absolute percentage error (MAPE)
mape = mean_absolute_percentage_error(y_test_denorm, y_pred_denorm)
print(f'Mean Absolute Percentage Error: {mape:.2f}')
# calculate the accuracy of the model
print("Accuracy : {:.2f}%".format(100 - mape))
```

GAMBAR 4. a
SYNTAX EVALUASI MODEL

Gambar 4.a merupakan *syntax* yang digunakan untuk melakukan evaluasi model *Artificial Neural Network* (ANN). Nilai yang dihasilkan dari perhitungan evaluasi model tersebut merupakan nilai yang sudah di denormalisasi.

D. Hasil Peramalan dengan *Artificial Neural Network* (ANN)

Hasil peramalan permintaan produk dengan menggunakan metode *Artificial Neural Network* (ANN) ini dibangun berdasarkan data *historis* yang telah disiapkan, dengan tujuan untuk memprediksi permintaan pada periode mendatang. Berikut merupakan hasil prediksi untuk data *testing* yang digunakan dalam perancangan model *Artificial Neural Network* (ANN).

TABEL 4. a
HASIL PREDIKSI MENGGUNAKAN ANN

No	Data	Aktual	Prediksi
1	Training	2.954	2.951
2	Training	1.024	1.017
3	Training	1.335	1.366
4	Training	3.379	3.371
5	Training	1.220	1.215
...
101	Testing	1.295	1.335
102	Testing	1.743	1.749
103	Testing	6.745	7.256
104	Testing	1.218	1.161
105	Testing	3.042	3.035

Pada Tabel 4.a menampilkan perbandingan antara data aktual dan data prediksi untuk 105 data yang terdiri dari 84 data *training* dan 21 data *testing*. Pada bagian *training*, terlihat bahwa nilai prediksi cukup mendekati nilai aktual, seperti yang dapat dilihat pada data ke-1 hingga ke-5. Seperti, pada data ke-1, nilai aktual sebesar 2.954 pcs, dan nilai prediksinya adalah 2.951 pcs, dengan selisih yang sangat kecil, menunjukkan bahwa model *Artificial Neural Network* (ANN) mampu mempelajari pola pada data *training* dengan baik. Namun, untuk data *Testing*, beberapa perbedaan antara nilai aktual dan prediksi mulai terlihat lebih signifikan. Sebagai contoh, pada data ke-103, nilai aktual sebesar 6.745 pcs, sedangkan nilai prediksinya mencapai 7.256 pcs, menunjukkan adanya selisih yang cukup besar. Meskipun demikian, pada beberapa data *testing* lainnya, model masih dapat memberikan prediksi yang relatif akurat, seperti pada data ke-105, di mana nilai aktual sebesar 3.042 pcs, dan nilai prediksi hanya berselisih sedikit di angka 3.035 pcs.

E. Hasil Rancangan

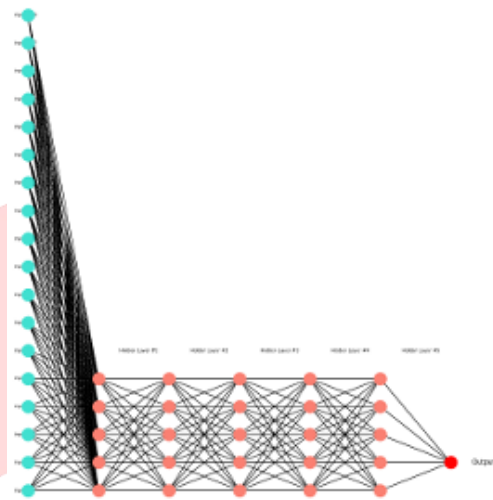
Hasil perancangan model yang telah dikembangkan untuk melakukan peramalan permintaan produk celana pada PT.XYZ. Berikut merupakan hasil dari perancangan pada penelitian ini.

```
Best Model:
Hidden Layers: 5, Nodes: 5, Activation: relu, Output Activation: sigmoid, Learning Rate: 0.1, Epochs: 300
MAE: 0.030504365622976162, RMSE: 0.07797002662411609
```

GAMBAR 4. b
JARINGAN TERPILIH DALAM PEMODELAN ANN

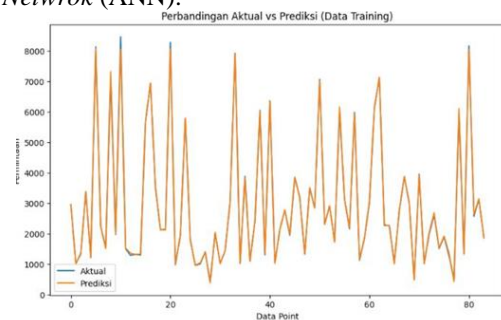
Berdasarkan hasil perancangan model yang ditampilkan pada Gambar 4.b, terlihat bahwa jaringan terbaik yang dipilih untuk pemodelan menggunakan *Artificial Neural Network* (ANN) memiliki struktur dengan 5 *hidden layer* dan 5 *node*. Pemilihan jaringan tersebut dilakukan berdasarkan hasil evaluasi menggunakan dua metrik error, yaitu *Mean Absolute Error* (MAE) dan *Root Mean Square Error* (RMSE).

Berikut ini merupakan *framework* yang digunakan dalam pemodelan *Artificial Neural Network* (ANN) berdasarkan dengan jumlah parameter yang telah diuji.



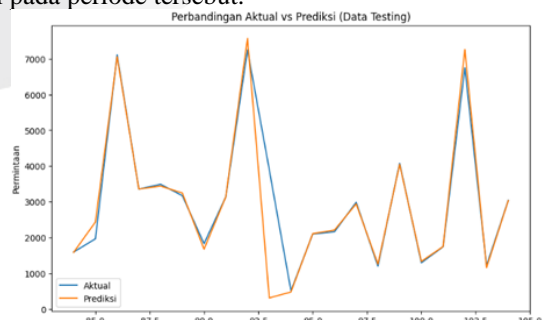
GAMBAR 4. c
FRAMEWORK ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (ANN)

Berikut merupakan hasil perbandingan data aktual dengan data yang sudah di prediksi menggunakan model *Artificial Neural Network* (ANN).



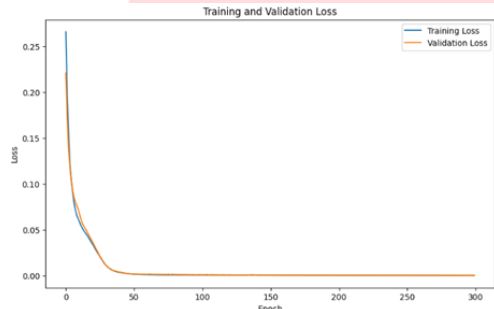
GAMBAR 4. d
PERBANDINGAN AKTUAL VS PREDIKSI (TRAINING)

Gambar 4.d memperlihatkan perbandingan antara data penjualan aktual dan prediksi selama beberapa titik data. Secara keseluruhan, model prediksi menunjukkan performa yang cukup baik dalam mengikuti tren penjualan yang sebenarnya. Hal ini terlihat dari kesesuaian pola antara garis prediksi dan garis aktual. Namun, terdapat beberapa garis yang perlu diperhatikan. Pada titik data sekitar 20 dan 60, prediksi tampak lebih rendah dibandingkan dengan data aktual. Ini menunjukkan bahwa model mungkin belum sepenuhnya mampu menangkap lonjakan penjualan yang terjadi pada periode tersebut.



GAMBAR 4. e
PERBANDINGAN AKTUAL VS PREDIKSI (TESTING)

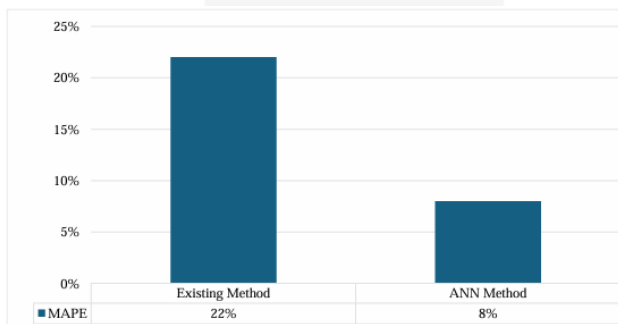
Gambar 4.e memperlihatkan perbandingan antara data penjualan aktual dan prediksi selama beberapa titik data dalam fase pengujian. Secara keseluruhan, model prediksi menunjukkan performa yang cukup baik dalam mengikuti tren penjualan yang sebenarnya. Hal ini terlihat dari kesesuaian pola antara garis prediksi dan garis aktual. Namun, terdapat beberapa garis yang perlu diperhatikan. Pada titik data sekitar 87,5 dan 102,5, prediksi tampak lebih rendah dibandingkan dengan data aktual. Ini menunjukkan bahwa model mungkin belum sepenuhnya mampu menangkap lonjakan penjualan yang terjadi pada periode tersebut.



GAMBAR 4. f
TRAINING DAN VALIDATION LOSS

Gambar 4.f memperlihatkan perbandingan antara *Training Loss* dan *Validation Loss* selama 300 *epoch*. Secara keseluruhan, model menunjukkan performa yang baik dalam proses pelatihan dan validasi. Hal ini terlihat dari penurunan yang signifikan pada kedua garis, yang menunjukkan bahwa model berhasil belajar dari data yang diberikan.

Konsistensi antara *Training Loss* dan *Validation Loss* juga patut diperhatikan. Kedua garis menurun dengan pola yang serupa, yang menunjukkan bahwa model tidak mengalami *overfitting* atau *underfitting*. Ini berarti model mampu menggeneralisasi dengan baik pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya.



GAMBAR 4. g
PERBANDINGAN NILAI ERROR AKTUAL DAN USULAN

Berdasarkan Gambar 4.g, terlihat bahwa metode *Artificial Neural Network* (ANN) memberikan peningkatan yang signifikan dalam akurasi prediksi dibandingkan metode *eksisting*, dengan penurunan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dari 22% menjadi 8%. Penurunan *error* sebesar 14% ini menunjukkan bahwa metode *Artificial Neural Network* (ANN) lebih unggul dalam memproses data dan menghasilkan prediksi yang lebih mendekati nilai aktual. Dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi, metode *Artificial Neural Network* (ANN) dapat membantu perusahaan dalam mengoptimalkan manajemen persediaan, mengurangi risiko

kelebihan atau kekurangan stok, serta meningkatkan efisiensi rantai pasokan secara keseluruhan.

TABEL 4. b
PERBANDINGAN *EKSISTING METHOD* DAN *ANN METHOD*

Error	Existing Method	ANN Method
MSE	1.021.013	643.238
MAD	437	264
MAPE	22%	8%

Dari hasil perbandingan nilai *error* antara metode *eksisting* dan metode *Artificial Neural Network* (ANN), terlihat bahwa penggunaan *Artificial Neural Network* (ANN) dalam peramalan permintaan memberikan peningkatan yang signifikan dalam akurasi. Analisis ini bisa dilihat dari tiga metrik utama: *Mean Squared Error* (MSE), *Mean Absolute Deviation* (MAD), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode *Artificial Neural Network* (ANN) dalam peramalan permintaan produk celana di PT XYZ menunjukkan hasil yang memuaskan. Model *Artificial Neural Network* (ANN) yang dirancang memiliki struktur yang optimal dengan 5 *hidden layer* dan 5 *node*, serta menggunakan fungsi aktivasi *Rectified Linear Unit* (ReLU) pada *hidden layer* dan *sigmoid* pada *output layer*. Hasil evaluasi model menunjukkan nilai *Mean Absolute Error* (MAE) sebesar 0,03504 dan *Root Mean Square Error* (RMSE) sebesar 0,07797, yang mengindikasikan bahwa model ini mampu memberikan prediksi yang akurat dengan kesalahan yang relatif kecil.

Dari segi kinerja, terdapat penurunan yang signifikan dalam nilai *error* antara metode *eksisting* dan metode *Artificial Neural Network* (ANN). Nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) pada metode *eksisting* mencapai 22%, sedangkan pada metode *Artificial Neural Network* (ANN) turun menjadi 8%, menunjukkan penurunan sebesar 14%. Selain itu, nilai *Mean Squared Error* (MSE) pada metode *eksisting* adalah 1.021.013, sedangkan pada metode *Artificial Neural Network* (ANN) turun menjadi 643.238, yang menunjukkan bahwa metode tersebut mampu mengurangi kesalahan besar yang mungkin muncul pada prediksi. Penurunan nilai *error* ini menunjukkan bahwa model *Artificial Neural Network* (ANN) lebih unggul dalam memproses data dan menghasilkan prediksi yang lebih mendekati nilai aktual.

REFERENSI

- [1] Chopra, S., Meindl, P., & Kalra, D. V. (2016). *Supply Chain Management (Strategy, Planning, and Operation) (Sixth ed.)*. Pearson India Education Services Pvt. Ltd.
- [2] Putra, J. W. (2020). *Artificial Neural Network*. In J. W. Putra, *Pengenalan Konsep Pembelajaran Mesin dan Deep Learning* (1.4 ed., pp. 141-212). Tokyo, Jepang: self-published work.
- [3] Haykin, S. (2009). *Neural Networks and Learning Machines*. Delhi: Pearson.

- [4] Giri, C., & Chen, Y. (2022). *Deep Learning for Demand Forecasting in the Fashion and Apparel Retail Industry*. 565–581.
- [5] Kusmindari, C. D., Alfian, A., & Hardini, S. (2019). *Production Planning and Inventory Control*. Yogyakarta: DEEPUBLISH.

