

PREDIKSI PENJUALAN MOBIL TOYOTA DI INDONESIA MENGUNAKAN *MULTI-LAYER PERCEPTRON*

Muhammad Nabil Afkar¹, Dewi Titania Randa², Rizal Adi Saputra³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo
¹nabilafkar47@gmail.com, ²tiranda123@gmail.com, ³rizaladisaputra@uho.ac.id

Abstrak

Penjualan merupakan aspek yang sangat penting dalam industri, dan di Indonesia, Toyota telah menjadi salah satu merek mobil yang paling diminati oleh konsumen. Prediksi penjualan memiliki peran krusial dalam memprediksi tren penjualan di masa depan. *Multi-Layer Perceptron* adalah salah satu model yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi tersebut. Penelitian ini menggunakan data yang diperoleh dari website Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia. Data tersebut mencakup bulan dan jumlah penjualan mobil setiap bulannya dari Januari 2011 – Mei 2023, kemudian data penjualan 6 bulan terakhir dijadikan data uji dan sisanya sebagai data latih. Untuk mengukur akurasi model prediksi, digunakan metrik *Mean Absolute Error* (MAE) dan *Mean Percentage Absolute Error* (MAPE). Dalam penelitian ini, model dibuat bervariasi, dengan total *layer* dari tiap model berjumlah 3 *layer*, terdiri dari 1 *output layer* dengan 10 *neuron*, 1 *hidden layer* yang akan dilakukan percobaan mulai dari 10 - 15 *neuron*, 1 *output layer* dengan 1 *neuron*, jumlah perulangan atau *epoch* sebanyak 300, menggunakan fungsi aktivasi ReLU dan *optimizer* Adam. Hasil evaluasi dari model yang dikembangkan dalam penelitian menunjukkan bahwa model 10-15-1 merupakan model terbaik dengan nilai MAE sebesar 1879.285156 dan MAPE sebesar 6.775593%. Berdasarkan hasil tersebut, prediksi yang dilakukan termasuk dalam kategori sangat akurat.

Kata kunci : penjualan mobil, prediksi, *time series*, *multi-layer perceptron*, mae, mape

1. Pendahuluan

Penjualan mobil memiliki peran yang sangat penting dalam industri otomotif, karena dapat memberikan gambaran tentang keadaan perekonomian suatu negara. Jumlah penjualan mobil yang tinggi menunjukkan adanya kepercayaan konsumen terhadap perekonomian yang stabil dan daya beli yang kuat (Akbar & Agreindra Helmiawan, 2018).

Di Indonesia, Toyota merupakan salah satu merek mobil yang sangat populer dan mendominasi pasar penjualan mobil. Pada tahun 2022, Toyota berhasil mencatatkan angka penjualan *wholesales* sebanyak 331.410 unit, meningkat dibandingkan dengan penjualan pada tahun sebelumnya yang sebanyak 295.768 unit (Nurhalim et al., 2023).

Prediksi penjualan mobil melibatkan penggunaan metode statistik dan teknik analisis data untuk memperkirakan atau meramalkan jumlah penjualan di masa depan berdasarkan data historis yang tersedia (Tan & Astuti, 2020). Prediksi penjualan memiliki nilai yang sangat penting karena dapat memberikan wawasan tentang permintaan pasar yang mungkin mengalami fluktuasi naik atau turun. Dengan memahami tren penjualan yang akurat, perusahaan dapat mengambil keputusan strategis yang tepat untuk mengoptimalkan strategi pemasaran, produksi, dan rantai pasok mereka (Waluyo et al., 2019).

Salah satu metode yang umum digunakan dalam prediksi adalah *Multi-Layer Perceptron* (MLP) (Iqbal et al., 2023). MLP merupakan jenis arsitektur jaringan saraf tiruan yang terdiri dari beberapa lapisan *neuron* yang terhubung secara hierarkis. MLP dapat digunakan untuk mempelajari pola dari data historis penjualan mobil dan menghasilkan model prediksi yang dapat digunakan untuk memperkirakan penjualan di masa depan (Indarso & Pangaribuan, 2021).

Oleh karena itu akan dilakukan penelitian untuk mengembangkan model *Multi-Layer Perceptron* yang spesifik untuk memprediksi penjualan mobil Toyota di Indonesia. Melalui penggunaan metode MLP, penelitian ini bertujuan untuk menguji tingkat akurasi model prediksi dalam mengestimasi penjualan mobil Toyota di masa mendatang. Dengan memiliki model prediksi yang akurat, perusahaan Toyota dapat mengambil langkah-langkah yang tepat untuk mengoptimalkan strategi bisnis mereka, seperti merencanakan produksi yang sesuai dengan permintaan pasar.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang memprediksi tingkat penjualan mobil. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Amansyah et al., 2024) memprediksi penjualan

mobil Toyota menggunakan model regresi linear. Penelitian tersebut menggunakan data penjualan mobil Toyota dari tahun 2018 hingga 2023 yang diperoleh dari Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia dengan hasil prediksi yang baik dengan rata-rata *Mean Absolute Error* (MAE) sebesar 2.617-unit penjualan dan rata-rata *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 12,47%.

Penelitian yang dilakukan oleh (Putra et al., 2023) meramalkan penjualan unit mobil Xpander dan mobil Pajero Sport menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*. Data yang digunakan diperoleh dari *dealer* mobil Mitsubishi Sun Motor Malang dari Januari 2021 hingga April 2023 yang dikumpulkan bulanan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan ramalan penjualan mobil Xpander pada bulan Mei 2023 dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sekitar 26%, sementara model Pajero Sport pada bulan Mei 2023 dengan MAPE sekitar 20% yang menandakan peramalan penjualan mobil tersebut sudah layak.

Penelitian lainnya yang dilakukan oleh (Juwanda et al., 2021) memprediksi penjualan mobil di Indonesia menggunakan metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dengan data penjualan mobil dari bulan Januari 2019 hingga April 2021 yang diperoleh dari Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia. Penelitian tersebut dilakukan dengan iterasi sebanyak 5 kali yang mendapatkan nilai iterasi ARIMA paling optimum (0, 1, 1) dengan nilai *Mean Squared Error* (MSE) 61,70053 yang masih tinggi sehingga menunjukkan model belum akurat untuk meramalkan penjualan.

2.2 Penjualan

Penjualan adalah suatu proses pertukaran antara penjual dan pembeli, di mana uang ditukar dengan barang atau jasa. Kegiatan penjualan ini memiliki peran yang penting dan mendasar dalam bisnis. Tujuan utama dari penjualan adalah untuk meningkatkan bisnis pembeli. Penting bagi suatu perusahaan untuk mengembangkan produknya baik dari segi versi maupun kualitas agar dapat menarik minat pembeli (Syafiq et al., 2020).

Jadi, penjualan merupakan salah satu bagian yang tak terpisahkan. Fungsi penjualan ini melengkapi fungsi produksi dan administrasi dalam suatu perusahaan, karena penjualan menjadi sumber pendapatan utama bagi perusahaan tersebut.

2.3 Prediksi

Prediksi adalah suatu proses sistematis untuk memperkirakan atau memprediksi dengan urutan tentang apa yang mungkin terjadi di masa depan berdasarkan informasi yang tersedia dari masa lalu dan saat ini. Tujuan dari prediksi adalah untuk mengurangi tingkat kesalahan dan ketidakakuratan dalam memperkirakan nilai yang akan terjadi di masa

depan. Meskipun prediksi tidak memberikan jawaban yang pasti dan akurat tentang kejadian yang akan terjadi, namun upaya dilakukan untuk mendapatkan hasil yang semakin mendekati nilai yang sebenarnya (Mukhtar et al., 2021).

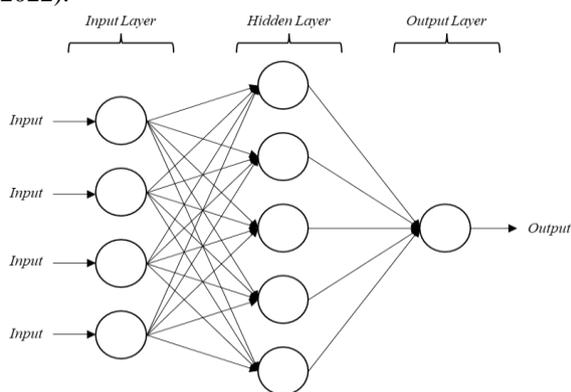
2.4 Data Time series

Data *time series* adalah rangkaian observasi yang diatur berdasarkan urutan waktu. Data ini terdiri dari serangkaian pengamatan yang diperoleh dari satu sumber yang konsisten, dengan waktu pengamatan yang ditentukan secara berurutan dan memiliki interval waktu yang sama (Beard et al., 2019).

Data *time series* terdiri dari satu objek tetapi mencakup beberapa periode waktu seperti data harian, mingguan, bulanan, tahunan, dan sebagainya. *Time series* mencerminkan kejadian-kejadian yang terjadi secara berurutan berdasarkan waktu tertentu. *Forecasting* dalam *time series* merupakan metode untuk memprediksi kejadian-kejadian yang akan terjadi di masa depan berdasarkan data-data sebelumnya (Suryasaumi Akmal & Sucipto, 2022).

2.5 Multi-Layer Perceptron

Salah satu bentuk yang umum digunakan dalam peramalan menggunakan jaringan syaraf tiruan (JST) adalah *Multi-Layer Perceptron* (MLP). MLP merupakan jenis JST yang terdiri dari perceptron, dan biasanya memiliki satu atau lebih *hidden layer*. Setiap lapisan dalam MLP memiliki fungsi khusus, seperti *input layer* yang bertugas menerima sinyal atau vektor masukan dan mendistribusikannya ke semua *neuron* dalam *hidden layer*. Biasanya, MLP memiliki satu lapisan *neuron* komputasi keluaran untuk menghasilkan *output* yang diinginkan (Fitri & Riana, 2022).



Gambar 1. Arsitektur *Multi-Layer Perceptron*

Berikut ini adalah langkah-langkah dalam perhitungan *Multi-Layer Perceptron* (Azizah et al., 2020).

Langkah 0: Inisialisasi acak bobot pada interval [0,1].
 Langkah 1: Untuk setiap data latih, lakukan langkah 2 sampai 7.

Proses Feedforward

Langkah 2: Setiap unit *input* ($x_i, i = 1, 2, \dots, n$) menerima sinyal *input* dan sinyal tersebut ditransmisikan ke unit *hidden layer*.

Langkah 3: Setiap unit di *hidden layer* dikalikan bobotnya dan ditambah biasnya, menggunakan formula 1.

$$z_{in_j} = b_{1j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \tag{1}$$

Kemudian, dihitung sesuai dengan fungsi aktivasi yang digunakan, sesuai dengan formula 2.

$$z_j = f(z_{in_j}) \tag{2}$$

Kemudian, mengirim sinyal ke semua unit *output*. Langkah 4: Setiap unit *output* ($y_k, k = 1, 2, \dots, m$) dikalikan bobotnya dan ditambah biasnya menggunakan formula 3.

$$y_{in_k} = b_{2k} + \sum_{j=1}^p z_j w_{jk} \tag{3}$$

Formula 4 akan menghitung ulang sesuai dengan fungsi aktivasi.

$$y_k = f(y_{in_k}) \tag{4}$$

Proses Backpropagation

Langkah 5: Setiap unit *output* ($y_k, k = 1, 2, \dots, m$) menerima pola target sesuai dengan pola *input* selama pelatihan dan kesalahan dihitung menggunakan formula 5.

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k}) \tag{5}$$

Selanjutnya formula 6 akan menghitung koreksi bobot w_{jk} ,

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j \tag{6}$$

Menghitung koreksi bias dengan formula 7.

$$\Delta b_{2k} = \alpha \delta_k \tag{7}$$

dan menggunakan nilai δ_k pada semua unit *layer* sebelumnya.

Langkah 6: Setiap bobot yang menghubungkan unit-unit dari *input layer* dengan unit-unit pada *hidden layer* ($Z_{jk}, j = 1, 2, \dots, p; k = 1, 2, \dots, m$) dikalikan dengan δ dan ditambahkan sebagai *input* pada *layer* berikutnya, menggunakan formula 8.

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk} \tag{8}$$

Selanjutnya dikalikan dengan turunan fungsi aktivasi untuk menghitung error, sesuai dengan formula 9.

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j}) \tag{9}$$

Kemudian, menghitung koreksi bobot v_{ij} dengan menggunakan formula 10.

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i \tag{10}$$

Kemudian, menghitung koreksi bias b_{ij} menggunakan formula 11.

$$\Delta b_{ij} = \alpha \delta_j \tag{11}$$

Memperbarui bobot dan bias

Langkah 7: Setiap unit *output* ($y_k, k = 1, 2, \dots, m$) memperbarui bias dan bobot, dengan menggunakan formula 12 dan 13.

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk} \tag{12}$$

$$b_{2k}(\text{baru}) = b_{2k}(\text{lama}) + \Delta b_{2k} \tag{13}$$

Setiap unit *hidden* ($z_j, j = 1, 2, \dots, p$) memperbarui bias dan bobot dengan formula 14 dan 15.

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \tag{14}$$

$$b_{1j}(\text{baru}) = b_{1j}(\text{lama}) + \Delta b_{1j} \tag{15}$$

Keterangan:

- t_k = Target ke- k
- x_i = Unit ke- i pada *input layer*
- z_j = Unit ke- j pada *hidden layer*
- z_{in_j} = *Output* untuk unit z_j
- y_k = Unit ke- k di *output layer*
- y_{in_k} = *Net input* untuk unit y_k
- α = *Learning rate* ($0 < \alpha < 1$)
- b_{2k} = Nilai bobot sambungan dalam bias untuk unit y_k
- w_{jk} = Nilai bobot sambungan dari z_{in_j} ke unit y_k
- Δw_{jk} = Perbedaan antara $w_{jk}(t)$ dan $w_{jk}(t + 1)$
- b_{1j} = Nilai bobot dalam bias untuk unit y_k
- v_{ij} = Nilai bobot koneksi dari unit x_i ke unit z_j
- Δv_{ij} = Perbedaan antara $v_{ij}(t)$ dan $v_{ij}(t + 1)$
- δ_k = Faktor pengaturan untuk nilai bobot koneksi pada *output layer*
- δ_j = Faktor pengaturan untuk nilai bobot koneksi pada *hidden layer*

2.6 Pengujian Akurasi

Pengujian akurasi dari suatu model prediksi dapat ditentukan menggunakan metrik *Mean Absolute Error* (MAE) dan *Absolute Percentage Error* (MAPE) (Rafi et al., 2021).

Mean Absolute Error (MAE) diperoleh dari rata-rata selisih absolut antara nilai data aktual dengan nilai data prediksi. Semakin kecil nilai MAE,

maka semakin baik hasil prediksi suatu model (Yuliadi et al., 2022). MAE dapat dihitung dengan formula 16.

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) diperoleh dari penjumlahan keseluruhan dari selisih absolut antara nilai data aktual dengan nilai data prediksi dibagi dengan nilai data aktual kemudian menghitung rata-ratanya. Hasil yang diperoleh lalu dikalikan 100 (Nur Fitriani et al., 2022). MAPE dapat dihitung dengan formula 17.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |A_i - F_i| \quad (16)$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{A_i - F_i}{A_i} \right| \times 100\% \quad (17)$$

Keterangan:

- n = jumlah data yang diuji
- A_i = nilai data aktual ke- i
- F_i = nilai data prediksi ke- i

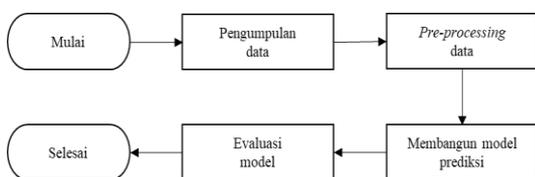
Nilai MAPE memiliki tipikal dan interpretasinya dalam menentukan akurasi model (Fibriyani & Chamidah, 2021). Interpretasinya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Interpretasi Nilai MAPE

Nilai MAPE	Interpretasi
< 10%	Sangat akurat
10% – 20%	Baik
20% – 50%	Layak
> 50%	Tidak akurat

3. Metodologi Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini terdiri dari empat tahap yang terbagi secara berurutan sesuai dengan Gambar 2. Tahap pertama adalah pengumpulan data, diikuti oleh tahap *pre-processing* data, membangun model prediksi, dan terakhir evaluasi model. Adanya tahapan ini bertujuan untuk mempermudah pemahaman dan memastikan setiap langkah dalam proses penelitian dapat dilakukan dengan baik.



Gambar 2. Metodologi Penelitian

3.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (GAIKINDO) melalui website www.gaikindo.or.id. Data yang dikumpulkan berupa data penjualan *wholesales* mobil Toyota di Indonesia mulai Januari 2011 – Mei 2023. Dalam rentang waktu tersebut, diperoleh total sebanyak 149 data, yang

terdiri dari bulan penjualan, dan jumlah penjualan mobil disetiap bulannya seperti yang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Penjualan Mobil Toyota

Bulan	Penjualan
2011-01	27619
2011-02	25532
2011-03	32275
2011-04	21128
2011-05	19554
2011-06	26175
2011-07	30149
2011-08	25207
2011-09	30655
2011-10	31109
2011-11	15195
2011-12	26076
...	...
2022-06	27290
2022-07	29326
2022-08	30844
2022-09	33449
2022-10	33740
2022-11	26462
2022-12	28128
2023-01	28970
2023-02	27336
2023-03	29471
2023-04	21518
2023-05	28178

3.2 Pre-processing Data

Pada tahap ini, data yang telah dikumpulkan akan dipersiapkan terlebih dahulu sebelum digunakan dalam model prediksi. Langkah awal dalam tahap ini yaitu pengecekan nilai yang hilang (*missing values*). Setelah pengecekan, data di Tabel 2 ternyata tidak memiliki nilai yang hilang.

Setelah itu, data pada kolom bulan akan diubah formatnya menjadi format *date* agar dapat diolah. Kemudian, data penjualan mobil Toyota yang berjumlah 149 data ini akan dibagi menjadi data latih (*training*) dan data uji (*testing*). Data penjualan mobil 6 bulan terakhir dari bulan Desember 2022 – Mei 2023 akan dijadikan sebagai data uji, sedangkan sisanya dari bulan Januari 2011 – November akan dijadikan sebagai data latih.

3.3 Membangun Model Prediksi

Pada tahap ini, model yang digunakan untuk melakukan prediksi adalah dengan menggunakan *Multi Layer-Perceptron* (MLP). Dalam membangun model MLP, diperlukan parameter-parameter tertentu yang akan mempengaruhi hasil prediksi. Pada penelitian ini akan dilakukan percobaan variasi jumlah *neuron* pada *hidden layer*.

3.4 Evaluasi Model

Pada tahap ini, dilakukan evaluasi hasil prediksi dari model menggunakan nilai *Mean Absolute Error* (MAE) pada Persamaan 16 dan *Mean Absolute*

Percentage Error (MAPE) pada Persamaan 17 untuk menentukan kualitas prediksi yang dihasilkan.

4. Hasil dan Pembahasan

Gambar 3 menunjukkan hasil visualisasi dari dataset penjualan mobil Toyota di Indonesia dari bulan Januari 2011 – Mei 2023. Grafik penjualan ini menunjukkan bahwa pada tahun awal tahun 2020, terjadi penurunan penjualan yang sangat drastis. Hal ini disebabkan oleh pandemi Virus Covid-19.



Gambar 3. Penjualan Mobil Toyota Bulan Januari 2011 – Mei 2023

Terlihat bahwa saat memasuki tahun baru, grafik penjualan mobil Toyota di Indonesia cenderung mengalami penurunan dan naik kembali beberapa bulan kemudian. Penjualan tertinggi yang didapatkan Toyota dalam kurun waktu satu bulan didapatkan pada bulan November 2013 dengan total penjualan yang didapatkan sebanyak 40.781-unit mobil.

4.1 Hasil Pre-processing Data

Dataset terdiri dari dua kolom, yaitu Bulan dan Penjualan. Kolom Bulan diubah terlebih dahulu kedalam format *date*. Setelah itu, dilakukan pengelompokan data menjadi latih dan data uji. Data uji diambil dari data penjualan 6 bulan terakhir dan sisanya menjadi data latih.

Tabel 3. Data Uji

Bulan	Penjualan
2011-01-31	27619
2011-02-28	25532
2011-03-31	32275
...	...
2022-10-31	33740
2022-11-30	26462

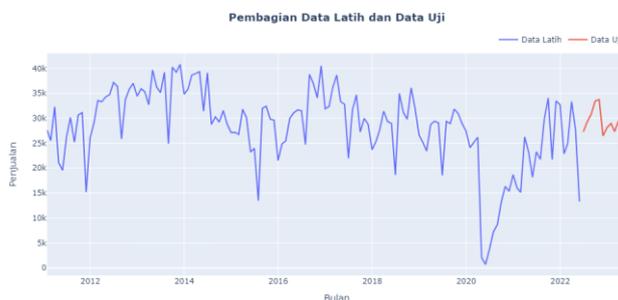
Tabel 4. Data Latih

Bulan	Penjualan
2022-12-31	28128
2023-01-31	28970
2023-02-28	27336
2023-03-31	29471
2023-04-30	21518
2022-12-31	28128

Pembagian data uji dan data latih pada Tabel 3 dan 4 dapat divisualisasikan pada Gambar 4.

4.2 Pemodelan Multi-Layer Perceptron

Model *Multi-Layer Perceptron* yang akan digunakan untuk memprediksi total penjualan mobil Toyota di Indonesia akan dibuat bervariasi, dimana total *layer* dari tiap model yang akan dibentuk berjumlah 3 *layer*, yang terdiri dari 1 *output layer* dengan 10 *neuron*, 1 *hidden layer* yang akan dilakukan percobaan mulai dari 10 - 15 *neuron*, 1 *output layer* dengan 1 *neuron*, jumlah perulangan atau *epoch* sebanyak 300, fungsi aktivasi yang digunakan adalah ReLU dan menggunakan *optimizer* Adam.



Gambar 4. Pembagian Data Uji dan Data Latih

Tabel 5. Parameter Model MLP

Parameter	Jumlah
Total layer	3 layer
Input layer	1 layer (10 neuron)
Hidden layer	1 layer (10-15 neuron)
Output layer	1 layer (1 neuron)
Epoch	300
Activation	ReLU
Optimizer	Adam

Berdasarkan Tabel 5, maka model yang akan digunakan dalam melakukan prediksi penjualan mobil memiliki arsitektur jaringan 10-10-1, 10-11-1, 10-12-1, 10-13-1, 10-14-1, dan 10-15-1. Tiga susunan angka pada model tersebut mewakili jumlah *layer*, yaitu 3 *layer* yang terdiri dari 1 *input layer* – 1 *hidden layer* – 1 *output layer*. Kemudian angkanya mewakili jumlah *neuron* pada masing-masing *layer*.

4.3 Hasil Prediksi

Tabel 6 sampai Tabel 11 menampilkan hasil prediksi penjualan mobil Toyota di Indonesia selama 6 bulan menggunakan *Multi-Layer Perceptron*. Terdapat 6 pengujian prediksi menggunakan model yang telah dibentuk sebelumnya.

Tabel 6 menampilkan hasil prediksi dari model 10-10-1. Penjualan pada bulan Desember 2022 dan Januari 2023 diprediksi dengan cukup baik. Sedangkan prediksi penjualan di bulan Februari, Maret, April, Mei 2023 masih lumayan berbeda dengan penjualan asli.

Tabel 6. Hasil Prediksi Model 10-10-1

Bulan	Penjualan	Prediksi
2022-12-31	28128	27411.468750
2023-01-31	28970	28277.789062
2023-02-28	27336	25733.892578
2023-03-31	29471	27278.183594
2023-04-30	21518	24804.228516
2023-05-31	28178	24001.589844

Tabel 7 menampilkan hasil prediksi dari model 10-11-1. Penjualan pada bulan Desember 2022 dan Maret, Mei 2023 diprediksi dengan cukup baik. Pada bulan April 2023, prediksi penjualan sangat jauh dari penjualan asli. Sedangkan prediksi penjualan di bulan Januari, Februari 2023 masih lumayan berbeda dengan penjualan asli.

Tabel 7. Hasil Prediksi Model 10-11-1

Bulan	Penjualan	Prediksi
2022-12-31	28128	29243.992188
2023-01-31	28970	30780.296875
2023-02-28	27336	29745.097656
2023-03-31	29471	28298.453125
2023-04-30	21518	27696.578125
2023-05-31	28178	26711.871094

Tabel 8 menampilkan hasil prediksi dari model 10-12-1. Penjualan pada bulan Desember 2022 dan Januari, Februari 2023 diprediksi dengan cukup baik. Pada bulan Mei 2023, prediksi penjualan sangat jauh dari penjualan asli. Sedangkan prediksi penjualan di bulan Maret, April 2023 masih lumayan berbeda dengan penjualan asli.

Tabel 8. Hasil Prediksi Model 10-12-1

Bulan	Penjualan	Prediksi
2022-12-31	28128	27619.898438
2023-01-31	28970	29984.703125
2023-02-28	27336	27670.140625
2023-03-31	29471	26096.458984
2023-04-30	21518	24369.333984
2023-05-31	28178	20168.357422

Tabel 9 menampilkan hasil prediksi dari model 10-13-1. Penjualan pada bulan Desember 2022 dan Januari, Februari, Maret, Mei 2023 diprediksi dengan cukup baik. Sedangkan prediksi penjualan di bulan April 2023 sangat berbeda dengan penjualan asli.

Tabel 9. Hasil Prediksi Model 10-13-1

Bulan	Penjualan	Prediksi
2022-12-31	28128	26957.917969
2023-01-31	28970	27743.560547
2023-02-28	27336	28092.195312
2023-03-31	29471	28054.410156
2023-04-30	21518	28565.949219
2023-05-31	28178	27368.238281

Tabel 10 menampilkan hasil prediksi dari model 10-14-1. Penjualan pada bulan Desember 2022 dan Januari 2023 diprediksi dengan cukup baik. Pada bulan Maret, April 2023, prediksi penjualan sangat jauh dari penjualan asli. Sedangkan prediksi

penjualan di bulan Februari, Mei 2023 masih lumayan berbeda dengan penjualan asli.

Tabel 10. Hasil Prediksi Model 10-14-1

Bulan	Penjualan	Prediksi
2022-12-31	28128	29097.353516
2023-01-31	28970	29593.263672
2023-02-28	27336	29103.017578
2023-03-31	29471	23061.943359
2023-04-30	21518	25538.669922
2023-05-31	28178	26632.705078

Tabel 11 menampilkan hasil prediksi dari model 10-15-1. Penjualan pada bulan Desember 2022 dan Januari, April 2023 diprediksi dengan cukup baik. Sedangkan prediksi penjualan di bulan Februari, Maret, Mei 2023 masih lumayan berbeda dengan penjualan asli.

Tabel 11. Hasil Prediksi Model 10-15-1

Bulan	Penjualan	Prediksi
2022-12-31	28128	27843.523438
2023-01-31	28970	28014.414062
2023-02-28	27336	29699.933594
2023-03-31	29471	26818.810547
2023-04-30	21518	20714.095703
2023-05-31	28178	23962.378906

4.4 Evaluasi Hasil Prediksi

Evaluasi hasil prediksi dengan menghitung nilai MAE dan MAPE dari tiap model yang telah dibentuk dapat dilihat pada Tabel 12. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model 10-15-1 merupakan model terbaik dengan nilai *Mean Absolute Error* (MAE) sebesar 1879.285156 dan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 6.775593%.

Tabel 12. Hasil Nilai Error

Model	Nilai MAE	Nilai MAPE
10-10-1	2111.050781	8.055285%
10-11-1	2358.773437	9.487434%
10-12-1	2682.077148	9.942967%
10-13-1	2071.169596	8.598971%
10-14-1	2555.776041	9.662981%
10-15-1	1879.285156	6.775593%

Dari hasil percobaan juga dapat diketahui bahwa menaikkan jumlah *neuron* pada *hidden layer* tidak selalu menaikkan nilai akurasi prediksi dari sebuah model. Dari 6 model yang dilakukan percobaan, semuanya mendapatkan nilai MAPE lebih kecil dari 10%, berarti fungsi aktivasi ReLU dan *optimizer* Adam juga bekerja dengan baik dan cocok digunakan dalam penelitian ini.

Gambar 5 merupakan visualisasi dari hasil prediksi berdasarkan Tabel 11. Garis berwarna biru menunjukkan penjualan aktual, sedangkan garis berwarna merah menunjukkan prediksi penjualan. Sumbu x merupakan bulan penjualan sedangkan sumbu y merupakan jumlah penjualan mobil. Pada bulan Desember 2022 dan Januari 2023, penjualan

dapat diprediksi dengan baik. Namun pada Bulan Februari, Maret 2023, prediksi penjualan masih lumayan berbeda dengan penjualan aktual. Penurunan penjualan yang cukup signifikan terjadi pada bulan April 2023 dan berhasil di prediksi dengan baik. Kemudian pada bulan Juni 2023 penjualan kembali naik dan kenaikan penjualan tersebut masih dapat diprediksi.



Gambar 5. Hasil Prediksi Model 10-15-1

5. Kesimpulan dan Saran

Prediksi penjualan mobil Toyota di Indonesia dengan *Multi-Layer Perceptron* dilakukan menggunakan data penjualan mobil Toyota di Indonesia dari bulan Januari 2011 – Mei 2023. Dalam proses prediksinya, data penjualan 6 bulan terakhir dijadikan sebagai data uji, sedangkan sisanya digunakan sebagai data latih.

Prediksi dilakukan menggunakan enam model arsitektur yang berbeda, dimana jumlah *neuron* pada *hidden layer* dibuat bervariasi mulai dari 10 – 15 *neuron*. Dari keenam model tersebut, model 10-15-1 mendapatkan nilai tertinggi dengan nilai MAE sebesar 1879.285156 dan nilai MAPE sebesar 6.775593%. Dari hasil tersebut, nilai MAPE kurang dari 10% menandakan bahwa prediksi dengan model arsitektur 10-15-1 termasuk dalam kategori sangat akurat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode *Multi-Layer Perceptron* ini dapat terimplementasi dengan baik dalam prediksi penjualan mobil Toyota di Indonesia.

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah menggunakan dataset dengan jumlah data yang lebih besar agar menghasilkan prediksi yang lebih akurat, serta melakukan uji coba lagi terhadap perubahan-perubahan parameter yang lainnya sehingga dapat menghasilkan akurasi yang lebih tinggi.

Daftar Pustaka:

Akbar, Y. H., & Agreindra Helmiawan, M. (2018). Penerapan Strategi Social Media Marketing Untuk Meningkatkan Penjualan Pada Dealer Mobil Toyota, Daihatsu dan Honda Bandung. *Jurnal Ilmu-Ilmu Informatika Dan Manajemen STMIK*, 12(2). www.cnbcindonesia.com

- Amansyah, I., Indra, J., Nurlaelasari, E., & Juwita, A. R. (2024). Prediksi Penjualan Kendaraan Menggunakan Regresi Linear: Studi Kasus pada Industri Otomotif di Indonesia. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(4), 1199-1216.
- Azizah, M., Irawan, M. I., & Putri, E. R. M. (2020). Comparison of stock price prediction using geometric Brownian motion and multilayer perceptron. *AIP Conference Proceedings*, 2242. <https://doi.org/10.1063/5.0008066>
- Beard, E., Marsden, J., Brown, J., Tombor, I., Stapleton, J., Michie, S., & West, R. (2019). Understanding and using time series analyses in addiction research. *Addiction*, 114(10), 1866–1884. <https://doi.org/10.1111/add.14643>
- Fibriyani, V., & Chamidah, N. (2021). Prediction of Inflation Rate in Indonesia Using Local Polynomial Estimator for Time Series Data. *Journal of Physics: Conference Series*, 1776(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1776/1/012065>
- Fitri, E., & Riana, D. (2022). Analisa Perbandingan Model Prediction dalam Prediksi Harga Saham Menggunakan Metode Linear Regression, Random Forest Regression dan Multilayer Perceptron. *METHOMIKA Jurnal Manajemen Informatika Dan Komputerisasi Akuntansi*, 6(1), 69–78. <https://doi.org/10.46880/jmika.Vol6No1.pp69-78>
- Indarso, A. O., & Pangaribuan, A. B. (2021). *Penggunaan Metode Multilayer Perceptron Pada Prediksi Indeks Saham LQ45. 1*.
- Iqbal, M., Mahmud Nawawi, H., Rangga Ramadhan Saelan, M., Sony Maulana, M., & Mustopa, A. (2023). Optimasi Hyperparameter Multilayer Perceptron untuk Prediksi Daya Beli Mobil. *Jurnal Manajemen Informatika & Sistem Informasi (MISI)*, 6(1). <https://doi.org/10.36595/misi.v5i2>
- Juwanda, A., Barus, S. G., Prasetyo, T. A., Anggadha, F., & Prasvita, D. S. (2021). Analisa Peramalan Penjualan Mobil dengan Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA). *In Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Bidang Ilmu Komputer dan Aplikasinya* (Vol. 2, No. 2, pp. 96-102).
- Mukhtar, H., Muhammad, R., Reny Medikawati, T., & Yoze Rizki. (2021). Peramalan Kedatangan Wisatawan Mancanegara Ke Indonesia Menurut Kebangsaan Perbulannya Menggunakan Metode Multilayer Perceptron. *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, 2(2), 113–119. <https://doi.org/10.37859/coscitech.v2i2.3324>
- Nur Fitriani, D., Aisyiyah Rakhma Devi, P., & Kunci-Prediksi, K. (2022). Implementasi Metode Trend Moment Pada Jumlah Produksi Baju

- Distro Jatirogo. 16(1). <https://journal.uniku.ac.id/index.php/ilkom>
- Nurhalim, A. D., Tinggi, S., & Wiyatamandala, I. E. (2023). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perilaku Konsumen dalam Keputusan Pembelian Mobil Toyota Avanza di Kota Tangerang. *Jambura Economic Education Journal*, 5(1).
- Putra, R. A. A., Zahro, H. Z., & Rudhistiar, D. (2023). Penerapan Metode Double Exponential Smoothing untuk Peramalan Penjualan Unit Mobil. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(4), 2311-2318.
- Rafi, S. H., Al-Masood, N., Deeba, S. R., & Hossain, E. (2021). A short-term load forecasting method using integrated CNN and LSTM network. *IEEE Access*, 9, 32436–32448. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3060654>
- Suryasaumi Akmala, Q., & Sucipto, L. (2022). Metode ARIMA, ARIMAX, dan SARIMA: Sebuah Meta-Analisis Perbedaan Tingkat Akurasi Peramalan Data Time Series. *Agustus*, 6(3).
- Syafiq, M., Hartama, D., Kirana, I. O., Gunawan, I., & Wanto, A. (2020). Prediksi Jumlah Penjualan Produk di PT Ramayana Pematangsiantar Menggunakan Metode JST Backpropagation. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 7(1), 175. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v7i1.1963>
- Tan, E., & Astuti, I. (2020). Metode Autoregressive Integrated Moving Average untuk Meramalkan Penjualan. *EKOMABIS: Jurnal Ekonomi Manajemen Bisnis*, 1(02), 149–158. <https://doi.org/10.37366/ekomabis.v1i02.43>
- Waluyo, T., Hermawan, A., & Wibowo, A. P. (2019). Prediksi Penjualan Sepeda Motor Honda Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (Vol. 1, Issue 1). <https://www.aisi.or.id/statistic/>.
- Yuliadi, Y., Zaen, M. T. A., Rodianto, R., & Tazayyun, M. (2022). Rancang Bangun Galeri UMKM Britama Berbasis E-Commerce. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 9(3), 715. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v9i3.4300>