

**IMPLEMENTASI BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK
PADA PREDIKSI JUMLAH PENJUALAN TOYOTA AVANZA
DI INDONESIA**

SKRIPSI

**OLEH
NUR FATIN MUFINNUN
NIM. 17610022**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**IMPLEMENTASI BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK
PADA PREDIKSI JUMLAH PENJUALAN TOYOTA AVANZA
DI INDONESIA**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)**

**Oleh
Nur Fatm Mufinnun
NIM. 17610022**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

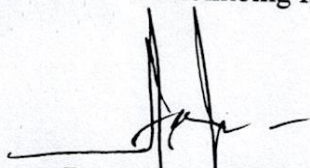
**IMPLEMENTASI BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK
PADA PREDIKSI JUMLAH PENJUALAN TOYOTA AVANZA
DI INDONESIA**

SKRIPSI


**Oleh
Nur Fatin Mufinnun
NIM. 17610022**

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal 8 Desember 2021


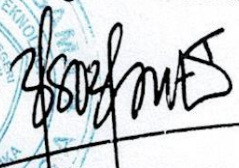
Pembimbing I,


Dr. Hairur Rahman, M.Si
NIP. 19800429 200604 1 003

Pembimbing II,


Mohammad Nafie Jauhari, M.Si
NIP. 19870218201608011056

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika



Dr. Elly Susanti, M.Sc.
NIP. 19741129 200012 2 005

**IMPLEMENTASI BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK
PADA PREDIKSI JUMLAH PENJUALAN TOYOTA AVANZA
DI INDONESIA**

SKRIPSI

Oleh
Nur Fatin Mufinnun
NIM. 17610022

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)
Tanggal 23 Desember 2021

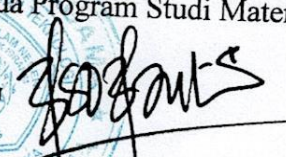
Penguji Utama : Abdul Aziz, M.Si

Ketua Penguji : Angga Dwi Mulyanto, M.Si


Sekretaris Penguji : Dr. Hairur Rahman, M.Si

Anggota Penguji : Mohammad Nafie Jauhari, M.Si

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika



Dr. Elly Susanti, M.Sc
NIP. 19741129 200012 2 005



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Nur Fatin Mufinnun

NIM : 17610022

Jurusan : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Implementasi *Backpropagation Neural Network* pada Prediksi

Jumlah Penjualan Toyota Avanza di Indonesia

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan dan pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan atau daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 24 Desember 2021

Yang membuat pernyataan,



Nur Fatin Mufinnun

NIM. 17610022

MOTO

“Maka sesungguhnya beserta kesulitan itu ada kemudahan”

Q.S Asy-Syarah ayat 5 dan 6

PERSEMBAHAN

Skripsi ini dipersembahkan untuk:

Ayahanda Moh. Fatoni dan Tutik Mas'udah, kakak Nur Millah Azkiya
yang senantiasa dengan ikhlas dan istiqomah mendoakan,
memberikan dukungan, kasih sayang, nasihat dan semangat.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji bagi Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dalam bidang Matematika di Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wasallam yang telah membawa kita dari zaman jahiliah menuju zaman islamiah.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapat bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Untuk itu ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada:

1. Dr. Hairur Rahman, M.Si, selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan banyak ilmu, arahan, masukan dan nasihat kepada penulis.
2. Mohammad Nafie Jauhari, M.Si, selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan banyak ilmu, arahan, masukan dan nasihat kepada penulis.
3. Segenap civitas akademika Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang terutama seluruh dosen, terima kasih atas segala ilmu yang berkah dan bimbingannya.

4. Ayah dan ibu serta kakak tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan, serta motivasi kepada penulis.
5. Seluruh keluarga yang telah memberikan semangat dan doanya.
6. Seluruh teman-teman program studi Matematika angkatan 2017 “Magenta” yang berjuang bersama-sama untuk meraih mimpi, terima kasih atas kenangan-kenangan indah yang dirajut bersama dalam menggapai mimpi.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini baik moril maupun materil.

Semoga Allah Subhanahu Wa Ta’ala melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua. Akhirnya penulis berharap semoga dengan rahmat dan izin-Nya mudah-mudahan skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan bagi pembaca. *Amiin.*

Wassalamu’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Malang, 24 Desember 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGAJUAN	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	
HALAMAN MOTO	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
ملخص	xviii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Sistematika Penulisan	5

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 <i>Data Mining</i>	7
2.2 Prediksi (<i>Forecasting</i>)	7
2.3 Normalisasi dan Denormalisasi Data	9
2.4 <i>Neural Network</i>	10
2.5 <i>Mean Squared Error (MSE)</i> dan <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	22
2.6 Selang Kepercayaan	23
2.7 <i>Cross Validation</i>	23
2.8 Penelitian Terkait	23

2.9 Kajian Keislaman	24
----------------------------	----

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian dan Sumber Data	26
3.2 Variabel Penelitian	26
3.3 Tahap Penelitian	27

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Model <i>Backpropagation Neural Network</i>	31
4.2 Keakuratan Model <i>Backpropagation Neural Network</i>	47
4.3 Hasil Prediksi.....	48

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	51

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Analisa MAPE	22
Tabel 4.1 Data Latih.....	32
Tabel 4.2 Data Uji.....	32
Tabel 4.3 Bobot Lapisan Masukan ke Lapisan Tersembunyi	33
Tabel 4.4 Bias Lapisan Masukan ke Lapisan Tersembunyi.....	33
Tabel 4.5 Bobot Lapisan Tersembunyi ke Lapisan Keluaran	34
Tabel 4.6 Bias Lapisan Tersembunyi ke Lapisan Keluaran.....	34
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan z_{inj}	35
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan z_j	35
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Δw_{jk}	36
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan δ_{inj}	37
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan δ_j	38
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Δv_{ji}	38
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Δv_{j0}	39
Tabel 4.14 Bobot dan Bias Baru Lapisan Tersembunyi ke Lapisan Keluaran	39
Tabel 4.15 Bobot dan Bias Baru Lapisan Masukan ke Lapisan Tersembunyi	40
Tabel 4.16 Nilai Iterasi, MSE Pelatihan dan Pengujian Berdasarkan Pola dan Learning Rate.....	41
Tabel 4.17 Nilai Iterasi, MSE Pelatihan dan Pengujian Berdasarkan Momentum	42
Tabel 4.18 Struktur Backpropagation Neural Network	45
Tabel 4.19 Hasil Pengujian Data.....	45
Tabel 4.20 4-Fold Cross Validation.....	47
Tabel 4.21 Keluaran Pelatihan	48
Tabel 4.22 Keluaran Prediksi.....	48
Tabel 4.23 Hasil Prediksi dan Selang Kepercayaan.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jaringan Lapisan Tunggal	11
Gambar 2.2 Jaringan Lapisan Banyak	12
Gambar 2.3 Jaringan Reccurent	12
Gambar 2.4 Grafik Fungsi Sigmoid Biner	13
Gambar 2.5 Grafik Fungsi Sigmoid Bipolar	14
Gambar 2.6 Grafik Fungsi Saturating Linear.....	15
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	30
Gambar 4.1 Tren Penjualan Avanza Januari 2010-Oktober 2021	31
Gambar 4.2 Grafik Hasil Pelatihan	43
Gambar 4.3 Arsitektur Neural Network.....	43
Gambar 4.4 Grafik Nilai Error Hasil Pengujian.....	47
Gambar 4.5 Grafik Interval Prediksi.....	50

DAFTAR SIMBOL

Symbol-simbol yang digunakan dalam skripsi ini mempunyai makna yaitu sebagai berikut:

x'	= Nilai data asli
x	= Nilai data normalisasi
a	= Nilai terendah dari x
b	= Nilai tertinggi dari x
$f(x)$	= Nilai fungsi dari x
$\Delta w_{jk}(t + 1)$	= Nilai koreksi bobot pada iterasi ke- $t + 1$ (dari lapisan tersembunyi ke lapisan keluaran)
$\Delta v_{ij}(t + 1)$	= Nilai koreksi bobot pada iterasi ke- $t + 1$ (dari lapisan masukan ke lapisan tersembunyi)
α	= Nilai <i>learning rate</i>
δ_k	= Nilai eror di lapisan keluaran
δ_j	= Nilai eror di lapisan tersembunyi
z_j	= Nilai keluaran di lapisan tersembunyi
β	= Nilai momentum
t	= Iterasi
$\Delta w_{jk}(t)$	= Nilai koreksi bobot pada iterasi ke- t (dari lapisan tersembunyi ke lapisan keluaran)
$\Delta v_{ij}(t)$	= Nilai koreksi bobot pada iterasi ke- t (dari lapisan masukan ke lapisan tersembunyi)
Z_{inj}	= Nilai keluaran unit Z_j
x_i	= Nilai masukan di lapisan masukan
v_{j0}	= Bias dari lapisan masukan ke lapisan tersembunyi
v_{ij}	= Bobot dari lapisan masukan ke lapisan tersembunyi
z_j	= Nilai keluaran di unit Z_j
Y_{ink}	= Nilai keluaran Y
w_{0k}	= Bias dari lapisan tersembunyi ke lapisan keluaran

w_{jk}	= Bobot dari lapisan tersembunyi ke lapisan keluaran
y	= Nilai keluaran di unit Y
δ_k	= Nilai aktivasi kesalahan di lapisan keluaran
t_k	= Nilai target
Δw_{jk}	= Nilai koreksi bobot (dari lapisan tersembunyi ke lapisan keluaran)
Δw_{0k}	= Nilai koreksi bias (dari lapisan tersembunyi ke lapisan keluaran)
δ_{in_j}	= Nilai untuk menghitung δ_j
δ_j	= Nilai aktivasi kesalahan di lapisan tersembunyi
Δv_{ij}	= Nilai koreksi bobot (dari lapisan masukan ke lapisan tersembunyi)
Δv_{0j}	= Nilai koreksi bias (dari lapisan masukan ke lapisan tersembunyi)
$w_{jk}(\text{baru})$	= Nilai bobot dan bias baru (dari lapisan tersembunyi ke lapisan keluaran)
n	= Banyaknya data
X_p	= Variabel waktu data prediksi
X_i	= Variabel waktu data latih
\bar{X}	= Rata-rata X_i
m	= Banyaknya data latih
s	= Standar eror estimasi $\left(\sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (t_k - y)^2}{m-2}} \right)$

ABSTRAK

Mufinnun, Nur Fatin. 2021. **Implementasi Backpropagation Neural Network pada Prediksi Jumlah Penjualan Toyota Avanza di Indonesia**. Skripsi. Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana malik Ibrahim Malang. Pembimbing : (I) Dr. Hairur Rahman, M.Si, (II) Mohammad Nafie Jauhari, M.Si

Kata kunci : *Backpropagation Neural Network*, Prediksi, Akurasi, *Learning Rate*, Momentum

Prediksi merupakan cabang ilmu yang digunakan untuk memperkirakan kejadian yang mungkin terjadi dimasa yang akan datang berdasarkan kejadian lampau. Salah satu metode prediksi yang berkembang, *Backpropagation Neural Network*, metode yang memiliki tingkat efektifitas yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model dan keakuratan model dalam memprediksi jumlah penjualan Toyota Avanza serta mengetahui hasil prediksi penjualan selama 12 bulan kedepan dengan menganalisis jumlah penjualan pada Januari 2010 hingga Oktober 2021. Diperoleh model prediksi jumlah penjualan Toyota Avanza dengan menggunakan *Backpropagation Neural Network* yaitu 12-13-1, dimana terdapat 12 variabel pada lapisan masukan, 13 variabel pada lapisan tersembunyi dan 1 variabel pada lapisan keluaran dengan nilai *learning rate* 0,5 serta momentum 0. Dihasilkan prediksi jumlah penjualan Toyota Avanza selama 12 bulan yang berada pada rata-rata batas atas 6215 dan rata-rata batas bawah 3415 dengan nilai MAPE 9,39135%, sehingga model tersebut dapat dikatakan sangat akurat.

ABSTRACT

Mufinnun, Nur Fatin. 2021. **On the Implementation of Backpropagation Neural Network in Predicting Total Sales of Toyota Avanza in Indonesia**. Thesis. Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Advisor : (I) Dr. Hairur Rahman, M.Si, (II) Mohammad Nafie Jauhari, M.Si

Keywords: Backpropagation Neural Network, Prediction, Accuracy, Learning Rate, Momentum

Prediction is a branch of science that is used to predict events that may occur in the future based on past events. One of the developed prediction methods, Backpropagation Neural Network, a method that has a good level of effectiveness. This study aims to determine the model and the accuracy of the model in predicting the total sales of the Toyota Avanza and to find out the results of sales predictions for the next 12 months by analyzing the number of sales in January 2010 to October 2021. The prediction model for the number of Toyota Avanza sales using the Backpropagation Neural Network is 12-13-1, where there are 12 variables in the input layer, 13 variables in the hidden layer and 1 variable in the output layer with a learning rate value of 0.5 and momentum 0. The predictions for the number of Toyota Avanza sales for 12 months are at an average upper limit of 6215 and an average lower limit of 3415 with a MAPE value of 9,39135%, so that the model can be said to be very accurate.

ملخص

موفينون، نور فاطن. ٢٠٢١. تنفيذ الشبكة العصبية للتكاثر العكسية على تنبؤ المبيعات تويوتا أفانزا في إندونيسيا. مقالات أكاديمية. برنامج دراسة الرياضيات، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف: (١) الدكتور خير الرحمن، م.س.إ، (٢) محمد نافع جوهرى، م.س.إ

كلمات الرئيسية: الشبكة العصبية، التنبؤ، الدقة، معدل التعلم، الزخم.

التنبؤ هو فرع من فروع العلم يستخدم لتقدير الأحداث التي قد تحدث في المستقبل على أساس ، هي الطريقة التي لديها للتكاثر العكسية الأحداث الماضية. من طرق التنبؤ المتطورة الشبكة العصبية درجة جيدة من الفعالية. تهدف هذه الدراسة إلى معرفة نموذج و دقة النموذج في تنبؤ عدد المبيعات تويوتا أفانزا و معرفة نتائج توقعات المبيعات على مدى ١٢ شهرا المقبلة من خلال تحليل عدد المبيعات في يناير ٢٠١٠ إلى أكتوبر ٢٠٢١. حصلت نموذج تنبؤ عدد المبيعات تويوتا أفانزا بالشبكة العصبية للتكاثر العكسية وهي ١:١٧:١٢ حيث يوجد ١٢ متغيرا في طبقة الإدخال و ١٧ متغيرا في الطبقة الخفية و متغيرا واحدا في طبقة الإخراج بقيمة معدل تعلم ٠,٢ و زخم ٠,٩. وحصلت تنبؤات لعدد مبيعات تويوتا أفانزا لمدة ١٢ شهرا وهو في الحد المتوسط الأعلى من ٧,١٧٦ والحد المتوسط الأدنى من ٤,٣٧٥ مع قيمة الدقة ٩,٣٩١٣٥٪ , لذلك نموذج التنبؤ ممتازا ودقة.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Data mining, salah satu topik bidang komputer, suatu proses menggunakan teknik matematika, kecerdasan buatan dan statistik untuk mengidentifikasi dan mengekstraksi informasi bermanfaat dan pengetahuan yang terkait dari berbagai *database* besar. *Data mining* menganalisis secara otomatis pola-pola tersembunyi sehingga dapat meramalkan tren dan sifat-sifat perilaku bisnis dan berguna untuk pengambilan keputusan penting (Admiyanto 2017).

Allah Swt. telah berfirman dalam Alquran surat Al-Lukman/31:34, yang berbunyi:

إِنَّ اللَّهَ عِنْدَهُ عِلْمُ السَّاعَةِ وَيُنزِلُ الْغَيْثَ وَيَعْلَمُ مَا فِي الْأَرْحَامِ وَمَا تَدْرِي نَفْسٌ مَّاذَا تَكْسِبُ غَدًا
وَمَا تَدْرِي نَفْسٌ بِأَيِّ أَرْضٍ تَمُوتُ إِنَّ اللَّهَ عَلِيمٌ خَبِيرٌ ﴿٣٤﴾

“Sesungguhnya Allah, hanya pada sisi-Nya sajalah pengetahuan tentang hari Kiamat; dan Dia-lah yang menurunkan hujan, dan mengetahui apa yang ada dalam Rahim dan tiada seorangpun yang dapat mengetahui (dengan pasti) apa yang akan diusahakannya besok dan tiada seorangpun yang dapat mengetahui di bumi mana dia akan mati. Sesungguhnya Allah maha Mengetahui lagi Maha Mengenal.” (QS. Al-Lukman/31 : 34)

Ayat tersebut menjelaskan bahwa hanya Allah yang mengetahui tentang lima hal ghaib yang hanya diketahui oleh Allah karena Allah Maha Mengetahui dengan ilmu-Nya yang mutlak dan tidak terbatas pada lima hal ghaib tersebut. Allah mengetahui baik dan buruknya apa yang akan terjadi dihari esok, namun kita tetap diwajibkan untuk berusaha. Salah satu penerapan dari ayat tersebut dalam

kehidupan adalah memprediksi sesuatu yang akan terjadinya dimasa mendatang dengan menggunakan data sebelum kejadian.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memprediksi adalah *neural network*. *Neural network* dapat memberikan hasil yang akurat untuk prediksi, penentuan pola, klasifikasi dan berbagai penelitian lainnya (Yanto, Mayola, and Hafizh 2018). *Neural network* memiliki beberapa kelebihan dibandingkan metode lainnya, yakni mampu memberikan hasil yang dapat mengenali pola-pola dengan baik dan mudah dikembangkan menjadi bermacam-macam variasi sesuai dengan permasalahan maupun parameter yang ada. Namun, algoritma pembelajaran dari *neural network* hanya melakukan perambatan maju (*forward propagation*) sehingga tidak bisa melakukan modifikasi bobot secara otomatis, sehingga pada penelitian ini menggunakan *backpropagation* yang algoritma pembelajarannya dapat mengubah nilai bobot kearah mundur (*backward*) sehingga dapat menurunkan kesalahan dari hasil keluaran.

Beberapa kasus penelitian telah dilakukan dengan menggunakan *backpropagation neural network*. Salah satu penelitian terkait adalah penelitian tentang prediksi jumlah volume penggunaan air PDAM. Hasil akhir dari penelitian adalah metode *backpropagation neural network* dapat memprediksi penggunaan konsumsi air untuk tahun selanjutnya (Satria 2018).

Penjualan mobil dalam negeri di Indonesia mengalami ketidakstabilan dan penurunan drastis. Toyota Avanza yang sering memimpin jumlah penjualan tertinggi dibandingkan jenis mobil lain juga mengalami hal tersebut. Berdasarkan data dari Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia dan Toyota Astra Motor, penjualan mobil mengalami penurunan drastis pada awal tahun 2020

(GAIKINDO 2021). Jumlah penjualan bulan Mei merupakan jumlah penjualan paling sedikit sepanjang histori penjualan Avanza sejak 2010. Penjualan hanya mencapai 1,46% jika dibandingkan dengan jumlah produksi mobil pada bulan sebelumnya.

Berangkat dari beberapa hal diatas, maka penelitian ini akan mengimplementasikan metode *backpropagation neural network* untuk memprediksi jumlah penjualan Toyota Avanza selama satu tahun kedepan, sehingga hasil prediksi tersebut dapat digunakan dalam menentukan jumlah produksi dan juga dapat digunakan untuk menentukan kebijakan lain dalam penjualan mobil tersebut, misalnya kebijakan dalam menentukan harga. Berdasarkan uraian tersebut, maka penulis mengangkat judul “Implementasi Backpropagation Neural Network pada Prediksi Jumlah Penjualan Toyota Avanza di Indonesia”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka dapat ditarik permasalahan yang akan diteliti dan dibahas, yaitu:

1. Bagaimana model *backpropagation neural network* untuk memprediksi jumlah penjualan Toyota Avanza di Indonesia?
2. Bagaimana keakuratan model *backpropagation neural network* untuk memprediksi jumlah penjualan Toyota Avanza di Indonesia?
3. Bagaimana hasil prediksi jumlah penjualan Toyota Avanza di Indonesia menggunakan *backpropagation neural network*?

1.3 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan permasalahan yang telah diambil, maka tujuan penelitian ini, yaitu:

1. Untuk mengetahui model *backpropagation neural network* untuk memprediksi jumlah penjualan Toyota Avanza di Indonesia.
2. Untuk mengetahui keakuratan model *backpropagation neural network* dalam memprediksi jumlah penjualan Toyota Avanza di Indonesia.
3. Untuk mendapatkan hasil prediksi jumlah penjualan Toyota Avanza di Indonesia menggunakan *backpropagation neural network*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini dibagi menjadi 2 yaitu teoritis dan praktis sebagai berikut:

1. Teoritis

Hasil dari penelitian ini dapat menambah referensi bagi peneliti berikutnya.

2. Praktis

Dapat digunakan untuk menetapkan kebijakan berkaitan dengan penjualan Toyota Avanza.

1.5 Batasan Masalah

Agar pembahasan penelitian lebih jelas dan terarah pada sasaran, maka diperlukan pembatasan masalah yang akan dibahas, yaitu:

1. Data yang akan digunakan merupakan seluruh data penjualan Toyota Avanza setiap bulan yang bersumber dari Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia dan Toyota Astra Motor sejak Januari 2010 hingga Oktober 2021.
2. Dilakukan tiga pelatihan untuk mendapatkan model neural network terbaik, yaitu pengujian model arsitektur, *learning rate* dan momentum.
3. Fungsi aktivasi yang digunakan merupakan fungsi aktivasi *sigmoid bipolar* dan *biner*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, rumusan masalah, Batasan masalah, tujuan, manfaat, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Berisi hal-hal yang mendasar dalam teori yang dikaji, meliputi: *data mining*, prediksi (*forecasting*), normalisasi dan denormalisasi, *neural network*, MSE, penelitian sebelumnya, strategi pemasaran dan etika bisnis islam.

BAB III METODE PENELITIAN

Metode penelitian menjelaskan langkah-langkah dalam penelitian, yaitu jenis penelitian, data dan sumber data, metode pengumpulan data dan tahap-tahap penelitian.

BAB IV PEMBAHASAN

Berisi pembahasan tentang model *backpropagation neural network*, keakuratan model *backpropagation neural network* dan hasil prediksi.

BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan dan saran dari penelitian.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 *Data Mining*

Data mining merupakan aktivitas mengeksplorasi dan menganalisis data dalam jumlah besar untuk menemukan pola dan aturan yang berarti (Berry and G.S 2004). Definisi lain, *data mining* merupakan kegiatan yang meliputi pengumpulan, pemakaian data historis yang digunakan untuk menemukan keteraturan, pola atau hubungan data yang berukuran besar (Admiyanto 2017). Dari beberapa definisi tersebut dapat disimpulkan *data mining* adalah suatu kegiatan atau proses mengumpulkan data yang berukuran besar kemudian menyimpulkannya menjadi informasi yang bermanfaat.

2.2 *Prediksi (Forecasting)*

Meramalkan atau memprediksi merupakan hal yang sama yakni sama-sama memperkirakan suatu peristiwa, kejadian maupun suatu hal dimasa datang dengan mengetahui dan mengolah data dimasa lalu sampai waktu saat melakukan proses peramalan. Proses untuk memperkirakan suatu peristiwa, kejadian maupun suatu hal dimasa datang dengan memanfaatkan data informasi sebelumnya secara urut dan sistematis sehingga memiliki tingkat eror sekecil mungkin disebut dengan peramalan atau prediksi. Dalam prediksi, kita berusaha untuk mendapatkan jawaban mengenai masa yang datang seakurat mungkin, bukan memberikan jawaban yang pasti (Herdianto 2013).

Berdasarkan cara atau teknik dalam memprediksi dapat dibagi menjadi dua (Herdianto 2013):

a. Prediksi Kuantitatif

Disebut prediksi kuantitatif karena prediksi didasarkan atas data kuantitatif kejadian di masa lalu. Metode yang digunakan dalam prediksi kuantitatif sangat menentukan hasil prediksi. Hasil prediksi akan berbeda ketika kita menggunakan metode yang berbeda, untuk itu perlu diperhatikan baik tidaknya suatu metode untuk digunakan. Suatu metode dikatakan baik untuk digunakan ketika perbedaan antara hasil ramalan dengan kenyataan yang terjadi sangatlah kecil.

b. Prediksi Kualitatif

Prediksi yang menggunakan data kualitatif di masa lalu disebut prediksi kualitatif. Jika variabel pada data masa lalu yang digunakan berupa data pendapat atau bukan berupa data kuantitas maka metode prediksi yang digunakan merupakan metode kualitatif. Pemikiran penyusun menentukan hasil dari prediksi kualitatif karena hasil prediksi ini didasarkan pada opini, pengetahuan dan pengalamannya.

Berdasarkan periode waktu (Montgomery, Jennings, and Kulahci 2008):

a. *Short Term* (Jangka Pendek)

Dikatakan peramalan atau prediksi jangka pendek jika periode waktu yang diprediksi berupa harian, minggu, bulan atau kurang dari satu tahun. Peramalan ini sangat singkat, sehingga cukup menggunakan data historis masa lalu.

b. *Medium Term* (Jangka Menengah)

Dikatakan peramalan atau prediksi jangka menengah jika periode waktu yang diprediksi antara satu sampai dua tahun. Peramalan ini masih menggunakan data historis masa lalu, karena dianggap masih relevan.

c. *Long Term* (Jangka Panjang)

Dikatakan peramalan atau prediksi jangka panjang jika periode waktu yang diprediksi lebih dari dua tahun. Umumnya pada peramalan ini menggunakan intuisi atau pengalaman seseorang, namun beberapa perusahaan tidak menggunakan hal itu. Mereka menggunakan data historis.

2.3 Normalisasi dan Denormalisasi Data

Sebelum data diproses sebagai data masukan, data tersebut harus dinormalisasikan untuk menyamakan rentang nilai pada skala tertentu sehingga hasilnya lebih baik. Data harus dinormalisasikan ke rentang keluaran fungsi aktivasi. Berikut persamaan fungsi aktivasi *min-max* yang memiliki rentang keluaran [0,1] (Larose and Larose 2014):

$$x = \frac{x' - a}{b - a} \quad (2.1)$$

Keterangan:

x' = Nilai data asli

x = Nilai data normalisasi

a = Nilai terendah dari x

b = Nilai tertinggi dari x

Denormalisasi merupakan proses pengembalian nilai yang telah ternormalisasi ke nilai aslinya, menggunakan persamaan:

$$x' = x(b - a) + a \quad (2. 2)$$

2.4 *Neural Network*

Jaringan saraf tiruan atau *Neural Network* merupakan sistem komputasi yang merupakan representasi buatan dari otak manusia, yakni arsitektur serta operasinya terinspirasi dari pengetahuan tentang cara kerja otak manusia.

2.4.1 Konsep dasar *Neural Network*

Terdapat 3 lapis pada jaringan saraf tiruan, yaitu (Herdianto 2013):

a. Lapisan Masukan (*Input Layer*)

Di bagian ini terjadi penginputan nilai-nilai masalah berdasarkan data di masa lalu dan sekarang. Node-node ini biasa disebut unit-unit masukan.

b. Lapisan Tersembunyi (*Hidden Layer*)

Node-node pada lapisan ini biasa disebut unit-unit tersembunyi, yang terletak diantara lapisan masukan dan lapisan keluaran. Jumlah lapisan tersembunyi yang optimal adalah satu, karena semakin banyak lapisan tersembunyi maka prosesnya akan sangat lambat dan terkadang komputer tidak sanggup memprosesnya.

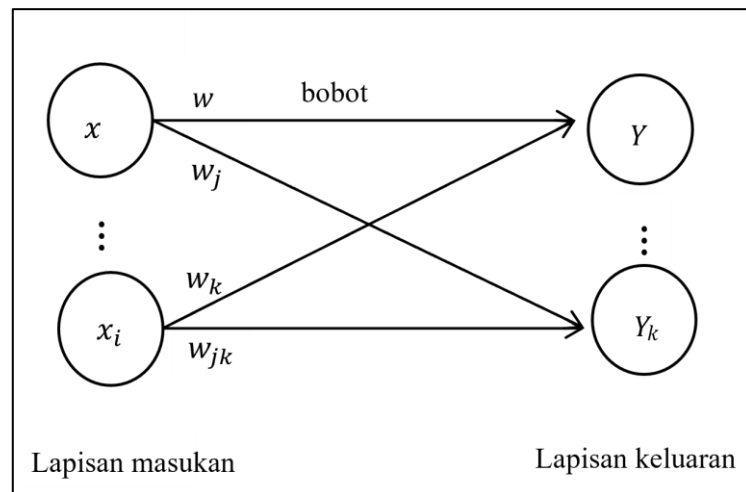
c. Lapisan Keluaran (*Output Layer*)

Pada lapisan ini akan keluar nilai terhadap suatu masalah yang dimasukan pada lapisan masukan. Node-node pada lapisan ini biasa disebut unit-unit keluaran.

2.4.2 Arsitektur *Neural Network*

Setiap *neural network* memiliki aturan yang bersifat menyeluruh. *Neural network* selalu memiliki salah satu arsitektur berikut (Herdianto 2013):

a. Jaringan Lapisan Tunggal (*Single Layer Net*)



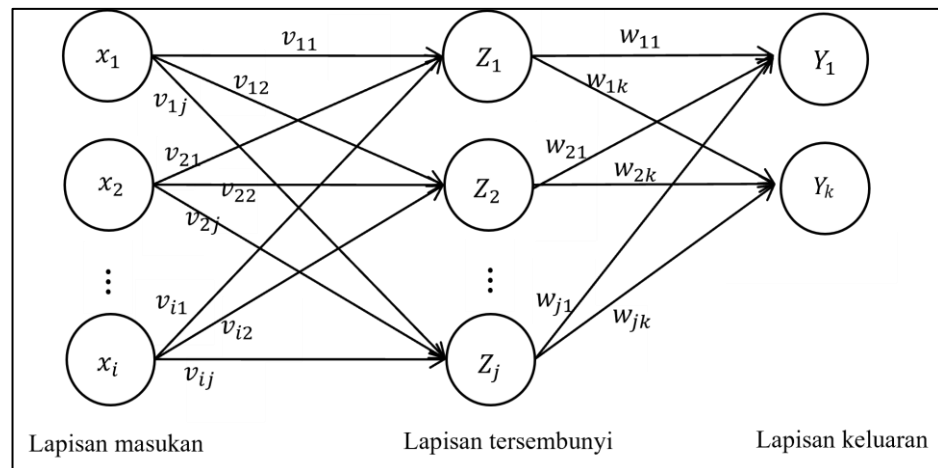
Gambar 2.1 Jaringan Lapisan Tunggal

Jenis arsitektur ini jaringan hanya terdiri atas unit masukan dan unit keluaran, yang mana keduanya dihubungkan oleh bobot. Besar bobot menentukan besar hubungan antar keduanya. Pada gambar dibawah unit masukan adalah x_1, x_2, x_3 dan unit keluaran adalah y_1 dan y_2 .

b. Jaringan Lapisan Banyak (*Multilayer Net*)

Arsitektur pada jaringan ini memiliki lebih dari satu lapis, yang mana pada lapisan itu terdapat nilai-nilai bobotnya. Jaringan ini memiliki unit masukan, tersembunyi dan keluaran, yang mana diantara mereka dihubungkan oleh bobot-bobot. Permasalahan yang lebih sukar mampu diselesaikan oleh tipe ini, namun pembelajaran pada jaringan ini lebih rumit.

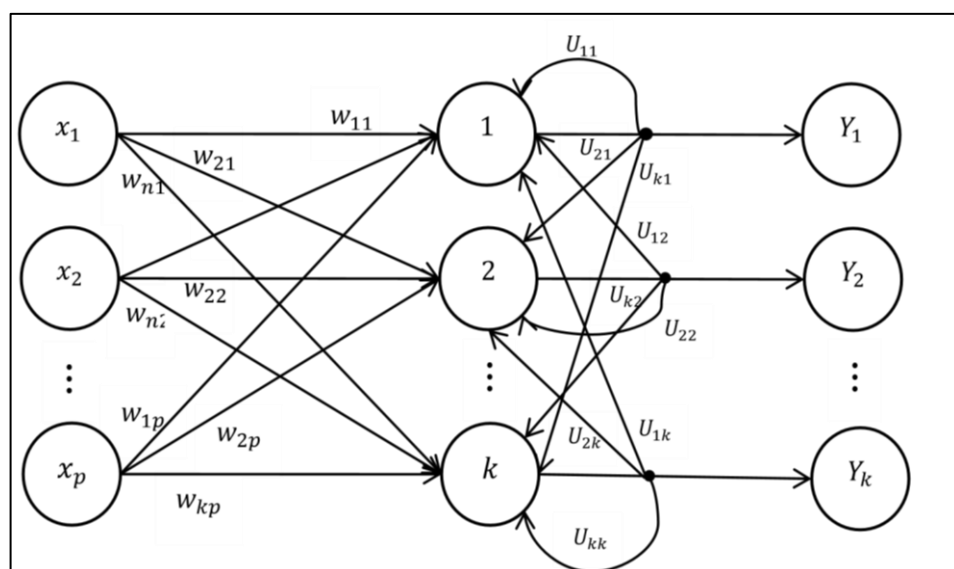
Pada gambar dibawah unit masukan adalah x_1, x_2, x_3 , unit tersembunyi adalah z_1 dan z_2 serta unit keluaran adalah y .



Gambar 2.2 Jaringan Lapisan Banyak

c. Jaringan *Reccurent*

Jaringan ini hampir mirip dengan lapisan tunggal dan banyak, namun terdapat unit keluaran yang memberikan sinyal pada masukan (*feedback loop*). Jaringan ini mempunyai karakteristik sederhana dimana hanya memiliki satu perulangan (*loop*) umpan balik. Berikut ilustrasi dari jaringan *reccurent*:



Gambar 2.3 Jaringan *Reccurent*

2.4.3 Fungsi Aktivasi

Dalam *neural network*, neuron dapat diperoleh dengan menggunakan fungsi aktivasi. Berikut ini adalah beberapa jenis fungsi aktivasi yang sering digunakan dalam *neural network* diantaranya (Siang 2009):

a. Fungsi *Sigmoid Biner*

Fungsi ini digunakan ketika kita membutuhkan nilai unit keluaran diantara 0 sampai 1, namun terkadang fungsi ini juga digunakan ketika nilai keluaran yang dibutuhkan adalah 0 atau 1.

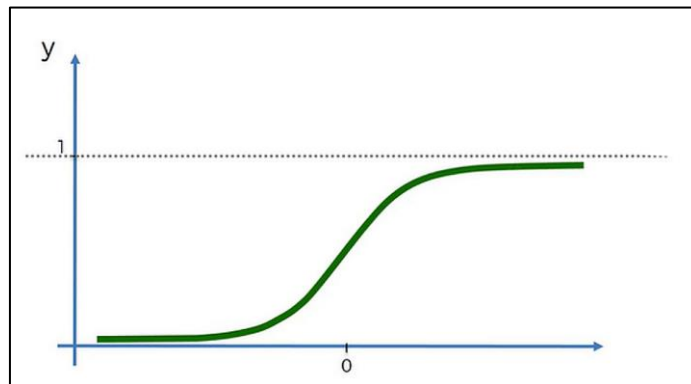
Rumus fungsinya yaitu:

$$y = f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (2.3)$$

Keterangan:

$f(x)$ = Nilai fungsi dari x

Berikut grafik fungsi *sigmoid biner*:



Gambar 2.4 Grafik Fungsi *Sigmoid Biner*

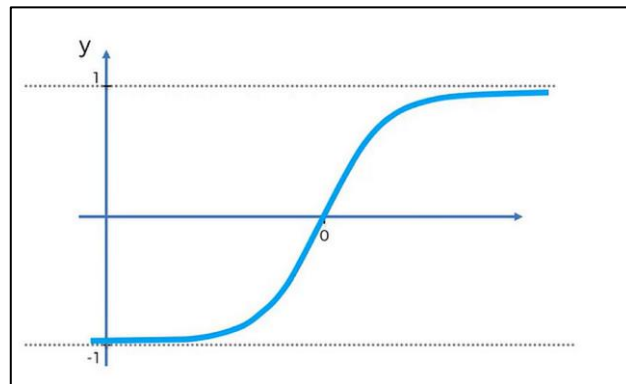
b. Fungsi *Sigmoid Bipolar*

Fungsi ini memiliki nilai unit keluaran diantara interval 1 sampai -1 .

Rumus fungsinya yaitu:

$$y = f(x) = \frac{1 - e^{-x}}{1 + e^{-x}} \quad (2.4)$$

Berikut grafik fungsi *sigmoid bipolar*:



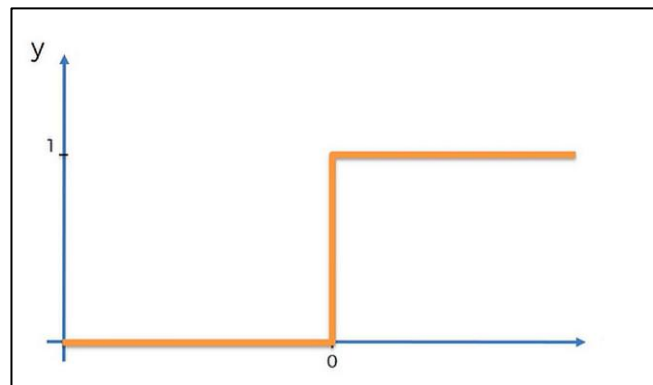
Gambar 2.5 Grafik Fungsi *Sigmoid Bipolar*

c. Fungsi *Saturating Linear*

Pada fungsi ini, jika nilai masukan $< -\frac{1}{2}$ maka nilai keluarannya 0, jika nilai masukan $> \frac{1}{2}$ maka nilai keluarannya 1, namun jika nilai masukan diantara $-\frac{1}{2}$ dan $\frac{1}{2}$ maka nilai keluarannya $\frac{1}{2}$ ditambah dengan nilai masukannya. Rumus fungsinya yaitu:

$$y = f(x) = \begin{cases} 1 & \text{jika } x \geq 0.5 \\ x + 0.5 & \text{jika } -0.5 \leq x \leq 0.5 \\ 0 & \text{jika } x \leq -0.5 \end{cases} \quad (2.5)$$

Berikut grafik fungsi *saturating linier*:



Gambar 2.6 Grafik Fungsi Saturating Linear

2.4.4 Pembelajaran *Neural Network*

Pembelajaran merupakan proses menyesuaikan parameter bebas yakni dengan menentukan bobot-bobot pada jaringan saraf sehingga diperoleh bobot-bobot akhir yang tepat sesuai dengan data latih dan dapat digunakan untuk memproses data uji. Metode pembelajaran dibagi menjadi dua (Herdianto 2013):

a. *Supervised Learning*

Nilai masukan yang diberikan pada unit masukan sehingga akan diperoleh nilai keluaran. Kemudian nilai akan dicocokkan dengan target. Akan muncul nilai eror jika terdapat perbedaan antara nilai keluaran dengan target. Pembelajaran yang berulang akan dilakukan jika nilai eror yang muncul cukup besar.

b. *Unsupervised Learning*

Pada pembelajaran ini terjadi pengelompokkan di area tertentu yang ditentukan oleh unit-unit yang hampir sama, yakni nilai-nilai bobot akan disusun dalam suatu interval yang didasarkan oleh nilai masukannya.

Parameter yang terdapat dalam jaringan *neural network* (Herdianto 2013):

a. Nilai Iterasi

Siklus pola pelatihan atau biasa disebut *epoch* atau iterasi merupakan perulangan proses pelatihan pada semua set pelatihan sampai diperoleh hasil yang diinginkan atau sampai kondisi berhenti yang telah ditentukan.

b. *Learning Rate*

Laju pembelajaran biasa disebut dengan *learning rate*. Jika nilai *learning rate* besar maka langkah pembelajarannya juga besar. Namun, model akan mengalami ketidakstabilan apabila nilai *learning ratenya* terlalu besar. Sebaliknya, apabila nilainya sangat kecil akan diperlukan waktu yang lama untuk mendapatkan model yang konvergen. Nilai *learning rate* terletak pada (0,1).

c. Momentum

Momentum digunakan dalam perhitungan perubahan bobot-bobot dengan tujuan agar proses pelatihan lancar dan bobot tidak berhenti pada kondisi yang belum optimal. Pemberian momentum pada perubahan bobot menyebabkan perubahan yang cukup besar yaitu pada waktu prosesnya, semakin besar nilai momentum yang diberikan maka semakin cepat pula waktu proses yang dibutuhkan. Kenaikan nilai momentum, cenderung membuat jumlah iterasi semakin kecil, namun tingkat keakurasiannya tetap bervariasi. Nilai momentum terletak pada [0,1).

Berikut rumus perubahan bobot baru:

$$\begin{aligned}\Delta w_{jk}(t+1) &= \alpha \delta_k z_j + \beta \Delta w_{jk}(t) \\ \Delta v_{ij}(t+1) &= \alpha \delta_j x_i + \beta \Delta v_{ij}(t)\end{aligned}\tag{2.6}$$

Keterangan:

$\Delta w_{jk}(t+1)$ = Nilai koreksi bobot pada iterasi ke- $t+1$ (dari lapisan tersembunyi ke lapisan keluaran)

$\Delta v_{ij}(t+1)$ = Nilai koreksi bobot pada iterasi ke- $t+1$ (dari lapisan masukan ke lapisan tersembunyi)

α = Nilai *learning rate*

δ_k = Nilai eror di lapisan keluaran

δ_j = Nilai eror di lapisan tersembunyi

z_j = Nilai keluaran di lapisan tersembunyi

β = Nilai momentum

t = Iterasi

$\Delta w_{jk}(t)$ = Nilai koreksi bobot pada iterasi ke- t (dari lapisan tersembunyi ke lapisan keluaran)

$\Delta v_{ij}(t)$ = Nilai koreksi bobot pada iterasi ke- t (dari lapisan masukan ke lapisan tersembunyi)

2.4.5 *Backpropagation*

Backpropagation merupakan salah satu metode pembelajaran yang terawasi (*supervised learning*). Perceptron yang memiliki banyak lapisan biasanya menggunakan metode ini untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan unit-unit pada lapisan tersembunyi.

Pada dasarnya algoritma metode ini terbagi menjadi 3 (Herdianto 2013), yaitu:

- a. Tahap *Feedforward*
- b. Tahap *Backpropagation*, propagasi balik
- c. Menyesuaikan nilai bobot agar diperoleh nilai eror yang kecil.

Ketiga langkah diatas diulangi sampai diperoleh nilai keluaran yang sama atau mendekati nilai target, sehingga diperoleh nilai eror yang kecil. Kemudian model atau bobot-bobot yang diperoleh dapat digunakan untuk proses pengujian.

Berikut algoritma *Backpropagation* (Herdianto 2013):

1. Inisialisasi bobot awal dengan nilai acak yang cukup kecil
2. Bila tes kondisi berhenti bernilai salah (belum mencapai iterasi maksimum atau belum mencapai batas nilai keluaran yang diharapkan), maka:

Feedforward:

- a. Tiap masukan sinyal x_i diteruskan ke lapisan tersembunyi
- b. Tiap unit tersembunyi Z_j menjumlahkan sinyal-sinyal masukan berbobot:

$$Z_{inj} = v_{j0} + \sum_{i=1}^p x_i v_{ij} \quad (2.7)$$

Keterangan:

Z_{inj} = Nilai keluaran unit Z_j

x_i = Nilai masukan di lapisan masukan

v_{j0} = Bias dari lapisan masukan ke lapisan tersembunyi

v_{ij} = Bobot dari lapisan masukan ke lapisan tersembunyi

Gunakan fungsi aktivasi untuk hitung sinyal keluaran:

$$z_j = f(Z_{inj}) = \frac{1 - e^{-(Z_{inj})}}{1 + e^{-(Z_{inj})}} \quad (2.8)$$

Keterangan:

z_j = Nilai keluaran di unit Z_j

Salurkan sinyal keluaran dari lapisan tersembunyi ke lapisan keluaran.

c. Tiap unit keluaran (Y) menjumlahkan sinyal-sinyal masukan berbobot.

$$Y_{ink} = w_{0k} + \sum_{j=1}^q z_j w_{jk} \quad (2.9)$$

Keterangan:

Y_{ink} = Nilai keluaran Y

w_{0k} = Bias dari lapisan tersembunyi ke lapisan keluaran

w_{jk} = Bobot dari lapisan tersembunyi ke lapisan keluaran

Gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal keluaran:

$$y = f(Y_{ink}) = \frac{1}{1 + e^{-(Y_{ink})}} \quad (2.10)$$

Keterangan:

y = Nilai keluaran di unit Y

Backpropagation:

a. Tiap unit keluaran(y) menerima target pola yang berkaitan dengan pola masukan pelatihan, hitung nilai kesalahan:

$$\delta_k = (t_k - y) f'(y_{ink}) = (t_k - y) y(1 - y) \quad (2.11)$$

Keterangan:

δ_k = Nilai aktivasi kesalahan di lapisan keluaran

t_k = Nilai target

Menggunakan koreksi bobot untuk memperbarui nilai (w_{jk})

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j \quad (2.12)$$

Keterangan:

Δw_{jk} = Nilai koreksi bobot (dari lapisan tersembunyi ke lapisan keluaran)

Menggunakan koreksi bias untuk memperbarui nilai (w_{01})

$$\Delta w_{0k} = \alpha \delta_k \quad (2.13)$$

Keterangan:

Δw_{0k} = Nilai koreksi bias (dari lapisan tersembunyi ke lapisan keluaran)

Kirimkan δ_1 ke lapisan tersembunyi.

b. Tiap unit tersembunyi ($z_j, j = 1, 2, 3, \dots, q$) menjumlahkan delta masukan dari unit lapisan keluaran.

$$\delta_{in_j} = \sum_{j=1}^q \delta_k w_{jk} \quad (2.14)$$

Keterangan:

δ_{in_j} = Nilai untuk menghitung δ_j

Nilai ini dikalikan turunan dari fungsi aktivasi untuk mendapatkan nilai kesalahan:

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j}) = \delta_{in_j} z_j (1 - z_j) \quad (2.15)$$

Keterangan:

δ_j = Nilai aktivasi kesalahan di lapisan tersembunyi

Pakai nilai koreksi kesalahan untuk memperbarui nilai v_{ij}

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i \quad (2.16)$$

Keterangan:

Δv_{ij} = Nilai koreksi bobot (dari lapisan masukan ke lapisan tersembunyi)

Pakai juga nilai koreksi bias untuk memperbarui nilai v_{0j}

$$\Delta v_{0j} = \alpha \delta_j \quad (2.17)$$

Δv_{0j} = Nilai koreksi bias (dari lapisan masukan ke lapisan tersembunyi)

c. Tiap unit keluaran (y) memperbarui bias dan bobotnya ($j = 0, 1, 2, \dots, q$):

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk} \quad (2.18)$$

Keterangan:

$w_{jk}(\text{baru})$ = Nilai bobot dan bias baru (dari lapisan tersembunyi ke lapisan keluaran)

Tiap unit tersembunyi ($z_j = j = 1, 2, 3, \dots, q$) memperbarui bias dan bobotnya:

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij} \quad (2.19)$$

Keterangan:

$v_{ij}(\text{baru})$ = Nilai bobot dan bias baru (dari lapisan masukan ke lapisan tersembunyi)

Tes Kondisi Berhenti

Selain menggunakan maksimum iterasi, kondisi berhenti juga dipengaruhi oleh nilai MSE target. Proses pelatihan akan berhenti jika nilai MSE yang dihasilkan kurang atau sama dengan nilai MSE target.

2.5 Mean Squared Error (MSE) dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Untuk mengukur keakuratan dari nilai keluaran yang dihasilkan, dapat menggunakan *Mean Square Error (MSE)* (Larose and Larose 2014). Yaitu fungsi yang biasanya digunakan untuk menghitung nilai eror pada kasus peramalan atau prediksi dengan menghitung rata-rata kuadrat dari nilai *error* antara nilai *output* dengan target. Berikut rumusnya :

$$MSE = \frac{\sum_{k=1}^n (t_k - y)^2}{n} \quad (2.20)$$

Keterangan:

n = Banyaknya data

Selain itu, mengukur keakuratan juga bisa menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE), berikut rumusnya:

$$MAPE = \frac{\sum_{k=1}^n \left| \frac{t_k - y}{t_k} \right| \times 100\%}{n} \quad (2.21)$$

Berikut analisa tentang nilai MAPE:

Tabel 2.1 Analisa MAPE

Nilai MAPE	Arti Nilai
<10%	Kemampuan model prediksi sangat baik
10%-20%	Kemampuan model prediksi baik
20%-50%	Kemampuan model prediksi layak
>50%	Kemampuan model prediksi buruk

2.6 Selang Kepercayaan

Untuk mengetahui selang kepercayaan dari hasil prediksi dapat menggunakan rumus sebagai berikut (Larose and Larose 2014):

$$\text{Selang kepercayaan} = y \pm t_{\frac{\alpha}{2}}(s) \sqrt{1 + \frac{1}{m} + \frac{(X_p - \bar{X})^2}{\sum (X_i - \bar{X})^2}} \quad (2.22)$$

Keterangan:

X_p = Variabel waktu data prediksi

X_i = Variabel waktu data latih

\bar{X} = Rata-rata X_i

m = Banyaknya data latih

s = Standar error estimasi $\left(\sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (t_k - y)^2}{m-2}} \right)$

2.7 Cross Validation

Cross validation adalah teknik validasi model untuk menilai keakuratan hasil analisis. Data yang sudah di preproses dilakukan *cross validation* dengan membagi data menjadi data latih dan data uji. Metode yang paling dikenal dalam data mining adalah *twofold cross-validation* dan *k-fold cross-validation* (Larose and Larose 2014).

Tahapan *cross-validation*:

- a. Bagi data menjadi k subset yg berukuran sama atau hampir sama
- b. Gunakan setiap subset untuk data uji dan sisanya untuk data latih

2.8 Penelitian Terkait

Penelitian tentang Prediksi Volume Penggunaan Air PDAM menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation, model arsitektur yang diuji adalah 8-7-1, 8-8-1, 8-9-1 dan 8-10-1. Penelitian ini menghasilkan prediksi Volume

PDAM selama 12 bulan kedepan dengan arsitektur model yang digunakan adalah 8-9-1 dengan learning rate 0,5 dan diperoleh MSE 0,001 (Satria 2018).

Penelitian tentang Perbandingan Kinerja Jaringan Syaraf Tiruan Dan Fuzzy Inference System Untuk Prediksi Prestasi Peserta Didik, model arsitektur yang diuji adalah 11-2-1, 11-3-1, 11-4-1, 11-5-1, 11-6-1 dan 11-7-1. Penelitian ini menghasilkan nilai prosentase akurasi, dimana jaringan syaraf tiruan mampu memprediksi semua prestasi peserta didik sehingga nilai akurasinya 100% sedangkan fuzzy sebesar 83,8%. Model JST untuk memprediksi prestasi peserta didik yaitu model dengan arsitektur 11-4-1 dengan *learning rate* 0,9, momentum 0,4 dan diperoleh MSE 0,000000000386 (Helmiyah and ‘Uyun 2017).

Penelitian tentang Analisis Akurasi dari Artificial Neural Network Menggunakan Algoritma Backpropagation dalam Proses Prediksi. Penelitian ini menghasilkan model untuk memprediksi prestasi peserta didik yaitu model dengan pola arsitektur 3-48-1 dengan *learning rate* 0,01 dan diperoleh MSE 0,00063866 (Siregar and Wanto 2017).

2.9 Kajian Keislaman

Prediksi merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mempersiapkan apa yang terjadi dimasa yang akan datang. Dalam Alquran, Allah Swt. berfirman:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا اتَّقُوا اللَّهَ وَلْتَنْظُرْ نَفْسٌ مَّا قَدَّمَتْ لِغَدٍ وَاتَّقُوا اللَّهَ إِنَّ اللَّهَ خَبِيرٌ بِمَا تَعْمَلُونَ ﴿١٨﴾

”Hai orang-orang yang beriman, bertakwalah kepada Allah dan hendaklah setiap diri memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok (akhirat); dan bertakwalah kepada Allah, sesungguhnya Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan.”(QS. al-Hasyr/59:18)

Dalam surah al-Hasyr, Allah memerintahkan untuk memperhatikan masa depan.

Secara tersurat, maksud dari masa depan dalam ayat tersebut adalah masa depan di

akhirat. Namun, secara tersirat dapat disimpulkan bahwa Allah juga menyuruh kita untuk memperhatikan masa depan di dunia, karena kehidupan dunia juga penting. Berikut firman Allah yang menjelaskan untuk memperhatikan kehidupan di dunia dalam surah al-Qashah ayat 77:

وَابْتَغِ فِيمَا آتَاكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ مِنَ الدُّنْيَا وَأَحْسِنَ كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ وَلَا تَبْغِ الْفَسَادَ فِي الْأَرْضِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ ﴿٧٧﴾

"Dan carilah apa yang telah diberikan oleh Allah kepadamu dari negeri akhirat, dan jangan lupakan bagianmu di dunia." (QS. al-Qashash/28:77)

Pada zaman Nabi Yusuf juga telah dilakukan peramalan. Nabi Yusuf mentakwilkan mimpi raja Mesir terkait musim paceklik selama tujuh tahun. Sehingga masyarakat dapat bersiap untuk menghadapi musim tersebut dan mampu bertahan hidup.

وَقَالَ الْمَلِكُ إِنِّي أَرَى سَبْعَ بَقَرَاتٍ سِمَانٍ يَأْكُلُهُنَّ سَبْعٌ عِجَافٌ وَسَبْعَ سُنبُلَاتٍ خُضْرٍ وَأُخَرَ يَابِسَاتٍ يَا أَيُّهَا الْمَلَأُ أَفْتُونِي فِي رُؤْيَايَ إِنْ كُنْتُمْ لِلرُّؤْيَا تَعْبُرُونَ ﴿٤٣﴾

"Raja berkata (kepada orang-orang terkemuka dari kaumnya): "Sesungguhnya aku bermimpi melihat tujuh ekor sapi betina yang gemuk-gemuk dimakan oleh tujuh ekor sapi betina yang kurus-kurus dan tujuh bulir (gandum) yang hijau dan tujuh bulir lainnya yang kering." Hai orang-orang yang terkemuka: "Terangkanlah kepadaku tentang ta'bir mimpiku itu jika kamu dapat mena'birkan mimpi." (QS. Al-Lukman/31/34)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian dan Sumber Data

Penelitian yang dilakukan kali ini termasuk jenis penelitian kuantitatif dari penjualan Toyota Avanza. Data yang digunakan merupakan data jumlah penjualan Toyota Avanza setiap bulan dan jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data yang dianalisis merupakan data dari Januari 2010 hingga Oktober 2021. Data tersebut diperoleh dari website Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia dan Toyota Astra Motor (GAIKINDO 2021).

3.2 Variabel Penelitian

Variable yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel masukan yang digunakan pada metode *Backpropagation Neural Network*. Terdapat 12 variabel bebas dalam penelitian ini yaitu jumlah penjualan Toyota Avanza pada bulan pertama (X_1) hingga bulan ke-duabelas (X_{12})

2. Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel keluaran dari hasil perhitungan menggunakan metode *Backpropagation Neural Network*. Terdapat 1 variabel terikat dalam penelitian ini yaitu nilai jumlah penjualan Toyota Avanza pada bulan berikutnya (Y).

3.3 Tahap Penelitian

Berikut algoritma penelitian:

1. Mendapatkan data penjualan mobil sejak Januari 2010 hingga Oktober 2021

Menggunakan data jumlah penjualan pada bulan sebelumnya untuk memprediksi jumlah penjualan pada bulan selanjutnya.

2. Melakukan normalisasi data

Menormalisasikan data dengan menggunakan metode *min-max* sehingga data bersifat konsisten dengan nilai range $[0,1]$ dengan menggunakan persamaan (2.1).

3. Membagi Data

Membagi data menjadi dua, yaitu data latih dan data uji. Data latih terdiri atas 75%, sedangkan data uji terdiri atas 25%.

4. Pelatihan (pengenalan pola)

Melatih data untuk mendapatkan model dengan melakukan tiga pelatihan, yaitu model arsitektur, *learning rate* dan momentum. Melakukan pelatihan beberapa kali untuk mendapatkan model yang terbaik. Berikut *flowchart* proses pelatihan:

Langkah-langkah pelatihan yaitu:

- a. Menginisialisasi bobot dan parameter diantaranya yaitu *learning rate*, momentum, iterasi maksimal, MSE dan jumlah unit tersembunyi.
- b. Menggunakan nilai bobot dapat dihitung nilai masukannya menggunakan persamaan (2.7). Langkah selanjutnya yakni menghitung nilai keluaran menggunakan persamaan (2.8) dengan fungsi aktivasi pada persamaan (2.4).

- c. Menghitung nilai masukan pada setiap keluaran dari unit tersembunyi menggunakan persamaan (2.7). Langkah selanjutnya yakni menghitung nilai keluaran menggunakan persamaan (2.8) dengan fungsi aktivasi yang digunakan adalah fungsi *sigmoid biner* (2.3).
- d. Selanjutnya menghitung nilai MSE menggunakan persamaan (2.20).
- e. Menentukan apakah nilai MSE yang diperoleh kurang atau sama dengan nilai MSE target, jika nilai MSE masih lebih dari target maka proses akan berhenti.

Namun, jika tidak akan dilakukan langkah berikut:

- a. Menghitung nilai kesalahan dari keluaran di unit keluaran menggunakan persamaan (2.11).
- b. Menghitung koreksi bobot dan bias untuk mendapatkan bobot dan bias baru dari unit tersembunyi ke unit keluaran dengan menggunakan persamaan (2.12) dan (2.13)
- c. Menghitung nilai kesalahan dari keluaran di unit tersembunyi menggunakan persamaan (2.15).
- d. Menghitung koreksi bobot dan bias untuk menghitung bobot dan bias baru dari unit masukan ke unit tersembunyi dengan menggunakan persamaan (2.16) dan (2.17)
- e. Menghitung nilai bobot dan bias yang baru ke dari unit tersembunyi ke unit keluaran menggunakan persamaan (2.18)
- f. Menghitung nilai bobot dan bias yang baru ke dari unit masukan ke unit tersembunyi menggunakan persamaan (2.19)

g. Berikutnya dapat melakukan langkah yang sama dari tahap menghitung nilai masukan dan dengan menggunakan bobot baru.

5. Melakukan pengujian (uji validasi data untuk mengetahui nilai eror)

Langkah-langkah pengujian yakni:

a. Dengan menggunakan nilai bobot hasil pelatihan, dapat dihitung nilai masukannya menggunakan persamaan (2.7). Langkah selanjutnya yakni menghitung nilai keluaran unit tersembunyi menggunakan persamaan (2.8) dengan fungsi aktivasi yang digunakan adalah fungsi *sigmoid bipolar* (2.4).

b. Pada setiap unit keluaran akan dihitung nilai masukannya menggunakan persamaan (2.9). Langkah selanjutnya yakni menghitung nilai keluaran dari unit keluaran menggunakan persamaan (2.10) dengan fungsi aktivasi yang digunakan adalah fungsi *sigmoid biner* (2.3).

c. Menghitung nilai MSE menggunakan persamaan (2.10).

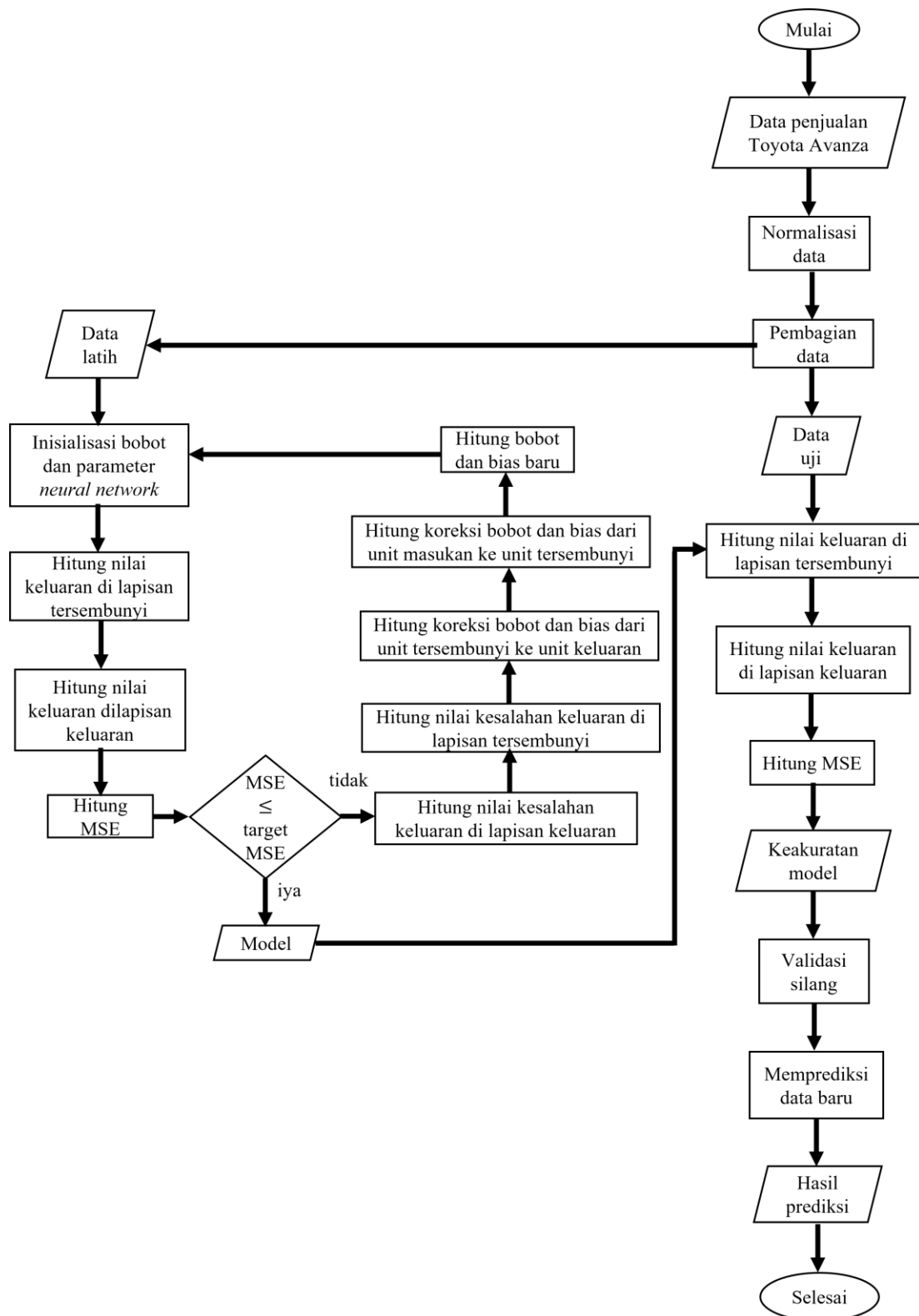
6. Validasi dengan *cross validation*

Langkah ini untuk melihat besar tingkat ketepatan jaringan dalam memprediksi jumlah penjualan kedepannya. Pada Langkah ini juga digunakan validasi silang, yaitu prosedur pengambilan sampel ulang untuk mengevaluasi model pembelajaran. Pada penelitian ini menggunakan *4-fold cross validation*.

7. Melakukan denormalisasi

Proses ini merupakan proses pengembalian nilai yang telah ternormalisasikan ke nilai yang sebenarnya. Menormalisasikan data menggunakan persamaan (2.2).

8. Melakukan prediksi terhadap data baru.



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

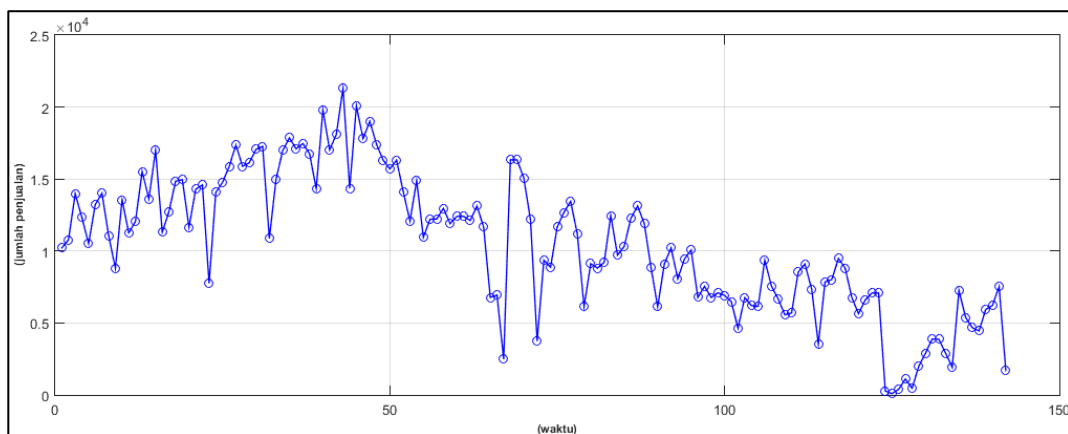
BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Model *Backpropagation Neural Network*

4.1.1 Data

Penelitian ini menggunakan data penjualan Toyota Avanza setiap bulan yang bersumber dari Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia dan Toyota Astra Motor sejak Januari 2010 hingga Oktober 2021. Berikut tren dari data penjualan Toyota Avanza setiap bulan yang dapat dilihat pada Lampiran 1:



Gambar 4.1 Tren Penjualan Avanza Januari 2010-Oktober 2021

4.1.2 Normalisasi Data

Data dinormalisasi dengan menggunakan metode *min-max* sehingga data bersifat konsisten dengan nilai rentang $[0,1]$. Data dinormalisasikan menggunakan persamaan (2.1). Hasil normalisasi dapat dilihat pada Lampiran 2.

4.1.3 Pembagian Data Latih dan Uji

Data dibagi menjadi data latih dan data uji. Data latih terdiri atas 75% dan data uji terdiri atas 25%. Data latih dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Data Latih

No.	Masukan	Target
1	Januari 2010 - Desember 2010	Januari 2011
2	Februari 2010 - Januari 2011	Februari 2011
3	Maret 2010 - Februari 2011	Maret 2011
4	April 2010 - Maret 2011	April 2011
5	Mei 2010 - April 2011	Mei 2011
⋮	⋮	⋮
97	Januari 2018 – Desember 2018	Januari 2019

Data uji dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.2 Data Uji

No.	Masukan	Target
1	Februari 2018 - Januari 2019	Februari 2019
2	Maret 2018 - Februari 2019	Maret 2019
3	April 2018 – Maret 2019	April 2019
4	Mei 2018 – April 2019	Mei 2019
5	Juni 2018 – Mei 2019	Juni 2019
⋮	⋮	⋮
33	Oktober 2020 - September 2021	Oktober 2021

4.1.4 Pelatihan

Pelatihan dilakukan dengan menggunakan program pada Lampiran 3. Berikut langkah pelatihan dengan menggunakan algoritma *backpropagation neural network*:

1. Inisialisasi bobot awal dan parameter

Inisialisasi bobot, bias, *learning rate*, target MSE, momentum, fungsi aktivasi, jumlah unit tersembunyi dan banyaknya maksimal iterasi yang dilakukan pada tahap ini. Penggunaan bobot dan bias dilakukan secara random, yakni bilangan acak kecil.

Learning rate yang digunakan pada pelatihan ini adalah 0,1-0,9 dengan momentum 0-0,9 dan target eror 0,001. Ditetapkan fungsi aktivasi yang digunakan pada penelitian ini adalah fungsi aktivasi *sigmoid bipolar* dan *sigmoid biner* dengan banyaknya maksimal iterasi 90000. Arsitektur yang akan dilatih adalah 12-11-1, 12-12-1, 12-13-1, 12-14-1, 12-15-1 dan 12-17-1.

Selanjutnya akan dijelaskan proses perhitungan manual untuk iterasi pertama prediksi jumlah penjualan pada Januari 2011. Perhitungan ini sebagai gambaran untuk menunjukkan dan memberi pemahaman bagaimana proses perhitungan prediksi menggunakan *Backpropagation Neural Network*. Pada perhitungan manual ini akan digunakan nilai *learning rate* 0,1, momentum 0 dan jumlah unit tersembunyi 12. Berikut nilai bobot lapisan masukan ke lapisan tersembunyi:

Tabel 4.3 Bobot Lapisan Masukan ke Lapisan Tersembunyi

Bobot	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5		Z12
V1	-0,7931	1,7359	1,036	0,658	0,8418		-1,4546
V2	-0,9083	0,5312	1,0039	-1,5225	1,4183	...	0,6859
V3	1,3196	1,4213	-0,3939	-0,8459	0,7023		-0,1777
V4	-1,0779	0,2968	0,4569	-1,7371	1,7938		-1,7192
V5	0,4274	1,3936	1,0131	1,4871	-0,7918		1,2569
			⋮			⋮	
V12	1,0973	-0,9585	1,0072	1,2658	1,3414		1,2969

Berikut nilai bias lapisan masukan ke lapisan tersembunyi:

Tabel 4.4 Bias Lapisan Masukan ke Lapisan Tersembunyi

Bias	Vj	Bias	Vj
Z1	-0,7426	Z7	4,5965
Z2	-0,3201	Z8	-3,4913
Z3	-1,3956	Z9	2,0196
Z4	3,0524	Z10	-0,898
Z5	-3,9039	Z11	1,2881
Z6	-3,4232	Z12	-3,3948

Berikut nilai bobot lapisan tersembunyi ke lapisan keluaran:

Tabel 4.5 Bobot Lapisan Tersembunyi ke Lapisan Keluaran

Bobot	Y	Bobot	Y
W1	0,7945	W7	0,2612
W2	-0,8676	W8	0,1519
W3	0,4589	W9	0,5213
W4	0,2579	W10	-0,8264
W5	0,5709	W11	0,3336
W6	-0,419	W12	0,695

Berikut nilai bias lapisan tersembunyi ke lapisan keluaran:

Tabel 4.6 Bias Lapisan Tersembunyi ke Lapisan Keluaran

Bias	Y
Wj	0

2. Bila test kondisi berhenti bernilai salah (belum mencapai iterasi maksimum atau belum mencapai batas nilai keluaran yang diharapkan), maka:

Feedforward:

- Setiap data masukan akan diteruskan ke lapisan tersembunyi
- Selanjutnya dihitung nilai *signal* masukan menggunakan persamaan (2.7)

$$\begin{aligned}
 z_{in1} &= -0,7426 + (0,4773 * -0,7931) + (0,5039 * -0,9083) + \\
 &\quad (0,6546 * 1,3196) + \dots + (0,5639 * 1,0973) = -0,6828 \\
 z_{in2} &= -0,3201 + (0,4773 * 1,7359) + (0,5039 * 0,5312) + \\
 &\quad (0,6546 * 1,4213) + \dots + (0,5639 * -0,9585) = 0,7291 \\
 z_{in3} &= -1,3956 + (0,4773 * 1,036) + (0,5039 * 1,0039) + \\
 &\quad (0,6546 * -0,3939) + \dots + (0,5639 * 1,0072) = -0,012 \\
 &\quad \vdots \\
 z_{in12} &= -3,3948 + (0,4773 * -1,4546) + (0,5039 * 0,6859) + \\
 &\quad (0,6546 * -0,1777) + \dots + (0,5639 * 1,2969) = -2,1973
 \end{aligned}$$

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan z_{inj}

Hasil perhitungan z_{inj}			
z_{in1}	-0,6828	z_{in7}	1,5018
z_{in2}	0,72912	z_{in8}	-4,7053
z_{in3}	-0,012	z_{in9}	3,07876
z_{in4}	3,47345	z_{in10}	1,7571
z_{in5}	-0,161	z_{in11}	2,04165
z_{in6}	-2,6369	z_{in12}	-2,1973

Selanjutnya, dihitung nilai keluaran dari lapisan tersembunyi dengan menggunakan persamaan (2.8).

$$z_1 = \frac{1}{1+e^{-(-0,6828)}} = -0,3287$$

$$z_2 = \frac{1}{1+e^{-(0,72912)}} = 0,34922$$

$$z_3 = \frac{1}{1+e^{-(-0,012)}} = -0,006$$

$$\vdots$$

$$z_{12} = \frac{1}{1+e^{-(-2,1973)}} = -0,8$$

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan z_j

Hasil perhitungan z_j			
z_1	-0,3287	z_7	0,63568
z_2	0,34922	z_8	-0,9821
z_3	-0,006	z_9	0,91202
z_4	0,93985	z_{10}	0,70569
z_5	-0,0803	z_{11}	0,7702
z_6	-0,8664	z_{12}	-0,8

c. Berikutnya dihitung nilai *signal* masukan menggunakan persamaan (2.9)

$$y_{in1} = 0 + (-0,3287 * 0,7945) + (0,34922 * -0,8676) + (-0,006 * 0,4589) + \dots + (-0,8 * 0,695) = -0,3974$$

Kemudian dihitung nilai keluaran dari lapisan keluaran dengan menggunakan persamaan (2.10).

$$y = \frac{1}{1+e^{-(-0,2005)}} = 0,402$$

Proses pelatihan akan berhenti jika nilai MSE yang dihasilkan kurang atau sama dengan nilai MSE target atau nilai maksimum iterasi telah terpenuhi. Jika nilai MSE target atau nilai maksimum iterasi telah terpenuhi maka proses akan berhenti. Namun, jika tidak akan dilakukan langkah berikut

Backpropagation:

- a. Untuk setiap unit keluaran di y , kalikan dengan turunan dari fungsi aktivasi untuk menghitung nilai kesalahan menggunakan persamaan (2.11):

$$\begin{aligned}\delta_1 &= (t_1 - y)f'(y_{in1}) = (t_1 - y)y_1(1 - y) \\ &= (-0,7 - 0,402) * 0,402 * (1 - 0,402) \\ &= 0,0763\end{aligned}$$

Dihitung perubahan bobot untuk memperbarui w_{jk} menggunakan persamaan

(2.12), dimana $\alpha = 0,1$:

$$\begin{aligned}\Delta w_{1,1} &= \alpha \delta_1 * z_1 = 0,1 * 0,0763 * -0,3287 = -0,0025 \\ \Delta w_{1,2} &= \alpha \delta_1 * z_2 = 0,1 * 0,0763 * 0,3492 = 0,0027 \\ \Delta w_{1,3} &= \alpha \delta_1 * z_3 = 0,1 * 0,0763 * -0,006 = -0,0001 \\ &\quad \vdots \\ \Delta w_{1,12} &= \alpha \delta_1 * z_{12} = 0,1 * 0,0763 * -0,8 = -0,0061\end{aligned}$$

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Δw_{jk}

Hasil perhitungan Δw_{jk}			
$\Delta w_{1,1}$	-0,0025	$\Delta w_{1,7}$	0,0048
$\Delta w_{1,2}$	0,0027	$\Delta w_{1,8}$	-0,0075
$\Delta w_{1,3}$	-0,0001	$\Delta w_{1,9}$	0,007

Hasil perhitungan Δw_{jk}			
$\Delta w_{1,4}$	0,0072	$\Delta w_{1,10}$	0,0054
$\Delta w_{1,5}$	-0,0006	$\Delta w_{1,11}$	0,0059
$\Delta w_{1,6}$	-0,0066	$\Delta w_{1,12}$	-0,0061

Dihitung perubahan bias untuk memperbarui w_{0k} menggunakan persamaan (2.13):

$$\Delta w_{1,0} = \alpha \delta_1 * 1 = 0,1 * 0,0763 * 1 = 0,0076$$

b. Untuk setiap unit tersembunyi di z_j , jumlahkan delta input dengan bobot dari lapisan di atasnya (bobot lapisan tersembunyi ke lapisan keluaran) menggunakan persamaan (2.14):

$$\begin{aligned} \delta_{in1} &= 0,0763 * 0,7945 = 0,06058 \\ \delta_{in2} &= 0,0763 * -0,8676 = -0,0662 \\ \delta_{in3} &= 0,0763 * 0,4589 = 0,03499 \\ &\vdots \\ \delta_{in12} &= 0,0763 * 0,695 = 0,05299 \end{aligned}$$

Tabel 4 10 Hasil Perhitungan δ_{inj}

Hasil perhitungan δ_{inj}			
δ_{in1}	0,06058	δ_{in7}	0,01992
δ_{in2}	-0,0662	δ_{in8}	0,01158
δ_{in3}	0,03499	δ_{in9}	0,03975
δ_{in4}	0,01967	δ_{in10}	-0,063
δ_{in5}	0,04353	δ_{in11}	0,02544
δ_{in6}	-0,0319	δ_{in12}	0,05299

Nilai tersebut akan dikalikan dengan turunan dari fungsi aktivasi untuk mendapatkan nilai kesalahan menggunakan persamaan (2.15):

$$\begin{aligned} \delta_1 &= 0,06058 * -0,3287 * (1 - (-0,3287)) = -0,0265 \\ \delta_2 &= -0,0662 * 0,3492 * (1 - 0,3492) = -0,0150 \\ \delta_3 &= 0,03499 * -0,006 * (1 - 0,006) = -0,0002 \end{aligned}$$

$$\delta_{12} = 0,05299 * -0,8 * (1 - (0,8)) = -0,07632$$

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan δ_j

Hasil perhitungan δ_j			
δ_1	-0,02646	δ_7	0,004613
δ_2	-0,01503	δ_8	-0,02255
δ_3	-0,00021	δ_9	0,00319
δ_4	0,001112	δ_{10}	-0,01309
δ_5	-0,00378	δ_{11}	0,004502
δ_6	0,051663	δ_{12}	-0,07632

Dihitung perubahan bobot untuk memperbarui v_{ji} menggunakan persamaan

(2.16):

Untuk x_1

$$\begin{aligned} \Delta v_{1,1} &= \alpha * \delta_1 * x_1 = 0,1 * -0,02646 * 0,4773 = -0,0013 \\ \Delta v_{1,2} &= \alpha * \delta_2 * x_1 = 0,1 * -0,01503 * 0,4773 = -0,0007 \\ \Delta v_{1,3} &= \alpha * \delta_3 * x_1 = 0,1 * -0,00021 * 0,4773 = -0,00001 \\ &\vdots \\ \Delta v_{1,12} &= \alpha * \delta_{12} * x_1 = 0,1 * -0,07632 * 0,4773 = -0,0036 \end{aligned}$$

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Δv_{ji}

	Δv_1	Δv_2	Δv_3	Δv_4	Δv_5		Δv_{12}
X1	-0.0013	-0.0013	-0.0017	-0.0015	-0.0013	...	-0.0015
X2	-0.0007	-0.0008	-0.0010	-0.0009	-0.0007		-0.0008
X3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		0.0000
X4	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001		0.0001
X5	-0.0002	-0.0002	-0.0002	-0.0002	-0.0002		-0.0002
	\vdots					\ddots	
X12	-0.0036	-0.0038	-0.0050	-0.0044	-0.0037		-0.0043

Dihitung perubahan bias untuk memperbarui v_{j0} menggunakan persamaan

(2.17):

$$\begin{aligned}\Delta v_{1,0} &= \alpha \delta_1 * 1 = 0,1 * -0,0264 * 1 = -0,0026 \\ \Delta v_{2,0} &= \alpha \delta_2 * 1 = 0,1 * -0,015 * 1 = -0,0015 \\ \Delta v_{3,0} &= \alpha \delta_3 * 1 = 0,1 * -0,0002 * 1 = -0,00002 \\ &\vdots \\ \Delta v_{12,0} &= \alpha \delta_{12} * 1 = 0,1 * 0,053 * 1 = 0,0053\end{aligned}$$

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Δv_{j0}

Hasil perhitungan nilai Δv_{j0}	
$\Delta v_{1,0}$	-0,0026
$\Delta v_{2,0}$	-0,0015
$\Delta v_{3,0}$	0,0000
$\Delta v_{4,0}$	0,0001
$\Delta v_{5,0}$	-0,0004
$\Delta v_{6,0}$	0,0052
$\Delta v_{7,0}$	0,0005
$\Delta v_{8,0}$	-0,0023
$\Delta v_{9,0}$	0,0003
$\Delta v_{10,0}$	-0,0013
$\Delta v_{11,0}$	0,0005
$\Delta v_{12,0}$	-0,0076

- c. Untuk setiap unit keluaran y memperbarui bias dan bobotnya menggunakan persamaan (2.18):

Tabel 4.14 Bobot dan Bias Baru Lapisan Tersembunyi ke Lapisan Keluaran

Bobot baru	Y	Bobot baru	Y
W1	0,792	W7	0,266
W2	-0,8649	W8	0,1444
W3	0,4589	W9	0,5283
W4	0,2651	W10	-0,821
W5	0,5703	W11	0,3395
W6	-0,4256	W12	0,6889
bias			0,763

Untuk setiap unit tersembunyi z_j memperbarui bias dan bobotnya menggunakan persamaan (2.19):

Tabel 4.15 Bobot dan Bias Baru Lapisan Masukan ke Lapisan Tersembunyi

Bobot baru	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5		Z12
V1	- 0.7944	1.7346	1.0343	0.6565	0.8405	...	- 1.4561
V2	- 0.9090	0.5304	1.0029	- 1.5234	1.4176		0.6851
V3	1.3196	1.4213	- 0.3939	- 0.8459	0.7023		- 0.1777
V4	- 1.0778	0.2969	0.4570	- 1.7370	1.7939		- 1.7191
V5	0.4272	1.3934	1.0129	1.4869	- 0.7920		1.2567
	⋮					⋮	
V12	1.0937	- 0.9623	1.0022	1.2614	1.3377		1.2926
bias	- 0,7452	- 0,3216	- 1,3956	3,0525	- 3,9043		- 3,4024

Selanjutnya dapat dilakukan langkah yang sama. Dimulai dari tahap menghitung nilai masukan dan dengan menggunakan bobot baru.

4.1.5 Membangun Model

Tahap selanjutnya adalah mendapatkan model terbaik dengan melakukan tahap pelatihan dan mengubah banyaknya unit tersembunyi dan *learning rate* untuk mencari unit tersembunyi dan *learning rate* yang dapat menghasilkan nilai eror terkecil. Semakin sedikit jumlah iterasi yang diperlukan maka semakin baik. Pola yang diuji pada tahap ini adalah 12-11-1, 12-12-1, 12-13-1, 12-14-1, 12-15-1 dan 12-17-1. Sedangkan nilai *learning rate* yang diuji adalah 0,1-0,9 dengan kelipatan 0,1. Diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4.16 Nilai Iterasi, MSE Pelatihan dan Pengujian Berdasarkan Pola dan *Learning Rate*

Pola	Learning rate	Iterasi	MSE Pelatihan
12-11-1	0,1	71251	0,00099968
	0,2	71120	0,00099989
	0,3	71237	0,00099909
	0,4	71177	0,00099981
	0,5	71089	0,00099961
	0,6	71202	0,00099957
	0,7	71047	0,0009996
	0,8	71079	0,00099976
	0,9	71120	0,00099909
12-12-1	0,1	72964	0,00099997
	0,2	73101	0,00099998
	0,3	72042	0,00099965
	0,4	72406	0,00099975
	0,5	72344	0,00099979
	0,6	72002	0,00099942
	0,7	72181	0,00099936
	0,8	72264	0,00099981
	0,9	72490	0,00099949
12-13-1	0,1	58843	0,00099917
	0,2	58957	0,00099982
	0,3	59044	0,00099992
	0,4	59186	0,00099977
	0,5	59315	0,000999
	0,6	59454	0,00099944
	0,7	59612	0,00099977
	0,8	59717	0,0009999
	0,9	59937	0,00099975
12-14-1	0,1	77701	0,00099956
	0,2	82193	0,00099983
	0,3	73617	0,00099938
	0,4	75015	0,00099955
	0,5	88194	0,00099996
	0,6	89148	0,00099961
	0,7	88999	0,00099948
	0,8	89036	0,0009999
	0,9	89321	0,00099919
12-15-1	0,1	43875	0,00099943
	0,2	43839	0,00099939

Pola	Learning rate	Iterasi	MSE Pelatihan
	0,3	43820	0,00099997
	0,4	43853	0,00099997
	0,5	43860	0,00099993
	0,6	43884	0,00099988
	0,7	43920	0,00099951
	0,8	43956	0,00099999
	0,9	43974	0,00099999
12-17-1	0,1	50823	0,00099949
	0,2	50620	0,00099978
	0,3	50536	0,00099957
	0,4	50340	0,00099962
	0,5	50292	0,00099998
	0,6	50374	0,00099991
	0,7	50205	0,00099936
	0,8	50110	0,00099962
	0,9	50157	0,00099979

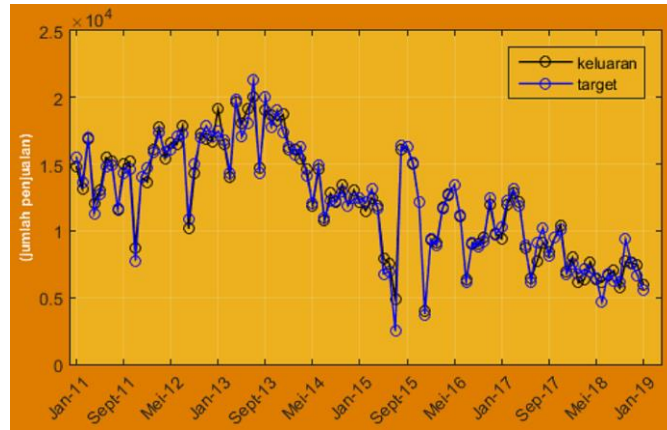
Diperoleh pola dan nilai *learning rate* dengan nilai MSE terkecil, yaitu 12-13-1 dan 0,5 dengan MSE pelatihan 0,000999. Selanjutnya akan dicari nilai momentum yang dapat menghasilkan nilai MSE terkecil. Nilai momentum yang diuji adalah 0-0,9 dengan kelipatan 0,1. Diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4.17 Nilai Iterasi, MSE Pelatihan dan Pengujian Berdasarkan Momentum

Momentum	Iterasi	MSE Pelatihan
0	59315	0.000999
0,1	49219	0,00099964
0,2	42806	0,00099999
0,3	38895	0,00099962
0,4	38235	0,00099996
0,5	33698	0,00099997
0,6	33160	0,00099954
0,7	32154	0,00099996
0,8	31797	0,00099984
0,9	28349	0,00099985

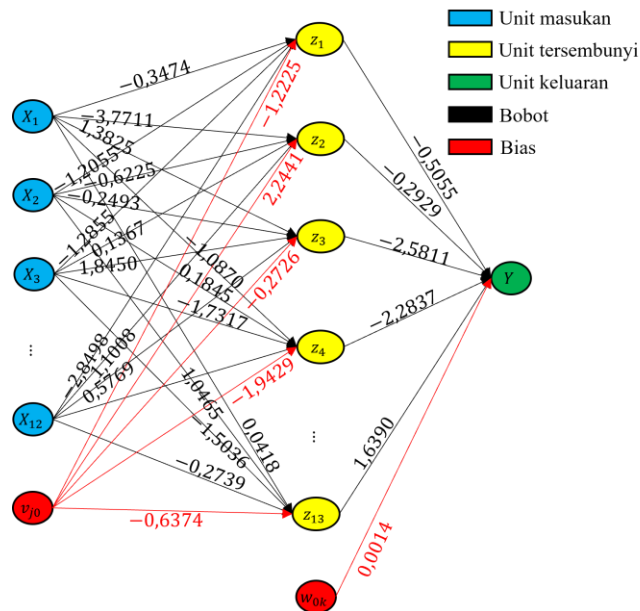
Diperoleh momentum dengan MSE terkecil yaitu 0 dengan MSE pelatihan 0,000999.

Berikut ini grafik keluaran dari pelatihan dan target pelatihan:



Gambar 4.2 Grafik Hasil Pelatihan

Berdasarkan pelatihan diatas, maka model yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah model *neural network* dengan 13 unit tersembunyi serta nilai *learning rate* dan momentum yang digunakan adalah 0,5 dan 0. Berikut gambar arsitektur *neural network* yang akan digunakan:



Gambar 4.3 Arsitektur *Neural Network*

Gambar tersebut merupakan arsitektur *neural network* dimana hasil nilai bobot akhir pada Lampiran 4 masing-masing neuron dituliskan dengan warna hitam dan nilai bias akhir dituliskan dengan warna merah. Sehingga apabila diinterpretasikan berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan maka dapat dituliskan sebagai berikut:

$$z_j = f \left(\sum_{i=1}^{12} v_{ij} x_i + v_{0j} \right)$$

$$z_{j1} = f \left((-0,3474) * x_1 + (-1,2055) * x_2 + (-1,2855) * x_3 \dots + (-2,8498) * x_{12} + (-0,6374) \right)$$

z_{j1} merupakan nilai keluaran unit tersembunyi yang pertama. Keluaran ini telah dihitung menggunakan fungsi aktivasi dengan bobot v_{ij} dan bias v_{0j} . Bobot memiliki nilai positif dan negatif, dimana pada bobot yang bernilai positif terdapat hubungan positif antara bobot dan nilai Z yang dapat menaikkan nilai Z . Sedangkan bobot yang bernilai negatif berarti terdapat hubungan negatif antara bobot dan nilai Z yang dapat menurunkan nilai Z . Berikut model matematis *neural network* yang didapatkan:

$$y = f \left(\sum_{j=1}^{13} z_j w_{jk} + w_{j0} \right)$$

$$y = f \left((-0,5055) * z_1 + (-0,2929) * z_2 + (-2,5811) * z_3 + (-2,2837) * z_4 + \dots + (-1,6390) * z_{13} + 0,0014 \right)$$

y merupakan nilai keluaran di lapisan keluaran, artinya setelah diaktifkan dengan fungsi aktivasi y merupakan hasil prediksi pada bulan berikutnya. w_{jk} dan w_{0k} merupakan bobot dan bias antara lapisan sembunyi dan lapisan keluaran.

Dengan demikian, berikut rincian struktur *backpropagation neural network* yang akan digunakan dalam penelitian ini:

Tabel 4.18 Struktur Backpropagation Neural Network

Karakteristik	Spesifikasi	Karakteristik	Spesifikasi
Arsitektur	12-13-1	<i>MSE goal</i>	0,001
Unit masukan	12	<i>Learning rate</i>	0,1
Unit tersembunyi	13	Data latih 75%	97
Unit keluaran	1	Data uji 25%	33
Fungsi aktivasi	lapisan input ke lapisan tersembunyi menggunakan fungsi aktivasi tansig (<i>sigmoid bipolar</i>), lapisan tersembunyi ke output menggunakan fungsi aktivasi logsig (<i>sigmoid biner</i>).	Jumlah iterasi maksimum	90000
Momentum	0		

4.1.6 Pengujian

Selanjutnya dengan menggunakan model diatas, dilakukan proses pengujian. Pengujian dilakukan dengan menggunakan tahap *feedforward* dengan menggunakan program pada Lampiran 5. Pada tahap ini akan didapatkan nilai eror hasil pengujian.

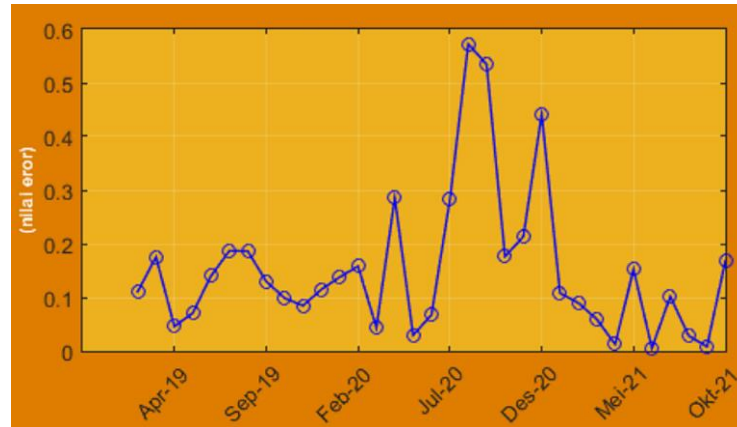
Tabel 4.19 Hasil Pengujian Data

No,	Bulan	Keluaran Pengujian	Target	Eror
1	Feb 2019	0,153988	0,26428	0,110294
2	Mar 2019	0,223416	0,39852	0,175104
3	Apr 2019	0,378582	0,4244	0,045815
4	Mei 2019	0,271965	0,34257	0,070607
5	Jun 2019	0,30279	0,16271	0,140083
6	Jul 2019	0,178827	0,36562	0,186793
7	Ags 2019	0,1875	0,37354	0,186039
8	Sept 2019	0,312783	0,44236	0,129572
9	Okt 2019	0,312689	0,41125	0,098557
10	Nov 2019	0,230251	0,31462	0,08437
11	Des 2019	0,376414	0,26183	0,114583

No,	Bulan	Keluaran Pengujian	Target	Eror
12	Jan 2020	0,169165	0,3068	0,137632
13	Feb 2020	0,171569	0,32952	0,024947
14	Mar 2020	0,286388	0,3297	0,001876
15	Apr 2020	0,294306	0,00877	0,081533
16	Mei 2020	0,14885	0,17817	0,000859
17	Jun 2020	0,081872	0,01461	0,004524
18	Jul 2020	0,329845	0,04794	0,079473
19	Ags 2020	0,590168	0,01791	0,327478
20	Sept 2020	0,623775	0,08941	0,285542
21	Okt 2020	0,308164	0,13198	0,031042
22	Nov 2020	0,39211	0,17897	0,045429
23	Des 2020	0,619721	0,17817	0,19497
24	Jan 2021	0,240196	0,13278	0,011539
25	Feb 2021	0,175669	0,08626	0,007995
26	Mar 2021	0,27861	0,33748	0,003466
27	Apr 2021	0,261831	0,24953	0,000151
28	Mei 2021	0,368307	0,21606	0,023178
29	Jun 2021	0,200132	0,20546	2,84E-05
30	Jul 2021	0,173784	0,27559	0,010365
31	Ags 2021	0,260275	0,28851	0,000797
32	Sept 2021	0,35888	0,35068	6,73E-05
33	Okt 2021	0,243873	0,07589	0,02822

Dengan menggunakan persamaan (2.20) dan (2.21), diperoleh nilai MSE pengujian 0,041461 dan nilai MAPE 9,39135%.

Berikut grafik dari nilai eror hasil pengujian:



Gambar 4.4 Grafik Nilai Eror Hasil Pengujian

4.2 Keakuratan Model *Backpropagation Neural Network*

Selanjutnya akan dilakukan validasi silang. Validasi yang digunakan adalah *4-fold cross validation*, diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4.20 *4-Fold Cross Validation*

Validasi silang	MSE pengujian
1-fold	0,058828
2-fold	0,048949
3-fold	0,049101
4-fold	0,041461

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa *4-fold* memiliki nilai MSE terkecil, maka yang akan digunakan adalah *4-fold* dengan nilai MSE 0,041461 dan nilai MAPE 9,39135%. Sehingga model tersebut dapat dikatakan sangat baik.

4.3 Hasil Prediksi

Jumlah penjualan untuk satu tahun kedepan diprediksi dengan tahap *feedforward* menggunakan model terbaik. Prediksi dilakukan dengan menggunakan program pada Lahiran 6. Pada tahap ini juga dihitung selang kepercayaan dari hasil prediksi.

Tabel 4.21 Keluaran Pelatihan

Waktu	X	Y(normalisasi)	Y_p (normalisasi)	$Error^2$ (normalisasi)
Januari 2011	-48	0,72718703	0,69259	0,034597
Februari 2011	-47	0,63805618	0,615479	0,022577
Maret 2011	-46	0,7966629	0,793316	0,003347
Aprill 2011	-45	0,52903469	0,56514	0,036105
Mei 2011	-44	0,59587104	0,61086	0,014989
Juni 2011	-43	0,69574849	0,725773	0,030025
Juli 2011	-42	0,70060332	0,710973	0,01037
Agustus 2011	-41	0,54506033	0,541384	0,003676
Septemberr 2011	-40	0,66954186	0,701499	0,031957
Oktober 2011	-39	0,68344646	0,710219	0,026772
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Januari 2019	48	0,25801282	0,277432	0,019419
Jumlah	0			2,329563

Tabel 4.22 Keluaran Prediksi

Waktu	X	Y_p (normalisasi)
November 2021	82	0,342572
Desember 2021	83	0,173643
Januari 2022	84	0,201735
Februari 2022	85	0,186086
Maret 2022	86	0,065469
April 2022	87	0,195984
Mei 2022	88	0,131033
Juni 2022	89	0,412802
Juli 2022	90	0,184578
Agustus 2022	91	0,413886
September 2022	92	0,263103
Oktober 2022	93	0,101197

Batas bawah dan batas atas dihitung menggunakan persamaan (2.21) dengan

$$t_{\alpha/2} = t_{0,05/2} = 1,96:$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum error^2}{m-2}} = \sqrt{\frac{2,329563}{95}} = 0,024522$$

$$\text{Batas bawah} = 0,342572 - 1,96(0,024522) \sqrt{1 + \frac{1}{97} + \frac{(82-0)^2}{76048}} = 0,276961$$

$$\text{Batas atas} = 0,342572 + 1,96(0,024522) \sqrt{1 + \frac{1}{97} + \frac{(82-0)^2}{76048}} = 0,408183$$

Setelah diperoleh batas atas dan batas bawah dalam bentuk normalisasi, selanjutnya akan dilakukan proses denormalisasi menggunakan persamaan (2.2):

$$\text{Batas bawah} = 0,276961(21307 - 91) + 91 = 5967$$

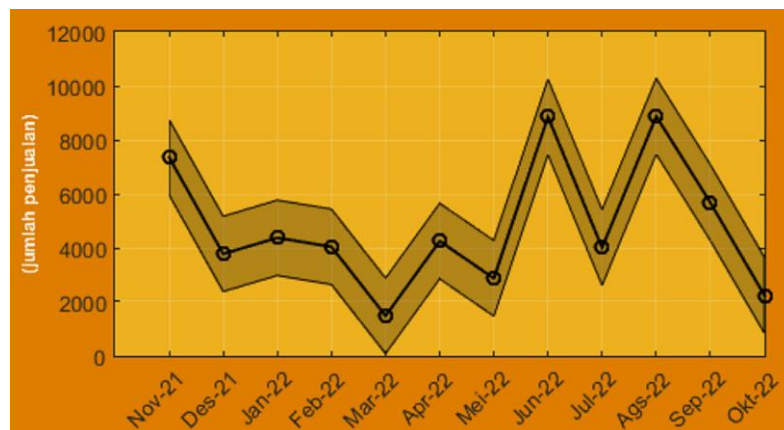
$$\text{Batas atas} = 0,408183(21307 - 91) + 91 = 8751$$

Proses perhitungan selang kepercayaan tersebut dilakukan hingga 12 bulan kedepan, diperoleh hasil berikut:

Tabel 4.23 Hasil Prediksi dan Selang Kepercayaan

Bulan	Hasil Prediksi	Batas Bawah	Batas Atas
November 2021	7359	5967	8751
Desember 2021	3775	2381	5168
Januari 2022	4371	2976	5766
Februari 2022	4039	2643	5436
Maret 2022	1480	82	2878
April 2022	4249	2849	5648
Mei 2022	2871	1470	4271
Juni 2022	8849	7447	10251
Juli 2022	4007	2604	5411
Agustus 2022	8872	7467	10277
September 2022	5673	4267	7080
Oktober 2022	2238	830	3646
Rata-rata		3415	6215

Dari tabel tersebut dapat diketahui prediksi pada bulan November 2021 adalah 7359, dengan batas bawahnya 5967 dan batas atasnya 8751. Artinya dengan tingkat keyakinan 95% jumlah penjualan pada bulan November 2021 tidak akan kurang dari 5967 dan tidak akan lebih dari 8751, begitu seterusnya untuk bulan selanjutnya. Berikut grafik interval prediksi penjualan selama 12 bulan kedepan:



Gambar 4.5 Grafik Interval Prediksi

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari uraian yang telah dibahas pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan:

1. Model terbaik dari metode *backpropagation neural network* untuk memprediksi jumlah penjualan Toyota Avanza adalah model dengan 13 unit tersembunyi serta nilai *learning rate* 0,5 dan momentum 0.
2. Model *backpropagation neural network* yang digunakan memiliki keakuratan dengan nilai MAPE 9,39135%, sehingga model tersebut dapat dikatakan sangat baik.
3. Rata-rata hasil prediksi dari penjualan Toyota Avanza selama 12 bulan kedepan tidak akan lebih dari 6215 dan tidak akan kurang dari 3415.

5.2 Saran

Pada penelitian ini, untuk mencapai target MSE, diperlukan iterasi yang banyak. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat menemukan model yang memiliki jumlah iterasi yang lebih sedikit.

DAFTAR PUSTAKA

- Admiyanto, Wahyu Murti Nugroho. 2017. Decision Rules Pada Status Tingkat Kesejahteraan Angkatan Kerja Di Kabupaten Sleman Tahun 2015 Dengan Metode If-Then Dari Rough Set Theory. Universitas Islam Indonesia.
- Alquran, Lajnah Pentashihan Mushaf. 2021. "Qur'an Kemenag in Microsoft Word." *Kementrian Agama RI*.
<https://lajnah.kemenag.go.id/unduh/category/1-qkiw> (February 25, 2021).
- Berry, M.J.A., and Linoff G.S. 2004. *Data Mining Technique for Marketing, Sales, Customer Relationship Management*. ed. Second Edition. Canada: Wiley Publishing, Inc.
- GAIKINDO. 2021. Indonesian Automobile Industry Data.
<https://www.gaikindo.or.id/indonesian-automobile-industry-data/> (November 26, 2021).
- Helmiyah, Siti, and Shofwatul 'Uyun. 2017. Perbandingan Kinerja Jaringan Syaraf Tiruan Dan Fuzzy Inference System Untuk Prediksi Prestasi Peserta Didik. *Jatiti* 4: 20–34.
- Herdianto. 2013. Prediksi Kerusakan Motor Induksi Menggunakan Tesis Oleh Herdianto Fakultas Teknik. (Tesis). *Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Medan*.
- Larose, Daniel T., and Chantal D. Larose. 2014. Discovering Knowledge in Data *Discovering Knowledge in Data : In Introduction to Data Mining*. Second edi. Canada: John Wiley & Sons.
- Montgomery, D. C., C. L. Jennings, and M. Kulahci. 2008. *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*. New York: Wiley.
- Satria, Budy. 2018. Prediksi Volume Penggunaan Air PDAM Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)* 2(3): 674–84.
- Siang, J. J. 2009. *Jaringan Syaraf Tiruan Dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: ANDI.
- Siregar, Sandy Putra, and Anjar Wanto. 2017. Analysis Accuracy of Artificial Neural Network Using Backpropagation Algorithm In Predicting Process (Forecasting). *International Journal Of Information System & Technology* 1: 34–42.

Yanto, M., L. Mayola, and M. Hafizh. 2018. Neural Network Backpropagation Identifikasi Pola Harga Saham Jakarta Islamic Index (JII). *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)* 4: 90–94.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penjualan Avanza Januari 2010 - September 2021

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Jan	10.218	15.519	14.762	17.471	16.310	12.411	9.370	10.315	7.543	5.565	6.600	2.908
Feb	10.781	13.628	15.872	16.760	15.707	12.113	8.872	12.274	6.773	5.698	7.082	1.921
Mar	13.979	16.993	17.364	14.333	16.314	13.120	11.667	13.124	7.097	8.546	7.086	7.251
Apr	12.333	11.315	15.882	19.798	14.114	11.686	12.682	11.906	6.917	9.095	277	5.385
Mei	10.507	12.733	16.137	17.033	12.082	6.778	13.451	8.865	6.477	7.359	91	4.675
Jun	13.236	14.852	17.061	18.094	14.892	6.945	11.179	6.131	4.648	3.543	401	4.450
Jul	14.009	14.955	17.264	21.307	10.948	2.479	6.124	9.100	6.766	7.848	1.108	5.938
Ags	11.063	11.655	10.875	14.355	12.208	16.344	9.122	10.212	6.210	8.016	471	6.212
Sep	8.802	14.296	14.989	20.066	12.226	16.332	8.812	8.083	6.151	9.476	1.988	7.531
Okt	13.547	14.591	16.983	17.809	12.961	15.079	9.206	9.449	9.358	8.816	2.891	1.701
Nov	11.269	7.760	17.860	19.013	11.900	12.180	12.451	10.070	7.553	6.766	3.888	
Des	12.055	14.070	17.097	17.419	12.408	3.738	9.713	6.782	6.674	5.646	3.871	

Lampiran 2. Data Hasil Normalisasi

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Jan	0.47733	0.72719	0.69151	0.81919	0.76447	0.58069	0.43736	0.4819	0.35124	0.25801	0.3068	0.13278
Feb	0.50387	0.63806	0.74383	0.78568	0.73605	0.56665	0.41389	0.57424	0.31495	0.26428	0.32952	0.08626
Mar	0.6546	0.79666	0.81415	0.67129	0.76466	0.61411	0.54563	0.6143	0.33022	0.39852	0.3297	0.33748
Apr	0.57702	0.52903	0.7443	0.92887	0.66096	0.54652	0.59347	0.55689	0.32174	0.4244	0.00877	0.24953
Mei	0.49095	0.59587	0.75632	0.79855	0.56519	0.31519	0.62971	0.41356	0.301	0.34257	0	0.21606
Jun	0.61958	0.69575	0.79987	0.84856	0.69763	0.32306	0.52262	0.28469	0.21479	0.16271	0.01461	0.20546
Jul	0.65601	0.7006	0.80944	1	0.51174	0.11256	0.28436	0.42463	0.31462	0.36562	0.04794	0.27559
Ags	0.51716	0.54506	0.5083	0.67232	0.57113	0.76607	0.42567	0.47705	0.28841	0.37354	0.01791	0.28851
Sep	0.41059	0.66954	0.70221	0.94151	0.57197	0.76551	0.41106	0.3767	0.28563	0.44235	0.08941	0.35068
Okt	0.63424	0.68345	0.79619	0.83512	0.60662	0.70645	0.42963	0.44108	0.43679	0.41125	0.13198	0.07589
Nov	0.52687	0.36147	0.83753	0.89187	0.55661	0.56981	0.58258	0.47035	0.35172	0.31462	0.17897	
Des	0.56391	0.65889	0.80156	0.81674	0.58055	0.1719	0.45353	0.31538	0.31028	0.26183	0.17817	

Lampiran 3. Script Pelatihan

```
%memanggil
data_asli=handles.data_asli;
%min max data asli
min_data=min(data_asli);
max_data=max(data_asli);
```

```
%normalisasi data asli
[m,n]=size(data_asli);
data_norm=zeros(m,n);
for x=1:m
```



```

for y=1:n
    data_norm(x,y)=(data_asli(x,y)-min_data)/(max_data-
min_data);
    end
end

bulan_latih=str2num(get(handles.tag_baris,'String'));
jumlah_bulan=str2num(get(handles.tag_kolom,'String'));
jumlah_neuron1=str2num(get(handles.tag_hidden,'String'));
epoch=str2num(get(handles.tag_epoch,'String'));
goal_mse=str2num(get(handles.tag_goal,'String'));
learning_rate=str2num(get(handles.tag_lr,'String'));
momentum=str2num(get(handles.tag_momentum,'String'));
%data latih normalisasi
data_latih_norm=zeros(bulan_latih,jumlah_bulan);

%menyusun data latih
for m=1:bulan_latih
    for n=1:jumlah_bulan
        data_latih_norm(m,n)=data_norm(m+n-1);
    end
end

%target latih
target_latih_norm=zeros(bulan_latih,1);
for m=1:bulan_latih
    target_latih_norm(m)=data_norm(jumlah_bulan+m);
end

%transpose data latih dan target latih
data_latih_norm=data_latih_norm';
target_latih_norm=target_latih_norm';
p=length(target_latih_norm);

%parameter jst
fungsi_aktivasi1='tansig';
fungsi_aktivasi2='logsig';
fungsi_pelatihan='traingdx';

%membangun arsitektur BPNN
jaringan=newff(minmax(data_latih_norm),[jumlah_neuron1 1], ...
    {fungsi_aktivasi1,fungsi_aktivasi2},fungsi_pelatihan);
jaringan=init(jaringan);
bobot_hidden=xlsread('bobot_hidden.xlsx');
bobot_output=xlsread('bobot_output.xlsx');
bias_hidden=xlsread('bias_hidden.xlsx');

jaringan.IW{1,1}=bobot_hidden(1:jumlah_neuron1,1:12);
jaringan.b{1,1}= bias_hidden(1:jumlah_neuron1,1);
jaringan.LW{2,1} = bobot_output(1,1:jumlah_neuron1);
jaringan.b{2,1} =-1.4272;

jaringan.performFcn='mse';
jaringan.trainparam.epochs=epoch;
jaringan.trainparam.goal=goal_mse;
jaringan.trainparam.lr=learning_rate;
jaringan.trainparam.mc=momentum;

```


Lampiran 5. Script Pengujian

```
data_asli=handles.data_asli;
min_data=handles.min_data;
max_data=handles.max_data;
data_norm=handles.data_norm;
bulan_latih=handles.bulan_latih;
jumlah_bulan=handles.jumlah_bulan;
jaringan=handles.jaringan;
s=handles.s;
panjang_latih=handles.panjang_latih;

%menyiapkan data uji normal
bulan_uji=str2num(get(handles.banyak_uji,'String'));
data_uji_norm=zeros(bulan_uji,jumlah_bulan);

%menyusun data uji normal
for m=1:bulan_uji
    for n=1:jumlah_bulan
        data_uji_norm(m,n)=data_norm(m+n-1+bulan_latih);
    end
end

%menyiapkan target uji
target_uji_norm=zeros(bulan_uji,1);
for m=1:bulan_uji
    target_uji_norm(m)=data_norm(jumlah_bulan+m+bulan_latih);
end

%transpose
data_uji_norm=data_uji_norm';
target_uji_norm=target_uji_norm';
q=length(target_uji_norm);

%hasil pengujian
hasil_uji_norm=sim(jaringan,data_uji_norm);

%denormalisasi hasil uji
hasil_uji_asli=round(hasil_uji_norm*(max_data-min_data)+min_data);

%membaca target
target_uji_asli=data_asli(jumlah_bulan+1+bulan_latih:...
    jumlah_bulan+bulan_uji+bulan_latih);
hasil=[hasil_uji_asli' target_uji_asli]
set(handles.ui_uji,'Data',hasil);

%mse
nilai_error=hasil_uji_norm-target_uji_norm;
error_MSE=(1/q)*sum(nilai_error.^2);
r=sqrt(error_MSE);
```

Lampiran 6. Script Prediksi

```
%menyiapkan data prediksi normalisasi
data_prediksi_norm=hasil_uji_norm(end-11:end);

%transpose data prediksi
data_prediksi_norm=data_prediksi_norm';

%melakukan prediksi
hasil_prediksi_norm=sim(jaringan,data_prediksi_norm);

for n=1:11
    data_prediksi_norm=[data_prediksi_norm(end-
10:end);hasil_prediksi_norm(end)];

hasil_prediksi_norm=[hasil_prediksi_norm,sim(jaringan,data_prediks
i_norm)];
end

%denormalisasi hasil prediksi
hasil_prediksi_asli=round(hasil_prediksi_norm*(max_data-
min_data)+min_data);
```

RIWAYAT HIDUP



Nur Fatin Mufinnun, biasa dipanggil Mufin, merupakan putri kedua dari Bapak Moh. Fatoni dan Ibu Tutik Mas'udah. Ia dilahirkan di Jombang pada 25 Februari 1999.

Penulis menempuh Pendidikan mulai dari RA Al-Ittihad dan lulus pada tahun 2005, setelah itu menempuh Pendidikan dasar di MI Al-Ittihad dan lulus pada tahun 2011.

Selanjutnya menempuh jenjang menengah pertama di MTs. Miftahul Ulum dan lulus pada 2014, kemudian menempuh menengah atas di MA Salafiyah Syafi'iyah dan lulus pada 2017. Pada tahun yang sama, ia menempuh kuliah di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang pada Program Studi Matematika.

Selama menjadi mahasiswa, penulis berperan aktif dalam kemampuan akademiknya dengan menjadi asisten laboratorium selama 1 semester, anggota divisi materi di MEC dan anggota tim pengembangan *softskill* di SeMatA. Selain dibidang akademik penulis juga aktif di organisasi intra kampus, yakni dengan menjadi anggota divisi kematematikaan di HMJ Matematika UIN Malang pada tahun 2018-2019. Selain aktif di organisasi intra kampus, penulis juga aktif di organisasi ekstra kampus dengan menjadi bendahara PKPT IPPNU UIN Malang selama 2 periode 2019-2021.



KEMENTERIAN RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang Telp/Fax.(0341)558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Nur Fatin Mufinnun
NIM : 17610022
Fakultas/ Program Studi : Sains dan Teknologi/ Matematika
Judul Skripsi : Implementasi *Backpropagation Neural Network* pada
Prediksi Jumlah Penjualan Toyota Avanza di
Indonesia
Pembimbing I : Dr. Hairur Rahman, M.Si
Pembimbing II : Mohammad Nafie Jauhari, M.Si

No.	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	10 Maret 2021	Konsultasi Bab I dan Bab II	1.
2.	25 Maret 2021	Konsultasi Agama Bab I	2.
3.	03 April 2021	Revisi Bab I dan Bab II	3.
4.	15 April 2021	Konsultasi Agama Bab II	4.
5.	28 April 2021	ACC Bab I dan Bab II	5.
6.	15 September 2021	Konsultasi Bab III	6.
7.	10 November 2021	Konsultasi Integrasi Keislaman	7.
8.	20 November 2021	Konsultasi Bab IV dan Abstrak	8.
9.	05 Desember 2021	ACC Bab III, IV dan Abstrak	9.
10.	05 Desember 2021	ACC Agama Keseluruhan	10.
11.	05 Desember 2021	ACC Keseluruhan	11.

Malang, 23 Desember 2021

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika



Dr. Elly Susanti, M.Sc

NIP. 19741129 200012 2 005