

**IMPLEMENTASI *NEURAL NETWORK BACKPROPAGATION* UNTUK
MEMPREDIKSI HARGA KELAPA SAWIT**

SKRIPSI

**Oleh:
WULAN PRIMA SAFITRI
NIM. 19650005**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

**IMPLEMENTASI *NEURAL NETWORK BACKPROPAGATION* UNTUK
MEMPREDIKSI HARGA KELAPA SAWIT**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)**

**Oleh:
WULAN PRIMA SAFITRI
NIM. 19650005**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

**IMPLEMENTASI NEURAL NETWORK BACKPROPAGATION UNTUK
MEMPREDIKSI HARGA KELAPA SAWIT**

SKRIPSI

Oleh:
WULAN PRIMA SAFITRI
NIM. 19650005

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: 20 Juni 2023

Pembimbing I,



Agung Teguh Wibowo Almais, M.T
NIDT. 19860301 20180201 1 235

Pembimbing II,



Dr. M. Amin Hariyadi, M.T
NIP. 19670018 200501 1 001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT, IPM
NIP. 19771020 200912 1 001

HALAMAN PENGESAHAN





IMPLEMENTASI *NEURAL NETWORK BACKPROPAGATION* UNTUK MEMPREDIKSI HARGA KELAPA SAWIT

SKRIPSI

Oleh:
WULAN PRIMA SAFITRI
NIM. 19650005


Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal: 20 Juni 2023

Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji	: <u>A'la Syauqi, M.Kom</u> NIP. 19771201 200801 1 007	()
Anggota Penguji I	: <u>Zainal Abidin, M.Kom</u> NIP. 19760613 200501 1 004	()
Anggota Penguji II	: <u>Agung Teguh Wibowo Almais, M.T</u> NIDT. 19860301201802011235	()
Anggota Penguji III	: <u>Dr. M. Amin Harivadi, M.T</u> NIP. 19670018 200501 1 001	()

Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang




Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT, IPM
NIP. 19771020 200912 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Wulan Prima Safitri

NIM : 19650005

Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Teknik Informatika

Judul Skripsi : Implementasi *Neural Network Backpropagation* Untuk
Memprediksi Harga Kelapa Sawit

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil skripsi sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Skripsi ini jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, Juni 2023

Yang membuat Pernyataan,



Wulan Prima Safitri

NIM. 19650005

HALAMAN MOTTO

اعْلَمُوا أَنَّمَا الْحَيَاةُ الدُّنْيَا لَعِبٌ وَلَهُوَ مَا الْحَيَاةُ الدُّنْيَا إِلَّا مَتَاعُ الْغُرُورِ

“Ketahuilah, bahwa sesungguhnya kehidupan dunia ini hanyalah permainan dan suatu yang melalaikan, dan kehidupan dunia ini tidak lain hanyalah kesenangan yang menipu”

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin, dengan rasa tulus dan penghargaan yang mendalam, saya ingin menyampaikan kata-kata persembahan ini untuk menghormati orang-orang istimewa yang telah memberikan dukungan dan inspirasi selama perjalanan skripsi ini:

1. Bapak Supriyanto dan Ibu Ambar Sri Utaminingsih, terimakasih atas doa, dukungan, dan cinta tanpa batas yang kalian berikan. Tanpa kalian, pencapaian ini tidak mungkin terwujud. Terima kasih atas ketabahan, kesabaran, dan kepercayaan yang selalu kalian berikan.
2. Adik saya Naufal Prima Hilmy serta keluarga yang senantiasa memberikan dukungan moril maupun materiil, serta do'a yang telah diberikan.
3. Bapak Agung Teguh Wibowo Almais dan Bapak Amin Hariyadi, terimakasih atas arahan, dorongan, dan wawasan yang berharga sepanjang perjalanan skripsi ini. Saya sangat berterima kasih atas dedikasi dan kesabaran yang kalian tunjukkan dan berikan.
4. Teman-teman semua yang sudah berkontribusi selama penulisan skripsi ini, terutama 19650004, 19650007, 19650010, 19650011, 19650013, 19650014, 19650016, 19650018, 19650029, 19650040. Terimakasih banyak untuk segala dukungan, do'a, saran, dan motivasi yang diberikan selama menyusun skripsi ini.
5. Saya ingin mengucapkan terima kasih kepada diri sendiri. Perjalanan ini mungkin penuh dengan tantangan dan kesulitan, terimakasih karena sudah berjuang sampai akhir, terimakasih karena tetap kuat.

Kepada semua orang yang telah disebutkan dan yang tidak bisa disebutkan secara individual, terima kasih telah menjadi bagian tak tergantikan dalam pencapaian ini. Semua kata-kata persembahan ini tidak dapat sepenuhnya menggambarkan rasa terima kasih dan penghargaan yang penulis rasakan. Semoga setiap capaian ini juga menjadi berkah bagi kita semua.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Syukur Alhamdulillah penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat, Nikmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus menyelesaikan Skripsi ini dengan baik.

Selanjutnya penulis haturkan ucapan terima kasih seiring do'a dan harapan jazakumullah ahsanal jaza' kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. DR. M. Zainuddin, M.A selaku rektor UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Fachrul Kurniawan, M.MT selaku ketua Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Agung Teguh Wibowo Almais, M.T dan Dr. M. Amin Hariyadi, M.T selaku dosen pembimbing Skripsi, yang telah banyak memberikan pengarahan dan pengalaman yang berharga selama penyusunan Skripsi ini.
5. A'la Syauqi, M.Kom dan Zainal Abidin M.Kom selaku dosen penguji skripsi yang telah banyak memberikan saran dan arahan selama penyusunan Skripsi ini.

6. Segenap sivitas akademika Jurusan Teknik Informatika, terutama seluruh dosen, terima kasih atas segenap ilmu dan bimbingannya.
7. Kedua orangtua penulis, bapak Supriyanto dan ibu Ambar yang senantiasa memberikan semangat, dukungan, doa dan restunya kepada penulis dalam menuntut ilmu.
8. Adik penulis Naufal Prima Hilmy yang selalu memberikan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini.
9. Teman-teman seperjuangan Teknik Informatika angkatan 2019 “ALIEN” dan seluruh keluarga besar Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama penyusunan skripsi ini.
10. Semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan Skripsi ini baik berupa materiil maupun moril yang namanya tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Skripsi ini masih terdapat kekurangan dan penulis berharap semoga Skripsi ini bisa memberikan manfaat kepada para pembaca khususnya bagi penulis secara pribadi. Amin Ya Rabbal Alamin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
HALAMAN MOTTO	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvi
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
المخلص	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pernyataan Masalah	9
1.3 Tujuan Penelitian	9
1.4 Batasan Masalah.....	9
1.5 Manfaat Penelitian	10
BAB II STUDI PUSTAKA	11
2.1 Penelitian Terkait	11
2.2 Kelapa Sawit	15
2.3 <i>Neural Network Backpropagation</i>	18
2.4 Metode Perhitungan Kesalahan (<i>Error</i>).....	23
2.4.1 <i>Mean Squared Error</i> (MSE)	24
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI	26
3.1 Pengumpulan Data	26
3.2 Desain Sistem.....	27
3.2.1. Input Data.....	27
3.2.2 Proses <i>Neural Network Backpropagation</i>	28
3.2.3 Hasil Prediksi	30
3.3 <i>Theoretical Framework</i>	30
3.4 Konseptual Framework	31
BAB IV UJI COBA DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Implementasi Penelitian.....	33
4.1.1 Data Penelitian	33
4.1.2 Implementasi Sistem dengan <i>Neural Network Backpropagation</i>	35
4.2 Pengujian Model	36
4.2.1 Pengujian Model A	36
4.2.2 Pengujian Model B.....	40
4.2.3 Pengujian Model C.....	43
4.2.4 Hasil Model.....	47
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Desain sistem.....	27
Gambar 4.5 Grafik perbandingan pada kfold 2B	42
Gambar 4.6 Grafik perbandingan pada kfold 3B	43
Gambar 4.7 Grafik perbandingan pada kfold 1C	44
Gambar 4.8 Grafik perbandingan pada kfold 2C	45
Gambar 4.9 Grafik perbandingan pada kfold 3C	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terkait	14
Tabel 3.1 Tabel data harga kelapa sawit yang digunakan.....	26
Tabel 4.1 Hasil MSE data testing.....	47

ABSTRAK

Safitri, Wulan Prima. 2023. **Implementasi Neural Network Backpropagation Untuk Memprediksi Harga Kelapa Sawit**. Skripsi. Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Agung Teguh Wibowo Almais, M.T. (II) Dr. M. Amin Hariyadi, M.T.

Kata kunci: Prediksi, Harga Kelapa Sawit, Neural Network, Backpropagation

Permasalahan terhadap harga jual kelapa sawit yang tidak stabil mengakibatkan sebagian pihak tidak mampu mengetahui harga jual kelapa sawit di masa depan, salah satu pihak yang sangat dirugikan ketika harga kelapa sawit anjlok adalah petani sawit yang menggunakan dana pribadi. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi naik turunnya harga kelapa sawit. Naik turunnya harga kelapa sawit akan mempengaruhi perekonomian petani sawit karena tidak sesuainya pendapatan mereka dengan biaya produksi kelapa sawit. Maka perlu dilakukan perhitungan prediksi harga kelapa sawit guna mengurangi nilai kerugian petani kelapa sawit. Data yang digunakan merupakan data harga kelapa sawit yang bersumber dari kaggle mulai bulan Oktober tahun 1990 hingga bulan September 2020. Dalam penelitian ini yang digunakan adalah variable harga untuk menentukan harga sawit pada bulan berikutnya menggunakan sistem time series dengan metode Neural Network Backpropagation. data yang diinputkan berupa harga kelapa sawit dan output yang dihasilkan berupa prediksi harga kelapa sawit. Prediksi harga kelapa sawit menggunakan metode *neural network backpropagation* mengasilkan MSE terbaik atau paling kecil sebesar 0.044476876660058555 yang dihasilkan oleh model A, lalu MAPE terbaik atau terkecil dihasilkan oleh model A dengan nilai sebesar 3.563825445402612, dan nilai akurasi terbaik dihasilkan oleh percobaan menggunakan model A dengan nilai sebesar 96.4361745545974. Model A menggunakan epoch sebanyak 1000 dalam melakukan percobaannya, Model B menggunakan epoch 5000, dan Model C menggunakan epoch 10000.

ABSTRACT

Safitri, Wulan Prima. 2023. **Implementation of Neural Network Backpropagation to Predict Palm Oil Prices**. Undergraduate Thesis. Informatics Engineering Study Program, Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisor: (I) Agung Teguh Wibowo Almais, M.T. (II) Dr. M. Amin Hariyadi, M.T.

The problem with the unstable selling price of palm oil has resulted in some parties not being able to know the selling price of palm oil in the future. There are several factors that influence the rise and fall of palm oil prices. Rising and falling prices of palm oil will affect the economy of oil palm farmers because their income does not match the cost of producing palm oil. So it is necessary to calculate the prediction of the price of palm oil in order to reduce the value of losses for oil palm farmers. The data used is palm oil price data sourced from kaggle from October 1990 to September 2020. In this study the price variable is used to determine the price of palm oil in the following month using a time series system with the Neural Network Backpropagation method. the input data is in the form of palm oil prices and the resulting output is in the form of palm oil price predictions. Predict the price of palm oil using the method neural network backpropagation produces the best or lowest MSE of 0.044476876660058555 which is produced by model A, then the best or smallest MAPE is produced by model A with a value of 3.563825445402612, and the best accuracy value is produced by experiments using model A with a value of 96.4361745545974. Model A uses 1000 epochs in conducting the experiment, Model B uses 5000 epochs, and Model C uses 10000 epochs.

Keywords: Prediction, Palm Oil Prices, Neural Network, Backpropagation

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kehidupan manusia tidak pernah terlepas dari kegiatan jual beli antar sesama. Jual beli merupakan tukar menukar sesuatu yang memiliki manfaat dan nilai yang baik. Jual beli disini mencakup berbagai aspek, selagi sesuatu yang ditukar tersebut halal dan bermanfaat. Salah satu komoditas yang banyak diperjual belikan adalah kelapa sawit.

Kehadiran kelapa sawit memiliki peranan penting dalam perekonomian karena kemampuannya untuk menghasilkan minyak nabati yang sangat dibutuhkan oleh sektor industri. Menurut Peraturan Pemerintah Menteri Pertanian Perkebunan, kelapa sawit diklasifikasikan sebagai pohon dengan tinggi rata-rata antara 0 hingga 24 meter. Tujuan yang diharapkan adalah agar kelapa sawit menghasilkan buah dan tandan buah dalam jumlah yang melimpah serta memiliki banyak cabang. Buah kelapa sawit memiliki ukuran yang relatif kecil dan saat masa panen, buah tersebut akan memiliki warna perpaduan merah dan hitam. Kelapa sawit merupakan bahan utama dalam produksi minyak (18/Permentan/KB.330/5/2016).

Perkebunan kelapa sawit mayoritas terdapat di daerah yang cukup memiliki kadar air, karena apabila tanaman kelapa sawit ditanam di daerah yang panas dan gersang maka dapat memicu terjadinya kebakaran. Disebutkan juga dalam Surat Al-Baqarah Ayat 265 yang berbunyi:

كَمْثَلٍ جِنَّةٍ بِرَبْوَةٍ أَصَابَهَا وَابِلٌ فَآتَتْ أُكُلَهَا ضِعْفَيْنِ فَإِنَّمَا يُصِيبُهَا وَابِلٌ فَطَلَّتْ ۗ ۲٦٥

“... Seperti sebuah kebun yang terletak di dataran tinggi yang disiram oleh hujan lebat, maka kebun itu menghasilkan buahnya dua kali lipat. Jika hujan lebat tidak menyiraminya, maka hujan gerimis (pun memadai).” (Q.S. Al-Baqarah/ 2:265).

Menurut tafsir Kementerian Agama Republik Indonesia seperti pemilik kebun subur yang terletak di dataran tinggi, dengan pohon-pohon hijau yang melimpah dan menghasilkan buah-buahan yang baik. Kondisi ini memungkinkan kebun tersebut menerima paparan sinar matahari dan sirkulasi udara yang memadai. Ketinggian dataran juga membuat akar tumbuhan menjadi lebih panjang karena jarak yang lebih jauh dari sumber air. Akar yang memanjang ini memiliki banyak serabut yang berfungsi untuk menyerap nutrisi, sehingga jumlah makanan yang digunakan dalam pembentukan klorofil (zat hijau daun) juga menjadi lebih banyak. Hal ini membuat pohon menjadi produktif dalam menghasilkan buah. Kebun tersebut juga menerima hujan deras secara langsung dari atmosfer, di mana sebagian diserap oleh tanah tempat akar-akar tumbuhan tumbuh, sementara sebagian lainnya mengalir ke dalam tanah dan disimpan untuk digunakan sesuai kebutuhan.

Hujan yang deras di kebun tersebut tidak hanya berfungsi sebagai sumber air bagi tanaman, tetapi juga memiliki peran penting dalam melunakkan zat-zat yang dibutuhkan oleh tumbuhan. Selain itu, hujan juga memiliki peran penting dalam membersihkan tanaman dari zat-zat yang dapat menghambat pertumbuhannya dan melindungi tanaman dari serangan hama. Oleh karena itu, tidak mengherankan jika kebun tersebut menghasilkan buah-buahan dengan jumlah yang dua kali lipat lebih banyak. Bahkan jika hujan deras tidak terjadi, embun atau gerimis ringan dengan angin yang lembut sudah cukup memadai, karena tanah di kebun tersebut subur dan

berada di ketinggian yang menguntungkan untuk produksi buah yang berkualitas. Begitu pula dengan kelapa sawit yang harus bertahan selama puluhan tahun sebelum dilakukan penebangan dan penanaman ulang untuk diganti dengan bibit kelapa sawit yang baru. Air yang cukup tentunya akan berpengaruh terhadap buah yang dihasilkan. Apabila tanaman kekurangan air maka buah yang dihasilkan juga tidak cukup bagus.

Industri kelapa sawit membantu menambah perolehan devisa negara serta membuka banyak sekali lowongan pekerjaan baru. Menurut penjabaran menteri perindustrian Agus Gumiwang Kartasasmita di laman resmi kemenperin (Kementrian Perindustrian Republik Indonesia) “Industri pengolahan kelapa sawit juga telah menciptakan lapangan kerja langsung untuk lebih dari 5,2 juta orang dan memberikan mata pencaharian bagi sekitar 20 juta orang. Pada tahun 2021, jumlah ekspor produk kelapa sawit mencapai 40,31 juta ton dengan nilai USD35,79 miliar, mengalami peningkatan sebesar 56,63% dibandingkan nilai ekspor pada tahun 2020”. Kelapa sawit adalah tanaman yang memiliki potensi yang sangat besar dan mampu menghasilkan keuntungan yang tinggi. Namun, kadang-kadang harga jual kelapa sawit tidak seimbang dengan biaya yang dikeluarkan untuk merawat tanaman ini. Biaya perawatan kelapa sawit mencakup berbagai aspek, seperti pemeliharaan tanaman, penggunaan pupuk, pengendalian hama dan penyakit, serta biaya tenaga kerja. Semua ini memerlukan investasi waktu, tenaga, dan sumber daya finansial yang signifikan (Welnof Satria 2021).

Ada beberapa faktor yang memengaruhi fluktuasi harga CPO (Crude Palm Oil). Fluktuasi harga CPO yang tidak stabil dan terus-menerus berubah-ubah

memiliki dampak negatif pada penurunan harga Tandan Buah Segar (TBS). TBS merupakan produk awal dari kelapa sawit yang kemudian diolah menjadi CPO. Perubahan harga TBS ini akan berdampak pada perekonomian para petani kelapa sawit karena pendapatan mereka tidak sejalan dengan biaya produksi TBS. Pengaruh naik turunnya harga CPO pada harga TBS dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satunya adalah faktor permintaan dan pasokan. Jika permintaan pasar terhadap CPO meningkat, maka harga CPO akan naik, sehingga harga TBS juga akan mengikuti kenaikan tersebut. Namun, jika pasokan CPO melampaui permintaan, maka harga CPO akan turun, dan hal ini akan mempengaruhi penurunan harga TBS.

Selain itu, faktor-faktor lain seperti fluktuasi harga minyak dunia, kebijakan pemerintah terkait perdagangan kelapa sawit, dan faktor cuaca juga dapat memengaruhi harga CPO dan akibatnya harga TBS. Ketidakpastian ekonomi global, perubahan regulasi, atau kondisi cuaca yang buruk dapat menyebabkan ketidakstabilan harga CPO dan berdampak pada harga TBS. Kondisi ini menjadi tantangan bagi petani kelapa sawit, karena pendapatan mereka tergantung pada harga TBS yang tidak stabil. Petani sawit mungkin menghadapi kesulitan dalam menyesuaikan biaya produksi dengan pendapatan yang mereka peroleh dari penjualan TBS. Oleh karena itu, stabilitas harga CPO dan kebijakan yang mendukung petani kelapa sawit dapat menjadi faktor penting dalam menjaga keberlanjutan perekonomian mereka (Cholidhazia 2018). Untuk mengantisipasi hal tersebut maka diperlukan sistem yang berfungsi untuk melakukan prediksi harga kelapa sawit agar petani kelapa sawit dapat mempersiapkan pengeluaran dari jauh-

jauh hari. Seperti firman Allah SWT dalam Al-Qur'an Surat Luqman ayat 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 memiliki pengetahuan tentang hari Kiamat, menurunkan hujan, dan mengetahui apa yang ada dalam rahim. Tidak ada seorang pun yang dapat mengetahui (dengan pasti) apa yang akan dia kerjakan besok. (Begitu pula,) tidak ada seorang pun yang dapat mengetahui di bumi mana dia akan mati. Sesungguhnya Allah Maha Mengetahui lagi Maha Teliti.” (Q.S. Luqman/ 31:34).

Tafsir Jalalain tentang QS. Luqman ayat 34 menjelaskan bahwa hanya Allah yang mengetahui kapan terjadinya hari kiamat (dan Dialah yang menurunkan) hujan pada waktu-waktu yang Dia tentukan dengan pengetahuan-Nya (dan mengetahui apa yang ada di dalam rahim) apakah itu laki-laki atau perempuan; tidak ada seorang pun yang mengetahui tiga perkara tersebut kecuali Allah (swt). (Dan tiada seorang pun yang dapat mengetahui dengan pasti apa yang akan diusahakannya besok) baik itu kebaikan atau keburukan, hanya Allah (swt) yang mengetahuinya. (Dan tiada seorang pun yang dapat mengetahui di bumi mana dia akan mati) hanya Allah (swt) yang mengetahui hal ini. (Sesungguhnya Allah Maha Mengetahui) segala sesuatu (lagi Maha Mengenal) termasuk hal-hal yang tersembunyi, sebagaimana Allah mengenal diri-Nya dengan sempurna.

Kalimat tersebut menyiratkan bahwa tidak ada yang bisa dengan pasti mengetahui apakah tindakan seseorang di masa depan akan menghasilkan hal yang baik atau buruk. Hal ini menunjukkan bahwa masa depan adalah sesuatu yang tidak dapat diprediksi dengan pasti. Sama halnya dengan harga kelapa sawit, tidak diketahui untuk harga periode berikutnya apakah naik atau turun. Salah satu usaha

dalam melakukan antisipasi kerugian adalah dengan melakukan prediksi harga kelapa sawit untuk periode selanjutnya dengan menggunakan data harga periode sebelumnya sebagai acuan sistem.

Ketidakstabilan harga jual kelapa sawit menyebabkan sebagian orang tidak dapat memprediksi harga jual kelapa sawit di waktu yang akan datang, salah satu pihak yang sangat dirugikan ketika harga kelapa sawit anjlok adalah petani sawit yang menggunakan dana pribadi (Cholidhazia 2018). Tidak hanya itu, ketika harga kelapa sawit menurun maka akan berdampak pada ekonomi negara karena sebagian pemasukan devisa negara berasal ekspor kelapa sawit. Metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) atau Neural Network dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk memprediksi harga kelapa sawit. Salah satu sifat khas dari JST adalah kemampuannya dalam mentolerir ketidakpastian atau kegagalan (*fault tolerance*). Metode penerapan JST yang umum adalah melalui metode *Backpropagation* (Andriyani *et al.* 2018).

Backpropagation adalah sebuah teknik pembelajaran yang digunakan dalam jaringan saraf tiruan untuk mengenali pola-pola khusus. Metode ini sering digunakan dalam analisis data seri waktu. Dengan mengidentifikasi pola dan tren yang terdapat dalam data seri waktu, kemudian merumuskannya dalam bentuk model, kita dapat mengklasifikasikan data di masa depan. Model yang memiliki tingkat akurasi yang tinggi akan memberikan nilai klasifikasi yang valid yang dapat digunakan dalam pengambilan keputusan (Rahayu *et al.* 2018).

Penelitian serupa juga pernah dilakukan oleh Supriyanto, Ilhamsyah, dan Enri (2022) untuk memprediksi harga minyak kelapa sawit menggunakan metode *data*

mining dengan implementasi *Linear Regression* dan Algoritma *Random Forest* menggunakan *rapidminer*. Dari hasil implementasi algoritma didapatkan pada skenario pembagian data 90:10, algoritma terbaik adalah *Random Forest* dengan hasil RMSE 25,106, pada skenario kedua dengan pembagian data 80:20 algoritma terbaik adalah *Linear Regression* dengan RMSE 31,174, dalam skenario ketiga pembagian data 70:30 *Linear Regression* memiliki hasil terbaik dengan RMSE 30,227. Maka dari ketiga skenario tersebut, algoritma *Linear Regression* mendapatkan performa terbaik.

Studi yang dilakukan oleh Andriyani dan Sitohang (2018) mengenai harga kelapa sawit berdasarkan kualitas buah menunjukkan bahwa penggunaan arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dengan pola 7-6-1 memberikan hasil terbaik. Data yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu 6 data untuk pelatihan dan 6 data untuk pengujian. Hasilnya menunjukkan persentase akurasi sebesar 99,99%. Dalam analisis lebih lanjut, ditemukan bahwa terdapat tingkat error terbesar pada data bulan Maret, dengan selisih error sebesar -15. Hal ini mengakibatkan persentase akurasi sebesar 100,95% dan persentase error sebesar -0,95%. Demikian pula, data bulan Februari memiliki selisih error sebesar -14, dengan persentase akurasi 100,96% dan persentase error sebesar -0,96%. Penyebab utama dari tingginya nilai error ini adalah karena prediksi JST pada bulan Maret dan Februari melebihi nilai target data aktual, sehingga menghasilkan nilai error yang signifikan.

Menurut Myat dan Tun (2019) melakukan penelitian prediksi harga minyak kelapa sawit menggunakan metode *Random Forest*. Dari Tabel IX, akurasi

klasifikasi dengan nilai *hyperparameter* terbaik *Random Forest* meningkat sebesar 2,61% dan nilai *hyperparameter* terbaik *Grid Search* meningkat sebesar 3,35% pada dataset 10 *folds cross* validasi Set 1. Oleh karena itu, kemampuan untuk menyesuaikan pada Set 1 dataset pelatihan ditingkatkan dengan menyetel *hyperparameter* dari klasifikasi *Random Forest*. Selain itu, akurasi pengklasifikasi dengan nilai *hyperparameter* terbaik *Random Forest* meningkat sebesar 3,18% dan *hyperparameter* terbaik Pencarian Grid meningkat sebesar 3,51% pada set validasi silang 10 kali lipat dari Set 2. Oleh karena itu, kemampuan untuk menyesuaikan pada set pelatihan Set 2 juga ditingkatkan dengan menyetel *hyperparameter* dari klasifikasi *Random Forest*. Selain itu, ditemukan bahwa kinerja pengklasifikasi pada dataset validasi silang Set 2 sedikit lebih besar daripada kinerjanya pada Set 1. Hal ini dapat disebabkan oleh ukuran dataset pelatihan yang lebih besar. Dari Tabel X diketahui bahwa akurasi prediksi klasifikasi *Random Forest* dengan nilai *hyperparameter Default* yang dilatih pada dataset pelatihan Set 1 menghasilkan hasil yang maksimal. Oleh karena itu, nilai *hyperparameter* model *default* dan rasio pengujian-pelatihan Set 1 dipilih untuk digunakan dalam mengembangkan model prediktif.

Neural Network Backpropagation dipilih sebagai metode dalam penelitian penentuan harga kelapa sawit dikarenakan metode *Neural Network Backpropagation* dirasa lebih akurat dibandingkan dengan metode lain, hal ini disebabkan oleh bobot pembelajaran sistem dilakukan secara bolak balik dengan membandingkan tingkat *error* dalam propagasi baliknya. Metode *Neural Network Backpropagation* dirasa sesuai dengan data *time series* harga kelapa sawit, sehingga

diharapkan akan menghasilkan output prediksi harga sawit dengan keakuratan yang tinggi.

1.2 Pernyataan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, identifikasi masalah pada penelitian ini adalah bagaimana mengukur tingkat error pada implementasi metode *Neural Network Backpropagation* untuk menentukan harga kelapa sawit?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini berdasarkan masalah yang disebutkan adalah mengukur tingkat error dari implementasi metode *Neural Network Backpropagation* dalam menentukan harga kelapa sawit.

1.4 Batasan Masalah

Dari uraian tersebut, maka penelitian berdasarkan permasalahan ini akan dilakukan dengan batasan:

1. Data yang digunakan merupakan data yang bersumber dari *kaggle* mulai bulan Oktober 1990 hingga September 2020 yang berjumlah 360 data harga kelapa sawit international.
2. Penentuan harga kelapa sawit tidak dipengaruhi oleh iklim dan cuaca.
3. Parameter yang digunakan adalah harga kelapa sawit (*Palm Oil*)

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi penelitian selanjutnya dalam penerapan metode *Neural Network Backpropagation* untuk prediksi harga kelapa sawit.
2. Untuk mengetahui seberapa tingkat keakurasian prediksi berdasarkan nilai *error* yang dihasilkan pada perhitungan *Neural Network Backpropagation* untuk menentukan harga kelapa sawit.

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Penelitian mengenai harga kelapa sawit sudah banyak diteliti menggunakan berbagai macam metode, dari tahun ke tahun terdapat penelitian yang mempunyai objek penelitian serupa. Sehingga penelitian tersebut dapat dijadikan acuan dalam penelitian yang akan datang.

Penelitian serupa pernah dilakukan oleh (Supriyanto *et al.* 2022) untuk memprediksi harga minyak kelapa sawit menggunakan metode *data mining* dengan implementasi *Linear Regression* dan Algoritma *Random Forest* menggunakan *rapidminer*. Dari hasil implementasi algoritma didapatkan pada skenario pembagian data 90:10, algoritma terbaik adalah *Random Forest* dengan hasil RMSE 25,106, pada skenario kedua dengan pembagian data 80:20 algoritma terbaik adalah *Linear Regression* dengan RMSE 31,174, dalam skenario ketiga pembagian data 70:30 *Linear Regression* memiliki hasil terbaik dengan RMSE 30,227. maka dari ketiga skenario tersebut, algoritma *Linear Regression* mendapatkan performa terbaik.

Harga kelapa sawit berdasarkan kualitas buah pernah diteliti oleh (Andriyani *et al.* 2018) Dengan membagi data menjadi dua bagian, yaitu 6 data untuk pelatihan dan 6 data untuk pengujian, ditemukan bahwa pola 7-6-1 merupakan arsitektur terbaik. Hasilnya menunjukkan persentase akurasi data sebesar 99,99%. Terdapat tingkat error terbesar pada data bulan Maret, dengan selisih error sebesar -15, yang menghasilkan persentase akurasi sebesar 100,95% dan persen error sebesar -0,95%.

Demikian pula, data bulan Februari memiliki selisih error sebesar -14, dengan persentase akurasi 100,96% dan persen error sebesar -0,96%. Penyebab utama dari tingginya nilai error ini adalah karena hasil prediksi JST pada bulan Maret dan Februari melebihi target data aktual, sehingga menghasilkan nilai error yang signifikan.

Peneliti (Myat *et al.* 2019) melakukan penelitian prediksi harga minyak kelapa sawit menggunakan metode *Random Forest*. Dari Tabel IX, akurasi klasifikasi dengan nilai *hyperparameter* terbaik *Random Forest* meningkat sebesar 2,61% dan nilai *hyperparameter* terbaik *Grid Search* meningkat sebesar 3,35% pada dataset 10 *folds cross* validasi Set 1. Oleh karena itu, kemampuan untuk menyesuaikan pada Set 1 dataset pelatihan ditingkatkan dengan menyetel *hyperparameter* dari klasifikasi *Random Forest*. Selain itu, akurasi pengklasifikasi dengan nilai *hyperparameter* terbaik *Random Forest* meningkat sebesar 3,18% dan *hyperparameter* terbaik Pencarian Grid meningkat sebesar 3,51% pada set validasi silang 10 kali lipat dari Set 2.

Oleh karena itu, kemampuan untuk menyesuaikan pada set pelatihan Set 2 juga ditingkatkan dengan menyetel *hyperparameter* dari klasifikasi *Random Forest*. Selain itu, ditemukan bahwa kinerja pengklasifikasi pada dataset validasi silang Set 2 sedikit lebih besar daripada kinerjanya pada Set 1. Hal ini dapat disebabkan oleh ukuran dataset pelatihan yang lebih besar. Dari Tabel X diketahui bahwa akurasi prediksi klasifikasi *Random Forest* dengan nilai *hyperparameter Default* yang dilatih pada dataset pelatihan Set 1 menghasilkan hasil yang maksimal. Oleh karena

itu, nilai hiperparameter model default dan rasio pengujian-pelatihan Set 1 dipilih untuk digunakan dalam mengembangkan model prediktif.

Penelitian tentang harga kelapa sawit pernah dilakukan oleh (Hamid *et al.* 2017) Penelitian dilakukan menggunakan metode *Autoregressive Distributed Lag* (ARDL) dengan membandingkan kinerja model ARDL dengan model *benchmark* yaitu ARIMA dalam hal akurasi peramalan komparatifnya. Menggunakan pendekatan *ARDL bound testing* untuk kointegrasi dalam menguji hubungan jangka pendek dan jangka panjang antara harga minyak sawit dan determinannya; produksi, stok, dan harga kedelai sebagai substitusi minyak sawit dan harga minyak mentah. Akurasi peramalan komparatif menunjukkan bahwa ARDL model memiliki akurasi peramalan yang lebih baik dibandingkan dengan ARIMA.

Harga kelapa sawit juga pernah diteliti oleh (Ginting *et al.* 2020) menggunakan metode *Backpropagation*. Dalam penelitian ini, telah berhasil menciptakan sebuah aplikasi sistem yang dapat membantu petani sawit di seluruh Indonesia untuk memperkirakan harga sawit di masa depan. Untuk melakukan prediksi harga jual sawit berdasarkan data harga sawit sebelumnya, metode *Backpropagation* diimplementasikan. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan dibangun dengan menggunakan 3 node pada layer input dan 2 node pada layer tersembunyi, sehingga menghasilkan layer keluaran yang lebih akurat dengan bobot yang cepat diperoleh tanpa perlu melakukan banyak iterasi. Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan yang telah dikembangkan mampu menghasilkan prediksi harga sawit berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhinya, seperti cuaca, kurs, dan surplus/defisit.

Recurrent Neural Network (RNN) pernah digunakan untuk melakukan penelitian mengenai harga kelapa sawit oleh (Aulia *et al.* 2021). Dalam penelitian ini, dilakukan penggunaan algoritma *Deep Learning GRU (Gated Recurrent Unit)* untuk melakukan peramalan seri waktu terhadap perubahan harga kelapa sawit. Algoritma GRU digunakan dalam aplikasi prediksi ini dengan tujuan menghasilkan tingkat akurasi yang dapat digunakan sebagai pedoman dalam penjualan kelapa sawit. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa data aktual dan data prediksi memiliki perbedaan yang tidak signifikan. Pada algoritma GRU, parameter yang digunakan adalah *learning rate* sebesar 0,01, *batch size* sebesar 100, *epoch* sebanyak 15000, *hidden state* sebesar 512, dan ukuran jendela (*window size*) sebesar 30.

Penelitian terdahulu dirangkum kedalam tabel 2.1 untuk memudahkan dalam pengamatan.

Tabel 2.1 Penelitian Terkait

Reference	Objek	Metode	Input	Hasil
Suci Andriyani & Norenta Sitohang	Harga Jual Kelapa Sawit Berdasarkan Kualitas Buah	Jaringan Syaraf Tiruan <i>Backpropagation</i>	1. Faktor “k” 2. Harga CPO 3. Rendemen CPO 4. Harga TBS CPO 5. Harga Kernel 6. Rendemen Kernel 7. Harga TBS	MSE = 0.001 dengan akurasi 99.99%
Hendra Gunawan Ginting, Dr Zulfian Azmi, S.T., M.Kom, Rico Imanta Ginting, S.Kom., M.Kom	Harga Jual Sawit	Jaringan Syaraf Tiruan <i>Backpropagation</i>	1. Periode 2. Harga/Kg 3. Keadaan 4. Ekonomi 5. Kurs 6. Cuaca	Menggunakan 3 node pada layer masuk dan 2 node pada layer tersembunyi sehingga layer keluaran yang dihasilkan lebih tepat dan juga bobot yang diperoleh cepat

				tanpa banyak iterasi
Alwi Aulia, Andi Marwan Elhanafi, Haida Dafitri	Harga Kelapa Sawit Dengan	<i>Recurrent Neural Network (RNN) Algoritma Gated Recurrent Unit</i>	1. Tanggal 2. Terakhir 3. Pembukaan 4. Tertinggi 5. Terendah 6. Vol 7. Perubahan	Iterasi 125, learning rate 0,01, batch size 100, hidden state epoch 512 dan windows size 30, mape 4,84%
Yusuf Supriyanto, M. Ilhamsyah, Ultach Enri	Harga Minyak Kelapa Sawit	<i>Linear Regression Dan Random Forest</i>	8. Date 9. Price 10. Open 11. High 12. Low 13. Vol 14. Change	Data 90:10 RMSE <i>Random Forest</i> 25,106, 80:20 RMSE <i>Linear regression</i> 31,174, 70:30 RMSE <i>Linear regression</i> 30,227
Mohd Fahmi Abdul Hamid and Ani Shabri	<i>Palm Oil Price</i>	<i>Autoregressive Distributed Lag (ARDL)</i>	1. Price Of Palm Oil 2. Production Of Palm Oil 3. Stock Of Palm Oil 4. Price Of Soybean Oil 5. Price Of Crude Oil	MAE dan RMSE untuk ARDL adalah 133,00 dan 171,59 dibandingkan ARIMA dengan MAE 171,91 dan RMSE 215,15
Aung Kaung Myat dan Myint Thu Zar Tun	<i>Palm Oil Price</i>	<i>Random Forest</i>	1. Harga 2. Tanggal 3. Tahun	Pada set 1 Default menghasilkan mape 91.11%, Randomized Search's best Hyperparameters 85.55%, Grid Search's best hyperparameters 86.67%

2.2 Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jack*) merupakan tanaman yang dapat ditemukan di hutan-hutan tropis yang luas, dan diperkirakan berasal dari Nigeria di Afrika Barat. Tanaman kelapa sawit diperkenalkan di Indonesia pada tahun 1848 oleh seorang pendatang dari Mauritius yang bernama Amsterdam, yang berasal dari negara Belanda. Bibit kelapa sawit yang digunakan di Indonesia berasal dari kedua tempat tersebut. Dua bibit pohon kelapa sawit ditanam di Kebun Raya Bogor, dan

sampai saat ini, dua dari empat pohon tersebut masih ada dan dianggap sebagai nenek moyang dari populasi kelapa sawit di wilayah Asia Tenggara. (Duakajui *et al.* 2022). Kelapa sawit diklasifikasikan sebagai berikut:

Divisi: *Embryophita siphonsgsms*,

Kelas: *Angiospermae*,

Ordo: *mmonocotyledonae*,

Family: *Arecaceae*,

Subfamily: *cocoideae*,

Genus: *Elaeisis*,

Species: 1) *E.guineensis Jacq*, 2) *E.oleifera*, 3) *E.odora*

Kelapa sawit merupakan tanaman yang terdiri dari dua spesies, yaitu *Elaeis guineensis* dan *Elaeis oleifera*, yang digunakan dalam pertanian komersial untuk produksi minyak nabati. Spesies *Elaeis guineensis* berasal dari wilayah Afrika Barat antara Angola dan Gambia, sementara spesies *Elaeis oleifera* berasal dari Amerika Tengah dan Amerika Selatan. Popularitas kelapa sawit meningkat setelah revolusi industri pada akhir abad ke-19, yang menyebabkan permintaan yang tinggi akan minyak nabati untuk keperluan pangan dan industri pembuatan sabun (Dinas Perkebunan Indonesia, 2007:1).

Buah kelapa sawit memiliki peran yang sangat penting dalam tanaman kelapa sawit, karena dapat diolah menjadi dua jenis minyak yang berbeda, yaitu Crude Palm Oil (CPO) atau minyak sawit mentah, dan Palm Oil atau minyak kelapa sawit jadi. Minyak kelapa sawit merupakan salah satu jenis minyak yang paling banyak dikonsumsi dan diproduksi di seluruh dunia. Minyak kelapa sawit juga digunakan

sebagai sumber bahan bakar nabati (biofuel) dan biodiesel. Luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, yang berdampak langsung pada peningkatan produksi kelapa sawit di Indonesia. Dengan meningkatnya produksi CPO, Indonesia juga meningkatkan volume ekspor CPO ke berbagai negara.

Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Perkebunan, sektor kelapa sawit merupakan sektor dengan luas lahan dan produksi tertinggi dibandingkan sektor perkebunan lainnya di Indonesia. Peningkatan volume ekspor kelapa sawit sangat terkait dengan faktor harga, sesuai dengan prinsip hukum penawaran bahwa jika harga suatu komoditas naik, maka jumlah barang yang ditawarkan akan meningkat. Kenaikan harga ekspor mendorong produsen dalam negeri untuk meningkatkan volume ekspor mereka guna memperoleh keuntungan yang lebih besar (Putra *et al.* 2022).

Menurut penjabaran menteri perindustrian Agus Gumiwang Kartasasmita di laman resmi kemenperin (Kementerian Perindustrian Republik Indonesia) “Industri pengolahan kelapa sawit telah menciptakan lapangan kerja langsung bagi lebih dari 5,2 juta orang dan memberikan mata pencaharian bagi sekitar 20 juta orang. Pada tahun 2021, ekspor produk kelapa sawit mencapai 40,31 juta ton dengan nilai USD35,79 miliar, mengalami peningkatan sebesar 56,63% dibandingkan dengan nilai ekspor pada tahun 2020”. Nilai ekspor kelapa sawit yang tinggi memiliki dampak yang baik dalam segala aspek, menambah lahan pekerjaan serta menambah pendapatan Negara. Sehingga segala yang berkaitan akan merasa diuntungkan ketika nilai ekspor kelapa sawit mengalami peningkatan setiap tahunnya. Ketika

nilai ekspor tinggi maka akan mempengaruhi harga kelapa sawit berikutnya dan menguntungkan petani kelapa sawit.

Stabilitas dan peningkatan harga kelapa sawit seiring waktu telah menjadikan komoditas tersebut memiliki peran penting dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat, terutama para petani kelapa sawit. Kelapa sawit merupakan komoditas yang diminati diberbagai negara luar sehingga memberikan Indonesia peluang besar menjadi eksportir kelapa sawit karena memiliki hasil yang melimpah. Tercatat pada Badan Pusat Statistik, Indonesia memiliki perkebunan kelapa sawit seluas 14.663.600 Hektar pada tahun 2021. Hasil produksi kelapa sawit milik Indonesia pun mencapai 49.710.345 ton pada tahun 2021 berdasarkan rekapitulasi Kementerian Perkebunan Republik Indonesia. Kelapa sawit memiliki banyak kegunaan sehingga sangat dibutuhkan untuk keberlangsungan industri yang tengah berjalan.

2.3 Neural Network Backpropagation

Metode Jaringan Syaraf Tiruan (*Neural Network*) merupakan sebuah sistem pengolahan informasi yang memiliki kemiripan dengan cara kerja otak manusia. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan terdiri dari tiga lapisan utama, yaitu lapisan input, lapisan tersembunyi, dan lapisan output. Di antara model-model *Neural Network*, terdapat metode yang dikenal sebagai *Backpropagation*. *Backpropagation* adalah sebuah model *Neural Network* yang terdiri dari beberapa lapisan dan sering digunakan dalam prediksi time series.

Prediksi pada dasarnya merupakan anggapan tentang akan terjadinya suatu peristiwa atau kejadian di masa yang akan datang. Prediksi sangat membantu dalam

kegiatan perencanaan dan pengambilan keputusan suatu. Analisis suatu prediksi sangat penting dilakukan dalam suatu penelitian, agar penelitian menjadi lebih tepat dan terarah (Siregar *et al.* 2017). Metode prediksi (*forecasting*) yang sering digunakan oleh para peneliti adalah menggunakan jaringan syaraf tiruan dengan algoritma *backpropagation*. Algoritma *backpropagation* merupakan metode yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan prediksi yang lebih akurat dalam peramalan. Metode ini melibatkan proses pelatihan berulang untuk mencapai model terbaik, dan juga memungkinkan analisis matematis yang mendalam.

Backpropagation adalah sebuah metode prediksi yang menggunakan *machine learning* dan memiliki kemampuan untuk melakukan prediksi. Tingkat keberhasilan *Neural Network* dalam metode ini sangat tergantung pada kualitas dan validitas data yang digunakan dalam proses pelatihan. Namun, salah satu kelebihan metode ini adalah fleksibilitasnya dalam mengubah aturan prediksi, sehingga mampu menggunakan pengalaman dan pengetahuan yang ada untuk melakukan prediksi dengan tingkat error yang rendah. (Admojo *et al.* 2021).

Pada prinsipnya, proses pelatihan menggunakan metode Backpropagation melibatkan tiga langkah utama, yaitu sebagai berikut:

- a. Data diumpankan ke jaringan sebagai input (*feedforward*).
- b. Dilakukan perhitungan dan propagasi balik dari kesalahan yang terjadi.
- c. Dilakukan penyesuaian (*adjustment*) terhadap bobot dan bias dalam jaringan.

Ketika proses *feedforward*, setiap unit input (X_i) akan menerima sinyal masukan dan mentransmisikannya ke setiap unit tersembunyi (Z_j). Setiap unit tersembunyi akan menghitung aktivasi dan menerima sinyal (Z_j) tersebut.

Selanjutnya, setiap unit output (Y_k) juga akan menghitung aktivasinya (Y_k) sebagai respons terhadap masukan yang diberikan oleh jaringan (Andriyani *et al.* 2018).

Terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan untuk menentukan prediksi menggunakan algoritma *Backpropagation*, yaitu:

Algoritma pelatihan *Backpropagation*

Langkah 0

Memberikan nilai awal secara acak pada bobot (inisialisasi bobot)

Langkah 1

Mengulangi langkah 2 hingga 9 sampai kondisi akhir iterasi terpenuhi

Langkah 2

Untuk setiap pasangan data pelatihan, melakukan langkah 3 hingga 8

Umpan maju (*FeedForward*)

Umpan maju (*FeedForward*)

Langkah 3

Setiap unit masukan (X_i $i=1\dots n$) menerima sinyal masukan X_i dan menyebarkannya ke unit-unit berikutnya (unit-unit lapisan tersembunyi)

Langkah 4

Setiap unit pada lapisan tersembunyi dikalikan dengan bobot dan dijumlahkan dengan biasnya:

$$Z_{inj} = V_j0 + \sum_{k=0}^n X_i V_{ji} \quad (2.2)$$

Kemudian dihitung sesuai dengan fungsi pengaktifan yang digunakan:

$$Z_j = f(Z_{inj}) \quad (2.3)$$

Jika menggunakan fungsi sigmoid, maka bentuk fungsi tersebut adalah:

$$Z_j = \frac{1}{1 + \exp(-z_{in_j})} \quad (2.4)$$

Sinyal keluaran dari fungsi pengaktifan tersebut dikirim ke semua unit pada lapisan keluaran (unit keluaran)

Langkah 5

Setiap unit keluaran (Y_k , $k=1,2,3,\dots,m$) dikalikan dengan bobot dan dijumlahkan dengan biasnya:

$$Y_{in_k} = W_{k0} + \sum_{j=1}^p Z_j W_{kj} \quad (2.5)$$

Kemudian dihitung kembali sesuai dengan fungsi pengaktifan.

$$Y_k = f(y_{in_k}) \quad (2.6)$$

Backpropagasi dan Galatnya

Langkah 6

Setiap unit keluaran (Y_k , $k=1,\dots,m$) menerima pola target yang sesuai dengan pola masukan saat pelatihan/training data, kemudian dihitung galatnya:

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k}) \quad (2.7)$$

Karena $f'(y_{in_k}) = y_k$ menggunakan fungsi sigmoid, maka:

$$\begin{aligned} f'(y_{in_k}) &= f(y_{in_k}) (1 - f(y_{in_k})) \\ &= y_k (1 - y_k) \end{aligned} \quad (2.8)$$

Menghitung perbaikan pada bias (kemudian untuk memperbaiki W_{jk}).

$$\Delta W_{kj} = \alpha \cdot \delta_k \cdot Z_j \quad (2.9)$$

Menghitung perbaikan koreksi:

$$\Delta W_{0j} = \alpha \cdot k. \quad (2.10)$$

Dan menggunakan nilai delta (δ_k) pada semua unit lapis sebelumnya.

Langkah 7

Setiap bobot yang menghubungkan unit-unit pada lapisan keluaran dengan unit-unit pada lapisan tersembunyi ($Z_j, j=1, \dots, p$) dikalikan dengan delta (δ_k) dan dijumlahkan sebagai masukan ke unit-unit pada lapisan berikutnya.

$$\delta_{inj} = \sum_{k=1}^m \delta_i W_{ij} \quad (2.11)$$

Selanjutnya dikalikan dengan turunan dari fungsi pengaktifnya untuk menghitung galat.

$$\delta_j = \delta_{inj} f'(y_{inj}) \quad (2.12)$$

Langkah berikutnya adalah menghitung perbaikan pada bobot (digunakan untuk memperbaiki V_{ij}).

$$\Delta V_{ij} = \alpha \delta_j \cdot X_i \quad (2.13)$$

Kemudian menghitung perbaikan bias (untuk memperbaiki V_{0j})

$$\Delta V_{0j} = \alpha \delta_j \quad (2.14)$$

Memperbaiki penimbang dan bias

Langkah 8

Setiap keluaran unit ($Y_k, k=1, \dots, m$) diperbaiki bias dan bobotnya ($j=0, \dots, p$),

$$W_{kj} \text{ (baru)} = W_{kj} \text{ (lama)} + \Delta W_{kj} \quad (2.15)$$

Setiap unit pada lapisan tersembunyi ($Z_j, j=1, \dots, p$) diperbaiki dengan mengubah bias dan bobotnya ($j=0, \dots, n$).

$$V_{ji} \text{ (baru)} = V_{ji} \text{ (lama)} + \Delta V_{ji} \quad (2.16)$$

Langkah 9

Dalam menguji kondisi pemberhentian, terdapat dua metode yang digunakan, yaitu membatasi iterasi dan menentukan nilai Mean Square Error antara output yang diinginkan dan output yang dihasilkan.

$$\text{MSE} = 0,5 \times \{(t_{k1}-y_{ki})^2 + (t_{k2}-y_{k2})^2 + \dots + (t_{km}-y_{km})^2\} \quad (2.17)$$

2.4 Metode Perhitungan Kesalahan (*Error*)

Kesalahan (*error*) adalah selisih antara hasil peramalan dan permintaan aktual berdasarkan estimasi masa depan. Karena peramalan bersifat perkiraan, terdapat kemungkinan terjadinya kesalahan dalam prediksi (Simanjuntak *et al.* 2022). Sebuah sistem tidak akan pernah terlepas dari suatu kesalahan atau *error*. Kesalahan dalam suatu sistem dapat dihitung menggunakan beberapa cara. Apabila nilai kesalahan atau *error* itu kecil maka semakin baik suatu sistem, dan sebaliknya apabila nilai kesalahan atau *error* memiliki nilai yang besar maka sistem perlu ditinjau ulang. Untuk mendapatkan informasi tentang kesalahan, dapat dilakukan pengurangan antara data prediksi dan data aktual. Salah satu metode yang digunakan untuk menghitung kesalahan adalah MSE (*Mean Squared Error*).

Mean squared error adalah metrik yang digunakan untuk mengukur kesalahan antara prediksi dan nilai sebenarnya. MSE adalah metrik evaluasi yang mengukur rata-rata dari selisih kuadrat antara nilai prediksi dan nilai sebenarnya. MSE memberikan perhatian yang lebih besar pada kesalahan besar dalam prediksi. Oleh karena itu, jika terdapat beberapa nilai prediksi yang sangat jauh dari nilai sebenarnya, nilai MSE akan lebih tinggi, memberikan sinyal bahwa model memiliki performa buruk. Hal ini memberikan pemahaman yang lebih langsung tentang

seberapa akurat model dalam memprediksi secara proporsional terhadap nilai sebenarnya.

2.4.1 Mean Squared Error (MSE)

Mean Squared Error atau yang biasa disingkat MSE merupakan matrik atau ukuran yang sering digunakan dalam statistik dan machine learning untuk menilai tingkat kesalahan atau perbedaan antara nilai yang diproyeksikan model atau sistem dan nilai aktual. Metode untuk menghitung MSE mengambil selisih antara setiap nilai prediksi dan nilai aktual, mengkuadratkannya, menjumlahkan seluruh nilai selisih, dan kemudian membaginya dengan jumlah total sampel data. MSE adalah indikator yang membantu, angka yang lebih rendah menunjukkan bahwa model berkinerja lebih baik dalam meramalkan nilai sebenarnya. Adapun rumus untuk menghitung Mean Squared *Error* yaitu:

$$\text{MSE} = \frac{\sum(\text{actual}-\text{forecast})^2}{n} \quad (2.18)$$

Dimana n merupakan jumlah total sampel data yang digunakan dalam proses prediksi. Actual merupakan data asli yang digunakan selama uji coba dan forecast merupakan data hasil prediksi yang dihasilkan.

2.4.2 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error atau yang biasa disingkat MAPE merupakan statistik atau ukuran yang digunakan untuk menilai proporsionalitas model atau sistem prediksi kesalahan. Jumlah kesalahan prediksi dihitung menggunakan MAPE dan dinyatakan sebagai persentase dari nilai sebenarnya. Dalam aplikasi bisnis atau peramalan, seperti peramalan penjualan atau peramalan

keuangan, MAPE adalah statistik yang digunakan untuk menilai ketidakakuratan prediktif secara relatif. Adapun rumus untuk menghitung *Mean Absolute Percentase Error* yaitu:

$$\text{MAPE} = \frac{\sum[\text{actual}-\text{forecast}]/[\text{actual}*100]}{n} \quad (2.19)$$

Dimana n merupakan jumlah data yang dimiliki. Actual merupakan data asli yang digunakan selama uji coba dan forecast merupakan data hasil prediksi yang dihasilkan.

BAB III

DESAIN DAN IMPLEMENTASI

Penelitian adalah proses ilmiah yang melibatkan analisis sistematis dan penerapan strategi ilmiah untuk mempelajari suatu kasus dengan tujuan memperoleh informasi yang berharga dan dapat dipertanggungjawabkan (Simanjuntak *et al.* 2022).

3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan suatu tahapan yang bertujuan untuk mengumpulkan seluruh data dan informasi yang dibutuhkan dalam penelitian tugas akhir ini. Data yang digunakan merupakan data harga kelapa sawit mulai bulan Oktober tahun 1990 hingga bulan September 2020. Harga kelapa sawit ditentukan setiap bulannya sehingga data yang akan ditentukan adalah harga dalam bulan berikutnya. Data harga kelapa sawit didapatkan dari dataset yang tersedia di *Kaggle*. Dalam penelitian ini yang digunakan adalah variable harga untuk menentukan harga sawit pada bulan berikutnya menggunakan sistem *time series* dengan metode *Neural Network Backpropagation*. Berikut merupakan dataset yang akan digunakan selama penelitian.

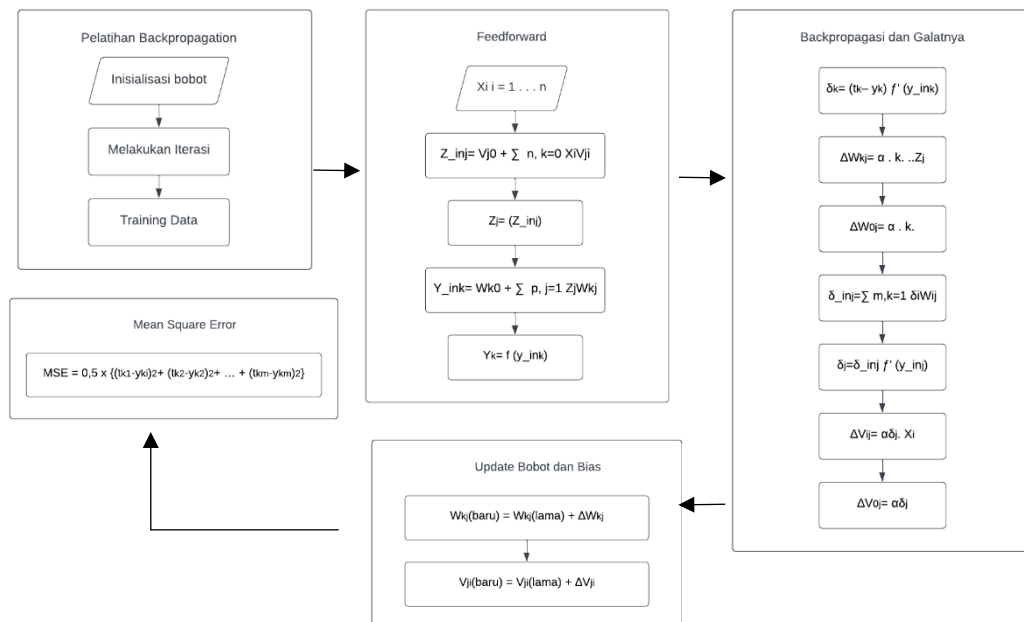
Tabel 3.1 Tabel data harga kelapa sawit yang digunakan

No.	Bulan/Tahun	Harga Kelapa Sawit (dalam USD)
1	Oktober 1990	0.29
2	November 1990	0.33
3	Desember 1990	0.35
4	Januari 1991	0.35
5	Februari 1991	0.34
...
356	Mei 2020	0.58
357	Juni 2020	0.66
358	Juli 2020	0.69

359	Agustus 2020	0.76
360	September 2020	0.8

3.2 Desain Sistem

Desain sistem merupakan gambaran alur dari sistem yang akan dibuat. Sistem diawali dengan start lalu menginputkan data berupa harga kelapa sawit, selanjutnya dilakukan proses *Neural Network Backpropagation*, dan akan menghasilkan output berupa prediksi harga kelapa sawit. Setelah itu dilakukan pengujian dari hasil sistem dan data akurat yang dimiliki untuk mengetahui nilai keakuratan hasil prediksi. Desain sistem digambarkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Desain sistem

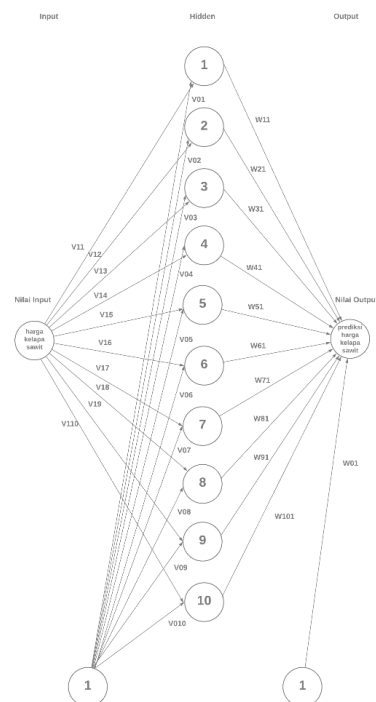
3.2.1. Input Data

Data yang diinputkan berupa harga kelapa sawit berdasarkan data yang telah didapatkan. Data yang ada nantinya akan dimasukkan dalam sistem untuk diolah di tahap berikutnya. Input data tidak dilakukan secara keseluruhan karena sebagian

data akan digunakan sebagai data testing atau pengujian. Sebelum memasukkan data, langkah pertama adalah melakukan normalisasi terhadap data tersebut. Hal ini diperlukan karena fungsi aktivasi yang digunakan dalam algoritma Backpropagation hanya dapat mengolah data input yang memiliki nilai antara 0 sampai 1.

3.2.2 Proses *Neural Network Backpropagation*

Metode *Neural Network Backpropagation* memiliki beberapa tahapan yang harus dilalui untuk menghasilkan output yang diinginkan. Tahapan metode *Neural Network Backpropagation* sudah dijabarkan pada bab sebelumnya beserta langkah-langkahnya secara terperinci. Metode *Neural Network Backpropagation* sendiri memiliki 3 layer didalamnya yaitu *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*. Seperti yang terdapat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Arsitektur *Backpropagation*

Dalam proses *Backpropagation* terdapat suatu variable yang disebut bias (i), bias memiliki nilai tetap yaitu 1. Gambar 3.2 merupakan rancangan sementara dengan menggunakan 1 *hidden layer* yang mempunyai 10 node didalamnya. Nantinya akan dilakukan percobaan berulang menggunakan jumlah *hidden layer* yang berbeda dengan range 1000-10000 untuk mendapatkan hasil prediksi yang mempunyai nilai error terkecil. Input data tidak memasukkan keseluruhan data yang dimiliki, melainkan hanya sebagian. Data yang diinputkan berupa variable harga kelapa sawit dan output yang dihasilkan berupa prediksi harga kelapa sawit untuk periode selanjutnya.

Sebelum dilakukan input data maka data akan di normalisasi terlebih dahulu karena *backpropagation* tidak bisa memproses data diluar range 0 sampai 1. Setelah data dinormalisasi maka perlu dilakukan inisialisasi bobot, lalu menentukan batas error yang diinginkan dan iterasi maksimal. Ketika hasil perulangan telah mencapai batas error maka sistem akan berhenti meskipun belum mencapai iterasi maksimal, begitu pula ketika sistem telah mencapai iterasi maksimal maka sistem akan berhenti meskipun hasilnya belum mencapai batas error. Setelah selesai dan mendapatkan nilai prediksi maka perlu dilakukan denormalisasi untuk mengubah data prediksi menjadi rupiah. Hal ini dikarenakan hasil prediksi yang dihasilkan merupakan bilangan kecil hasil dari proses normalisasi sebelumnya, maka perlu dilakukan denormalisasi untuk mengembalikan data dalam satuan sebenarnya. Sehingga akan dihasilkan output berupa data prediksi harga kelapa sawit.

3.2.3 Hasil Prediksi

Pada hasil akhir sistem akan menghasilkan *output* berupa prediksi harga kelapa sawit, *output* sistem perlu dilakukan pengujian untuk memastikan keakuratan nilai prediksi. Pengujian kesalahan (*error*) dilakukan menggunakan metode MSE. Pengujian dilakukan dengan membandingkan data prediksi yang dihasilkan sistem dan data akurat yang dimiliki, sehingga nantinya akan diketahui berapa nilai *error* hasil prediksi. Semakin kecil nilai *error*-nya maka semakin baik sistem tersebut, dan semakin besar nilai *error*-nya maka perlu dilakukan tinjauan ulang pada sistem tersebut

3.3 *Theoretical Framework*

Metode *Neural Network Backpropagation* telah banyak digunakan sebagai metode penelitian, adapun yang memiliki objek serupa yaitu harga kelapa sawit. Hal yang membedakan disini adalah pada penelitian sebelumnya oleh (Andriyani *et al.* 2018) untuk menentukan harga kelapa sawit didasarkan pada kualitas buah dengan menggunakan kriteria berupa Indeks K, Harga kernel, Rendeman kernel, Harga CPO, dan Rendeman CPO, dan harga TBS. Penelitian yang dilakukan oleh (Ginting *et al.* 2020) menggunakan variable harga, keadaan ekonomi, kurs, dan cuaca untuk melakukan prediksi harga kelapa sawit. Sedangkan penelitian ini menggunakan variable harga kelapa sawit sebagai inputan awal.

Dari kriteria yang ada selanjutnya dilakukan normalisasi data dan setelahnya dilakukan prediksi harga untuk bulan bulan berikutnya. Data yang ada dijadikan sebagai acuan untuk membandingkan harga. Setelah harga kelapa sawit berdasarkan kualitas buah telah diprediksi maka akan dilakukan perhitungan tingkat

error atau kesalahan menggunakan MSE (Andriyani *et al.* 2018). Metode yang digunakan adalah *Neural Network Backpropagation* karena dirasa lebih akurat dibandingkan dengan metode lain, hal ini disebabkan oleh bobot pembelajaran sistem dilakukan secara bolak balik dengan membandingkan tingkat *error* dalam propagasi baliknya. Data yang telah didapatkan diinisialisasi bobot awalnya untuk menghubungkan simpul-simpul pada *input layer* dan *hidden layer*. Selanjutnya dilakukan perhitungan menggunakan metode *Neural Network Backpropagation* untuk mendapatkan *output* berupa prediksi harga sawit (Ginting *et al.* 2020).

Pada penelitian kali ini mengimplementasikan metode *Neural Network Backpropagation* untuk memprediksi harga kelapa sawit yang akan datang. Data yang digunakan menggunakan model *time series* dengan satuan bulan. Sehingga nantinya sistem akan melakukan prediksi harga sawit menggunakan metode *Neural Network Backpropagation* untuk bulan berikutnya. Input yang digunakan adalah harga kelapa sawit dan output yang dihasilkan adalah prediksi harga kelapa sawit. Selanjutnya dilakukan pengujian hasil prediksi menggunakan MSE.

3.4 Konseptual Framework

Perkebunan kelapa sawit merupakan salah satu komoditas terbesar di Indonesia, lahannya tersebar di berbagai wilayah serta memiliki daya guna yang tinggi. Kelapa sawit memiliki produksi serta hasil panen yang cenderung stabil setiap waktu, hal ini tidak memungkiri bahwa produksi dan hasil panen akan naik atau turun. Naik atau turunnya produksi dan hasil panen kelapa sawit nantinya akan berpengaruh pada penetapan harga kelapa sawit. Harga yang kemungkinan mengalami naik atau turun meresahkan para petani kelapa sawit karna khawatir

harga kelapa sawit tiba-tiba anjlok tanpa informasi sebelumnya. Sebab itu diperlukan sistem untuk memprediksi harga sawit yang akan datang berdasarkan data harga kelapa sawit pada bulan-bulan sebelumnya.

Variable yang digunakan adalah harga kelapa sawit yang nantinya diolah menggunakan metode *Neural Network Backpropagation*. Data *time series* ini diharapkan akan menghasilkan output berupa prediksi harga kelapa sawit untuk bulan berikutnya. Pengujian kesalahan (*error*) nantinya akan dilakukan menggunakan MSE. Semakin kecil hasil pengujian kesalahan maka semakin baik sistem, begitu pula sebaliknya apabila semakin besar hasil pengujian kesalahan maka sistem perlu ditinjau ulang sebelum digunakan.

BAB IV

UJI COBA DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian prediksi harga kelapa sawit menggunakan metode *Neural Network Backpropagation* akan dibahas pada bab ini berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan.

4.1 Implementasi Penelitian

Penelitian ini menerapkan alur yang digunakan dalam metode *Neural Network Backpropagation* dengan beberapa langkah yang harus di lalui.

4.1.1 Data Penelitian

Data penelitian yang digunakan sejumlah 360 data yang nantinya akan ditentukan menjadi data training dan data testing. Split data untuk pembagian data testing dan data training menggunakan fungsi Kfold sebanyak 3, hal ini lebih memudahkan dalam pembagian data serta percobaan yang akan dilakukan. Semakin banyak jumlah Kfold yang digunakan maka semakin banyak perulangan atau percobaan yang dilakukan. Split data dilakukan pada data dan setelahnya memasuki tahap preprosesing untuk mencari nilai akurasi terbaik. Berikut merupakan tahapan preprocessing data.

a. Data Transformation

Transformasi data dilakukan untuk mengubah tipe data yang akan digunakan. Tipe data awal adalah string yang setelahnya diubah ke integer. Hal ini dikarenakan sistem tidak dapat memproses tipe data selain numerik. Untuk transformasi data

menggunakan label encoder dan library pandas DataFrame. Setelah dilakukan transformasi data maka tipe data yang dimiliki akan berubah menjadi integer, sehingga sistem dapat melakukan proses pada data.

b. Normalisasi Data

Normalisasi data berfungsi untuk mengubah data dengan range 1-0. Normalisasi dilakukan menggunakan normalisasi MinMax yakni dengan memanfaatkan nilai terbesar dan terkecil dari data untuk melakukan normalisasi pada seluruh data. Nilai terkecil dalam data akan menjadi 0, nilai terbesar akan menjadi 1, dan nilai-nilai lainnya akan diubah secara proporsional antara 0 dan 1. Tujuan normalisasi adalah mencegah kegagalan dalam pembelajaran dan pengujian jaringan (Muflih 2021). Penerapan normalisasi data bertujuan untuk menjaga variasi prediksi yang signifikan. Prinsip dasar dari normalisasi data penting untuk menciptakan rentang yang lebih seragam. Metode yang sering digunakan dalam normalisasi data adalah metode Min-Max. Metode normalisasi Min-Max dipilih secara populer dibandingkan dengan teknik lainnya. Hal ini disebabkan karena metode Min-Max dapat memberikan transformasi linier pada rentang data asli dan memiliki tingkat kesalahan yang lebih rendah dibandingkan dengan metode lainnya (Prasetya Wibawa *et al.* 2020). Dengan rentang nilai yang terbatas, perubahan bobot dan bias dalam proses dapat dilakukan dengan lebih cepat dan stabil. Hal ini mengurangi waktu yang diperlukan untuk mencapai tingkat akurasi yang diinginkan dalam pelatihan jaringan saraf tiruan.

c. Menentukan variable input dan output

Selanjutnya adalah menentukan variable input yaitu data harga kelapa sawit sebelumnya dan variable output berupa prediksi harga kelapa sawit yang akan datang. Variable `df` diinisialisasi sebagai input dan variable `pred_df` diinisialisasi sebagai output.

d. Pembagian Data

Pembagian data dilakukan untuk menentukan batas data yang akan digunakan sebagai data testing dan data training. Split data dilakukan pada bagian `split_data` dengan memasukkan nilai dari data testing yang akan digunakan pada percobaan yang mana pada penelitian ini variable yang dipanggil adalah variable tahun yang terdapat pada data. Membagi data dengan cara ini memungkinkan evaluasi yang objektif terhadap kinerja jaringan saraf tiruan dan membantu dalam menghindari overfitting.

4.1.2 Implementasi Sistem dengan *Neural Network Backpropagation*

Sistem prediksi harga kelapa sawit dibuat dengan menerapkan metode *Neural Network Backpropagation* dan menggunakan bahasa pemrograman python. Tahap pertama adalah melakukan input data yang telah diolah pada tahap sebelumnya.

- a. Menentukan beberapa parameter yang akan digunakan. Penelitian ini menggunakan learning rate 1, epoch atau iterasi 1000 – 10000, dan 1 hidden layer dengan 10 neuron.
- b. Menentukan bobot bias secara random.

- c. Menentukan fungsi *aktivasi sigmoid*, *mean squared error*, dan *mean absolute percentage error*.
- d. Setiap data yang diinputkan melakukan latihan data sebanyak iterasi yang telah ditentukan sebelumnya.

4.2 Pengujian Model

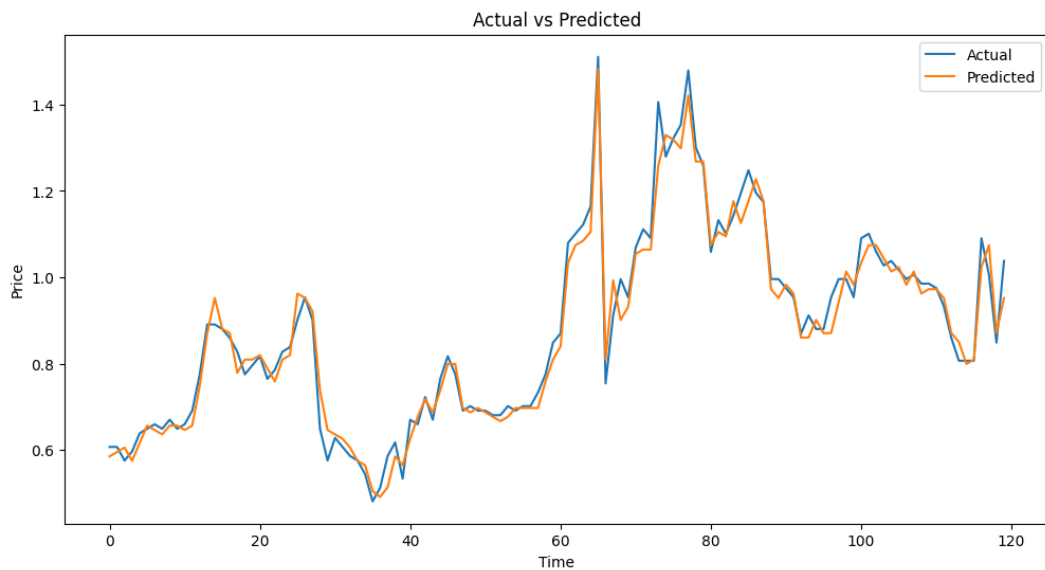
Pengujian model dilakukan untuk mendapatkan nilai akurasi terbaik berdasarkan data prediksi yang dihasilkan. Data yang digunakan adalah data testing. Proses pengujian menggunakan beberapa model sebagai berikut.

4.2.1 Pengujian Model A

Pengujian model A menggunakan epoch atau iterasi sejumlah 1000 dengan 1 hidden layer (lapisan tersembunyi) yang mana didalamnya terdapat neuron sebanyak 10. Sistem akan berhenti ketika telah mencapai epoch atau iterasi ke 1000 dan menghasilkan nilai *mean square error*, *mean absolute percentage error*, dan akurasi yang berbeda pada setiap modelnya. Hasil MSE dan MAPE yang terkecil menunjukkan bahwa hasil pengujian model lebih baik, dan nilai akurasi yang terbesar menunjukkan nilai pengujian model memiliki nilai akurasi yang tinggi. Pengujian menggunakan Kfold sebanyak 3 sehingga data akan dibagi menjadi 3 bagian yang akan dilakukan pengujian menyilang pada masing masing data. Selanjutnya akan muncul hasil perhitungan MSE, MAPE, dan akurasi dari masing-masing fold yang setelahnya dilakukan perhitungan rata-rata.

4.2.1.1 Fold 1

Hasil perhitungan pada Fold 1 Model A menunjukkan nilai MSE sebesar 0.03751033990860364, nilai MAPE sebesar 3.250969440634948, dan tingkat akurasi sebesar 96.74903055936505. Hasil percobaan menghasilkan nilai prediksi harga kelapa sawit yang tidak jauh berbeda dengan nilai asli harga kelapa sawit seperti yang terlampir dalam lampiran 1 berupa tabel perbandingan data actual dan data prediksi. Selain itu hasil perhitungan juga digambarkan menggunakan sebuah grafik pada gambar 4.1.

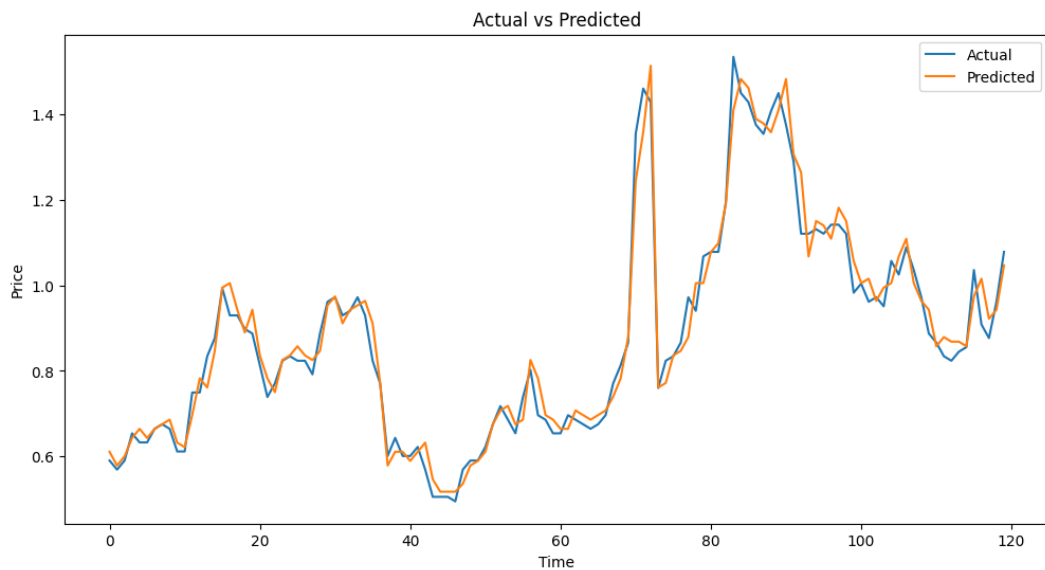


Gambar 4.1 Grafik perbandingan pada kfold 1A

Pada gambar 4.1 menunjukkan perbedaan antara data actual dan data prediksi berdasarkan data asli dan hasil prediksi harga kelapa sawit. Data dibagi menjadi 3 bagian menggunakan Kfold sehingga data yang ada berjumlah 120 data dari keseluruhan data yang dimiliki.

4.2.1.2 Fold 2

Hasil perhitungan pada Fold 2 Model A menunjukkan nilai MSE sebesar 0.042960351848652566, nilai MAPE sebesar 3.563858998462662, dan tingkat akurasi sebesar 96.43614100153734. Hasil percobaan menghasilkan nilai prediksi harga kelapa sawit yang tidak jauh berbeda dengan nilai asli harga kelapa sawit seperti yang terlampir dalam lampiran 1 berupa tabel perbandingan data actual dan data prediksi. Selain itu hasil perhitungan juga digambarkan menggunakan sebuah grafik pada gambar 4.2.

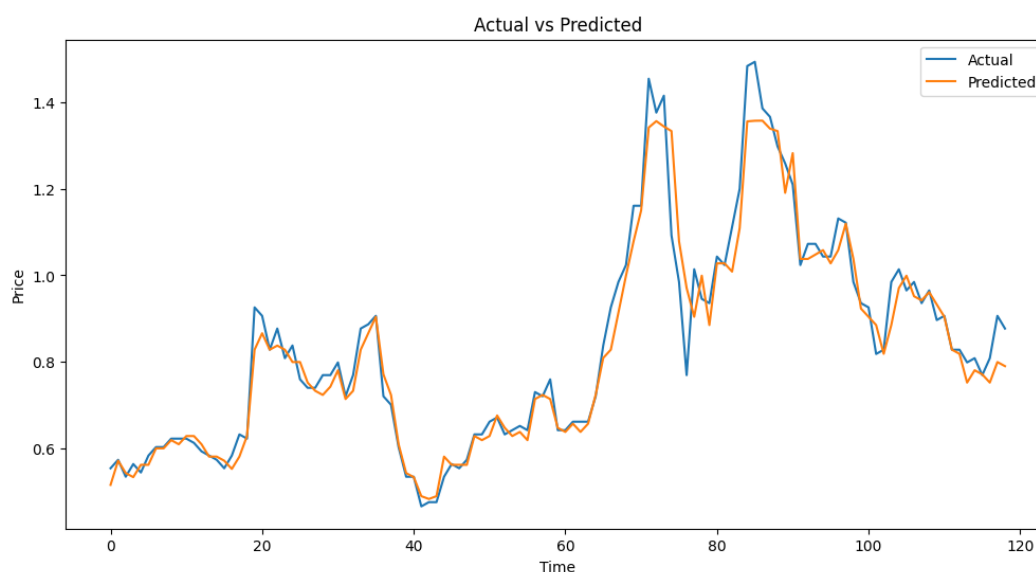


Gambar 4.2 Grafik perbandingan pada kfold 2A

Pada gambar 4.2 menunjukkan perbedaan antara data actual dan data prediksi berdasarkan data asli dan hasil prediksi harga kelapa sawit. Data dibagi menjadi 3 bagian menggunakan Kfold sehingga data yang ada berjumlah 120 data dari keseluruhan data yang dimiliki.

4.2.1.3 Fold 3

Hasil perhitungan pada Fold 3 Model A menunjukkan nilai MSE sebesar 0.052959938222919445, nilai MAPE sebesar 3.8766478971102263, dan tingkat akurasi sebesar 96.12335210288977. Hasil percobaan menghasilkan nilai prediksi harga kelapa sawit yang tidak jauh berbeda dengan nilai asli harga kelapa sawit seperti yang terlampir dalam lampiran 1 berupa tabel perbandingan data actual dan data prediksi. Selain itu hasil perhitungan juga digambarkan menggunakan sebuah grafik pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik perbandingan pada kfold 3A

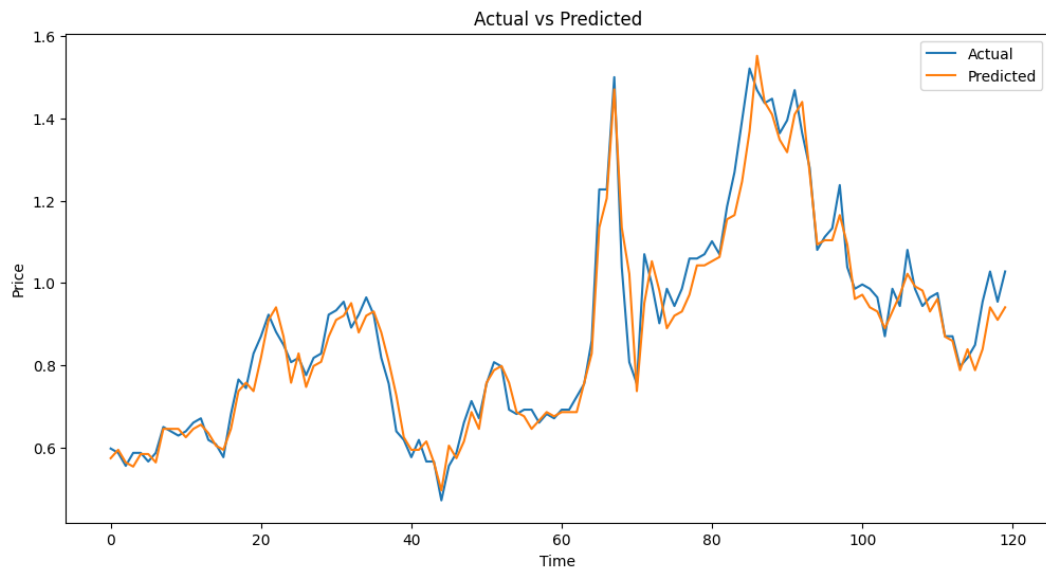
Pada gambar 4.3 menunjukkan perbedaan antara data actual dan data prediksi berdasarkan data asli dan hasil prediksi harga kelapa sawit. Data dibagi menjadi 3 bagian menggunakan Kfold sehingga data yang ada berjumlah 120 data dari keseluruhan data yang dimiliki.

4.2.2 Pengujian Model B

Pengujian model B menggunakan epoch atau iterasi sejumlah 5000 dengan 1 hidden layer (lapisan tersembunyi) yang mana didalamnya terdapat neuron sebanyak 10. Sistem akan berhenti ketika telah mencapai epoch atau iterasi ke 5000 dan menghasilkan nilai *mean square error*, *mean absolute percentage error*, dan akurasi yang berbeda pada setiap modelnya. Hasil MSE dan MAPE yang terkecil menunjukkan bahwa hasil pengujian model lebih baik, dan nilai akurasi yang terbesar menunjukkan nilai pengujian model memiliki nilai akurasi yang tinggi. Pengujian menggunakan Kfold sebanyak 3 sehingga data akan dibagi menjadi 3 bagian yang akan dilakukan pengujian menyilang pada masing masing data. Selanjutnya akan muncul hasil perhitungan MSE, MAPE, dan akurasi dari masing-masing fold yang setelahnya dilakukan perhitungan rata-rata.

4.2.2.1 Fold 1

Hasil perhitungan pada Fold 1 Model B menunjukkan nilai MSE sebesar 0.05211571488026237, nilai MAPE sebesar 4.166396947852046, dan tingkat akurasi sebesar 95.83360305214795. Hasil percobaan menghasilkan nilai prediksi harga kelapa sawit yang tidak jauh berbeda dengan nilai asli harga kelapa sawit seperti yang terlampir dalam lampiran 2 berupa tabel perbandingan data actual dan data prediksi. Selain itu hasil perhitungan juga digambarkan menggunakan sebuah grafik pada gambar 4.4.

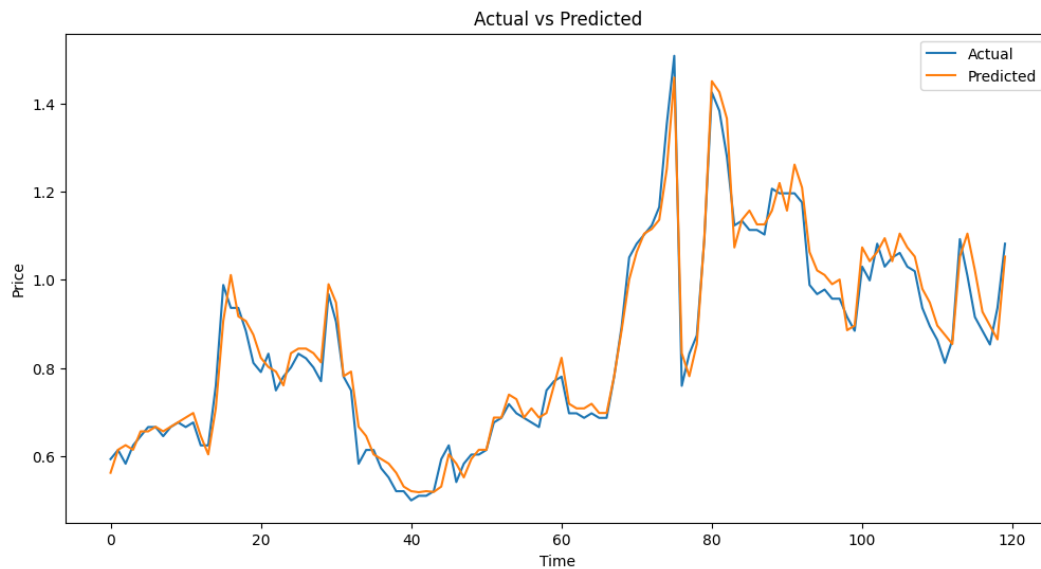


Gambar 4.4 Grafik perbandingan pada kfold 1B

Pada gambar 4.4 menunjukkan perbedaan antara data actual dan data prediksi berdasarkan data asli dan hasil prediksi harga kelapa sawit. Data dibagi menjadi 3 bagian menggunakan Kfold sehingga data yang ada berjumlah 120 data dari keseluruhan data yang dimiliki.

4.2.2.2 Fold 2

Hasil perhitungan pada Fold 2 Model B menunjukkan nilai MSE sebesar 0.03924376761584783, nilai MAPE sebesar 3.717689924367363, dan tingkat akurasi sebesar 96.28231007563264. Hasil percobaan menghasilkan nilai prediksi harga kelapa sawit yang tidak jauh berbeda dengan nilai asli harga kelapa sawit seperti yang terlampir dalam lampiran 2 berupa tabel perbandingan data actual dan data prediksi. Selain itu hasil perhitungan juga digambarkan menggunakan sebuah grafik pada gambar 4.5.

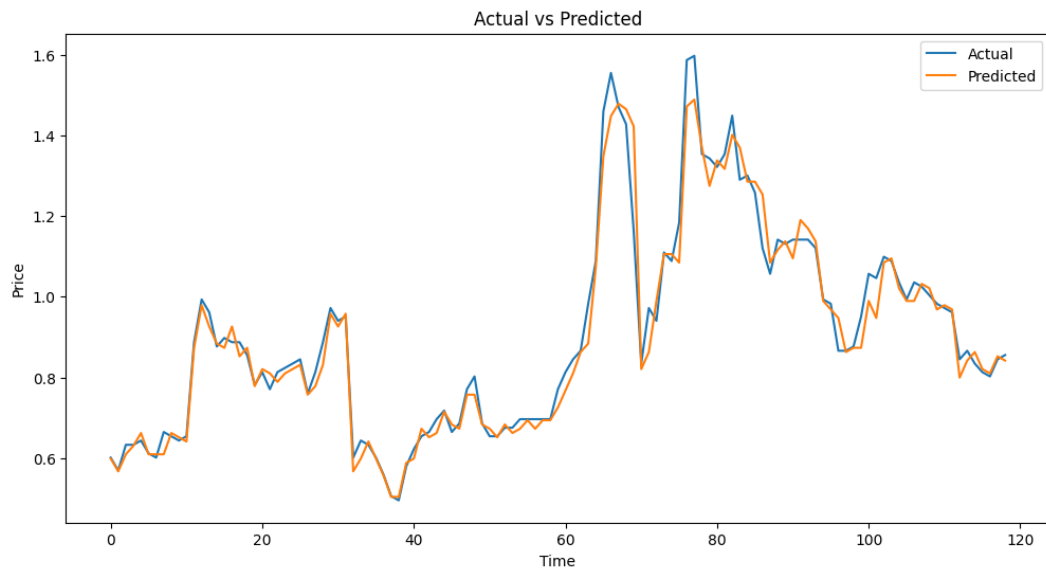


Gambar 4.5 Grafik perbandingan pada kfold 2B

Pada gambar 4.5 menunjukkan perbedaan antara data actual dan data prediksi berdasarkan data asli dan hasil prediksi harga kelapa sawit. Data dibagi menjadi 3 bagian menggunakan Kfold sehingga data yang ada berjumlah 120 data dari keseluruhan data yang dimiliki.

4.2.2.3 Fold 3

Hasil perhitungan pada Fold 3 Model B menunjukkan nilai MSE sebesar 0.04676352695612171, nilai MAPE sebesar 3.012759361139498, dan tingkat akurasi sebesar 96.9872406388605. Hasil percobaan menghasilkan nilai prediksi harga kelapa sawit yang tidak jauh berbeda dengan nilai asli harga kelapa sawit seperti yang terlampir dalam lampiran 2 berupa tabel perbandingan data actual dan data prediksi. Selain itu hasil perhitungan juga digambarkan menggunakan sebuah grafik pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik perbandingan pada kfold 3B

Pada gambar 4.6 menunjukkan perbedaan antara data actual dan data prediksi berdasarkan data asli dan hasil prediksi harga kelapa sawit. Data dibagi menjadi 3 bagian menggunakan Kfold sehingga data yang ada berjumlah 120 data dari keseluruhan data yang dimiliki.

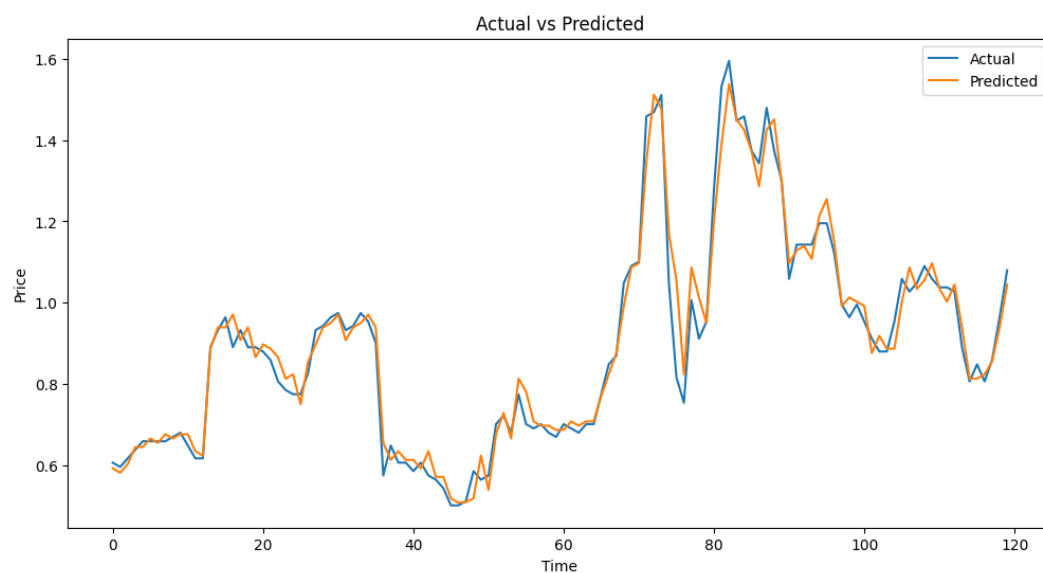
4.2.3 Pengujian Model C

Pengujian model C menggunakan epoch atau iterasi sejumlah 10000 dengan 1 hidden layer (lapisan tersembunyi) yang mana didalamnya terdapat neuron sebanyak 10. Sistem akan berhenti ketika telah mencapai epoch atau iterasi ke 10000 dan menghasilkan nilai *mean square error*, *mean absolute percentage error*, dan akurasi yang berbeda pada setiap modelnya. Hasil MSE dan MAPE yang terkecil menunjukkan bahwa hasil pengujian model lebih baik, dan nilai akurasi yang terbesar menunjukkan nilai pengujian model memiliki nilai akurasi yang tinggi. Pengujian menggunakan Kfold sebanyak 3 sehingga data akan dibagi menjadi 3 bagian yang akan dilakukan pengujian menyilang pada masing masing

data. Selanjutnya akan muncul hasil perhitungan MSE, MAPE, dan akurasi dari masing-masing fold yang setelahnya dilakukan perhitungan rata-rata.

4.2.3.1 Fold 1

Hasil perhitungan pada Fold 1 Model C menunjukkan nilai MSE sebesar 0.04573373455411482, nilai MAPE sebesar 3.587614468514319, dan tingkat akurasi sebesar 96.41238553148568. Hasil percobaan menghasilkan nilai prediksi harga kelapa sawit yang tidak jauh berbeda dengan nilai asli harga kelapa sawit seperti yang terlampir dalam lampiran 3 berupa tabel perbandingan data actual dan data prediksi. Selain itu hasil perhitungan juga digambarkan menggunakan sebuah grafik pada gambar 4.7.

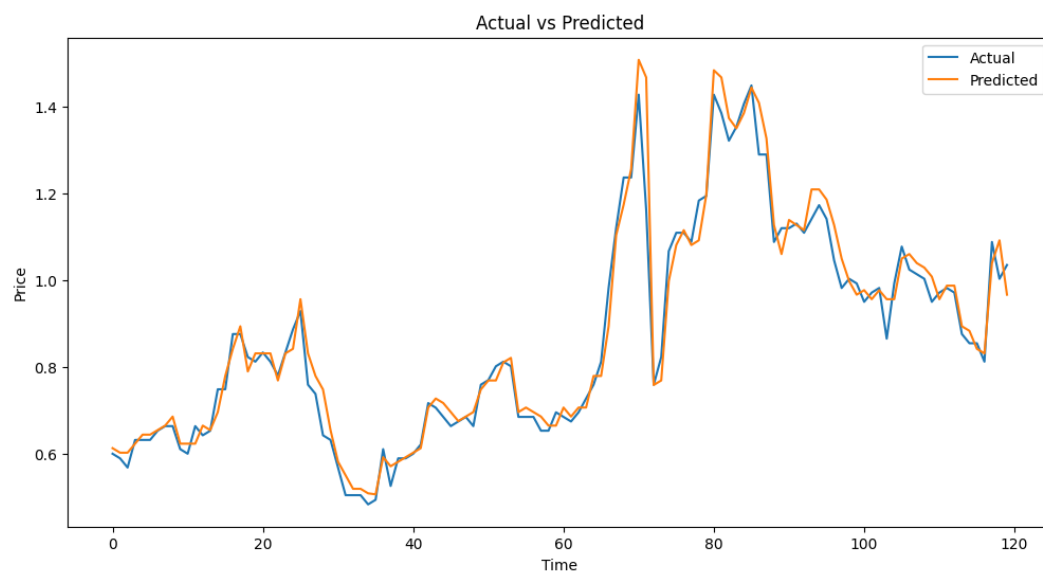


Gambar 4.7 Grafik perbandingan pada kfold 1C

Pada gambar 4.7 menunjukkan perbedaan antara data actual dan data prediksi berdasarkan data asli dan hasil prediksi harga kelapa sawit. Data dibagi menjadi 3 bagian menggunakan Kfold sehingga data yang ada berjumlah 120 data dari keseluruhan data yang dimiliki.

4.2.3.2 Fold 2

Hasil perhitungan pada Fold 2 Model C menunjukkan nilai MSE sebesar 0.04718582031243621, nilai MAPE sebesar 3.4971956401239774, dan tingkat akurasi sebesar 96.50280435987602. Hasil percobaan menghasilkan nilai prediksi harga kelapa sawit yang tidak jauh berbeda dengan nilai asli harga kelapa sawit seperti yang terlampir dalam lampiran 3 berupa tabel perbandingan data actual dan data prediksi. Selain itu hasil perhitungan juga digambarkan menggunakan sebuah grafik pada gambar 4.8.

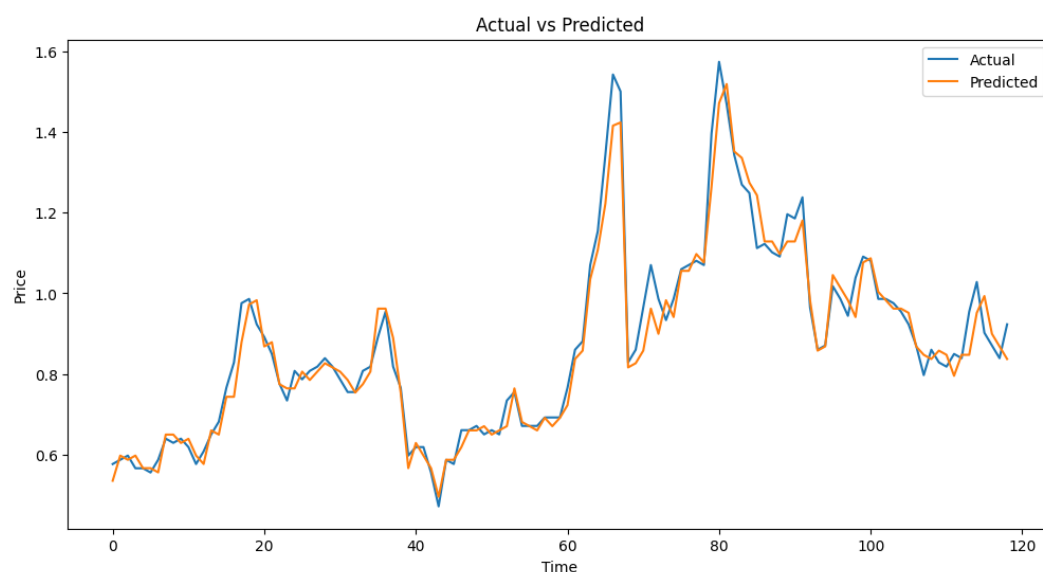


Gambar 4.8 Grafik perbandingan pada kfold 2C

Pada gambar 4.8 menunjukkan perbedaan antara data actual dan data prediksi berdasarkan data asli dan hasil prediksi harga kelapa sawit. Data dibagi menjadi 3 bagian menggunakan Kfold sehingga data yang ada berjumlah 120 data dari keseluruhan data yang dimiliki.

4.2.3.3 Fold 3

Hasil perhitungan pada Fold 3 Model C menunjukkan nilai MSE sebesar 0.04653740308941152, nilai MAPE sebesar 3.6249641566940793, dan tingkat akurasi sebesar 96.37503584330592. Hasil percobaan menghasilkan nilai prediksi harga kelapa sawit yang tidak jauh berbeda dengan nilai asli harga kelapa sawit seperti yang terlampir dalam lampiran 3 berupa tabel perbandingan data actual dan data prediksi. Selain itu hasil perhitungan juga digambarkan menggunakan sebuah grafik pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Grafik perbandingan pada kfold 3C

Pada gambar 4.9 menunjukkan perbedaan antara data actual dan data prediksi berdasarkan data asli dan hasil prediksi harga kelapa sawit. Data dibagi menjadi 3 bagian menggunakan Kfold sehingga data yang ada berjumlah 120 data dari keseluruhan data yang dimiliki.

4.2.4 Hasil Model

Berdasarkan pengujian sistem yang dilakukan pada model A hingga model C maka didapat sebuah perbandingan rata-rata perhitungan MSE, MAPE, serta akurasi pada masing masing model percobaan seperti pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil MSE data testing

Model	MSE	MAPE	Akurasi
A	0.044476876660058555	3.563825445402612	96.4361745545974
B	0.04604100315074397	3.6322820777863023	96.36771792221369
C	0.046485652651987515	3.569924755110792	96.43007524488921

Berdasarkan tabel 4.1 diperoleh hasil perhitungan rata-rata MSE, MAPE, dan akurasi dengan nilai yang berbeda pada masing-masing percobaan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa MSE terbaik atau paling kecil dihasilkan oleh model A dengan nilai sebesar 0.044476876660058555, lalu MAPE terbaik atau terkecil dihasilkan oleh model A dengan nilai sebesar 3.563825445402612, dan nilai akurasi terbaik dihasilkan oleh percobaan menggunakan model A dengan nilai sebesar 96.4361745545974. Dapat disimpulkan bahwa model A merupakan pemodelan paling baik berdasarkan uji coba yang menghasilkan MSE, MAPE dan akurasi paling baik diantara percobaan yang dilakukan pada model lainnya. Sistem dapat dijadikan acuan untuk melihat prediksi harga kelapa sawit periode selanjutnya berdasarkan data harga kelapa sawit beberapa tahun sebelumnya secara berturut-turut. Harga kelapa sawit yang sering kali naik turun mengakibatkan ketidakstabilan harga kelapa sawit yang membuat resah petani kelapa sawit.

Harga kelapa sawit ditetapkan oleh pemerintah setiap bulannya dengan memperhatikan beberapa aspek yang mempengaruhi kenaikan dan penurunan harga. Salah satunya yaitu proses ekspor dan impor kelapa sawit yang berlangsung

serta penetapan harga kelapa sawit internasional. Tidak hanya itu, kualitas buah juga berpengaruh dalam penetapan harga lokal. Apabila telah tiba masa panennya maka kualitas buah cenderung baik dan harga stabil, tetapi ketika tidak musim maka bisa mengalami kenaikan harga meskipun dengan kualitas buah yang sama.

Prediksi harga kelapa sawit memungkinkan petani sawit untuk bisa melakukan antisipasi serta memutuskan apa yang akan dilakukan pada musim berikutnya. Sehingga apa yang dikerjakan tidak dirasa sia-sia apabila harga kelapa sawit mengalami penurunan. Seperti kisah Nabi Yusuf yang diceritakan dalam Al-Qur'an surat Yusuf ayat 46 hingga 49 yang berbunyi:

يُوسُفُ أَيُّهَا الصِّدِّيقُ أَفْتِنَا فِي سَبْعِ بَقَرَاتٍ سِمَانٍ يَأْكُلُهُنَّ سَبْعَ عَجَافٍ وَسَبْعِ سُنبُلَاتٍ خُضْرٍ وَأُخَرَ يَبْسُتٍ لَعَلِّي أَرْجِعُ
إِلَى النَّاسِ لَعَلَّهُمْ يَعْلَمُونَ ٤٦ قَالَ تَزْرَعُونَ سَبْعَ سِنِينَ دَائِبًا فَمَا حَصَدْتُمْ فَذَرُوهُ فِي سُنْبُلِهِ ۖ إِلَّا قَلِيلًا مِمَّا تَأْكُلُونَ ٤٧
ثُمَّ يَأْتِي مِنْ بَعْدِ ذَلِكَ سَبْعُ شِدَادٍ يَأْكُلْنَ مَا قَدَّمْتُمْ لَهُنَّ إِلَّا قَلِيلًا مِمَّا تَحْصُونَ ٤٨ ثُمَّ يَأْتِي مِنْ بَعْدِ ذَلِكَ عَامٌ فِيهِ يُعَاثُ
النَّاسُ وَفِيهِ يَعْصَرُونَ ٤٩

“46. (Dia berkata,) “Wahai Yusuf, orang yang sangat dipercaya, jelaskanlah kepada kami (takwil mimpiku) tentang tujuh ekor sapi gemuk yang dimakan oleh tujuh (ekor sapi) kurus dan tujuh tangkai (gandum) hijau yang (meliputi tujuh tangkai) lainnya yang kering agar aku kembali kepada orang-orang itu supaya mereka mengetahuinya.” 47. (Yusuf) berkata, “Bercocoktanamlah kamu tujuh tahun berturut-turut! Kemudian apa yang kamu tuai, biarkanlah di tangkainya, kecuali sedikit untuk kamu makan. 48. Kemudian, sesudah itu akan datang tujuh (tahun) yang sangat sulit (paceklik) yang menghabiskan apa yang kamu simpan untuk menghadapinya, kecuali sedikit dari apa (bibit gandum) yang kamu simpan. 49. Setelah itu akan datang tahun, ketika manusia diberi hujan (dengan cukup) dan pada masa itu mereka memeras (anggur).” (Q.S. Yusuf/ 12:46-49).

Dalam tafsir Ibnu Katsir QS. Yusuf ayat 46 sampai 49 menjelaskan tentang kisah Nabi Yusuf yang menafsirkan mimpi raja. Raja memiliki mimpi tentang tujuh sapi yang gemuk yang dimakan oleh tujuh sapi yang kurus. Artinya, hasil panen selama tujuh tahun pertama akan digunakan untuk tujuh tahun berikutnya. Akan

ada musim subur dan cuaca yang baik selama tujuh tahun berturut-turut. Sapi digambarkan dengan tahun karena sapi digunakan untuk membajak lahan yang menghasilkan buah-buahan dan tanaman, terutama gandum yang subur.

Berapapun hasil panen yang kalian dapatkan selama tujuh tahun musim subur, kalian harus menyimpannya untuk jangka waktu yang lama dan menghindari pembusukan. Kecuali untuk kebutuhan makanan, yang boleh dipisahkan dari hasil panen. Makanlah dengan bijak, jangan berlebihan, agar persediaan makanan dapat mencukupi selama tujuh tahun musim paceklik. Musim paceklik yang beruntun selama tujuh tahun adalah seperti sapi yang kurus yang memakan sapi yang gemuk. Ketika musim paceklik tiba, semua persediaan makanan yang dikumpulkan selama musim subur akan habis dikonsumsi. Bulir-bulir yang kering mewakili musim paceklik.

Kemudian, Nabi Yusuf memberi tahu mereka bahwa selama tujuh tahun musim paceklik, tidak ada tanaman yang dapat tumbuh dan semua usaha bercocok tanam akan sia-sia. Tetapi setelah musim paceklik yang panjang itu, akan datang tahun-tahun subur. Selama tahun-tahun itu, hujan akan turun dengan deras, negeri akan menjadi subur dan menghasilkan panen yang melimpah. Orang-orang akan membuat anggur, minyak zaitun, dan produk-produk lain seperti biasa; mereka juga akan mengolah tebu menjadi gula.

Ketika Nabi Yusuf memberikan informasi tentang musim paceklik yang akan datang dan tahun-tahun subur setelahnya, ia memberikan prediksi tentang masa depan. Prediksi ini didasarkan pada data masa lalu dan memberikan gambaran tentang apa yang akan terjadi. Hal yang sama juga terjadi dalam prediksi harga

kelapa sawit yang membantu petani sawit dalam pengambilan keputusan. Baik dalam cerita Nabi Yusuf maupun dalam kehidupan nyata, prediksi menjadi informasi penting dalam perencanaan dan pengambilan keputusan untuk masa depan yang lebih baik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Data yang digunakan dalam penelitian merupakan data harga kelapa sawit international yang bersumber dari Kaggle dengan jumlah data sebanyak 360 data. Rentang waktu data yang digunakan mulai dari bulan Oktober tahun 1990 hingga bulan September tahun 2020. Percobaan dilakukan menggunakan 3 model yaitu Model A, Model B, dan Model C. Model A menggunakan 1000 epoch, Model B menggunakan 5000 epoch, dan Model C menggunakan 10000 epoch. Lalu split data dilakukan menggunakan Kfold sebanyak 3 yaitu dengan membagi data yang berjumlah 360 data menjadi 3 bagian sama banyak.

Prediksi harga kelapa sawit menggunakan metode *neural network backpropagation* menghasilkan MSE terbaik atau paling kecil sebesar 0.044476876660058555 yang dihasilkan oleh model A, lalu MAPE terbaik atau terkecil dihasilkan oleh model A dengan nilai sebesar 3.563825445402612, dan nilai akurasi terbaik dihasilkan oleh percobaan menggunakan model A dengan nilai sebesar 96.4361745545974. Dapat disimpulkan bahwa model A merupakan pemodelan paling baik berdasarkan uji coba yang menghasilkan MSE, MAPE dan akurasi paling baik diantara percobaan yang dilakukan pada model lainnya. Hal ini dikarenakan semakin kecil MSE dan MAPE maka semakin baik pula model yang digunakan, sedangkan akurasi yaitu sebaliknya dengan semakin besar nilai akurasi maka semakin baik model yang digunakan.

5.2 SARAN

Masih banyak sekali kekurangan dalam pembuatan sistem prediksi harga kelapa sawit menggunakan metode *neural network backpropagation* ini. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan:

1. Dapat menghasilkan error yang lebih minim lagi dengan berbagai percobaan yang beragam.
2. Dapat melakukan penelitian dengan metode yang berbeda untuk membandingkan nilai error yang dihasilkan dan menentukan metode terbaik berdasarkan nilai error terkecil.
3. Dapat dibuat sebuah website agar tampilan menjadi lebih interaktif serta memudahkan dalam melihat hasil prediksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Admojo, F T, A Fahmi, E Ariawan, and H Apriza. 2021. "Pemanfaatan Backpropagation Untuk Memprediksi Produksi Buah Kelapa Sawit Pada PT. Tunas Baru Lampung Tbk." *Teknomatika*.
- Andriyani, Suci, and Norenta Sitohang. 2018. "Implementasi Metode Backpropagation Untuk Prediksi Harga Jual Kelapa Sawit Berdasarkan Kualitas Buah." *JURTEKSI (Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi) IV (2)*: 155–64. <https://doi.org/https://doi.org/10.33330/jurteks.v4i2.40>.
- Aulia, Alwi, Andi Marwan Elhanafi, and Haida Dafitri. 2021. "Implementasi Algoritma Gated Recurrent Unit Dalam Melakukan Prediksi Harga Kelapa Sawit Dengan Memanfaatkan Model Recurrent Neural Network (RNN) Implementasi Algoritma Gated Recurrent Unit Dalam Melakukan Prediksi Harga Kelapa Sawit Dengan Memanfaatkan." *SNASTIKOM*.
- Cholidhazia, Putri. 2018. "Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Prediksi Harga Crude Palm Oil (Cpo) (Studi Kasus: Dinas Perkebunan Provinsi Riau)."
- Duakajui, Nella Naomi, Firda Juita, and Iqbal Eka Anshori. 2022. "Analisis Ekonomi Pendapatan Usaha Perkebunan Kelapa Sawit (Elais Gueneensis J) Desa Sukomulyo Kecamatan Sepaku Kabupaten Penajam Paser Utara." *Paradigma Agribisnis* 4 (2): 84. <https://doi.org/10.33603/jpa.v4i2.6790>.
- Ginting, Hendra Gunawan, Zulfian Azmi, and Rico Imanta Ginting. 2020. "Jaringan Syaraf Tiruan Dalam Peramalan Harga Jual Sawit Dengan Metode Backpropagation." *Jurnal Cyber Tech*, no. x. <https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jct/article/view/1561>.
- Hamid, Mohd Fahmi Abdul, and Ani Shabri. 2017. "Palm Oil Price Forecasting Model: An Autoregressive Distributed Lag (ARDL) Approach." In *AIP Conference Proceedings*, 1842:030026. <https://doi.org/10.1063/1.4982864>.
- Indonesia, Kementerian Pertanian Republik. 2020. "Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia." *Menteri Kesehatan Republik Indonesia Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia* 69 (555): 1–53.
- Indonesia, Presiden Republik. 2014. "Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2014 Tentang Perkebunan."
- Muflih, Ghufon Zaida. 2021. "Penentuan Parameter Pembelajaran Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Dan Pengaruhnya Terhadap Proses Pelatihan" 1 (2): 12–17. <https://doi.org/10.53863/juristik.v1i02.363>.

- Myat, Aung Kaung, and Myint Thu Zar Tun. 2019. "Predicting Palm Oil Price Direction Using Random Forest." In *2019 17th International Conference on ICT and Knowledge Engineering (ICT&KE)*, 2019-Novem:1–6. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICTKE47035.2019.8966799>.
- Pitriyani, D, and Y Permanasari. 2022. "Prediksi Jumlah Penumpang Pesawat Dengan Backpropagation Neural Network." *Bandung Conference ...* <https://proceedings.unisba.ac.id/index.php/BCSM/article/view/4460>.
- Prasetya Wibawa, Aji, Widya Lestar, Agung Bella Putra Utama, Irzan Tri Saputra, and Zahra Nabila Izdihar. 2020. "Multilayer Perceptron Untuk Prediksi Sessions Pada Sebuah Website Journal Elektronik." *Indonesian Journal of Data and Science* 1 (3): 57–67. <https://doi.org/10.33096/ijodas.v1i3.15>.
- Putra, Adi, and Wella Sandria. 2022. "Perubahan Tingkat Harga Dan Produksi Kelapa Sawit di Wilayah Basis Terhadap Kinerja Perdagangan Kelapa Sawit Indonesia." *J-MAS (Jurnal Manajemen Dan Sains)* 7 (1): 30. <https://doi.org/10.33087/jmas.v7i1.355>.
- Rahayu, Dwi, Randy Cahya Wihandika, and Rizal Setya Perdana. 2018. "Implementasi Metode Backpropagation Untuk Klasifikasi Kenaikan Harga Minyak Kelapa Sawit." *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer* 2 (4): 1547–52. [http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=507923%5C&val=10384%5C&title=Implementasi Metode Backpropagation Untuk Klasifikasi Kenaikan Harga Minyak Kelapa Sawit](http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=507923%5C&val=10384%5C&title=Implementasi%20Metode%20Backpropagation%20Untuk%20Klasifikasi%20Kenaikan%20Harga%20Minyak%20Kelapa%20Sawit).
- Satria, Welnof. 2021. "Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Peramalan Penjualan Produk (Studi Kasus Di Metro Electronic Dan Furniture)." *Djtechno: Jurnal Teknologi Informasi* 1 (1): 14–19. <https://doi.org/10.46576/djtechno.v1i1.966>.
- Simanjuntak, Veronika, and Elva Susanti. 2022. "Analisis Peramalan Permintaan Produk Palet Kayu Pada Cv Barokah Utama." *Jurnal Comasie* 06 (02): 107–19. <https://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/comasiejournal/article/view/5137>.
- Siregar, Sandy Putra, and Anjar Wanto. 2017. "Analysis of Artificial Neural Network Accuracy Using Backpropagation Algorithm In Predicting Process (Forecasting)." *IJISTECH (International Journal Of Information System & Technology)* 1 (1): 34. <https://doi.org/10.30645/ijistech.v1i1.4>.
- Supriyanto, Yusuf, M. Ilhamsyah, and Ultach Enri. 2022. "Prediksi Harga Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Linear Regression Dan Random Forest." *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan* <https://Jurnal.Unibrah.Ac.Id/Index.Php/JIWP> 8 (7). <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.6559603>.

Zulhamsyah, Azlan, Saifullah Saifullah, and Muhammad Ridwan Lubis. 2019. "Penerapan Backpropagation Dalam Memprediksi Produksi Kelapa Sawit Unit Kebun Marjandi." *KOMIK (Konferensi Nasional Teknologi Informasi Dan Komputer)* 3 (1). <https://doi.org/10.30865/komik.v3i1.1693>.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perbandingan Hasil Kfold 1000

Fold 1		Fold 2		Fold 3	
Actual	Prediksi	Actual	Prediksi	Actual	Prediksi
[0.6075]	[0.58562315]	[0.5904]	[0.61090904]	[0.5534]	[0.51494634]
[0.6075]	[0.5958104]	[0.5692]	[0.57874954]	[0.573]	[0.5709083]
[0.576]	[0.60599774]	[0.5904]	[0.6001892]	[0.5338]	[0.5423607]
[0.597]	[0.5754358]	[0.654]	[0.6430687]	[0.5632]	[0.53284484]
[0.639]	[0.61618507]	[0.6328]	[0.66450834]	[0.5436]	[0.5613925]
[0.6495]	[0.65693426]	[0.6328]	[0.6430687]	[0.5828]	[0.5613925]
[0.66]	[0.64674693]	[0.6646]	[0.66450834]	[0.6024]	[0.59945595]
[0.6495]	[0.6365596]	[0.6752]	[0.6752282]	[0.6024]	[0.59945595]
[0.6705]	[0.65693426]	[0.6646]	[0.685948]	[0.622]	[0.6184877]
[0.6495]	[0.65693426]	[0.6116]	[0.6323488]	[0.622]	[0.60897183]
[0.66]	[0.64674693]	[0.6116]	[0.62162894]	[0.622]	[0.6280036]
[0.6915]	[0.65693426]	[0.7494]	[0.6966679]	[0.6122]	[0.6280036]
[0.7755]	[0.7486199]	[0.7494]	[0.7824267]	[0.5926]	[0.60897183]
[0.891]	[0.8708674]	[0.8342]	[0.76098704]	[0.5828]	[0.5804242]
[0.891]	[0.9523657]	[0.8766]	[0.8467458]	[0.573]	[0.5804242]
[0.8805]	[0.88105464]	[0.9932]	[0.9946061]	[0.5534]	[0.5709083]
[0.8595]	[0.8708674]	[0.9296]	[1.0049734]	[0.5828]	[0.5518766]
[0.828]	[0.7791817]	[0.9296]	[0.94276977]	[0.6318]	[0.5804242]
[0.7755]	[0.80974364]	[0.8978]	[0.8896252]	[0.622]	[0.6280036]
[0.7965]	[0.80974364]	[0.8872]	[0.94276977]	[0.9258]	[0.8278368]
[0.8175]	[0.8199309]	[0.813]	[0.83602595]	[0.9062]	[0.8659004]
[0.765]	[0.78936905]	[0.7388]	[0.7824267]	[0.8278]	[0.8278368]
[0.786]	[0.7588071]	[0.7706]	[0.75026715]	[0.8768]	[0.83735275]
[0.828]	[0.80974364]	[0.8236]	[0.8253061]	[0.8082]	[0.8278368]
[0.8385]	[0.8199309]	[0.8342]	[0.83602595]	[0.8376]	[0.7992893]
[0.9015]	[0.962553]	[0.8236]	[0.85746574]	[0.7592]	[0.7992893]
[0.954]	[0.9523657]	[0.8236]	[0.83602595]	[0.7396]	[0.7517099]
[0.9015]	[0.9218039]	[0.7918]	[0.8253061]	[0.7396]	[0.7326781]
[0.6495]	[0.7384326]	[0.8872]	[0.8467458]	[0.769]	[0.7231623]
[0.576]	[0.64674693]	[0.9614]	[0.95313704]	[0.769]	[0.74219406]
[0.6285]	[0.6365596]	[0.972]	[0.9738716]	[0.7984]	[0.7802575]
[0.6075]	[0.6263723]	[0.9296]	[0.9110649]	[0.72]	[0.71364635]
[0.5865]	[0.60599774]	[0.9402]	[0.94276977]	[0.769]	[0.7326781]
[0.576]	[0.5754358]	[0.972]	[0.95313704]	[0.8768]	[0.8278368]
[0.5445]	[0.5652486]	[0.9296]	[0.96350425]	[0.8866]	[0.8659004]
[0.4815]	[0.50525516]	[0.8236]	[0.9110649]	[0.9062]	[0.9039638]
[0.513]	[0.49173272]	[0.7706]	[0.7717069]	[0.72]	[0.7707416]

Fold 1		Fold 2		Fold 3	
Actual	Prediksi	Actual	Prediksi	Actual	Prediksi
[0.5865]	[0.5143121]	[0.601]	[0.57874954]	[0.7004]	[0.7231623]
[0.618]	[0.58562315]	[0.6434]	[0.61090904]	[0.6024]	[0.60897183]
[0.534]	[0.5652486]	[0.601]	[0.61090904]	[0.5338]	[0.5423607]
[0.6705]	[0.6263723]	[0.601]	[0.5894694]	[0.5338]	[0.53284484]
[0.66]	[0.6773088]	[0.6222]	[0.61090904]	[0.4652]	[0.48884144]
[0.723]	[0.718058]	[0.5692]	[0.6323488]	[0.475]	[0.48231518]
[0.6705]	[0.68749607]	[0.5056]	[0.54659]	[0.475]	[0.48884144]
[0.765]	[0.7384326]	[0.5056]	[0.517642]	[0.5338]	[0.5804242]
[0.8175]	[0.7995564]	[0.5056]	[0.517642]	[0.5632]	[0.5613925]
[0.7755]	[0.7995564]	[0.495]	[0.517642]	[0.5534]	[0.5613925]
[0.6915]	[0.6976834]	[0.5692]	[0.53587013]	[0.573]	[0.5613925]
[0.702]	[0.68749607]	[0.5904]	[0.57874954]	[0.6318]	[0.6280036]
[0.6915]	[0.6976834]	[0.5904]	[0.5894694]	[0.6318]	[0.6184877]
[0.6915]	[0.68749607]	[0.6222]	[0.61090904]	[0.6612]	[0.6280036]
[0.681]	[0.6773088]	[0.6752]	[0.6752282]	[0.671]	[0.67558295]
[0.681]	[0.66712147]	[0.7176]	[0.70738775]	[0.6318]	[0.6470353]
[0.702]	[0.6773088]	[0.6858]	[0.71810764]	[0.6416]	[0.6280036]
[0.6915]	[0.6976834]	[0.654]	[0.6752282]	[0.6514]	[0.6375194]
[0.702]	[0.6976834]	[0.7388]	[0.685948]	[0.6416]	[0.6184877]
[0.702]	[0.6976834]	[0.8024]	[0.8253061]	[0.7298]	[0.71364635]
[0.7335]	[0.6976834]	[0.6964]	[0.7824267]	[0.72]	[0.7231623]
[0.7755]	[0.7588071]	[0.6858]	[0.6966679]	[0.7592]	[0.71364635]
[0.849]	[0.80974364]	[0.654]	[0.685948]	[0.6416]	[0.6470353]
[0.87]	[0.8403055]	[0.654]	[0.66450834]	[0.6416]	[0.6375194]
[1.08]	[1.0338641]	[0.6964]	[0.66450834]	[0.6612]	[0.6565512]
[1.101]	[1.0746132]	[0.6858]	[0.70738775]	[0.6612]	[0.6375194]
[1.122]	[1.0848006]	[0.6752]	[0.6966679]	[0.6612]	[0.6565512]
[1.164]	[1.1051753]	[0.6646]	[0.685948]	[0.72]	[0.7231623]
[1.5105]	[1.482105]	[0.6752]	[0.6966679]	[0.8376]	[0.8088051]
[0.7545]	[0.80974364]	[0.6964]	[0.70738775]	[0.9258]	[0.8278368]
[0.912]	[0.9931148]	[0.7706]	[0.7395473]	[0.9846]	[0.9134797]
[0.996]	[0.90142924]	[0.813]	[0.7824267]	[1.0238]	[0.9991225]
[0.954]	[0.9319911]	[0.866]	[0.8789054]	[1.161]	[1.0787194]
[1.0695]	[1.0542388]	[1.3536]	[1.243421]	[1.161]	[1.1501471]
[1.1115]	[1.064426]	[1.4596]	[1.357461]	[1.455]	[1.3420175]
[1.0905]	[1.064426]	[1.4278]	[1.5129701]	[1.3766]	[1.3569031]
[1.4055]	[1.2579845]	[0.76]	[0.76098704]	[1.4158]	[1.3444649]
[1.2795]	[1.3292956]	[0.8236]	[0.7717069]	[1.0924]	[1.3338182]

Fold 1		Fold 2		Fold 3	
Actual	Prediksi	Actual	Prediksi	Actual	Prediksi
[1.3215]	[1.3191084]	[0.8342]	[0.83602595]	[0.9846]	[1.0787194]
[1.353]	[1.2987338]	[0.866]	[0.8467458]	[0.769]	[0.9705749]
[1.479]	[1.4209813]	[0.972]	[0.8789054]	[1.014]	[0.9039638]
[1.3005]	[1.2681719]	[0.9402]	[1.0049734]	[0.9454]	[0.9991225]
[1.2585]	[1.2681719]	[1.0674]	[1.0049734]	[0.9356]	[0.88493204]
[1.059]	[1.0746132]	[1.078]	[1.0775445]	[1.0434]	[1.0276998]
[1.1325]	[1.1051753]	[1.078]	[1.0982789]	[1.0238]	[1.0276998]
[1.101]	[1.0949879]	[1.1946]	[1.1915845]	[1.112]	[1.0086384]
[1.143]	[1.1764863]	[1.5338]	[1.4092972]	[1.2002]	[1.1093314]
[1.1955]	[1.1255498]	[1.449]	[1.4818683]	[1.4844]	[1.356354]
[1.248]	[1.1764863]	[1.4278]	[1.4611337]	[1.4942]	[1.3577268]
[1.1955]	[1.2274227]	[1.3748]	[1.3885628]	[1.3864]	[1.3580012]
[1.1745]	[1.1764863]	[1.3536]	[1.3781954]	[1.3668]	[1.3395699]
[0.996]	[0.97274035]	[1.4066]	[1.357461]	[1.2982]	[1.3338182]
[0.996]	[0.9523657]	[1.449]	[1.4092972]	[1.259]	[1.1909629]
[0.975]	[0.9829276]	[1.3748]	[1.4818683]	[1.21]	[1.2827984]
[0.954]	[0.962553]	[1.29]	[1.3056246]	[1.0238]	[1.0379037]
[0.87]	[0.8606801]	[1.1204]	[1.2641554]	[1.0728]	[1.0379037]
[0.912]	[0.8606801]	[1.1204]	[1.067177]	[1.0728]	[1.0481076]
[0.8805]	[0.90142924]	[1.131]	[1.1501154]	[1.0434]	[1.0583116]
[0.8805]	[0.8708674]	[1.1204]	[1.1397481]	[1.0434]	[1.0276998]
[0.954]	[0.8708674]	[1.1416]	[1.1086463]	[1.1316]	[1.0583116]
[0.996]	[0.9421785]	[1.1416]	[1.1812172]	[1.1218]	[1.1195353]
[0.996]	[1.0134895]	[1.1204]	[1.1501154]	[0.9846]	[1.0379037]
[0.954]	[0.9829276]	[0.9826]	[1.0568098]	[0.9356]	[0.92299557]
[1.0905]	[1.0338641]	[1.0038]	[1.0049734]	[0.9258]	[0.9039638]
[1.101]	[1.0746132]	[0.9614]	[1.0153407]	[0.818]	[0.88493204]
[1.059]	[1.0746132]	[0.972]	[0.96350425]	[0.8278]	[0.818321]
[1.0275]	[1.0440514]	[0.9508]	[0.9946061]	[0.9846]	[0.88493204]
[1.038]	[1.0134895]	[1.0568]	[1.0049734]	[1.014]	[0.9705749]
[1.017]	[1.0236768]	[1.025]	[1.067177]	[0.965]	[0.9991225]
[0.996]	[0.9829276]	[1.0886]	[1.1086463]	[0.9846]	[0.95154315]
[1.0065]	[1.0134895]	[1.0356]	[1.0049734]	[0.9356]	[0.9420273]
[0.9855]	[0.962553]	[0.972]	[0.96350425]	[0.965]	[0.96105903]
[0.9855]	[0.97274035]	[0.8872]	[0.94276977]	[0.8964]	[0.9325114]
[0.975]	[0.97274035]	[0.866]	[0.85746574]	[0.9062]	[0.9039638]
[0.933]	[0.9523657]	[0.8342]	[0.8789054]	[0.8278]	[0.8278368]
[0.8595]	[0.8708674]	[0.8236]	[0.8681855]	[0.8278]	[0.818321]

Fold 1		Fold 2		Fold 3	
Actual	Prediksi	Actual	Prediksi	Actual	Prediksi
[0.807]	[0.85049284]	[0.8448]	[0.8681855]	[0.7984]	[0.7517099]
[0.807]	[0.7995564]	[0.8554]	[0.85746574]	[0.8082]	[0.7802575]
[0.807]	[0.80974364]	[1.0356]	[0.9738716]	[0.769]	[0.7707416]
[1.0905]	[1.0236768]	[0.9084]	[1.0153407]	[0.8082]	[0.7517099]
[1.0065]	[1.0746132]	[0.8766]	[0.92178476]	[0.9062]	[0.7992893]
[0.849]	[0.8708674]	[0.9614]	[0.94276977]	[0.8768]	[0.7897734]

Lampiran 2. Perbandingan Hasil Kfold 5000

Fold 1		Fold 2		Fold 3	
Actual	Prediksi	Actual	Prediksi	Actual	Prediksi
[0.5975]	[0.57402205]	[0.5932]	[0.56223047]	[0.601]	[0.59871745]
[0.587]	[0.5944047]	[0.614]	[0.6144153]	[0.5692]	[0.5670296]
[0.5555]	[0.56383073]	[0.5828]	[0.62485224]	[0.6328]	[0.6092801]
[0.587]	[0.5536394]	[0.6244]	[0.6144153]	[0.6328]	[0.6304054]
[0.587]	[0.5842134]	[0.6452]	[0.65616316]	[0.6434]	[0.66209334]
[0.566]	[0.5842134]	[0.666]	[0.65616316]	[0.6116]	[0.6092801]
[0.587]	[0.56383073]	[0.666]	[0.66660017]	[0.601]	[0.6092801]
[0.65]	[0.6453613]	[0.6452]	[0.65616316]	[0.6646]	[0.6092801]
[0.6395]	[0.6453613]	[0.666]	[0.66660017]	[0.654]	[0.66209334]
[0.629]	[0.6453613]	[0.6764]	[0.6770371]	[0.6434]	[0.65153074]
[0.6395]	[0.6249787]	[0.666]	[0.68747413]	[0.654]	[0.6409681]
[0.6605]	[0.6453613]	[0.6764]	[0.6979111]	[0.8872]	[0.87334615]
[0.671]	[0.6555527]	[0.6244]	[0.64572626]	[0.9932]	[0.9789726]
[0.6185]	[0.63517]	[0.6244]	[0.60397834]	[0.9614]	[0.92615944]
[0.608]	[0.604596]	[0.7596]	[0.70834804]	[0.8766]	[0.8839088]
[0.5765]	[0.5944047]	[0.9884]	[0.90665054]	[0.8978]	[0.87334615]
[0.6815]	[0.6453613]	[0.9364]	[1.0110203]	[0.8872]	[0.92615944]
[0.7655]	[0.7370832]	[0.9364]	[0.9170875]	[0.8872]	[0.8522209]
[0.7445]	[0.7574659]	[0.8844]	[0.90665054]	[0.8554]	[0.87334615]
[0.8285]	[0.7370832]	[0.8116]	[0.8753396]	[0.7812]	[0.7782824]
[0.8705]	[0.8186138]	[0.7908]	[0.82315475]	[0.813]	[0.8205329]
[0.923]	[0.9103357]	[0.8324]	[0.80228084]	[0.7706]	[0.8099703]
[0.881]	[0.9409096]	[0.7492]	[0.7918439]	[0.813]	[0.78884506]
[0.8495]	[0.86957043]	[0.7804]	[0.7605329]	[0.8236]	[0.8099703]
[0.8075]	[0.7574659]	[0.8012]	[0.83359176]	[0.8342]	[0.8205329]
[0.818]	[0.82880515]	[0.8324]	[0.8440287]	[0.8448]	[0.8310956]
[0.776]	[0.7472746]	[0.822]	[0.8440287]	[0.76]	[0.75715715]
[0.818]	[0.7982312]	[0.8012]	[0.83359176]	[0.813]	[0.7782824]
[0.8285]	[0.8084225]	[0.77]	[0.81271785]	[0.8872]	[0.8310956]
[0.923]	[0.86957043]	[0.9676]	[0.9901464]	[0.972]	[0.9578473]
[0.9335]	[0.9103357]	[0.9052]	[0.9483985]	[0.9402]	[0.92615944]
[0.9545]	[0.920527]	[0.7804]	[0.7814069]	[0.9508]	[0.9578473]
[0.8915]	[0.951101]	[0.7492]	[0.7918439]	[0.601]	[0.5670296]
[0.923]	[0.87976176]	[0.5828]	[0.66660017]	[0.6434]	[0.59871745]
[0.965]	[0.920527]	[0.614]	[0.64572626]	[0.6328]	[0.6409681]
[0.923]	[0.93071836]	[0.614]	[0.60397834]	[0.601]	[0.59871745]
[0.818]	[0.87976176]	[0.5724]	[0.5935414]	[0.5586]	[0.55646694]

Fold 1		Fold 2		Fold 3	
Actual	Prediksi	Actual	Prediksi	Actual	Prediksi
[0.755]	[0.8084225]	[0.5516]	[0.5831044]	[0.5056]	[0.5036537]
[0.6395]	[0.72689193]	[0.5204]	[0.56223047]	[0.495]	[0.5036537]
[0.6185]	[0.6249787]	[0.5204]	[0.5309195]	[0.5798]	[0.58815485]
[0.5765]	[0.5944047]	[0.4996]	[0.52048254]	[0.6222]	[0.59871745]
[0.6185]	[0.5944047]	[0.51]	[0.51810664]	[0.654]	[0.67265594]
[0.566]	[0.61478734]	[0.51]	[0.52048254]	[0.6646]	[0.65153074]
[0.566]	[0.56383073]	[0.5204]	[0.5187343]	[0.6964]	[0.66209334]
[0.4715]	[0.49566528]	[0.5932]	[0.5309195]	[0.7176]	[0.7149066]
[0.5555]	[0.604596]	[0.6244]	[0.60397834]	[0.6646]	[0.6832186]
[0.587]	[0.57402205]	[0.5412]	[0.5831044]	[0.6858]	[0.67265594]
[0.6605]	[0.61478734]	[0.5828]	[0.55179346]	[0.7706]	[0.75715715]
[0.713]	[0.6861266]	[0.6036]	[0.5935414]	[0.8024]	[0.75715715]
[0.671]	[0.6453613]	[0.6036]	[0.6144153]	[0.6858]	[0.6832186]
[0.755]	[0.7574659]	[0.614]	[0.6144153]	[0.654]	[0.67265594]
[0.8075]	[0.78803986]	[0.6764]	[0.68747413]	[0.654]	[0.65153074]
[0.797]	[0.7982312]	[0.6868]	[0.68747413]	[0.6752]	[0.6832186]
[0.692]	[0.7574659]	[0.718]	[0.73965895]	[0.6752]	[0.66209334]
[0.6815]	[0.6861266]	[0.6972]	[0.72922206]	[0.6964]	[0.67265594]
[0.692]	[0.67593527]	[0.6868]	[0.68747413]	[0.6964]	[0.69378126]
[0.692]	[0.6453613]	[0.6764]	[0.70834804]	[0.6964]	[0.67265594]
[0.6605]	[0.665744]	[0.666]	[0.68747413]	[0.6964]	[0.69378126]
[0.6815]	[0.6861266]	[0.7492]	[0.6979111]	[0.6964]	[0.69378126]
[0.671]	[0.67593527]	[0.77]	[0.7605329]	[0.7706]	[0.72546923]
[0.692]	[0.6861266]	[0.7804]	[0.82315475]	[0.813]	[0.7677198]
[0.692]	[0.6861266]	[0.6972]	[0.71878505]	[0.8448]	[0.8099703]
[0.7235]	[0.6861266]	[0.6972]	[0.70834804]	[0.866]	[0.86278355]
[0.755]	[0.7574659]	[0.6868]	[0.70834804]	[0.9826]	[0.8839088]
[0.86]	[0.82880515]	[0.6972]	[0.71878505]	[1.0886]	[1.0740364]
[1.2275]	[1.1345447]	[0.6868]	[0.6979111]	[1.4596]	[1.3486651]
[1.2275]	[1.2058842]	[0.6868]	[0.6979111]	[1.555]	[1.4479687]
[1.5005]	[1.4708586]	[0.7804]	[0.7814069]	[1.4702]	[1.4786216]
[1.0385]	[1.1345447]	[0.8948]	[0.88577664]	[1.4278]	[1.464998]
[0.8075]	[1.0224403]	[1.0508]	[1.0005833]	[1.1628]	[1.4226036]
[0.755]	[0.7370832]	[1.082]	[1.0632051]	[0.8342]	[0.8205329]
[1.07]	[0.951101]	[1.1028]	[1.104953]	[0.972]	[0.86278355]
[0.9965]	[1.0530142]	[1.1236]	[1.11539]	[0.9402]	[0.9895353]
[0.902]	[0.98167497]	[1.1652]	[1.136264]	[1.1098]	[1.1057243]
[0.986]	[0.8899531]	[1.3524]	[1.2510706]	[1.0886]	[1.1057243]

Fold 1		Fold 2		Fold 3	
Actual	Prediksi	Actual	Prediksi	Actual	Prediksi
[0.944]	[0.920527]	[1.5084]	[1.4590508]	[1.184]	[1.0845991]
[0.986]	[0.93071836]	[0.7596]	[0.83359176]	[1.5868]	[1.4718099]
[1.0595]	[0.97148365]	[0.8324]	[0.7814069]	[1.5974]	[1.4888391]
[1.0595]	[1.042823]	[0.874]	[0.8544658]	[1.3536]	[1.3697904]
[1.07]	[1.042823]	[1.0924]	[1.094516]	[1.343]	[1.2747266]
[1.1015]	[1.0530142]	[1.4252]	[1.4507778]	[1.3218]	[1.3381026]
[1.07]	[1.0632057]	[1.3836]	[1.4259589]	[1.3536]	[1.3169773]
[1.1855]	[1.1549274]	[1.2796]	[1.3658773]	[1.449]	[1.4014785]
[1.2695]	[1.1651189]	[1.1236]	[1.0736421]	[1.29]	[1.3697904]
[1.3955]	[1.2466495]	[1.134]	[1.136264]	[1.3006]	[1.2852893]
[1.5215]	[1.3689451]	[1.1132]	[1.1571379]	[1.2582]	[1.2852893]
[1.469]	[1.55239]	[1.1132]	[1.1258268]	[1.1204]	[1.2536014]
[1.4375]	[1.4402847]	[1.1028]	[1.1258268]	[1.0568]	[1.0845991]
[1.448]	[1.4097104]	[1.2068]	[1.1571379]	[1.1416]	[1.116287]
[1.364]	[1.3485627]	[1.1964]	[1.2197597]	[1.131]	[1.1374123]
[1.3955]	[1.3179886]	[1.1964]	[1.1571379]	[1.1416]	[1.0951617]
[1.469]	[1.4097104]	[1.1964]	[1.2615075]	[1.1416]	[1.1902255]
[1.364]	[1.4402847]	[1.1756]	[1.2093227]	[1.1416]	[1.1691002]
[1.28]	[1.2670321]	[0.9884]	[1.0632051]	[1.1204]	[1.1374123]
[1.0805]	[1.0937794]	[0.9676]	[1.0214573]	[0.9932]	[0.9895353]
[1.112]	[1.103971]	[0.978]	[1.0110203]	[0.9826]	[0.96840996]
[1.133]	[1.103971]	[0.9572]	[0.9901464]	[0.866]	[0.94728464]
[1.238]	[1.1651189]	[0.9572]	[1.0005833]	[0.866]	[0.86278355]
[1.0385]	[1.0937794]	[0.9156]	[0.88577664]	[0.8766]	[0.87334615]
[0.986]	[0.96129227]	[0.8844]	[0.89621365]	[0.9508]	[0.87334615]
[0.9965]	[0.97148365]	[1.03]	[1.0736421]	[1.0568]	[0.9895353]
[0.986]	[0.9409096]	[0.9988]	[1.0423311]	[1.0462]	[0.94728464]
[0.965]	[0.93071836]	[1.082]	[1.0632051]	[1.0992]	[1.0845991]
[0.8705]	[0.8899531]	[1.03]	[1.094516]	[1.0886]	[1.0951617]
[0.986]	[0.93071836]	[1.0508]	[1.0423311]	[1.0356]	[1.0212232]
[0.944]	[0.97148365]	[1.0612]	[1.104953]	[0.9932]	[0.9895353]
[1.0805]	[1.0224403]	[1.03]	[1.0736421]	[1.0356]	[0.9895353]
[0.986]	[0.9918663]	[1.0196]	[1.0527681]	[1.025]	[1.0317858]
[0.944]	[0.98167497]	[0.9364]	[0.9797093]	[1.0038]	[1.0212232]
[0.965]	[0.93071836]	[0.8948]	[0.9483985]	[0.9826]	[0.96840996]
[0.9755]	[0.96129227]	[0.8636]	[0.89621365]	[0.972]	[0.9789726]
[0.8705]	[0.86957043]	[0.8116]	[0.8753396]	[0.9614]	[0.96840996]
[0.8705]	[0.8593791]	[0.8636]	[0.8544658]	[0.8448]	[0.7994077]

Fold 1		Fold 2		Fold 3	
Actual	Prediksi	Actual	Prediksi	Actual	Prediksi
[0.797]	[0.78803986]	[1.0924]	[1.0527681]	[0.866]	[0.84165823]
[0.818]	[0.83899647]	[1.0092]	[1.104953]	[0.8342]	[0.86278355]
[0.8495]	[0.78803986]	[0.9156]	[1.0214573]	[0.813]	[0.8205329]
[0.9545]	[0.83899647]	[0.8844]	[0.92752457]	[0.8024]	[0.8099703]
[1.028]	[0.9409096]	[0.8532]	[0.89621365]	[0.8448]	[0.8522209]
[0.9545]	[0.9103357]	[0.9364]	[0.8649027]	[0.8554]	[0.84165823]

Lampiran 3. Perbandingan Hasil Kfold 10000

Fold 1		Fold 2		Fold 3	
Actual	Prediksi	Actual	Prediksi	Actual	Prediksi
[0.6075]	[0.5932242]	[0.601]	[0.61378187]	[0.5765]	[0.5350162]
[0.597]	[0.5827208]	[0.5904]	[0.6033867]	[0.587]	[0.59748185]
[0.618]	[0.60372764]	[0.5692]	[0.6033867]	[0.5975]	[0.58707094]
[0.639]	[0.6457413]	[0.6328]	[0.6241771]	[0.566]	[0.59748185]
[0.66]	[0.6457413]	[0.6328]	[0.64496744]	[0.566]	[0.5662491]
[0.66]	[0.6667481]	[0.6328]	[0.64496744]	[0.5555]	[0.5662491]
[0.66]	[0.65624475]	[0.654]	[0.65536267]	[0.587]	[0.5558381]
[0.66]	[0.6772515]	[0.6646]	[0.6657578]	[0.6395]	[0.6495366]
[0.6705]	[0.6667481]	[0.6646]	[0.6865482]	[0.629]	[0.6495366]
[0.681]	[0.6772515]	[0.6116]	[0.6241771]	[0.6395]	[0.62871474]
[0.6495]	[0.6772515]	[0.601]	[0.6241771]	[0.6185]	[0.63912565]
[0.618]	[0.6352379]	[0.6646]	[0.6241771]	[0.5765]	[0.59748185]
[0.618]	[0.6247345]	[0.6434]	[0.6657578]	[0.608]	[0.57666]
[0.891]	[0.88731986]	[0.654]	[0.65536267]	[0.65]	[0.6599475]
[0.933]	[0.9398369]	[0.7494]	[0.6969434]	[0.6815]	[0.6495366]
[0.9645]	[0.9398369]	[0.7494]	[0.78010494]	[0.7655]	[0.7432351]
[0.891]	[0.97134715]	[0.8766]	[0.84247595]	[0.8285]	[0.7432351]
[0.933]	[0.9083266]	[0.8766]	[0.8944519]	[0.9755]	[0.87857735]
[0.891]	[0.9398369]	[0.8236]	[0.79050004]	[0.986]	[0.9722758]
[0.891]	[0.866313]	[0.813]	[0.83208084]	[0.923]	[0.98268676]
[0.8805]	[0.8978232]	[0.8342]	[0.83208084]	[0.8915]	[0.8681663]
[0.8595]	[0.88731986]	[0.813]	[0.83208084]	[0.8495]	[0.87857735]
[0.807]	[0.866313]	[0.7812]	[0.7697097]	[0.776]	[0.7744679]
[0.786]	[0.8137959]	[0.8342]	[0.83208084]	[0.734]	[0.764057]
[0.7755]	[0.82429934]	[0.8872]	[0.84247595]	[0.8075]	[0.764057]
[0.7755]	[0.75077546]	[0.9296]	[0.956823]	[0.7865]	[0.8057007]
[0.828]	[0.8558096]	[0.76]	[0.83208084]	[0.8075]	[0.7848789]
[0.933]	[0.8978232]	[0.7388]	[0.78010494]	[0.818]	[0.8057007]
[0.9435]	[0.9398369]	[0.6434]	[0.7489193]	[0.839]	[0.8265226]
[0.9645]	[0.95034033]	[0.6328]	[0.65536267]	[0.818]	[0.8161116]
[0.975]	[0.97134715]	[0.5692]	[0.58259636]	[0.7865]	[0.8057007]
[0.933]	[0.9083266]	[0.5056]	[0.55141073]	[0.755]	[0.7848789]
[0.9435]	[0.9398369]	[0.5056]	[0.5202252]	[0.755]	[0.753646]
[0.975]	[0.95034033]	[0.5056]	[0.5202252]	[0.8075]	[0.7744679]
[0.954]	[0.97134715]	[0.4844]	[0.50983006]	[0.818]	[0.8057007]
[0.9015]	[0.9398369]	[0.495]	[0.50747216]	[0.8915]	[0.9618648]
[0.576]	[0.65624475]	[0.6116]	[0.59299153]	[0.9545]	[0.9618648]

Fold 1		Fold 2		Fold 3	
Actual	Prediksi	Actual	Prediksi	Actual	Prediksi
[0.6495]	[0.61423105]	[0.5268]	[0.57220113]	[0.818]	[0.88898826]
[0.6075]	[0.6352379]	[0.5904]	[0.58259636]	[0.7655]	[0.753646]
[0.6075]	[0.61423105]	[0.5904]	[0.59299153]	[0.5975]	[0.5662491]
[0.5865]	[0.61423105]	[0.601]	[0.6033867]	[0.6185]	[0.62871474]
[0.6075]	[0.5932242]	[0.6222]	[0.61378187]	[0.6185]	[0.59748185]
[0.576]	[0.6352379]	[0.7176]	[0.7073386]	[0.5555]	[0.5662491]
[0.5655]	[0.5722174]	[0.707]	[0.7281289]	[0.4715]	[0.49521104]
[0.5445]	[0.5722174]	[0.6858]	[0.7177338]	[0.587]	[0.58707094]
[0.5025]	[0.51970035]	[0.6646]	[0.6969434]	[0.5765]	[0.58707094]
[0.5025]	[0.50919694]	[0.6752]	[0.676153]	[0.6605]	[0.6183038]
[0.513]	[0.51056415]	[0.6858]	[0.6865482]	[0.6605]	[0.6599475]
[0.5865]	[0.51970035]	[0.6646]	[0.6969434]	[0.671]	[0.6599475]
[0.5655]	[0.6247345]	[0.76]	[0.7489193]	[0.65]	[0.6703584]
[0.576]	[0.5407072]	[0.7706]	[0.7697097]	[0.6605]	[0.6495366]
[0.702]	[0.6772515]	[0.8024]	[0.7697097]	[0.65]	[0.6599475]
[0.723]	[0.72976863]	[0.813]	[0.81129044]	[0.734]	[0.6703584]
[0.681]	[0.6667481]	[0.8024]	[0.8216857]	[0.755]	[0.764057]
[0.7755]	[0.8137959]	[0.6858]	[0.6969434]	[0.671]	[0.68076944]
[0.702]	[0.7822857]	[0.6858]	[0.7073386]	[0.671]	[0.6703584]
[0.6915]	[0.70876175]	[0.6858]	[0.6969434]	[0.671]	[0.6599475]
[0.702]	[0.6982584]	[0.654]	[0.6865482]	[0.692]	[0.69118035]
[0.681]	[0.6982584]	[0.654]	[0.6657578]	[0.692]	[0.6703584]
[0.6705]	[0.687755]	[0.6964]	[0.6657578]	[0.692]	[0.69118035]
[0.702]	[0.687755]	[0.6858]	[0.7073386]	[0.7655]	[0.7224132]
[0.6915]	[0.70876175]	[0.6752]	[0.6865482]	[0.86]	[0.83693355]
[0.681]	[0.6982584]	[0.6964]	[0.7073386]	[0.881]	[0.8577555]
[0.702]	[0.70876175]	[0.7282]	[0.7073386]	[1.07]	[1.0347415]
[0.702]	[0.70876175]	[0.76]	[0.78010494]	[1.154]	[1.1076181]
[0.7755]	[0.7717823]	[0.813]	[0.78010494]	[1.343]	[1.2221384]
[0.849]	[0.82429934]	[0.9826]	[0.8944519]	[1.5425]	[1.4155939]
[0.87]	[0.8768164]	[1.1204]	[1.1040888]	[1.5005]	[1.4235821]
[1.0485]	[0.9923539]	[1.237]	[1.1744275]	[0.8285]	[0.8161116]
[1.0905]	[1.0868847]	[1.237]	[1.2564894]	[0.86]	[0.8265226]
[1.101]	[1.0973881]	[1.4278]	[1.508045]	[0.965]	[0.8577555]
[1.458]	[1.3467431]	[1.1628]	[1.4675057]	[1.07]	[0.9618648]
[1.4685]	[1.5114202]	[0.76]	[0.75931454]	[0.986]	[0.8993992]
[1.5105]	[1.4767516]	[0.8236]	[0.7697097]	[0.9335]	[0.98268676]
[1.0485]	[1.1709121]	[1.0674]	[0.9984037]	[0.986]	[0.9410429]

Fold 1		Fold 2		Fold 3	
Actual	Prediksi	Actual	Prediksi	Actual	Prediksi
[0.8175]	[1.0553744]	[1.1098]	[1.0815653]	[1.0595]	[1.0555634]
[0.7545]	[0.82429934]	[1.1098]	[1.1158118]	[1.07]	[1.0555634]
[1.0065]	[1.0868847]	[1.0886]	[1.0815653]	[1.0805]	[1.0972072]
[0.912]	[1.0133609]	[1.184]	[1.0923656]	[1.07]	[1.0763853]
[0.954]	[0.95034033]	[1.1946]	[1.1978738]	[1.3955]	[1.2637821]
[1.2795]	[1.2024224]	[1.4278]	[1.4839826]	[1.574]	[1.4715109]
[1.5315]	[1.3900793]	[1.3854]	[1.4675057]	[1.469]	[1.518835]
[1.5945]	[1.5374221]	[1.3218]	[1.3737209]	[1.343]	[1.3516886]
[1.4475]	[1.4507499]	[1.3536]	[1.3502746]	[1.2695]	[1.3357123]
[1.458]	[1.4247481]	[1.4066]	[1.3854439]	[1.2485]	[1.274193]
[1.374]	[1.3727448]	[1.449]	[1.4440595]	[1.112]	[1.2429603]
[1.3425]	[1.2860725]	[1.29]	[1.4088901]	[1.1225]	[1.12844]
[1.479]	[1.4247481]	[1.29]	[1.3268284]	[1.1015]	[1.12844]
[1.374]	[1.4507499]	[1.0886]	[1.127535]	[1.091]	[1.0972072]
[1.3005]	[1.2947398]	[1.1204]	[1.0607749]	[1.196]	[1.12844]
[1.059]	[1.0973881]	[1.1204]	[1.1392581]	[1.1855]	[1.12844]
[1.143]	[1.1288984]	[1.131]	[1.127535]	[1.238]	[1.1804945]
[1.143]	[1.1394018]	[1.1098]	[1.1158118]	[0.965]	[0.98268676]
[1.143]	[1.1078916]	[1.1416]	[1.2095969]	[0.86]	[0.8577555]
[1.1955]	[1.2129257]	[1.1734]	[1.2095969]	[0.8705]	[0.8681663]
[1.1955]	[1.2549394]	[1.1416]	[1.1861507]	[1.0175]	[1.0451524]
[1.122]	[1.1499052]	[1.0462]	[1.127535]	[0.986]	[1.0139196]
[0.996]	[0.9923539]	[0.9826]	[1.0503798]	[0.944]	[0.98268676]
[0.9645]	[1.0133609]	[1.0038]	[0.9984037]	[1.0385]	[0.9410429]
[0.996]	[1.0028573]	[0.9932]	[0.9672182]	[1.091]	[1.0763853]
[0.954]	[0.9923539]	[0.9508]	[0.9776134]	[1.0805]	[1.0867963]
[0.912]	[0.8768164]	[0.972]	[0.956823]	[0.986]	[1.0035087]
[0.8805]	[0.9188301]	[0.9826]	[0.9776134]	[0.986]	[0.98268676]
[0.8805]	[0.88731986]	[0.866]	[0.956823]	[0.9755]	[0.9618648]
[0.954]	[0.88731986]	[0.9932]	[0.956823]	[0.9545]	[0.9618648]
[1.059]	[1.0028573]	[1.078]	[1.0503798]	[0.923]	[0.9514539]
[1.0275]	[1.0868847]	[1.025]	[1.0607749]	[0.8705]	[0.8681663]
[1.0485]	[1.0343677]	[1.0144]	[1.0399845]	[0.797]	[0.84734446]
[1.0905]	[1.0553744]	[1.0038]	[1.0295893]	[0.86]	[0.83693355]
[1.059]	[1.0973881]	[0.9508]	[1.008799]	[0.8285]	[0.8577555]
[1.038]	[1.0343677]	[0.972]	[0.956823]	[0.818]	[0.84734446]
[1.038]	[1.0028573]	[0.9826]	[0.98800856]	[0.8495]	[0.79528975]
[1.0275]	[1.0448711]	[0.972]	[0.98800856]	[0.839]	[0.84734446]

Fold 1		Fold 2		Fold 3	
Actual	Prediksi	Actual	Prediksi	Actual	Prediksi
[0.891]	[0.9398369]	[0.8766]	[0.8944519]	[0.9545]	[0.84734446]
[0.807]	[0.8137959]	[0.8554]	[0.88405675]	[1.028]	[0.9514539]
[0.849]	[0.8137959]	[0.8554]	[0.84247595]	[0.902]	[0.99309766]
[0.807]	[0.82429934]	[0.813]	[0.83208084]	[0.8705]	[0.8993992]
[0.8595]	[0.8558096]	[1.0886]	[1.0399845]	[0.839]	[0.8681663]
[0.9645]	[0.9398369]	[1.0038]	[1.0923656]	[0.923]	[0.83693355]