

SKRIPSI

**PREDIKSI HASIL PANEN KAKAO MENGGUNAKAN
ALGORITMA JARINGAN SARAF TIRUAN DENGAN
METODE *BACKPROPAGATION* DI DESA MINANGA**

***PREDICTION OF COCOA HARVEST YIELD USING
ARTIFICIAL NEURAL NETWORK ALGORITHM WITH
BACKPROPAGATION METHOD IN MINANGA VILLAGE***

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan

memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

ANDRIANI

D0220347

PROGRAM STUDI INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SULAWESI BARAT

MAJENE

2024

ABSTRAK

Hasil produksi tanaman kakao di Desa Minanga sering kali mengalami perubahan, berupa penurunan atau peningkatan yang tidak stabil. Hal ini berdampak pada ketidakpastian pendapatan sehingga para petani sulit dalam merencanakan keuangan dengan baik. Penelitian ini menggunakan algoritma Jaringan Saraf Tiruan metode *Backpropagation* dengan tujuan untuk membantu dalam memprediksi hasil panen kakao pada petani Desa Minanga, dengan kriteria luas lahan, jumlah tanaman kakao, jenis bibit, jenis pupuk, hama dan penyakit, penanggulangan hama dan penyakit, tingkat curah, dan hasil. Data hasil panen kakao yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dari tahun 2019-2023 dengan jumlah data yang akan diolah yaitu 2980. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa model dengan rasio 90:10, arsitektur 7-6-1, target *error* 0.0001, dan *learning rate* 0.4, dapat menghasilkan MSE 134.26, MAPE yaitu 1.90%, dan akurasi tertinggi sebesar yaitu 98.09%. Oleh karena itu, penelitian ini dapat disimpulkan bahwa algoritma Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* dapat digunakan sebagai alternatif untuk memprediksi hasil panen kakao di Desa Minanga.

Kata kunci : prediksi, Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation*, hasil panen kakao

ABSTRACT

The cocoa production in Minanga Village often experiences fluctuations, with unstable decreases or increases. This situation results in income uncertainty, making it difficult for farmers to plan their finances effectively. This study employs the Artificial Neural Network algorithm with the Backpropagation method to assist in predicting cocoa yields for farmers in Minanga Village, based on criteria such as land area, number of cocoa plants, seed type, fertilizer type, pests and diseases, pest and disease control, rainfall level, and yield. The cocoa yield data used in this study spans from 2019 to 2023, with a total of 2,980 data points processed. The results show that the model with a 90:10 ratio, 7-6-1 architecture, target error of 0.0001, and a learning rate of 0.4 achieved a MAPE of 1.90% and the highest accuracy of 98.09%. Therefore, this study concludes that the Backpropagation Neural Network algorithm can be used to predict cocoa yield in Minanga Village..

Keywords: *prediction, Backpropagation Artificial Neural Network, cocoa yield*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi informasi dan ilmu pengetahuan sekarang semakin cepat dan memerlukan teknik dalam pengolahan data yang efisien dalam terciptanya informasi yang bermanfaat salah satunya pada bidang pertanian (Mahendra et al., 2023). Indonesia merupakan negara yang kaya akan potensi sumber daya alam sehingga sektor khususnya bidang pertanian seperti tanaman pangan, perkebunan, kehutanan, perikanan, dan peternakan banyak dikembangkan untuk peningkatan produksi pertanian dan pendapatan petani (Fatima, 2020). Salah satu kegiatan yang berkontribusi paling besar terhadap pertumbuhan ekonomi yaitu di bagian pertanian khususnya kakao.

Kakao adalah salah satu tanaman jangka panjang yang dapat dipanen sepanjang tahun dan memiliki komoditas yang paling unggul dari sektor perkebunan di Indonesia. Penggunaan hasil produk kakao yang utama digunakan untuk bahan campuran makanan dan minuman. Berdasarkan organisasi kakao internasional (2021), tahun 2019 Indonesia merupakan pengeksport biji kakao terbesar yang berada pada peringkat keenam di dunia dengan produksi kakao sebesar 220.000 ton (Santika & Novirani, 2022). Hal ini menunjukkan bahwa komoditi kakao di masa depan akan terus berkembang dan meningkat. Untuk itu, bermacam-macam usaha sudah dilakukan Kementerian Pertanian melalui Direktorat Jenderal Perkebunan untuk meningkatkan hasil produksi tanaman kakao Indonesia (Syafira & Helma, 2022).

Budidaya kakao di Provinsi Sulawesi Barat, Kabupaten Mamasa, dibudidayakan pada sebagian besar daerah termasuk Kecamatan Bambang, Desa Minanga. Mayoritas di Desa Minanga bekerja di sektor pertanian seperti tanaman padi dan kakao. Dari banyaknya desa di Kecamatan Bambang, Desa Minanga merupakan salah satu penghasil kakao terbanyak. Berdasarkan wawancara yang

dilakukan dengan beberapa petani Desa Minanga bahwa budidaya kakao dilakukan sejak sekitar tahun 2003 dan merupakan mata pencaharian utama. Berdasarkan wawancara tersebut maka masalah yang dihadapi petani diantaranya kurangnya pengetahuan maupun peralatan yang diperlukan untuk memprediksi hasil panen. Selain itu perubahan hasil panen tiap musim seperti penurunan, maupun peningkatan yang tidak stabil. Hal ini berdampak pada ketidakpastian pendapatan sehingga para petani sulit dalam merencanakan keuangan dengan baik, dan pengelolaan anggaran untuk menentukan biaya perawatan tanaman di kemudian hari. Untuk melihat fluktuasi data hasil panen kakao petani di Desa Minanga, data tersebut dapat diakses melalui tautan berikut ini <https://drive.google.com/drive/folders/1oNcoozihhw3fFMzKamefo7BFnULuiM7T>.

Berdasarkan uraian masalah diatas maka penulis melakukan sebuah penelitian dengan memprediksi hasil panen untuk membantu petani dalam memberikan informasi hasil panen di masa yang akan datang dengan menggunakan data dari periode sebelumnya. Prediksi dilakukan berdasarkan data-data masa lalu yang akan dianalisis dengan algoritma tertentu, salah satu algoritma yang dapat diterapkan untuk memprediksi hasil panen kakao yaitu algoritma Jaringan Saraf Tiruan (JST). Jaringan Saraf Tiruan atau biasa disebut dengan *Artificial Neural Network* merupakan sebuah paradigma pemrograman dalam memproses informasi yang bekerja berdasarkan pada cara kerja otak manusia (Maiyuriska, 2022). Metode yang digunakan dalam JST ini yaitu metode *Backpropagation*. Metode ini merupakan salah satu cara yang paling populer, efektif, dan mudah dipelajari sehingga *Backpropagation* baik dalam masalah peramalan (Ramadhona et al., 2018). *Backpropagation* adalah metode pelatihan pada Jaringan Saraf Tiruan, dimana ciri dari metode ini adalah meminimalkan *error* pada *output* yang dihasilkan oleh jaringan dan terdiri dari banyak lapisan serta mengubah bobot yang terhubung dengan *neuron* yang ada pada lapisan tersembunyi (R. R. Putra, 2019). Selain menggunakan metode untuk dapat memprediksi hasil panen kakao digunakan kriteria yaitu luas lahan, jumlah tanaman kakao, jenis bibit, jenis pupuk, hama dan penyakit, penanggulangan hama dan penyakit, tingkat curah hujan, dan hasil sebelumnya.

Pada penelitian sebelumnya (Rohmawan, 2018) melakukan penelitian dengan judul *Prediksi Kelulusan Mahasiswa Tepat Waktu Menggunakan Metode Decision Tree dan Artificial Neural Network* menunjukkan bahwa *Artificial Neural Network* memiliki tingkat akurasi lebih tinggi yaitu 79,74% dibandingkan dengan *Decision Tree* dengan akurasi 74,51%. Hal ini juga dilakukan oleh penelitian (Mahendra et al., 2023) tentang perbandingan antara algoritma *Artificial Neural Network* dan *Linear Regresi* untuk prediksi harga saham dan penelitian tersebut menunjukkan bahwa *Artificial Neural Network* memberikan nilai *Mean Squared Error* yang lebih rendah dibandingkan dengan algoritma *Linear Regression*, dalam hal ini, penggunaan *Artificial Neural Network* lebih menguntungkan dalam memprediksi harga saham, karena dapat memberikan hasil yang lebih akurat. Penelitian serupa juga dilakukan oleh (Rafli Adiguna Putra, 2023) tentang perbandingan metode regresi dan Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation*, hasil penelitian tersebut *Regresi Linear* mendapatkan akurasi 95,26% sedangkan Jaringan Saraf Tiruan mendapatkan akurasi 96,51 hal ini membuktikan bahwa JST merupakan algoritma yang masuk dalam kategori baik dan cocok dalam memprediksi. Dari uraian tersebut penulis mengangkat judul “ **Prediksi hasil panen kakao menggunakan Algoritma Jaringan Saraf Tiruan dengan Metode *Backpropagation* Di Desa Minanga**”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka masalah yang dapat dirumuskan yaitu : Bagaimana hasil prediksi panen kakao menggunakan algoritma Jaringan Saraf Tiruan dengan metode *Backpropagation*?

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang ada yaitu :

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari kantor Desa Minanga tentang hasil panen kakao setiap petani pada tahun 2019-2023.
2. Kriteria yang digunakan yaitu luas lahan, jumlah tanaman kakao, jenis bibit, jenis pupuk, hama dan penyakit, penanggulangan hama dan penyakit, tingkat curah hujan, dan hasil.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu : Untuk mengetahui hasil prediksi panen kakao dengan menggunakan algoritma Jaringan Saraf Tiruan metode *Backpropagation*.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu :

1. Sebagai tambahan ilmu dalam penerapan algoritma Jaringan Saraf Tiruan dalam memprediksi hasil panen.
2. Sebagai acuan para petani dalam mengetahui jumlah hasil panen kakao
3. Sebagai referensi dalam penelitian selanjutnya
4. Sebagai bentuk penyelesaian tugas akhir.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kakao

Salah satu makanan yang sering di konsumsi setiap hari adalah hasil produksi kakao. Komoditas kakao sangat berperan penting bagi perkembangan perekonomian negara seperti penyedia lapangan pekerjaan, sumber devisa negara, dan sumber pendapatan masyarakat. Untuk itu, dalam menambah pengetahuan, wawasan, serta pengalaman yang dapat membangkitkan motivasi petani dalam melaksanakan usaha tani kakao dilakukan melalui kegiatan penyuluhan, pendampingan mengenai teknik budidaya, pemanenan, dan pasca panen pengolahan dan pemasaran (Managanta, 2020).

Sebagian besar daerah Kecamatan Bambang termasuk Desa Minanga mengandalkan sektor pertanian sebagai pendukung pembangunan ekonominya. Oleh karena itu, perkiraan hasil panen kakao pada masa yang akan datang dilakukan untuk membantu petani dalam merencanakan keuangan dengan baik dan meningkatkan kesejahteraan petani. Untuk dapat memprediksi hasil panen kakao maka dibutuhkan kriteria atau variable yaitu : luas lahan, jumlah tanaman kakao, jenis bibit, jenis pupuk, hama dan penyakit, penanggulangan hama dan penyakit, tingkat curah hujan, dan hasil sebelumnya.

a. Luas lahan

Luas lahan mempengaruhi produksi tanaman karena semakin besar luas lahan, semakin banyak tanaman yang dapat ditanam sehingga jumlah hasil panen yang dihasilkan tinggi. Luas lahan yang besar tentu saja akan menghasilkan hasil panen yang banyak jika tidak ada penyebab faktor berkurangnya panen seperti hama, curah hujan dan lain -lain (Triyanto et al., 2019). Untuk itu luas lahan dijadikan faktor penentu dalam prediksi hasil panen.

b. Jumlah tanaman kakao

Semakin banyak jumlah pohon tanaman kakao dalam sebuah lahan akan semakin meningkat hasil panen. Banyaknya jumlah pohon kakao yang aktif

dalam berproduksi memiliki dampak signifikan terhadap hasil produksi. Sehingga dalam prediksi jumlah hasil panen sangat berpengaruh terhadap banyaknya jumlah tanaman (Panna et al., n.d.).

c. Jenis bibit

Salah satu penentu hasil panen kakao adalah jenis bibit. Jenis bibit sangat berpengaruh terhadap produktivitas dan kualitas biji kakao yang dihasilkan. Selain itu, bibit membawa gen dari tanaman induk yang akan menentukan karakteristik tanaman setelah berbuah. Oleh karena itu variabel jenis bibit berpengaruh terhadap hasil panen (Panna et al., n.d.).

d. Jenis pupuk

Pupuk adalah kebutuhan utama pada setiap tanaman yang bermanfaat untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Pupuk yang umumnya biasa digunakan oleh petani yaitu pupuk *anorganik* karena mudah terurai dan langsung digunakan oleh tanaman. Pupuk ini dapat mensuplai ketiga unsur hara seperti *nitrogen, fosfor, dan kalium* (Bertham et al., 2022).

e. Hama dan penyakit

Serangan hama dan penyakit adalah salah satu faktor utama yang menjadi penghambat peningkatan produksi dalam usaha tani kakao. Hama adalah organisme yang merusak atau mengganggu pertumbuhan dan kesehatan tanaman, seperti tikus, penggeret buah (kumbang). Begitupun dengan penyakit yang disebabkan oleh mikroorganisme seperti penyakit busuk buah, penyakit kanker batang, penyakit daun kering, dan parasit (Khairul et al., 2018). Sehingga hama dan penyakit sangat mempengaruhi hasil dalam setiap tanaman.

f. Penanggulangan hama dan penyakit

Menurut (Yuspan et al., 2022), salah satu faktor menurunnya jumlah produksi dalam setiap tanaman adalah tanpa adanya pengendalian hama dan penyakit. Sehingga penanggulangan hama dan penyakit adalah suatu pekerjaan yang harus dilakukan bagi petani dan sangat penting oleh tanaman. Penanggulangan hama dan penyakit yang dilakukan petani kakao di Desa Minanga pada umumnya yaitu dengan cara pemangkasan dan penggunaan pestisida (gramason, nordox).

g. Tingkat curah hujan

Curah hujan di setiap daerah di Indonesia memiliki tingkat keberagaman. Curah hujan merupakan jumlah air hujan yang turun di setiap daerah tertentu, yang diukur dalam bentuk harian, bulanan dan tahunan dalam skala milimeter (Ruqoyah et al., 2023). Tingkat curah hujan sangat berpengaruh terhadap setiap tanaman. Beberapa pengaruh curah hujan terhadap tanaman kakao seperti busuk buah akibat dari biji kakao yang terlalu banyak air.

h. Hasil

Tanaman kakao merupakan tanaman dengan komoditi yang berjangka Panjang (Basri et al., 2020). Untuk memprediksi hasil panen kakao, informasi tentang hasil panen sebelumnya harus diketahui terlebih dahulu. Hasil panen petani kakao di Desa Minanga memperoleh hasil yang bervariasi setiap musimnya. Biasanya hasil panen petani bisa mencapai 200 hingga 1000 kg dalam satu kali musim. Musim panen dilakukan dua kali dalam setahun yaitu pada bulan Mei sampai Juni dan bulan November sampai Desember.

B. *Machine Learning*

Machine Learning (pembelajaran mesin) merupakan cabang dari disiplin ilmu kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) dengan menggunakan bahasa pemrograman agar computer mampu berperilaku cerdas seperti manusia. Pembelajaran mesin ini dikembangkan dengan berdasar pada disiplin ilmu seperti statistika, matematika, dan data mining (Zer et al., 2022). Istilah *Machine Learning* pada dasarnya adalah proses pada komputer untuk belajar dari data. Oleh karena itu *Machine Learning* membutuhkan data sebagai bahan dasar (*training*) sebelum mengeluarkan *output* (Wonda & Pratama, 2023). *Machine Learning* berfokus pada pengembangan sistem yang mampu belajar dan membuat keputusan secara mandiri tanpa perlu di program ulang oleh manusia. Selain mampu menetapkan aturan untuk tindakan optimal dalam pengambilan keputusan, mesin juga dapat beradaptasi dengan perubahan yang terjadi (Pratama et al., 2023).

Secara garis besar *Machine Learning* memiliki tiga tipe dasar yaitu : (Nabila et al., 2021)

- a) *Supervised Learning* adalah jenis *Machine Learning* yang proses awalnya memerlukan data *training* dan membuat model yang dapat memprediksi label, dan merupakan algoritma pembelajaran yang diawasi dengan model matematika dari serangkaian data *input output*. Tipe *Machine Learning* ini biasa digunakan untuk klasifikasi, regresi, dan prediksi.
- b) *Unsupervised Learning* adalah struktur kelompok data berdasarkan suatu pola tertentu yang belum ditentukan sebelumnya dan belum terdapat *output* yang diperoleh, selain itu data yang digunakan untuk melatih model yaitu yang tidak memiliki label.
- c) *Reinforcement Learning* adalah jenis *Machine Learning* dimana model belajar melalui interaksi dengan lingkungan, ini biasa digunakan dalam robotika dan game.

Berdasarkan (Suradiradja, 2022), *Machine Learning* adalah bagian dari data *mining* yang menggali nilai tambah berupa informasi yang tidak diketahui secara manual dari suatu basis data. Dimana dalam data *mining* dibagi menjadi beberapa bagian berdasarkan tugas yang dapat dilakukan yaitu :

a) Deskripsi

Peneliti dan analisis biasanya mencoba menemukan cara untuk menggambarkan pola dan trend yang tersembunyi dalam data.

b) Estimasi

Memiliki kemiripan dengan klasifikasi, tapi variabel target adalah berupa bilangan numerik dan bukan kategorikal. Model yang dibangun dari teknik estimasi ini menggunakan *record* yang di dalamnya menyediakan variabel target sebagai nilai prediksi

c) Prediksi

Yaitu dalam tugas prediksi, nilai dari hasil akan terjadi di masa yang akan datang. Beberapa algoritma dan teknik yang digunakan dalam klasifikasi dan estimasi dapat pula digunakan (untuk keadaan yang tepat) untuk prediksi.

d) Klasifikasi

Yaitu metode yang memiliki variabel target kategori. Dimana dilakukan penggolongan atau pengelompokan berdasarkan suatu keadaan tertentu. Klasifikasi melibatkan suatu proses pemeriksaan karakteristik dari objek dan

objek dimasukkan ke dalam salah satu kelas yang telah di defenisikan sebelumnya. Sebagai contoh pengklasifikasian persediaan dalam tiga kelas, yaitu persediaan tinggi, sedang, dan persediaan rendah.

e) *Clustering*

Merupakan teknik pengelompokan *record* data, pengamatan atau kasus dalam kelas yang memiliki kemiripan satu dengan yang lainnya dan memiliki ketidakmiripan dengan *record* lain dalam *cluster*. Dalam *clustering* pengelompokan data dilakukan tanpa berdasarkan kelas data tertentu ke dalam objek yang sama.

f) Asosiasi

Mengidentifikasi hubungan antara berbagai peristiwa yang terjadi pada satu waktu atau menemukan suatu hubungan yang terdapat pada nilai atribut dari sekumpulan data yang ada.

C. Prediksi

Prediksi adalah suatu kegiatan untuk memperkirakan apa yang terjadi pada masa yang akan datang berdasarkan informasi pada masa lalu dan sekarang yang dimiliki agar tingkat *error* dan kesalahannya (selisih antara sesuatu yang terjadi dengan hasil perkiraan) dapat diperkecil. Suatu prediksi tidak menghasilkan jawaban secara pasti tentang kejadian yang akan terjadi di masa yang akan datang, melainkan berusaha untuk mencari jawaban yang akurat yang akan terjadi nantinya (Rahmadani et al., 2021).

Konsep dasar dalam sebuah prediksi adalah suatu proses kegiatan memperkirakan dalam bentuk sistematis tentang informasi masa yang akan datang dengan atas dasar informasi yang telah ada sebelumnya untuk mengetahui dugaan dugaan yang akan terjadi dimasa yang akan datang agar dapat menentukan bagaimana proses perencanaan selanjutnya. Teknik dalam melakukan peralaman atau prediksi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu (Susanto et al., 2022):

- a) Secara kualitatif (*non statistical method*) adalah cara penafsiran yang menitik beratkan pada pendapat seseorang (*judgement*). Suatu hasil peramalan ditentukan dari pemikiran yang bersifat intuisi atau pendapat dan pengetahuan dari orang yang menyusunnya.

b) Secara kuantitatif (*statistical method*) adalah cara penafsiran yang menitikberatkan pada metode statistika yang berdasar pada perhitungan-perhitungan angka. Dalam peramalan bentuk kuantitatif terdiri 3 hal utama yaitu :

- Adanya informasi tentang masa lalu
- Bentuk data dari hasil informasi yang kuantitatif
- Dari aspek data dan pola masa lalu akan terus berlanjut di masa yang akan datang dengan informasi tersebut dapat diasumsikan di dalam peramalan atau prediksi.

Menurut (Atmaja & Lianda, 2021) dalam prediksi memiliki tujuan, jenis dan peranannya. Tujuan dalam melakukan prediksi adalah : dapat mengetahui pengaruh masa yang akan datang dengan kejadian saat ini, meningkatkan efisiensi rencana saat ini untuk masa yang akan datang. Berdasarkan jenisnya prediksi dibagi menjadi 3 yaitu peramalan jangka panjang dimana peramalan ini merujuk ke waktu yang lebih panjang atau lama (1 – 2 tahun) seperti membangun sesuatu untuk kebutuhan perusahaan, perencanaan untuk kegiatan penelitian dan perkembangan dan lain-lain. Peramalan jangka menengah yaitu mencakup perkiraan tentang peristiwa yang akan terjadi dalam beberapa bulan hingga berapa tahun ke depan contohnya untuk perencanaan produksi dan sebagainya, peramalan jangka pendek yaitu merujuk pada perkiraan tentang peristiwa yang akan terjadi dalam waktu dekat. Jika dilihat berdasarkan peranannya prediksi memiliki peranan yaitu penjadwalan sumber daya, penyediaan sumber daya dan penentuan sumber daya.

D. Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan Saraf Tiruan di ilhami dari pembuatan struktur jaringan biologi atau merupakan inspirasi dari jaringan saraf biologis yang memiliki kemampuan seperti cara kerja otak manusia yang kompleks dan terstruktur (Satria, 2020). Jaringan Saraf Tiruan ini dikembangkan ke dalam bentuk matematis dan direalisasikan ke dalam program komputer. Jaringan Saraf Tiruan atau *Artificial Neural Network* banyak diterapkan pada bidang data *mining* karena dapat digunakan pada *clustering, regression, classification, time series forecasting, dan visualization* (Suahati et al., 2022).

1. Konsep Dasar Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan Saraf Tiruan terdiri dari sekelompok *neuron* yang dihubungkan oleh bobot. Neuron adalah elemen mendasar dalam JST yang mengambil fitur *input* menerapkan fungsi aktivasi, dan menghitung *output*. Setiap neuron menerima masukan, menghitung suatu fungsi terhadap masukan tersebut, dan menghasilkan *output*. Neuron biasanya memiliki bobot yang dapat diubah-ubah untuk mengatur sejauh mana respon terhadap masukan tertentu. Bobot adalah parameter dalam menghubungkan antara neuron dan jaringan. Dalam hal ini mengatur sejauh mana pengaruh masukan pada neuron tertentu dan dapat disesuaikan selama proses pelatihan jaringan (Hartono & Zein, 2023).

Pada umumnya JST ini terdiri dari tiga struktur dasar *layer* yaitu lapis masukan (*input layer*) x_i , lapis tersembunyi (*hidden layer*) z_j , dan lapis keluaran (*output layer*) y_k . *Input layer* dan *hidden layer* dihubungkan oleh bobot dengan simbol v_{ij} dan antara *hidden layer* dan *output layer* dihubungkan oleh bobot dengan simbol w_{jk} . *Input layer* adalah lapisan neuron yang berfungsi memasukkan atau menerima data dari program pengguna atau nilai yang akan dilatih dan meneruskan ke *hidden layer*. Di *hidden layer* dihitung menggunakan bobot yang ada dan dikirimkan ke *output layer* dengan menggunakan cara yang sama, yaitu dengan menghitung bobot yang ada. *Output layer* berisi nilai dari target yang akan dijadikan acuan selama proses pelatihan. Hasil pelatihan ini yang akan menghasilkan model *Artificial Neural Network* dari nilai bobotnya yang akan menentukan hasil prediksi dari tahap pengujian (Mahendra et al., 2023).

Jaringan Saraf Tiruan adalah perkembangan dari model matematis berdasarkan pemahaman manusia (*human cognition*) atas asumsi sebagai berikut : (Rahmadani et al., 2021)

- a. Informasi diproses oleh elemen sederhana yang disebut neuron.
- b. Sinyal mengalir di antara sel saraf/neuron melalui suatu sambungan penghubung.
- c. Setiap sambungan penghubung memiliki bobot yang bersesuaian. Bobot tersebut digunakan untuk menggandakan/mengalikan sinyal yang dikirim.

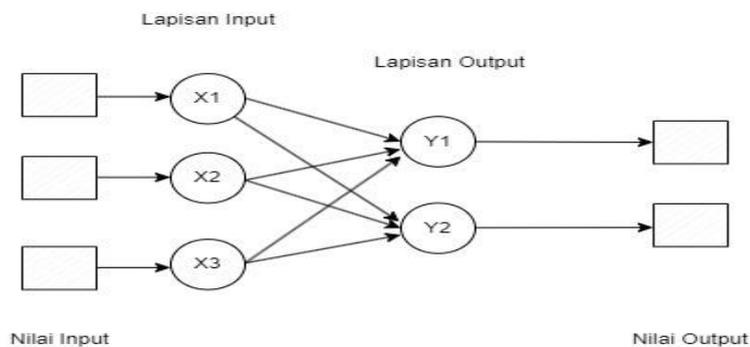
- d. Setiap sel saraf akan menerapkan fungsi aktivasi terhadap sinyal hasil penjumlahan berbobot untuk menentukan sinyal keluarannya.

2. Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan Saraf Tiruan memiliki beberapa arsitektur yaitu : (Aprizal et al., 2019)

a. Jaringan Saraf Tiruan dengan lapisan tunggal

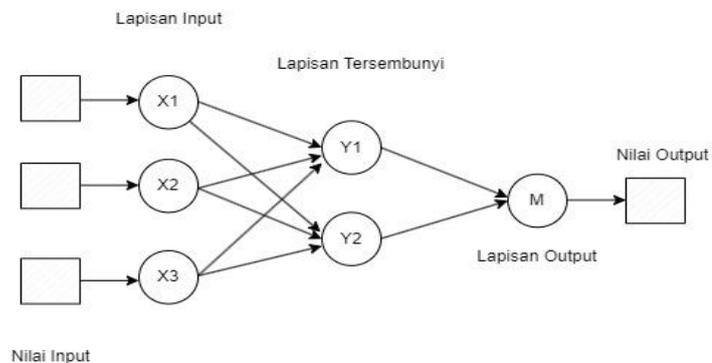
JST tunggal adalah jaringan yang memiliki hanya terdiri dari 2 lapisan yaitu lapisan *input* dan lapisan *output* yang terhubung satu sama lain. Lapisan ini langsung mengolah hasil nilai keluaran setelah memasukkan nilai bobot pada *input layer*, tanpa melalui *hidden layer*.



Gambar 2. 1 Jaringan Saraf Tiruan dengan lapisan Tunggal

b. Jaringan Saraf Tiruan dengan lapisan jamak

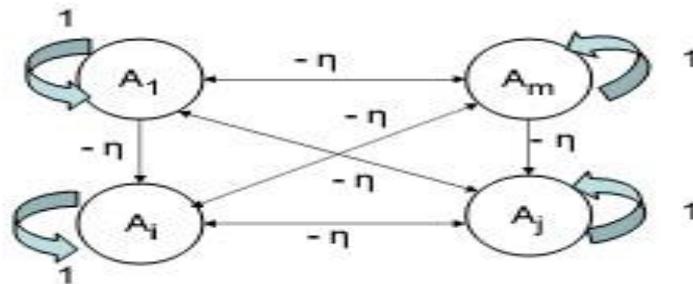
Merupakan jaringan yang mempunyai lapisan tambahan untuk menghubungkan lapisan *input* dan lapisan *output* yang disebut *hidden layer* (lapisan tersembunyi). JST ini dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih kompleks dibandingkan dengan JST tunggal.



Gambar 2. 2 Jaringan Saraf Tiruan dengan lapisan kompetitif

c. Jaringan Saraf Tiruan dengan lapisan kompetitif

Lapisan jenis ini sekumpulan *neuron* yang ada harus bersaing untuk mendapatkan hak menjadi pemenang yang aktif. Neuron yang menang akan menjadi neuron yang memiliki bobot terdekat dengan pola masukan yang diberikan



Gambar 2. 3 Jaringan Saraf Tiruan dengan lapisan kompetitif

(Sumber : Aprizal et al., 2019)

E. *Backpropagation*

Metode pelatihan *Backpropagation* pertama kali dirumuskan oleh Werbos dan dipopulerkan oleh Rumelhart dan McClelland untuk digunakan dalam JST (Ahmad Fauzi, 2021). Metode *Backpropagation* adalah metode pelatihan Jaringan Saraf Tiruan yang digunakan untuk mencari bobot optimal pada Jaringan Saraf Tiruan dengan memiliki kemampuan untuk mentoleransi kesalahan atau meminimalkan *error* terhadap *output* yang dihasilkan jaringan sehingga dapat menghasilkan prediksi yang baik (H. Putra & Walmi, 2020).

Dalam jaringan *Backpropagation*, terdapat pola *input* dan pola *output* yang diinginkan, dan ketika jaringan diberikan suatu pola, nilai bobot-bobot diubah agar dapat memperkecil perbedaan antara pola *output* dari jaringan dan pola *output* yang diinginkan. Proses pelatihan jaringan ini diulang sampai jaringan dapat mengenali semua pola *output* yang diinginkan (Imaduddin et al., 2023). Metode *Backpropagation* masuk dalam kategori *Supervised Learning* dan sering digunakan untuk proses prediksi, pengenalan dan peramalan, sehingga dengan penerapan metode *Backpropagation* dapat membantu dalam memprediksi hasil panen kakao pada Desa Minanga.

Adapun parameter yang ditentukan dalam *Backpropagation* yaitu sebagai berikut :

1. Fungsi aktivasi

Fungsi aktivasi merupakan hal penting karena berhubungan dalam tingkat keberhasilan yang diperoleh. Fungsi aktivasi digunakan untuk mengubah keluaran dari suatu neuron. Ada beberapa fungsi aktivasi yang sering digunakan yaitu *sigmoid*, ReLU (*Rectified Linear Unit*), dan *tangen hiperbolik* (Hartono & Zein, 2023). Fungsi aktivasi yang dipakai harus memenuhi beberapa syarat yaitu kontinyu, terdiferensial dengan mudah, dan merupakan fungsi yang tidak turun. Salah satu fungsi yang memenuhi dari ketiga syarat tersebut yaitu fungsi *sigmoid biner* (Sinuhaji et al., 2023). Fungsi *sigmoid biner* digunakan pada *Neural Network* atau Jaringan Saraf Tiruan dilatih dengan menggunakan metode *Backpropagation*. Fungsi *sigmoid biner* memiliki nilai range 0 sampai 1, dengan persamaan sebagai berikut :

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (2.1)$$

Dimana :

$f(x)$ = keluaran pada jaringan

x = hasil perkalian bobot dan input di tambah bias

e = bilangan eksponen

2. *Learning rate* (α)

Learning rate (laju pembelajaran) adalah parameter yang berguna untuk menghitung nilai koreksi bobot dan bias, serta mempercepat iterasi. Semakin kecil nilai *learning rate*, semakin besar keakuratan, namun proses iterasi akan memerlukan waktu banyak (Khairati & Putra, 2022).

Pelatihan pada Jaringan Saraf Tiruan dengan *Backpropagation* bertujuan untuk mengidentifikasi kerangka data dengan berdasarkan *inputan* parameter yang terdapat pada JST seperti neuron *input*, neuron *hidden*, neuron *output*, laju pembelajaran, jumlah iterasi, dan toleransi *error* (Marthasari et al., 2021). Tahapan pelatihan *Backpropagation* terbagi menjadi 3 fase yaitu : (Purwono et al., 2022)

- a) Fase propagasi maju (*fase forward*) dimana fase ini pola data latih dihitung mulai dari lapisan *input* sampai lapisan *output*.
- b) Fase propagasi mundur (*fase Backpropagation*) yaitu keluaran jaringan dibandingkan dengan target data, selisih antara keluaran jaringan dengan target data merupakan kesalahan yang terjadi, kesalahan tersebut dipropogasikan mundur untuk memperoleh bobot baru dan nilai *error* yang lebih rendah.
- c) Fase perubahan bobot yaitu fase ini dilakukan update bobot dan bias yang berfungsi untuk menurunkan kesalahan yang terjadi.

Pelatihan ini diulangi secara terus menerus hingga kondisi penghentian adalah jumlah iterasi dan kesalahan atau target *error* tercapai.

Dalam fase tersebut tahap pelatihan *Backpropagation* yaitu sebagai berikut :
(Fathoni et al., 2022)

Step 0 : Inisiasi bobot secara acak

Step 1 : Jika kondisi penghentian belum terpenuhi, lakukan Langkah 2-9.

Step 2 : Untuk setiap pasang data pelatihan, lakukan Langkah 3-8.

Fase *Feedforward* (fase propagasi maju) :

Step 3 :Setiap unit *input* ($x_i, i=1,2,3,\dots,n$) menerima sinyal *input* x_i dan meneruskan sinyal ini ke semua unit yang ada di lapisan di depannya yakni *hidden layer*.

Step 4 : Setiap unit yang ada di *hidden layer* ($z_j, j = 1,2,3,\dots,p$) dihitung nilai *input* dengan menggunakan nilai bobotnya

$$z_in_j = v_{oj} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \quad (2.2)$$

Hitung sinyal *output* dengan menggunakan fungsi aktivasi

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

Hasil fungsi tersebut dikirim ke semua unit pada *layer* di atasnya (unit *output*)

Penjelasan :

Persamaan 2.1 z_in_j merupakan bobot sinyal unit tersembunyi. Cara penyelesaiannya yaitu menjumlahkan nilai bobot bias *input layer* ke *hidden*

layer (v_{oj}) dengan nilai *input* pada satu *layer* ke $-i$ (x_i) dan bobot yang terdapat diantara unit pada *input* ke i dan unit *hidden* (v_{ij}) nantinya dari semua nilai perkalian antara *input* layer ke $-i$ (x_i) dan bobot pada layer ke $-i$ (v_{ij}) dijumlahkan kemudian ditambah dengan nilai bias *input layer* ke *hidden layer* (v_{oj}) untuk mendapatkan nilai dari z_in_j

Persamaan 2.2 yaitu nilai keluaran dari *hidden layer* ke $-i$ (z_j) dilakukan perhitungan fungsi aktivasi pada nilai *input* setiap *hidden layer* (z_in_j)

Step 5 : Setiap unit *output* ($y_k, k = 1,2,3,\dots,m$), dihitung nilai *input* dengan menggunakan nilai bobot nya

$$y_in_k = w_{ok} + \sum_{j=1}^p z_j w_{jk} \quad (2.4)$$

kemudian dihitung nilai *output* dengan menggunakan fungsi aktivasi

$$y_k = f(y_in_k) = \frac{1}{1+e^{-y_in_k}} \quad (2.5)$$

penjelasan :

Pada persamaan 2.3 yaitu y_in_k merupakan bobot sinyal pada lapisan keluaran. Adapun cara penyelesaiannya yaitu nilai bias pada *hidden layer* ke *output layer* (w_{ok}) dijumlahkan dengan nilai fungsi aktivasi pada *hidden layer* ke $-k$ (z_j) dengan nilai bobot yang terletak di antara *hidden layer* ke $-j$ dengan *output* ke $-k$ (w_{jk}) yang nantinya nilai dari z_j dan w_{jk} dijumlahkan dan ditambah dengan variabel w_{ok}

untuk persamaan 2.4 yaitu unit *output layer* ke $-k$ (y_k) dilakukan fungsi aktivasi dari hasil keluaran *output layer* (y_in_k).

Fase *Backpropagation of error* (Fase Propogasi Mundur) :

Step 6 : untuk tiap unit *output* ($y_k, k= 1,2,3,\dots,m$), menerima pola target yang bersesuaian dengan pola *input* dan kemudian dihitung informasi kesalahan.

$$\delta_k = (t_k - y_k) y_k (1 - y_k) \quad (2.6)$$

Kemudian hitung koreksi nilai bobot yang digunakan untuk memperbaharui nilai bobot w_{jk}

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j \quad (2.7)$$

Hitung koreksi nilai bias yang kemudian akan digunakan untuk memperbaharui nilai w_{ok}

$$\Delta w_{ok} = \alpha \delta_k \quad (2.8)$$

Dan kemudian nilai δ_k di kirim ke unit pada *layer* berikutnya

Penjelasan :

Pada persamaan 2.5 nilai dari δ_k merupakan nilai untuk mengoreksi *error* pada bobot. Kemudian untuk nilai t_k merupakan target data yang dilakukan perhitungan dengan nilai dari *output layer* (y_k)

Untuk persamaan 2.6 merupakan rumus untuk menghitung besarnya koreksi *error* bobot w_{jk} (Δw_{jk}). Persamaan ini dilakukan perkalian antara *learning rate* (α) dengan nilai koreksi *error* pada bobot (δ_k) dan fungsi aktivasi pada *hidden layer* ke $-k$ (z_j)

Kemudian untuk persamaan 2.7 merupakan nilai bias pada *layer hidden* untuk mencari nilai dari koreksi *error* pada bias w_{ok} (Δw_{ok}) dilakukan dengan perkalian antara *learning rate* (α) dengan nilai koreksi *error* pada bobot (δ_k)

Step 7 : untuk tiap unit dalam ($z_j, j = 1, 2, 3, \dots, p$), dihitung delta *input* yang berasal dari unit pada *layer* di atasnya

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk} \quad (2.9)$$

Kemudian nilai tersebut dikalikan dengan nilai turunan dari fungsi aktivasi untuk menghitung informasi kesalahan :

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j}) = \delta_{in_j} z_j (1 - z_j) \quad (2.10)$$

Hitung koreksi nilai bobot yang kemudian digunakan untuk memperbaharui nilai v_{ij}

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i \quad (2.11)$$

Dan hitung nilai koreksi bias yang kemudian digunakan untuk memperbaharui nilai v_{oj}

$$\Delta v_{oj} = \alpha \delta_j \quad (2.12)$$

Penjelasan :

Pada persamaan 2.8 untuk menghitung nilai dari δ_{in_j} tersebut dilakukan dengan menjumlahkan total perkalian dari nilai koreksi *error* pada bobot (δ_k) dengan nilai bobot yang terletak antara *hidden layer* ke $-j$ dengan *output* ke $-k$ (w_{jk}).

Kemudian pada persamaan 2.9 yaitu rumus untuk mencari nilai dari koreksi *error* pada *hidden layer* (δ_j). persamaan tersebut dilakukan dengan menghitung perkalian antara nilai untuk mengoreksi atau membenahi *error* pada (δ_{in_j}) dengan fungsi turunan aktivasi pada *hidden layer* (z_j)

Untuk persamaan 2.10 yaitu untuk mencari nilai dari koreksi *error* Δv_{ij} adalah melakukan perkalian antara *learning rate* (α) nilai dari koreksi *error* pada *hidden layer* δ_j dan nilai *input* pada satu *layer* ke $-i$ (x_i)

Pada persamaan 2.11 adalah untuk mencari nilai dari koreksi *error* pada bias (Δv_{oj}) dimana dilakukan perkalian antara *learning rate* (α) dan nilai dari koreksi *error* pada *hidden layer* δ_j

Fase perubahan Bobot :

Step 8 : Tiap unit *output* ($y_k, k=1, \dots, m$) mengupdate bias dan bobotnya ($j=0, \dots, p$)

$$w_{jk}(new) = w_{jk}(old) + \Delta w_{jk} \quad (2.13)$$

Tiap unit *hidden* ($z_j, j=1, \dots, p$) mengupdate bias dan bobotnya ($i=0, \dots, n$)

$$V_{ij}(new) = v_{ij}(old) + \Delta v_{ij} \quad (2.14)$$

Penjelasan :

Persamaan 2.12 menjelaskan rumus untuk mencari nilai baru dari bobot yang terletak di antara *hidden layer* ke $-j$ dengan *output* ke $-k$ (w_{jk}). Persamaan tersebut dilakukan penjumlahan menggunakan nilai lama dari nilai w_{jk} dengan nilai dari koreksi *error* bobot w_{jk} (Δw_{jk}).

Persamaan 2.13 yaitu mencari nilai baru untuk *update* nilai bobot pada *layer* ke $-i$ (v_{ij}) yang lama dengan nilai dari koreksi *error* (Δv_{ij}).

Step 9 : menguji apakah kondisi berhenti sudah terpenuhi.

F. Normalisasi dan Denormalisasi

1. Normalisasi

Normalisasi data adalah salah satu pendekatan yang dilakukan dengan membuat data memiliki nilai rentang yang sama atau nilainya tidak ada yang terlalu besar atau terlalu kecil dalam skala 0-1 (Setiyaris et al., 2023). Proses perhitungan normalisasi data sebagai berikut : (Marthasari et al., 2021)

$$\text{Normalisasi} = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (2.15)$$

Dimana :

x = data asli

x_{min} = nilai minimum dari data

x_{max} = nilai maximum dari data

2. Denormalisasi

Proses denormalisasi dilakukan untuk merubah atau mengembalikan data dari hasil prediksi ke dalam data asli agar data dari hasil proses prediksi dapat lebih mudah dimengerti (Marthasari et al., 2021). Proses perhitungan denormalisasi data yaitu sebagai berikut:

$$\text{Denormalisasi} = y (x_{max} - x_{min}) + x_{min} \quad (2.16)$$

Dimana :

y = hasil *output* jaringan

x_{max} = data nilai maksimum

x_{min} = data nilai minimum

G. Evaluasi

Pada tahap ini dilakukan evaluasi data untuk mengetahui nilai *error* dan tingkat akurasi dari algoritma. Akurasi adalah ukuran banyaknya hasil prediksi yang sama dengan data aktual (Harahap & Muslim, 2020). Teknik pengujian atau evaluasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: *Mean Squared Error* (MSE), dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

1. *Mean Squared Error (MSE)*

MSE adalah suatu evaluasi untuk menghitung rata-rata dari selisih kuadrat antara nilai prediksi dan nilai aktual. Jika nilai MSE semakin mendekati 0, maka prediksi semakin mendekati data aktual yang menunjukkan kualitas prediksi semakin baik (Hauriza et al., 2021). Adapun persamaannya yaitu sebagai berikut :

$$MSE = \sum_{t=1}^n \frac{(At-Ft)^2}{n} \quad (2.17)$$

Dimana :

$MSE = Mean Squared Error$

$At =$ nilai aktual

$Ft =$ nilai hasil prediksi

$n =$ banyaknya data

2. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

MAPE adalah ukuran tingkat akurasi untuk mengevaluasi keakuratan antara hasil prediksi dan data aktual. Penggunaan MAPE lebih fokus terhadap seberapa *error* atau kesalahan pada hasil prediksi dan nilai aktual. Semakin rendah nilai MAPE, maka kemampuan dari suatu model peramalan dikatakan baik (Nabillah & Ranggadara, 2020) Adapun persamaan yaitu sebagai berikut:

$$MAPE = \left(\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{x_t - f_t}{x_t} \right| \right) \times 100 \% \quad (2.18)$$

Dimana :

$MAPE = Mean Absolute Percentage Error$

$x_t =$ nilai aktual

$f_t =$ nilai prediksi

$n =$ jumlah data

Untuk menghitung akurasi terhadap prediksi yang dilakukan maka sebuah akurasi 100% dikurangi dengan nilai MAPE, yang menunjukkan semakin besar nilai akurasi maka semakin akurat hasil prediksi (H. Putra & Walmi, 2020). Adapun persamaannya yaitu sebagai berikut :

$$Akurasi = 100\% - MAPE \quad (2.18)$$

H. Penelitian Terkait

Tabel 2. 1 Penelitian terkait

No	Judul penelitian	Penulis dan Tahun terbit	Hasil penelitian	Persamaan dan perbedaan
1	Penerapan Metode <i>Autoregressive Distributed Lag</i> pada Prediksi Produksi Kakao Indonesia	(Syafira & Helma, 2022)	Hasil penelitian dalam memprediksi hasil produksi kakao dengan menggunakan metode ARDL yaitu taksiran rata-rata produksi meningkat 0,6684 ton untuk penurunan produksi 1 ton saat $t - 1$.	Persamaan dari penelitian ini adalah studi kasus yang sama yaitu kakao. Perbedaannya yaitu metode yang digunakan berbeda.
2	Peramalan Metode <i>Time Series</i> Terhadap Produksi Kakao di Kabupaten Batang	(Santika & Novirani, 2022)	Penelitian tersebut membahas tentang peramalan produksi kakao dengan menggunakan 3 metode yaitu <i>moving average</i> , <i>exponential smoothing</i> , dan <i>linear regression</i> . Hasil penelitian tersebut yaitu	Persamaan dari penelitian ini yaitu studi kasus yang sama yaitu kakao, perbedaannya yaitu metode yang digunakan berbeda

			yaitu <i>linear regresi</i> memiliki Tingkat keakurasian paling baik dengan nilai <i>error</i> didapatkan paling minimal dengan nilai MAD = 42.329,8, MSE = 3.25.722.398, dan MAPE = 11,56%.	
3	Sistem pendukung keputusan prediksi hasil panen tanaman kakao dengan metode <i>Naïve Bayes</i> berbasis android.	(Basri et al., 2020)	Hasil dari penelitian tersebut adalah sistem pendukung keputusan untuk memprediksi hasil panen tanaman kakao berbasis android yang diolah menggunakan metode <i>Naïve Bayes</i> memiliki akurasi 72%.	Persamaan dari penelitian ini yaitu studi kasus yang sama yaitu kakao namun metode yang berbeda
4	Implementasi Jaringan Saraf Tiruan memprediksi hasil panen padi pada desa Pagar	(Situmorang & Jannah, 2020)	Hasil penelitian tersebut yaitu Jaringan Saraf Tiruan dengan menggunakan metode	Persamaan dari penelitian ini yaitu menggunakan algoritma yang sama yaitu

	Jati dengan metode <i>Backpropagation</i>		<i>Backpropagation</i> cukup baik dalam memprediksi jumlah hasil panen padi dan hasil prediksi panen padi per rante 0,17 ton.	Jaringan Saraf Tiruan <i>Backpropagation</i> namun objek yang diteliti berbeda.
5	Penerapan Jaringan Saraf Tiruan dengan algoritma <i>Backpropagation</i> dalam memprediksi hasil panen gabah padi	(Maiyuriska, 2022)	Hasil penelitian tersebut yaitu Tingkat akurasi mencapai 92.9% atau tingkat <i>error</i> 7.1% dengan MSE = 0.00094783, Sehingga dapat disimpulkan dapat membantu dalam prediksi hasil panen gabah padi	Keterkaitan dalam penelitian ini yaitu menggunakan algoritma yang sama yaitu Jaringan Saraf Tiruan namun studi kasus yang berbeda
6	Penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan <i>Backpropagation</i> dalam memprediksi jumlah mahasiswa baru	(Suahati et al., 2022)	hasil penelitian tersebut yaitu didapatkan bahwa arsitektur jaringan terbaik adalah pola 12-8-1 yang berarti menggunakan 12 masukan, 8 <i>hidden</i> neuron, dan 1 keluaran	Keterkaitan dalam penelitian ini yaitu menggunakan algoritma yang sama namun dengan studi kasus yang berbeda.

			dengan hasil MSE 0.0001	
7	Perbandingan Algoritma Regresi Logistic dan <i>Neural Network</i> pada prediksi nilai hasil pembinaan dan kelulusan tepat waktu	(Hamdani et al., 2020)	Hasil penelitian tersebut yaitu berdasarkan penerapan kedua algoritma tersebut Metode <i>Logistic Regression</i> menghasilkan akurasi $\pm 65\%$ dan <i>Neural Network</i> menghasilkan akurasi $\pm 69\%$. Hasil akurasi tersebut membuktikan algoritma <i>Neural Network</i> lebih baik dibanding <i>Logistic Regression</i> .	Keterkaitan dari penelitian ini yaitu penulis juga akan melakukan prediksi dengan menggunakan <i>Neural Network</i> dengan studi kasus yang berbeda
8	Analisis Perbandingan Prediksi Harga Saham Menggunakan Algoritma <i>Artificial Neural Network</i> dan Linear Regression	(Mahendra et al., 2023)	Hasil pengujian mengungkapkan <i>Neural Network</i> menghasilkan prediksi paling akurat dengan nilai RMSE 612.474 +/- 89.402	Keterkaitan dengan penelitian ini yaitu menggunakan algoritma yang sama yaitu <i>neural network</i> namun dengan

			(mikro:618.916 +/- 0.000)	studi kasus yang berbeda
9	Perbandingan metode regresi dan Jaringan Saraf Tiruan <i>Backpropagation</i> (prediksi harga makanan laut)	Rafli Adiguna Putra, 2023	hasil penelitian tersebut <i>regresi</i> <i>linear</i> mendapatkan akurasi 95,26% sedangkan Jaringan Saraf Tiruan mendapatkan akurasi 96,51 hal ini membuktikan bahwa JST merupakan algoritma yang masuk dalam kategori baik dan cocok dalam memprediksi	Persamaan dalam penelitian ini yaitu menggunakan algoritma yang sama yaitu Jaringan Saraf Tiruan <i>Backpropagation</i> namun studi kasus yang berbeda

DAFTAR PUSTAKA

- Adzani, W. A., & Sasongko, P. S. (2019). Klasifikasi Status Gizi Balita Menggunakan Metode Backpropagation Dengan Algoritma Levenberg-Marquardt dan Inisialisasi Nguyen Widrow. *Jurnal Masyarakat Informatika*, 12(1), 29–43.
- Aprizal, Y., Zainal, R. I., & Afriyudi, A. (2019). Perbandingan Metode Backpropagation dan Learning Vector Quantization (LVQ) Dalam Menggali Potensi Mahasiswa Baru di STMIK PalComTech. *MATRIK: Jurnal Manajemen, Teknik Informatika Dan Rekayasa Komputer*, 18(2), 294–301.
- Atmaja, N. S., & Lianda, D. (2021). Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Metode Backpropagation Dalam Prediksi Persediaan Bahan Baku (Studi Kasus: PT. Bintang Toba Lestari). *Informasi Interaktif*, 6(3), 124–133.
- Basri, B., Umar, N., & Sitti, Z. (2020). Sistem Pendukung Keputusan Prediksi Hasil Panen Tanaman Kakao dengan Metode Naive Bayes Berbasis Android. *Proceeding Konik (Konferensi Nasional Ilmu Komputer)*, 290–294.
- Bertham, Y. H., Gonggo, B., & Utami, K. (2022). Peningkatan Pengetahuan Masyarakat Dalam Pemberian Pupuk Organik Dan Anorganik Untuk Produktivitas Tanaman. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 6(4), 2961–2972.
- Fathoni, H. I., Rahayudi, B., & Ratnawati, D. E. (2022). Prediksi Hasil Panen Udang Vaname menggunakan Algoritme Backpropagation Neural Network. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 6(8), 3587–3595.
- Fatima, I. (2020). Analisis Pendapatan Usahatani Kakao Di Kabupaten Ende (Kajian pada Desa Kedebodu dan Rewarangga). *Agrica: Journal of Sustainable Dryland Agriculture*, 13(2), 179–198.
- Hamdani, N., Setyanto, A., & Sudarmawan, S. (2020). Perbandingan Algoritma Regresi Logistic Dan Neural Network Pada Prediksi Nilai Hasil Pembinaan Dan Kelulusan Tepat Waktu. *Respati*, 15(1), 30–36.
- Harahap, R. N., & Muslim, K. (2020). Peningkatan Akurasi pada Prediksi Kepribadian MbtI Pengguna Twitter Menggunakan Augmentasi Data. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 7(4), 815.
- Hartono, R., & Zein, A. (2023a). Penerapan Algoritma Genetika Dan Jaringan Syaraf Tiruan Dalam Penjadwalan Mata Kuliah Studi Kasus: Prodi Sistem Informasi Universitas Pamulang. *Jurnal Ilmu Komputer*, 6(3), 7–10.
- Hauriza, B., Muladi, M., & Wirawan, I. M. (2021). Prediksi Tingkat Inflasi Bulanan Indonesia Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan. *Jurnal Teknologi Dan Informasi*, 11(2), 152–167.

- Imaduddin, M. A., Hamami, F., & Fa'Rifah, R. Y. (2023). Prediksi Cuaca Pada Data Time Series Menggunakan Backpropagation Neural Network (BPNN). *EProceedings of Engineering*, 10(5).
- Khairati, F., & Putra, H. (2022). Prediksi Kuantitas Penggunaan Obat pada Layanan Kesehatan Menggunakan Algoritma Backpropagation Neural Network. *Jurnal Sistim Informasi Dan Teknologi*, 128–135.
- Khairul, U., Trizelia, T., & Reflin, R. (2018). Pemberdayaan kelompok tani melalui pelatihan pengendalian hama dan penyakit tanaman kakao di Kanagarian Campago Kabupaten Padang Pariaman. *Buletin Ilmiah Nagari Membangun*, 1(4), 88–95.
- Khaqiqiyah, Z., Stiawan, B. D., & Marji, M. (2018). Identifikasi Tingkat Resiko Penyakit Lemak Darah Menggunakan Algoritme Backpropagation. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(4), 1563–1571.
- Lestari, K. T. N., Albar, M. A., & Afwani, R. (2019). Penerapan metode backpropagation dalam memprediksi jumlah kunjungan wisatawan ke provinsi nusa tenggara barat (ntb). *Journal of Computer Science and Informatics Engineering (J-Cosine)*, 3(1), 39–48.
- Mahendra, B. H., Gumay, M. G., & Mungaran, L. C. (2023). Analisis Perbandingan Prediksi Harga Saham menggunakan Algoritma Artificial Neural Network dan Linear Regression. *Jurnal Ilmiah KOMPUTASI*, 22(2), 303–312.
- Maiyuriska, R. (2022). Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan dengan Algoritma Backpropagation dalam Memprediksi Hasil Panen Gabah Padi. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 28–33.
- Managanta, A. A. (2020). Perbaikan produksi dan kualitas buah kakao melalui peningkatan kompetensi petani di Desa Sepe Kecamatan Lage Kabupaten Poso. *PRIMA: J. of Com Empo and Serv*, 4, 70.
- Marthasari, G. I., Astiti, S. A., & Azhar, Y. (2021). Prediksi Data Time-series menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Algoritma Backpropagation Pada Kasus Prediksi Permintaan Beras. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 6(3), 187–193.
- Nabila, S. P., Ulinuha, N., & Yusuf, A. (2021). Model Prediksi Kelulusan Tepat Waktu Dengan Metode Fuzzy C-Means Dan K-Nearest Neighbors Menggunakan Data Registrasi Mahasiswa. *Network Engineering Research Operation*, 6(1), 38–46.
- Nabillah, I., & Ranggadara, I. (2020). Mean Absolute Percentage Error untuk Evaluasi Hasil Prediksi Komoditas Laut. *Journal of Information System*, 5(2), 250–255.

- Panna, M. R., Marhawati, M., Nurdiana, N., Mustari, M., & Supatminingsih, T. (n.d.). *Analisis Faktor-Faktor Yang Memengaruhi Produksi Kakao di Kecamatan Tapango Kabupaten Polewali Mandar*.
- Pratama, R., Herdiansyah, M. I., Syamsuar, D., & Syazili, A. (2023). Prediksi Customer Retention Perusahaan Asuransi Menggunakan Machine Learning. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi Dan Komputer)*, 12(1), 96–104.
- Purwono, P., Dewi, P., Wibisono, S. K., & Dewa, B. P. (2022). Model Prediksi Otomatis Jenis Penyakit Hipertensi dengan Pemanfaatan Algoritma Machine Learning Artificial Neural Network. *Insect (Informatics and Security): Jurnal Teknik Informatika*, 7(2), 82–90.
- Putra, H., & Walmi, N. U. (2020). Penerapan Prediksi Produksi Padi Menggunakan Artificial Neural Network Algoritma Backpropagation. *Jurnal Nasional Teknologi Dan Sistem Informasi*, 6(2), 100–107.
- Putra, R. R. (2019). implementasi metode backpropagation Jaringan saraf tiruan dalam memprediksi pola Pengunjung terhadap transaksi. (*JurTI*) *Jurnal Teknologi Informasi*, 3(1), 16–20.
- Putri, A. D., Ahman, A., Hilmia, R. S., Almaliyah, S., & Permana, S. (2023). Pengaplikasian Uji T dalam Penelitian Eksperimen. *Jurnal Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika Dan Statistika*, 4(3), 1978–1987.
- Putri, O. N. (2020). *Implementasi Metode CNN Dalam Klasifikasi Gambar Jamur Pada Analisis Image Processing (Studi Kasus: Gambar Jamur Dengan Genus Agaricus Dan Amanita)*.
- Rahmadani, F., Pardede, A. M. H., & Nurhayati, N. (2021). Jaringan Syaraf Tiruan Prediksi Jumlah Pengiriman Barang Menggunakan Metode Backpropagation (Studikasu: Kantor Pos Binjai). *Jtik (Jurnal Teknik Informatika Kaputama)*, 5(1), 100–106.
- Ramadhona, G., Setiawan, B. D., & Bachtiar, F. A. (2018). Prediksi Produktivitas Padi Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(12), 6048–6057.
- Rohmawan, E. P. (2018). Prediksi Kelulusan Mahasiswa Tepat Waktu Menggunakan Metode Decision Tree Dan Artificial Neural Network. *Jurnal Ilmiah MATRIK*, 20(1), 21–30.
- Ruqoyah, R., Ruhiat, Y., & Saefullah, A. (2023). Analisis Klasifikasi Tipe Iklim Dari Data Curah Hujan Menggunakan Metode Schmidt-Ferguson (Studi Kasus: Kabupaten Tangerang). *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 11(1), 29–38.
- SANTIKA, F., & NOVIRANI, D. W. I. (2022a). Peramalan Metode Time Series Terhadap Produksi Kakao Di Kabupaten Batang. *E-Proceeding FTI*.

- Satria, W. (2020). Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Untuk Peramalan Penjualan Produk (Studi Kasus Di Metro Electronic Dan Furniture). *Djtechno: Jurnal Teknologi Informasi*, 1(1), 14–19.
- Sebayang, J. S., & Yuniarto, B. (2017). Perbandingan model estimasi artificial neural network optimasi genetic algorithm dan regresi linier berganda. *Media Statistika*, 10(1), 13–23.
- Setiyaris, S., Hariyadi, M. A., & Crysdiyan, C. (2023). Prediksi Curah Hujan Bulanan Berdasarkan Parameter Cuaca Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Levenberg Marquardt. *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, 7(3), 1125–1133.
- Sinuhaji, F., Tarigan, D. E., & Humendru, J. A. (2023). Prediksi Total Warga Kabupaten Karo Pada Tahun 2040 Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Metode Bacpropagation. *Jurnal Curere*, 7(2), 119–128.
- Situmorang, W., & Jannah, M. (2020). Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Memprediksi Hasil Panen Padi Pada Desa Pagar Jati Dengan Metode Backpropagation. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Sistem Informasi (JIKOMSI)*, 3(1.1), 167–175.
- Suahati, A. F., Nurrahman, A. A., & Rukmana, O. (2022a). Penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan–Backpropagation dalam Memprediksi Jumlah Mahasiswa Baru. *Jurnal Media Teknik Dan Sistem Industri*, 6(1), 21–29.
- Suradiradja, K. H. (2022). Algoritme Machine Learning Multi-Layer Perceptron dan Recurrent Neural Network untuk Prediksi Harga Cabai Merah Besar di Kota Tangerang. *Faktor Exacta*, 14(4), 194–205.
- Susanto, R. A., Firmansyah, G., Ridwan, M. K., & Irawan, D. (2022). Model Perbandingan Metode Prediksi Jumlah Penjualan Produk Aplikasi HRIS Dengan Algoritma Forecasting Time Series Perusahaan SaaS. *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi Dan Komputer)*, 11(2), 235–241.
- Syafira, L., & Helma, H. (2022). Penerapan Autoregressive Distribusi Lag (Ardl) Pada Prediksi Produksi Kakao Indonesia. *Journal of Mathematics UNP*, 7(3), 74–82.
- Triyanto, E., Sismoro, H., & Laksito, A. D. (2019). Implementasi Algoritma Regresi Linear Berganda Untuk Memprediksi Produksi Padi Di Kabupaten Bantul. *Rabit: Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Univrab*, 4(2), 73–86.
- Umam, K., Puspitasari, D., & Nurhadi, A. (2020). Penerapan Algoritma C4. 5 Untuk Prediksi Loyalitas Nasabah PT Erdika Elit Jakarta. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 4(1), 65–71.
- Wonda, D., & Pratama, I. (2023). Implementasi Data Mining Menggunakan Neural Network Untuk Prediksi Penjualan (Studi Kasus: Burjo Burneo Seturan Raya). *Journal Of Information System And Artificial Intelligence*, 4(1), 48–56.

- Yuspan, Y., Pasaru, F., & Yunus, M. (2022). Kepadatan Populasi Dan Intensitas Serangan Hama Kepik Penghisap Buah Kakao (*Helopeltis Spp.*) Pada Tanaman Kakao (*Theobroma Cacao L.*) Di Desa Lonu, Kecamatan Bunobogi, Kabupaten Buol. *AGROTEKBIS: JURNAL ILMU PERTANIAN (e-Journal)*, *10*(3), 183–191.
- Zer, P. F. I. R. H., Hayadi, B. H., & Damanik, A. R. (2022). Pendekatan Machine Learning Menggunakan Algoritma C4. 5 Berbasis Pso Dalam Analisa Pemahaman Pemrograman Website. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, *10*(3).