



Prediksi Penjualan Sepeda Motor Yamaha dengan Jaringan Syaraf Tiruan dan Backpropagation (Studi Kasus: CV Sinar Mas)

Aji Santriawan¹, Gunadi Widi Nurcahyo², Billy Hendrik³

Email: ajisantriawan00@gmail.com, gunadiwidi@yahoo.co.id, billy_hendrik@upiypk.ac.id

¹Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Putra Indonesia YPTK Padang

Diterima: 30 Januari 2024 | Direvisi: - | Disetujui: 28 April 2024

©2020 Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer,
Universitas Muhammadiyah Riau, Indonesia

Abstrak

Perkembangan teknologi yang begitu pesat dengan kebutuhan masyarakat tentang kendaraan pribadi untuk mempermudah segala aktivitas sehari-hari. Pertumbuhan penduduk Indonesia yang meningkat juga mempengaruhi bertambahnya jumlah kendaraan bermotor yang ada di Indonesia. Sepeda Motor Yamaha merupakan salah satu *brand* sepeda motor yang telah lama berada di Indonesia. Oleh karena itu konsumen menggunakan sepeda motor saat ini sangatlah tinggi. Dengan peningkatan penjualan dan minat masyarakat terhadap sepeda motor untuk tahun berikutnya. Masalah yang terjadi pada CV Sinar Mas adalah tidak ada metode untuk memprediksi bagaimana kecenderungan peningkatan/penurunan jumlah unit tertentu setiap tahun. Sehingga dengan Jaringan Syaraf Tiruan menggunakan metode *Backpropagation* dengan *Software* Matlab dapat menjadi data prediksi penjualan sepeda motor di bulan berikutnya atau yang akan datang. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi penjualan sepeda motor Yamaha pada CV Sinar Mas. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation*. Algoritma *Backpropagation* digunakan untuk memprediksi dengan akurat berdasarkan data historis penjualan sepeda motor Yamaha dari tahun 2019-2022. Dataset yang digunakan terdiri dari 48 data penjualan. Hasil penelitian ini dapat memprediksi penjualan dengan menggunakan pola terbaik yaitu 4-25-1 dengan hasil MSE 0.00010594. Oleh karena itu penelitian ini dapat menjadi acuan untuk memprediksi penjualan sepeda motor Yamaha pada CV Sinar Mas.

Kata kunci: Penjualan Sepeda Motor, Matlab, Jaringan Syaraf Tiruan, Backpropagation, Prediksi

Yamaha Motorcycle Sales Prediction With Artificial Neural Network and Backpropagation (Study Case : CV Sinar Mas)

Abstract

Technological developments are so rapid with people's needs for private vehicles to make all daily activities easier. Indonesia's increasing population growth has also influenced the increase in the number of motorized vehicles in Indonesia. Yamaha motorbikes are a motorbike brand that has been in Indonesia for a long time. Therefore, consumers using motorbikes are currently very high. With increasing sales and public interest in motorbikes for the following year. The problem that occurs with CV Sinar Mas is that there is no method for predicting the trend of increasing/decreasing the number of certain units each year. So, with Artificial Neural Networks using the Backpropagation method with Matlab Software, it can be used as prediction data for motorbike sales in the next month or in the future. This research aims to increase the accuracy of sales of Yamaha motorbikes at CV Sinar Mas. The method used in this research is Backpropagation Neural Network. The Backpropagation algorithm is used to accurately predict based on historical data on sales of Yamaha motorbikes from 2019-2022. The dataset used consists of 48 sales data. The results of this research can predict sales using the best pattern, namely 4-25-1 with an MSE result of 0.00010594. Therefore, this research can be a reference for predicting sales of Yamaha motorbikes at CV Sinar Mas.

Keywords: Motorcycle Sales, Matlab, Neural Networks, Backpropagation, Prediction

1. PENDAHULUAN

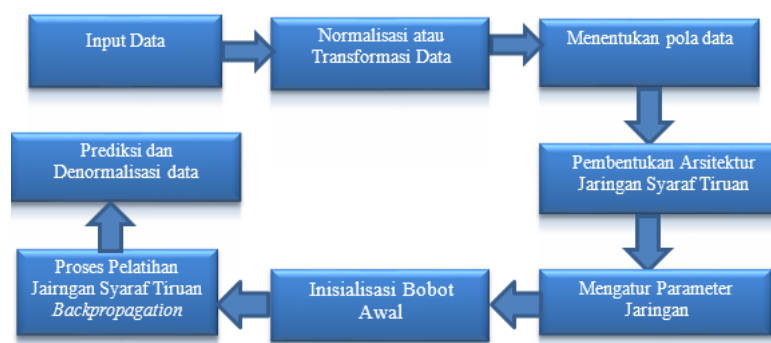
Perkembangan teknologi yang begitu pesat dengan kebutuhan masyarakat tentang kendaraan pribadi untuk mempermudah segala aktivitas sehari-hari. Pertumbuhan penduduk Indonesia yang meningkat juga mempengaruhi bertambahnya jumlah kendaraan bermotor yang ada di Indonesia. Salah satu kendaraan bermotor yang paling diminati adalah kendaraan roda dua, salah satu alasannya karena bisa menghindari kemacetan jalan yang semakin parah. Banyaknya persaingan dalam aspek pemasaran, membuat pihak marketing sulit dalam meningkatkan penjualan sepeda motor, oleh sebab itu dengan adanya kegiatan penjualan setiap hari, data semakin lama akan semakin bertambah banyak. Data tersebut tidak hanya berfungsi sebagai arsip bagi perusahaan, data penjualan tersebut dapat dimanfaatkan dan diolah sebagai informasi yang berguna untuk meningkatkan penjualan sepeda motor di masa yang akan datang. Sepeda Motor Yamaha merupakan salah satu *brand* sepeda motor yang telah lama berada di Indonesia. Oleh karena itu konsumen menggunakan sepeda motor saat ini sangatlah tinggi. Dengan peningkatan penjualan dan minat masyarakat terhadap sepeda motor untuk tahun berikutnya. Dalam memprediksi penjualan sepeda motor Yamaha bagian pertama suatu proses pengambilan keputusan, prediksi dilakukan untuk menentukan jumlah penjualan motor pada tahun berikutnya[1]. Masalah yang terjadi pada CV Sinar Mas adalah tidak ada metode untuk memprediksi bagaimana kecenderungan peningkatan/penurunan jumlah unit tertentu setiap tahun. Sehingga dengan Jaringan Syaraf Tiruan menggunakan metode *Backpropagation* dengan *software* Matlab diharapkan dapat menjadi data prediksi penjualan sepeda motor di bulan berikutnya atau yang akan datang. Jaringan Syaraf Tiruan (*Artificial Neural Network*) merupakan sistem pemrosesan informasi yang memiliki kemampuan pembelajaran terhadap data dan informasi yang diterima, kemampuan untuk memodelkan fungsi linier, komputasi paralel, dan mempunyai sifat mentolerir ketidakpastian [2] Jaringan Syaraf Tiruan memiliki kemampuan untuk meramalkan suatu keadaan atau kejadian dimasa yang akan datang berdasar kan history data sebelumnya[3]. *Backpropagation* adalah metode yang menangani masalah prediksi, identifikasi, dan pengenalan pola. Jaringan menerima sepasang pola yang diinginkan dan pola masukan. Bobot diubah ketika pola diberikan ke jaringan untuk mengurangi kesenjangan antara pola keluaran dan pola yang diinginkan [4]. Untuk memastikan setiap pola jaringan yang dihasilkan sesuai dengan pola yang diinginkan, latihan ini diulangi. *Backpropagation* merupakan algoritma pelatihan terarah dan memiliki lapisan yang banyak dengan penggunaan *error* keluaran pada proses mengubah nilai bobot pada proses *backward* [5]. Penelitian mengenai penerapan Jaringan Syaraf Tiruan menggunakan metode *Backpropagation* telah banyak dilakukan oleh peneliti yaitu penelitian yang dilakukan oleh [6]. dalam jurnal tersebut peneliti melakukan penelitian terhadap Optimalisasi Model Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* untuk peramalan keandalan menggunakan Algoritma pertandingan Tinju Kasus Elektro Mekanis adapun hasil dari penelitian ini mampu memberikan prediksi yang akurat dengan konvergensi yang cepat dan waktu komputasi yang wajar. Jurnal lainnya peneliti melakukan penelitian terhadap Sistem Prediksi Cuaca dan Rekomendasi Varietas Tanaman Sebagai Upaya Meminimalisir Kegagalan Panen Dengan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* Berbasis Android, adapun hasil yang didapatkan adalah prediksi cuaca untuk tahun depan (12 bulan) dengan MSE yang relatif kecil 0,0299 dan hasil prediksi tersebut dapat membantu petani dalam memilih jenis tanaman yang sesuai sehingga produksi dapat meningkatkan dan kegagalan panen dapat diminimalisir [7]. Jurnal selanjutnya adalah di mana dalam jurnal tersebut peneliti melakukan penelitian terhadap Peramalan Inflasi di Ambon Menggunakan Neural Aplikasi Jaringan *Backpropagation* pada penelitian ini digunakan Jaringan Syaraf Tiruan untuk memprediksi tingkat inflasi dengan menggunakan metode *backpropagation*. Data yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 144 data, dengan rincian 100 data sebagai data latih 44 data sebagai data uji yang diambil dari Badan Pusat Statistik Provinsi Maluku pada tahun 2008-20019. Tingkat akurasi prediksi terbaik diperoleh dengan menggunakan *learning rate* (a) = 0,1, Target Error = 0,000001, Maksimum epoch = 500, arsitektur jaringan 11-1 dan 70% skema berbagi data pelatihan dan 30% data pengujian. Presentase kesalahan *absolut* rata-rata adalah 85,21% [8].

Contoh penelitian lainnya adalah penelitian yang berjudul Aplikasi dan Analisis Algoritma *Backpropagation* Jaringan Syaraf Buatan Dalam Manajemen Pengetahuan. Dalam penelitian ini Jaringan Syaraf Tiruan diterapkan pada prediksi tingkat pengetahuan subjek yang dilatih pada awalnya dengan melakukan pra-pelatihan melalui beberapa algoritma dan kemudian menemukan kedekatan hasil yang diprediksi melalui jaringan ini menggunakan beberapa algoritma dengan data nyata yang diukur melalui pemeriksaan nyata terhadap data tersebut. Penelitian ini menunjukkan arah baru tentang bagaimana pelatihan melalui mode virtual dapat diterapkan pada masalah industri dan prediksi hasil dapat dipetakan tanpa evaluasi mata pelajaran pasca pelatihan [9]. Contoh lainnya adalah penelitian yang berjudul Pemodelan Konsumsi Listrik di Kendari Menggunakan Metode *Backpropagation* pada Jaringan Syaraf Tiruan. Penelitian ini bertujuan untuk peramalan menggunakan metode *Backpropagation* pada Jaringan Syaraf Tiruan memberikan solusi ketika asumsi data statistik tidak terpenuhi. Untuk memodelkan konsumsi listrik di kota kendari dengan menggunakan metode propagasi balik pada Jaringan Syaraf Tiruan. Hasil pemodelan terbaik menggunakan struktur jaringan dengan 10 unit lapisan masukan dan 4 unit lapisan tersembunyi dengan Means Square Error terkecil sebesar 0,000145. Rata-rata beban puncak harian tertinggi yang terjadi pada pukul 20.00 WIB sebesar 75.593 MWh. Perkiraan rata-rata konsumsi listrik minggu depan menghasilkan 69.079 MWh pada hari senin, 69,381 MWh pada hari Selasa, 68.550 MWh pada hari Rabu, 69.124 MWh pada hari Kamis, 68.110 MWh pada hari Jumat, 67.927 MWh pada hari sabtu, dan 68.833 MWh pada hari Minggu [10]. Penelitian terdahulu tahun 2020 tentang Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Penjualan Pakaian Menggunakan Algoritma *Backpropagation* [11] Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, dimana variable data yang diinput adalah jumlah terjual, pemasukkan, pengeluaran, dan saldo sebagai data target. Penelitian terdahulu tahun 2022 tentang Jaringan Syaraf Tiruan Memprediksi Tingkat Penjualan Sepeda

Motor Menggunakan Metode *Back-propagation* [12]. Pengujian data pada Jaringan Syaraf Tiruan dengan menggunakan algoritma *Backpropagation* adalah bahwa menganalisa data-data penjualan sepeda motor dapat diprediksi dengan metode back-propagation dan model arsitektur yang tepat adalah 7-3-5-1. Penelitian terdahulu tahun 2021 tentang Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Metode *Backpropagation* Untuk Memprediksi Penjualan Sepeda Motor Yamaha Di Asli Motor [13]. Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, maka penulis mengambil beberapa kesimpulan bahwa Jaringan Syaraf Tiruan dengan menggunakan algoritma backpropagation dapat diterapkan dalam menganalisa penjualan sepeda motor pertahun pada CV.ASLI MOTOR SIANTAR dengan menentukan model arsitektur terbaik. testing yang dilakukan dan dengan menggunakan 2 variabel. Penelitian terdahulu tahun 2022 tentang Peramalan Jumlah Permintaan Produksi Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Algoritma *Backpropagation*. Setelah melakukan implementasi dan pengujian dengan menggunakan bahasa pemrograman matlab [14], maka dapat disimpulkan bahwa arsitektur Jaringan yang paling tepat digunakan untuk perkiraan produksi garam yang optimal dengan Jaringan Syaraf Tiruan menggunakan algoritma *backpropagation* dengan momentum adalah 3-9-1 dengan membagi data menjadi 2 bagian yaitu 24 data pelatihan dan 12 data pengujian. Penelitian terdahulu tahun 2022 tentang Hasil keseluruhan prediksi didapat nilai rata-rata akurasi tertinggi 97.93% dengan nilai rata-rata kesalahan sekecil 2.07% sedangkan nilai rata-rata akurasi terendah 92.57% dengan nilai rata-rata kesalahan sekecil 7.43%. [15]. Penelitian terdahulu tahun 2022 tentang Prediksi Persediaan Barang Menggunakan Metode *Weighted Moving Average*, *Exponential Smoothing* dan *Simple Moving Average* [16]. Dari hasil penelitian tersebut bisa disimpulkan bahwa toko fotokopi dan alat tulis kantor F2 untuk periode berikutnya menyediakan persediaan amplop coklat sebanyak 57 lembar amplop coklat. Penelitian ini dapat membantu toko fotokopi dan alat tulis kantor F2 dalam menentukan jumlah persediaan barang. Penelitian terdahulu tahun 2022 tentang Perancangan Prediksi Produksi Teh Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto Berbasis Web Rozali [17]. Penelitian ini sangat jauh dari kata sempurna maka dari itu berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah dijabarkan, Adapun saran yang dapat dijadikan acuan oleh peneliti lain untuk penelitian selanjutnya diantaranya yaitu Perlu menyiapkan data uji yang lebih banyak lagi agar akurasi yang didapat maksimal, karena jumlah banyaknya data dapat mempengaruhi tingkat akurasi sebuah sistem monitoring. Penelitian terdahulu tahun 2022 tentang Perbandingan Antara Metode *Holt-Winters* Dan *Backpropagation* Pada Model Peramalan Penjualan. Dari dua percobaan yang dilakukan dalam penelitian ini, perbandingan hasil akurasi prediksi paling efektif adalah prediksi menggunakan metode *Backpropagation*. [18]. Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dijelaskan sebelumnya, maka di dalam penelitian ini membahas dengan tujuan untuk melakukan prediksi penjualan sepeda motor Yamaha pada Cv. Sinar mas berdasarkan model prediksi terbaik untuk bulan tahun berikutnya melalui serangkaian uji coba dengan menggunakan metode *Backpropagation*.

2. METODE PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini untuk melakukan proses pembelajaran memprediksi data menggunakan metode *Backpropagation*, sehingga nantinya mampu memberikan informasi yang praktis untuk sistem prediksi data, khususnya untuk memprediksi penjualan Motor Yamaha di CV Sinar Mas. Pada bagian ini kita memulai dengan menggambarkan studi kasus *Backpropagation* dalam prediksi jumlah penjualan Sepeda Motor. Proses segmentasi pada algoritma *Backpropagation* dapat digambarkan dalam kerangka penelitian pada Gambar 1.



Gambar 4.1 Proses Metode Backpropagation

2.1 Input Data

Data yang digunakan dalam input data penelitian ini adalah yang telah dijelaskan pada Bab 4.2. Data tersebut akan dibagi menjadi 2 (dua) bagian, yaitu data pelatihan (*training*) dan data uji (*testing*). Data latih dan data uji (*testing*) yang akan digunakan adalah data pada tahun 2019-2022 dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5. Data yang akan diolah adalah data yang telah dinormalisasi atau ditransformasi terlebih dahulu.

2.2 Normalisasi atau Transformasi Data

Menormalisasikan data terlebih dahulu sebelum diproses. Data dinormalisasi menggunakan output jaringan berdasarkan fungsi aktivasi sigmoid (biner) yaitu fungsi asimtotik yang tidak pernah mencapai 0 atau 1. Ini menyebabkan normalisasi data terjadi pada interval yang lebih kecil, yaitu 0.1-0.9. Persamaan 1 dan 2 dapat digunakan untuk normalisasi dan denormalisasi.

$$x' = x - a b - a (0,8) + 0,1 \quad (1)$$

$$x'' = x - a b - a (0,8) + 0,1 \quad (2)$$

Di mana : a = data minimum

b = data maksimum

x' = data yang telah ditransformasi

x = data yang akan dinormalisasi

x'' = data yang akan didenormalisasi

2.3 Menentukan Pola Data

Pada tahap ini data akan dibagi menjadi data latih dan data uji untuk menentukan pola yang akan dipakai. Pola yang dipakai pada penelitian ini adalah data Penjualan Motor pada Tahun 2019-2022 dan yang menjadi data target adalah data Penjualan Motor pada bulan ke- 13. Pemisahan data latih dengan data uji bertujuan untuk menghindari terjadinya *overfitting*, yaitu suatu kondisi pelatihan yang hasil uji terhadap data yang dilatih sangat bagus, tetapi ketika diuji dengan data yang lain yang tidak digunakan untuk pelatihan sangat buruk. Hal tersebut bisa terjadi karena kegagalan model dalam proses generalisasi.

2.4 Pembentukan Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Melaksanakan prediksi dengan algoritma *Backpropagation*, keakurasian hasil prediksi sangat dipengaruhi oleh arsitektur jaringannya. Oleh karena itu, pemilihan arsitektur jaringan yang tepat harus dilakukan. Dalam pembentukan arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan, ada beberapa hal yang harus dilakukan yaitu menentukan jumlah layer pada lapisan masukan (*input layer*), lapisan tersembunyi (*hidden layer*) dan lapisan keluaran (*output layer*).

Layer yang digunakan adalah yaitu *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*.

Di mana :

X = Masukan (*input*)

Y = Keluaran Hasil

Z = Lapisan Tersembunyi (*Hidden Layer*)

2.5 Mengatur Parameter Jaringan

Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan, pengaturan parameter-parameter dilakukan agar tujuan dari pelatihan tercapai dengan efisiensi pelatihan yang baik. Beberapa parameter pelatihan jaringan yang perlu diatur adalah sebagai berikut :

1. Arsitektur (Pola)

Susunan lapisan-lapisan dan sel-sel syaraf dalam suatu jaringan. Satu JST dapat tersusun dari satu atau lebih lapisan tersembunyi. Lapisan tersembunyi dapat tersusun dari satu atau beberapa sel saraf pada setiap lapisannya. Sel-sel saraf tersebut melakukan pengolahan data secara paralel.

2. Epoch Maksimum (*maximum epoch*)

Epoch adalah perulangan atau iterasi dari rangkaian proses yang dilakukan dengan tujuan untuk mencapai target yang telah ditetapkan. *Maximum Epoch* adalah ambang batas maksimum dari perulangan yang telah ditetapkan pada pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan. Proses iterasi yang dilakukan akan berhenti ketika telah mencapai nilai *epoch* maksimum meskipun belum mendapatkan hasil sesuai target, begitu juga target yang ditetapkan telah tercapai proses iterasi akan berhenti walaupun belum mencapai ambang *epoch* maksimum.

3. Learning Rate (α)

Learning Rate (α) atau laju pembelajaran merupakan perkalian *negative* dari *gradient* untuk menentukan nilai bobot dan bias dari lapisan Jaringan Syaraf Tiruan. Besaran nilai *learning rate* akan berbanding lurus terhadap besaran langkah pembelajaran jaringan. Ketikan *learning rate* di set terlalu kecil maka waktu yang dibutuhkan algoritma untuk mencapai target menjadi sangat lama.

2.6 Inilisasi Bobot Awal

Pada penelitian ini, metode yang digunakan pada tahap inisialisasi bobot awal adalah dengan cara random atau memberikan nilai acak yang relatif kecil sebagai bobot awal pada Jaringan Syaraf Tiruan. Nilai diberikan secara acak tanpa menggunakan faktor skala. Langkah awal yang dilakukan dalam perancangan Jaringan Syaraf Tiruan metode *Backpropagation* untuk memprediksi hasil penjualan Sepeda Motor Yamaha dari mempersiapkan data dengan 4 data masukan (*input*) dan 1 data target (*Output*). Data masukan yang digunakan adalah data penjualan Sepeda Motor Yamaha 2019 sebagai *input* pertama (X1), data penjualan Sepeda Motor 2020 sebagai *input* kedua (X2), data penjualan Sepeda Motor tahun 2021 sebagai *input* ketiga (X3), data penjualan Sepeda Motor tahun 2022 sebagai (X4) dan hasil prediksi tahun 2023 sebagai *output* (Y). Pada tahap ini, maka dijelaskan analisa Jaringan Syaraf Tiruan dengan metode *Backpropagation* menggunakan arsitektur 4-8-1 dengan menggunakan data hasil penjualan Sepeda Motor Yamaha tahun 2019-2022, pertama kali dilakukan inisialisasi bobot *input* awal, bobot *output* awal, dan *bias* awal dengan bilangan random kecil yang diberikan batas atas 0,08 dan batas bawah 0,05 dengan memilihnya secara random menggunakan fungsi *RAND()* pada *Microsoft Excel*.

2.7 Proses Pelatihan JST Backpropagation

Tahap pelatihan *backpropagation* terdiri dari tahap maju, tahap mundur, dan tahap modifikasi bobot untuk menurunkan tingkat kesalahan. Berikut adalah penjelasan mengenai langkah-langkah dalam algoritma *backpropagation*:

1. Gunakan bilangan acak kecil untuk mengatur semua bobot.
2. Jika kondisi yang diinginkan tidak terpenuhi, lakukan langkah 3-4.
3. Lakukan langkah 4-8 untuk setiap pasangan data training yang digunakan.

Fase I : Tahap maju (*feedforward*)

4. Menghitung hasil pada unit tersembunyi, ($j = 1, 2, \dots, p$) ditunjukkan pada persamaan 3 dan 4.

$$z_{net\ j} = v_{j0} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ji} \quad (4)$$

Di mana:

v_{j0} = bobot bias lapisan input ke lapisan tersembunyi ($j = 1, 2, \dots, p$)

x_i = unit masukkan ke- i , ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)

v_{ji} = bobot unit masukkan dari lapisan input ke lapisan tersembunyi

z_j = unit keluaran di lapisan tersembunyi

$f(z_{net\ j})$ = fungsi aktivasi Semua unit lapisan tersembunyi menerima keluaran fungsi aktivasi.

5. Menghitung hasil pada unit output y_k untuk ($k = 1, 2, \dots, m$) dengan menggunakan persamaan (5) dan (6).

$$y_{net\ k} = w_{k0} + \sum_{j=1}^p z_j w_{kj} \quad (5)$$

Di mana :

w_{k0} = bobot bias lapisan tersembunyi ke lapisan output

z_j = unit keluaran ke- j di lapisan tersembunyi ($j = 1, 2, \dots, p$)

w_{kj} = bobot unit masukan dari lapisan output ke lapisan tersembunyi

y_k = unit keluaran di lapisan tersembunyi

$(y_{net\ k})$ = fungsi aktivasi

Fase II : Tahap Mundur (*backpropagation*)

6. Menghitung nilai faktor pada unit keluaran dari nilai error pada setiap unit keluaran y_k untuk ($k = 1, 2, \dots, m$) dengan menggunakan persamaan 7.

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{net\ k}) = (t_k - y_k) y_k (t_k - y_k) \quad (7)$$

Di mana : δ

k = unit kesalahan ke- k

t_k = target ke- k y

k = unit keluaran ke- k

δk digunakan untuk mengubah bobot layer bawahnya. Dengan menggunakan persamaan 8, hitung laju perubahan bobot w_{kj} yang digunakan untuk mengubah bobot w_{kj} dengan laju pembelajaran α .

$$\Delta w_{kj} = \alpha \delta_k z_j \quad (8)$$

Di mana :

Δw_{kj} = suku perubahan bobot

$w_{kj} \alpha$ = laju pembelajaran

δk = unit kesalahan ke- k

z_j = unit keluaran ke- j di lapisan tersembunyi ($j = 0, 1, \dots, p$)

7. Menghitung nilai faktor pada unit tersembunyi dari nilai error pada unit tersembunyi, ($j = 0, 1, \dots, p$) dengan menggunakan persamaan 9.

$$\delta_{net\ j} = \delta w_{kj} \quad (9)$$

Persamaan 10 dapat digunakan untuk menentukan faktor untuk unit tersembunyi.

$$\delta_j = \delta_{net\ j} f'(z_{net\ j}) = \delta_{net\ j} z_j (1 - z_j) \quad (10)$$

Dengan menggunakan persamaan 11, laju perubahan bobot v_{kj} yang digunakan untuk mengubah bobot v_{ij} dengan laju pembelajaran α dapat dihitung.

$$\Delta v_{ji} = ; = 1, 2, \dots, p; i = 0, 1, \dots, n \quad (11)$$

Fase III : Perubahan Bobot

8. Perubahan bobot terhadap unit output dapat dihitung menggunakan persamaan 12.

$$w_{kj}(\text{baru}) = w_{kj}(\text{lama}) + \Delta w_{kj} (k = 1, 2, \dots, m; j = 0, 1, \dots, p) \quad (12)$$

Perubahan bobot bias terhadap unit *output* dapat dilihat pada persamaan 13.

$$v_{a1}(\text{baru}) = v_{a1}(\text{lama}) + \Delta v_{a1} j = 1, 2, \dots, p; i = 0, 1, \dots, n \quad (13)$$

Tahap pengujian jaringan dimulai setelah tahap pelatihan selesai. Langkah pada tahap ini hanya sampai fase I. Semua bobot yang dimasukkan berasal dari nilai bobot tahap akhir pelatihan. Berdasarkan data baru yang diberikan, diharapkan jaringan dapat mengenali pola selama tahap pengujian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini diuraikan hasil dari pembahasan dan pengujian data yang telah dilakukan menggunakan metode *Backpropagation*. Berikut implementasi hasil analisa penelitian dari program untuk meprediksi penjualan sepd motor Yamaha di CV. Sinar Mas. Data latih dan data uji (*testing*) yang akan digunakan adalah data pada tahun 2019-2022 dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Data Latih Penjualan Sepeda Motor Yamaha

Bulan	2019	2020	2021	2022
Januari	76	66	60	74
Februari	77	88	52	67
Maret	81	65	58	85
April	71	60	88	100
Mei	98	54	55	82
Juni	70	52	55	115
Juli	96	73	60	130
Agustus	96	86	67	131
September	95	78	68	111
Oktober	97	58	64	66
November	88	58	67	64
Desember	76	70	66	69

Data yang digunakan dalam input data penelitian ini adalah data dari tahun 2019 sampai dengan 2022. Data tersebut akan dibagi menjadi 2 (dua) bagian, yaitu data pelatihan (*training*) dan data uji (*testing*).

3.1 Normalisasi dan Transformasi Data

Tahap berikutnya dilakukan proses normalisasi atau transformasi data pada Tabel 3.2 untuk memperoleh nilai antara 0 dan 1 atau dari 0,1 sampai 0,9 dengan menggunakan rumus persamaan. Berikut hasil normalisasi atau transformasi data yang akan digunakan sebagai data pelatihan dan data uji *Backpropagation*. Data dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Hasil Normalisasi Data Penjualan Sepeda Motor

Bulan	Tahun 2019	Tahun 2020	Tahun 2021	Tahun 2022	TARGET
Januari	0,271	0,411	0,278	0,219	0,300
Februari	0,300	0,900	0,100	0,136	0,414
Maret	0,414	0,389	0,233	0,351	0,129
April	0,129	0,278	0,900	0,530	0,900
Mei	0,900	0,144	0,167	0,315	0,100
Juni	0,100	0,100	0,167	0,709	0,843
Juli	0,843	0,567	0,278	0,888	0,843
Agustus	0,843	0,856	0,433	0,900	0,814
September	0,814	0,678	0,456	0,661	0,871
Oktober	0,871	0,233	0,367	0,124	0,614
November	0,614	0,233	0,433	0,100	0,271
Desember	0,271	0,500	0,411	0,160	0,271

Berdasarkan dari hasil perhitungan normalisasi Tabel 3.2, data pelatihan (*training*) yang digunakan merupakan seluruh data hasil normalisasi atau transformasi. Data tersebut yaitu data Penjualan Sepeda Motor empat tahun terakhir, data tahun 2019-2022 yang dapat dilihat pada Tabel 3.2

3.2 Menentukan Pola Data

Pada tahap ini data akan dibagi menjadi data latih dan data uji untuk menentukan pola yang akan dipakai. Pola yang dipakai pada penelitian ini adalah data Penjualan Motor pada Tahun 2019-2022 dan yang menjadi data target adalah data Penjualan Motor pada bulan ke- 13. Data uji dan target dapat dilihat pada Tabel 3.3 dan Tabel 3.4 berikut ini.

Tabel 3.3 Data Pelatihan (Training)

Bulan	Tahun 2019	Tahun 2020	Tahun 2021	Tahun 2022	TARGET
Januari	0,271	0,411	0,278	0,219	0,300
Februari	0,300	0,900	0,100	0,136	0,414
Maret	0,414	0,389	0,233	0,351	0,129
April	0,129	0,278	0,900	0,530	0,900
Mei	0,900	0,144	0,167	0,315	0,100
Juni	0,100	0,100	0,167	0,709	0,843
Juli	0,843	0,567	0,278	0,888	0,843
Agustus	0,843	0,856	0,433	0,900	0,814
September	0,814	0,678	0,456	0,661	0,871
Oktober	0,871	0,233	0,367	0,124	0,614
November	0,614	0,233	0,433	0,100	0,271
Desember	0,271	0,500	0,411	0,160	0,271

Data yang digunakan untuk training dan testing pada penelitian ini yakni data latih (12 pola) yaitu bulan januari 2019-2022 Desember. Target latih adalah data bulan januari 2019 – data bulan Mei 2022. Pola data latih dan data uji beserta target dapat dilihat pada Tabel 3.3.

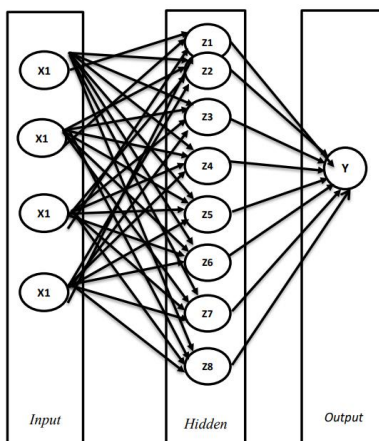
Tabel 3.4 Data Uji

Bulan	Tahun 2019	Tahun 2020	Tahun 2021	Tahun 2022	TARGET
Januari	0,271	0,411	0,278	0,219	0,300
Februari	0,300	0,900	0,100	0,136	0,414
Maret	0,414	0,389	0,233	0,351	0,129
April	0,129	0,278	0,900	0,530	0,900
Mei	0,900	0,144	0,167	0,315	0,100

Data uji (testing) yang digunakan merupakan beberapa data penjualan Sepeda Motor bulanan hasil transformasi yang dipilih secara acak yang dilihat pada Tabel 3.4 Data Uji.

3.3 Pembentukan Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Melaksanakan prediksi dengan algoritma *Backpropagation*, keakurasian hasil prediksi sangat dipengaruhi oleh arsitektur jaringannya.



Gambar 3.1 rsitektur Jaringan Syaraf Tiruan
Prediksi Penjualan Motor Yamaha

Layer yang digunakan adalah yaitu *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*.

Di mana :

X = Masukkan (*input*)

Y = Keluaran Hasil

Z = Lapisan Tersembunyi (*Hidden Layer*)

3.4 Mengatur Parameter Jaringan

Berdasarkan penjelasan pada 2.5 di atas, telah dilakukan pelatihan awal ditetapkan parameter dengan arsitektur 4 lapisan masukkan (*input*), 8 lapisan tersembunyi (*hidden layer*) dan 1 lapisan keluaran (*output*) dengan parameter Jaringan Syaraf Tiruan dapat dilihat pada Tabel 3.5

Tabel 3.5 Parameter Jaringan Syaraf Tiruan

No	Jenis Parameter	Parameter
1	Arsitektur (Pola)	4-8-1
2	Epoch	1000
3	Learning Rate	0.1

Pengaturan parameter-parameter dilakukan agar tujuan dari pelatihan tercapai dengan efisiensi pelatihan yang baik. Beberapa parameter pelatihan jaringan yang perlu diatur Arsitektur (Pola), *Epoch*, Lapisan Tersembunyi.

3.5 Inisialisasi Bobot Awal

Pada penelitian ini, metode yang digunakan pada tahap inisialisasi bobot awal adalah dengan cara random atau memberikan nilai acak yang relatif kecil sebagai bobot awal pada Jaringan Syaraf Tiruan dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Nilai Bobot Awal Lapisan Masukkan (*input layer*) Ke Lapisan Tersembunyi (*Hidden Layer*)

Bobot	X1	X2	X3	X4
z1	0,0681	0,0501	0,0745	0,0529
z2	0,0599	0,0530	0,0790	0,0565
z3	0,0785	0,0743	0,0635	0,0715
z4	0,0770	0,0620	0,0656	0,0553

Tabel 3.6 Nilai Bobot Awal Lapisan Masukkan (*input layer*) Ke Lapisan Tersembunyi (*Hidden Layer*) (Lanjutan)

Bobot	X1	X2	X3	X4
z5	0,0618	0,0640	0,0612	0,0548
z6	0,0584	0,0722	0,0789	0,0527
z7	0,0631	0,0636	0,0661	0,0716
z8	0,0563	0,0613	0,0710	0,0785

Tabel 3.6 menunjukkan nilai bobot input awal yang dihasilkan dengan menggunakan nilai acak sesuai dengan range yang telah ditentukan yaitu 0,05 – 0,09.

3.6 Melakukan Proses Pelatihan JST Backpropagation

Tahap pelatihan *backpropagation* terdiri dari tahap maju, tahap mundur, dan tahap modifikasi bobot untuk menurunkan tingkat kesalahan. Hasil perhitungan suku perubahan bobot ke unit tersembunyi jaringan 4-8-1 dapat dilihat pada Tabel 3-7.

Fase 1 : Perhitungan *Feedforward* (Propagasi Maju)

Tabel 3.7 Suku Perubahan Bobot (*vji*)

		X1
Z1	a	0,0000002675
Z2	b	0,0000562380
Z3	c	0,0000048378
Z4	d	0,0000002746
Z5	e	0,0000002907
Z6	f	0,0000009387
Z7	g	0,0000000932
Z8	h	0,0000001220

Fase II : Propagasi Mundur

Hasil perhitungan suku perubahan bobot ke unit tersembunyi jaringan 4-8-1 dapat dilihat pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Suku Perubahan Bobot (*vji*)

		X1
Z1	a	0,0000002675
Z2	b	0,0000562380
Z3	c	0,0000048378
Z4	d	0,0000002746
Z5	e	0,0000002907
Z6	f	0,0000009387
Z7	g	0,0000000932
Z8	h	0,0000001220

Fase III : Perubahan Bobot

Tabel 3.9 Perubahan Bobot (*Vij baru*)

	X1
Z1	0,0000005350
Z2	0,0001124760
Z3	0,0000096756
Z4	0,0000005492
Z5	0,0000018774
Z6	0,0000096756
Z7	0,0000001864
Z8	0,0000002440

Setelah perhitungan selesai dilakukan, penerapan fungsi aktivasi pada sinyal *output* dengan iterasi (*epoch*) dibandingkan dengan nilai target. Nilai target $t = 0,300$ dibandingkan dengan nilai keluaran $y = 0,264$ yang mempunyai selisih 0,036. Selanjutnya bobot dan *bias* yang baru dapat dilihat bahwa perubahannya berada dalam arah yang sama dengan bobot dan *bias* awal yang berarti sudah cukup baik. Dikarenakan *output* yang diinginkan belum tercapai dan perubahan bobot sudah cukup baik, maka arsitektur jaringan 4-8-1 menggunakan algoritma *Backpropagation* dapat diterapkan, tetapi perlu penambahan jumlah iterasi, *momentum* dan nilai parameter lainnya. Pengolahan yang lebih banyak tidak mungkin dilakukan secara manual, tapi harus menggunakan alat bantu. Penelitian ini menggunakan *software* Matlab untuk melakukan optimalisasi dalam pengolahan data.

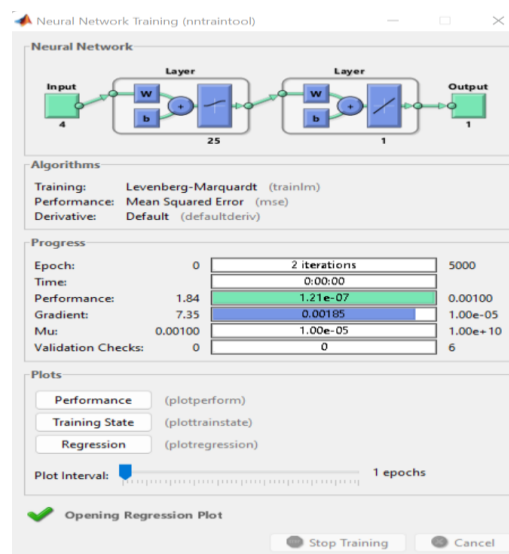
3.7 Hasil Prediksi

Proses prediksi pelatihan menggunakan beberapa pola yang mana sesuai dan akurat, dimana pola yang digunakan adalah pola yang ke 5 yang mempunyai nilai error MSE terkecil dengan bentuk 4-25-1. Jumlah neuron pada input layer sebanyak 4 neuron, jumlah neuron pada hidden layer sebanyak 25 neuron dan berjumlah 1 output layer. Proses prediksi yang dilakukan pada pembahasan data yang digunakan bias dilihat pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10 Data Prediksi

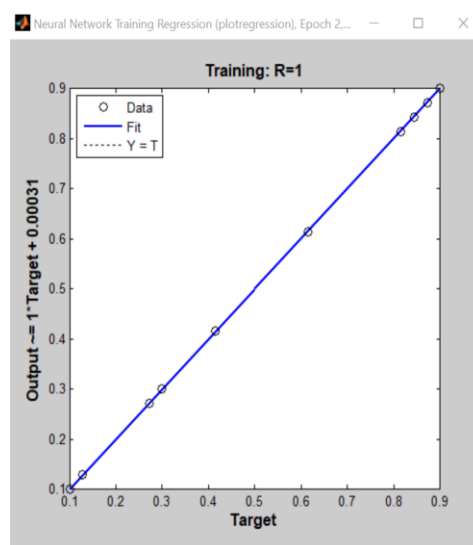
Bulan	Tahun 2019	Tahun 2020	Tahun 2021	Tahun 2022	TARGET
Januari	0,271	0,411	0,278	0,219	0,300
Februari	0,300	0,900	0,100	0,136	0,414
Maret	0,414	0,389	0,233	0,351	0,129
April	0,129	0,278	0,900	0,530	0,900
Mei	0,900	0,144	0,167	0,315	0,100
Juni	0,100	0,100	0,167	0,709	0,843
Juli	0,843	0,567	0,278	0,888	0,843
Agustus	0,843	0,856	0,433	0,900	0,814
September	0,814	0,678	0,456	0,661	0,871
Oktober	0,871	0,233	0,367	0,124	0,614
November	0,614	0,233	0,433	0,100	0,271
Desember	0,271	0,500	0,411	0,160	0,271

Dimana nilai target diambil berdasarkan data dari penjualan sepeda motor yamaha yang sudah ditransformasi sebelumnya, berikut adalah hasil pengujian dari pola 4-25-1. Pengujian Jaringan Syaraf Tiruan dengan menggunakan model arsitektur 4-25-1 di mana terdiri dari 4 *layer input*, 25 *hidden layer* dan 1 *output layer* maka dapat dihasilkan seperti Gambar 3.1 Hasil Pengujian Pola 5.



Gambar 3.1 Hasil Pengujian Pola 5

Berdasarkan Gambar 3.1 dapat dilihat bahwa dengan menggunakan pola 4-25-1 iterasi berhenti pada iterasi epoch ke 2 dengan waktu eksekusi 0 detik dengan nilai MSE 0,01192 dengan *learning rate* yang ditetapkan yaitu 0,1. Selanjutnya melihat hasil regresi dari pelatihan yang dilakukan di mana untuk hasil regresi yang bagus mengikuti garis lurus dengan nilai regresi yaitu 1 atau mendekati 1. Adapun hasil regresi dari pola 4-25-1 seperti Gambar 5.10 Hasil Regresi Pola 1.



Gambar 3.2 Hasil Regresi Pola 5

4. KESIMPULAN

Jaringan Syaraf Tiruan metode *Backpropagation* dapat diterapkan dalam proses prediksi jumlah penjualan sepeda motor yamaha CV Sinar Mas pada penelitian ini arsitektur yang digunakan yaitu *Multi Layer Nertwork*, yang mana terdiri dari 4 *input layer*, 12 *hidden layer*, 1 *output layer* dengan parameter jaringan *learning rate* 0,1. Berdasarkan pada proses pengujian yang telakukan didapatkan nilai MSE terendah yaitu 0,01192 dengan nilai *learning rate* 0,1 dan nilai MSE tertinggi yaitu 0,00096988 dengan nilai *learning rate* 0,1. Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* mampu melakukan prediksi terhadap jumlah penjualan motor Yamaha dengan data sebanyak 12 bulan, hal ini dibuktikan dengan nilai MSE terendah 0,01192 dengan nilai *regression* nya 1.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agustina, D., & Hafiyusholeh. (2023). Prediksi Distribusi Air Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Dharma Kota Pasuruan Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. *Jurnal PROCESSOR*, 18(1). <https://doi.org/10.33998/processor.2023.18.1.697>
- [2] Erizke Aulya Pasel, Yuhandri, Y., & Nurcahyo, G. W. N. (2023). The Implementation of Artificial Neural Networks to measure the correlation of teacher's workload to the number of own learning media. *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, 4(1), 272–282. <https://doi.org/10.37859/coscitech.v4i1.4757>
- [3] Hayami, R., Sunanto, & Oktaviandi, I. (2021). Penerapan Metode Single Exponential Smoothing Pada Prediksi Penjualan Bed Sheet. *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, 2(1), 32–39. <https://doi.org/10.37859/coscitech.v2i1.2184>
- [4] Agustina, D., & Hafiyusholeh. (2023). Prediksi Distribusi Air Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Dharma Kota Pasuruan Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. *Jurnal PROCESSOR*, 18(1). <https://doi.org/10.33998/processor.2023.18.1.697>
- [5] Junaidi, J., Mandasari, S., Franciska, Y., Fahmi, A., & Rosnelly, R. (2022). Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Algoritma Backpropagation Dalam Meramalkan Kebutuhan Handsanitizer Di Pemerintah Kota Medan. *Journal of Science and Social Research*, 5(3), 671. <https://doi.org/10.54314/jssr.v5i3.1019>
- [6] Tanhaeean, M., Ghaderi, S. F., & Sheikhalishahi, M. (2023). Optimization of backpropagation neural network models for reliability forecasting using the boxing match algorithm: electro-mechanical case. *Journal of Computational Design and Engineering*, 10(2), 918–933. <https://doi.org/10.1093/jcde/qwad032>
- [7] Ahsan, M., Setyaningsih, W., Rinanto, B., Susilowati, M., & Sulistiyowati, I. (2021). Weather prediction system and recommendation of plant varieties as an effort to minimize harvest failure with android-based Backpropagation Artificial Neural Networks. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1098(3), 032027. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1098/3/032027>
- [8] W, M., Ilwaru, T. Y. I., Thomasow, B. P., & Limba, S. Z. (2022). PERAMALAN INFLASI DI AMBON MENGGUNAKAN NEURAL. 16(April).
- [19] Ruslan, R., Laome, L., Usman, I., & Harisa, E. W. (2021). Electricity Consumption Modelling in Kendari using the Backpropagation Method on the Artificial Neural Network. *Journal of Physics: Conference Series*, 1863(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1863/1/012076>
- [10] Agustina, D., & Hafiyusholeh. (2023). Prediksi Distribusi Air Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Dharma Kota Pasuruan Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. *Jurnal PROCESSOR*, 18(1). <https://doi.org/10.33998/processor.2023.18.1.697>
- [11] (Junaidi et al., 2022)Junaidi, J., Mandasari, S., Franciska, Y., Fahmi, A., & Rosnelly, R. (2022). Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Algoritma Backpropagation Dalam Meramalkan Kebutuhan Handsanitizer Di Pemerintah Kota Medan. *Journal of Science and Social Research*, 5(3), 671. <https://doi.org/10.54314/jssr.v5i3.1019>
- [12] Tanhaeean, M., Ghaderi, S. F., & Sheikhalishahi, M. (2023). Optimization of backpropagation neural network models for reliability forecasting using the boxing match algorithm: electro-mechanical case. *Journal of Computational Design and Engineering*, 10(2), 918–933. [https://doi.org/10.1093/jcde/Ahsan, M., Setyaningsih, W., Rinanto, B., Susilowati, M., & Sulistiyowati, I. \(2021\). Weather prediction system and recommendation of plant varieties as an effort to minimize harvest failure with android-based Backpropagation Artificial Neural Networks. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1098\(3\), 032027. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1098/3/032027>](https://doi.org/10.1093/jcde/Ahsan, M., Setyaningsih, W., Rinanto, B., Susilowati, M., & Sulistiyowati, I. (2021). Weather prediction system and recommendation of plant varieties as an effort to minimize harvest failure with android-based Backpropagation Artificial Neural Networks. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1098(3), 032027. https://doi.org/10.1088/1757-899x/1098/3/032027)
- [13] W, M., Ilwaru, T. Y. I., Thomasow, B. P., & Limba, S. Z. (2022). PERAMALAN INFLASI DI AMBON MENGGUNAKAN NEURAL. 16(April).
- [14] Ruslan, R., Laome, L., Usman, I., & Harisa, E. W. (2021). Electricity Consumption Modelling in Kendari using the Backpropagation Method on the Artificial Neural Network. *Journal of Physics: Conference Series*, 1863(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1863/1/012076>
- [15] Fajar, M., & Gunawan, I. (2021). KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Metode Backpropagation Untuk Memprediksi Penjualan Sepeda Motor Yamaha Di Asli Motor Siantar. *Media Online*, 1(4), 180–186. <https://djjournals.com/klik>
- [16] Mubarakh, M. F., Nasir, M., & Komalasari, D. (2020). Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Penjualan Pakaian Menggunakan Algoritma Backpropagation. In *Journal of Computer and Information Systems Ampera* (Vol. 1, Issue 1). <https://journal-computing.org/index.php/journal-cisa/index>
- [17] Thoriq, M. (2022). Peramalan Jumlah Permintaan Produksi Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Algoritma Backpropagation. *Jurnal Informasi Dan Teknologi*, 4, 27–32. <https://doi.org/10.37034/jidt.v4i1.178>
- [18] Fajar, M., & Gunawan, I. (2021). KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Metode Backpropagation Untuk Memprediksi Penjualan Sepeda Motor Yamaha Di Asli Motor Siantar. *Media Online*, 1(4), 180–186. <https://djjournals.com/klik>