

Penerapan Algoritma Backpropagation untuk Prediksi Hasil Penjualan Sembako pada Toko Artha Water

Application of Backpropagation Algorithm for Prediction of Sales Results of Basic Foodstuffs at Artha Water Store

Dwi Safitri Ramadhani¹, Abdul Ghani Ardiansyah², Damar Arya Prayoga³, Riko ILham Nandika⁴, Victor Asido Elyakim P⁵

^{1,2,3,4,5} STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia

Article Info

Genesis Artikel:

Diterima, 10 Februari 2025

Direvisi, 17 Maret 2025

Disetujui, 20 Maret 2025

Kata Kunci:

*Jaringan Syaraf Tiruan
Backpropagation
Penjualan
Toko Artha Water*

ABSTRAK

Perusahaan perlu menerapkan strategi peramalan pertumbuhan penjualan untuk menciptakan keseimbangan antara persediaan barang dan kebutuhan penjualan. Tanpa upaya ini, ketidakseimbangan antara persediaan dan penjualan dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan, baik dalam aspek finansial maupun kepuasan pelanggan. Sebagai badan usaha yang bergerak di bidang penjualan sembako, Artha Water berkomitmen untuk mengelola usahanya secara serius demi mencapai keuntungan dan memenuhi kebutuhan pelanggan dengan optimal. Namun perkembangan pola konsumsi konsumen dan lajur pertumbuhan penjualan di Artha Water yang bersifat fluktuatif (naik turun) membuat pihak koperasi cukup kesulitan dalam menyeimbangkan antara persediaan barang dengan permintaan barang dari konsumen. Dengan pemanfaatan ilmu pengetahuan pada Jaringan Saraf Tiruan kita dapat melakukan prediksi pendapatan kedepannya yakni menggunakan Algoritma *Backpropagation*. Dari uraian sebelumnya, maka penulis mengambil kesimpulan yaitu dari hasil penelitian dengan percobaan yang dilakukan arsitektur terbaik yaitu 12-10-1 untuk memprediksi pertumbuhan penjualan pada Toko Artha Water tahun 2024 dengan menunjukkan hasil akurasi sebesar 92%, MSE training sebesar 0,06031588, bahwa terdapat selisih yang cukup signifikan, dengan kata lain pertumbuhan penjualan pada Toko Artha Water akan meningkat pada tahun 2024. Dengan total hasil penjualan sembako pada Toko Artha Water untuk tahun 2024 sebesar Rp. 336.930.000.

ABSTRACT

Keywords:

*Artificial Neural Network
Backpropagation
Sales
Artha Water Store*

Companies need to implement sales growth forecasting strategies to create a balance between inventory and sales needs. Without this effort, an imbalance between inventory and sales can cause losses for the company, both in terms of finance and customer satisfaction. As a business entity engaged in the sale of basic necessities, Artha Water is committed to managing its business seriously in order to achieve profits and meet customer needs optimally. However, the development of consumer consumption patterns and sales growth lines at Artha Water which are fluctuating (up and down) make it quite difficult for the cooperative to balance inventory with demand for goods from consumers. By utilizing science in Artificial Neural Networks, we can predict future income using the Backpropagation Algorithm. From the previous description, the author concludes that from the results of the study with the best architecture experiments, namely 12-10-1 to predict sales growth at the Artha Water Store in 2024, it shows an accuracy result of 92%, MSE training of 0.06031588, that there is a significant difference, in other words, sales growth at the Artha Water Store will increase in 2024. With a total sales result of basic necessities at the Artha Water Store for 2024 of IDR 336,930,000.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Penulis Korespondensi:

Victor Asido Elyakim P,
Program Studi Sistem Informatika,
STIKOM Tunas Bangsa Pematangsiantar,
Email: victorasidoelyakim@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Jaringan Saraf Tiruan pada dasarnya termasuk dalam sistem kecerdasan buatan yang merupakan dalam usahanya menirukan kecerdasan manusia. Kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence (AI)* merupakan salah satu bagian ilmu komputer yang membuat agar mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia [1]-[2]. Pada Jaringan Syaraf Tiruan komputer diusahakan agar bisa berpikir sama seperti cara berpikir manusia. Caranya adalah dengan melakukan peniruan terhadap aktivitas-aktivitas yang terjadi di dalam sebuah jaringan syaraf biologis. Cara kerja dari JST ini seperti dengan sistem kerja jaringan makhluk hidup yang memiliki *neuron-neuron* jaringan syaraf [3]. Biasanya diimplementasikan dengan menggunakan komponen elektronik atau disimulasikan pada aplikasi *computer* [4]. Kelebihan dari jaringan syaraf tiruan (JST) adalah kemampuannya untuk belajar dari lingkungan. Adopsi proses pada otak manusia meliputi proses belajar melalui pengamatan dan pengulangan, sampai kondisi yang diinginkan tercapai [5]. Ada beberapa teknik yang dapat digunakan untuk mengimplementasikan Jaringan Saraf Tiruan, salah satunya yaitu algoritma *Backpropagation* yang akan digunakan dalam penelitian ini.

Backpropagation merupakan salah satu teknik pembelajaran/pelatihan *supervised learning* yang paling banyak digunakan. Metode ini merupakan salah satu metode yang sangat baik dalam menangani masalah pengenalan pola-pola kompleks [6]. *Backpropagation* adalah jenis Jaringan Syaraf Tiruan yang digunakan dalam memecahkan masalah peramalan. Ini dimungkinkan karena merupakan salah satu jenis metode pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan dengan pengawasan. Pada jaringan diberi sepasang pola yang terdiri dari pola input dan pola yang diinginkan [7]. Ketika suatu pola diberikan kepada jaringan, bobot dimodifikasi untuk meminimalkan perbedaan dalam pola keluaran dan pola yang diinginkan. Latihan ini dilakukan berulang-ulang sehingga seluruh pola jaringan yang dikeluarkan dapat memenuhi pola yang diinginkan [8]. Ada tiga tahap yang harus dilakukan dalam pelatihan jaringan, yaitu tahap perambatan maju (*forward propagation*), tahap perambatan balik, dan tahap perubahan bobot dan bias [9]. Tipikal topologi dari jaringan syaraf tiruan backpropagasi melibatkan tiga lapisan yaitu lapisan masukan (tempat data diperkenalkan kepada jaringan), lapisan tersembunyi (tempat data diproses), dan lapisan keluaran (tempat hasil dari masukan yang diberikan diproduksi). Algoritma backpropagasi biasa digunakan untuk pelatihan bahkan dengan data yang kompleks [10].

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan Jaringan Saraf Tiruan antara lain, Penelitian [11] yang berjudul “Algoritma *Backpropagation* Dalam Melakukan Estimasi Penjualan Beras Pada CV Hariara Pematangsiantar” Arsitektur terbaik dari kelima model tersebut adalah 2-47-1 dengan tingkat akurasi mencapai 80% dan MSE sebesar 7,46434101. Penelitian lainnya juga pernah dilakukan oleh [12] dengan judul penelitian “Prediksi Jumlah Penjualan Produk di PT Ramayana Pematangsiantar Menggunakan Metode JST *Backpropagation*” Arsitektur yang terbaik adalah 3-35-1 dengan tingkat akurasi 92%.

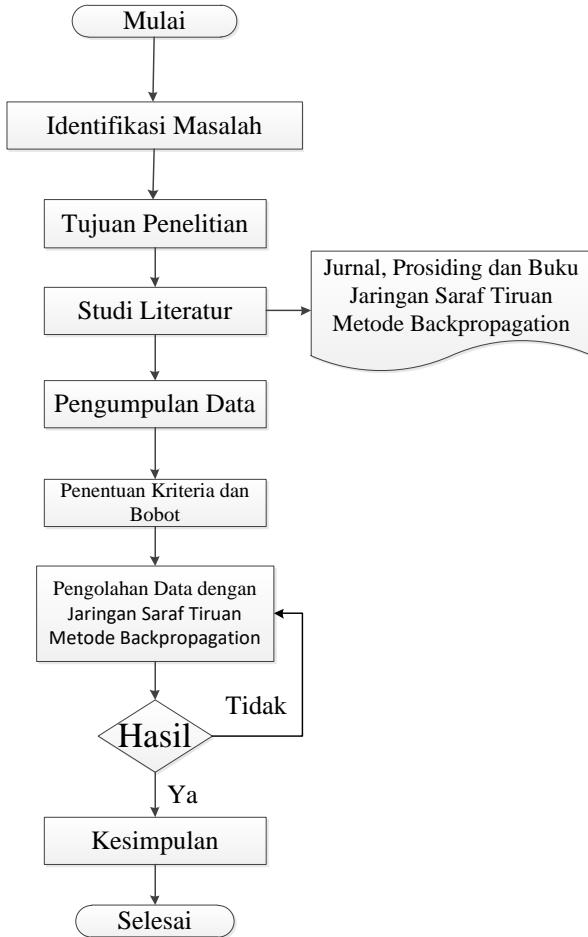
Perusahaan perlu menerapkan strategi peramalan pertumbuhan penjualan untuk menciptakan keseimbangan antara persediaan barang dan kebutuhan penjualan [13]. Tanpa upaya ini, ketidakseimbangan antara persediaan dan penjualan dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan, baik dalam aspek finansial maupun kepuasan pelanggan [14]. Sebagai badan usaha yang bergerak di bidang penjualan sembako, Artha Water berkomitmen untuk mengelola usahanya secara serius demi mencapai keuntungan dan memenuhi kebutuhan pelanggan dengan optimal. Namun perkembangan pola konsumsi konsumen dan lajur pertumbuhan penjualan di Artha Water yang bersifat fluktuatif (naik turun) membuat pihak koperasi cukup kesulitan dalam menyeimbangkan antara persediaan barang dengan permintaan barang dari konsumen. Tak jarang modal yang di keluarkan dalam pembelanjaan stok barang jadi tertanam, hal tersebut tentunya berpengaruh pada finansial perusahaan. Sebagai perusahaan yang bergerak pada sektor penjualan sudah seharusnya Artha Water mampu untuk memprediksi berbagai kemungkinan yang terjadi di masa depan terkait pertumbuhan penjualan di perusahaannya.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka pembahasan dalam penelitian ini dengan studi penerapan tentang metode prediksi dan membahasnya dengan mengangkat judul “Penerapan Algoritma Backpropagation Untuk Prediksi Hasil Penjualan Sembako Pada Toko Artha Water”.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian digunakan untuk menguraikan dan menyelesaikan masalah dalam penelitian. Pada penelitian ini akan dilakukan beberapa langkah untuk mencapai tujuan. Langkah-langkah tersebut dapat digambarkan melalui diagram alir, sebagai berikut:



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Adapun tahapan dalam rancangan penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

Mengidentifikasi masalah utama yang menjadi dasar penelitian. Misalnya, apa yang ingin diselesaikan atau dioptimalkan dengan metode backpropagation.

2. Tujuan Penelitian

Menentukan tujuan dari penelitian. Langkah ini membantu memfokuskan proses penelitian pada hasil yang ingin dicapai.

3. Studi Literatur

Mencari referensi dari jurnal, prosiding, dan buku yang relevan mengenai metode Jaringan Saraf Tiruan dan Backpropagation untuk mendapatkan dasar teori yang kuat.

4. Pengumpulan Data Mentah

Data mentah yang digunakan diperoleh dari catatan penjualan sebelumnya. Data ini akan menjadi dasar untuk proses peramalan.

5. Perancangan Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan

Langkah ini melibatkan perancangan struktur JST, termasuk jumlah neuron di setiap lapisan (input, tersembunyi, dan output) serta fungsi aktivasi yang digunakan.

6. Inisialisasi Bobot Awal

Sebelum pelatihan dimulai, bobot awal JST diinisialisasi secara acak untuk memastikan proses pelatihan dapat berjalan dengan baik.

7. Proses Pelatihan dan Pengujian

Proses ini dibagi menjadi beberapa tahapan:

- Normalisasi Data: Data mentah dinormalisasi agar berada dalam rentang yang sesuai untuk JST.
- Pelatihan Backpropagation Standar: JST dilatih menggunakan algoritma *Backpropagation* standar untuk meminimalkan kesalahan.
- Pelatihan dengan Perubahan Nilai Momentum: Nilai momentum diubah untuk mengoptimalkan proses pelatihan dan mempercepat konvergensi jaringan.
- Pengujian (Testing): Model yang telah dilatih diuji menggunakan data uji untuk mengevaluasi kinerjanya.

8. Proses Perhitungan Prediksi
Setelah proses pelatihan dan pengujian selesai, JST digunakan untuk melakukan peramalan atau prediksi penjualan.
 9. Hasil Prediksi
Hasil dari proses prediksi akan dianalisis untuk menilai akurasi dan keandalannya dalam memperkirakan penjualan di masa depan.
 10. Analisis Hasil
Langkah terakhir adalah analisis hasil prediksi untuk memberikan wawasan yang berguna bagi pengambilan keputusan bisnis, khususnya dalam pengelolaan persediaan dan perencanaan penjualan.

2.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang dibahas dalam penelitian ini ialah memprediksi total hasil penjualan sembako pada Toko Artha Water untuk tahun kedepannya

2.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini diharapkan dapat membantu perusahaan untuk mengetahui prediksi perkembangan penjualan agar kedepannya perusahaan dapat lebih baik lagi dalam meningkatkan penjualan di masa yang akan datang.

2.4. Studi Literatur

2.4.1. Kecerdasan Buatan

Kecerdasan Buatan (AI) adalah istilah umum yang mengacu pada teknologi yang mampu membuat mesin menjadi "cerdas." Organisasi berinvestasi dalam penelitian dan aplikasi AI untuk mengotomatisasi, meningkatkan, atau mereplikasi kecerdasan manusia, analisis dan pengambilan keputusan manusia dan profesi audit internal harus siap untuk berpartisipasi penuh dalam inisiatif organisasi dalam menerapkan AI [15].

2.4.2. Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan bisa dibayangkan seperti otak buatan di dalam cerita-cerita fiksi ilmiah. Otak buatan ini dapat berpikir seperti manusia, dan juga sepandai manusia dalam menyimpulkan sesuatu dari potongan-potongan informasi yang diterimanya. Khayalan manusia tersebut mendorong para peneliti untuk mewujudkannya. Komputer diusahakan agar bisa berpikir sama seperti cara berpikir manusia. Caranya adalah dengan melakukan peniruan terhadap aktivitas-aktivitas yang terjadi di dalam sebuah jaringan syaraf biologis [16]-[17].

2.4.3. Algoritma Backpropagation (Propagasi Balik)

Metode propagasi balik merupakan metode yang sangat baik dalam menangani masalah pengenalan pola-pola kompleks. Metode ini merupakan metode jaringan syaraf tiruan yang populer. Beberapa contoh aplikasi yang melibatkan metode ini adalah pengompresian data, pendekripsi virus komputer, pengidentifikasi objek, sintesis suara dari teks, dan lain-lain [18]. Secara rinci algoritma pelatihan jaringan *Backpropagation* dalam [19] dapat diuraikan sebagai berikut :

Langkah 1 : Inisialisasikan bobot (set ke nilai kecil secara acak)

Langkah 2 : Selama kondisi berhenti bernilai salah, kerjakan:

- Untuk masing-masing pasangan pelatihan, lakukan *Feedforward*, yaitu :
 - Masing-masing unit input (X_i , $i=1, \dots, n$) menerima sinyal *input* X_i dan menyebarkannya ke semua unit lapisan atas (unit tersembunyi).
Masing-masing unit menerima (Z_i , $i=1, \dots, n$) sinyal masukan ke unit selanjutnya.

$$z_j = v_0 i + \sum^n_{k=1} x_k v_k \quad (1)$$

dan menerapkan fungsi aktifasi untuk menghitung simbol output

si aktivasi untuk menghitung sinyal *output*
 $z_i = f(z_i \text{ in}_i)$ (2)

dan mengirimkan sinyal kesemua unit pada lapisan atas (unit *output*)

- Masing masing unit *output* (Y_k , $k=1-m$) menampilkan jumlah sinyal *input* dan mengirimkan sinyal keseluruhan unit pada lapisan atas (unit *output*)

$$y_{i+1} = W_{i+1} + \Sigma_i z_i w_{i+1} \quad (3)$$

dan mengaplikasikan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal *output*.

$$s_i \text{ aktivasi untuk menghitung simbol output} \quad (4)$$

$$y_i \equiv f(y \text{ in}_i)$$

2. Untuk masing-masing pasangan pelatihan, lakukan *Backpropagation* yaitu:

(Y_k, k=1,...,m) menerima sebuah pola target yang bersesuaian dengan

Masing-masing unit sampel (TR, R, \dots, m) memerlukan sebuah pola tanam untuk menghitung informasi kesalahan

kemudian menghitung koreksi bobot

(digunakan untuk memperbaiki w_{ok})

Kalikan nilai ini dengan turunan fungsi aktivasi untuk menghitung informasi kesalahan.

kemudian hitung koreksi bobot (digunakan untuk memperbaiki v_{ij}),

setelah itu hitung koreksi bias (digunakan untuk memperbaiki Voj)

urbaiki bobot dan bias, yaitu :

$(Y_k, k=1, \dots, m)$ memperbaiki bobot dan bias $(Z_j, j=1, \dots, p)$

3. Perbaiki bobot dan bias, yaitu :

4. Tes kondisi berhenti.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh [20] yang berjudul Perbandingan *Regresi Linear, Backpropagation* dan *Fuzzy Mamdani* Dalam Prediksi Pendapatan Emas. Hasil dari ketiga metode menunjukkan bahwa dalam memprediksi pendapatan emas menggunakan *Backpropagation* lebih sedikit errornya $\pm 0,05$.

2.5. Pengumpulan Data

2.5.1. Pendefinisan *Input*

Pada metodologi penelitian ini, dibutuhkan data input dalam proses Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*. Data tersebut akan digunakan sebagai data pelatihan dan juga data pengujian. Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data hasil pertumbuhan penjualan sembako menggunakan data penjualan dari tahun 2019 sampai tahun 2023 pada Artha Water Pematangsiantar. Data yang digunakan memiliki ketentuan sebagai berikut :

Tabel 1. Data input/atribut yang digunakan

No.	Data Input / Atribut	Parameter	Jumlah Data
1	Harga Beras	X1	60
2	Harga Minyak Makan	X2	60
3	Harga Gula	X3	60
4	Harga Telur	X4	60
5	Nominal Modal	X5	60
6	Jumlah Hari Libur Nasional	X6	329

Pada tabel 1 data yang akan digunakan adalah data hasil penjualan sembako setiap bulannya dari tahun 2019 hingga 2023 di Artha Water Pematangsiantar sehingga ada $12 \text{ bulan} \times 5 \text{ tahun} = 60 \text{ data} \times 4 \text{ jenis sembako} = 240 \text{ data}$, selanjutnya untuk modal ada $12 \text{ bulan} \times 5 \text{ tahun} = 60 \text{ data}$. Kemudian data jumlah libur nasional dalam 5 tahun tersebut ada 329 data yang dihitung berdasarkan jumlah hari libur nasional.

Berikut data yang digunakan selengkapnya :

Tabel 2. Data Penelitian

Tabel 2: Data Penjualan						
Alternatif	X1	X2	X3	X4	X5	Target
Januari 2019	6289000	575000	567000	135000	11525000	1962500
Februari 2019	6192000	650000	702000	54000	10278000	1923000
Maret 2019	5216000	575000	728000	140000	13442000	1555500
April 2019	5168000	475000	644000	56000	9763000	8083000
Mei 2019	5457000	520000	630000	140000	12497000	4577500
Juni 2019	5120000	572000	616000	112000	13050000	4800500
Juli 2019	6460000	598000	576000	140000	10992000	4015500
Agustus 2019	6440000	624000	663000	120000	9583000	6658000
September 2019	5264000	494000	567000	150000	9859000	7143500
Oktober 2019	6560000	650000	567000	90000	14390000	9101000
November 2019	5264000	676000	661500	120000	8258000	24146900
Desember 2019	6251000	494000	567000	120000	12621000	9765000
...
Desember 2023	7898000	589000	553500	160000	30000000	54024500

2.5.2. Pendefinisian Target

Adapun data target adalah data pertumbuhan penjualan tahun 2019-2023 yang menjadi acuan dalam memprediksi pertumbuhan penjualan periode 2024.

2.5.3. Pendefinisian Output

Hasil yang diharapkan pada tahap ini adalah deteksi pola menentukan nilai terbaik untuk memprediksi pertumbuhan penjualan pada tahun 2024. Hasil pengujian adalah sebagai berikut:

- Untuk mengetahui prediksi pertumbuhan penjualan pada tahun 2024. *Output* dari prediksi ini adalah pola arsitektur terbaik dalam memprediksi dengan mengukur pertumbuhan penjualan pada tahun 2024 dengan melihat *error* minimum.
- Kategorisasi *Output* pelatihan (*training*) dan pengujian (*testing*) Kategori untuk *output* ditentukan oleh tingkat *error* minimum dari target. Batasan kategori tersebut terdapat pada tabel berikut:

Tabel 3. Eror Minimum

No	Keterangan	Error Minimum
1	1 Benar	0,001-0,05
2	0 Salah	> 0,05

Berdasarkan tabel 3 diatas dapat dijelaskan bahwa kategori dikatakan benar apabila nilai error berada diantara 0,05 0,001. Nilai dikatakan salah apabila nilai lebih besar dari 0,05 dan nilai lebih kecil dari -0,05.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pelatihan dan Pengujian Data Tahun 2019

3.1.1. Pembagian Data *Training* dan *Testing*

Data akan dilakukan pelatihan dan pengujian setiap tahunnya untuk menguji pola arsitektur dan akurasi model yang akan digunakan untuk prediksi. Dalam melakukan pelatihan dan pengujian, terlebih dahulu data dibagi menjadi 2 yaitu data Training dan data Testing setelah data dibagi maka dilakukan normalisasi.

Tabel 4. Data *Training* 2019

X1	X2	X3	X4	Target
6289000	575000	567000	135000	11525000
6192000	650000	702000	54000	10278000
5216000	575000	728000	140000	13442000
5168000	475000	644000	56000	9763000
5457000	520000	630000	140000	12497000
5120000	572000	616000	112000	13050000
6460000	598000	576000	140000	10992000
6440000	624000	663000	120000	9583000
5264000	494000	567000	150000	9859000
6560000	650000	567000	90000	14390000
5264000	676000	661500	120000	8258000
6251000	494000	567000	120000	12621000

Tabel 5. Data *Testing* 2019

X2	X3	X4	X5	Target
575000	567000	135000	11525000	1962500
650000	702000	54000	10278000	1923000
575000	728000	140000	13442000	1555500
475000	644000	56000	9763000	8083000
520000	630000	140000	12497000	4577500
572000	616000	112000	13050000	4800500
598000	576000	140000	10992000	4015500
624000	663000	120000	9583000	6658000
494000	567000	150000	9859000	7143500
650000	567000	90000	14390000	9101000
676000	661500	120000	8258000	24146900
494000	567000	120000	12621000	9765000

3.1.2. Normalisasi Data

Proses normalisasi merupakan suatu langkah kerja dalam memindahkan angka dari kolom menjadi baris dan dari bilangan bulat menjadi pecahan, hal ini dilakukan agar data tadi mudah untuk dilakukan proses perkalian bobot pada matlab karna memiliki angka pecahan atau dinormalisasikan.

Untuk mentransformasikan seluruh data real tersebut, digunakan fungsi rumus (14). Dari data 2019 dapat diketahui bahwa: Nilai Min (a) = 54000; Nilai Max (b) = 24146900 Nilai Max-Min= 24092900

Sehingga diperoleh perhitungan normalisasi sebagai berikut:

$$x^1 = \frac{0.8(6289000-54000)}{24092900} + 0.1 = 0,30703$$

$$x^2 = \frac{0.8(575000-54000)}{24092900} + 0.1 = 0,1173$$

$$x^3 = \frac{0.8(567000-54000)}{24092900} + 0.1 = 0,11703$$

Untuk hasil perhitungan selanjutnya juga seperti perhitungan di atas.

Tabel 6. Data Normalisasi *Training* 2019

	X1	X2	X3	X4	Target
V1	0,30703	0,11730	0,11703	0,10269	0,48089
V2	0,30381	0,11979	0,12152	0,10000	0,43949
V3	0,27140	0,11730	0,12238	0,10286	0,54455
V4	0,26981	0,11398	0,11959	0,10007	0,42239
V5	0,27941	0,11547	0,11913	0,10286	0,51317
V6	0,26822	0,11720	0,11866	0,10193	0,53153
V7	0,31271	0,11806	0,11733	0,10286	0,46319
V8	0,31205	0,11893	0,12022	0,10219	0,41641
V9	0,27300	0,11461	0,11703	0,10319	0,42557
V10	0,31603	0,11979	0,11703	0,10120	0,57602
V11	0,27300	0,12065	0,12017	0,10219	0,37241
V12	0,30577	0,11461	0,11703	0,10219	0,51728

Tabel 7. Data Normalisasi *Testing* 2019

	X2	X3	X4	X5	Target
V1	0,11730	0,11703	0,10269	0,48089	0,16337
V2	0,11979	0,12152	0,10000	0,43949	0,16206
V3	0,11730	0,12238	0,10286	0,54455	0,14986
V4	0,11398	0,11959	0,10007	0,42239	0,36660
V5	0,11547	0,11913	0,10286	0,51317	0,25020
V6	0,11720	0,11866	0,10193	0,53153	0,25761
V7	0,11806	0,11733	0,10286	0,46319	0,23154
V8	0,11893	0,12022	0,10219	0,41641	0,31928
V9	0,11461	0,11703	0,10319	0,42557	0,33541
V10	0,11979	0,11703	0,10120	0,57602	0,40040
V11	0,12065	0,12017	0,10219	0,37241	0,90000
V12	0,11461	0,11703	0,10219	0,51728	0,42245

3.1.3. Hasil Percobaan

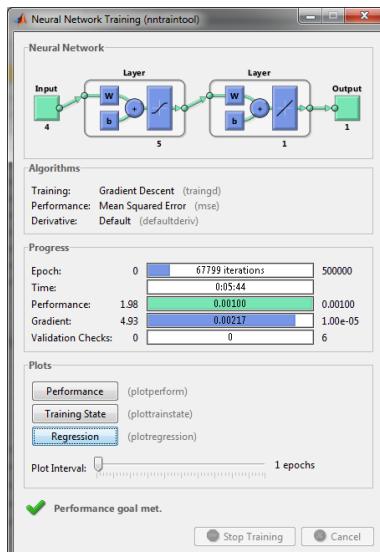
Pada penelitian ini pelatihan dan pengujian data tahun 2019 akan dicari arsitektur terbaik. Pada percobaan ini menggunakan 3 model arsitektur pelatihan dan pengujian data yakni : 12-8-1, 12-10-1, 12-11-1. Pelatihan pengujian arsitektur meliputi tiga fase yaitu fase maju, dimana masukan dihitung maju mulai dari *layer* masuk hingga *layer* keluar dengan menggunakan fungsi aktivasi. Fase kedua adalah fase mundur dimana selisih fase keluar dengan target. Fase tiga adalah merukapkan modifikasi bobot untuk menurunkan kesalahan yang terjadi, untuk membuktikan bahwa arsitektur jaringan yang dibangun terutama pada kasus prediksi pengangguran dengan aplikasi *MatlabR2011a* maka prosesnya dapat dilihat sebagai berikut :

a. Pelatihan dan Pengujian Data dengan Model Arsitektur untuk Tahun 2019

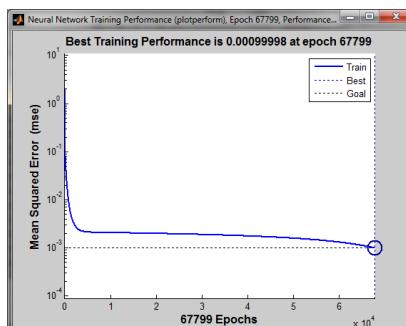
Untuk yang pertama yaitu dengan arsitektur 12-5-1. Maksudnya pelatihan dan pengujian data menggunakan *layer* masukan sebanyak 12, *neuron input* 5 *layer* tersembunyi dan 1 *output* keluaran. *Source Code* pelatihan dan pengujian yang digunakan pada *Software MatlabR2011a* sebagai berikut :

1. `>>net=newff(minmax(P),[5,1],{'tansig','purelin'},'traingd');`
//Perintah ini untuk membentuk jaringan *Backpropagation* dengan 8 *neuron hidden* dan 1 *output*. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah *tansig* (*sigmoid bipolar*) dan *purelin* (*linear*) serta fungsi pelatihan *traingd* (*train gradient descent*).
2. `>> net.LW{1,1};`
//Perintah ini untuk melihat nilai bobot awal pada lapisan masukan dan lapisan tersembunyi (bilangan diambil secara acak dari komputer).
3. `>> net.b{1};`
//Perintah ini untuk melihat nilai bias pada *hidden layer*/ lapisan tersembunyi (bilangan diambil secara acak dari komputer).
4. `>> net.LW{2,1};`
//Perintah ini untuk melihat nilai bobot pada *hidden layer*/ lapisan tersembunyi dan *output layer*/ lapisan keluaran (bilangan diambil secara acak dari komputer).
5. `>> net.b{2};`
//Perintah ini untuk melihat nilai bias pada *output layer*/ lapisan keluaran (bilangan diambil secara acak dari komputer).
6. `>> net.trainParam.epochs=50000;`
//Perintah ini untuk mengetahui jumlah *epoch* maksimum untuk dilatih.
7. `>> net.trainParam.goal = 0.001;`
//Perintah ini untuk mengetahui tujuan kinerja.
8. `>> net.trainParam.Lr = 0.01;`
//Perintah untuk menentukan laju pembelajaran *learning rate* yang digunakan pada penelitian ini sebesar 0.01.
9. `>> net.trainParam.show = 1000;`
//Perintah ini untuk mengetahui *epoch* antara tampilan (NaN untuk tidak menampilkan).
10. `>> net=train(net,P,T)`
//Perintah ini untuk melatih jaringan berdasarkan perintah-perintah yang telah dimasukkan sebelumnya.
11. `>> [a,Pf,Af,e,Perf]=sim(net,P,[],[],T)`
//Perintah ini untuk mengetahui hasil *output* pelatihan dan pengujian.

Pelatihan dan pengujian Jaringan Syaraf Tiruan dengan model arsitektur 12-5-1 dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Pelatihan Menggunakan Model Arsitektur 12-5-1 Tahun 2019



Gambar 2. Pelatihan Arsitektur 12-5-1 Mencapai Goal Tahun 2019

Gambar 1. dapat dijelaskan bahwa pelatihan dan pengujian dengan model arsitektur 12-5-1 menghasilkan *epoch* 67799 dalam waktu 5:44 detik. Hasil akurasi dari pelatihan menggunakan model arsitektur 12-5-1 dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 8. Akurasi Data *Training* Arsitektur 12-5-1 Tahun 2019

No	Target	Output	Erer	SSE
1	0,4809	0,37863	-0,00907	0,00008
2	0,4395	0,37863	-0,01049	0,00011
3	0,5445	0,37863	0,06477	0,00420
4	0,4224	0,37863	0,02319	0,00054
5	0,5132	0,37863	0,01109	0,00012
6	0,5315	0,37863	0,00294	0,00001
7	0,4632	0,37863	-0,02125	0,00045
8	0,4164	0,37863	0,00177	0,00000
9	0,4256	0,37863	-0,06558	0,00430
10	0,5760	0,37863	0,03936	0,00155
11	0,3724	0,37863	-0,02222	0,00049
12	0,5173	0,37863	-0,01202	0,00014
		Total	0,01200	
		MSE	0,00099998	

Terdapat (12) bulan yang dipakai dalam pelatihan, nilai *output* diperoleh dari hasil pelatihan menggunakan *Software MatlabR2011a* dengan rumus $[a, Pf, Af, e, Perf] = sim(net, PP, [], [], T)$, nilai *error* diperoleh dari : $error^2$ (^ = pangkat), jumlah SSE adalah total keseluruhan nilai SSE. Nilai MSE diperoleh dari jumlah SSE/(12) bulan.

Tabel 9. Akurasi Data *Testing* Arsitektur 12-5-1 Tahun 2019

No	Target	Output	Erer	SSE	Hasil
1	0,1634	0,48996	-0,21526	0,046338	1
2	0,1621	0,44998	-0,21657	0,046903	1
3	0,1499	0,47978	-0,22877	0,052336	1
4	0,3666	0,39920	-0,01203	0,000145	1
5	0,2502	0,50208	-0,12843	0,016495	1
6	0,2576	0,52859	-0,12102	0,014646	1
7	0,2315	0,48444	-0,14709	0,021636	1
8	0,3193	0,41464	-0,05935	0,003523	1
9	0,3354	0,49115	-0,04322	0,001868	1
10	0,4004	0,53666	0,52177	0,272242	0
11	0,9000	0,39463	0,52137	0,271825	0
12	0,4225	0,52930	0,04382	0,001920	1
		Total	0,74988		83%
		MSE	0,06248974		

Hasil akurasi dari pengujian menggunakan model arsitektur 12-5-1 dapat dilihat pada tabel 9 Nilai target diperoleh dari tabel data normalisasi tahun 2019, nilai *output* diperoleh dari hasil pelatihan menggunakan *Software MatlabR2011a* dengan rumus $[a, Pf, Af, e, Perf] = sim(net, PP, [], [], TT)$, nilai *error* diperoleh dari : target – *output*, nilai SSE diperoleh dari : $error^2$ (^ = pangkat), jumlah SSE adalah total keseluruhan nilai SSE. Nilai MSE diperoleh dari : jumlah SSE/12 dan hasil 1 (benar) diperoleh dari rumus =IF(AND(D4>=-0,1;D4<=0,1);1;0) untuk data pengujian. Nilai akurasi (%) diperoleh dari : jumlah benar/12*100. Hasil akurasi yang didapat yaitu sebesar 83%.

Berikutnya yaitu dengan arsitektur 12-6-1 dan 12-10-1, sehingga diperoleh hasil rekapitulasi arsitektur untuk tahun 2019 sebagai berikut :

Tabel 10. Rekapitulasi Model Arsitektur Tahun 2019

Arsitektur	Tranning		Testing	
	Epoch	MSE	MSE	Akurasi
12-5-1	67799	0,00099998	0,06248974	83%
12-6-1	26997	0,00099997	0,06264182	83%
12-10-1	3784	0,00099976	0,11035869	92%

Pada tabel terlihat bahwa arsitektur terbaik yaitu 12-10-1 dengan tingkat akurasi sebesar 92%.

Tabel 11. Hasil Prediksi 2020

No	Data Real	Target	Target Prediksi	Prediksi
1	1.962.500	0,55968	0,51870	12663622
2	1.923.000	0,42676	0,57873	14471562
3	1.555.500	0,55161	0,40679	9293287
4	8.083.000	0,41655	0,97865	26515603
5	4.577.500	0,50940	0,56705	14119806
6	4.800.500	0,53465	1,06703	29177266
7	4.015.500	0,39780	0,73050	19042217
8	6.658.000	0,41371	0,85859	22899861
9	7.143.500	0,40295	0,90573	24319610
10	9.101.000	0,56011	0,52190	12759972
11	24.146.900	0,37439	0,10050	69058
12	9.765.000	0,53889	0,60686	15318729

Prediksi diperoleh menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Prediksi} = \frac{(target\ prediksi - 0,1)(b-a)}{0,8} + a$$

Keterangan : a : data minimum b : data maksimum

$$\text{Prediksi} = \frac{(0,45700 - 0,1)(24092900)}{0,8} + 54000 = 13059709$$

Agar prediksi dapat terlihat lebih bagus, maka hasil prediksi dibulatkan ke angka ribuan terdekat, selanjutnya dilakukan validasi untuk menghitung akurasi prediksi, sehingga membentuk data sebagai berikut.

Tabel 10. Tabel Pembulatan dan Validasi Prediksi 2020

No	Prediksi	Pembulatan	Data Real Pendapatan 2020	Selisih
1	12663622	Rp 12.670.000	Rp 12.640.000	-30.000
2	14471562	Rp 14.480.000	Rp 14.450.000	-30.000
3	9293287	Rp 9.300.000	Rp 9.261.000	-39.000
4	26515603	Rp 26.520.000	Rp 26.531.100	11.100
5	14119806	Rp 14.120.000	Rp 14.100.000	-20.000
6	29177266	Rp 29.180.000	Rp 29.191.000	11.000
7	19042217	Rp 19.050.000	Rp 19.037.600	-12.400
8	22899861	Rp 22.900.000	Rp 22.899.000	-1.000
9	24319610	Rp 24.320.000	Rp 24.324.500	4.500
10	12759972	Rp 12.760.000	Rp 12.741.500	-18.500
11	69058	Rp 70.000	Rp 18.126.200	18.056.200
12	15318729	Rp 15.320.000	Rp 15.300.500	-19.500
TOTAL		Rp. 218.602.400	Rp. 17.912.400	
Rata-rata	Rp 16.724.167	Rp 18.216.867	AKURASI	92%

Selisih dicari dengan menggunakan rumus data real dikurang dengan hasil pembulatan prediksi. Sementara untuk Akurasi di cari dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Total Data Real} - \text{Total Selisih}}{\text{Total Data Real}} \times 100\% = \frac{218.602.400 - 17.912.400}{218.602.400} \times 100 = 92\%$$

Proses tersebut dilakukan juga terhadap data tahun 2020 yang diuji ke hasil penjualan tahun 2021, kemudian tahun 2021 ke tahun 2022, serta tahun 2022 ke tahun 2023. Hingga nantinya data tahun 2023 diuji untuk melakukan prediksi tahun 2024.

b. Pelatihan dan Pengujian Data dengan Model Arsitektur untuk Tahun 2019

Untuk yang pertama yaitu dengan arsitektur 12-8-1. Maksudnya pelatihan dan pengujian data menggunakan *layer* masukan sebanyak 12, *neuron input* 8 *layer* tersembunyi dan 1 *output* keluaran. *Source Code* pelatihan dan pengujian yang digunakan pada *Software MatlabR2011a* sebagai berikut :

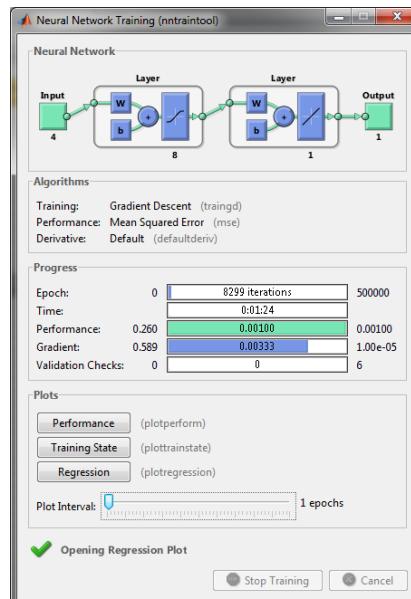
1. `>>net=newff(minmax(P),[8,1],{'tansig','purelin'},'traingd');`
//Perintah ini untuk membentuk jaringan *Backpropagation* dengan 8 *neuron hidden* dan 1 *output*. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah *tansig* (*sigmoid bipolar*) dan *purelin* (*linear*) serta fungsi pelatihan *traingd* (*train gradient descent*).
2. `>> net.LW{1,1};`
//Perintah ini untuk melihat nilai bobot awal pada lapisan masukan dan lapisan tersembunyi (bilangan diambil secara acak dari komputer).

```

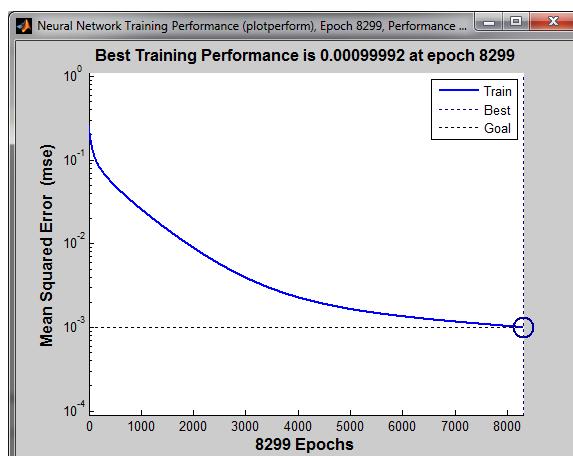
3. >> net.b{1};
//Perintah ini untuk melihat nilai bias pada hidden layer/ lapisan tersembunyi (bilangan diambil secara acak dari komputer).
4. >> net.LW{2,1};
//Perintah ini untuk melihat nilai bobot pada hidden layer/ lapisan tersembunyi dan output layer/ lapisan keluaran (bilangan diambil secara acak dari komputer).
5. >> net.b{2};
//Perintah ini untuk melihat nilai bias pada output layer/ lapisan keluaran (bilangan diambil secara acak dari komputer).
6. >> net.trainParam.epochs=50000;
//Perintah ini untuk mengetahui jumlah epoch maksimum untuk dilatih.
7. >> net.trainParam.goal = 0.001;
//Perintah ini untuk mengetahui tujuan kinerja.
8. >> net.trainParam.Lr = 0.01;
//Perintah untuk menentukan laju pembelajaran learning rate yang digunakan pada penelitian ini sebesar 0.01.
9. >> net.trainParam.show = 1000;
//Perintah ini untuk mengetahui epoch antara tampilan (NaN untuk tidak menampilkan).
10. >> net=train(net,P,T)
//Perintah ini untuk melatih jaringan berdasarkan perintah-perintah yang telah dimasukkan sebelumnya.
11. >> [a,Pf,Af,e,Perf]=sim(net,P,[],[],T)
//Perintah ini untuk mengetahui hasil output pelatihan dan pengujian.

```

Pelatihan dan pengujian Jaringan Syaraf Tiruan dengan model arsitektur 12-8-1 dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Pelatihan Menggunakan Model Arsitektur 12-8-1 Tahun 2023



Gambar 4. Pelatihan Arsitektur 12-8-1 Mencapai Goal Tahun 2023

Gambar 4. dapat dijelaskan bahwa pelatihan dan pengujian dengan model arsitektur 12-8-1 menghasilkan *epoch* 8299 dalam waktu 1:24 detik. Hasil akurasi dari pelatihan menggunakan model arsitektur 12-8-1 dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 11. Akurasi Data *Training* Arsitektur 12-8-1 Tahun 2023

No	Target	Output	Erer	SSE
1	0,4809	0,04428	-0,05332	0,00284
2	0,4395	0,04428	0,06030	0,00364
3	0,5445	0,04428	-0,01985	0,00039
4	0,4224	0,04428	-0,02974	0,00088
5	0,5132	0,04428	0,00425	0,00002
6	0,5315	0,04428	0,00072	0,00000
7	0,4632	0,04428	0,01936	0,00037
8	0,4164	0,04428	0,01296	0,00017
9	0,4256	0,04428	-0,03829	0,00147
10	0,5760	0,04428	0,01095	0,00012
11	0,3724	0,04428	-0,01556	0,00024
12	0,5173	0,04428	0,04303	0,00185
		Total		0,01200
		MSE		0,00099992

Terdapat (12) bulan yang dipakai dalam pelatihan, nilai *output* diperoleh dari hasil pelatihan menggunakan *Software MatlabR2011a* dengan rumus $[a, Pf, Af, e, Perf] = sim(net, PP, [], [], T)$, nilai *error* diperoleh dari : $error^2$ (^ = pangkat), jumlah SSE adalah total keseluruhan nilai SSE. Nilai MSE diperoleh dari jumlah SSE/(12) bulan.

Tabel 412. Akurasi Data *Testing* Arsitektur 12-8-1 Tahun 2023

No	Target	Output	Erer	SSE	Hasil
1	0,1634	0,27138	0,09850	0,009702	1
2	0,1621	0,15776	0,08666	0,007510	1
3	0,1499	0,17840	0,09922	0,009845	1
4	0,3666	0,18829	0,10705	0,011460	1
5	0,2502	0,15430	0,14772	0,021821	1
6	0,2576	0,15783	0,29030	0,084274	1
7	0,2315	0,37721	0,25572	0,065393	1
8	0,3193	0,68114	0,11489	0,013200	1
9	0,3354	0,37536	0,19026	0,036199	1
10	0,4004	0,32612	0,61330	0,376137	0
11	0,9000	0,47164	0,71633	0,513129	0
12	0,4225	0,41305	0,69772	0,486813	0
		Total		1,63548	75 %
		MSE		0,13629015	

Hasil akurasi dari pengujian menggunakan model arsitektur 12-8-1 dapat dilihat pada tabel 12. Nilai target diperoleh dari tabel data normalisasi tahun 2023, nilai *output* diperoleh dari hasil pelatihan menggunakan *Software MatlabR2011a* dengan rumus $[a, Pf, Af, e, Perf] = sim(net, PP, [], [], TT)$, nilai *error* diperoleh dari : target – *output*, nilai SSE diperoleh dari : $error^2$ (^ = pangkat), jumlah SSE adalah total keseluruhan nilai SSE. Nilai MSE diperoleh dari : jumlah SSE/12 dan hasil 1 (benar) diperoleh dari rumus =IF(AND(D4>=-0.1;D4<=0.1);1;0) untuk data pengujian. Nilai akurasi (%) diperoleh dari : jumlah benar/12*100. Hasil akurasi yang didapat yaitu sebesar 75%.

Berikutnya yaitu dengan arsitektur 12-6-1 dan 12-10-1, sehingga diperoleh hasil rekapitulasi arsitektur untuk tahun 2023 sebagai berikut :

Tabel 13. Rekapitulasi Model Arsitektur Tahun 2023

Arsitektur	<i>Tranning</i>		<i>Testing</i>	
	Epoch	MSE	MSE	Akurasi
12-8-1	8299	0,00099992	0,13629015	75%
12-10-1	25346	0,00099995	0,06031588	92%
12-11-1	10053	0,00406839	0,20508255	67%

Pada tabel terlihat bahwa arsitektur terbaik yaitu 12-10-1 dengan tingkat akurasi sebesar 92%.

Tabel 14. Hasil Prediksi 2024

No	Data Real	Target	Target Prediksi	Prediksi
1	13.010.000	0,0290	0,85031	63125600
2	10.918.000	0,0425	0,12444	2133699
3	18.135.000	0,0380	0,14971	4256526
4	18.074.000	0,0220	0,13971	3416265
5	20.148.000	0,0317	0,21265	9545728
6	5.771.000	0,0267	0,31265	17948353
7	17.770.000	0,0131	0,91265	68364103
8	20.127.000	0,0010	0,20444	8855799
9	18.940.000	-0,0576	0,25031	12709849
10	19.068.000	0,0137	0,61265	43156228
11	14.882.000	0,0263	0,71265	51558853
12	14.868.000	0,0366	0,71565	51810932

Prediksi diperoleh menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Prediksi} = \frac{(target\ prediksi - 0,1)(b - a)}{0,8} + a$$

Keterangan : a : data minimum b : data maksimum

$$\text{Prediksi} = \frac{(0,85031 - 0,1)(67221000)}{0,8} + 80000 = 63125600$$

Agar prediksi dapat terlihat lebih bagus, maka hasil prediksi dibulatkan ke angka ribuan terdekat, sehingga membentuk data sebagai berikut.

Tabel 15. Tabel Pembulatan Prediksi 2024

No	Prediksi	Pembulatan
1	63125600	Rp 63.130.000
2	2133699	Rp 2.140.000
3	4256526	Rp 4.260.000
4	3416265	Rp 3.420.000
5	9545728	Rp 9.550.000
6	17948353	Rp 17.950.000
7	68364103	Rp 68.370.000
8	8855799	Rp 8.860.000
9	12709849	Rp 12.710.000
10	43156228	Rp 43.160.000
11	51558853	Rp 51.560.000
12	51810932	Rp 51.820.000
TOTAL		Rp 336.930.000
Rata-rata		Rp 28.077.500

3.2. Pembahasan

Berikut merupakan rekap pertumbuhan penjualan dan hasil prediksi penjualan:

Tabel 16. Rekap Pertumbuhan Penjualan Dan Hasil Prediksi Penjualan

BULAN	TAHUN				
	2019	2020	2021	2022	2023
JANUARI	1.962.500	12.640.000	13.010.000	5.905.000	3.675.000
FEBRUARI	1.923.000	14.450.000	10.918.000	11.510.000	2.680.000
MARET	1.555.500	9.261.000	18.135.000	16.250.000	3.735.000
APRIL	8.083.000	26.531.100	18.074.000	14.965.000	4.393.000
MEI	4.577.500	14.100.000	20.148.000	14.333.000	7.810.000
JUNI	4.800.500	29.191.000	5.771.000	6.914.000	19.791.000
JULI	4.015.500	19.037.600	17.770.000	20.580.000	67.301.000
AGUSTUS	6.658.000	22.899.000	20.127.000	18.980.500	5.052.000
SEPTEMBER	7.143.500	24.324.500	18.940.000	28.310.000	11.385.000
OKTOBER	9.101.000	12.741.500	19.068.000	6.215.000	46.931.200
NOPEMBER	24.146.900	18.126.200	14.882.000	13.860.000	55.588.500
DESEMBER	9.765.000	15.300.500	14.868.000	9.975.000	54.024.500
TOTAL	Rp 83.731.900	Rp 218.602.400	Rp 191.711.000	Rp 167.797.500	Rp 282.366.200
					Rp 336.930.000

Berikut grafik pertumbuhan penjualan pada Toko Artha Water.



Gambar 5. Grafik Pertumbuhan Penjualan

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa hasil prediksi (penjualan tahun 2024) dan juga hasil penjualan real tahun 2019-2023 cenderung mengalami peningkatan setiap tahunnya, hanya saja pada tahun 2022 mengalami penurunan dari 2021 ke 2019. Dari hasil prediksi diketahui bahwa arsitektur terbaik adalah 12-10-1 dengan akurasi 92%.

4. KESIMPULAN

Dari uraian pada bab sebelumnya, maka penulis mengambil kesimpulan yaitu dari hasil penelitian dengan percobaan yang dilakukan arsitektur terbaik yaitu 12-10-1 untuk memprediksi pertumbuhan penjualan pada Toko Artha Water tahun 2024 dengan menunjukkan hasil akurasi sebesar 92%, MSE training sebesar 0,06031588, bahwa terdapat selisih yang cukup signifikan, dengan kata lain pertumbuhan penjualan pada Toko Artha Water akan meningkat pada tahun 2024. Dengan total hasil penjualan sembako pada Toko Artha Water untuk tahun 2024 sebesar Rp. 336.930.000.

REFERENCE

- [1] H. Jaya, Sabran, M. M. Idris, Y. A. Djawad, A. Ilham, and A. S. Ahmar, *Kecerdasan Buatan*. 2018.
- [2] H. Khodijah, "Jurnal JPILKOM (Jurnal Penelitian Ilmu Komputer) Implementasi Jaringan Saraf Tiruan Untuk Memprediksi Penjualan Sepeda Motor Listrik," vol. 2, no. 1, 2024.
- [3] A. Ahmad, P. M. Putri, W. Alifah, and I. Gunawan, "Analisis jaringan syaraf tiruan metode backpropagation dalam memprediksi ketersediaan komoditas beras berdasarkan provinsi di indonesia," *RESISTOR*, vol. 2, no. 1, pp. 4–16, 2019.
- [4] D. Trianda and A. Rahim Damanik, "Perkiraan Harga Cabai 2023-2024 dengan Penerapan Metode Backpropagation di Kota Singkawang," *J. JISIILKOM (Jurnal Inov. Sist. Inf. Ilmu Komputer)*, vol. 2, no. 1, pp. 12–23, 2024, [Online]. Available: <https://jisilikom.org/index.php/journal/article/view/20>
- [5] A. Fahrezi, I. Saputra, and A. F. Siregar, "Pengenalan pola bunga berbasis citra menggunakan jaringan saraf tiruan dengan algoritma," *J. Ilm. Pendidik. Dasar*, vol. 09, pp. 365–373, 2024.
- [6] L. Sinaga, E. Irawan, and W. Saputra, "Penerapan Jaringan Saraf Tiruan Metode Backpropagation Dalam Memprediksi Distribusi Air Pada PDAM Tirtauli Kota Pematangsiantar," vol. 2, pp. 161–168, 2020.
- [7] R. S. R. Aritonang, I. Saputra, and A. F. Siregar, "IMPLEMENTASI JARINGAN SARAF TIRUAN UNTUK MEMPREDIKSI TINGKAT PRODUKSI JAGUNG GILING MENGGUNAKAN METODE BACKPROPAGATION (STUDI KASUS: MIKRA MAKMUR BERSAMA)," *Pendas J. Ilm. Pendidik. Dasar*, vol. 9, no. 4, pp. 37–48, 2024.
- [8] W. Saputra, T. Tulus, M. Zarlis, R. W. Sembiring, and D. Hartama, "Analysis Resilient Algorithm on Artificial Neural Network Backpropagation," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 930, no. 1, 2017, doi: 10.1088/1742-6596/930/1/012035.
- [9] R. N. Putri and D. Setiawan, "PROTOTIPE PAKAN AYAMOTOMATIS MENGGUNAKAN METODE," vol. 2, no. 1, 2018.
- [10] H. Pratiwi and K. et al Harianti, "Perbandingan Algoritma ELM Dan Backpropagation Terhadap Prestasi Akademik Mahasiswa," vol. 3, no. September, pp. 282–294, 2019.
- [11] R. E. Pranata, I. Gunawan, and Sumarno, "Algoritma Backpropagation Dalam Melakukan Estimasi Penjualan Beras Pada

- CV Hariara Pematangsiantar,” 2021.
- [12] M. Syafiq, D. Hartama, I. O. Kirana, I. Gunawan, and A. Wanto, “Prediksi Jumlah Penjualan Produk di PT Ramayana Pematangsiantar Menggunakan Metode JST Backpropagation,” 2020. doi: 10.30865/jurikom.v7i1.1963.
- [13] D. P. Putra, S. A. Siregar, S. R. Fadillah, and Z. K. Ningtyas, “PERAMALAN PENJUALAN MOBIL DENGAN MENERAPKAN METODE SINGLE MOVING AVERAGE DAN SINGLE EXPONENTIAL,” *J. Pariwisata, Bisnis Digit. dan Manaj.*, vol. 03, no. 2, pp. 81–86, 2024.
- [14] A. Kusumaningtyas, I. Ruwana, and S. A. Sari, “ANALISIS PERAMALAN PENJUALAN PADA UMKM GIPANG,” vol. 7, no. 2, pp. 467–471, 2024.
- [15] Rosidin, R. Novianti, K. P. Ningsih, D. Haryadi, G. Chrisnawati, and N. Anripa, “Peran Kecerdasan Buatan Dalam Pengembangan Sistem Otomatisasi Proses Bisnis,” *J. Rev. Pendidik. dan Pengajaran*, vol. 7, pp. 9320–9329, 2024.
- [16] C. Chairati, N. Awalia, B. M. Jamaluddin, A. B. Kaswar, and Sasmita, “KLASIFIKASI RASA BUAH SALAK BERDASARKAN WARNA DAN BENTUK MENGGUNAKAN METODE JARINGAN SARAF TIRUAN BERBASIS PENGOLAHAN CITRA DIGITAL,” *JIPI (Jurnal Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.)*, vol. 9, no. 3, pp. 1226–1235, 2024.
- [17] D. Miftahul, J. Musdar, N. S. Eriyani, S. Azis, A. B. Kaswar, and S. Sasmita, “Implementasi jaringan saraf tiruan backpropagation untuk klasifikasi tingkat kesegaran wortel berbasis pengolahan citra digital disertai operasi morfologi,” *JIPI (Jurnal Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.)*, vol. 9, no. 3, pp. 1518–1533, 2024.
- [18] Muhammad Thoriq, A. E. Syaputra, and Y. S. Eirlangga, “Prediksi Peningkatan Kunjungan Pasien Dimasa Mendatang Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation,” *J. Fasilkom*, vol. 14, no. 1, pp. 34–40, 2024, doi: 10.37859/jf.v14i1.6068.
- [19] R. H. Pranata and L. Hakim, “Penerapan Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Harga Tiket Pesawat,” *J. Sist. Komput. Musirawas*, vol. 3, no. 2, p. 122, 2018, doi: 10.32767/jusikom.v3i2.334.
- [20] N. Nafi’iyah, “Perbandingan Regresi Linear , Backpropagation Dan Fuzzy Mamdani Dalam Prediksi Harga Emas,” *Semin. Nas. Inov. dan Apl. Teknol. di Ind.*, pp. 291–296, 2016.