

Analisis Penerapan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation dalam Memprediksi Penjualan Produk Es Kristal

Dila Dwi Anjani, Cindy Prakasiwi, Agus Perdana Windarto*

STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia

Email: ¹diladwianjani22@gmail.com, ²prakasiwicindy@gmail.com, ^{3,*}agus.perdana@amiktunasbangsa.ac.id

Email Penulis Korespondensi: agus.perdana@amiktunasbangsa.ac.id

Abstrak-Pabrik Es Kristal Inti merupakan produsen es kristal satu-satunya di Kota Pematangsiantar. Hingga saat ini, Pabrik Es Kristal Inti menggunakan sistem yang sederhana dalam pencatatan penjualan, sehingga menimbulkan kesulitan dalam memprediksi penjualan. Perhitungan prediksi secara manual memiliki tingkat resiko yang cukup tinggi dan menghambat proses kinerja penjualan. Untuk itu, diperlukan sebuah sistem yang dapat menghitung prediksi penjualan produk es kristal dan mengurangi resiko kerugian. Penelitian ini bertujuan untuk membuat prediksi dengan menggunakan *Artificial Intelligence* dengan algoritma *backpropagation*. Data yang digunakan bersumber dari Pabrik Es Kristal Inti Pematangsiantar periode 2020-2021. Proses dilakukan dengan membagi data pelatihan dan data pengujian untuk memperoleh model arsitektur terbaik. Model arsitektur pelatihan yang digunakan untuk melakukan prediksi penjualan produk es kristal yakni : 11-2-1; 11-25-1; 11-50,1; 11-50-75-1; dan 11-100-1. Dari serangkaian uji coba didapat pola terbaik dari arsitektur *backpropagation* adalah 11-2-1 dengan *Means Square Error* 0,0009997950, *epoch* 414557, dan akurasi 75% yang selanjutnya akan digunakan untuk melakukan prediksi.

Kata Kunci: Jaringan Saraf Tiruan; *Backpropagation*; Prediksi Penjualan; Es Kristal

Abstract-Ice Crystal Inti's factory is the only producer of the ice crystals in Pematangsiantar. Untill now, the factory uses a simple system for recording sales, which creates difficulties in predicting sales. Preeiction calculation manually has a fairly high level of risk and hampers the sales performance process. For this reason, the factory need a system that can calculate sales predicting for ice crystal products and reduce that risk of lost. This study aims to make predictions using Artificial Intelligence with the Backpropagation algorithm. The data used is sourced from the Ice Crystal Inti's Factory in Pematangsiantar for the 2020-2021 period. The process is done by dividing the training data and testing data to obtain the best architectural model. The training architecture model used to predict sales of ice crystal products is : 11-2-1; 11-25-1; 11-50-1; 11-50-75-1; dan 11-100-1. From a series of trials, the best pattern of the backpropagation architecture is 11-2-1 with a Means Square Error of 0.0009997950, an epoch of 414557, and an accuracy of 75% which will then be used to make predictions.

Keywords: Artificial Neural Network; Backpropagation; Sales Prediction; Ice Crystal

1. PENDAHULUAN

Air yang dapat langsung diminum adalah air yang sesuai standart kesehatan. Adapun syarat air yang layak untuk diminum, yaitu jernih, tawar, bening, dan tidak berbau. Es batu adalah massa padat yang dihasilkan dari air yang dibekukan dengan suhu dibawah 0°C. Umumnya es batu digunakan sebagai komponen utama dalam pembuatan minuman dingin. [1]. Es kristal adalah es yang diproduksi dengan menggunakan mesin yang menghasilkan bentuk seperti kristal dengan lubang di tengahnya. Pelaku usaha seperti rumah makan, pedagang kecil, bahkan pedagang ikan maupun daging dipasar kerap menggunakan es kristal sebagai pelengkap produknya. Tak hanya pelaku usaha kini masyarakat umum juga banyak menggunakan es kristal secara pribadi sebagai pelengkap hidangan khususnya minuman karena bentuknya yang unik. Pabrik Es Kristal Inti merupakan produsen es kristal satu satunya yang menyediakan kebutuhan es kristal bagi pedagang, restoran, rumah makan maupun *café* secara langsung di Kota Pematangsiantar. Dalam sehari, pabrik es kristal inti mampu mendistribusikan produknya hingga 300 kemasan es kristal. Pabrik es kristal inti memiliki 2 buah mesin yang dapat menghasilkan 12 kemasan dengan berat +/- 18 kg dalam sekali produksi. Kemasan es kristal tersebut kemudian di masukkan ke dalam sebuah *cold storage* sebagai stok. Penjualan dilakukan tidak hanya secara langsung kepada konsumen, tetapi juga melayani pesan antar (*delivery*) dalam mendistribusikan produknya. Saat ini, pabrik es kristal inti hanya mampu melayani permintaan dalam kota saja. Namun, pabrik es kristal inti masih menggunakan sistem yang sederhana. Tak hanya dalam mengolah data penjualan produk, data produksi pun masih diolah dengan sangat sederhana. untuk melakukan prediksi pun hanya dilakukan secara sederhana. Permintaan produk dari konsumen sering kali melampaui stok yang tersedia sehingga sangat penting bagi Pabrik Es Kristal Inti untuk dapat memprediksi penjualan produk pada bulan berikutnya guna memenuhi ketersediaan stok produk es kristal. Banyak faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya tingkat penjualan diantaranya produk itu sendiri, harga, distribusi, promosi dan layanan purna jual. Prakiraan tingkat penjualan yang tepat dapat dijadikan rujukan guna menentukan keberlangsungan usaha dan tingkat keuntungan yang ingin dicapai [2]. Prediksi merupakan bagian penting bagi setiap perusahaan bisnis dalam pengambilan keputusan manajemen. Prediksi merupakan suatu proses penggunaan data masa lalu dari sebuah variabel atau kumpulan variabel untuk memperkirakan nilai di masa yang akan datang. Prediksi penjualan produk adalah suatu cara yang digunakan oleh perusahaan untuk memperkirakan atau memprediksi tingkat penjualan pada waktu yang akan datang dengan menggunakan data penjualan pada tahun sebelumnya [3]. Saat ini, terdapat banyak jenis metode yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi. Metode yang digunakan dalam memprediksi suatu hal tentu mempengaruhi hasil yang didapat pula. Semakin tinggi akurasi yang didapat dari pengolahan data dengan metode yang digunakan, semakin baik pula hasil prediksi yang didapatkan.

Berbagai model prediksi mengalami kemajuan yang cukup pesat, salah satunya adalah *Artificial neural network* yang memiliki kemampuan meneliti dan mengenali pola data historis, dapat digunakan untuk melakukan prediksi terhadap suatu masalah [3]. Berdasarkan permasalahan di atas, muncul sebuah pemikiran untuk membuat sebuah sistem yang dapat membantu melakukan prediksi penjualan produk di pabrik es kristal inti untuk periode berikutnya menggunakan sistem Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation*. *Backpropagation* adalah jenis JST yang digunakan dalam memecahkan masalah peramalan [4]. Jaringan perambatan galat mundur (*Backpropagation*) merupakan salah satu algoritma Jaringan Saraf Tiruan yang sering digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang rumit dan berkaitan dengan identifikasi *input*, prediksi, pengenalan pola, dan sebagainya. *Backpropagation* mempunyai kelebihan dalam mewujudkan sistem yang tahan kerusakan dan konsisten bekerja dengan baik [5]. *Backpropagation* adalah sebuah metode sistematis untuk pelatihan *multiplayer* Jaringan Saraf Tiruan [6]. Propagasi balik atau *backpropagation* merupakan suatu 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 [7].

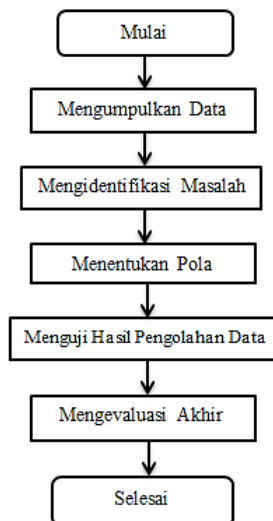
Proses algoritma *backpropagation* bertujuan untuk menghasilkan nilai akurasi dari sebuah peramalan [8]. Algoritma *backpropagation* dilatih dengan menggunakan metode pembelajaran terkontrol dan dikembangkan oleh aturan perceptron yang memiliki banyak lapisan dengan menghitung galat dari semua unit pengolahan dan mengubah bobot pada semua jaringan yang terhubung pada lapisan tersembunyi [9]. Secara umum, jaringan seperti ini terdiri dari sejumlah unit *neuron* sebagai lapisan masukan, satu atau lebih lapisan simpul-simpul *neuron* komputasi lapisan tersembunyi, dan sebuah lapisan simpul-simpul *neuron* komputasi keluaran. Sinyal masukan dipropagasikan ke arah depan (arah lapisan keluaran), lapisan demi lapisan [10]. Pada tahap ini dilakukan inisialisasi *node input*, *node hidden layer*, *node output* dengan berbagai percobaan. Setelah dilakukan inisialisasi, maka dilakukan iterasi dengan propagasi balik hingga kondisi yang ditetapkan terpenuhi [11].

Diharapkan dengan adanya sistem ini, unit kerja pabrik es kristal ini Pematangsiantar dapat menambah kinerja dan pelayanan sehingga bagian produksi bisa menyesuaikan stok dengan permintaan konsumen guna menghindari kekurangan stok produk es kristal untuk periode berikutnya.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Kerangka Kerja Penelitian

Kerangka kerja penelitian yang digunakan dalam menyelesaikan masalah adalah sebagai berikut.



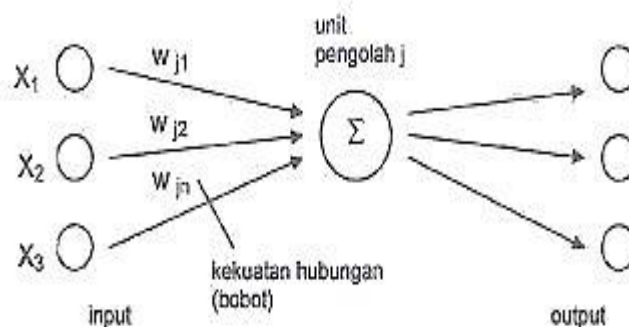
Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

Berdasarkan gambar 1 kerangka kerja penelitian di atas, maka masing-masing langkah dapat diuraikan sebagai berikut :

- a. Mengumpulkan Data
- b. Mengidentifikasi Masalah
- c. Menentukan Pola
- d. Menguji Hasil Pengolahan Data
- e. Mengevaluasi Akhir

2.2 Jaringan Saraf Tiruan

Metode ini menggunakan elemen perhitungan non-linier dasar yang disebut *neuron* yang diorganisasikan sebagai jaringan yang saling berhubungan, sehingga mirip dengan jaringan saraf manusia [12]. Jaringan syaraf tiruan merupakan suatu metode yang dapat menyelesaikan hubungan nonlinear antara produksi dan berbagai faktor ekonomi, serta dapat menyesuaikan dengan perubahan yang akan terjadi [13].



Gambar 2. Model Struktur Jaringan Saraf Tiruan

Algoritma untuk JST beroperasi secara langsung dengan angka sehingga data yang tidak numerik harus diubah menjadi data numerik [10]. Algoritma ini termasuk dalam *supervised learning* di mana ciri dari metode ini adalah meminimalkan *Error* pada *Output* yang dihasilkan oleh jaringan. Algoritma *backpropagation* untuk *neural network* umumnya diterapkan pada jaringan berlapis banyak (*multilayer*). Algoritma ini paling tidak mempunyai bagian *input*, bagian *Output* dan beberapa lapis yang berada di antara *input* dan *Output*. Lapis di tengah ini, yang juga dikenal dengan lapis tersembunyi (*hidden layer*), bisa satu, dua, tiga dst. *Output* lapis terakhir dari *hidden layer* langsung dipakai sebagai *Output* dari *neural network* [14].

Dalam melakukan analisa ekonomi atau analisa kegiatan usaha/bisnis perusahaan, haruslah diperkirakan apa yang terjadi, baik dalam bidang ekonomi atau dalam dunia usaha/bisnis pada masa yang akan datang. Usaha untuk melihat situasi dan kondisi pada masa yang akan datang merupakan usaha untuk memperkirakan pengaruh situasi dan kondisi yang berlaku terhadap perkembangan di masa yang akan datang. Kegiatan untuk memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa yang datang, disebut peramalan (*forecasting*) [15].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penetapan Masukan (*Input*) dan Keluaran (*Output*)

Data penjualan produk es kristal diolah dengan metode *Backpropagation*. Agar data dapat dikenali oleh Jaringan Saraf Tiruan, maka data harus direpresentasikan ke bentuk numerik 0-1. Untuk *input*, data penjualan produk es kristal dan *Output*, prediksi penjualan produk es kristal. Luaran yang dihasilkan mempunyai rentang 0-1, dikarenakan jaringan menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid biner (logsig)*. Data akan dibagi menjadi dua bagian, yakni data pelatihan dan data pengujian. Setiap data memiliki *input* dan *Output* yang berbeda untuk mencari model arsitektur *Backpropagation* terbaik yang digunakan untuk memprediksi penjualan produk es kristal untuk periode selanjutnya.

a. Penetapan Masukan (*Input*)

Variabel penjualan produk es kristal terdiri dari data penjualan produk es kristal setiap bulan. Adapun Variabel masukan JST tentang penjualan produk es kristal terdiri dari:

- X1 = Penjualan Produk Es Kristal Bulan Januari
- X2 = Penjualan Produk Es Kristal Bulan Februari
- X3 = Penjualan Produk Es Kristal Bulan Maret
- X4 = Penjualan Produk Es Kristal Bulan April
- X5 = Penjualan Produk Es Kristal Bulan Mei
- X6 = Penjualan Produk Es Kristal Bulan Juni
- X7 = Penjualan Produk Es Kristal Bulan Juli
- X8 = Penjualan Produk Es Kristal Bulan Agustus
- X9 = Penjualan Produk Es Kristal Bulan September
- X10 = Penjualan Produk Es Kristal Bulan Oktober
- X11 = Penjualan Produk Es Kristal Bulan November

b. Penetapan Keluaran (*Output*)

Adapun penetapan data keluaran adalah data prediksi penjualan produk es kristal. Adapun variabel keluaran JST yakni Y sebagai prediksi penjualan produk es kristal. Hasil yang diinginkan pada tahap ini adalah terdeteksinya suatu nilai untuk penentuan pola arsitektur terbaik dari serangkaian penentuan pola yang dilakukan. Kategorisasi pola terbaik untuk memprediksi penjualan produk es kristal adalah dengan menentukan tingkat *Error minimum* dari target penjualan produk es kristal. Untuk penelitian ini *Error minimum* yang terbaik berkisar di antara **0,03 – 0,001**.

c. Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan adalah mengubah data penjualan produk es kristal periode 2020-2021 dengan cara mentransformasi data tersebut ke rentang 0-1 dengan rumus :

$$x^1 = \frac{0.8(x-a)}{b-a} + 0.1$$

Di mana :

- x^1 = Hasil konversi data
- X = Nilai yang akan dikonversi
- A = Nilai minimum dari suatu data
- B = Nilai maksimum dari suatu data

Sebelum data ditransformasikan, data *input* dibagi menjadi 2 bagian, yakni data pelatihan (periode 2020) dan data pengujian (periode 2021) sehingga diperoleh data yang terlihat pada tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Penjualan Produk Es Kristal periode 2020 (Dalam Juta) sebagai data pelatihan

No	Bulan	Penjualan
1	Januari	Rp. 190.647.000
2	Februari	Rp. 154.029.000
3	Maret	Rp. 155.866.000
4	April	Rp. 76.589.000
5	Mei	Rp. 98.271.000
6	Juni	Rp. 106.511.000
7	Juli	Rp. 107.257.000
8	Agustus	Rp. 137.979.000
9	September	Rp. 167.760.000
10	Oktober	Rp. 124.249.000
11	November	Rp. 116.145.000
12	Desember	Rp. 133.272.000

Berdasarkan Tabel 1, data akan dinormalisasikan dengan rumus (1) dan membuat pola rotasi dengan *input*=11 dan *Output*=1 seperti yang ditunjukkan pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Normalisasi Penjualan Produk Es Kristal periode 2020 (Dalam Juta) sebagai data pelatihan

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
Pola1	0,9000	0,6440	0,6569	0,1000	0,2523	0,3102
Pola2	0,6440	0,6569	0,1000	0,2523	0,3102	0,3154
Pola3	0,6569	0,1000	0,2523	0,3102	0,3154	0,5313
Pola4	0,1000	0,2523	0,3102	0,3154	0,5313	0,7405
Pola5	0,2523	0,3102	0,3154	0,5313	0,7405	0,4348
Pola6	0,3102	0,3154	0,5313	0,7405	0,4348	0,3779
Pola7	0,3154	0,5313	0,7405	0,4348	0,3779	0,4382
Pola8	0,5313	0,7405	0,4348	0,3779	0,4382	0,9000
Pola9	0,7405	0,4348	0,3779	0,4382	0,9000	0,6440
Pola10	0,4348	0,3779	0,4382	0,9000	0,6440	0,6569
Pola11	0,3779	0,4382	0,9000	0,6440	0,6569	0,1000
Pola12	0,4382	0,9000	0,6440	0,6569	0,1000	0,2523

	X7	X8	X9	X10	X11	Target
Pola1	0,3154	0,5313	0,7405	0,4348	0,3779	0,4382
Pola2	0,5313	0,7405	0,4348	0,3779	0,4382	0,9000
Pola3	0,7405	0,4348	0,3779	0,4382	0,9000	0,6440
Pola4	0,4348	0,3779	0,4382	0,9000	0,6440	0,6569
Pola5	0,3779	0,4382	0,9000	0,6440	0,6569	0,1000
Pola6	0,4382	0,9000	0,6440	0,6569	0,1000	0,2523
Pola7	0,9000	0,6440	0,6569	0,1000	0,2523	0,3102
Pola8	0,6440	0,6569	0,1000	0,2523	0,3102	0,3154
Pola9	0,6569	0,1000	0,2523	0,3102	0,3154	0,5313
Pola10	0,1000	0,2523	0,3102	0,3154	0,5313	0,7405
Pola11	0,2523	0,3102	0,3154	0,5313	0,7405	0,4348
Pola12	0,3102	0,3154	0,5313	0,7405	0,4348	0,3779

Tabel 3. Penjualan Produk Es Kristal periode 2021 (Dalam Juta) sebagai data pengujian

No	Bulan	Penjualan
1	Januari	Rp. 127.605.000
2	Februari	Rp. 136.889.000

No	Bulan	Penjualan
3	Maret	Rp. 144.220.000
4	April	Rp. 141.537.000
5	Mei	Rp. 156.563.000
6	Juni	Rp. 137.604.000
7	Juli	Rp. 128.400.000
8	Agustus	Rp. 89.470.000
9	September	Rp. 96.291.000
10	Oktober	Rp. 146.016.000
11	November	Rp. 129.805.000
12	Desember	Rp. 157.030.000

Berdasarkan Tabel 3, data akan dinormalisasikan dengan rumus (1) dan membuat pola rotasi dengan $input=11$ dan $Output=1$ seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4 berikut :

Tabel 4. Normalisasi Penjualan Produk Es Kristal periode 2020 (Dalam Juta) sebagai data pelatihan

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
Pola13	0,5516	0,6615	0,7483	0,7165	0,8945	0,6700
Pola14	0,6615	0,7483	0,7165	0,8945	0,6700	0,5610
Pola15	0,7483	0,7165	0,8945	0,6700	0,5610	0,1000
Pola16	0,7165	0,8945	0,6700	0,5610	0,1000	0,1808
Pola17	0,8945	0,6700	0,5610	0,1000	0,1808	0,7696
Pola18	0,6700	0,5610	0,1000	0,1808	0,7696	0,5776
Pola19	0,5610	0,1000	0,1808	0,7696	0,5776	0,9000
Pola20	0,1000	0,1808	0,7696	0,5776	0,9000	0,5516
Pola21	0,1808	0,7696	0,5776	0,9000	0,5516	0,6615
Pola22	0,7696	0,5776	0,9000	0,5516	0,6615	0,7483
Pola23	0,5776	0,9000	0,5516	0,6615	0,7483	0,7165
Pola24	0,9000	0,5516	0,6615	0,7483	0,7165	0,8945

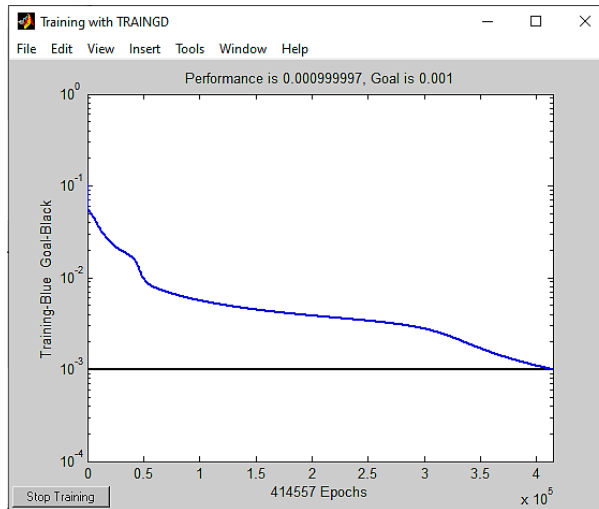
	X7	X8	X9	X10	X11	Target
Pola13	0,5610	0,1000	0,1808	0,7696	0,5776	0,9000
Pola14	0,1000	0,1808	0,7696	0,5776	0,9000	0,5516
Pola15	0,1808	0,7696	0,5776	0,9000	0,5516	0,6615
Pola16	0,7696	0,5776	0,9000	0,5516	0,6615	0,7483
Pola17	0,5776	0,9000	0,5516	0,6615	0,7483	0,7165
Pola18	0,9000	0,5516	0,6615	0,7483	0,7165	0,8945
Pola19	0,5516	0,6615	0,7483	0,7165	0,8945	0,6700
Pola20	0,6615	0,7483	0,7165	0,8945	0,6700	0,5610
Pola21	0,7483	0,7165	0,8945	0,6700	0,5610	0,1000
Pola22	0,7165	0,8945	0,6700	0,5610	0,1000	0,1808
Pola23	0,8945	0,6700	0,5610	0,1000	0,1808	0,7696
Pola24	0,6700	0,5610	0,1000	0,1808	0,7696	0,5776

Berdasarkan Tabel 2 dan 4, normalisasi data penjualan produk es kristal terdiri dari 24 pola yang dirotasikan. Pola ini dibagi menjadi 2 bagian. Data pelatihan (*training*) terdiri dari pola 1 sampai pola 12. Data pengujian (*testing*) terdiri dari pola 13 sampai pola 24. Model arsitektur yang digunakan adalah 11-2-1; 11-25-1; 11-50-1; 11-50-75-1; 11-100-1 dengan menggunakan *tools matlab* dengan parameter sebagai berikut :

```
>> net=newff(minmax(P),[Hidden,Target],{'logsig','pureline'},'traingd');
>> net.IW{1,1};
>> net.b{1};
>> net.LW{2,1};
>> net.b{2};
>> net.trainparam.epochs=10000;
>> net.trainparam.LR=0.01;
>> net.trainParam.goal=0,001;
>> net.trainparam.show=1000
```

3.3 Arsitektur Pelatihan dan Pengujian Model 11-2-1

Berikut ini hasil pelatihan arsitektur 11-2-1 dengan *tools matlab* bahwa *Epoch training* = 414557 dan *Mean Square Error* (MSE) sebesar 0,0009997950.



Gambar 3. Hasil Epoch Training dengan Arsitektur 11-2-1

Berikut ini hasil data pelatihan dan pengujian untuk arsitektur 11-2-1 seperti pada tabel 3 dan 4 berikut.

Tabel 3. Pelatihan Arsitektur 11-2-1

No	Real	Target	ANN 11-2-1		
			Output	Error	SSE
1	Pola 1	0,4982	0,4954	0,0028	0,0000078400
2	Pola 2	0,9000	0,8753	0,0247	0,0006100900
3	Pola 3	0,6440	0,7315	-0,0875	0,0076562500
4	Pola 4	0,6569	0,6293	0,0276	0,0007617600
5	Pola 5	0,1000	0,1172	-0,0172	0,0002958400
6	Pola 6	0,2523	0,2515	0,0008	0,0000006400
7	Pola 7	0,3102	0,3109	-0,0007	0,0000004900
8	Pola 8	0,3154	0,3203	-0,0049	0,0000240100
9	Pola 9	0,5313	0,5310	0,0003	0,0000000900
10	Pola 10	0,7405	0,6892	0,0513	0,0026316900
11	Pola 11	0,4348	0,4358	-0,0010	0,0000010000
12	Pola 12	0,3779	0,3807	-0,0028	0,0000078400
Total					0,0119975400
MSE					0,0009997950

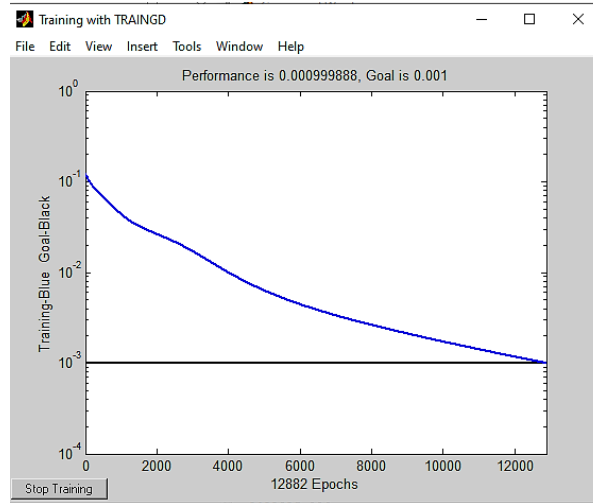
Tabel 4. Pengujian Arsitektur 11-2-1

No	Real	Target	ANN 11-2-1			Hasil
			Output	Error	SSE	
1	Pola 13	0,9000	0,8878	0,0122	0,0001488400	Benar
2	Pola 14	0,5516	0,5581	-0,0065	0,0000422500	Benar
3	Pola 15	0,6615	0,6437	0,0178	0,0003168400	Benar
4	Pola 16	0,7483	0,7557	-0,0074	0,0000547600	Benar
5	Pola 17	0,7165	0,6665	0,0500	0,0025000000	Salah
6	Pola 18	0,8945	0,9038	-0,0093	0,0000864900	Benar
7	Pola 19	0,6700	0,6403	0,0297	0,0008820900	Salah
8	Pola 20	0,5610	0,5620	-0,0010	0,0000010000	Benar
9	Pola 21	0,1000	0,1005	-0,0005	0,0000002500	Benar
10	Pola 22	0,1808	0,1880	-0,0072	0,0000518400	Benar
11	Pola 23	0,7696	0,7622	0,0074	0,0000547600	Benar
12	Pola 24	0,5776	0,6663	-0,0887	0,0078676900	Salah
Total					0,0120068100	75
MSE					0,0010005675	

Berdasarkan Tabel 4, tingkat akurasi kebenaran yang didapat sebesar 75%.

3.4 Arsitektur Pelatihan dan Pengujian Model 11-25-1

Berikut ini hasil pelatihan arsitektur 11-25-1 dengan tools matlab bahwa Epoch training = 12882 dan Mean Square Error (MSE) sebesar 0,0010003025.



Gambar 4. Hasil Epoch Training dengan Arsitektur 11-25-1

Berikut ini hasil data pelatihan dan pengujian untuk arsitektur 11-25-1 seperti pada tabel 5 dan 6 berikut.

Tabel 5. Pelatihan Arsitektur 11-25-1

No	Real	Target	ANN 11-25-1		
			Output	Error	SSE
1	Pola 1	0,4982	0,4918	0,0064	0,0000409600
2	Pola 2	0,9000	0,8477	0,0523	0,0027352900
3	Pola 3	0,6440	0,6676	-0,0236	0,0005569600
4	Pola 4	0,6569	0,6150	0,0419	0,0017556100
5	Pola 5	0,1000	0,1700	-0,0700	0,0049000000
6	Pola 6	0,2523	0,2415	0,0108	0,0001166400
7	Pola 7	0,3102	0,3059	0,0043	0,0000184900
8	Pola 8	0,3154	0,3445	-0,0291	0,0008468100
9	Pola 9	0,5313	0,5282	0,0031	0,0000096100
10	Pola 10	0,7405	0,7131	0,0274	0,0007507600
11	Pola 11	0,4348	0,4443	-0,0095	0,0000902500
12	Pola 12	0,3779	0,3914	-0,0135	0,0001822500
Total					0,0120036300
MSE					0,0010003025

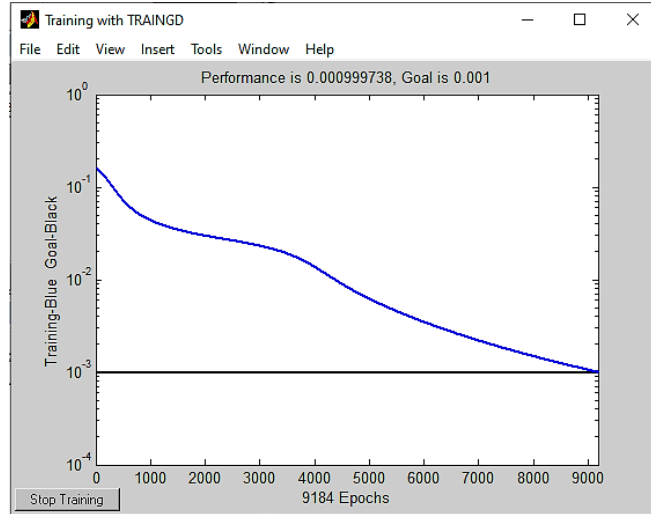
Tabel 6. Pengujian Arsitektur 11-25-1

No	Real	Target	ANN 11-25-1			Hasil
			Output	Error	SSE	
1	Pola 13	0,9000	0,8645	0,0355	0,0012602500	Salah
2	Pola 14	0,5516	0,5577	-0,0061	0,0000372100	Benar
3	Pola 15	0,6615	0,6452	0,0163	0,0002656900	Benar
4	Pola 16	0,7483	0,8028	-0,0545	0,0029702500	Salah
5	Pola 17	0,7165	0,6823	0,0342	0,0011696400	Salah
6	Pola 18	0,8945	0,8976	-0,0031	0,0000096100	Benar
7	Pola 19	0,6700	0,6527	0,0173	0,0002992900	Benar
8	Pola 20	0,5610	0,5770	-0,0160	0,0002560000	Benar
9	Pola 21	0,1000	0,1027	-0,0027	0,0000072900	Benar
10	Pola 22	0,1808	0,2171	-0,0363	0,0013176900	Salah
11	Pola 23	0,7696	0,7171	0,0525	0,0027562500	Salah
12	Pola 24	0,5776	0,6182	-0,0406	0,0016483600	Salah
Total					0,0119975300	50
MSE					0,0009997942	

Berdasarkan Tabel 6, tingkat akurasi kebenaran yang didapat sebesar 50%.

3.5 Arsitektur Pelatihan dan Pengujian Model 11-50-1

Berikut ini hasil pelatihan arsitektur 11-50-1 dengan *tools matlab* bahwa *Epoch training* = 9184 dan *Mean Square Error* (MSE) sebesar 0,0009993517.



Gambar 5. Hasil Epoch Training dengan Arsitektur 11-50-1

Berikut ini hasil data pelatihan dan pengujian untuk arsitektur 11-50-1 seperti pada tabel 7 dan 8 berikut.

Tabel 7. Pelatihan Arsitektur 11-50-1

No	Real	Target	ANN 11-50-1		
			Output	Error	SSE
1	Pola 1	0,4982	0,4980	0,0002	0,0000000400
2	Pola 2	0,9000	0,8430	0,0570	0,0032490000
3	Pola 3	0,6440	0,6605	-0,0165	0,0002722500
4	Pola 4	0,6569	0,6236	0,0333	0,0011088900
5	Pola 5	0,1000	0,1734	-0,0734	0,0053875600
6	Pola 6	0,2523	0,2519	0,0004	0,0000001600
7	Pola 7	0,3102	0,2897	0,0205	0,0004202500
8	Pola 8	0,3154	0,3473	-0,0319	0,0010176100
9	Pola 9	0,5313	0,5149	0,0164	0,0002689600
10	Pola 10	0,7405	0,7370	0,0035	0,0000122500
11	Pola 11	0,4348	0,4261	0,0087	0,0000756900
12	Pola 12	0,3779	0,3913	-0,0134	0,0001795600
Total					0,0119922200
MSE					0,0009993517

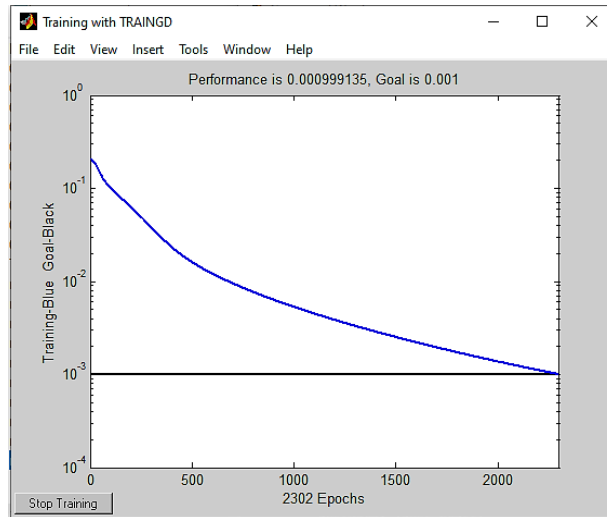
Tabel 8. Pengujian Arsitektur 11-50-1

No	Real	Target	ANN 11-50-1			Hasil
			Output	Error	SSE	
1	Pola 13	0,9000	0,8351	0,0649	0,0042120100	Salah
2	Pola 14	0,5516	0,5596	-0,0080	0,0000640000	Benar
3	Pola 15	0,6615	0,6736	-0,0121	0,0001464100	Benar
4	Pola 16	0,7483	0,6982	0,0501	0,0025100100	Salah
5	Pola 17	0,7165	0,7478	-0,0313	0,0009796900	Salah
6	Pola 18	0,8945	0,8840	0,0105	0,0001102500	Benar
7	Pola 19	0,6700	0,6469	0,0231	0,0005336100	Benar
8	Pola 20	0,5610	0,5801	-0,0191	0,0003648100	Benar
9	Pola 21	0,1000	0,1481	-0,0481	0,0023136100	Salah
10	Pola 22	0,1808	0,1703	0,0105	0,0001102500	Benar
11	Pola 23	0,7696	0,7633	0,0063	0,0000396900	Benar
12	Pola 24	0,5776	0,6024	-0,0248	0,0006150400	Benar
Total					0,0119993800	67
MSE					0,0009999483	

Berdasarkan Tabel 8, tingkat akurasi kebenaran yang didapat sebesar 67%.

3.6 Arsitektur Pelatihan dan Pengujian Model 11-50-75-1

Berikut ini hasil pelatihan arsitektur 11-50-75-1 dengan tools matlab bahwa Epoch training = 2302 dan Mean Square Error (MSE) sebesar 0,0009979075.



Gambar 6. Hasil Epoch Training dengan Arsitektur 11-50-75-1

Berikut ini hasil data pelatihan dan pengujian untuk arsitektur 11-50-75-1 seperti pada tabel 9 dan 10 berikut.

Tabel 9. Pelatihan Arsitektur 11-50-75-1

No	Real	Target	ANN 11-50-75-1		
			Output	Error	SSE
1	Pola 1	0,4982	0,5052	-0,0070	0,0000490000
2	Pola 2	0,9000	0,8310	0,0690	0,0047610000
3	Pola 3	0,6440	0,6726	-0,0286	0,0008179600
4	Pola 4	0,6569	0,6346	0,0223	0,0004972900
5	Pola 5	0,1000	0,1659	-0,0659	0,0043428100
6	Pola 6	0,2523	0,2515	0,0008	0,0000006400
7	Pola 7	0,3102	0,2922	0,0180	0,0003240000
8	Pola 8	0,3154	0,3356	-0,0202	0,0004080400
9	Pola 9	0,5313	0,5312	0,0001	0,0000000100
10	Pola 10	0,7405	0,7134	0,0271	0,0007344100
11	Pola 11	0,4348	0,4350	-0,0002	0,0000000400
12	Pola 12	0,3779	0,3842	-0,0063	0,0000396900
Total					0,0119748900
MSE					0,0009979075

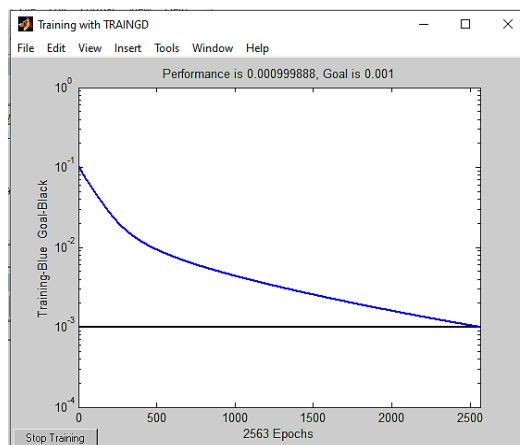
Tabel 10. Pengujian Arsitektur 11-50-75-1

No	Real	Target	ANN 11-50-75-1			Hasil
			Output	Error	SSE	
1	Pola 13	0,9000	0,8779	0,0221	0,0004884100	Benar
2	Pola 14	0,5516	0,5649	-0,0133	0,0001768900	Benar
3	Pola 15	0,6615	0,6650	-0,0035	0,0000122500	Benar
4	Pola 16	0,7483	0,7088	0,0395	0,0015602500	Salah
5	Pola 17	0,7165	0,7552	-0,0387	0,0014976900	Salah
6	Pola 18	0,8945	0,9317	-0,0372	0,0013838400	Salah
7	Pola 19	0,6700	0,6631	0,0069	0,0000476100	Benar
8	Pola 20	0,5610	0,5224	0,0386	0,0014899600	Salah
9	Pola 21	0,1000	0,1665	-0,0665	0,0044222500	Salah
10	Pola 22	0,1808	0,2051	-0,0243	0,0005904900	Benar
11	Pola 23	0,7696	0,7547	0,0149	0,0002220100	Benar
12	Pola 24	0,5776	0,5676	0,0100	0,0001000000	Benar
Total					0,0119916500	58
MSE					0,0009993042	

Berdasarkan Tabel 10, tingkat akurasi kebenaran yang didapat sebesar 58%.

3.7 Arsitektur Pelatihan dan Pengujian Model 11-100-1

Berikut ini hasil pelatihan arsitektur 11-100-1 dengan tools matlab bahwa Epoch training = 2563 dan Mean Square Error (MSE) sebesar 0,0009997783.



Gambar 7. Hasil Epoch Training dengan Arsitektur 11-100-1

Berikut ini hasil data pelatihan dan pengujian untuk arsitektur 11-100-1 seperti pada tabel 11 dan 12 berikut.

Tabel 11. Pelatihan Arsitektur 11-100-1

No	Real	Target	ANN 11-100-1		
			Output	Error	SSE
1	Pola 1	0,4982	0,5005	-0,0023	0,0000052900
2	Pola 2	0,9000	0,8401	0,0599	0,0035880100
3	Pola 3	0,6440	0,6700	-0,0260	0,0006760000
4	Pola 4	0,6569	0,6185	0,0384	0,0014745600
5	Pola 5	0,1000	0,1675	-0,0675	0,0045562500
6	Pola 6	0,2523	0,2582	-0,0059	0,0000348100
7	Pola 7	0,3102	0,2950	0,0152	0,0002310400
8	Pola 8	0,3154	0,3431	-0,0277	0,0007672900
9	Pola 9	0,5313	0,5291	0,0022	0,0000048400
10	Pola 10	0,7405	0,7206	0,0199	0,0003960100
11	Pola 11	0,4348	0,4266	0,0082	0,0000672400
12	Pola 12	0,3779	0,3919	-0,0140	0,0001960000
Total					0,0119973400
MSE					0,0009997783

Tabel 12. Pengujian Arsitektur 11-100-1

No	Real	Target	ANN 11-100-1			Hasil
			Output	Error	SSE	
1	Pola 13	0,9000	0,8323	0,0677	0,0045832900	Salah
2	Pola 14	0,5516	0,5818	-0,0302	0,0009120400	Salah
3	Pola 15	0,6615	0,6566	0,0049	0,0000240100	Benar
4	Pola 16	0,7483	0,7253	0,0230	0,0005290000	Benar
5	Pola 17	0,7165	0,7314	-0,0149	0,0002220100	Benar
6	Pola 18	0,8945	0,9384	-0,0439	0,0019272100	Salah
7	Pola 19	0,6700	0,6386	0,0314	0,0009859600	Salah
8	Pola 20	0,5610	0,5684	-0,0074	0,0000547600	Benar
9	Pola 21	0,1000	0,1376	-0,0376	0,0014137600	Salah
10	Pola 22	0,1808	0,2062	-0,0254	0,0006451600	Benar
11	Pola 23	0,7696	0,7471	0,0225	0,0005062500	Benar
12	Pola 24	0,5776	0,5911	-0,0135	0,0001822500	Benar
Total					0,0119857000	58
MSE					0,0009988083	

Berdasarkan Tabel 12, tingkat akurasi kebenaran yang didapat sebesar 58%.

3.8 Pemilihan Model Arsitektur Terbaik

Berdasarkan hasil pelatihan dan pengujian dengan menggunakan 5 model arsitektur pada algoritma *backpropagation* yakni : 11-2-1; 11-25-1; 11-50-1; 11-50-75-1; 11-100-1, diperoleh model arsitektur 11-2-1 adalah yang terbaik dengan hasil akurasi prediksi 75%. Berikut ini hasil lengkap dari 4 model yang digunakan seperti yang ditunjukkan pada tabel 13.

Tabel 13. Hasil Model Arsitektur

	11-2-1	11-25-1	11-50-1	11-50-75-1	11-100-1
MSE	0,0009997950	0,0010003025	0,0009993517	0,0009979075	0,0009997783
Epoch	414557	12882	9184	2302	2563
Akurasi	75%	50%	67%	58%	58%

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, kesimpulan yang dapat diambil bahwa jaringan yang digunakan terdiri dari 3layer yaitu *input layer*, *hidden layer*, dan *Output layer*. Menambahkan banyak *hidden layer* pada saat pelatihan dan pengujian, tidak menentukan hasil yang maksimal. Setelah dilakukan percobaan dalam proses pelatihan dan pengujian sistem dengan menggunakan *software Matlab 6.1*, Model arsitektur 11-2-1 adalah yang terbaik hasil dengan *Epoch training* = 414557 dan *Mean Square Error* (MSE) sebesar 0,0009997950. Dengan model arsitektur 11-2-1, Prediksi total penjualan menunjukkan akurasi 75%.

REFERENCES

- [1] Y. D. Safrida and T. Thaharah, "Identifikasi Bakteri Escherichia Coli Pada Es Kristal Di Rumah Makan Kecamatan Baiturrahman - Banda Aceh," *J. Serambi Eng.*, vol. 5, no. 3, pp. 1137–1145, 2020.
- [2] H. Danjaya, H. Okprana, and B. E. Danamik, "Implementasi Jaringan Saraf Tiruan Dalam Prediksi Penjualan Kue pada," vol. 2, no. 5, pp. 225–233, 2022.
- [3] A. Dzulfikar, N. Ramsari, S. Sutjiningtyas, and P. Per, "IMPLEMENTASI PERAMALAN PENJUALAN PRODUK DI PT . PRIMA PER TRADEA UTAMA MENGGUNAKAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK," vol. XI, no. 2, 2021.
- [4] K. F. Irnanda, A. P. Windarto, and I. S. Damanik, "Optimasi Particle Swarm Optimization Pada Peningkatan Prediksi dengan Metode Backpropagation Menggunakan Software RapidMiner," *J. Ris. Komput.*, vol. 9, no. 1, pp. 122–130, 2022.
- [5] Agus Perdana Windarto, "Implementasi Jst Dalam Menentukan Kelayakan Nasabah Pinjaman Kur Pada Bank Mandiri Mikro Serbelawan Dengan Metode Backpropogation," *J-SAKTI (Jurnal Sains Komput. dan Inform.)*, vol. 1, no. 1, pp. 12–23, 2017.
- [6] H. U. Sari, A. P. Windarto, and I. S. Damanik, "Analisis Jaringan Saraf Tiruan dengan Backpropagation pada korelasi Matakuliah Pratikum Terhadap Tugas Akhir," vol. 9, no. 1, pp. 115–121, 2022.
- [7] N. Norhikmah and R. Rumini, "Klasifikasi Peminjaman Buku Menggunakan Neural Network Backpropagation," *Sistemasi*, vol. 9, no. 1, p. 1, 2020.
- [8] S. H. Putri, Y. Yuhandri, and G. W. Nurcahyo, "Prediksi Pencapaian Target Peserta Keluarga Berencana Pasca Persalinan menggunakan Algoritma Backpropagation," *J. Sistim Inf. dan Teknol.*, vol. 3, pp. 176–182, 2021.
- [9] D. A. Putri, B. Hananto, S. Afrizal, and A. B. Pangaribuan, "Prediksi Program Studi Berdasarkan Nilai Siswa Dengan Algoritma Backpropagation (Studi Kasus Sman 6 Depok Jurusan Ips)," *Inform. J. Ilmu Komput.*, vol. 15, no. 2, p. 69, 2020.
- [10] M. D. Wuryandari and I. Afrianto, "Perbandingan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Dan Learning Vector Quantization Pada Pengenalan Wajah," *Komputa*, vol. 1, no. 1, pp. 45–51, 2012.
- [11] R. M. Firzatullah, "Menggunakan Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Uang Kuliah Tunggal Universitas XYZ Menggunakan Algoritma Backpropagation," 2021.
- [12] A. P. Windarto, M. R. Lubis, and S. Solikhun, "Implementasi JST pada Prediksi Total Laba Rugi Komprehensif Bank Umum dan Konvensional dengan Backpropagation," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 4, p. 411, 2018.
- [13] F. Jefansa, "Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan dalam Meramalkan Produksi Kopi Berdasarkan Provinsi," vol. 7, no. 1, pp. 1–7, 2022.
- [14] N. P. Sakinah, I. Cholissodin, and A. W. Widodo, "Prediksi Jumlah Permintaan Koran Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 7, pp. 2612–2618, 2018.
- [15] S. Alfariis, "Sistem Prediksi Penjualan Gamis Toko QITAZ Menggunakan Metode Single Exponential Smoothing," *JABE (Journal Appl. Bus. Econ.)*, vol. 4, no. 1, p. 80, 2017.