

Analisis Model Backpropagation Dalam Meramalkan Tingkat Penjualan Saldo “Link Aja”

Dwi Findi Auliasari*, Gita Febrianti, Agus Perdana Windarto, Dedy Hartama

STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia

Email: ¹*dwifindi097@gmail.com, ²gfebrianti76@gmail.com, ³agus.perdana@amiktunasbangsa.ac.id, ⁴dedyhartama@amiktunasbangsa.ac.id

Abstrak—Analisis pada sebuah prediksi sangat penting dilakukan pada sebuah penelitian, agar penelitian menjadi lebih tepat dan terarah. Seperti halnya dalam memperdiksi tingkat penjualan saldo Link Aja. Penelitian ini di harapkan dapat bermanfaat bagi sebuah Instansi sebagai salah satu bahan kajian dalam pengembangan bisnis. Sebuah system untuk memprediksi tingkat penjualan Saldo Link Aja di PT.Wahana Putra Yudha. Jaringan Saraf Tiruan adalah metode yang mampu melakukan proses matematis untuk memprediksi tingkat penjualan Saldo Link Aja di PT.Wahana Putra Yudha. Dengan menggunakan metode backpropagation, dilakukan proses pengolahan data terdahulu yang akan dijadikan menjadi input untuk memprediksi tingkat penjualan Saldo Link Aja. Data-data itu diambil dari Bulan Januari tahun 2021 hingga April tahun 2022. Bulan Januari 2021 hingga bulan Agustus 2021 dijadikan data pelatihan, sementara bulan September tahun 2021 hingga bulan April tahun 2022 dijadikan data pengujian. Model arsitektur pelatihan yang digunakan untuk meramalkan tingkat penjualan Saldo Link Aja yakni : 4-2-1; 4-25-1; 4-50,1; 4-75-1; dan 4-100-1. Arsitektur terbaik yaitu 4-50-1 diperoleh hasil persentase 75% pada setiap pengujian.

Kata Kunci: Jaringan Saraf Tiruan; Prediksi; Penjualan Saldo Link Aja; Backpropagation

Abstract—Analysis of a prediction (forecasting) is very important in a study, so that research becomes more precise and directed (Wanto and Windarto, 2017). As is the case in predicting the level of Link Aja's balance sales. This research is expected to be useful for an agency as one of the study materials in business development. A system to predict the level of sales of Link Aja balance at PT. Wahana Putra Yudha. Artificial Neural Network is a method that is able to perform a mathematical process to predict the level of sales of Link Aja Balance at PT. Wahana Putra Yudha. By using the backpropagation method, the previous data processing process is carried out which will be used as input to predict the sales level of Link Aja Balance. The data were taken from January 2021 to April 2022. January 2021 to August 2021 were used as training data, while September 2021 to April 2022 were used as test data. The training architecture model used to predict the sales level of Link Aja's Balance is: 4-2-1; 4-25-1; 4-50.1; 4-75-1; and 4-100-1. The best architecture is 4-50-1, the percentage result is 75% in each test.

Keywords: Artificial Neural Network; Prediction; Link Only Balance Sales; Backpropagation

1. PENDAHULUAN

Link Aja merupakan sebuah layanan uang elektronik yang berbasis aplikasi untuk melakukan berbagai transaksi nontunai dengan mudah dan praktis. Layanan yang satu ini dapat kamu gunakan sebagaimana layaknya layanan keuangan berbasis digital lainnya, yang membuat berbagai transaksi keuangan bisa dilakukan dengan mudah dan cepat. LinkAja merupakan penyedia jasa pembayaran berbasis server yang merupakan produk andalan dari PT. Fintek Karya Nusantara (Finarya) dan telah terdaftar di Bank Indonesia. Sejak 21 Februari 2019, Finarya secara resmi telah mendapat lisensi/izin dari Bank Indonesia sebagai Perusahaan Penerbit Uang Elektronik dan Penyelenggara Layanan Keuangan Digital Badan Hukum. Finarya juga telah menerapkan Sistem Manajemen Keamanan Informasi. Finarya merupakan anak usaha dari 10 Badan Usaha Milik Negara (BUMN). Sebagai anak usaha BUMN, Finarya juga terbuka untuk bersinergi dengan pihak swasta yang memiliki visi dan misi serupa. Di bulan Oktober 2020, Grab Pte.Ltd. resmi menjadi pemegang saham baru Finarya. Pada Maret 2021, PT Dompot Karya Anak Bangsa resmi terdaftar sebagai pemegang saham baru Finarya.

PT.Wahana Putra Yudha merupakan salah satu perusahaan distributor Telkomsel sejak tahun 1995 dan merupakan distributor telama Telkomsel di Indonesia. PT.Wahana Putra Yudha yang berkantor pusat Jl. HM Yamin Kota Medan dan Sebagai Authorize Gerai Telkomsel yang tersebar di Kota Medan maupun Kabupaten. Wilayah Operasional kami berada di cluster Pematang Siantar dan cluster Ujung Batu. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi tingkat penjualan Saldo Link Aja di PT.Wahana Putra Yudha. dengan menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation selanjutnya penelitian ini diharapkan bisa menjadi alternatif untuk memprediksi tingkat penjualan Saldo Link Aja. Pengumpulan data, memisahkan data untuk pelatihan dan pengujian, menentukan struktur jaringan, memilih algoritma pembelajaran, menginisialisasi parameter jaringan, menginput data pelatihan, pelatihan (mengubah/memperbaharui bobot), pengujian, dan implementasi jaringan saraf tiruan [1]. Jaringan Saraf tiruan merupakan salah satu system pengolahan data informasi yang terinspirasi dari cara kerja otak manusia dalam menyelesaikan suatu masalah dengan melakukan proses belajar melalui perubahan bobot keadaan. Jaringan saraf tiruan terinspirasi oleh otak manusia di mana neuron saling interkoneksi secara non-linier [2]. Secara sederhana Jaringan Saraf Tiruan adalah sebuah alat pemodelan data statistik non-linier yang dapat digunakan untuk memodelkan hubungan yang kompleks antara input dan output untuk menemukan pola-pola pada data [3].

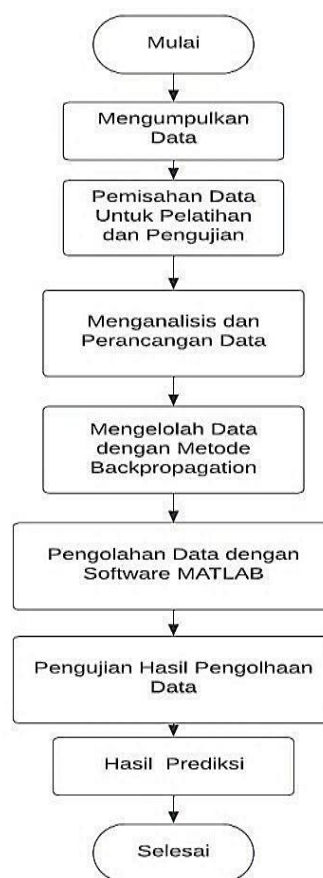
Jaringan Saraf tiruan mampu melakukan kegiatan melalui basis data dari masa lalu. Pada penelitian ini, penulis mengaplikasikan metode Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation. Backpropagation umumnya diterapkan pada perceptron berlapis banyak (multilayer perceptrons) [4]. Data tersebut akan dipelajari oleh system jaringan Saraf tiruan sehingga mempunyai kemampuan untuk memberikan keputusan berdasarkan data dari masa lalu untuk data yang belum pernah dipelajari. Jaringan saraf tiruan merupakan salah satu metode soft computing yang banyak

digunakan dan diterapkan di berbagai disiplin ilmu, termasuk analisis data runtun waktu [5]. Keandalan ramalan atau prediksi Jaringan Saraf Tiruan merupakan alat bantu yang sangat penting untuk perencanaan jangka panjang yang efektif khususnya dalam bidang ekonomi yang mempunyai peranan langsung pada peristiwa eksternal yang pada umumnya berada di luar kendali manajemen banyak pihak. Aktivitas manajemen menggunakan prediksi supply dan demand yang menyangkut produksi, pemasaran, dan perencanaan pemenuhan kebutuhan bahan dan produksi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

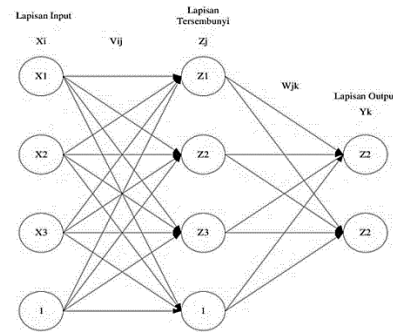
Flowchart dapat dipahami sebagai langkah-langkah pemecahan masalah yang ditulis dalam simbol-simbol tertentu. Dan flowchart ini akan merepresentasikan alur dalam program secara logika [6] Tipe penelitian menggunakan Jaringan Saraf Tiruan dengan menggunakan metode Backpropagation untuk memprediksi tingkat penjualan Saldo Link Aja di PT.Wahana Putra Yudha. Berikut merupakan flowchart dari proses pengumpulan data pada metode backpropagation.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

2.1 Backpropagation

Backpropagation merupakan metode penelitian yang menggunakan *multilayer perceptron* untuk menyelesaikan masalah yang rumit dengan metode pelatihan yang menggunakan *input* dan *output* yang akan dihitung. Terdapat beberapa penelitian yang membahas mengenai peramalan menggunakan metode Backpropagation[7]. Pada metode backpropagation terdiri dari alur maju (forward propagation) dan alur mundur (backward propagation)[8]. Backpropagation merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi dan biasanya digunakan oleh perceptron dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang berhubungan dengan neuron-neuron yang ada pada lapisan tersembunyinya [9]. Backpropagation juga salah satu metode pembelajaran terawasi (Supervise learning method) dalam jaringan Saraf tiruan [10]. Tahap berikutnya yaitu merancang arsitektur JST backpropagation. Dalam hal ini, berupa jaringan multi-layer (banyak lapisan) yang terdiri atas 3 lapisan utama, yaitu input-layer, hidden-layer, dan outputlayer [11].



Gambar 2. Lapisan Neural Network

Pada metode ini, jaringan data tidak memiliki koneksi khusus dalam melakukan perhitungan dari satu *layer* ke *layer* lainnya. *Backpropagation* memiliki lapisan *input* yang akan menerima pola tersebut dan melakukan komputasi berdasarkan data awal yang diperoleh. Jika *output* yang dikeluarkan tidak diinginkan maka jaringan akan melakukan penyesuaian terhadap data yang ada. Proses ini akan terus berulang sampai *output* yang dikeluarkan dari jaringan dan *target* diharapkan hampir selesai.

Pada proses *backpropagation* terdapat 2 langkah, yaitu proses propagasi nilai aktivasi atau *input* dan penyesuaian dengan nilai *output* yang diharapkan. Proses tersebut adalah proses perubahan nilai bobot koneksi antar neuron yang menghubungkan *input layer* dan *layer hidden* maupun dengan *layer output*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan adalah mengubah data jumlah Penjualan Saldo Link Aja di PT.Wahana Putra Yudha dari bulan Januari 2021 sampai April 2022 dengan cara mentransformasi data tersebut ke range 0,1 dengan rumus :

$$xi = \frac{0,8(x-a)}{b-a} + 1 \quad (1)$$

Dimana :

- xi = Hasil konversi data
- x = Nilai yang akan dikonversi
- a = Nilai minimum dari suatu data
- b = Nilai maksimum dari suatu data

Masukkan data pelatihan yang telah dinormalisasi pada command window MATLAB. Pada command window ketik instruksi : `net = newff (PR, [S1 S2... SN1], {TF1 TF2... TFN1}, BTF, BLF, PF)` untuk membangun jaringan arsitektur JST. Tentukan hidden layer, output, fungsi aktivasi dan algoritma pelatihan [12].

Sebelum memulai pembelajaran disiapkan tiga bagian data yang akan digunakan sebagai data pembelajaran (training), data pengujian (testing), dan data validasi data[13]. Sebelum data ditransformasi, data input dibagi menjadi 2 bagian, yakni data pelatihan (Januari 2021-Agustus 2021) dan data pengujian (September 2021- April 2022) sehingga diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 1. Jumlah Penjualan Saldo Link Aja dalam kurun waktu Januari 2021-April 2022

Tahun	Penjualan Link Aja Perbulan
Jan-21	1,506,469,336
Feb-21	800,765,400
Mar-21	768,871,234
Apr-21	2,321,456,783
May-21	987,600,500
Jun-21	1,245,672,100
Jul-21	605,871,234
Aug-21	949,064,992
Sep-21	892,163,148
Oct-21	835,261,304
Nov-21	778,359,460
Dec-21	721,457,615
Jan-22	664,555,771
Feb-22	607,653,927
Mar-22	550,752,082
Apr-22	493,850,238

Berdasarkan tabel 1 data ini akan dinormalisasi dengan rumus (1) yang akan ditunjukkan pada tabel 2 dan 3 berikut:

Tabel 2. Normalisasi Jumlah Penjualan Saldo Link
Aja sebagai data pelatihan

Data Pelatihan	
Tahun	Jumlah Penjualan Perbulan
Jan-21	1,506,469,336
Feb-21	800,765,400
Mar-21	768,871,234
Apr-21	2,321,456,783
May-21	987,600,500
Jun-21	1,245,672,100
Jul-21	605,871,234
Aug-21	949,064,992

Tabel 3. Normalisasi Jumlah Penjualan Saldo Link
Aja sebagai data pengujian

Data Pengujian	
Tahun	Jumlah Penjualan Perbulan
Sep-21	892,163,148
Oct-21	835,261,304
Nov-21	778,359,460
Dec-21	721,457,615
Jan-22	664,555,771
Feb-22	607,653,927
Mar-22	550,752,082
Apr-22	493,850,238

Tabel 4. Data Training Awal Sebelum Normalisasi

Data Pelatihan									
		X1		X2		X3		X4	Target
Pola1	Rp	1.506.469.336	Rp	800.765.400	Rp	768.871.234	Rp	2.321.456.783	Rp 987.600.500
Pola2	Rp	800.765.400	Rp	768.871.234	Rp	2.321.456.783	Rp	987.600.500	Rp 1.245.672.100
Pola3	Rp	768.871.234	Rp	2.321.456.783	Rp	987.600.500	Rp	1.245.672.100	Rp 605.871.234
Pola4	Rp	2.321.456.783	Rp	987.600.500	Rp	1.245.672.100	Rp	605.871.234	Rp 949.064.992
Pola5	Rp	987.600.500	Rp	1.245.672.100	Rp	605.871.234	Rp	949.064.992	Rp 1.506.469.336
Pola6	Rp	1.245.672.100	Rp	605.871.234	Rp	949.064.992	Rp	1.506.469.336	Rp 800.765.400
Pola7	Rp	605.871.234	Rp	949.064.992	Rp	1.506.469.336	Rp	800.765.400	Rp 768.871.234
Pola8	Rp	949.064.992	Rp	1.506.469.336	Rp	800.765.400	Rp	768.871.234	Rp 2.321.456.783

Penjelasan :

- Data Training Diambil dari tahun 2021-2022 dilakukan dengan menggunakan rotasi putar, sehingga memiliki hak yang sama untuk mencapai target;
- Nilai X1 diambil dari bulan Januari 2021 sampai Agustus 2021;
- Nilai X2 diambil dari bulan Februari 2021 dan kembali lagi pada bulan Januari;
- Begitu seterusnya hingga seluruh nilai selesai di putar;
- Nilai B diatas yang di makud adalah Nilai maksimum yang diambil dari data training tersebut sedangkan Nilai A adalah Nilai Minumum yang diambil dari data training;
- Dengan menggunakan rumus (1) diperoleh hasil normalisasi

Tabel 5. Data Training Setelah Normalisasi

Data Pelatihan					
	X1	X2	X3	X4	Target
Pola1	0,5200	0,1909	0,1760	0,9000	0,2780
Pola2	0,1909	0,1760	0,9000	0,2780	0,3983
Pola3	0,1760	0,9000	0,2780	0,3983	0,1000
Pola4	0,9000	0,2780	0,3983	0,1000	0,2600
Pola5	0,2780	0,3983	0,1000	0,2600	0,5200
Pola6	0,3983	0,1000	0,2600	0,5200	0,1909
Pola7	0,1000	0,2600	0,5200	0,1909	0,1760
Pola8	0,2600	0,5200	0,1909	0,1760	0,9000

Data Training pada tabel 5 diperoleh menggunakan rotasi putar berdasarkan Tabel 1 tahun 2021-2022. Untuk mendapatkan nilai keluaran, yang pertama harus dilakukan adalah menentukan matriks masukan dan matriks target [14].

Tabel 6. Data Pengujian Sebelum Normalisasi

Data Pengujian									
		X1		X2		X3		X4	Target
Pola9	Rp	892.163.148	Rp	835.261.304	Rp	778.359.460	Rp	721.457.615	Rp 664.555.771
Pola10	Rp	835.261.304	Rp	778.359.460	Rp	721.457.615	Rp	664.555.771	Rp 607.653.927
Pola11	Rp	778.359.460	Rp	721.457.615	Rp	664.555.771	Rp	607.653.927	Rp 550.752.082
Pola12	Rp	721.457.615	Rp	664.555.771	Rp	607.653.927	Rp	550.752.082	Rp 493.850.238
Pola13	Rp	664.555.771	Rp	607.653.927	Rp	550.752.082	Rp	493.850.238	Rp 892.163.148
Pola14	Rp	607.653.927	Rp	550.752.082	Rp	493.850.238	Rp	892.163.148	Rp 835.261.304
Pola15	Rp	550.752.082	Rp	493.850.238	Rp	892.163.148	Rp	835.261.304	Rp 778.359.460
Pola16	Rp	493.850.238	Rp	892.163.148	Rp	835.261.304	Rp	778.359.460	Rp 721.457.615

Penjelasan :

- Data diambil dari tahun 2021-2022, dataset diambil menggunakan rotasi putar, sehingga memiliki hak yang sama untuk mencapai target;
- Nilai X1 diambil dari bulan September 2021 sampai April 2022;

- c) Nilai X2 diambil dari bulan Oktober2021 dan kembali lagi pada September2021 untuk mencapai Target;
- d) Begitu juga X3 dan X4 hingga mencapai nilai selesai putar;
- e) Nilai B diatas yang di makud adalah Nilai maksimum yang diambil dari data training tersebut sedangkan Nilai A adalah Nilai Minumum yang diambil dari data training;
- f) Dengan menggunakan rumus (1) diperoleh hasil normalisasi.

Tabel 7. Data Pengujian Setelah Normalisasi

	Data Pengujian				
	X1	X2	X3	X4	Target
Pola13	0,90000	0,78571	0,67143	0,55714	0,44286
Pola14	0,78571	0,67143	0,55714	0,44286	0,32857
Pola15	0,67143	0,55714	0,44286	0,32857	0,21429
Pola16	0,55714	0,44286	0,32857	0,21429	0,10000
Pola17	0,44286	0,32857	0,21429	0,10000	0,90000
Pola18	0,32857	0,21429	0,10000	0,90000	0,78571
Pola19	0,21429	0,10000	0,90000	0,78571	0,67143
Pola20	0,10000	0,90000	0,78571	0,67143	0,55714

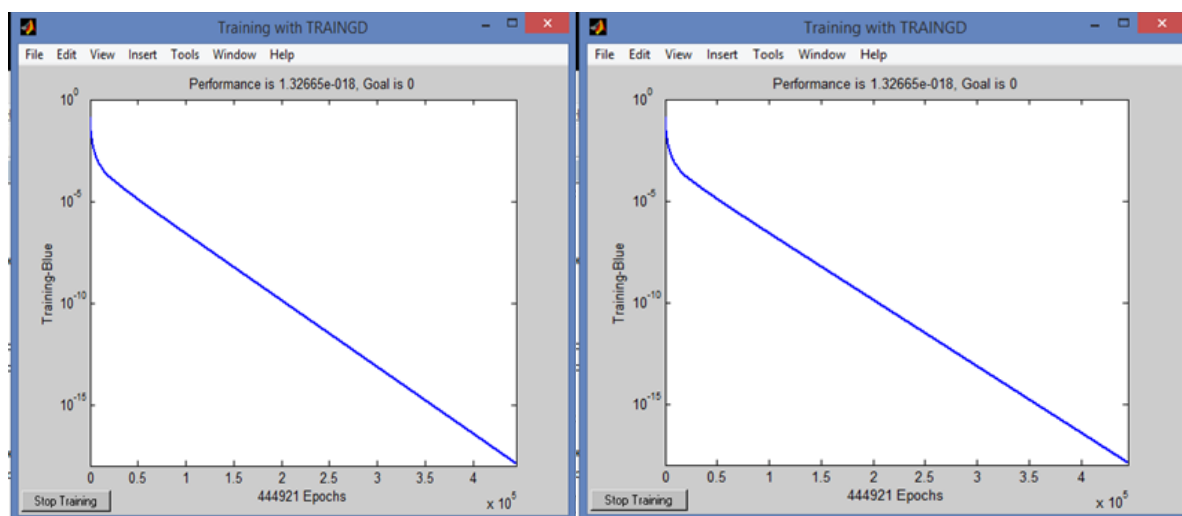
Data pengujian pada tabel 7 juga diperoleh dengan menggunakan rotasi putar berdasarkan tabel 1 dari tahun 2021-2022

3.2 Analisis

Langkah pertama yang harus dilakukan dalam memprogram *Backpropagation* adalah dengan menggunakan *Software Matlab*. Parameter – parameter yang dilakukan pada *Software Matlab* untuk Training dan Pengujian adalah dengan kode sebagai berikut :

```
>>P=[nilai]
>>T=[nilai]
>>net=newff(minmax(P),[25,1],{'tansig','logsig'},'traingd');
>>net.IW{1,1};
>>net.b{1};
>>net.LW{2,1};
>>net.b{2};
>>net.trainparam.epochs = 1000000;
>>net.trainparam.LR = 0.1;
>>net.trainParam.show = 1000;
>>net=train(net,P,T)
```

Penelitian menggunakan 5 arsitektur diantaranya adalah: 4-2-1, 4-25-1, 4-50-1, 4-75-1, 4-100-1. Dari arsitektur ini, arsitektur terbaik yaitu 4-50-1 diperoleh hasil persentase 75% pada setiap pengujian.

**Gambar 3.** Hasil Epoch Training dan Pengujian Dengan Arsitektur 4-50-1

Dari model 4-50-1 diatas dapat dijelaskan bawah *Epoch Training* dapat di peroleh *Mean Square Error* (MSE) sebesar 0,2387755661 dan *Epoch* pengujian memperoleh *Mean Square Error* (MSE) sebesar 0,6649081497.

Tabel 8. Hasil data Training pada Arsitektur 4-50-1

No	Real	Target	Data Pelatihan		
			ANN 4-50-1		
			Output	Error	SSE
1	Pola 1	0,2780	0,0024	0,2756	0,0759583111
2	Pola 2	0,3983	0,0019	0,3964	0,1571706356
3	Pola 3	0,1000	-0,0535	0,1535	0,0235622500
4	Pola 4	0,2600	-0,0079	0,2679	0,0717895620
5	Pola 5	0,5200	-0,0673	0,5873	0,3448751116
6	Pola 6	0,1909	0,0236	0,1673	0,0279831675
7	Pola 7	0,1760	-0,0140	0,1900	0,0361034329
8	Pola 8	0,9000	0,2244	0,6756	0,4564353600
			Total		1,1938778307
			MSE		0,2387755661

Tabel 9. Hasil data Pengujian pada Arsitektur 4-50-1

No	Real	Target	Data Pengujian			
			ANN 4-50-1			Hasil
			Output	Error	SSE	
1	Pola9	0,6091	0,0447	0,5644	0,3185370983	BENAR
2	Pola10	0,4021	-0,1067	0,5088	0,2588753052	BENAR
3	Pola11	0,9000	0,1515	0,7485	0,5602522500	BENAR
4	Pola12	0,7098	-0,2401	0,9499	0,9022914107	BENAR
5	Pola13	0,8441	0,1100	0,7341	0,5388381290	BENAR
6	Pola14	0,4804	0,0075	0,4729	0,2236529295	SALAH
7	Pola15	0,5811	-0,0004	0,5815	0,3381642091	BENAR
8	Pola16	0,4301	0,0012	0,4289	0,1839294169	SALAH
			Total		3,3245407487	75
			MSE		0,6649081497	

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dapat diambil setelah melakukan pelatihan dan pengujian hasil PREDIKSI PENJUALAN SALDO LINK AJA DI PT WAHANA PUTRA YUDHA dengan metode Backpropagation memberikan hasil prediksi yang akurat dari pengujian yang dilakukan. Melalui Arsitektur 4-50-1 di peroleh hasil yang lebih baik persentase 75% pada setiap pengujian. Model Arsitektur yang digunakan sangat mempengaruhi tingkat Training dan Pelatihan. Dengan melihat setiap pengujian dari 5 Arsitektur dapat diambil kesimpulan bahwa terjadi kecepatan dan hasil akurasi yang bervariasi.

REFERENCES

- [1] A. Novita, "Prediksi Pergerakan Harga Saham Pada Bank Terbesar Di Indonesia Dengan Metode Backpropagation Neural Network," *Jutisi*, vol. 05, no. 01, pp. 965–972, 2009.
- [2] Y. Andrian and P. H. Putra, "Analisis Penambahan Momentum Pada Proses Prediksi Curah Hujan Kota Medan Menggunakan Metode," *Semin. Nas. Inform.*, pp. 165–172, 2017.
- [3] S. Andriyani and N. Sihombing, "Implementasi Metode Backpropagation Untuk Prediksi Harga Jual Kelapa Sawit Berdasarkan Kualitas Buah," *Jurteks*, vol. 4, no. 2, pp. 155–164, 2018.
- [4] 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.
- [5] S. Hansun, "Peramalan Data IHSG Menggunakan Metode Backpropagation," *J. Ultim.*, vol. 5, no. 1, pp. 26–30, 2013.
- [6] N. Khesya, "Mengenal Flowchart Dan Pseudocode Dalam Algoritma Dan Pemrograman," *Preprints*, vol. 1, pp. 1–15, 2021.
- [7] A. S. Rachman, I. Cholissodin, and M. A. Fauzi, "Peramalan Produksi Gula Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Pada PG Candi Baru Sidoarjo Adi," *Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 4, pp. 1683–1689, 2018.
- [8] F. S. D. Arianto and N. P., "Prediksi Kasus Covid-19 Di Indonesia Menggunakan Metode Backpropagation Dan Fuzzy Tsukamoto," *J. Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 120–127, 2020.
- [9] D. H. Tanjung, "Jaringan Saraf Tiruan dengan Backpropagation untuk Memprediksi Penyakit Asma," *Creat. Inf. Technol. J.*, vol. 2, no. 1, p. 28, 2015.
- [10] D. Rahayu, R. C. Wihandika, and R. S. Perdana, "Implementasi Metode Backpropagation Untuk Klasifikasi Kenaikan Harga Minyak Kelapa Sawit," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 4 e-ISSN: 2548-964X, pp. 1547–1552, 2018.
- [11] S. Kosasi, "Penerapan metode jaringan saraf tiruan backpropagation untuk memprediksi nilai ujian sekolah," *J. Teknol.*, no. June 2014, pp. 20–28, 2014.
- [12] M. Thoriq, "Peramalan Jumlah Permintaan Produksi Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Algoritma Backpropagation," *J.*

Inf. dan Teknol., vol. 1, no. 2, pp. 27–32, 2022.

- [13] I. K. Hadihardaja and S. Sutikno, “Pemodelan Curah Hujan-Limpasan Menggunakan Artificial Neural Network (ANN) dengan Metode Backpropagation,” *J. Tek. Sipil*, vol. 12, no. 4, p. 250, 2010.
- [14] M. A. Raharja and I. M. T. G. Astra, “Prediksi Ketinggian Gelombang Laut Menggunakan Metode Backpropagation Pada Pantai Lebih Gianyar,” *J. Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 1, p. 19, 2018.