

PREDIKSI JUMLAH EKSPOR BUAH-BUAHAN BEDASARKAN NEGARA TUJUAN UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN EKONOMI MENGGUNAKAN METODE BACKPROPAGATION

Sabila Putri Adriatasya¹, Dedi Suhendro^{2*}

¹Sistem Informasi – STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar

²Komputerisasi Akuntansi – STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar

Email: tasyasabila802@gmail.com¹, dedi.su@amiktunasbangsa.ac.id^{2*}

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi jumlah ekspor buah-buahan menurut negara tujuan di tahun yang akan datang berdasarkan data di tahun sebelumnya serta mengimplementasikan metode *Backpropagation* dalam menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi, sehingga membantu dalam memprediksi ekspor buah-buahan menurut negara tujuan. Penerapan pada sebuah prediksi sangat penting dalam melakukan penelitian. Metode yang digunakan adalah *Backpropagation* untuk memprediksi ekspor buah-buahan menurut negara tujuan. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah ekspor buah-buahan menurut negara tujuan pada tahun 2025. Akurasi sebuah hasil pelatihan ataupun pengujian terhadap nilai *output* dalam memprediksi ekspor buah-buahan menurut negara tujuan, tergantung pada pola arsitektur jaringan yang digunakan. Metode yang digunakan dalam melakukan prediksi ini adalah Jaringan Saraf Tiruan (JST) dengan algoritma *Backpropagation*. Arsitektur yang digunakan dalam penelitian ini adalah arsitektur 4-2-1, 4-4-1, 4-6-1, 4-8-1, 4-4-2-1, dan 4-3-6-1. Hasil pengujian diperoleh prediksi ekspor buah-buahan menurut Negara tujuan dengan tingkat akurasi. Arsitektur yang terbaik untuk penelitian metode Jaringan Saraf Tiruan dalam memprediksi ekspor buah-buahan menurut negara tujuan adalah dengan menggunakan algoritma *backpropagation* adalah model 4-4-1 dengan proses perulangan (*epoch*) pada saat pelatihan dengan nilai *epoch* = 3036 dan pencapaian MSE pada saat pengujian dengan MSE = 0,0363 dengan tingkat akurasi 91%.

Kata Kunci: Prediksi, Algoritma *Backpropagation*, Data Ekspor Buah-Buahan

Abstract

This research aims to predict the number of fruit exports by destination country in the coming year based on data in the previous year and implement the *Backpropagation* method in producing a high level of accuracy, so that it helps in predicting fruit exports by destination country. The application of a prediction is very important in conducting research. The method used is *Backpropagation* to predict fruit exports by destination country. The data used in this research is the number of fruit exports by destination country in 2025. The accuracy of a training or testing result on the output value in predicting fruit exports by destination country depends on the network architecture pattern used. The method used in making this prediction is Artificial Neural Network (ANN) with *Backpropagation* algorithm. The architecture used in making this research is 4-2-1, 4-4-1, 4-6-1, 4-8-1, 4-4-2-1, and 4-3-6-1 architecture. The test results obtained prediction of fruit exports by destination country with a level of accuracy. The best architecture for research on Artificial Neural Network methods in predicting exports of fruits menurut destination countries is to use the *backpropagation* algorithm is a 4-4-1 model with a looping process (*epoch*) during training with *epoch* value = 3036 and MSE achievement during testing with MSE = 0.0363 with an accuracy level of 91%.

Keywords: Prediction, *Backpropagation* Algorithm, Fruit Export Data

1. PENDAHULUAN

Teknologi informasi sangat memiliki peran yang sangat besar dalam mengolah, memproses, mendapatkan, menyusun, menyimpan, memanipulasi data agar memberikan hasil

informasi yang akurat dan berkualitas. Pemanfaatan teknologi diaplikasikan dalam informasi untuk memprediksi data. Mengatasi masalah prediksi lebih tepat menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) karena memiliki paradigma dalam mengolah

suatu informasi dengan inspirasi dari kerja syaraf secara biologis yang berkaitan dengan kerja otak terhadap proses informasi. Suatu elemen penting dari suatu struktur sistem kerja pengolahan informasi. Terdiri dari elemen proses yang memiliki hubungan dan bekerjasama dalam memecahkan suatu masalah [1], [2], [3]. Jaringan Saraf Tiruan (JST) juga mampu merubah dan memecahkan suatu masalah sesuai dengan informasi yang bersumber dari eksternal dan internal sehingga mengalir dalam jaringan tersebut [4], [5], [6] oleh karena itu penelitian ini nanti nya mampu untuk menghasilkan prediksi seperti yang diharapkan.

Metode yang tepat untuk menghitung ramalan atau prediksi pada masa yang akan datang diantaranya nya adalah metode *Backpropagation* yang merupakan metode yang sangat baik dalam menangani masalah pengenalan pola secara kompleks [7], [8]. Seni atau bidang ilmu untuk memprediksi suatu peristiwa dan kejadian menggunakan data masa lalu dan memproyeksikan untuk masa yang akan datang dengan model secara sistematis berdasarkan algoritma kecerdasan buatan, dengan menggunakan Jaringan Saraf Tiruan (JST) dan metode Algoritma *Backpropagation* [9]. Metode ini juga menjadi salah satu dalam Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dengan suatu konsep pembelajaran yang paling banyak digunakan dalam prediksi atau peramalan, karena terdapat suatu lapisan masukan (*input layer*), lapisan tersembunyi (*hidden layer*) serta lapisan keluaran (*output layer*) dan memiliki keterhubungan satu dengan yang lainnya [5]. Metode pelatihan terawasi (*supervised learning*), yang memiliki arti bahwa mempunyai target yang dicari, dengan meminimalkan *error* terhadap *output* yang dihasilkan jaringan. berdasarkan metode *backpropagation* dan pada umumnya menggunakan jaringan *multilayer* [10], [11].

Sistem penjualan barang atau jasa memerlukan suatu strategi yang tepat sehingga mampu untuk meningkatkan penjualan untuk memperoleh keuntungan. Prediksi terhadap penjualan merupakan teknik dalam peramalan sehingga mengambil suatu kebijakan keputusan yang mampu untuk memberikan informasi sesuai dengan ramalan dalam keberhasilan perusahaan untuk memasarkan barang dan jasa demi memperoleh laba atau keuntungan [12]. Hasil peramalan penjualan dengan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) mampu lebih baik dibandingkan dengan metode lainnya karena terdapat model arsitektur untuk membuat model yang optimal sehingga mendekati aktual [13]. Persaingan dalam aspek pemasaran juga membuat pihak marketing sulit dalam meningkatkan penjualan, karena adanya kegiatan penjualan setiap hari dan data semakin bertambah banyak. Data dapat dimanfaatkan dan diolah sebagai informasi yang berguna untuk

meningkatkan penjualan dimasa yang akan datang [14]. Penjualan termasuk indikator yang sangat penting dalam suatu perusahaan jika penjualan meningkat maka laba yang dihasilkan juga akan tinggi dan menjaga perusahaan bisa dapat bertahan lama dalam hal persaingan bisnis, prediksi penjualan sangat efektif dalam menciptakan keuntungan [15].

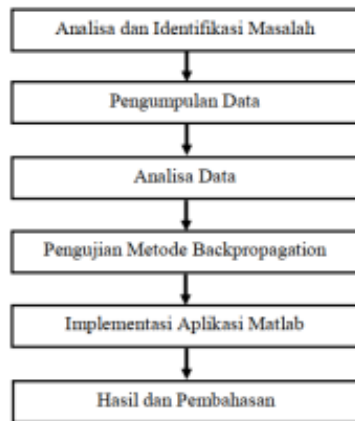
Kegiatan ekspor berdasarkan suatu penawaran kerjasama antara eksportir dengan importir, mengeskor produk ke negara lain mampu untuk meningkatkan devisa atau valuta asing, meningkatkan investasi dan meningkatkan nilai tukar mata uang bagi suatu negara [16]. Ekspor mampu untuk meningkatkan ekonomi negara dan eksistensi keunggulan di dunia bisnis Internasional. Ekspor menjadi suatu upaya dalam memberikan informasi terkait potensi yang dikembangkan serta melihat faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi suatu negara. Pertumbuhan ekonomi suatu negara menjadi indikator yang penting dalam analisis pembangunan ekonomi yang menunjukkan aktivitas ekonomi menghasilkan pendapatan dalam suatu periode tertentu [17]. Ekspor dapat dikatakan sebagai arus keluarnya barang dan jasa dari suatu negara ke pasar Internasional. Sejak terjadinya krisis moneter pada tahun 1998 yang menjadi dampak terhadap krisis ekonomi bangsa sangat memiliki pengaruh pada penurunan kinerja ekspor. Upaya meningkatkan nilai ekspor pemerintah perlu meningkatkan investasi sektor pertanian, khususnya komoditas buah-buahan.

Penelitian ini memberikan suatu model arsitektur untuk memprediksi jumlah ekspor buah-buahan berdasarkan negara tujuan sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan ekonomi yang mana hasil penelitian ini dapat suatu referensi bagi pemerintah guna menentukan kebijakan pada masa yang akan datang. Penelitian ini juga diharapkan memberikan data-data yang akurat sehingga layak dijadikan sebuah tolak ukur atau gambaran ekspor buah-buahan untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Sehingga penelitian ini berkontribusi untuk prediksi buah-buahan menurut negara tujuan dari data tahun sebelumnya dan menerapkan Algoritma *Backpropagation* untuk memprediksi jumlah ekspor.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Dilakukan beberapa proses percobaan dan pengolahan data, pertama memasukkan data yang akan diolah, data yang telah didapat nantinya akan dilakukan tahap pengujian menggunakan metode *Backpropagation* dengan menggunakan *Matlab*. Dilakukannya pengumpulan informasi dan mengelola data untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian untuk melakukan proses pembelajaran prediksi data pada metode *backpropagation*. Setelah hasil yang didapatkan

menggunakan aplikasi *Matlab* maka selanjutnya akan diketahui hasil dari pengujian selanjutnya membandingkan hasil prediksi JST dengan data sebenarnya yang dilakukan menggunakan aplikasi. Hasil tersebut nantinya diambil suatu kesimpulan dan saran dalam memprediksi ekspor buah-buahan menurut negara tujuan. Berikut instrumen penelitian yang berisi diagram yang menjelaskan alur kerja dari percobaan penelitian:



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Berdasarkan kerangka kerja penelitian pada gambar 3.1, maka dapat diuraikan langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. **Analisa dan Identifikasi Masalah**
Permasalahan-permasalahan yang ada akan dianalisa dan diidentifikasi. Dengan menganalisa masalah-masalah yang ada diharapkan dapat secara jelas bagaimana cara mengatasi masalah tersebut dengan baik. Dalam menganalisa dan mengidentifikasi masalah diperlukannya data-data akan berhubungan dengan masalah yang berkaitan dengan penelitian.
2. **Pengumpulan Data**
Tahap ini merupakan tahap yang dilakukan setelah tahap analisa dan identifikasi masalah. Selanjutnya data-data dikumpulkan berdasarkan pengelompokan yang telah ditentukan. Dalam memperoleh data bisa dilakukan dengan cara mendapatkan informasi dari situs web yang berkenaan dengan masalah yang diteliti. Tahap selanjutnya akan di bandingkan dengan kenyataan yang terjadi dan yang di peroleh penulis.
3. **Analisa Data**
Data yang telah didapat dari proses yang didapatkan kemudian dikumpulkan dan dianalisa. Kemudian data yang telah di analisa dikelompokkan agar nantinya penulis mudah dalam menganalisa data selanjutnya. Pada penelitian ini data yang dipergunakan adalah data ekspor buah-buahan menurut negara tujuan. Data yang telah didapat nantinya akan diuji menggunakan metode *Backpropagation*

4. **Pengujian Metode *Backpropagation*.**
Data yang telah dikelompokkan kemudian dianalisa permasalahannya kemudian dilakukan tahap pengujian. Dalam melakukan pengujian dilakukan menggunakan metode *Backpropagation*. Fungsi aktivasi dalam metode *Backpropagation* digunakan dalam mencari ataupun melakukan proses pengujiannya. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

- a. Tahap *initialization*, merupakan tahap dalam mendefinisikan awal nilai untuk variabel-variabel yang diperlukan seperti : nilai *input*, *weight*, *output* yang diinginkan, *learning rate* (α), *threshold* (θ) dan lain sebagainya.
- b. Tahap *activation*, Tahap ini memiliki 2 langkah yaitu pada *hidden layer* dilakukan proses perhitungan *actual output* nya dan pada *output layer* dilakukan juga proses perhitungan *actual output* nya.
- c. Tahap *weight training*, pada tahap ini memiliki 2 langkah yaitu pada *output layer* dilakukan proses perhitungan *error gradient* nya, dan pada *hidden layer* dilakukan proses perhitungan *error gradient*.
- d. Tahap *iteration*, merupakan tahap dalam pengujian dimana iterasi akan terus dilakukan jika *error* yang diharapkan belum tercapai.

3. **Implementasi Aplikasi Matlab**
Pada tahap ini setelah dilakukan perhitungan secara manual menggunakan metode *backpropagation* kemudian dilakukan pengujian menggunakan aplikasi matlab. Aplikasi matlab yang digunakan penulis pada penelitian ini menggunakan aplikasi *Matlab* 2011.

4. **Hasil dan Pembahasan**
Setelah hasil yang didapatkan menggunakan aplikasi *Matlab* maka selanjutnya akan diketahui hasil dari pengujian tersebut dan selanjutnya membandingkan hasil prediksi JST dengan data sebenarnya yang dilakukan menggunakan aplikasi. Dari hasil tersebut nantinya diambil suatu kesimpulan dan saran dalam memprediksi ekspor buah-buahan menurut negara tujuan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data dilakukan dengan bantuan *software Matlab*. Sampel data adalah data ekspor buah-buahan menurut negara tujuan dari tahun 2020 sampai tahun 2024. Data ini akan digunakan pada data penelitian dan data pengujian. Sampel data yang telah diproses adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Data Ekspor Buah-Buahan Menurut Negara Tujuan Tahun 2020 sampai dengan tahun 2024 (dalam ton)

Negara Tujuan	2020	2021	2022	2023	2024	Total
Malaysia	210.025,40	267.848,80	352.106,30	283.836,20	320.337,90	1.434.154,6
Vietnam	41.654,40	61.466,50	58.223,80	52.210,70	47.619,30	261.174,7
Tiongkok	158.424,40	206.541,10	204.561,70	268.223,90	188.629,40	1.026.380,5
Thailand	72.197,00	80.622,70	112.885,60	384.566,20	165.429,30	815.700,8
India	11.642,80	24.544,60	10.130,70	13.123,80	8.822,90	68.264,8
Jepang	71,2	3.240,70	7.377,40	4.919,70	4.675,10	20.284,1
Hongkong	1.871,90	7.251,30	5.926,80	1.596,00	3.620,90	20.266,9
Uni Emirat arab	4.238,00	5.514,40	4.133,00	4.044,70	10.377,60	28.307,7
Singapura	6.820,80	6.004,00	4.481,40	5.449,70	6.193,50	28.949,4
Nigeria	1,1	2,5	8,7	1,6	2,7	16,6
Lainnya	9.757,40	11.503,40	6.285,80	16.148,30	35.965,30	79.660,2
Jumlah	516.704,4	674.540,0	766.121,2	1.034.120,8	791.673,9	3.783.160,3

3.1. Data Pelatihan dan Pengujian

Tahap ini menentukan data pelatihan dan pengujian, berikut data pelatihan dan pengujian

Tabel 2. Data Pelatihan Ekspor Buah-Buahan Menurut Negara Tujuan

Negara Tujuan	Input				Target
	X1	X2	X3	X4	
Malaysia	0,5369	0,6572	0,8325	0,6905	0,6905
Vietnam	0,1867	0,2279	0,2211	0,2086	0,2086
Tiongkok	0,4296	0,5297	0,5255	0,6580	0,6580
Thailand	0,2502	0,2677	0,3348	0,9000	0,9000
India	0,1242	0,1511	0,1211	0,1273	0,1273
Jepang	0,1001	0,1067	0,1153	0,1102	0,1102
Hongkong	0,1039	0,1151	0,1123	0,1033	0,1033
Uni Emirat arab	0,1088	0,1115	0,1086	0,1084	0,1084
Singapura	0,1142	0,1125	0,1093	0,1113	0,1113
Nigeria	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000
Lainnya	0,1203	0,1239	0,1131	0,1336	0,1336

Pada tabel 2 diatas merupakan data pelatihan yang akan digunakan dan kemudian akan diproses dalam perhitungan *Backpropagation*. Langkah kerja awal dalam mememindahkan angka dari kolom menjadi baris dan dari bilangan bulat menjadi pecahan, hal ini dilakukan untuk memudahkan data dalam melakukan proses perkalian bobot pada *Matlab* karena memiliki desimal atau dinormalisasi. Sebelum dilakukannya normalisasi, data terlebih dahulu dibagi menjadi 2 yaitu data pelatihan dan data pengujian. Adapun tujuan didalam pembagian data yang dibagi menjadi 2 yaitu untuk mempermudah pelatihan dan pengujian data.

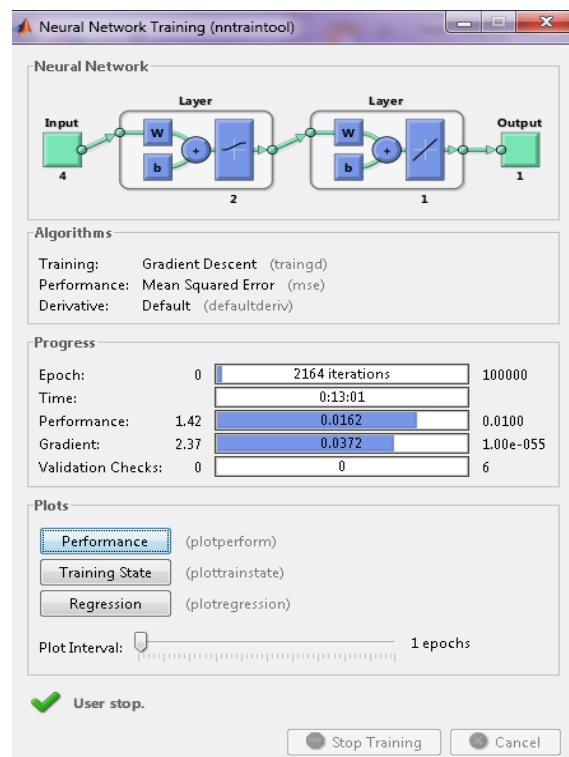
Tabel 3. Data Pengujian Ekspor Buah-Buahan Menurut Negara Tujuan

Negara Tujuan	Input				Target
	X1	X2	X3	X4	
Malaysia	0,6572	0,8325	0,6905	0,7664	0,7664
Vietnam	0,2279	0,2211	0,2086	0,1991	0,1991
Tiongkok	0,5297	0,5255	0,6580	0,4924	0,4924
Thailand	0,2677	0,3348	0,9000	0,4441	0,4441
India	0,1511	0,1211	0,1273	0,1184	0,1184
Jepang	0,1067	0,1153	0,1102	0,1097	0,1097
Hongkong	0,1151	0,1123	0,1033	0,1075	0,1075
Uni Emirat arab	0,1115	0,1086	0,1084	0,1216	0,1216
Singapura	0,1125	0,1093	0,1113	0,1129	0,1129
Nigeria	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000
Lainnya	0,1239	0,1131	0,1336	0,1748	0,1748

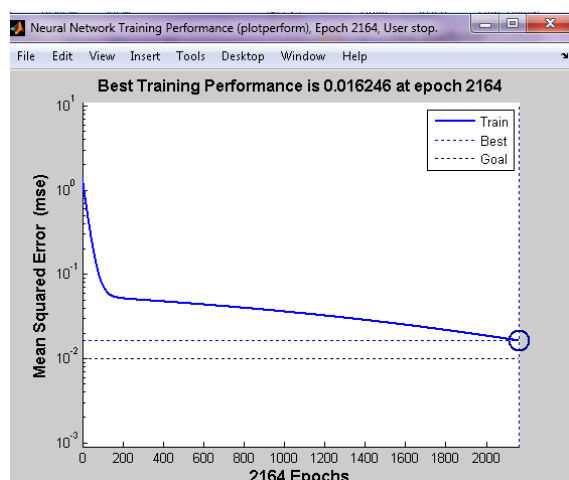
Pada tahap berikutnya yaitu merancang arsitektur Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation*. Tahap ini menggunakan beberapa model jaringan multi-layer (banyak lapisan) yang digunakan untuk mendapatkan arsitektur terbaik adalah 4- 2-1, 4-4-1, 4-6-1, 4-8-1, 4-4-2-1, dan 4-3-6-1.

3.2. Pelatihan dan Pengujian Data dengan Pola 4-2-1

Setelah semua parameter pelatihan dimasukkan, selanjutnya dilakukan *running* pada *software matlab*, dan hasil pelatihan dapat di lihat pada gambar dibawah ini:

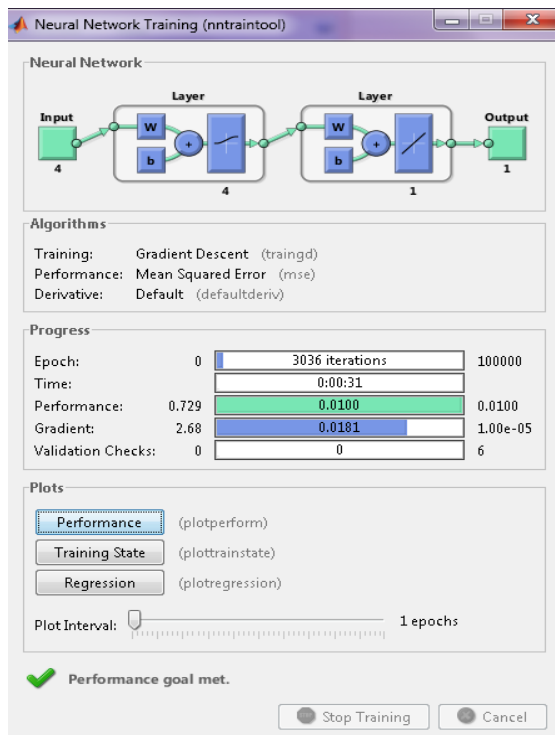


Gambar 2. Hasil Pelatihan pola Arsitektur 4-2-1

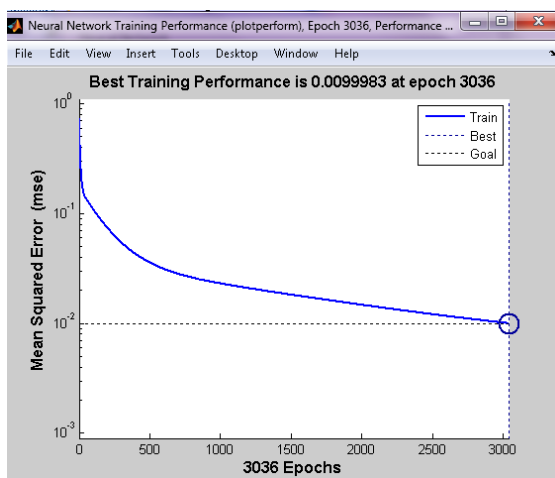


Gambar 3. Grafik Performance pola 4-2-1

3.3. Pelatihan dan Pengujian Data dengan Pola 4-4-1

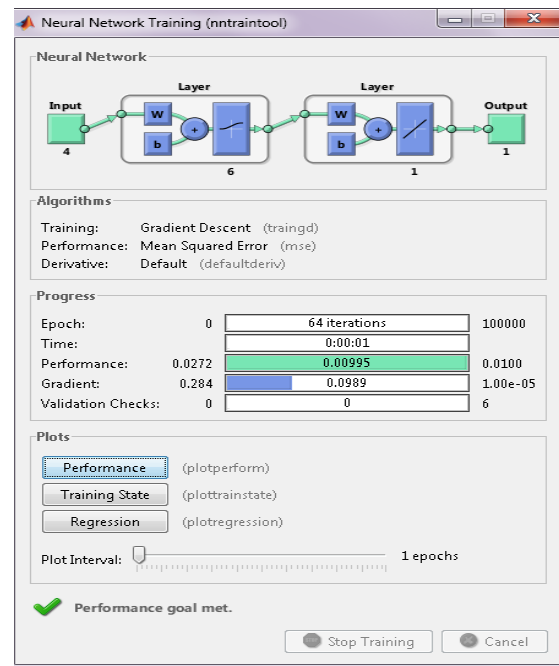


Gambar 4. Hasil Pelatihan pola Arsitektur 4-4-1

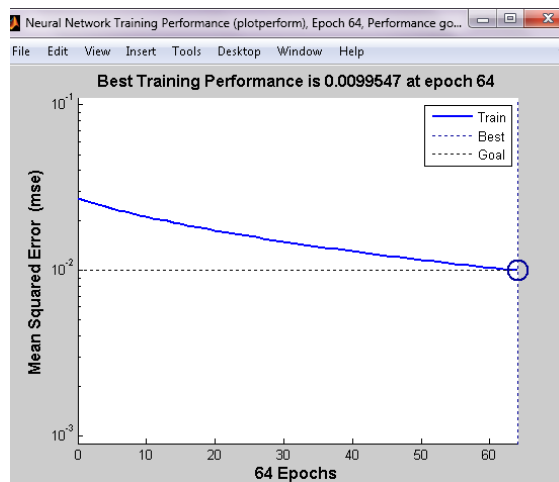


Gambar 5. Grafik Performance pola 4-4-1

3.5 Pelatihan dan Pengujian Data dengan Pola 4-6-1

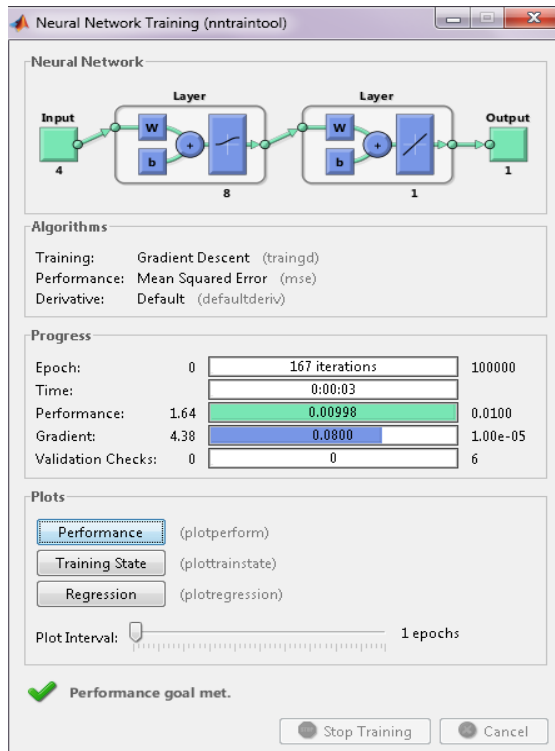


Gambar 6. Hasil Pelatihan pola Arsitektur 4-6-1

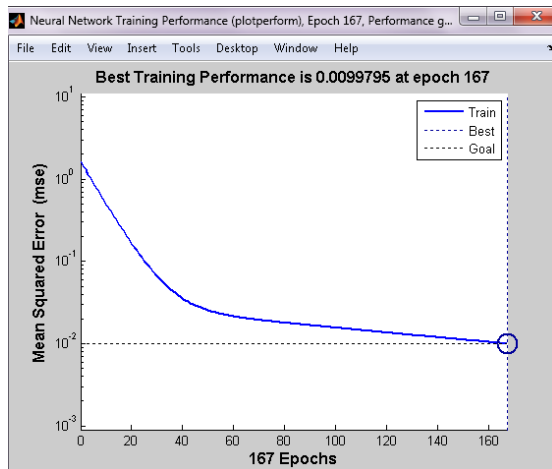


Gambar 7. Grafik Performance pola 4-6-1

3.6. Pelatihan dan Pengujian Data dengan Pola 4-8-1

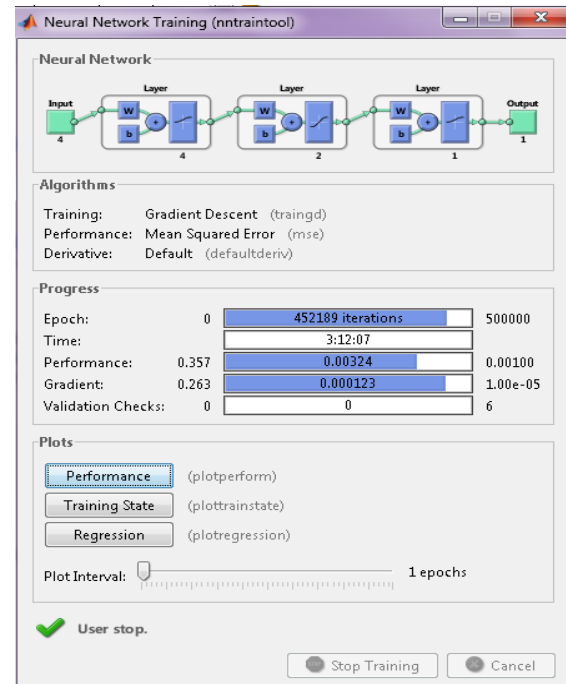


Gambar 8. Hasil Pelatihan pola Arsitektur 4-8-1

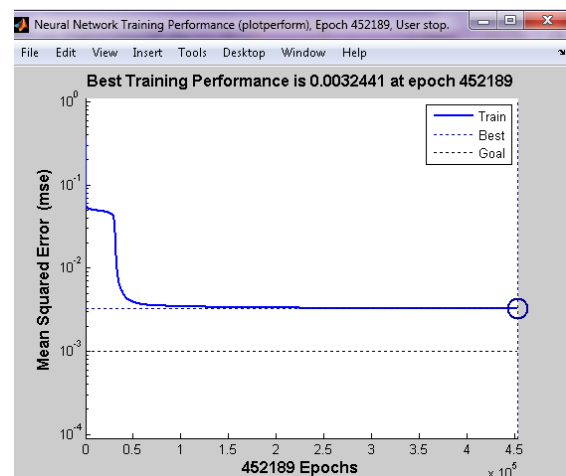


Gambar 9. Grafik Performance pola 4-8-1

3.7. Pelatihan dan Pengujian Data dengan Pola 4-4-2-1

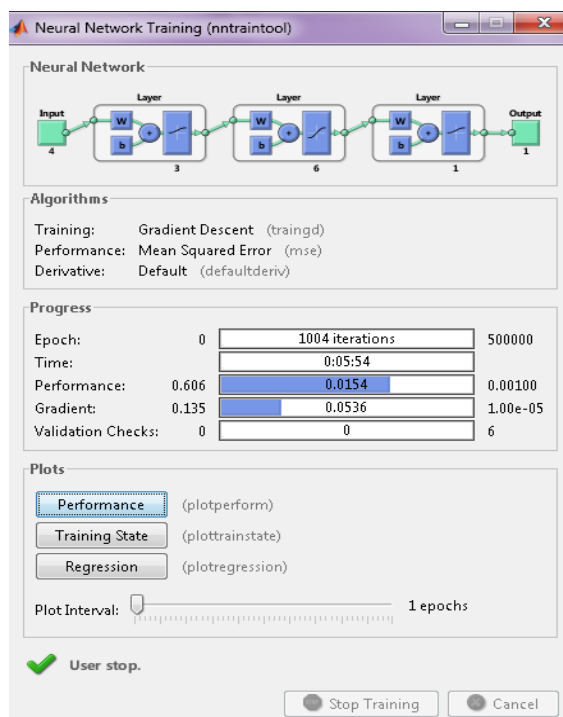


Gambar 10. Hasil Pelatihan pola Arsitektur 4-4-2-1

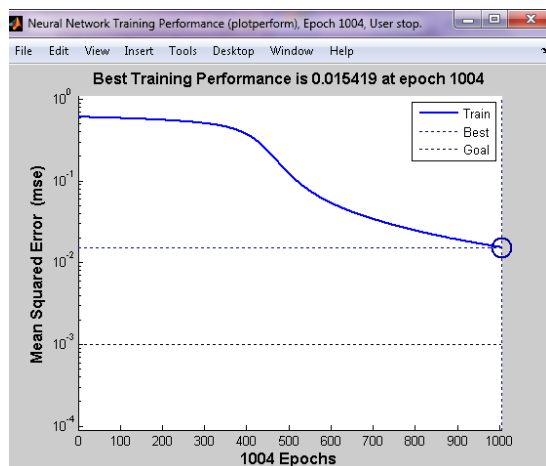


Gambar 11. Grafik Performance pola 4-4-2-1

3.8. Pelatihan dan Pengujian Data dengan Pola 4-3-6-1



Gambar 12. Hasil Pelatihan pola Arsitektur 4-3-6-1



Gambar 13. Grafik *Performance* pola 4-3-6-1

Pemilihan model arsitektur terbaik dapat terlihat dari beberapa aspek seperti *epoch*, *error minimum* dan akurasi kebenaran. Sebagai spesifikasi yang digunakan dalam melakukan pelatihan serta pengujian data, dan memilih arsitektur terbaik setelah dilakukan pencarian dengan enam (6) arsitektur. Hasil rekapitulasi model arsitektur tersebut dapat dilihat pada tabel 4:

Tabel 4. Rekapitulasi Model Arsitektur

No	Arsitektur	Training				Testing	
		Time	Epoch	MSE	Akurasi	MSE	Akurasi
1	4-2-1	0:13:01	2164	0,0100	82	0,0405	82
2	4-4-1	0:00:31	3036	0,0100	82	0,0363	91
3	4-6-1	0:00:01	64	0,0100	91	0,0134	73
4	4-8-1	0:00:03	167	0,0100	73	0,0174	73
5	4-4-2-1	3:12:07	452189	0,0032	91	0,0771	73
6	4-3-6-1	0:05:54	1004	0,0154	82	0,0198	82

Pada tabel 4 merupakan hasil rekapitulasi arsitektur terbaik, menggunakan *software Matlab* dan *Microsoft Office Excel*, menunjukkan dari data yang didapat bahwa *performance* perhitungan jaringan saraf tiruan dengan algoritma *Backpropagation*. Hasil dari model arsitektur jaringan saraf tiruan dengan algoritma *backpropagation* yang memprediksi jumlah ekspor buah-buahan berdasarkan negara tujuan untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi mengambil data di tahun 2020 sampai 2024. Rekapitulasi tersebut didapat hasil model arsitektur 4-4-1 dengan MSE pengujian 0,0100 dan dengan akurasi 91%.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil setelah melakukan pelatihan dan pengujian data pada jaringan saraf tiruan dengan menggunakan algoritma *backpropagation* adalah sebagai berikut: Arsitektur yang terbaik untuk penelitian metode Jaringan Saraf Tiruan dalam memprediksi ekspor buah-buahan menurut negara tujuan adalah dengan menggunakan algoritma *backpropagation* adalah model 4-4-1 dengan proses perulangan (*epoch*) pada saat pelatihan dengan nilai *epoch* = 3036 dan pencapaian MSE pada saat pengujian dengan MSE = 0,0363. Hasil dari penelitian Jaringan Saraf Tiruan ini dapat mengetahui prediksi jumlah ekspor buah-buahan menurut negara tujuan di tahun yang akan datang.

5. REFERENCES

- [1] A. F. Pramesti and D. Suhendro, "Jaringan saraf tiruan untuk memprediksi permohonan instalasi listrik menggunakan algoritma *backpropagation*," *JITET (Jurnal Inform. dan Tek. Elektro Ter.*, vol. 12, no. 3, pp. 1548–1557, 2024.
- [2] R. Rayendra, "Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Pengenalan Pola Huruf Menggunakan Metode Bidirectional Associative Memory (BAM)," *J. Tek. Inform. Unika ST. Thomas*, vol. 08, no. 01, pp. 125–133, 2023.

- [3] A. F. Suahati, A. A. Nurrahman, and O. Rukmana, "Penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan – Backpropagation dalam Memprediksi Jumlah Mahasiswa Baru," *J. Media Tek. dan Sist. Ind.*, vol. 6, no. 1, pp. 21–29, 2022.
- [4] Y. Woli, C. D. P. B. Gabriel, and A. Adis, "Penerapan Jaringan Saraf Tiruan untuk Memprediksi Jumlah Kemiskinan di Desa Mali Iha," *J. Sains dan Sist. Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 2, pp. 229–233, 2023.
- [5] P. D. Sari and F. Ahyaningsih, "Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk Prediksi Harga Bahan Pangan di Wilayah Kabupaten Deli Serdang," *J. Mat. Ilmu Pengetah. Alam, Kebumian dan Angkasa*, vol. 2, no. 6, pp. 105–117, 2024.
- [6] M. Ulfa, "Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Prediksi Kebutuhan Alat Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU) dengan Metode Backpropagation," *J. Abdi Ilmu*, vol. 14, no. 1, pp. 59–65, 2021.
- [7] D. R. B. Bara and D. Suhendro, "Prediksi Beban Trafo pada PT PLN (Persero) UP3 Sumatera Utara Menggunakan Algoritma," *JITET (Jurnal Inform. dan Tek. Elektro Ter.*, vol. 12, no. 3, pp. 3647–3657, 2024.
- [8] Rika Setiana, R. A. Siregar, Fahry Husaini, and Agus Perdana Windarto, "Analisis Metode Backpropagation dalam Memprediksi Jumlah Produksi Daging Kambing di Indonesia," *J. Comput. Informatics Res.*, vol. 2, no. 3, pp. 97–109, 2023.
- [9] R. Salis, A. P. Windarto, and D. Suhendro, "Implementasi Algoritma Backpropagation Untuk Prediksi Jumlah Siswa SMA," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 8, no. 3, pp. 1597–1608, 2024.
- [10] R. Salis and D. Suhendro, "Prediksi Pelanggan Listrik Menurut Jenis Pelanggan pada PT PLN (Persero) UP3 Pematang Siantar Menggunakan Metode Backpropagation," *JITET (Jurnal Inform. dan Tek. Elektro Ter.*, vol. 12, no. 1, pp. 186–192, 2024.
- [11] R. Ramadana and D. Suhendro, "Penerapan Metode Backpropagation dalam Peramalan Beban Trafo Daya Harian Gardu Induk pada PT PLN (Persero) UP3 Pematang Siantar," *J. intekna*, vol. 23, no. 2, pp. 184–195, 2023.
- [12] W. Satria, "Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation untuk Peramalan Penjualan Produk (Studi Kasus di Metro Electronic dan Furniture)," *Djtechno J. Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 14–19, 2020.
- [13] G. A. A. P. P. Maharani and W. G. S. Parwita, "Model Peramalan Toko Swalayan XYZ dengan Backpropagation Neural Network," *J. Krisnadana*, vol. 3, no. 3, pp. 131–141, 2024.
- [14] L. Hanum, "Jaringan Syaraf Tiruan Memprediksi Tingkat Penjualan Sepeda Motor Menggunakan Metode Backpropagation (Studi Kasus : CV.Satu Hati Perkasa)," *J. Ilmu Komput. (Computer Sci. Journal)*, vol. 14, no. 2, pp. 65–86, 2021.
- [15] N. Nurhayati, J. N. Sitompul, and B. A. Setiawan, "Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memprediksi Penjualan Mobil dengan Menggunakan Metode Backpropagation (Studi Kasus : Toyota Auto 2000 Medan)," *Digit. Transform. Technol.*, vol. 1, no. 2, pp. 69–74, 2021.
- [16] J. R. Saragih, M. B. S. Saragih, and A. Wanto, "Analisis Algoritma Backpropagation dalam Prediksi Nilai Ekspor (Juta Usd)," *J. Pendidik. Teknol. dan Kejuru.*, vol. 15, no. 2, pp. 254–264, 2018.
- [17] S. Agustina *et al.*, "Pengaruh Ekspor Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Indonesia," *Jumek J. Manaj. dan Ekon. Kreat.*, vol. 1, no. 1, pp. 113–126, 2023.