

Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan dalam Meramalkan Produksi Kopi Berdasarkan Provinsi

Fajri Jefansa^{1*}, Untara²

^{1,2} Jurusan Magister Manajemen Sistem Informasi Universitas Gunadarma

^{1*}jefansafajri@gmail.com

²untoro@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak— Indonesia merupakan salah satu negara yang memproduksi kopi dengan urutan keempat terbesar di dunia. Dari keseluruhan total produksi, 33% untuk memenuhi konsumsi domestik, sedangkan sisanya diekspor ke luar negeri. Industri kopi Indonesia selama dekade terakhir ini meningkat, yang dapat dicermati dengan meningkatnya produksi kopi dengan berbagai diversifikasi produk yang dihasilkan oleh industri pengolahan kopi serta semakin meningkatnya pertumbuhan kedai kopi di kota-kota besar. Pada penelitian ini dilakukan peramalan terhadap produksi kopi menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST). JST merupakan metode yang dapat menyelesaikan hubungan non-linier antara produksi dengan faktor-faktor ekonomi yang bervariasi, serta dapat melakukan penyesuaian terhadap perubahan-perubahan yang terjadi. JST dengan metode propagasi balik (*Backpropagation*) memiliki kemampuan untuk meramal/memprediksi dengan baik. Jaringan Syaraf Tiruan dapat melakukan proses peramalan dengan lebih efisien dengan menggunakan aplikasi Matlab karena hasil dari peramalan produksi tanaman kopi sangat berpengaruh dengan pola-pola arsitektur yang dilatih. Sehingga menghasilkan pola arsitektur jaringan 5-4-1 dengan proses epoch= 417 dan pencapaian MSE pada saat pengujian dengan MSE= 0.001 dengan akurasi 99.9990002%. Selisih antara data aktual dengan data hasil peramalan Jaringan Syaraf Tiruan dinyatakan dalam persentase atau persen *error*.

Kata kunci— Backpropagation, Jaringan Syaraf Tiruan, Kopi, Prediksi, Produksi

Abstract— Indonesia is the fourth largest coffee producing country in the world, of the total production, 33% is for domestic consumption, while the rest is exported abroad. The Indonesian coffee industry has increased during the last decade, which can be observed by the increase in coffee production with a variety of product diversification produced by the coffee processing industry and the increasing growth of coffee shops in big cities. In this study, forecasting of coffee production was carried out using the Artificial Neural Network (ANN) method. ANN is a method that can solve the relationship non-linear between production and various economic factors, and can make adjustments to the changes that occur. ANN with back propagation method (*Backpropagation*) has the ability to predict / predict well. Artificial Neural Networks can carry out the forecasting process more efficiently by using the Matlab application because the results of forecasting coffee plant production are very influential with the architectural patterns that are trained. So that it produces a 5-4-1 network architecture pattern with the process epoch = 417 and the achievement of MSE at the time of testing with MSE = 0.001 with an accuracy of 99.9990002%. The difference between the actual data and the Neural Network forecast data is Artificial expressed in percentage or percent *error*.

Keywords— Backpropagation, Neural Networks, Coffee, Prediction, Production

I. PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu hasil perkebunan yang memegang peranan penting dalam kegiatan perekonomian Indonesia. Kopi juga merupakan salah satu komoditas ekspor Indonesia dan berperan penting sebagai penghasil devisa negara. Selain peluang kegiatan ekspor yang semakin terbuka, pasar kopi di dalam negeri juga masih cukup besar [1].

Indonesia adalah negara penghasil kopi keempat terbesar di dunia. Tiga puluh tiga persen dari keseluruhan total produksi kopi digunakan untuk memenuhi konsumsi domestik, sedangkan sisanya diekspor ke luar negeri. Industri kopi di Indonesia dalam dekade terakhir ini meningkat pesat. Hal ini dapat dicermati melalui meningkatnya produksi kopi dengan berbagai diversifikasi produk yang dihasilkan oleh industri pengolahan kopi serta semakin meningkatnya pertumbuhan kedai kopi di kota-kota besar di Indonesia.

Peramalan merupakan seni dan ilmu untuk memprediksi atau memperkirakan peristiwa yang akan terjadi di masa yang akan datang. Peramalan dilakukan menggunakan data historis yang diproyeksikan ke masa depan melalui beberapa bentuk model matematika [2]. Peramalan juga didefinisikan sebagai proses memprediksi peristiwa masa depan berdasarkan data sebelumnya pada variabel yang relevan. Data sebelumnya tersebut kemudian digabungkan dan diproses menggunakan metode untuk memprediksi kondisi masa depan [3].

Penelitian ini melakukan peramalan terhadap produksi kopi menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Jaringan Syaraf Tiruan merupakan suatu metode yang dapat menyelesaikan hubungan nonlinier antara produksi dan berbagai faktor ekonomi, serta dapat menyesuaikan dengan perubahan yang akan terjadi. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan terdiri dari neuron yang berada di lapisan input, tersembunyi, dan output yang saling berhubungan [4]. Salah satu metode yang digunakan dalam Jaringan Syaraf Tiruan adalah algoritma *backpropagation*. Jaringan Syaraf Tiruan dengan metode *backpropagation* memiliki kemampuan yang baik untuk melakukan peramalan [5].

Penelitian ini menerapkan JST dengan algoritma *Backpropagation* dalam melakukan ramalan terhadap produksi tanaman kopi menurut provinsi di Indonesia dengan menggunakan aplikasi Matlab R2019b. Persoalan dalam meramalkan produksi tanaman kopi yang dijadikan bahan penelitian merupakan adaptasi data dari produksi tanaman kopi pada Badan Pusat Statistik.

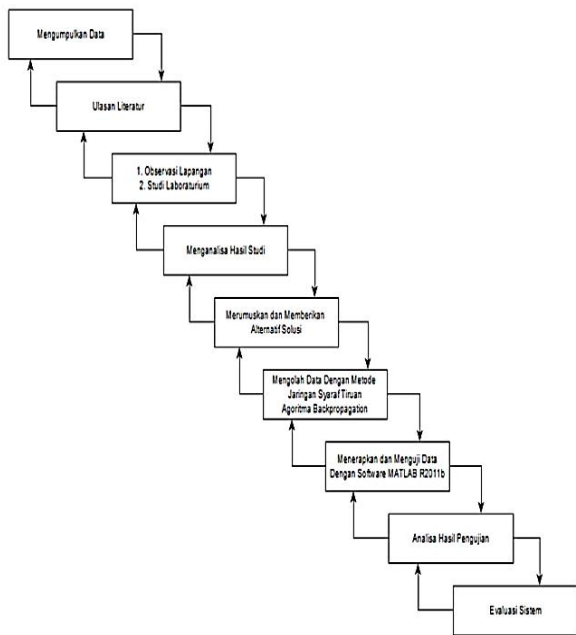
Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan Jaringan Syaraf Tiruan untuk mengetahui tingkat kesalahan atau *error* dari data yang dihasilkan oleh sistem peramalan produksi tanaman kopi terhadap kebutuhan dengan algoritma *Backpropagation*. Menguji dan membandingkan hasil ramalan dari proses Jaringan Syaraf Tiruan berdasarkan hasil keluaran jaringan dengan target yang diharapkan.

Kecerdasan buatan adalah bagian dari ilmu komputer yang mempelajari bagaimana membuat mesin komputer bisa melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia, atau bahkan lebih baik dari manusia [6]. Menurut John McCarthy dalam Dahria (2008), *Artificial Intelegent* (AI) adalah kegiatan untuk mengetahui dan memodelkan proses-proses berpikir manusia dan mendesain mesin agar dapat menirukan perilaku manusia. Kecerdasan, berarti memiliki pengetahuan dan pengalaman, penalaran, bagaimana membuat keputusan dan mengambil Tindakan moral yang baik [7][8][9].

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah paradigma pemrosesan informasi yang terinspirasi oleh sistem sel saraf biologis, seperti pemrosesan informasi di otak manusia[10]. Jaringan biasanya diimplementasikan menggunakan komponen elektronik atau disimulasikan dalam aplikasi komputer [6].

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini dilakukan secara sistematis yang dapat digunakan sebagai pedoman untuk peneliti dalam melaksanakan ini agar hasil yang dicapai tidak menyimpang dan tujuan yang diinginkan dapat terlaksana dengan baik dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan sebetulnya. Kerangka kerja dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

Langkah mengumpulkan data ini dilakukan untuk pelatihan dan pengujian Jaringan Syaraf Tiruan. Semakin banyak data yang diperoleh, semakin baik dan bagus Jaringan Syaraf Tiruan untuk menyelesaikan masalah. Penelitian ini menganalisa literatur-literatur yang dipakai sebagai bahan referensi dalam penelitian ini adalah dari jurnal-jurnal ilmiah dan buku tentang Jaringan Syaraf Tiruan khususnya algoritma *Backpropagation* dan bahan bacaan lain yang mendukung penelitian. Sumber data penelitian ini adalah data sekunder yaitu data yang diperoleh dari BPS tahun 2015-2019.

TABEL I
DATA PRODUKSI TANAMAN KOPI

No.	Provinsi	Produksi Tanaman Perkebunan (Ribuan Ton)				
		Kopi				
		2015	2016	2017	2018	2019
1	Aceh	47.40	65.20	68.50	70.80	71.20
2	Sumatara Utara	60.20	65.90	67.40	71.00	72.30
3	Sumatara Barat	34.10	22.80	18.00	18.50	17.80
4	Riau	2.80	2.80	2.90	3.00	3.00
5	Jambi	13.40	13.40	14.30	15.50	16.60
6	Sumatara Selatan	110.40	120.80	184.00	193.50	196.00
7	Bengkulu	56.60	57.00	58.90	60.30	58.50
8	Lampung	110.30	115.50	107.20	110.60	110.30
9	Kep Riau	0.00	0.00	0.00	110.60	0.00
10	Jawa Barat	17.50	17.70	16.80	21.10	20.10
11	Jawa Tengah	22.80	18.90	15.70	23.70	24.10
12	DI Yogyakarta	0.40	0.50	0.40	0.50	0.50
13	Jawa Timur	66.00	63.60	64.80	64.50	66.70
14	Banten	2.60	1.80	2.60	2.60	2.60
15	Bali	17.30	17.20	13.60	15.20	15.30
16	Nusa Tenggara Barat	4.60	4.60	4.80	5.10	6.60
17	Nusa Tenggara Timur	21.30	22.30	21.40	23.70	23.80
18	Kalimantan Barat	3.80	3.70	3.70	3.60	3.60
19	Kalimantan Tengah	0.40	0.50	0.40	0.40	0.40
20	Kalimantan Selatan	1.80	1.90	1.60	1.50	1.40
21	Kalimantan Timur	0.40	0.40	0.30	0.30	0.30
22	Kalimantan Utara	0.50	0.30	0.20	0.20	0.20
23	Sulawesi Utara	3.00	3.30	3.50	3.90	3.70
24	Sulawesi Tengah	3.10	2.90	2.70	2.80	2.90
25	Sulawesi Selatan	30.50	31.90	33.10	34.70	33.40
26	Sulawesi Tenggara	3.10	2.70	2.70	2.50	2.70
27	Gorontalo	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
28	Sulawesi Barat	1.90	3.20	3.30	3.20	3.70
29	Maluku	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
30	Maluku Utara	0.10	0.10	0.10	0.00	0.00
31	Papua Barat	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00
32	Papua	2.00	2.30	2.50	2.70	2.80

Sumber: Badan Pusat Statistik

Data-data tersebut dinormalisasi dalam interval [0,1] karena data yang digunakan bernilai positif. Selain itu juga terkait fungsi aktivasi yang diberikan yaitu sigmoid biner. Fungsi sigmoid adalah fungsi asimtotik (tidak pernah mencapai 0 ataupun 1), maka transformasi data dilakukan pada interval yang lebih kecil yaitu [0.1; 0.8], ditunjukkan dengan persamaan .

$$X' = \frac{0.8(x - a)}{b - a} + 0.1$$

Keterangan :

0.8 = Ketetapan

x = Nilai data ke -n

a = Nilai data terendah (data terendah dari setiap input)

b = Nilai data tertinggi (data tertinggi dari setiap input)

TABEL II
HASIL TRANSFORMASI PELATIHAN DATA

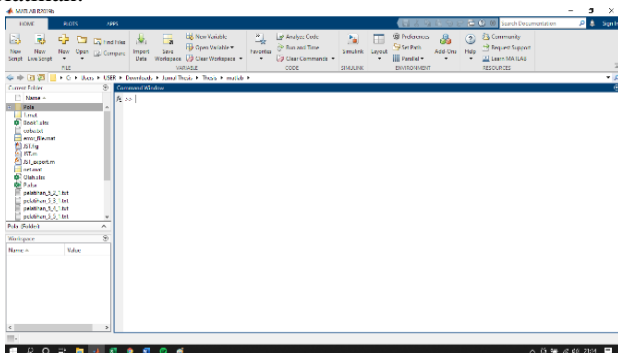
No.	Nama	X1	X2	X3	X4	X5	T
1	Data_1	0,4435	0,5318	0,3978	0,3927	0,3906	0,4212
2	Data_2	0,5362	0,5364	0,3930	0,3935	0,3951	0,4348
3	Data_3	0,3471	0,2510	0,1783	0,1765	0,1727	0,2105
4	Data_4	0,1203	0,1185	0,1126	0,1124	0,1122	0,1143
5	Data_5	0,1971	0,1887	0,1622	0,1641	0,1678	0,1727
6	Data_6	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
7	Data_7	0,5101	0,4775	0,3561	0,3493	0,3388	0,3895
8	Data_8	0,8993	0,8649	0,5661	0,5573	0,5502	0,6506
9	Data_9	0,1000	0,1000	0,1000	0,5573	0,1000	0,2099
10	Data_10	0,2268	0,2172	0,1730	0,1872	0,1820	0,1926
11	Data_11	0,2652	0,2252	0,1683	0,1980	0,1984	0,2045
12	Data_12	0,1029	0,1033	0,1017	0,1021	0,1020	0,1022
13	Data_13	0,5783	0,5212	0,3817	0,3667	0,3722	0,4236
14	Data_14	0,1188	0,1119	0,1113	0,1107	0,1106	0,1120
15	Data_15	0,2254	0,2139	0,1591	0,1628	0,1624	0,1781
16	Data_16	0,1333	0,1305	0,1213	0,1211	0,1269	0,1256

TABEL III
HASIL TRANSFORMASI PENGUJIAN DATA

No.	Nama	X1	X2	X3	X4	X5	T
1	Data_17	0,2543	0,2477	0,1930	0,1980	0,1971	0,2118
2	Data_18	0,1275	0,1245	0,1161	0,1149	0,1147	0,1182
3	Data_19	0,1029	0,1033	0,1017	0,1017	0,1016	0,1020
4	Data_20	0,1130	0,1126	0,1070	0,1062	0,1057	0,1081
5	Data_21	0,1029	0,1026	0,1013	0,1012	0,1012	0,1016
6	Data_22	0,1036	0,1020	0,1009	0,1008	0,1008	0,1013
7	Data_23	0,1217	0,1219	0,1152	0,1161	0,1151	0,1172
8	Data_24	0,1225	0,1192	0,1117	0,1116	0,1118	0,1142
9	Data_25	0,3210	0,3113	0,2439	0,2435	0,2363	0,2626
10	Data_26	0,1225	0,1179	0,1117	0,1103	0,1110	0,1135
11	Data_27	0,1036	0,1013	0,1009	0,1008	0,1008	0,1012
12	Data_28	0,1138	0,1212	0,1143	0,1132	0,1151	0,1151
13	Data_29	0,1029	0,1026	0,1017	0,1017	0,1016	0,1019
14	Data_30	0,1007	0,1007	0,1004	0,1000	0,1000	0,1002
15	Data_31	0,1000	0,1007	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000
16	Data_32	0,1145	0,1152	0,1109	0,1112	0,1114	0,1121

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

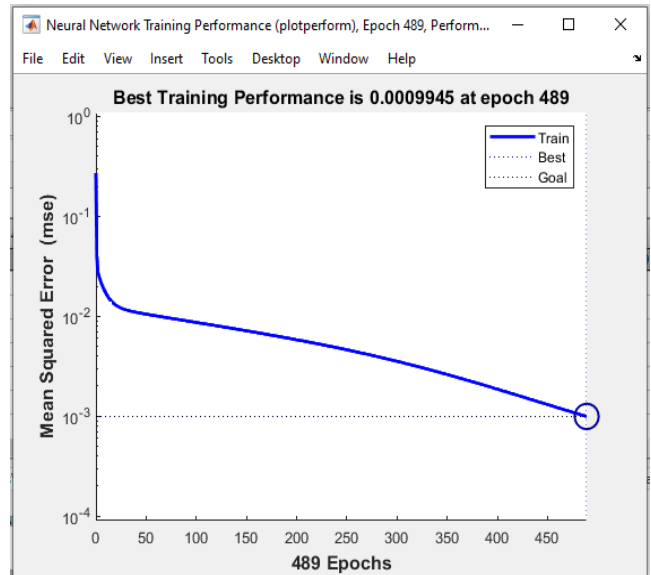
Dalam melakukan pelatihan dan pengujian hasil dari peramalan produksi tanaman kopi, maka pengenalan pola tersebut juga akan diujikan ke dalam sistem komputerisasi. Pelatihan yang dilakukan dalam Matlab R2019b dapat menggunakan berbagai fungsi, tujuannya adalah mempercepat pelatihan.



Gambar 2. Command Windows

A. Pelatihan Data dengan Pola 5-2-1

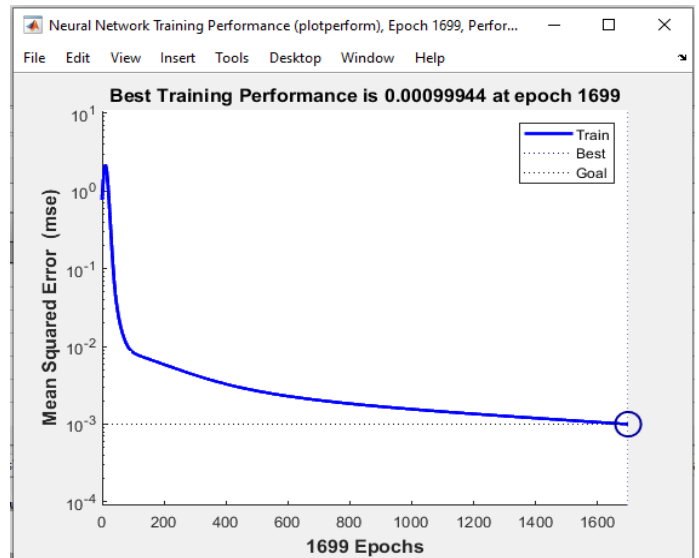
Setelah dilakukan perulangan maka ditemukan *error* minimum atau *goal* pada epoch ke 489, seperti pada gambar 3 berikut:



Gambar 3. Grafik Goal Penelitian 5-2-1

B. Pelatihan Data dengan Pola 5-3-1

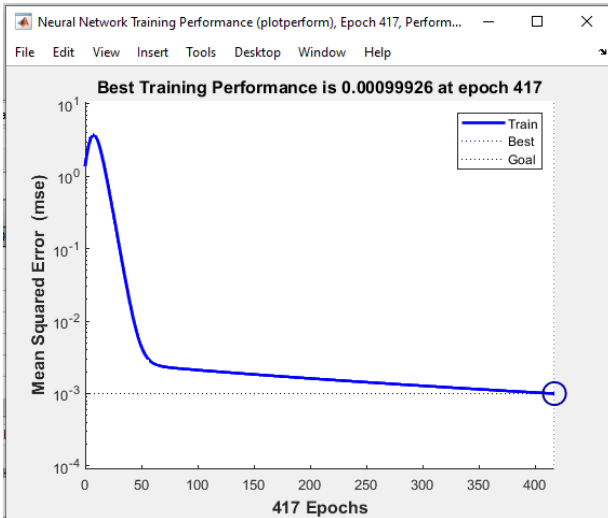
Setelah dilakukan perulangan maka ditemukan *error* minimum atau *goal* pada epoch ke 1699, seperti pada gambar 4 berikut:



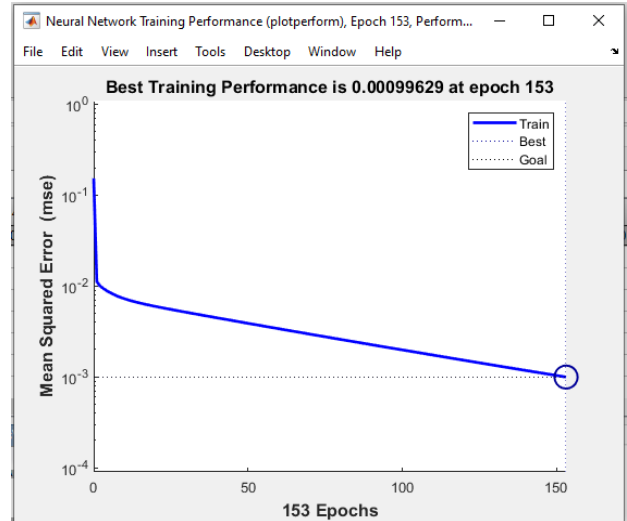
Gambar 4. Grafik Goal Penelitian 5-3-1

C. Pelatihan Data dengan Pola 5-4-1

Setelah dilakukan perulangan maka ditemukan *error* minimum atau *goal* pada epoch ke 417, seperti pada gambar 5 berikut:



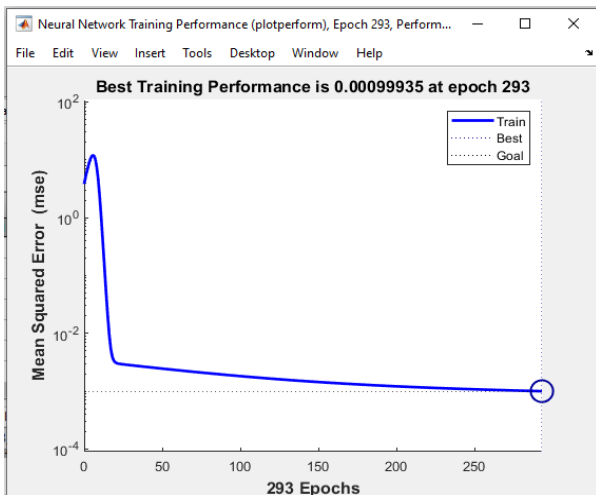
Gambar 5. Grafik Goal Penelitian 5-4-1



Gambar 8. Grafik Goal Pengujian 5-2-1

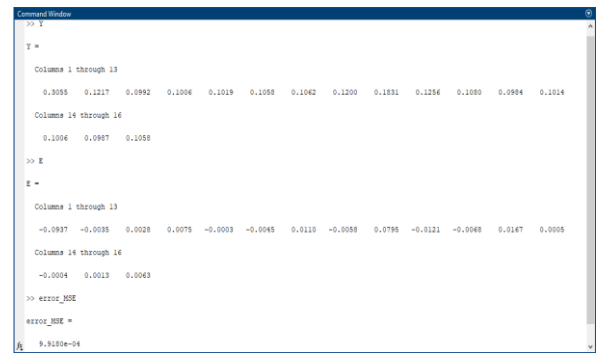
D. Pelatihan Data dengan Pola 5-5-1

Setelah dilakukan perulangan maka ditemukan *error* minimum atau *goal* pada epoch ke 293, seperti pada gambar 6 berikut:



Gambar 6. Grafik Goal Penelitian 5-5-1

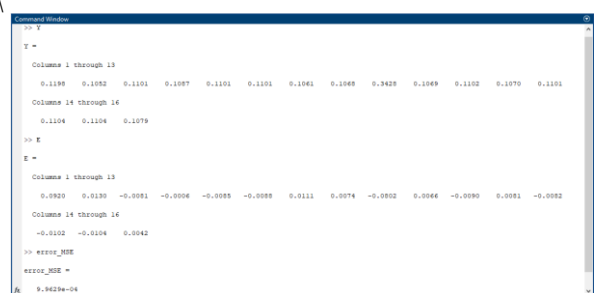
F. Pengujian Data dengan Pola 5-3-1



Gambar 9. Hasil dan Nilai Error Pada Pengujian Data dengan Pola 5-3-1

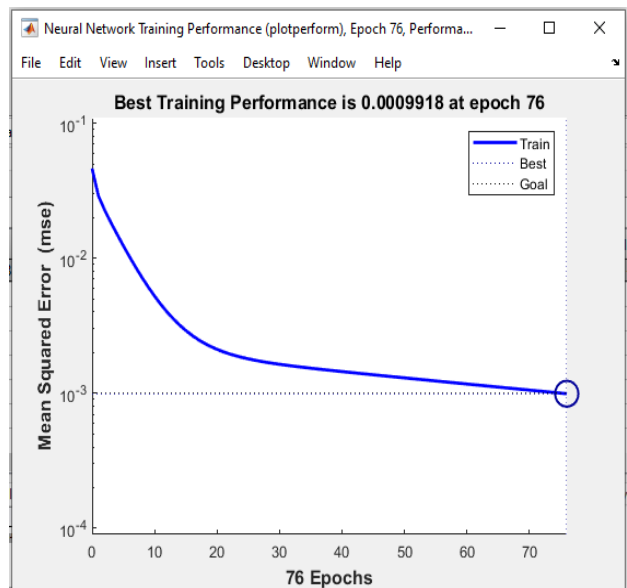
Dari gambar di atas didapatkan grafik *goal* seperti berikut ini:

E. Pengujian Data dengan Pola 5-2-1



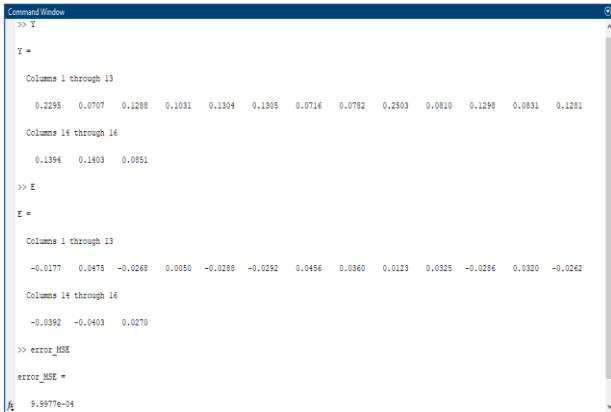
Gambar 7. Hasil dan Nilai Error Pada Pengujian Data dengan Pola 5-2-1

Dari gambar di atas didapatkan grafik *goal* seperti berikut ini:



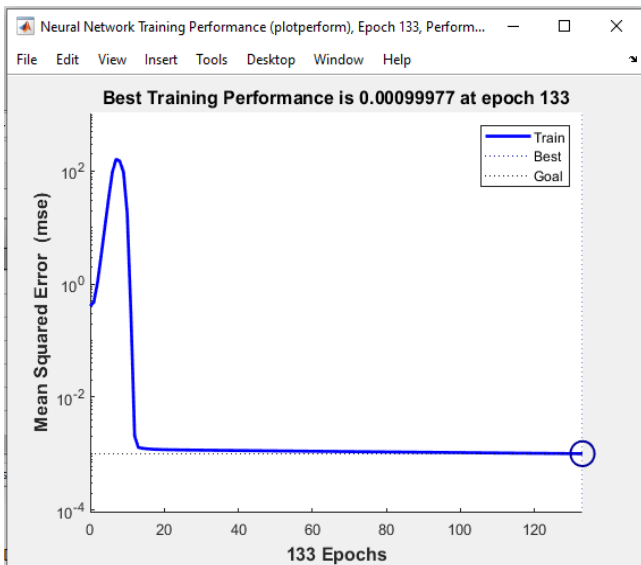
Gambar 10. Grafik Goal Pengujian 5-3-1

G. Pengujian Data dengan Pola 5-4-1



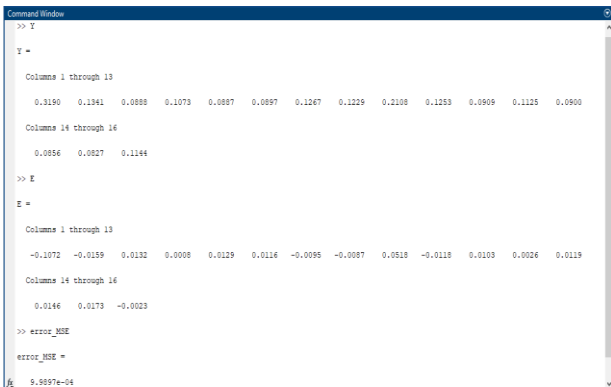
Gambar 11. Hasil dan Nilai Error Pada Pengujian Data dengan Pola 5-4-1

Dari gambar di atas didapatkan grafik goal seperti berikut ini:



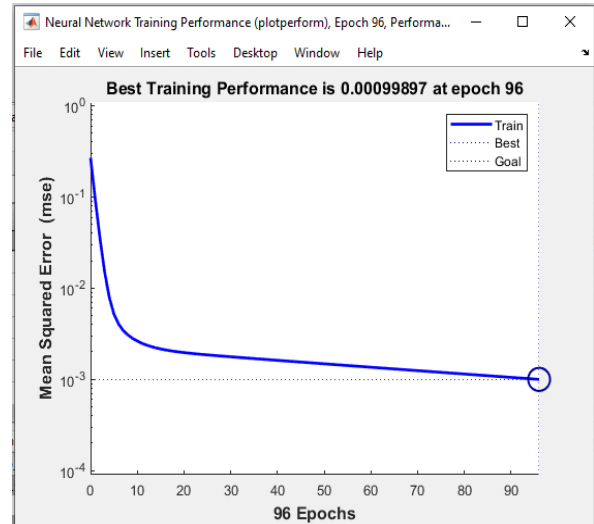
Gambar 12. Grafik Goal Pengujian 5-4-1

H. Pengujian Data dengan Pola 5-5-1



Gambar 13. Hasil dan Nilai Error Pada Pengujian Data dengan Pola 5-5-1

Dari gambar di atas didapatkan grafik goal seperti berikut ini:



Gambar 14. Grafik Goal Pengujian 5-5-1

Hasil dari keempat pola yang digunakan dalam proses pengujian data Jaringan Syaraf Tiruan dengan algoritma Backpropagation menggunakan Matlab dengan data peramalan produksi tanaman kopi. Maka dapat disimpulkan bahwa model terbaik adalah pola 5-4-1 dengan proses epoch = 417 dan pencapaian MSE pada saat pengujian dengan MSE = 0.001 dengan akurasi 99.9990002%.

Adapun data perbandingan dari masing-masing pola dapat dilihat pada tabel IV.

TABEL IV
PERBANDINGAN MASING-MASING POLA

	5-2-1	5-3-1	5-4-1	5-5-1
Epoch <u>Pelatihan</u>	489	1699	417	293
MSE <u>Pengujian</u>	0,0009963	0,0009918	0,0009998	0,0009989
Akurasi (100-MSE)	99,9990037	99,9990082	99,9990002	99,9990001

I. Perbandingan Hasil Peramalan Produksi Puncak

Setelah dilakukan proses pelatihan data dan pengujian data akan dilakukan perbandingan data produksi puncak dengan hasil peramalan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan algoritma Backpropagation. Berikut hasil dari perbandingan Produksi puncak data aktual dan data Peramalan dengan Jaringan Syaraf Tiruan algoritma Backpropagation dengan pola 5-4-1 yang dapat dilihat pada tabel V.

TABEL V
PERBANDINGAN HASIL PREDIKSI

No	Bulan	Data Aktual	Data JST	Error (Selisih)	Persen Akurasi	Persen Error
1	Aceh	64.620	49.195	15425	76%	24%
2	Sumatera Utara	67.360	55.062	12298	82%	18%
3	Sumatera Barat	22.240	24.300	-2060	109%	-9%
4	Riau	2.900	18.983	-16083	655%	-555%
5	Jambi	14.640	20.866	-6226	143%	-43%
6	Sumatera Selatan	160.940	111.083	49857	69%	31%
7	Bengkulu	58.260	47.061	11199	81%	19%
8	Lampung	110.780	92.972	17808	84%	16%
9	Kep. Riau	22.120	24.834	-2714	112%	-12%
10	Jawa Barat	18.640	21.730	-3090	117%	-17%
11	Jawa Tengah	21.040	22.631	-1591	108%	-8%
12	DI Yogyakarta	460	18.725	-18265	4071%	-3971%
13	Jawa Timur	65.120	56.148	8972	86%	14%
14	Banten	2.440	18.902	-16462	775%	-675%
15	Bali	15.720	21.434	-5714	136%	-36%
16	Nusa Tenggara Barat	5.160	19.309	-14149	374%	-274%
17	Nusa Tenggara Timur	22.500	29.565	-7065	131%	-31%
18	Kalimantan Barat	3.680	9.118	-5438	248%	-148%
19	Kalimantan Tengah	420	16.598	-16178	3952%	-3852%
20	Kalimantan Selatan	1.640	13.284	-11644	810%	-710%
21	Kalimantan Timur	340	16.807	-16467	4943%	-4843%
22	Kalimantan Utara	280	16.811	-16531	6004%	-5904%
23	Sulawesi Utara	3.480	9.232	-5752	265%	-165%
24	Sulawesi Tengah	2.880	10.084	-7204	350%	-250%
25	Sulawesi Selatan	32.720	32.238	482	99%	1%
26	Sulawesi Tenggara	2.740	10.438	-7698	381%	-281%
27	Gorontalo	260	16.722	-16462	6431%	-6331%
28	Sulawesi Barat	3.060	10.719	-7659	350%	-250%
29	Maluku	400	16.509	-16109	4127%	-4027%
30	Maluku Utara	60	17.962	-17902	29936%	-29836%
31	Papua Barat	20	18.076	-18056	90380%	-90280%
32	Papua	2.460	10.970	-8510	446%	-346%
Total		729.380	878.367	-148987	120%	-20%
Rata-Rata		22.793	27.449	-4656	120%	-20%

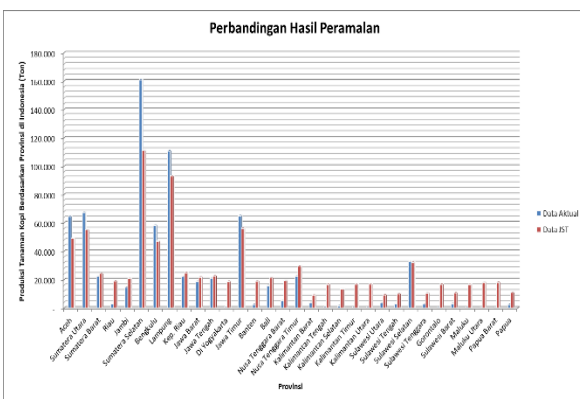
IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data dan pengujian tentang peramalan produksi tanaman kopi, maka dari penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan dengan algoritma *Backpropagation* dapat memperamalan peramalan produksi tanaman kopi. Dengan menerapkan arsitektur jaringan yang paling tepat untuk digunakan dalam memperamalan peramalan produksi tanaman kopi adalah dengan pola arsitektur 5-4-1 dengan hasil persentasi 99.999002%.
2. Jaringan Syaraf Tiruan dapat melakukan proses peramalan dengan lebih efisien dengan menggunakan aplikasi Matlab karena hasil dari peramalan-peramalan produksi tanaman kopi sangat berpengaruh dengan pola-pola arsitektur yang dilatih. Sehingga menghasilkan pola arsitektur jaringan 5-4-1 dengan proses epoch = 417 dan pencapaian MSE pada saat pengujian dengan MSE = 0.001 dengan akurasi 99.9990002%.
3. Selisih antara beban data aktual dengan beban hasil peramalan Jaringan Syaraf Tiruan dinyatakan dalam persentase atau persen *error*. Tingkat *error* terbesar terdapat pada Provinsi Di Yogyakarta dengan selisih *error* sebesar -18.725 Ton dengan persentase akurasi 4071% dan persen *error* sebesar -3971% dan Provinsi Papua Barat dengan selisih *error* sebesar -18.056 Ton dengan persentase akurasi 90380% dan persen *error* sebesar -90280%. Hal ini terjadi karena hasil Peramalan JST pada data-data melebihi target data aktualnya sehingga memiliki nilai *error* yang besar.
4. Dengan menggunakan aplikasi Matlab dapat membantu untuk mempermudah dalam proses peramalan peramalan produksi tanaman kopi. Kesimpulan berisi tentang poin-poin utama artikel. Kesimpulan hendaknya tidak mengulangi yang sudah dituliskan di bagian Abstrak, akan tetapi membahas hasil-hasil yang penting, penerapan maupun pengembangan dari penelitian yang dilakukan. Bagian ini hendaknya juga dapat menunjukkan apakah tujuan penelitian dapat tercapai.

Dari data di atas dapat dilihat tingkat *error* terbesar terdapat pada Provinsi Di Yogyakarta dengan selisih *error* sebesar -18.725 Ton dengan persentase akurasi 4071% dan persen *error* sebesar -3971% dan Provinsi Papua Barat dengan selisih *error* sebesar -18.056 Ton dengan persentase akurasi 90380% dan persen *error* sebesar -90280%. Hal ini terjadi karena hasil Peramalan JST pada data-data melebihi target data aktualnya sehingga memiliki nilai *error* yang besar.

Berikut perbandingan grafik hasil peramalan produksi puncak yang dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15. Grafik Perbandingan Hasil Peramalan

REFERENSI

- [1] P. Indrayati Sijabat, Y. Yuhandri, G. Widi Nurcahyo, and A. Sindar, "Algoritma Backpropagation Prediksi Harga Komoditi terhadap Karakteristik Konsumen Produk Kopi Lokal Nasional," *Digit. Zo. J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 11, no. 1, pp. 96–107, 2020, doi: 10.31849/digitalzone.v11i1.3880.
- [2] F. Agus, Samuel Haryanto, D. Puspitaningrum, and Ernawati, "Untuk Memprediksi Cuaca (Studi Kasus : Kota Bengkulu)," *Rekursif*, vol. 3, no. 2, pp. 82–94, 2015.
- [3] 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, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/322963136>.
- [4] M. K. Rima Liana Gema, S.Kom, "Jaringan Syaraf Tiruan Propagasi Balik Dalam Prediksi Persediaan Ternak Sapi Potong (Studi Kasus Di Wilayah Sumatera Barat) Rima," *J. KomTekInfo Fak. Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 21–27, 2014.
- [5] Muslimin, "Peramalan Beban Listrik Jangka Menengah Pada Sistem Kelistrikan Kota Samarinda," *Jiti*, 2015.
- [6] D. Monika, A. Ahmad, S. Wardani, and Solikhun, "Model Jaringan Syaraf Tiruan Dalam Memprediksi Ketersediaan Cabai Berdasarkan

- Provinsi,” *Teknika*, 2019, doi: 10.34148/teknika.v8i1.140.
- [7] Solikhun and M. Safii, “Jaringan Saraf Tiruan Untuk Memprediksi,” *J. Sains Komput. Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 24–36, 2017, [Online]. Available: <http://ejurnal.tunasbangsa.ac.id/index.php/jsakti>.
- [8] D. H. Tanjung, “Jaringan Saraf Tiruan dengan Backpropagation untuk Memprediksi Penyakit Asma,” *Creat. Inf. Technol. J.*, 2015, doi: 10.24076/citec.2014v2i1.35.
- [9] F. Dristyan, “Prediksi Jumlah Penjualan Kredit Sepeda Motor Menggunakan Algoritma Backpropagation,” *Semin. Nas. R.*, vol. 1, no. 1, pp. 185–190, 2018.
- [10] M. T. P. Manalu, “Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memprediksi Curah Hujan Sumatera Utara dengan Metode Back Propagation (Studi Kasus : BMKG Medan),” *JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer)*, vol. 3, no. 1, pp. 35–40, 2016.