

Model Jaringan Syaraf Tiruan Dalam Memprediksi Ketersediaan Cabai Berdasarkan Provinsi

Devi Monika
Program Studi Manajemen Informatika
AMIK Tunas Bangsa
monicadevi501@gmail.com

Abdullah Ahmad
Program Studi Manajemen Informatika
AMIK Tunas Bangsa
ahmadabdullah400@yahoo.com

Sri Wardani
Program Studi Manajemen Informatika
AMIK Tunas Bangsa
sriwardani90804@gmail.com

Solikhun
Program Studi Manajemen Informatika
AMIK Tunas Bangsa
solikhun@amiktunasbangsa.ac.id

Abstrak - Tanaman cabai adalah bumbu masakan yang saling melengkapi. Harga cabai selalu berfluktuasi. Tercatat dari 2012 hingga 2017, produksi tanaman cabai besar (ton) di setiap provinsi berfluktuasi. Pemerintah membutuhkan prediksi ketersediaan tanaman cabai berdasarkan provinsi di Indonesia untuk meningkatkan ketahanan pangan, terutama produksi cabai. Penelitian ini memberikan kontribusi kepada pemerintah untuk dapat memprediksi ketersediaan tanaman cabai berdasarkan provinsi di Indonesia di masa depan. Data yang digunakan adalah data dari Badan Pusat Statistik melalui situs web www.bps.go.id. Data tersebut adalah data tentang ketersediaan tanaman cabai menurut provinsi di Indonesia dari 2012 hingga 2017. Algoritma yang digunakan dalam penelitian ini adalah Jaringan Syaraf Tiruan dengan metode *Backpropogation*. Variabel *input* yang digunakan adalah data 2012 (X1), data 2013 (X2), data 2014 (X3), dan data 2015 (X4) dengan 4 pelatihan arsitektur dan model pengujian, 4-2-1, 4-3-1, 4-4-1, dan 4-5-1. Data target diambil dari data 2016 (T). *Output* yang dihasilkan adalah pola terbaik dari arsitektur JST. Model arsitektur terbaik adalah 4-5-1 dengan zaman 670, MSE 0,010651, dan tingkat akurasi 99,97.

Kata Kunci: *Backpropogation*, JST, Ketersediaan Tanaman Cabai, Prediksi

I. PENDAHULUAN

Komoditas cabai bukan termasuk pangan pokok bagi masyarakat Indonesia, akan tetapi perannya sebagai bumbu pelengkap masakan, ditunjang harganya yang selalu fluktuatif, tak jarang cabai menyumbang inflasi bagi perekonomian nasional. Komoditas cabai di Indonesia terdiri dari berbagai varian. Diantaranya cabai besar yang terdiri dari cabai merah besar dan cabai merah keriting, serta cabai

rawit yang terdiri dari cabai rawit hijau dan cabai rawit merah. Diantara varian tersebut, cabai merah keriting adalah cabai yang paling sering dikonsumsi oleh masyarakat. Dari sisi harga, cabai rawit merah adalah komoditas yang paling fluktuatif, tak jarang harganya melebihi Rp. 100.000/kg terutama di musim paceklik.

Profil komoditas cabai ini bertujuan untuk memberikan ulasan mengenai keragaman tata niaga komoditas cabai nasional diantaranya perkembangan ketersediaan komoditas cabai nasional, perkembangan harga komoditas cabai nasional, perkembangan distribusi komoditas cabai nasional, perkembangan konsumsi komoditas cabai nasional, perkembangan ekspor-impor cabai nasional serta analisis kebijakan dan regulasi cabai nasional. Analisis ketersediaan komoditas cabai ini akan diulas dan dibahas dalam penelitian ini. Tujuannya sebagai salah satu upaya untuk mendapatkan gambaran kondisi dan model peramalan neraca kebutuhan dan ketersediaan pasokan yang akurat sehingga hasil analisis akan dapat digunakan dalam menetapkan kebijakan yang tepat. Permintaan komoditas sayuran umumnya sangat sensitif terhadap perubahan kesegaran produk. Sementara itu komoditas sayuran umumnya relatif cepat busuk sehingga petani dan pedagang tidak mampu menahan penjualannya terlalu lama dalam rangka mengatur volume pasokan yang sesuai dengan kebutuhan pasar, karena hal itu dapat berdampak pada penurunan harga jual yang disebabkan oleh penurunan kesegaran produk. Konsekuensinya adalah pengaturan volume pasokan yang disesuaikan dengan kebutuhan konsumen tidak mudah dilakukan karena setelah dipanen petani cenderung segera menjual hasil panennya agar sayuran yang dipasarkan masih dalam keadaan segar [1].

Tercatat dari tahun 2012 hingga tahun 2017, produksi tanaman sayuran cabai besar (ton) pada setiap provinsi di Indonesia berbeda-beda dan setiap provinsinya bersifat fluktuatif. Bahkan ada juga provinsi yang tidak memiliki produksi cabai di wilayahnya yaitu provinsi DKI Jakarta.

Produksi cabai besar yang tidak stabil tersebut terkadang menjadi permasalahan tersendiri, seperti tidak mencukupinya ketersediaan cabai besar di dalam negeri sehingga memaksa pemerintah untuk impor cabai besar dari luar negeri. Tentunya hal tersebut menjadi ironis, mengingat negeri yang subur dan kaya akan Sumber Daya Alam ini belum mampu mengolah kekayaannya demi kecukupan bahan pangannya sendiri. Selain itu produksi cabai besar yang tidak seimbang dengan laju pertumbuhan penduduk yang kian meningkat dapat menjadi salah satu pemicu tidak cukupnya produksi cabai besar dalam negeri.

Melihat permasalahan yang cukup kompleks tersebut, tentunya dibutuhkan suatu metode yang dapat lebih efektif dalam memprediksi ketersediaan produksi cabai berdasarkan provinsi dalam pemenuhan kebutuhan bahan masak pangan di Indonesia. Adapun metode yang akan digunakan dalam memprediksi ketersediaan komoditas cabai berdasarkan provinsi di Indonesia adalah metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Peneliti dalam penerapannya menggunakan sebuah teknik peramalan yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi yaitu *backpropagation*. Dengan menggunakan teknik ini dimaksudkan untuk membuat sebuah sistem yang dapat memprediksi ketersediaan produksi cabai berdasarkan provinsi di Indonesia. Diharapkan melalui sistem ini dapat membantu pemerintah dalam memprediksi ketersediaan produksi cabai berdasarkan provinsi di Indonesia dan mampu meningkatkan ketahanan pangan di Indonesia khususnya produksi cabai.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*)

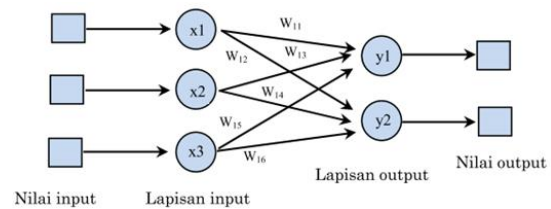
Kecerdasan buatan atau disebut juga *Artificial Intelligence* (AI) merupakan salah satu bagian dari ilmu komputer yang mempelajari bagaimana membuat mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia, bahkan bisa lebih baik daripada yang dilakukan manusia [2].

B. Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan (JST) adalah paradigma pemrosesan suatu informasi yang terinspirasi oleh sistem sel syaraf biologi. Jaringan ini biasanya diimplementasikan dengan menggunakan komponen elektronik atau disimulasikan pada aplikasi komputer [3].

C. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Backpropagation memiliki beberapa unit yang ada dalam satu atau lebih lapis tersembunyi. Pada Gambar 1 adalah arsitektur *Backpropagation* dengan n buah masukan ($x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$) ditambah sebuah bias, sebuah lapis tersembunyi yang terdiri dari j unit ditambah sebuah bias, serta k buah unit keluaran [4].



Gambar 1. Arsitektur Lapisan Tunggal.

Simbol-simbol yang digunakan ini tidaklah mutlak, bisa saja berganti dengan simbol-simbol yang lainnya asalkan fungsi logika yang dimaksudkannya tetap sama. Secara sederhana dapat dikatakan bahwa jika *output* memberikan hasil yang salah, maka penimbang (bobot) dikoreksi supaya *error* (galat) dapat diperkecil dan respon jaringan selanjutnya diharapkan akan lebih mendekati harga yang benar.

D. Prediksi/Peramalan

Prediksi/peramalan adalah proses untuk memperkirakan berapa kebutuhan dimasa yang akan datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu, dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan barang ataupun jasa [5].

E. Karakteristik Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan Syaraf Tiruan memiliki beberapa karakteristik yang unik, diantaranya adalah:

1. Kemampuan untuk belajar.
2. Kemampuan untuk mengeneralisasi.
3. Kemampuan untuk memecahkan permasalahan yang tidak bisa atau kurang baik bila dimodelkan sebagai sistem linier, yang menjadi persyaratan pada beberapa metode peramalan lainnya, seperti model data deret waktu (*time series model*) [6].

F. Model Jaringan Syaraf Tiruan yang Digunakan

Model yang digunakan pada penelitian ini adalah model *Backpropagation*. *Backpropagation* adalah salah satu model JST yang mempunyai kemampuan mendapatkan keseimbangan antara kemampuan jaringan untuk mengenali pola yang digunakan selama pelatihan serta kemampuan jaringan untuk memberikan respon yang benar terhadap pola masukan yang serupa (tapi tidak sama) dengan pola yang dipakai selama pelatihan [7].

Terdapat 3 fase dalam pelatihan *Backpropagation*, yaitu fase maju (*feed forward*), fase mundur (*back propagation*), dan fase modifikasi bobot. Dalam fase *feed forward*, pola masukan dihitung maju dimulai dari lapisan *input* hingga lapisan *output*. Dalam fase *back propagation*, tiap-tiap unit *output* menerima target pola yang berhubungan dengan pola *input* untuk dihitung nilai kesalahan. Kesalahan tersebut akan dipropagasikan mundur. Sedangkan fase modifikasi bobot bertujuan untuk menurunkan kesalahan yang terjadi. Ketiga fase tersebut diulang secara terus menerus hingga kondisi penghentian dipenuhi [8].

Secara rinci algoritma pelatihan jaringan *Backpropagation* dapat diuraikan sebagai berikut [9]:

- Langkah 0: Inisialisasi bobot-bobot, konstanta laju pelatihan (α), toleransi *error* atau nilai bobot (bila menggunakan nilai bobot sebagai kondisi berhenti) atau set maksimal *epoch* (jika menggunakan banyaknya *epoch* sebagai kondisi berhenti).
- Langkah 1: Selama kondisi berhenti belum dicapai, maka lakukan langkah ke-2 hingga langkah ke-9.
- Langkah 2: Untuk setiap pasangan pola pelatihan, lakukan langkah ke-3 sampai langkah ke-8.
- Langkah 3: {Tahap I: Umpan maju (*feedforward*)}. Tiap unit masukan menerima sinyal dan meneruskannya ke unit tersembunyi di atasnya.
- Langkah 4: Masing-masing unit di lapisan tersembunyi (dari unit ke-1 hingga unit ke-p) dikalikan dengan bobotnya dan dijumlahkan serta ditambahkan dengan biasnya.
- Langkah 5: Masing-masing unit *output* ($y_k, k=1,2,3,\dots,m$) dikalikan dengan bobot dan dijumlahkan serta ditambahkan dengan biasnya.
- Langkah 6: {Tahap II: Umpan mundur (*backward propagation*)}. Masing-masing unit *output* ($y_k, k=1,2,3,\dots,m$) menerima pola target t_k sesuai dengan pola masukan/*input* saat pelatihan dan kemudian informasi kesalahan/*error* lapisan *output* (δ_k) dihitung. δ_k dikirim ke lapisan di bawahnya dan digunakan untuk menghitung besarnya koreksi bobot dan bias (ΔW_{jk} dan ΔW_{ok}) antara lapisan tersembunyi dengan lapisan *output*.
- Langkah 7: Pada setiap unit dilapisan tersembunyi (dari unit ke-1 hingga ke-p; $i=1,\dots,n; k=1,\dots,m$) dilakukan perhitungan informasi kesalahan lapisan tersembunyi (δ_j). δ_j kemudian digunakan untuk menghitung besar koreksi bobot dan bias (ΔV_{ji} dan ΔV_{jo}) antara lapisan *input* dan lapisan tersembunyi.
- Langkah 8: {Tahap III: *Update* bobot dan bias}. Masing-masing unit *output*/keluaran ($y_k, k=1,2,3,\dots,m$) dilakukan *update* bias dan bobotnya ($j=0,1,2,\dots,p$) sehingga menghasilkan bobot dan bias baru. Demikian juga untuk setiap unit tersembunyi mulai dari unit ke-1 sampai dengan unit ke-p dilakukan *update* bobot dan bias.
- Langkah 9: Uji kondisi berhenti (akhir iterasi).

G. Langkah-Langkah Penelitian

Penelitian dilakukan dengan sistematis dan alur yang baik agar didapatkan hasil yang sesuai dengan target sehingga dapat dijadikan bahan referensi bagi para peneliti lain. Adapun langkah yang dilakukan seperti terlihat pada kerangka kerja Gambar 2.

a) Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Data dikumpulkan dari sampel yang telah ditentukan sebelumnya. Sampel tersebut terdiri atas sekumpulan unit analisis sebagai sasaran penelitian.

b) Studi Pustaka

Untuk mencapai tujuan yang akan ditentukan, maka perlu dipelajari beberapa literatur-literatur yang digunakan. Studi pustaka merupakan langkah awal dalam penelitian ini, studi pustaka ini dilakukan untuk melengkapi

pengetahuan dasar dan teori-teori yang digunakan dalam penelitian ini.

c) Identifikasi Masalah

Pada tahap identifikasi masalah ini, dilakukan setelah semua data-data terpenuhi kemudian didapatkan *dataset* yang sesuai untuk dilakukan proses pada tahap konversi data yang didapat sesuai dengan bobot yang ditentukan.

d) Pra proses

Tahap pra proses merupakan tahap seleksi data yang bertujuan untuk mendapatkan data yang bersih dan siap untuk digunakan dalam penelitian.

e) Pengujian Jaringan Saraf Tiruan

Setelah mendapatkan data yang cukup maka proses pengujian dan pelatihan data diolah dengan menggunakan algoritma *Backpropagation*.

f) Penentuan Model

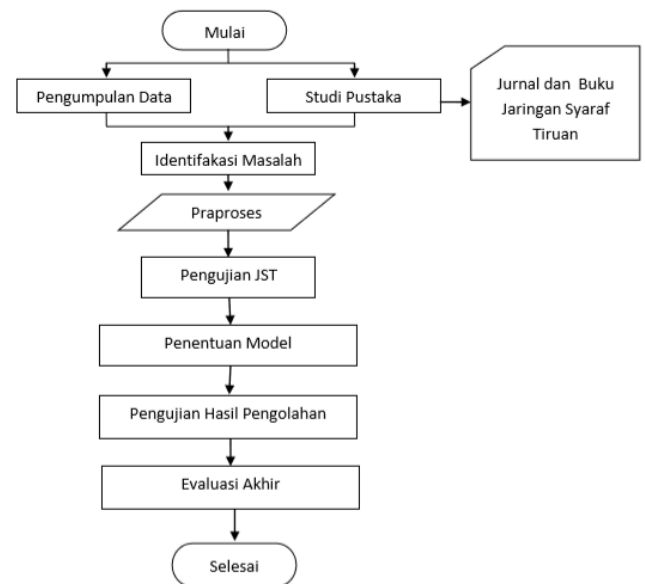
Pada tahap ini akan dilakukan penentuan model jaringan syaraf tiruan dengan metode *Backpropagation*. Hasil dari tahap ini adalah untuk mendapatkan pola yang terbaik jaringan syaraf tiruan dengan metode *Backpropagation*.

g) Pengujian Hasil Pengolahan Data

Setelah proses penentuan model selesai, maka dilakukan tahapan uji coba terhadap hasil pengolahan data dari hasil desain program. Apakah desain program yang dibuat telah sesuai dengan apa yang diharapkan.

h) Evaluasi Akhir

Evaluasi akhir dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dirancang tersebut sesuai dengan yang diharapkan. Evaluasi dilakukan untuk membandingkan hasil yang diharapkan pada tahap implementasi sistem yang dibuat secara manual dengan sistem yang dibuat menggunakan software Matlab.



Gambar 2. Langkah-Langkah Penelitian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan Sistem

a) Pendefinisian *Input* dan Target

Data ketersediaan tanaman cabai berdasarkan provinsi di Indonesia akan diolah oleh Jaringan Saraf Tiruan dengan metode *backpropogation*. Agar data dapat dikenali oleh Jaringan Saraf Tiruan, maka data harus direpresentasikan ke dalam bentuk numerik antara 0 sampai dengan 1, baik variabel maupun isinya yang merupakan masukan data ketersediaan tanaman cabai berdasarkan provinsi di Indonesia sebagai pengenalan pola dan keluaran yang merupakan prediksi yang diperoleh dari model arsitektur terbaik pada saat penentuan pola terbaik. Hal ini dikarenakan jaringan menggunakan fungsi aktivasi sigmoid biner (*logsig*) dengan *range* dari 0 sampai 1. Nilai-nilai yang digunakan diperoleh berdasarkan kategori dari masing-masing variabel selain juga untuk memudahkan mengingat dalam pendefinisinya.

b) Pendefinisian *Input*

Variabel ketersediaan tanaman cabai berdasarkan provinsi di Indonesia adalah kriteria yang menjadi acuan dalam pengambilan keputusan pada penilaian dengan menggunakan Jaringan Saraf Tiruan. Variabel ditentukan dengan cara melihat ketergantungan data terhadap penelitian yang dilakukan. Kriteria yang digunakan berdasarkan Data Badan Pusat Statistik Nasional dari *website* URL: www.bps.go.id. Adapun daftar variabel dalam memprediksi ketersediaan tanaman cabai berdasarkan provinsi di Indonesia disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar Kriteria Ketersediaan Tanaman Cabai Berdasarkan Provinsi di Indonesia.

No	Variabel	Nama Kriteria
1	X1	Tahun 2012
2	X2	Tahun 2013
3	X3	Tahun 2014
4	X4	Tahun 2015

Sumber : Badan Pusat Statistik Nasional

Data input diperoleh dari *website* Badan Pusat Statistik Nasional tentang ketersediaan tanaman cabai berdasarkan provinsi di Indonesia. Data sampel yang digunakan adalah Ketersediaan Tanaman Cabai Berdasarkan Provinsi di Indonesia Berdasarkan Propinsi Tahun 2012 sampai Tahun 2017 yang terdiri dari 32 data lengkap dan masing-masing data memiliki 4 variabel dan 1 target. Data ini nantinya akan ditransformasikan ke sebuah data antara 0 sampai 1 sebelum dilakukan pelatihan dan pengujian menggunakan Jaringan Saraf Tiruan metode *backpropagation* dengan rumus:

$$x' = \frac{0,8(x-x_{min})}{x_{max}-x_{min}} + 0,1 \tag{1}$$

c) Pendefinisian Target

Adapun data target adalah Ketersediaan Tanaman Cabai Berdasarkan Provinsi di Indonesia Tahun 2017.

d) Pendefinisian *Output*

Hasil yang diharapkan pada tahap pendefinisian ini adalah untuk mencari pola menentukan nilai terbaik untuk memprediksi produksi cabai. Hasil pengujian berfungsi sebagai berikut :

- Untuk mengetahui prediksi produksi cabai yang didasarkan pada data produksi cabai berdasarkan provinsi. *Output* dari prediksi ini adalah pola arsitektur terbaik untuk memprediksi produksi cabai dengan melihat *error* minimum.
- Kategorisasi *output* pelatihan (*train*) dan pengujian (*test*) Kategori untuk *output* ditentukan oleh tingkat *error* minimum dari target. Batasan kategori tersebut terdapat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Data Kategorisasi.

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

B. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan bantuan Matlab R2011A aplikasi perangkat lunak. Sampel data adalah produksi cabai berdasarkan provinsi. Data ini akan digunakan pada data pelatihan dan data pengujian. Sampel data yang telah diproses dan ditransformasikan disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 3. Data Mentah.

No	Nama	Variabel				Target
		X1	X2	X3	X4	T
1	Aceh	51412	42427	50188	52907	45449
2	Sumatera Utara	197411	161933	147812	187835	152629
3	Sumatera Barat	57673	60981	59390	63403	68226
4	Riau	9956	9089	9356	7393	12003
5	Jambi	10523	39055	36715	30341	39523
6	Sumatera Selatan	18059	15109	14074	10138	26489
7	Bengkulu	30337	40001	46167	41367	35773
8	Lampung	42439	35233	32259	31274	34790
9	Kep. Bangka Belitung	3230	3636	3686	2517	2280
10	Kep. Riau	2236	1852	3434	2389	1960
11	Jawa Barat	201383	250914	253296	240865	242114
12	Jawa Tengah	130129	145037	167795	168412	164980

13	DI Yogyakarta	16460	17134	17760	23389	24484
14	Jawa Timur	99674	101691	111022	91135	95541
15	Banten	6344	5841	6798	6608	8404
16	Bali	13786	15430	20349	14138	12966
17	Nusa Tenggara Barat	7183	6398	20652	11227	12041
18	Nusa Tenggara Timur	2389	1916	1709	1279	1769
19	Kalimantan Barat	2106	2848	2201	2130	2912
20	Kalimantan Tengah	747	1013	944	642	614
21	Kalimantan Selatan	5492	5094	7418	5904	8817
22	Kalimantan Timur	5361	6471	8008	5096	3367
23	Sulawesi Utara	996	2826	5451	5748	3571
24	Sulawesi Tengah	3013	3072	5813	5436	4756
25	Sulawesi Selatan	22582	27059	28007	23780	27639
26	Sulawesi Tenggara	4381	2846	3349	1798	2560
27	Gorontalo	371	419	303	222	152
28	Sulawesi Barat	1919	1352	1278	891	1192
29	Maluku	1451	2163	1890	2011	1443
30	Maluku Utara	578	1126	4129	1595	1351
31	Papua Barat	1093	234	270	281	837
32	Papua	3649	2679	3088	1954	2889

Sumber : Diolah dari Badan Pusat Statistik (www.bps.go.id)

Tabel 4. Sampel Dari Data yang Telah Ditransformasikan.

No	Nama	Variabel				Target
		X1	X2	X3	X4	T
1	Data 1	0,2497	0,2235	0,2461	0,2541	0,2323
2	Data 2	0,6756	0,5721	0,5309	0,6477	0,5450
3	Data 3	0,2680	0,2776	0,2730	0,2847	0,2988
4	Data 4	0,1288	0,1262	0,1270	0,1213	0,1347
5	Data 5	0,1304	0,2136	0,2068	0,1882	0,2150
6	Data 6	0,1524	0,1438	0,1408	0,1293	0,1770
7	Data 7	0,1882	0,2164	0,2344	0,2204	0,2041
8	Data 8	0,2235	0,2025	0,1938	0,1909	0,2012
9	Data 9	0,1091	0,1103	0,1105	0,1071	0,1064
10	Data 10	0,1062	0,1051	0,1097	0,1067	0,1054
11	Data 11	0,6872	0,8317	0,8387	0,8024	0,8061

12	Data 12	0,4794	0,5228	0,5892	0,5910	0,5810
13	Data 13	0,1477	0,1497	0,1515	0,1679	0,1711
14	Data 14	0,3905	0,3964	0,4236	0,3656	0,3784
15	Data 15	0,1182	0,1167	0,1195	0,1190	0,1242
16	Data 16	0,1399	0,1447	0,1591	0,1410	0,1375
17	Data 17	0,1207	0,1184	0,1600	0,1325	0,1348
18	Data 18	0,1067	0,1053	0,1047	0,1034	0,1049
19	Data 19	0,1059	0,1080	0,1061	0,1059	0,1082
20	Data 20	0,1019	0,1027	0,1025	0,1016	0,1015
21	Data 21	0,1157	0,1146	0,1213	0,1169	0,1254
22	Data 22	0,1153	0,1186	0,1231	0,1146	0,1095
23	Data 23	0,1026	0,1080	0,1156	0,1165	0,1101
24	Data 24	0,1085	0,1087	0,1167	0,1156	0,1136
25	Data 25	0,1656	0,1787	0,1814	0,1691	0,1803
26	Data 26	0,1125	0,1080	0,1095	0,1050	0,1072
27	Data 27	0,1008	0,1009	0,1006	0,1004	0,1002
28	Data 28	0,1053	0,1037	0,1034	0,1023	0,1032
29	Data 29	0,1039	0,1060	0,1052	0,1056	0,1039
30	Data 30	0,1014	0,1030	0,1118	0,1044	0,1036
31	Data 31	0,1029	0,1004	0,1005	0,1005	0,1022
32	Data 32	0,1104	0,1075	0,1087	0,1054	0,1081

C. Perancangan Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan yang digunakan untuk dalam memprediksi ketersediaan tanaman cabai berdasarkan provinsi di Indonesia dengan *backpropogation* dengan langkah pembelajaran *feedforward*. Jaringan ini memiliki beberapa lapisan, yaitu lapisan masukan (*input*), lapisan keluaran (*output*), dan beberapa lapisan tersembunyi (*hidden*). Lapisan tersembunyi tersebut membantu jaringan untuk dapat mengenali lebih banyak pola masukan dibandingkan dengan jaringan yang tidak memiliki lapisan tersembunyi. Parameter-parameter dalam pembentukan jaringan *backpropagation* menggunakan 4 variabel masukan, 1 lapisan tersembunyi, dan 1 lapisan keluaran. Adapun model arsitektur yang digunakan untuk mendapatkan arsitektur terbaik adalah 4-2-1, 4-3-1, 4-4-1, dan 4-5-1.

Jaringan syaraf yang akan dibangun adalah algoritma propagasi balik (*backpropagation*) dengan fungsi aktivasi *Sigmoid*. Fungsi aktivasi dalam Jaringan Saraf Tiruan dipakai untuk proses perhitungan terhadap nilai aktual *output* pada *hidden layer* dan menghitung nilai aktual *output* pada *output layer*.

Tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam pengguna algoritma propagasi balik dengan fungsi aktivasi sigmoid. Tahapan yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

- Inisialisasi (*initialization*), merupakan tahap di mana variabel-variabel nilai akan didefinisikan terlebih dahulu, misalnya seperti: nilai data *input*, *weight*, nilai *output*

yang diharapkan, *learning rate*, dan nilai-nilai data lainnya.

- Aktivasi (*activation*), merupakan proses perhitungan terhadap nilai aktual *output* pada *hidden layer* dan menghitung nilai actual *output* pada *output layer*.
- *Weight Training*, merupakan proses perhitungan nilai *error gradient* pada *output layer* dan menghitung nilai *error gradient* pada *hidden layer*
- *Iteration*, merupakan tahap akhir dalam pengujian, dimana jika masih terjadi *error* minimum yang diharapkan belum ditemukan maka kembali pada tahap aktivasi (*activation*).

Arsitektur yang digunakan pada jaringan syaraf tiruan ini memiliki karakteristik arsitektur jaringan sebagai berikut :

Tabel 5. Arsitektur Jaringan.

Karakteristik	Spesifikasi
Arsitektur	1 <i>hidden layer</i>
<i>Hidden Layer</i>	2,3,4,5
<i>Input Data</i>	4
<i>Output Data</i>	1
<i>Training Function</i>	Traingd
<i>Activation Function</i>	Sigmoid
<i>Goal</i>	0,001
<i>Maximum Epoch</i>	1000000
<i>Learning Rate</i>	0,01

a) Pelatihan dan Pengujian Arsitektur 4-2-1

Data ketersediaan tanaman cabai berdasarkan propinsi terdiri dari 32 data. Berikut adalah hasil pelatihan data dan pengujian dengan pola pengujian 4-2-1. Data hasil pengujian dan pelatihan dapat dilihat pada Tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 6. Pelatihan dan Pengujian Model 4-2-1.

Pelatihan (Train)				Pengujian (Test)					
No	Target	Output JST	Error	SSE	No	Target	Output JST	Error	SSE
1	0,2323	0,3010	0,0687	0,00472	1	0,2545	0,2782	0,0237	0,00056169
2	0,5450	0,4536	0,0914	0,008354	2	0,5640	0,4353	0,1287	0,01656369
3	0,2988	0,3216	0,0228	0,00052	3	0,3783	0,3225	0,0558	0,00311364
4	0,1347	0,2019	0,0672	0,004516	4	0,1458	0,2019	0,0561	0,00314721
5	0,2150	0,1948	0,0202	0,000408	5	0,1918	0,2909	0,0991	0,00982081
6	0,1770	0,2288	0,0518	0,002683	6	0,2178	0,1741	0,0437	0,00190969
7	0,2041	0,2383	0,0342	0,00117	7	0,1935	0,1689	0,0246	0,00060516
8	0,2012	0,3004	0,0992	0,009841	8	0,2462	0,1645	0,0817	0,00667489
9	0,1064	0,1833	0,0769	0,005914	9	0,1055	0,1869	0,0814	0,00662596
10	0,1054	0,1782	0,0728	0,0053	10	0,1054	0,1811	0,0757	0,00573049
11	0,8061	0,4170	0,3891	0,151399	11	0,9000	0,4367	0,4633	0,21464689
12	0,5810	0,3901	0,1909	0,036443	12	0,6703	0,4103	0,2600	0,0676
13	0,1711	0,2159	0,0448	0,002007	13	0,1858	0,2083	0,0225	0,00050625

14	0,3784	0,3859	0,0075	5,63E-05	14	0,3943	0,4022	0,0079	0,00006241
15	0,1242	0,1901	0,0659	0,004343	15	0,1186	0,1897	0,0711	0,00505521
16	0,1375	0,2016	0,0641	0,004109	16	0,1368	0,2260	0,0892	0,00795664
17	0,1348	0,1678	0,0330	0,001089	17	0,1925	0,2027	0,0102	0,00010404
18	0,1049	0,1822	0,0773	0,005975	18	0,1069	0,1810	0,0741	0,00549081
19	0,1082	0,1815	0,0733	0,005373	19	0,1046	0,1829	0,0783	0,00613089
20	0,1015	0,1771	0,0756	0,005715	20	0,1016	0,1785	0,0769	0,00591361
21	0,1254	0,1853	0,0599	0,003588	21	0,1299	0,1895	0,0596	0,00355216
22	0,1095	0,1858	0,0763	0,005822	22	0,1099	0,1974	0,0875	0,00765625
23	0,1101	0,1714	0,0613	0,003758	23	0,1139	0,1807	0,0668	0,00446224
24	0,1136	0,1775	0,0639	0,004083	24	0,1192	0,1823	0,0631	0,00398161
25	0,1803	0,2314	0,0511	0,002611	25	0,1939	0,2548	0,0609	0,00370881
26	0,1072	0,1869	0,0797	0,006352	26	0,1032	0,1851	0,0819	0,00670761
27	0,1002	0,1763	0,0761	0,005791	27	0,1003	0,1764	0,0761	0,00579121
28	0,1032	0,1808	0,0776	0,006022	28	0,1051	0,1795	0,0744	0,00553536
29	0,1039	0,1789	0,0750	0,005625	29	0,1044	0,1808	0,0764	0,00583696
30	0,1036	0,1709	0,0673	0,004529	30	0,1037	0,1813	0,0776	0,00602176
31	0,1022	0,1785	0,0763	0,005822	31	0,1000	0,1757	0,0757	0,00573049
32	0,1081	0,1847	0,0766	0,005868	32	0,1069	0,1839	0,0770	0,005929
Total				0,319804	Total				0,43313344
MSE				0,009994	MSE				0,01353542
					Akurasi Kebenaran (%)				93,75%

b) Pelatihan dan Pengujian Arsitektur 5-12-1

Berikut ini adalah hasil pelatihan dan pengujian data menggunakan arsitektur 4-3-1. Data hasil pelatihan dan pengujian dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 7. Pelatihan dan Pengujian Model 4-3-1.

Pelatihan (Train)				Pengujian (Test)					
No	Target	Output JST	Error	SSE	No	Target	Output JST	Error	SSE
1	0,2323	0,0885	0,1438	0,020678	1	0,2545	0,0883	0,1662	0,027622
2	0,5450	0,6708	-0,1258	0,015826	2	0,5640	0,2889	0,2751	0,07568
3	0,2988	0,0891	0,2097	0,043974	3	0,3783	0,0899	0,2884	0,083175
4	0,1347	0,0889	0,0458	0,002098	4	0,1458	0,0895	0,0563	0,00317
5	0,2150	0,0910	0,1240	0,015376	5	0,1918	0,0880	0,1038	0,010774
6	0,1770	0,0878	0,0892	0,007957	6	0,2178	0,0922	0,1256	0,015775
7	0,2041	0,0900	0,1141	0,013019	7	0,1935	0,0931	0,1004	0,01008
8	0,2012	0,0862	0,1150	0,013225	8	0,2462	0,0933	0,1529	0,023378
9	0,1064	0,0894	0,0170	0,000289	9	0,1055	0,0892	0,0163	0,000266
10	0,1054	0,0896	0,0158	0,00025	10	0,1054	0,0894	0,0160	0,000256

11	0,8061	0,8090	-0,0029	8,41E-06	11	0,9000	0,8017	0,0983	0,009663	10	0,1054	0,0374	0,0680	0,004624
12	0,5810	0,2956	0,2854	0,081453	12	0,6703	0,4004	0,2699	0,072846	11	0,8061	0,6863	0,11980	0,014352
13	0,1711	0,0898	0,0813	0,00661	13	0,1858	0,0900	0,0958	0,009178	12	0,5810	0,4397	0,14133	0,019974
14	0,3784	0,0950	0,2834	0,080316	14	0,3943	0,1022	0,2921	0,085322	13	0,1711	0,0432	0,12795	0,016371
15	0,1242	0,0894	0,0348	0,001211	15	0,1186	0,0896	0,0290	0,000841	14	0,3784	0,2585	0,11993	0,014383
16	0,1375	0,0891	0,0484	0,002343	16	0,1368	0,0883	0,0485	0,002352	15	0,1242	0,0395	0,08468	0,007171
17	0,1348	0,0903	0,0445	0,00198	17	0,1925	0,0893	0,1032	0,01065	16	0,1375	0,0503	0,08725	0,007613
18	0,1049	0,0894	0,0155	0,00024	18	0,1069	0,0895	0,0174	0,000303	17	0,1348	0,0436	0,09121	0,008319
19	0,1082	0,0895	0,0187	0,00035	19	0,1046	0,0895	0,0151	0,000228	18	0,1049	0,0373	0,06761	0,004571
20	0,1015	0,0895	0,0120	0,000144	20	0,1016	0,0895	0,0121	0,000146	19	0,1082	0,0371	0,07108	0,005052
21	0,1254	0,0895	0,0359	0,001289	21	0,1299	0,0897	0,0402	0,001616	20	0,1015	0,0362	0,06532	0,004267
22	0,1095	0,0893	0,0202	0,000408	22	0,1099	0,0888	0,0211	0,000445	21	0,1254	0,0395	0,08586	0,007372
23	0,1101	0,0901	0,0200	0,0004	23	0,1139	0,0895	0,0244	0,000595	22	0,1095	0,0410	0,06851	0,004694
24	0,1136	0,0898	0,0238	0,000566	24	0,1192	0,0896	0,0296	0,000876	23	0,1101	0,0354	0,07465	0,005573
25	0,1803	0,0887	0,0916	0,008391	25	0,1939	0,0884	0,1055	0,01113	24	0,1136	0,0369	0,07667	0,005878
26	0,1072	0,0892	0,0180	0,000324	26	0,1032	0,0894	0,0138	0,00019	25	0,1803	0,0601	0,12017	0,014441
27	0,1002	0,0896	0,0106	0,000112	27	0,1003	0,0895	0,0108	0,000117	26	0,1072	0,0391	0,06807	0,004634
28	0,1032	0,0894	0,0138	0,00019	28	0,1051	0,0895	0,0156	0,000243	27	0,1002	0,0358	0,06444	0,004153
29	0,1039	0,0896	0,0143	0,000204	29	0,1044	0,0894	0,0150	0,000225	28	0,1032	0,0369	0,06631	0,004397
30	0,1036	0,0898	0,0138	0,00019	30	0,1037	0,0894	0,0143	0,000204	29	0,1039	0,0364	0,06747	0,004552
31	0,1022	0,0895	0,0127	0,000161	31	0,1000	0,0896	0,0104	0,000108	30	0,1036	0,0369	0,06675	0,004456
32	0,1081	0,0893	0,0188	0,000353	32	0,1069	0,0895	0,0174	0,000303	31	0,1022	0,0360	0,06618	0,00438
Total			0,319936	Total			0,45776			Total		0,319927	Total	0,46403
MSE			0,009998	MSE			0,014305			MSE		0,009998	MSE	0,014501
				Akurasi Kebenaran (%)			87,50 %						Akurasi Kebenaran (%)	93,75 %

c) Pelatihan dan Pengujian Arsitektur 4-4-1

Berikut ini adalah hasil pelatihan dan pengujian data menggunakan arsitektur 4-4-1. Data hasil pelatihan dan pengujian dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 8. Pelatihan dan Pengujian Model 4-4-1.

Pelatihan (Train)					Pengujian (Test)						
No	Target	Output	JST	Error	SSE	No	Target	Output	JST	Error	SSE
1	0,2323	0,0867	0,14562	0,021205	1	0,2545	0,0956	0,1589	0,025249		
2	0,5450	0,5723	0,02732	0,000746	2	0,5640	0,5633	0,0007	4,9E-07		
3	0,2988	0,1071	0,19173	0,03676	3	0,3783	0,1071	0,2712	0,073549		
4	0,1347	0,0440	0,09069	0,008225	4	0,1458	0,0389	0,1069	0,011428		
5	0,2150	0,0558	0,15922	0,025351	5	0,1918	0,0674	0,1244	0,015475		
6	0,1770	0,0539	0,12307	0,015146	6	0,2178	0,0285	0,1893	0,035834		
7	0,2041	0,0697	0,13435	0,01805	7	0,1935	0,0497	0,1438	0,020678		
8	0,2012	0,0841	0,11705	0,013701	8	0,2462	0,0378	0,2084	0,043431		
9	0,1064	0,0384	0,06798	0,004621	9	0,1055	0,0383	0,0672	0,004516		

d) Pelatihan dan Pengujian Arsitektur 4-5-1

Berikut ini adalah hasil pelatihan dan pengujian data menggunakan arsitektur 4-5-1. Data hasil pelatihan dan pengujian dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 9. Pelatihan dan Pengujian Model 4-5-1.

Pelatihan (Train)					Pengujian (Test)						
No	Target	Output	JST	Error	SSE	No	Target	Output	JST	Error	SSE
1	0,2323	0,2088	0,0235	0,000552	1	0,2545	0,1988	0,0557	0,003102		
2	0,5450	0,6995	0,1545	0,02387	2	0,5640	0,7568	0,1928	0,037172		
3	0,2988	0,3049	0,0061	3,72E-05	3	0,3783	0,3298	0,0485	0,002352		
4	0,1347	0,1418	0,0071	5,04E-05	4	0,1458	0,1410	0,0048	2,3E-05		
5	0,2150	0,1440	0,0710	0,005041	5	0,1918	0,1638	0,0280	0,000784		
6	0,1770	0,1421	0,0349	0,001218	6	0,2178	0,1343	0,0835	0,006972		
7	0,2041	0,1674	0,0367	0,001347	7	0,1935	0,1566	0,0369	0,001362		
8	0,2012	0,1602	0,0410	0,001681	8	0,2462	0,1422	0,1040	0,010816		
9	0,1064	0,1437	0,0373	0,001391	9	0,1055	0,1444	0,0389	0,001513		

10	0,1054	0,1443	0,0389	0,001513	10	0,1054	0,1437	0,0383	0,001467
11	0,8061	0,8186	0,0125	0,000156	11	0,9000	0,7175	0,1825	0,033306
12	0,5810	0,9231	0,3421	0,117032	12	0,6703	0,9013	0,2310	0,053361
13	0,1711	0,1395	0,0316	0,000999	13	0,1858	0,1394	0,0464	0,002153
14	0,3784	0,7571	0,3787	0,143414	14	0,3943	0,7951	0,4008	0,160641
15	0,1242	0,1423	0,0181	0,000328	15	0,1186	0,1413	0,0227	0,000515
16	0,1375	0,1380	0,0005	2,5E-07	16	0,1368	0,1387	0,0019	3,61E-06
17	0,1348	0,1383	0,0035	1,23E-05	17	0,1925	0,1346	0,0579	0,003352
18	0,1049	0,1452	0,0403	0,001624	18	0,1069	0,1451	0,0382	0,001459
19	0,1082	0,1442	0,0360	0,001296	19	0,1046	0,1447	0,0401	0,001608
20	0,1015	0,1453	0,0438	0,001918	20	0,1016	0,1455	0,0439	0,001927
21	0,1254	0,1422	0,0168	0,000282	21	0,1299	0,1408	0,0109	0,000119
22	0,1095	0,1415	0,0320	0,001024	22	0,1099	0,1427	0,0328	0,001076
23	0,1101	0,1417	0,0316	0,000999	23	0,1139	0,1418	0,0279	0,000778
24	0,1136	0,1425	0,0289	0,000835	24	0,1192	0,1415	0,0223	0,000497
25	0,1803	0,1410	0,0393	0,001544	25	0,1939	0,1449	0,0490	0,002401
26	0,1072	0,1450	0,0378	0,001429	26	0,1032	0,1443	0,0411	0,001689
27	0,1002	0,1457	0,0455	0,00207	27	0,1003	0,1458	0,0455	0,00207
28	0,1032	0,1455	0,0423	0,001789	28	0,1051	0,1453	0,0402	0,001616
29	0,1039	0,1443	0,0404	0,001632	29	0,1044	0,1449	0,0405	0,00164
30	0,1036	0,1438	0,0402	0,001616	30	0,1037	0,1435	0,0398	0,001584
31	0,1022	0,1462	0,0440	0,001936	31	0,1000	0,1456	0,0456	0,002079
32	0,1081	0,1448	0,0367	0,001347	32	0,1069	0,1442	0,0373	0,001391
Total				0,320000	Total				0,340832
MSE				0,010000	MSE				0,010651
				Akurasi Kebenaran (%)					99,97 %

e) Pelatihan dan Pengujian Arsitektur 5-18-1

Dari hasil pelatihan dan pengujian yang dilakukan, didapatkan hasil penilaian model arsitektur yang terbaik yang dapat dilihat dari berbagai aspek seperti akurasi, jumlah epochs dan error minimum. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:

Tabel 10. Rekapitulasi Model.

Model	4-2-1	4-3-1	4-4-1	4-5-1
Epochs	523	293	1288	670
MSE	0.01353542	0.014305	0.014501	0.010651
Akurasi	93,75%	87,50	93,75%	99,97%

Dari tabel 10 dapat dilihat bahwa model arsitektur terbaik yang akan digunakan untuk melakukan prediksi dari serangkaian uji coba model adalah 4-5-1 dengan epoch 670, MSE 0.010651 dan tingkat akurasi 99,97%.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas, maka penulis dapat mengambil kesimpulan bahwa setelah dilakukan percobaan dalam proses pelatihan dan pengujian sistem yang dilakukan dengan menggunakan software aplikasi Matlab 2011 model jaringan syaraf tiruan yang digunakan adalah 4-2-1, model 4-3-1, model 4-4-1 dan model 4-5-1, dapat diperoleh hasil yang baik dengan melihat MSE pengujian yang terkecil adalah 4-5-1.

REFERENSI

[1] Irawan, B. (2007). Fluktuasi Harga, Transmisi Harga dan Marjin Pemasaran Sayuran dan Buah. *Analisis Kebijakan Pertanian*, Vol. 5, No. 4, pp. 358–373.

[2] Solikhun, Windarto, A.P., Handrizal & Fauzan, M. (2017). Jaringan Syaraf Tiruan Dalam Memprediksi Sukuk Negara Ritel Berdasarkan Kelompok Profesi Dengan Backpropagation Dalam Mendorong Laju Pertumbuhan Ekonomi. *Seminar Ilmiah Nasional Membangun Paradigma Kehidupan Melalui Multidisiplin Ilmu*, pp. 14–31.

[3] Solikhun, Safii, M. & Trisno, A. (2017). Jaringan Saraf Tiruan Untuk Memprediksi Tingkat Pemahaman Siswa Terhadap Matapelajaran Dengan Menggunakan Algoritma Backpropagation. *Jurnal Sains Komputer & Informatika*, Vol. 1, No. 1, pp. 24–36.

[4] Matondang, Z.A. (2013). Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Algoritma Backpropagation Untuk Penentuan Kelulusan Sidang Skripsi. *Pelita Informatika Budi Darma*, Vol. IV, No. 1, pp. 84–93.

[5] Sudarsono, A. (2016). Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Laju Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode Backpropagation (Studi Kasus Kota Bengkulu). *Media Infotama*, Vol. 12, No. 1, pp. 61–69.

[6] Windarto, A.P. (2017). Implementasi JST Dalam Menentukan Kelayakan Nasabah Pinjaman KUR Pada Bank Mandiri Mikro Serbelawan Dengan Metode Backpropagation. *Jurnal Sains Komputer & Informatika*, Vol. 1, No. 1, pp. 12–23.

[7] Kusmaryanto, S. (2014). Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk Pengenalan Wajah Metode Ekstraksi Fitur Berbasis Histogram. *Jurnal EECCIS*, Vol. 8, No. 2, Desember 2014, pp. 193–198.

[8] Nurmila, N., Sugiharto, A. & Sarwoko, E.A. (2005). Algoritma Back Propagation Neural Network untuk Pengenalan Karakter Huruf Jawa. *Jurnal Masyarakat Informatika*, ISSN 2086-4930, Vol. 1, No. 1, pp. 1–10.

[9] Agustin, M. & Prahasto, T. (2012). Penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation untuk Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru pada Jurusan Teknik Komputer di Politeknik Sriwijaya. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, Vol. 2, pp. 4–32.