

**MODEL JARINGAN SYARAF TIRUAN DALAM MEMPREDIKSI PRODUKSI SUSU
SEGAR DI INDONESIA BERDASARKAN PROPINSI**¹Rika Asma Dewi, ²Rusmansyah, ³Syahrul Ramadan, ⁴Sundari Retno Andani, ⁵Solikhun^{1,2,3}Mahasiswa AMIK Tunas Bangsa Pematangsiantar^{1,2}Dosen AMIK Tunas Bangsa Pematangsiantar

Jln. Jenderal Sudirman Blok A No. 1,2,3 Pematangsiantar

*E-mail: rikaasmadewi1406@gmail.com, Rusmansyah201755@gmail.com,

Syahrul.ramadan208@gmail.com, Sundari.ra@amiktunasbangsa.ac.id,

solikhun@amiktunasbangsa.ac.id

ABSTRACT

The problem of drinking fresh milk in Indonesia looks minimal and rarely from children to adults who drink fresh milk, both milk and milk in canned milk. In an effort to realize the provisions as stipulated in the Minister of Health Regulation No. 75 of 2013 informing one's nutritional needs based on age and sex, the Indonesian Government has increased nutritional needs in Indonesia. This research contributes to the government to be able to predict the Production of Fresh Milk in Indonesia by Province. The data used is data from the National Statistics Agency through the website www.bps.go.id. The data is predictive data of fresh milk from 2010 to 2017. The algorithm used in this study is Artificial Neural Networks with the Backpropogation method. The input variables used were data for 2010 (X1), data for 2011 (X2), data for 2012 (X3), data for 2013 (X4), data for 2014 (X5), data for 2015 (X6) and 2016 data (X7) with 4 training and testing architectural models, namely 7-2-1, 7-4-1, 7-16-1 and 7-32-1. Target data is taken from 2017 data. The resulting output is the best pattern of Artificial Neural Network architecture. The best architectural model is 7-4-1 with EPOCH 1042, MSE 0.0095979 and 100% accuracy rate. From this model, the prediction of Fresh Milk Production is based on provinces in Indonesia.

Keywords: *Fresh Milk, ANN, Backpropogation and Prediction*

PENDAHULUAN

Susu mineral adalah asupan makanan yang sangat penting pertama yang di konsumsi manusia sejak lahir ke dunia. Susu di perlukan oleh manusia sepanjang hidup, bukan hanya ketika bayi dan balita saja. Ahli gizi, dan anggota Bidang Ahli Gizi Indonesia (PERSAGI), Dr.Marudut,MPS., menjelaskan bahwa kebutuhan gizi setiap individu berbeda di setiap tahap perkembangannya. Peraturan Menteri kesehatan No.75 Tahun 2013 menginformasikan kebutuhan gizi seseorang berdasarkan tahapan usia dan jenis kelamin. Pemenuhan gizi di setiap tahap tersebut sangatlah penting bagi pertumbuhan dan perkembangan manusia. Susu mempunyai kandungan protein yang sangat penting bagi imun tubuh. Dengan system imun yang baik seseorang dapat berkembang di setiap tahap dengan normal.

Produksi susu segar juga sangat berperan penting bagi perkembangan masyarakat di Indonesia. Saat ini produksi susu segar dalam negeri hanya memenuhi 18 persen dari total kebutuhan nasional 4,45 juta ton pertahun, sisanya 82 persen kebutuhan susu nasional di penuhi dengan import. Dari angka ini dapat di lihat bahwa budaya minum susu segar di Indonesia masih rendah. Dan dari berbagai jenis susu yang beredar di pasaran, susu kental manis merupakan jenis susu yang paling banyak di minati oleh masyarakat Indonesia. Susu kental manis tidak masalah di konsumsi secara proporsional. Tetapi kalau sudah berlebih, apapun juga tidak boleh. Kandungan lemak dan gula

dalam susu kental manis sudah di atur dalam Perka BPOM 21/2016 tentang kategori Pangan dan Standar Nasional Indonesia No.2971 : 2011 tentang susu kental manis.

Tercatat dari sejak tahun 2009 hingga tahun 2017, Produksi Susu segar di Indonesia mengalami kenaikan dan penurunan. Tidak hanya dalam skala nasional tapi juga berdasarkan provinsi juga terlihat jelas bahwa produksi susu segar terus mengalami kenaikan dan penurunan, sehingga tidak ada ketetapan dalam jumlah produksi susu segar tiap tahunnya. Akan tetapi hingga kini penurunan produksi susu segar sangat memprihatinkan, karena nyatanya belum mampu secara sepenuhnya memenuhi kebutuhan protein dan gizi pada masyarakat Indonesia. Melihat permasalahan yang cukup kompleks tersebut, tentunya dibutuhkan suatu metode yang dapat lebih efektif dalam memprediksi produksi susu segar tersebut dalam pemenuhan kebutuhan protein dan gizi di Indonesia.

Adapun metode yang akan digunakan dalam memprediksi Produksi Susu Segar berdasarkan provinsi di Indonesia. Penelitian menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) . Dan peneliti dalam penerapannya menggunakan sebuah teknik peramalan yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi yaitu backpropogation. Dengan menggunakan teknik ini dimaksudkan untuk membuat sebuah sistem yang dapat memprediksi produksi susu segar berdasarkan provinsi di Indonesia dan dapat membantu pemerintah dalam memprediksikan produksi susu segar berdasarkan provinsi di Indonesia dan juga mampu meningkatkan sumber protein dan gizi di Indonesia khususnya memproduksi susu segar.

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 computer (Solikhun and Safii, 2017). Metode ini termasuk kedalam rumpun kecerdasan buata. Kecerdasan buatan atau disebut juga Artificial Intelegent (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. Algoitma yang digunakan pada penelitian ini adalah *Backpropagatio* yaitu sebuah metode sistematika untuk pelatihan multilayer Jaringan Syaraf Tiruan. Jaringan Backpropagation merupakan salah satu algoritma yang sering digunakan dalam menyelesaikan masalah-masalah yang rumit (Anwar, 2011). Algoritma ini juga dipakai pada aplikasi pengaturan karena proses pelatihannya didasarkan pada hubungan yang sederhana (Sudarsono, 2016).

Penelitian ini akan memberikan sebuah model arsitektur untuk memprediksi jumlah produksi susu di Indonesia berdasarkan provinsi, dimana nantinya hasil penelitian ini dapat dijadikan sebuah referensi untuk pemerintah dalam menentukan kebijakan-kebijakan dikedepannya. Penelitian ini diharapkan akan memberikan data yang akurat dan realistis sehingga layak untuk menjadi sebuah tolak ukur atau gambaran produksi padi Indonesia berdasarkan provinsi.

METODE PENELITIAN

Rancangan Kegiatan

2.1. Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelegent*)

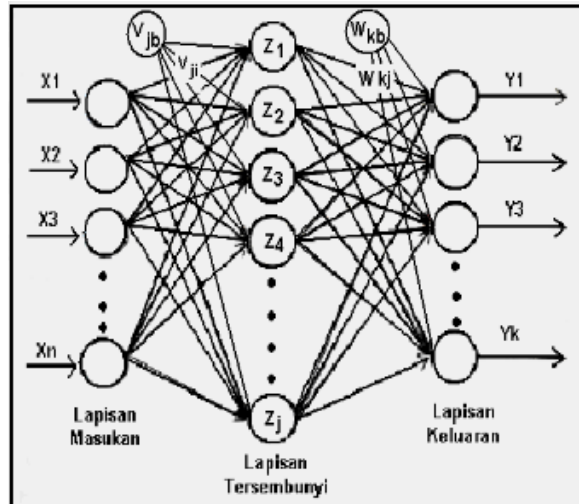
Kecerdasan buatan atau disebut juga Artificial Intelegent (AI) merupakan salah satu bagian dari ilmu komputer yang mempelajari bagaimana membuat mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia bahkan bisa lebih baik daripada yang dilakukan manusia[1].

2.2. Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan Syaraf Tiruan adalah merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran otak manusia tersebut. Jaringan Saraf Tiruan (JST) saat ini telah berkembang dengan pesat dan telah diimplementasikan dalam berbagai bidang. Salah satu implementasi dalam bidang ekonomi adalah untuk memprediksi kebangkrutan. Prediksi kebangkrutan telah menjadi salah satu

topik yang menarik, mengingat keuntungan yang diperoleh apabila dapat melakukan prediksi kebangkrutan dengan baik[2].

2.3. Arsitektur Backpropogation



Gambar 1 Arsitektur Backpropogation

Backpropagation memiliki beberapa unit yang ada dalam satu atau lebih lapis tersembunyi. Gambar 1 diatas 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[3].

2.4. Langkah-Langkah Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation

Langkah-langkah dalam Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* meliputi tiga fase yaitu :

1. *Fase I : Propagasi Maju*
 Selama propagasi maju, sinyal masukan ($= x_i$) dipropagasikan ke lapis tersembunyi menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan. Keluaran dari setiap unit lapis tersembunyi ($= z_j$) tersebut selanjutnya dipropagasikan maju lagi ke lapis tersembunyi di atasnya menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan. Demikian seterusnya hingga menghasilkan keluaran jaringan ($= y_k$). Berikutnya, keluaran jaringan ($= y_k$) dibandingkan dengan target yang harus dicapai ($= t_k$). Selisih $t_k - y_k$ adalah kesalahan yang terjadi. Jika kesalahan ini lebih kecil dari batas toleransi yang ditentukan, maka iterasi dihentikan. Akan tetapi apabila kesalahan masih lebih besar dari batas toleransinya, maka bobot setiap garis dalam jaringan akan dimodifikasikan untuk mengurangi kesalahan yang terjadi.
2. *Fase II : Propagasi Mundur*
 Berdasarkan kesalahan $t_k - y_k$, dihitung faktor δ_k ($k=1, 2, \dots, m$) yang dipakai untuk mendistribusikan kesalahan di unit y_k ke semua unit tersembunyi yang terhubung langsung dengan y_k . δ_k juga dipakai untuk mengubah bobot garis yang menghubungkan langsung dengan unit keluaran. Dengan cara yang sama, dihitung δ_j di setiap unit di lapis tersembunyi sebagai dasar perubahan bobot semua garis yang berasal dari unit tersembunyi di lapis di bawahnya. Demikian seterusnya hingga faktor δ di unit tersembunyi yang berhubungan langsung dengan unit masukan dihitung.
3. *Fase III : Perubahan Bobot*
 Setelah semua faktor δ dihitung bobot semua garis dimodifikasi bersamaan. Perubahan

bobot suatu garis didasarkan atas faktor δ neuron di lapis atasnya. Sebagai contoh, perubahan bobot garis yang menuju ke lapis keluaran didasarkan atas dasar δ_k yang ada di unit keluaran.

Ketiga fase tersebut diulang-ulang terus hingga kondisi penghentian dipenuhi. Umumnya kondisi penghentian yang sering dipakai adalah jumlah iterasi atau kesalahan. Iterasi akan dihentikan jika jumlah iterasi yang dilakukan sudah melebihi jumlah maksimum iterasi yang ditetapkan, atau jika kesalahan yang terjadi sudah lebih kecil dari batas toleransi yang diijinkan[3].

Algoritma Pelatihan *backpropagation* dengan satu layar tersembunyi (dengan fungsi aktivasi *sigmoid biner*) adalah[4]:

- Langkah 0 : Inisialisasi semua bobot dengan bilangan acak kecil.
- Langkah 1 : Jika kondisi penghentian belum dipenuhi, lakukan langkah 2-8.
- Langkah 2 : Untuk setiap pasang data pelatihan, lakukan langkah 3-8.
- Langkah 3 : Langkah 3 (langkah 3-5 merupakan fase 1).
 Tiap unit masukan menerima sinyal dan meneruskannya ke unit tersembunyi diatasnya.

- Langkah 4 : Hitung semua keluaran di unit tersembunyi z_j ($j = 1, 2, \dots, p$).

$$Z_{net_j} = V_{j0} + \sum_{i=1}^n X_i V_{ji}$$

$$Z_j = f(Z_{net_j}) = \frac{1}{1 + \exp(-z_{net_j})}$$

- Langkah 5 : Hitung semua keluaran jaringan di unit keluaran y_k ($k = 1, 2, \dots, m$) :

$$y_{net_k} = W_{k0} + \sum_{j=1}^p Z_j W_{kj}$$

Menghitung kembali sesuai dengan fungsi aktivasi:

$$y_k = f(y_{net_k})$$

$$Z_j = \frac{1}{1 + \exp(-y_{net_k})}$$

- Langkah 6 : (langkah 6-7 merupakan fase 2)
 Hitung faktor δ unit keluaran berdasarkan kesalahan di setiap unit keluaran y_k ($k = 1, 2, \dots, m$).

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{net_k}) = (t_k - y_k) y_k (1 - y_k)$$

$t_k = target$

keluaran δ_k merupakan unit kesalahan yang akan dipakai dalam perubahan bobot layar dibawahnya. Hitung perubahan bobot w_{kj} dengan laju pemahaman α .

$$\Delta W_{kj} = \alpha \delta_k z_j, k = 1, 2, \dots, m, j = 0, 1, \dots, p$$

- Langkah 7 : Hitung faktor δ unit tersembunyi berdasarkan kesalahan di setiap unit tersembunyi z_j ($j = 1, 2, \dots, p$)

$$\delta_{net_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k W_{kj}$$

Faktor δ unit tersembunyi.

$$\delta_j = \delta_{net_j} f'(Z_{net_j}) = \delta_{net_j} z_j(1 - z_j)$$

Hitung suku perubahan bobot v_{ji} .

$$\Delta V_{ji} = \alpha \delta_j x_i, j = 1, 2, \dots, p, i = 0, 1, \dots, n$$

Langkah 8 : Hitung semua perubahan bobot. Perubahan bobot garis yang menuju ke unit keluaran, yaitu

$$W_{kj}(baru) = W_{kj}(lama) + \Delta W_{kj},$$

$$k = 1, 2, \dots, m, j = 0, 1, \dots, p, n$$

Perubahan bobot garis yang menuju ke unit tersembunyi, yaitu:

$$V_{ji}(baru) = V_{ji}(lama) + \Delta V_{ji},$$

$$j = 1, 2, \dots, p, i = 0, 1, \dots, n$$

2.5. Karakteristik Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan Saraf Tiruan memiliki beberapa karakteristik yang unik, diantaranya adalah [5]:

1. Kemampuan untuk belajar
2. Kemampuan untuk belajar
3. Kemampuan untuk menyelesaikan 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*).

Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data produksi susu segar di Indonesia berdasarkan provinsi yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik Nasional (*bps.go.id*). Data yang digunakan adalah data dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2017. Berikut adalah data yang dipakai dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Mentah

No	Nama	Variabel							Target
		x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	
1	ACEH	36,87	33,00	43,00	38,00	140,00	94,30	88,74	102,51
2	SUMATERA UTARA	1762,35	1850,00	761,00	1369,00	783,00	776,16	1014,48	1197,36
3	SUMATERA BARAT	1263,78	741,00	988,00	1685,00	1032,00	1298,63	1363,23	1458,09
4	RIAU	130,05	164,00	177,00	151,00	81,00	79,38	74,84	75,98
5	SUMATERA SELATAN	15,71	62,00	66,00	325,00	95,00	124,25	127,25	130,26
6	BENGKULU	1127,93	356,00	401,00	265,00	275,00	273,55	183,82	208,42
7	LAMPUNG	109,57	162,00	279,00	216,00	223,00	678,16	669,33	704,64
8	KEP. BANGKA BELITUNG	68,61	185,00	210,00	600,00	19,00	83,17	99,70	114,17
9	DKI JAKARTA	6346,48	5345,00	5439,00	5265,00	5170,00	4768,68	4725,56	4868,64
10	JAWA BARAT	262176,94	302603,00	281438,00	255548,00	258999,00	249946,95	302559,48	293355,75
11	JAWA TENGAH	100149,74	104141,00	105516,00	97579,00	98494,00	95512,93	99996,62	106937,91
12	DI YOGYAKARTA	4989,46	3167,00	6019,00	4912,00	5870,00	6187,32	6225,57	6396,93
13	JAWA TIMUR	528099,96	551977,00	554312,00	416419,00	426254,00	472212,76	492460,62	501324,91
14	KALIMANTAN BARAT	77,25	110,00	444,00	259,00	42,00	34,99	43,20	44,93

No	Nama	Variabel							Target
		x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	
15	KALIMANTAN SELATAN	146,34	168,00	307,00	135,00	281,00	162,10	126,07	126,71
16	SULAWESI SELATAN	2793,78	3363,00	3000,00	1671,00	2635,00	2727,00	2752,20	2793,60

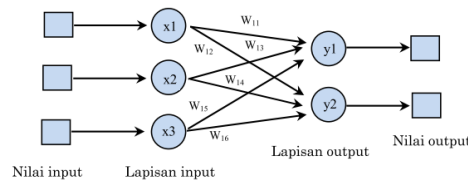
Sumber : Badan Pusat Statistik Nasional (*bps.go.id*)

Jaringan Syaraf Tiruan

Berdasarkan arsitekturnya, model Jaringan Saraf Tiruan digolongkan menjadi (Windarto, 2017) :

1. Jaringan Layer Tunggal (*Single Layer Network*)

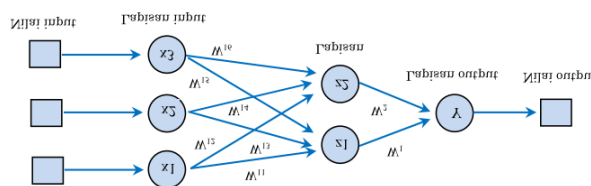
Pada jaringan ini, sekumpulan masukan neuron dihubungkan langsung dengan sekumpulan keluarannya. Sinyal mengalir searah dari layar (lapisan) masukan sampai layar (lapisan) keluaran. Setiap simpul dihubungkan dengan simpul lainnya yang berada di atasnya dan dibawahnya, tetapi tidak dengan simpul yang berada pada lapisan yang sama.



Gambar 2. Jaringan Layer Tunggal

2. Jaringan Layer Jamak (*Multilayer Net*)

Jaringan dengan lapisan jamak memiliki ciri khas tertentu yaitu memiliki 3 jenis lapisan yakni lapisan input, lapisan output, dan lapisan tersembunyi. Jaringan dengan banyak lapisan ini dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih kompleks dibandingkan jaringan dengan lapisan tunggal. Namun, proses pelatihan sering membutuhkan waktu yang cenderung lama.



Gambar 3. Jaringan Layer Jamak

3. Jaringan Reccurent (Reccurent Network)

Model jaringan reccurent (reccurent network) mirip dengan jaringan layar tunggal ataupun jamak. Hanya saja, ada simpul keluaran yang memberikan sinyal pada unit masukan (sering disebut feedback loop). Dengan kata lain sinyal mengalir dua arah, yaitu maju dan mundur.

Algoritma Backpropagation

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 (Nurmila, Sugiharto and Sarwoko, 2005).

- Secara rinci algoritma pelatihan jaringan *Backpropagation* dapat diuraikan sebagai berikut (Agustin, 2012) (Febrina, Arina and Ekawati, 2013) (Kusmaryanto, 2014) :
- Langkah 0 : Inisialisasi bobot-bobot, konstanta laju pelatihan (α), teleransi 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 dibawahnya 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 : Pengupdatean bobot dan bias}. Masing-masing unit *output*/keluaran ($y_k, k=1,2,3,\dots,m$) dilakukan pengupdatean 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 pengupdatean bobot dan bias.
 - Langkah 9 : Uji kondisi berhenti (akhir iterasi).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pendefinisian *Input* dan Target

Data mentah akan diolah oleh jaringan syaraf tiruan dengan metode backpropagation. Agar dapat dimengerti maka data harus diubah ke dalam bentuk angka antara 0 sampai dengan 1. Untuk data pelatihan digunakan data produksi padi berdasarkan provinsi dengan 6 data input yaitu data tahun 2010 sampai dengan tahun 2016 dengan target tahun 2017 sedangkan untuk data pengujian menggunakan 6 data input yaitu data tahun 2010 sampai dengan 2016 dengan target tahun 2017.

Tabel 2. Daftar Kriteria Data Pelatihan dan Pengujian

No	Variabel	Nama Kriteria
1	X1	Data Tahun 2010
2	X2	Data Tahun 2011
3	X3	Data Tahun 2012
4	X4	Data Tahun 2013
5	X5	Data Tahun 2014
6	X6	Data Tahun 2015
7	X7	Data Tahun 2016
8	Target	Data Tahun 2017

Pendefinisian *Output*

Hasil yang diharapkan pada tahap pendefinisian ini adalah untuk mencari pola menentukan nilai terbaik untuk memprediksi Produksi padi berdasarkan provinsi. Hasil pengujian adalah sebagai berikut :

- a. Output dari prediksi ini adalah pola arsitektur terbaik untuk memprediksi jumlah produksi padi berdasarkan provinsi dengan melihat *error minimum*.
- b. Kategorisasi Output pelatihan (*train*) dan pengujian (*test*)

Kategori untuk *output* ditentukan oleh tingkat *error minimum* dari target. Batasan kategori tersebut terdapat pada tabel berikut:

Tabel 3. Data Kategorisasi

No	Keterangan	Error Minimum
1	Benar	0.05 - 0.001
2	Salah	> 0.05

Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan bantuan Matlab R2011A aplikasi perangkat lunak yang dapat menyelesaikan soal-soal matematika. 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 :

$$X' = \frac{0,8 (X - X_{min})}{X_{max} - X_{min}} + 0.1 \dots\dots\dots (1)$$

Sampel data yang telah diproses dan ditranformasikan adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Transformasi data Pelatihan dan Pengujian

No	Nama	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	Target
1	Data 1	0.1000305	0.100025	0.1000394	0.1000322	0.1001794	0.1001134	0.1001054	0.1001253
2	Data 2	0.1025209	0.1026474	0.1010757	0.1019532	0.1011074	0.1010975	0.1014415	0.1017054
3	Data 3	0.1018013	0.1010468	0.1014033	0.1024092	0.1014668	0.1018516	0.1019448	0.1020817
4	Data 4	0.100165	0.100214	0.1002328	0.1001953	0.1000942	0.1000919	0.1000853	0.100087
5	Data 5	0.1	0.1000668	0.1000726	0.1004464	0.1001144	0.1001567	0.100161	0.1001653
6	Data 6	0.1016052	0.1004911	0.1005561	0.1003598	0.1003742	0.1003721	0.1002426	0.1002781
7	Data 7	0.1001355	0.1002111	0.10038	0.1002891	0.1002992	0.1009561	0.1009434	0.1009943
8	Data 8	0.1000763	0.1002443	0.1002804	0.1008433	0.1000047	0.1000974	0.1001212	0.1001421
9	Data 9	0.109137	0.1076916	0.1078273	0.1075762	0.107439	0.1068598	0.1067976	0.1070041
10	Data 10	0.4783698	0.5367156	0.5061688	0.4688025	0.4737832	0.4607186	0.5366528	0.5233693
11	Data 11	0.2445206	0.2502811	0.2522656	0.2408103	0.2421309	0.2378284	0.2442996	0.2543178
12	Data 12	0.1071785	0.1045482	0.1086644	0.1070667	0.1084493	0.1089073	0.1089625	0.1092098
13	Data 13	0.8621689	0.89663	0.9	0.700983	0.7151775	0.7815085	0.8107317	0.8235252
14	Data 14	0.1000888	0.1001361	0.1006181	0.1003511	0.1000379	0.1000278	0.1000397	0.1000422
15	Data 15	0.1001885	0.1002198	0.1004204	0.1001722	0.1003829	0.1002113	0.1001593	0.1001602
16	Data 16	0.1040095	0.104831	0.1043071	0.102389	0.1037803	0.1039131	0.1039495	0.1040092

Perancangan Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan yang digunakan untuk dalam memprediksi jumlah produksi padi berdasarkan provinsi dengan *backpropogation* dengan langkah pembelajaran *feedforward*. Jaringan ini memiliki lapisan-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 6 variabel masukan, 1 atau lebih lapisan tersembunyi dan 1 lapisan keluaran. Adapun model arsitektur yang digunakan untuk mendapatkan arsitektur terbaik dalam jaringan syaraf tiruan ini adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Karakteristik Arsitektur

Karakteristik	Spesifikasi
Arsitektur	1 dan 2 <i>hidden layer</i>
Data <i>Input</i>	7
<i>Hidden Layer</i>	2, 4, 16, 32
Goal	0.01
Maksimum Epochs	100000
<i>Learning Rate</i>	0.1
<i>Training Function</i>	traingd

Pemilihan Arsitektur Terbaik

Setelah selesai melakukan pelatihan dan pengujian terhadap model 7-2-1, 7-4-1, 7-16-1 dan 3-32-1. menggunakan data-data yang ada, maka di hasilkan *output* berupa akurasi kebenaran, jumlah epochs dan MSE dari setiap model. Arsitektur yang terbaik dapat dilihat dari tingkat akurasi kebenaran, sedikit banyaknya epochs dan besar kecil nya MSE. Berikut adalah data akurasi, jumlah epochs dan MSE dari model yang telah diuji.

Tabel 6. Hasil Rekapitulasi Model

Rekapitulasi Model				
Model	7-2-1	7-4-1	7-16-1	7-32-1
Epochs	2320	1042	380	252
MSE	0.0103	0.0095	0.0105	0.0180
Akurasi	88%	94%	94%	88%

Berdasarkan hasil diatas maka didapat model arsitektur terbaik diantara model 7-2-1, 7-4-1, 7-16-1, dan 3-32-1 adalah 7-4-1 dan model dengan akurasi kebenaran 94%, jumlah epochs 1042 dan MSE sebesar 0.0095. Berikut ini adalah hasil pelatihan dan pengujian data setiap model :

Tabel 7. Hasil Pelatihan dan Pengujian Model 7-2-1

No	Pelatihan (Train)				Pengujian (Test)				
	Target	Output JST	Error	SSE	No	Target	Output JST	Error	SSE
1	0,1001	0,1440	-0,0439	0,0019	1	0,1001	0,1440	-0,0438	0,0019
2	0,1014	0,1443	-0,0428	0,0018	2	0,1017	0,1447	-0,0430	0,0018
3	0,1019	0,1443	-0,0424	0,0018	3	0,1021	0,1444	-0,0423	0,0018
4	0,1001	0,1440	-0,0439	0,0019	4	0,1001	0,1440	-0,0439	0,0019
5	0,1002	0,1439	-0,0437	0,0019	5	0,1002	0,1440	-0,0438	0,0019
6	0,1002	0,1444	-0,0441	0,0019	6	0,1003	0,1441	-0,0438	0,0019
7	0,1009	0,1439	-0,0430	0,0018	7	0,1010	0,1442	-0,0432	0,0019

8	0,1001	0,1438	-0,0437	0,0019	8	0,1001	0,1441	-0,0439	0,0019
9	0,1068	0,1467	-0,0399	0,0016	9	0,1070	0,1460	-0,0390	0,0015
10	0,5367	0,3144	0,2222	0,0494	10	0,5234	0,2945	0,2289	0,0524
11	0,2443	0,2058	0,0385	0,0015	11	0,2543	0,2011	0,0532	0,0028
12	0,1090	0,1469	-0,0379	0,0014	12	0,1092	0,1454	-0,0362	0,0013
13	0,8107	0,5185	0,2922	0,0854	13	0,8235	0,5298	0,2937	0,0863
14	0,1000	0,1440	-0,0439	0,0019	14	0,1000	0,1439	-0,0439	0,0019
15	0,1002	0,1441	-0,0439	0,0019	15	0,1002	0,1440	-0,0438	0,0019
16	0,1039	0,1452	-0,0412	0,0017	16	0,1040	0,1452	-0,0412	0,0017
		Total		0,1600		Total			0,1650
		MSE		0,0100		MSE			0,0103
					Akurasi Kebenaran (%) 88%				

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

Pelatihan (Train)					Pengujian (Test)					
No	Target	Output	Error	SSE	No	Target	Output	Error	SSE	
1	0.1001054	0.0801928	0.0199126	0.0003965	1	0.1001253	0.0802159	0.0199093	0.0003964	
2	0.1014415	0.0799834	0.0214581	0.0004604	2	0.1017054	0.0799346	0.0217708	0.000474	
3	0.1019448	0.0807106	0.0212343	0.0004509	3	0.1020817	0.0804623	0.0216195	0.0004674	
4	0.1000853	0.080123	0.0199623	0.0003985	4	0.100087	0.0800844	0.0200025	0.0004001	
5	0.100161	0.0802937	0.0198672	0.0003947	5	0.1001653	0.0801393	0.0200261	0.000401	
6	0.1002426	0.0799154	0.0203272	0.0004132	6	0.1002781	0.0801229	0.0201553	0.0004062	
7	0.1009434	0.0802777	0.0206656	0.0004271	7	0.1009943	0.0804343	0.02056	0.0004227	
8	0.1001212	0.0802937	0.0198276	0.0003931	8	0.1001421	0.0799529	0.0201892	0.0004076	
9	0.1067976	0.0807874	0.0260102	0.0006765	9	0.1070041	0.0808458	0.0261583	0.0006843	
10	0.5366528	0.1788142	0.3578385	0.1280484	10	0.5233693	0.183335	0.3400343	0.1156234	
11	0.2442996	0.0867357	0.1575639	0.0248264	11	0.2543178	0.0857983	0.1685194	0.0283988	
12	0.1089625	0.0820236	0.0269389	0.0007257	12	0.1092098	0.082456	0.0267539	0.0007158	
13	0.8107317	0.8402415	-0.0295098	0.0008708	13	0.8235252	0.8820051	-0.0584798	0.0034199	
14	0.1000397	0.0801205	0.0199192	0.0003968	14	0.1000422	0.0799568	0.0200854	0.0004034	
15	0.1001593	0.080178	0.0199813	0.0003993	15	0.1001602	0.0801756	0.0199846	0.0003994	
16	0.1039495	0.0799491	0.0240004	0.000576	16	0.1040092	0.0806532	0.0233561	0.0005455	
					TOTAL					0.1535658
					MSE					0.0095979
					AKURASI					94%

Tabel 7. Hasil Pelatihan dan Pengujian Model 7-16-1

Pelatihan (Train)					Pengujian (Test)				
No	Target	Output JST	Error	SSE	No	Target	Output JST	Error	SSE
1	0,1001	0,1810	-0,0809	0,0065	1	0,1001	0,1810	-0,0809	0,0065
2	0,1014	0,1833	-0,0818	0,0067	2	0,1017	0,1828	-0,0811	0,0066
3	0,1019	0,1819	-0,0800	0,0064	3	0,1021	0,1812	-0,0791	0,0063
4	0,1001	0,1811	-0,0810	0,0066	4	0,1001	0,1812	-0,0811	0,0066
5	0,1002	0,1809	-0,0807	0,0065	5	0,1002	0,1809	-0,0807	0,0065
6	0,1002	0,1823	-0,0820	0,0067	6	0,1003	0,1813	-0,0811	0,0066
7	0,1009	0,1815	-0,0805	0,0065	7	0,1010	0,1812	-0,0802	0,0064

8	0,1001	0,1808	-0,0807	0,0065	8	0,1001	0,1810	-0,0809	0,0065
9	0,1068	0,1863	-0,0795	0,0063	9	0,1070	0,1856	-0,0786	0,0062
10	0,5367	0,3260	0,2106	0,0444	10	0,5234	0,3874	0,1360	0,0185
11	0,2443	0,3486	-0,1043	0,0109	11	0,2543	0,3848	-0,1305	0,0170
No	Target	Output JST	Error	SSE	No	Target	Output JST	Error	SSE
12	0,1090	0,1838	-0,0749	0,0056	12	0,1092	0,1834	-0,0742	0,0055
13	0,8107	0,6665	0,1442	0,0208	13	0,8235	0,5995	0,2240	0,0502
14	0,1000	0,1808	-0,0807	0,0065	14	0,1000	0,1813	-0,0812	0,0066
15	0,1002	0,1810	-0,0808	0,0065	15	0,1002	0,1812	-0,0810	0,0066
16	0,1039	0,1843	-0,0804	0,0065	16	0,1040	0,1851	-0,0810	0,0066
Total				0,1599	Total				0,1692
MSE				0,0100	MSE				0,0106
Akurasi Kebenaran (%)								94%	

Tabel 7. Hasil Pelatihan dan Pengujian Model 7-16-1

Pelatihan (Train)					Pengujian (Test)				
No	Target	Output JST	Error	SSE	No	Target	Output JST	Error	SSE
1	0,1001	0,1392	-0,0391	0,0015	1	0,1001	0,1392	-0,0391	0,0015
2	0,1014	0,1390	-0,0375	0,0014	2	0,1017	0,1399	-0,0382	0,0015
3	0,1019	0,1391	-0,0372	0,0014	3	0,1021	0,1398	-0,0377	0,0014
4	0,1001	0,1393	-0,0392	0,0015	4	0,1001	0,1393	-0,0392	0,0015
5	0,1002	0,1392	-0,0390	0,0015	5	0,1002	0,1395	-0,0393	0,0015
6	0,1002	0,1394	-0,0392	0,0015	6	0,1003	0,1392	-0,0390	0,0015
7	0,1009	0,1395	-0,0385	0,0015	7	0,1010	0,1392	-0,0382	0,0015
8	0,1001	0,1392	-0,0391	0,0015	8	0,1001	0,1397	-0,0396	0,0016
9	0,1068	0,1396	-0,0328	0,0011	9	0,1070	0,1396	-0,0326	0,0011
10	0,5367	0,2117	0,3250	0,1056	10	0,5234	0,1226	0,4007	0,1606
11	0,2443	0,1087	0,1356	0,0184	11	0,2543	0,1037	0,1506	0,0227
12	0,1090	0,1405	-0,0315	0,0010	12	0,1092	0,1386	-0,0294	0,0009
13	0,8107	0,6797	0,1310	0,0172	13	0,8235	0,5290	0,2946	0,0868
14	0,1000	0,1395	-0,0395	0,0016	14	0,1000	0,1394	-0,0394	0,0016
15	0,1002	0,1393	-0,0392	0,0015	15	0,1002	0,1392	-0,0390	0,0015
16	0,1039	0,1401	-0,0361	0,0013	16	0,1040	0,1386	-0,0346	0,0012
Total				0,1595	Total				0,2883
MSE				0,0100	MSE				0,0180
Akurasi Kebenaran (%)								88%	

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Setelah dilakukan percobaan dalam proses pelatihan dan pengujian sistem yang dilakukan dengan menggunakan *software* aplikasi *Matlab* r2011a. Model Jaringan Syaraf Tiruan yang digunakan adalah 7-2-1, model 7-4-1, model 7-16-1 dan model 7-32-1, dapat diperoleh hasil yang baik dengan melihat MSE Pengujian yang terkecil adalah 7-4-1.
2. Dengan model arsitektur 7-4-1, dapat melakukan prediksi Produksi Susu Segar Di Indonesia Berdasarkan Provinsi dengan menunjukkan performa 94%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Revi, S. Ramadan, R. N. Sari, and Solikhun, “MODEL JARINGAN SYARAF TIRUAN DALAM MEMPREDIKSI PENDAPATAN PERKAPITA MASYARAKAT PERKOTAAN PADA GARIS KEMISKINAN BERDASARKAN PROPINSI,” *Kumpul. J. Ilmu Komput.*, vol. 05, no. 02, pp. 122–135, 2018.
- [2] P. Informatika *et al.*, “Jaringan syaraf tiruan dengan algoritma backpropagation untuk penentuan kelulusan sidang skripsi,” pp. 84–93, 2013.
- [3] A. Jumarwanto, R. Hartanto, and D. Prastiyanto, “APLIKASI JARINGAN SARAF TIRUAN BACKPROPAGATION UNTUK MEMPREDIKSI PENYAKIT THT DI RUMAH SAKIT MARDI RAHAYU KUDUS,” *J. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 11–21, 2009.
- [4] D. O. Maru’ao, “Neural Network Implementation in Foreign Exchange Kurs Prediction,” 2010.
- [5] A. P. Windarto, “IMPLEMENTASI JST DALAM MENENTUKAN KELAYAKAN NASABAH PINJAMAN KUR PADA BANK MANDIRI MIKRO SERBELAWAN DENGAN METODE BACKPROPOGATION Agus,” *Sains Komput. Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 12–23, 2017.