

Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation untuk Menentukan Prediksi Jumlah Permintaan Produksi Dodol Apel

Farrah Nurmalia Sari*, Ari Kusumastuti, Hisyam Fahmi

Program Studi Matematika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Indonesia

farrahnurmalias@gmail.com*, arikusumastuti@gmail.com,
hisyam.fahmi@uin-malang.ac.id

Abstrak

Peramalan berkaitan penting dalam pembuatan perencanaan sehingga akan mempengaruhi cara pembuatan keputusan (*decision making*). Salah satu metode peramalan adalah Jaringan Syaraf Tiruan dengan algoritma *backpropagation*. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur akurasi dari arsitektur jaringan yang digunakan dalam menghitung prediksi penjualan bulanan dodol apel dari CV. Bagus Agriseta Mandiri di tahun yang akan datang. Data yang digunakan sebanyak 36 data penjualan bulanan yang tercatat pada pembukuan tahun 2017, 2018 dan 2019. Data tersebut kemudian dinormalisasi dan dibagi 66,66% menjadi data latih dan 33,33% menjadi data uji untuk kemudian dapat diproses pada jaringan. Arsitektur jaringan yang digunakan adalah 12 : 10 : 1, di mana 12 neuron layer masukan, 10 neuron di satu layar tersembunyi dan 1 neuron layar keluaran. Jaringan dengan kerangka tersebut menghasilkan MAPE sebesar 20.161% dengan akurasi 79.839%. Model tersebut memiliki kemampuan peramalan dengan kategori cukup atau layak. Selanjutnya, dilakukan perhitungan validasi jaringan keseluruhan menggunakan metode *K-fold cross validation* dengan $K = 3$. Hasilnya, nilai keseluruhan MAPE rata-rata sebesar 47.079% dan nilai keseluruhan akurasi rata-rata sebesar 52.921%. Berdasarkan hal tersebut, nilai MAPE berada diantara 20% dan 50%, maka model peramalan yang digunakan berada pada kategori cukup atau layak. Sebagai perbandingan, telah dilakukan pengujian menggunakan *fold* yang sama namun dengan arsitektur jaringan yang berbeda yakni model 6 – 8 – 1. MAPE yang didapatkan bernilai 26.74% dan nilai akurasi sistemnya adalah 73.18% sehingga kedua model peramalan memiliki kemampuan peramalan di kategori yang sama yakni cukup atau layak.

Kata Kunci : Akurasi; *Backpropagation*; Data Penjualan Bulanan Dodol Apel; Jaringan Syaraf Tiruan; *K-fold Cross Validation*; Prediksi.

ABSTRACT

Forecasting is importantly in accordance with the planning strategy; therefore it will affect the way of decision making. One of the forecasting methods is Artificial Neural Network with Backpropagation as the algorithm. This research aims to measure the accuracy of the network architecture which is being applied in order to calculate the prediction of the future's apple paste product monthly demand which was obtained from CV. Bagus Agriseta Mandiri. The data which are being used are 36 monthly data from the year 2017, 2018 and 2019. Furthermore, the data obtained are normalized and divided into two, 66,66% as the data for training process and 33,33% as the data for testing process. Network architecture that is applied in this research is 12 : 10 : 1, where 12 are neurons for input layer, 10 are neurons for one hidden layer and 1 is neuron for output layer. The Network with that framework obtained a result 20.161% for MAPE and 79.839% for the accuracy. That model is categorized as good enough for its forecasting ability. Moreover, the network was entirely validated using k-fold cross validation method with $k = 3$. The result obtained as follows: the average of MAPE is 47.079% and the average accuracy is 52.921%. According to it, the entire model can be categorized as good enough in order to run a forecast. As a comparison, another testing has been done with the same fold but different in the network architecture (model 6 – 8 – 1). The second model obtained results as follows: the average of MAPE is 26.74% and the average accuracy is 73.18%, so that the two prediction models' ability are in the same category, it is good enough to run a forecast.

Keywords: Accuracy; Backpropagation; Dodol Apel Monthly Sales Data; Artificial Neural Networks; *K-fold Cross Validation*; Prediction.

PENDAHULUAN

Peramalan atau *forecasting* sudah menjadi bagian dari strategi pasar dibalik dunia perindustrian sehingga akan mempengaruhi aspek lain seperti pembuatan keputusan (*decision making*). Utamanya, peramalan pada bidang industri digunakan untuk mengetahui jumlah penjualan produk di masa mendatang. Setelah diketahui jumlah penjualan di masa mendatang, produsen akan memproduksi produk mendekati hasil dari peramalan yang telah dilakukan, sehingga tidak mengakibatkan kekurangan stok atau bahkan bisa berlebih sehingga produk mengalami *overproduction*[1]. Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui hasil peramalan penjualan di masa yang akan datang sehingga jumlah produk yang akan diproduksi tidak melenceng terlalu jauh dari perkiraan produk terjual.

CV. Bagus Agriseta Mandiri merupakan sebuah rumah produksi berbasis UMKM (Usaha Kecil, Mikro, Menengah) yang menjadi pabrik dari macam-macam olahan buah dan sayur di Kota Batu dan salah satu produknya adalah dodol apel. Data dari produk dodol apel dipilih karena CV. Bagus Agriseta Mandiri terkenal dengan produk dodol apelnnya, sehingga catatan jumlah penjualan bulanannya selalu paling tinggi di antara produk lain. Data penjualan bulanan dihimpun dari catatan penjualan harian oleh mesin *counter* di rumah produksi. Karakteristik data penjualan bulanan dodol apel adalah data primer dan data yang disusun berdasarkan urutan waktu atau *time series*. Selama ini, permasalahan dari pabrik CV. Bagus adalah sering memproduksi dodol apel dengan jumlah yang tidak menentu untuk memenuhi permintaan dari pasar yang juga tidak dapat dipastikan. Seperti yang telah diketahui, makanan basah seperti dodol tidaklah bertahan lama, sehingga *overproduction* akan membuat dodol beresiko tidak habis terjual dan semakin mendekati masa kadaluarsa yang berakibat pada rusaknya makanan dan berakhir dengan pembuangan makanan atau menyia-kan makanan. Hal tersebut dapat menimbulkan kerugian yang berarti pada rumah produksi.

METODE PENELITIAN

Langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data
2. Normalisasi data menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid biner*[2]

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

di mana:

X' = data hasil normalisasi

a = data minimum

b = data maksimum

x = data asli

3. *Pre-processing data*: Membagi data menjadi dua kelompok, yakni data pelatihan (*data training*) dan data pengujian (*data testing*).
4. [3]Menentukan layar tersembunyi, keluaran, fungsi aktivasi dan algoritma pelatihan. Secara sistematis dapat ditulis dengan:

$$y_{in_k} = \sum_{k-1}^p w_{jk} f[v_{0j} + \sum_{n=1}^i x_i v_{ij}] + w_{0k} \quad (2)$$

dengan:

y_{in_k} = unit keluaran

w_{jk} = nilai bobot dari neuron tersembunyi ke neuron keluaran

v_{0j} = neuron masukan dengan berat bias dari unit x_i ke unit z_j

x_i = neuron ke- i pada layar masukan

v_{ij} = nilai bobot dari neuron masukan ke neuron tersembunyi

w_{0k} = bobot bias dari neuron tersembunyi k

5. Menentukan parameter pelatihan yang digunakan:[4], [5]

a. Melatih jaringan menggunakan fungsi kinerja MSE (*Mean Squared Error*):

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n} \quad (3)$$

dengan:

MSE = Mean Squared Error

n = jumlah data

Y_i = data yang didapatkan dari hasil pengamatan

\hat{Y}_i = data target

- b. Maksimum *epoch* bernilai 1000. Iterasi akan terhenti apabila nilai *epoch* melebihi maksimum *epoch*.
- c. Target *error* atau disebut *goal* bernilai 0,001. *Goal* disini menentukan batas nilai MSE yang akan dicapai agar iterasi diberhentikan.
- d. Momentum atau perubahan bobot baru berdasarkan bobot sebelumnya bernilai 0,95. Besar momentum antara 0 sampai 1, apabila momentum = 0, maka perubahan bobot hanya akan dipengaruhi gradiennya, apabila momentum = 1, maka perubahan bobot nilainya sama dengan sebelumnya.
- e. *Show* untuk menampilkan frekuensi perubahan MSE bernilai 20.
- f. *Learning rate* atau laju pembelajaran bernilai 0,1. *Learning rate* adalah besarnya rasio dalam perubahan bobot dan bias yang terjadi dalam pelatihan jaringan.
6. Selanjutnya data latih diproses sehingga menghasilkan data hasil pelatihan dan arsitektur jaringan terbaik dengan nilai MSE terkecil untuk kemudian digunakan pada data uji. Arsitektur jaringan terdiri dari tiga bagian, yakni jumlah neuron pada layar masukan, jumlah neuron pada layar tersembunyi dan jumlah neuron pada keluaran. Data latih dilakukan juga untuk mencari bobot keluaran terbaik yang nantinya akan dipakai sebagai bobot perhitungan data uji. Hasil pelatihan antara lain akan menampilkan[6], [7]
- Nilai bobot antara layar masukan dan layar tersembunyi (bobot layar tersembunyi)
 - Nilai bobot antara layar tersembunyi dan layar keluaran (bobot layar keluaran)
 - Nilai bias antara layar masukan dan layar tersembunyi (bias layar tersembunyi)
 - Nilai bias antara layar tersembunyi dan layar keluaran (bias layar keluaran)
 - Jumlah iterasi atau perulangan dalam melakukan perhitungan
 - Nilai keluaran (Y)
 - Nilai *error* (E)
 - Error MSE* (target *error*) dengan:

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n} \quad (4)$$

7. Perhitungan dalam pengujian data dan pelatihan data menggunakan cara yang berbeda, di mana parameter yang digunakan dalam pelatihan data masih dapat diubah, sedangkan parameter yang digunakan dalam pengujian data menggunakan bobot keluaran yang didapatkan dari hasil pelatihan data. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *error* yang terjadi pada hasil pengujian data.
8. Denormalisasi data dilakukan agar bentuk data hasil uji kembali serupa dengan data asli sehingga keduanya dapat dibandingkan. Rumus denormalisasi data adalah sebagai berikut:[8]

$$x = \frac{(x' - 0,1)(b - a)}{0,8} + a \quad (5)$$

9. Menghitung tingkat akurasi prediksi menggunakan *K-Fold cross validation*. Penelitian ini akan menggunakan K-3 dikarenakan data awal yang digunakan dalam peramalan adalah 33,33% untuk data pengujian dan 66,66% untuk data pelatihan. Data set akan dibagi menjadi 3, selanjutnya tiap *fold* ada 12 data pengujian dan sisanya adalah data pelatihan. Satu kotak berikut merepresentasikan 12 bulan data. Kotak berwarna biru merupakan data pengujian, dan kotak berwarna kuning merupakan data pelatihan. Rata-rata akurasi dari masing-masing K akan menghasilkan total akurasi prediksi yang dijalankan menggunakan metode JST

backpropagation. Sebelum mendapatkan nilai akurasi, tiap-tiap *fold* akan dicari nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) terlebih dahulu. Berikut rumus MAPE: (Rinjani, 2019)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{x - y}{y} \right| \times 100\% \quad (6)$$

dengan:

MAPE = *Mean Absolute Percentage Error*

n = jumlah data

x = data asli hasil pengujian

y = data peramalan hasil pengujian

Nilai MAPE juga memiliki kriteria sebagai berikut: (Rinjani, 2019)

a. $MAPE < 10\%$: kemampuan peramalan sangat baik

b. $10\% \leq MAPE < 20\%$: kemampuan peramalan baik

c. $20\% \leq MAPE < 50\%$: kemampuan peramalan cukup

d. $MAPE \geq 50\%$: kemampuan peramalan buruk

Setelah ditemukan nilai MAPE, untuk mendapatkan akurasinya maka digunakan rumus:[9]

$$Akurasi = 100 - MAPE \quad (7)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data primer didapatkan dari data penjualan bulanan Dodol Apel oleh CV. Bagus Agriseta Mandiri Kota Batu mulai tahun 2017 sampai dengan tahun 2019. Data penjualan terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Penjualan Bulanan Dodol Apel

No	Tahun	Bulan ke-					
		1	2	...	...	11	12
1	2017	11517	10874	...	...	9006	6721
2	2018	14335	9917	...	...	9166	13590
3	2019	12632	5695	...	...	11489	13618

2. Data penjualan yang sudah dinormalisasi terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Normalisasi Data

No	Tahun	Bulan ke-					
		1	2	...	...	11	12
1	2017	0.7427	0.7069	...	...	0.6026	0.4751
2	2018	0.9000	0.6534	...	...	0.6115	0.8584
3	2019	0.8050	0.4178	...	...	0.7412	0.8600

3. Data yang terdapat pada penelitian ini berjumlah 36 data, dibagi menjadi data pelatihan (*data training*) dan data pengujian (*data testing*). Data yang digunakan untuk proses pelatihan sejumlah 24 data, dan 12 data lainnya digunakan untuk pengujian Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Data Latih

Data Latih (<i>Data Training</i>)							
Pola	x_1	x_2	...	...	x_{11}	x_{12}	Target
1	0.7427	0.7069	...	...	0.6026	0.4751	0.9000
2	0.7069	0.1000	...	...	0.4751	0.9000	0.6534
3	0.1000	0.6766	...	...	0.9000	0.6534	0.4795

4	0.6766	0.5301	...	...	0.6534	0.4795	0.4446
5	0.5301	0.4907	...	...	0.4795	0.4446	0.1000
6	0.4907	0.4679	...	...	0.4446	0.1000	0.4446
7	0.4679	0.6065	...	...	0.1000	0.4446	0.5491
8	0.6065	0.5824	...	...	0.4446	0.5491	0.3518
9	0.5824	0.5952	...	...	0.5491	0.3518	0.6906
10	0.5952	0.6026	...	...	0.3518	0.6906	0.6085
11	0.6026	0.4751	...	...	0.6906	0.6085	0.6115
12	0.4751	0.9000	...	...	0.6085	0.6115	0.8584

Tabel 4. Data Uji

Data Uji (Data Testing)							
Pola	x₁	x₂	...	...	x₁₁	x₁₂	Target
1	0.9000	0.6534	...	...	0.6115	0.8584	0.8050
2	0.6534	0.4795	...	...	0.8584	0.8050	0.4178
3	0.4795	0.4446	...	...	0.8050	0.4178	0.1000
4	0.4446	0.1000	...	...	0.4178	0.1000	0.7557
5	0.1000	0.4446	...	...	0.1000	0.7557	0.5629
6	0.4446	0.5491	...	...	0.7557	0.5629	0.5199
7	0.5491	0.3518	...	...	0.5629	0.5199	0.7348
8	0.3518	0.6906	...	...	0.5199	0.7348	0.4974
9	0.6906	0.6085	...	...	0.7348	0.4974	0.6144
10	0.6085	0.6115	...	...	0.4974	0.6144	0.6205
11	0.6115	0.8584	...	...	0.6144	0.6205	0.7412
12	0.8584	0.8050	...	...	0.6205	0.7412	0.8600

4. Arsitektur jaringan syaraf tiruan *backpropagation* yang digunakan dalam penelitian ini adalah 12 – 10 – 1, artinya ada 12 nilai masukan, 10 neuron pada layar tersembunyi dan 1 keluaran yakni data penjualan dodol apel pada tiap 1 bulan berikutnya.
5. Parameter pelatihan data ditentukan sebelum dilakukannya pelatihan data itu sendiri. Berikut adalah parameter untuk pelatihan data yang telah ditetapkan:
 - a. Melatih jaringan menggunakan fungsi kinerja MSE
 - b. Nilai epoch: 1000
 - c. Target error: 0,001
 - d. Nilai momentum: 0,95
 - e. Show: 20
 - f. Learning rate: 0,1
6. Pelatihan data dilakukan untuk mencari bobot keluaran terbaik yang nantinya akan dipakai untuk bobot perhitungan pada pengujian data. Hasil pelatihan data adalah sebagai berikut:
 - a. Nilai bobot antara layar masukan dan layar tersembunyi (bobot layar tersembunyi) terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5. Bobot Layar Tersembunyi Pelatihan Data

v[i,]	v[,j]					
	1	2	...	...	11	12
1	-2.7432	3.0597	...	...	-0.0821	-1.6000
2	3.6922	3.6105	...	...	4.9904	0.7354
3	1.4700	-1.3203	...	...	-2.2949	1.0424
4	-3.9721	-1.9191	...	...	1.4819	2.8935
5	2.9802	0.1341	...	...	1.3023	3.9615

6	3.7381	-0.8039	...	...	0.5796	-3.0991
7	-0.3029	-0.3611	...	...	-0.2971	1.2835
8	3.5567	4.1998	...	...	0.6031	0.9358
9	-4.0153	0.9185	...	...	-0.6823	-0.2310
10	2.4599	3.3928	...	...	-3.1655	-1.1063

- b. Nilai bobot antara layar tersembunyi dan layar keluaran (bobot layar keluaran) terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6. Bobot Layar Keluaran Pelatihan Data

$v[j,]$	$v[, k]$					
	1	2	...	...	9	10
1	0.2663	1.5814	...	...	-0.0302	-0.5538

- c. Nilai bias antara layar masukan dan layar tersembunyi (bias layar tersembunyi) terdapat pada Tabel 7.

Tabel 7. Bias Layar Tersembunyi Pelatihan

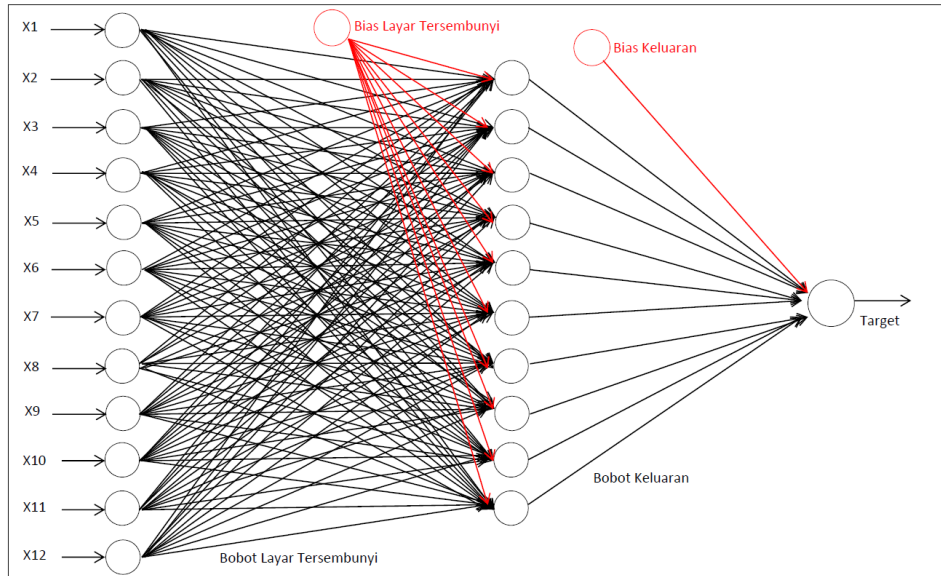
$w[0,]$	$w[, j]$
	1
0	13.5599
1	-13.1451
2	7.4549
3	5.9121
4	-8.7426
5	-3.3029
6	-3.5585
7	-11.1660

$w[0,]$	$w[, j]$
	1
8	7.4737
9	6.3822

- d. Nilai bias antara layar tersembunyi dan layar keluaran (bias layar keluaran) terdapat pada Tabel 8.

Tabel 8. Bias Layar Keluaran Pelatihan

$w[j, k]$
0.2733



Gambar 1. Jaringan terbentuk dari 12 : 10 : 1

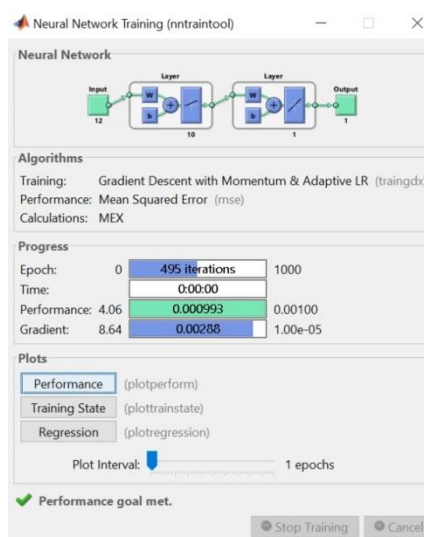
- e. Jumlah iterasi atau perulangan dalam melakukan perhitungan: 495.
- f. Nilai keluaran (Y) terdapat pada Tabel 10.
- g. Nilai *error* (E) atau target *error* terdapat pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai *error* (E)

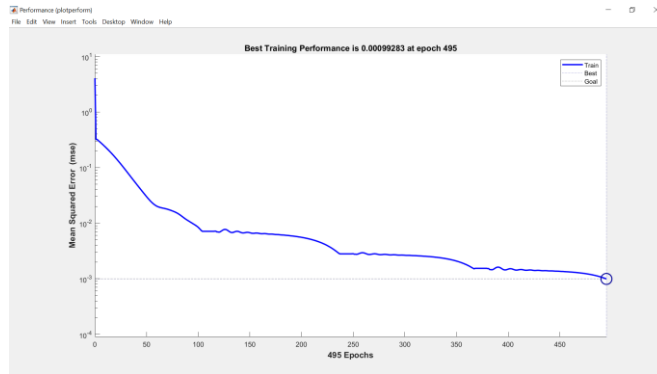
X_1	X_2	...	...	X_{11}	X_{12}
0.0187	0.0134	...	...	-0.0203	-0.0284

h. *Error* MSE

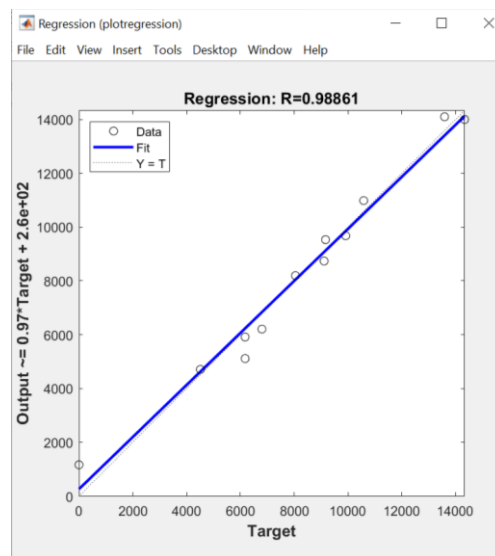
Setelah dilakukan pelatihan data, Gambar 4.2 menjelaskan bahwa *error goal* (MSE) dengan nilai 0,00099283 tercapai pada saat *epoch* ke-495. Selanjutnya Gambar 4.3 menjelaskan koefisien korelasi R yang memiliki nilai 0,98861, di mana hal tersebut menunjukkan bahwa data memiliki hubungan linier yang kuat karena nilai R mendekati 1.



Gambar 2. Proses Pelatihan Jaringan



Gambar 3. Fungsi kinerja MSE



Gambar 4. Plot Regresi

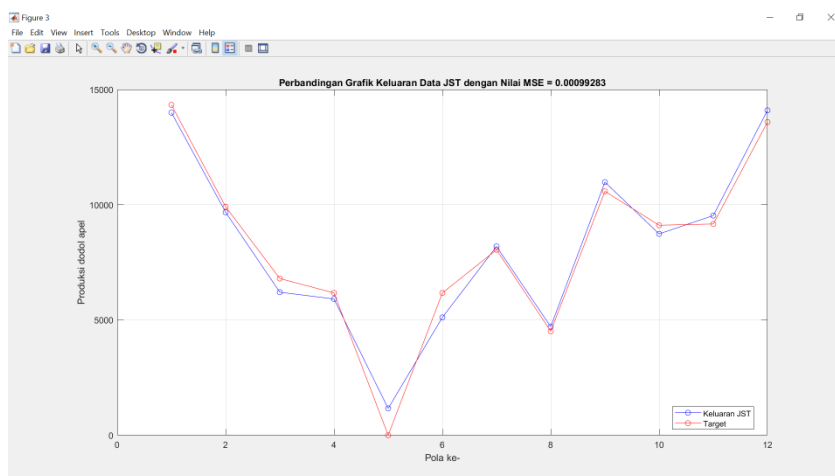
Hasil keluaran dari pelatihan data yang tertera pada *software matlab* kemudian dijabarkan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Target Pelatihan Data
Nilai Keluaran (Y)

Bulan	Nilai
Bulan ke-1	0.8813
Bulan ke-2	0.6400
Bulan ke-3	0.4464
Bulan ke-4	0.4300
Bulan ke-5	0.1649
Bulan ke-6	0.3853
Bulan ke-7	0.5572
Bulan ke-8	0.3627
Bulan ke-9	0.7129
Bulan ke-10	0.5876
Bulan ke-11	0.6319
Bulan ke-12	0.8868

Tabel 11. Denormalisasi Hasil Target Pelatihan Data
Nilai Keluaran (Y)

Bulan	Nilai
Bulan ke-1	13999.2724
Bulan ke-2	9676.3054
Bulan ke-3	6206.7825
Bulan ke-4	5912.6608
Bulan ke-5	1163.4922
Bulan ke-6	5112.2983
Bulan ke-7	8192.1951
Bulan ke-8	4707.8015
Bulan ke-9	10982.8576
Bulan ke-10	8736.8992
Bulan ke-11	9530.5003
Bulan ke-12	14098.2796



Gambar 5. Grafik Perbandingan Nilai Keluaran JST dan Data Target

7. Pengujian data diproses berdasarkan bobot keluaran yang diperoleh dari pelatihan data. Hasil dari pengujian data adalah sebagai berikut:
- Nilai *error* (E) terdapat pada Tabel 12.

Tabel 12. Nilai *error* pada Hasil Pengujian Data

Nilai <i>error</i>				
0.251898162	0.210701159	.	0.121355165	-0.475511663

- MSE (*Mean Squared Error*). Semakin kecil nilai MSE, maka model peramalan akan semakin baik.

Tabel 13. Nilai MSE pada Hasil Pengujian Data

MSE
0.18075559

- Hasil keluaran yang didapatkan setelah data diuji menggunakan JST *backpropagation* pada *software matlab* kemudian dijabarkan dalam Tabel 14.

Tabel 14. Hasil Peramalan dari Pengujian Data

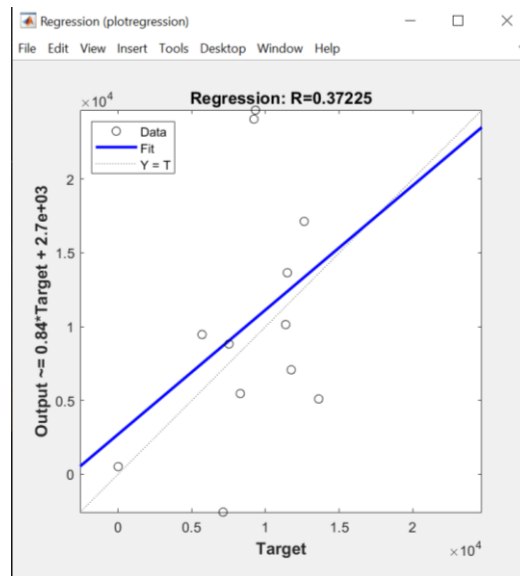
Hasil Peramalan	
Bulan	Nilai
Bulan ke-1	17145.700189

Bulan ke-2	9470.501400
Bulan ke-3	509.682307
Bulan ke-4	7075.602671
Bulan ke-5	5463.400874
Bulan ke-6	8824.806397
Bulan ke-7	10146.421680
Bulan ke-8	2579.899977
Bulan ke-9	24081.082703
Bulan ke-10	24693.022943
Bulan ke-11	13663.532863
Bulan ke-12	5097.425395

d. Target Pengujian

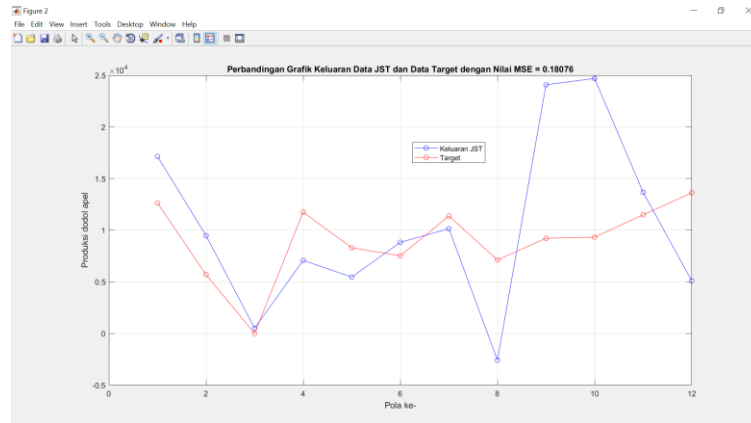
Tabel 15. Data Target pada Pengujian Data

Bulan	Data Normalisasi	Data Asli (<i>Actual</i>)
Bulan ke-1	0.804959888	12632
Bulan ke-2	0.417823509	5695
Bulan ke-3	0.1	0
Bulan ke-4	0.755737705	11750
Bulan ke-5	0.562922916	8295
Bulan ke-6	0.519895361	7524
Bulan ke-7	0.734754098	11374
Bulan ke-8	0.497404953	7121
Bulan ke-9	0.614433205	9218
Bulan ke-10	0.620460412	9326
Bulan ke-11	0.741171957	11489
Bulan ke-12	0.859986048	13618



Gambar 6. Plot Regresi

Gambar 6 menunjukkan koefisien korelasi R yang memiliki nilai 0,37225, di mana hal tersebut menerangkan bahwa data memiliki hubungan linier yang cukup atau layak.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Nilai Keluaran JST dan Data Target

Hasil dari pengujian data menggunakan JST kemudian dibandingkan dengan data asli target sehingga didapatkan grafik seperti pada Gambar 7. Gambar tersebut menunjukkan bahwa kedua titik memiliki posisi berbeda di setiap garis bulan, sehingga dapat dikatakan bahwa data hasil pengujian tidaklah sama dengan data target. Perbedaan nilai di setiap bulan tersebut dideskripsikan pada nilai error Tabel 12. Pada bulan tertentu khususnya bulan 8, 9 dan 10 terjadi perbedaan yang sangat signifikan antara hasil peramalan JST dan data target asli, ditunjukkan dengan jauhnya posisi titik biru dan merah pada bulan yang sama.

8. Pembagian data latih dan data uji pada tahap *pre-processing* data adalah 33,33% data uji dan 66,66% data latih. Berdasarkan hal tersebut, maka ditentukan untuk metode *K-Fold cross validation* dengan K sebanyak 3 *fold*, di mana masing-masing *fold* akan ada 36 data: 12 data uji dan 24 data latih. Data-data tersebut secara bergantian menjadi data uji dan data latih, selanjutnya dijalankan pada pengujian peramalan JST *backpropagation* dengan arsitektur jaringan yang telah digunakan pada pengujian utama yakni 12 – 10 – 1.

Tabel 16. Hasil dari Proses *K-fold cross validation* (12 – 10 – 1)

<i>fold</i>	12 Data Tahun 2017	12 Data Tahun 2018	12 Data Tahun 2019	MAPE	Akurasi
K1 Latih				52.361%	47.639%
Uji					
K2 Latih				68.716%	31.284%
Uji					
K3 Latih				20.161%	79.839%
Uji					
Rata-Rata				47.079%	52.921%

Hasil penghitungan MAPE dan akurasi dari setiap *fold* dirata-rata untuk mencari nilai akurasi keseluruhan. Berdasarkan Tabel 16, rata-rata total MAPE dari arsitektur jaringan yang digunakan untuk peramalan JST *backpropagation* ini adalah 47.079% dan nilai akurasi sistemnya adalah 52.921%. Menurut Rinjani (2019), MAPE dengan rentang nilai antara 20% sampai 50% menunjukkan arsitektur jaringan yang digunakan dalam peramalan termasuk dalam kategori cukup atau layak. Sebagai perbandingan pula, telah dicari nilai akurasi peramalan oleh *fold* yang sama namun menggunakan pengujian peramalan JST *backpropagation* dengan arsitektur yang berbeda yakni 6 – 8 – 1.

Tabel 17. Hasil dari Proses *K-fold cross validation* (6 – 8 – 1)

<i>fold</i>	Bulan						MAPE	Akurasi
	1-6	7-12	13-18	19-24	25-30	31-36		
K1	Latih						30.61%	69.39%
	Uji							
K2	Latih						23.25%	76.75%
	Uji							
K3	Latih						26.37%	73.63%
	Uji							
Rata-Rata							26.74%	73.18%

Berdasarkan Tabel 4.17, rata-rata total MAPE dari arsitektur jaringan yang digunakan untuk peramalan JST *backpropagation* ini adalah 26.74% dan nilai akurasi sistemnya adalah 73.18%. Menurut Rinjani (2019) hasil MAPE pada rentang nilai antara 20% sampai 50% menunjukkan bahwa arsitektur jaringan yang digunakan dalam peramalan termasuk dalam kategori cukup atau layak.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai JST *Backpropagation* dalam memprediksi penjualan bulanan Dodol Apel di masa yang akan datang dapat disimpulkan bahwa model jaringan 12 – 10 – 1 menghasilkan nilai MSE sebesar 0.18075559 dan nilai MAPE sebesar 20.161% dengan akurasi 79.839% dengan kemampuan peramalan berada pada kategori cukup atau layak. Perhitungan validasi jaringan keseluruhan menggunakan metode *K-fold cross validation* dengan $K = 3$ menunjukkan bahwa model jaringan untuk peramalan memiliki nilai MAPE rata-rata sebesar 26.74% dan nilai akurasi rata-rata sebesar 73.18%. Nilai MAPE berada diantara 20% dan 50%, maka model peramalan yang digunakan berada pada kategori cukup atau layak. Sebagai perbandingan, telah dilakukan pengujian menggunakan *fold* yang sama namun dengan arsitektur jaringan yang berbeda yakni 6 – 8 – 1. MAPE yang didapatkan bernilai 26.74% dan nilai akurasi sistemnya adalah 73.18% sehingga kemampuan model peramalan masuk pada kategori cukup atau layak.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] P. Subagyo, "Forecasting Konsep dan Aplikasi Edisi 2," *Yogyakarta: BPFE*, 1986.
- [2] S. P. Siregar and A. Wanto, "Analysis of artificial neural network accuracy using backpropagation algorithm in predicting process (forecasting)," *IJISTECH (International Journal of Information System and Technology)*, vol. 1, no. 1, pp. 34–42, 2017.
- [3] R. R. P. Putri, "Implementasi Metode JST-Backpropagation Untuk Klasifikasi Rumah Layak Huni (Studi Kasus: Desa Kidal Kecamatan Tumpang Kabupaten Malang)." Universitas Brawijaya, 2018.
- [4] L. v Fausett, *Fundamentals of neural networks: architectures, algorithms and applications*. Pearson Education India, 2006.
- [5] Z.-H. Wang, D.-Y. Gong, X. Li, G.-T. Li, and D.-H. Zhang, "Prediction of bending force in the hot strip rolling process using artificial neural network and genetic algorithm (ANN-GA)," *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 93, no. 9, pp. 3325–3338, 2017.
- [6] S. Chopra, D. Yadav, and A. N. Chopra, "Artificial neural networks based indian stock market price prediction: before and after demonetization," *J Swarm Intel Evol Comput*, vol. 8, no. 174, p. 2, 2019.
- [7] H. Aini, H. H.-K. E. and D. Science, and undefined 2019, "Crude Palm Oil Prediction Based on Backpropagation Neural Network Approach," *journal2.um.ac.id*, Accessed: Dec. 31, 2022. [Online]. Available: <http://journal2.um.ac.id/index.php/keds/article/view/7335>

- [8] J. J. Siang, "Jaringan syaraf tiruan dan pemrogramannya menggunakan matlab," *Penerbit Andi, Yogyakarta, 2005.*
- [9] B. Widodo and S. Derwin, "Artificial Intelligence konsep dan penerapannya," *Artificial Intelligence konsep dan penerapannya, Seno, Ed. Yogyakarta: Andi, p. 7, 2014.*