

BAB IV

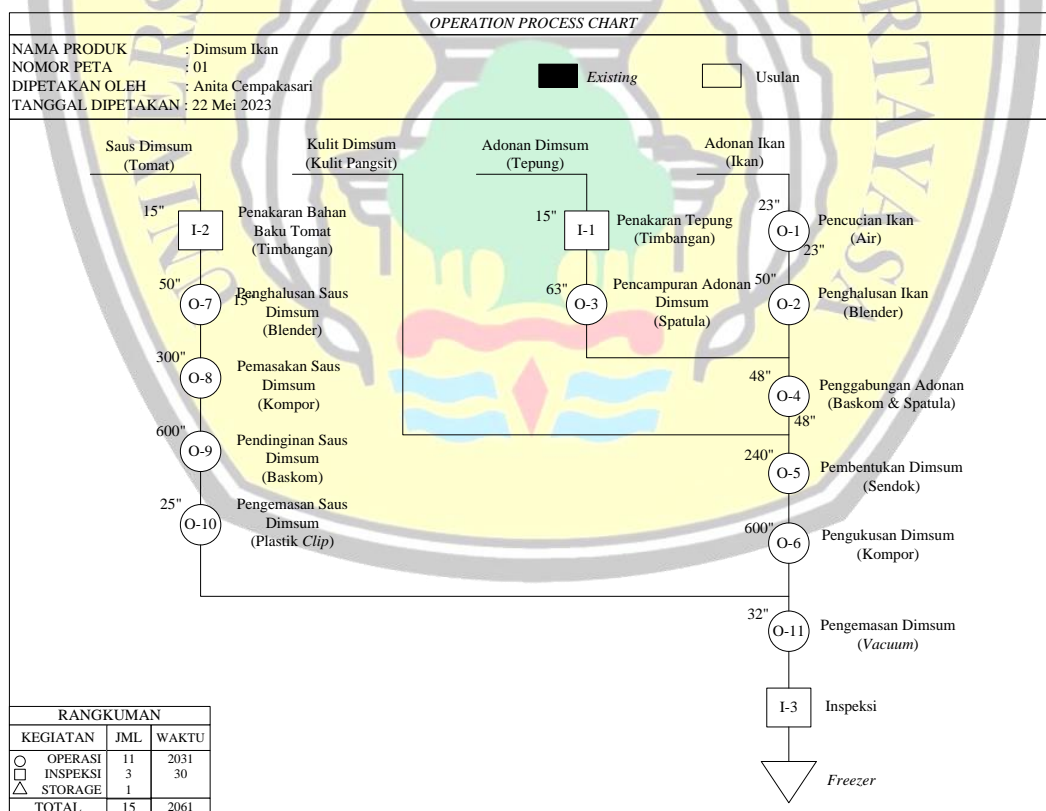
HASIL PENELITIAN

4.1 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, dilakukan pengumpulan data yang hasil datanya akan dilakukan pengolahan data dan analisa untuk mencapai tujuan penelitian. Terdapat 4 data yang dikumpulkan pada penelitian ini, yaitu *operation process chart* (OPC) produk, data berat bahan baku, data suhu lingkungan, dan data kelembaban lingkungan.

4.1.1 Operation Process Chart (OPC) Produk Dimsum Ikan

Sebelum dilakukan pengolahan data, dilakukan pengamatan terlebih dahulu terhadap proses produksi produk dimsum ikan. Berdasarkan pengamatan proses produksi dimsum ikan, berikut ini adalah OPC dari produk dimsum ikan :



Gambar 1. Operation Process Chart (OPC) Dimsum Ikan

Berdasarkan Gambar 5, diketahui bahwa total waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi dimsum ikan adalah 2061 detik atau 34,35 menit dalam memproduksi 15 *pack* dimsum. Dalam proses produksi dimsum ikan terdapat 11 proses, 3 inspeksi dan 1 kali penyimpanan. Hasil pembuatan OPC menunjukkan bahwa waktu proses yang membutuhkan waktu lama adalah proses pengukusan dimsum dan pendinginan saus dimsum sebelum dimasukkan ke dalam *packaging* yaitu sebesar 600 detik atau 10 menit.

4.1.2 Berat Bahan Baku Ikan Tunul

Setelah mengetahui proses produksi pembuatan dimsum ikan, dilakukan pengumpulan data berat bahan baku ikan tunul untuk mengetahui prediksi yang akan dihitung. Berikut ini adalah hasil pengumpulan data berat bahan baku ikan tunul pada periode November-Desember 2022 :

Tabel 1. Data Berat Bahan Baku Ikan Tunul Periode November-Desember 2022

Tanggal	Berat Kotor (kg)	Berat Setelah Dikeringkan 2 jam (kg)	Jumlah Berat yang Berkurang Setelah Pengerangan (kg)
1-Nov-22	10,05	9,326	0,724
2-Nov-22	10,1	8,848	1,252
3-Nov-22	10	8,757	1,243
4-Nov-22	10,02	8,893	1,127
5-Nov-22	10,03	9,319	0,711
6-Nov-22	10,01	8,756	1,254
7-Nov-22	10,01	9,337	0,673
8-Nov-22	10,02	8,922	1,098
9-Nov-22	10,02	8,933	1,087
10-Nov-22	10,015	8,578	1,437
11-Nov-22	10,019	8,937	1,082
12-Nov-22	10	9,457	0,543
13-Nov-22	10	9,131	0,869
14-Nov-22	10,005	8,529	1,476
15-Nov-22	10	9,043	0,957
16-Nov-22	10	8,732	1,268
17-Nov-22	10	8,815	1,185
18-Nov-22	10,003	9,488	0,515
19-Nov-22	10,01	9,364	0,646
20-Nov-22	10	8,768	1,232
21-Nov-22	10	8,564	1,436

**Tabel 2. Data Berat Bahan Baku Ikan Tunul Periode November-Desember 2022
(Lanjutan)**

Tanggal	Berat Kotor (kg)	Berat Setelah Dikeringkan 2 jam (kg)	Jumlah Berat yang Berkurang Setelah Pengerinan (kg)
22-Nov-22	10	8,861	1,139
23-Nov-22	10	9,040	0,960
24-Nov-22	10	9,415	0,585
25-Nov-22	10	8,667	1,333
26-Nov-22	10,006	9,406	0,600
27-Nov-22	10,002	8,842	1,160
28-Nov-22	10,006	9,230	0,776
29-Nov-22	10,003	8,517	1,486
30-Nov-22	10,01	8,625	1,385
1-Dec-22	10,005	8,666	1,339
2-Dec-22	10	9,063	0,937
3-Dec-22	10,02	9,157	0,863
4-Dec-22	10	9,386	0,614
5-Dec-22	10	8,867	1,133
6-Dec-22	10,035	8,740	1,295
7-Dec-22	10,001	9,089	0,912
8-Dec-22	10	8,567	1,433
9-Dec-22	10	8,606	1,394
10-Dec-22	10	8,923	1,077
11-Dec-22	10	8,728	1,272
12-Dec-22	10,015	9,154	0,861
13-Dec-22	10,006	8,612	1,394
14-Dec-22	10,004	9,281	0,723
15-Dec-22	10,007	8,511	1,496
16-Dec-22	10	8,973	1,027
17-Dec-22	10,002	9,399	0,603
18-Dec-22	10,023	9,120	0,903
19-Dec-22	10	8,838	1,162
20-Dec-22	10	8,420	1,580
21-Dec-22	10	8,609	1,391
22-Dec-22	10	8,978	1,022
23-Dec-22	10,001	9,130	0,871
24-Dec-22	10,007	9,460	0,547
25-Dec-22	10,02	8,648	1,372
26-Dec-22	10	9,197	0,803
27-Dec-22	10	8,707	1,293
28-Dec-22	10,005	8,767	1,238

Tabel 2. Data Berat Bahan Baku Ikan Tunul Periode November-Desember 2022 (Lanjutan)

Tanggal	Berat Kotor (kg)	Berat Setelah Dikeringkan 2 jam (kg)	Jumlah Berat yang Berkurang Setelah Pengerinan (kg)
29-Dec-22	10,01	8,639	1,371
30-Dec-22	10,009	9,286	0,723
31-Dec-22	10,009	9,244	0,765

Berdasarkan hasil pengumpulan data bahan baku, diketahui bahwa setiap harinya dilakukan produksi terhadap 20 kg ikan tunul yang langsung diambil dari pemasok nelayan. Untuk menunjang penelitian ini, dilakukan percobaan terhadap bahan baku ikan yaitu 10 kg diolah berdasarkan proses produksi *existing* dan 10 kg diolah setelah dilakukan penjemuran selama 2 jam untuk mengurangi kadar air pada ikan tunul. Dapat dilihat pada Tabel 2 bahwa setelah dilakukan penjemuran, terjadi pengurangan berat pada bahan baku ikan sebesar 0,5-1,5 kg.

4.1.3 Waktu Pempusukan Ikan Tunul

Setelah dilakukan percobaan terhadap bahan baku ikan dengan 2 metode yaitu dengan berat asli dan dengan berat setelah dikeringkan, kemudian dilakukan percobaan terhadap lamanya pempusukan yang terjadi antara 2 jenis sampel tersebut. Berdasarkan hasil percobaan terhadap lamanya pempusukan, berikut ini adalah data lamanya pempusukan dimsum ikan yang didapatkan :

Tabel 2. Data Waktu Pempusukan Dimsum Ikan Periode November-Desember 2022

Tanggal	Waktu Pempusukan dengan Berat Kotor suhu ruangan (jam)	Waktu Pempusukan Setelah Dikurangi Kadar Air suhu ruangan (jam)	Selisih Waktu Pempusukan (jam)
1-Nov-22	50	68	18
2-Nov-22	50	78	28
3-Nov-22	50	78	28
4-Nov-22	50	76	26
5-Nov-22	50	72	22
6-Nov-22	50	78	28
7-Nov-22	50	68	18
8-Nov-22	50	76	26
9-Nov-22	50	76	26
10-Nov-22	50	84	34

**Tabel 3. Data Waktu Pembersihan Dimsum Ikan Periode November-Desember 2022
(Lanjutan)**

Tanggal	Waktu Pembersihan dengan Berat Kotor suhu ruangan (jam)	Waktu Pembersihan Setelah Dikurangi Kadar Air suhu ruangan (jam)	Selisih Waktu Pembersihan (jam)
11-Nov-22	50	76	26
12-Nov-22	50	65	15
13-Nov-22	50	73	23
14-Nov-22	50	84	34
15-Nov-22	50	75	25
16-Nov-22	50	78	28
17-Nov-22	50	76	26
18-Nov-22	50	65	15
19-Nov-22	50	68	18
20-Nov-22	50	78	28
21-Nov-22	50	84	34
22-Nov-22	50	78	28
23-Nov-22	50	75	25
24-Nov-22	50	65	15
25-Nov-22	50	80	30
26-Nov-22	50	68	18
27-Nov-22	50	78	28
28-Nov-22	50	72	22
29-Nov-22	50	84	34
30-Nov-22	50	80	30
1-Dec-22	50	80	30
2-Dec-22	50	75	25
3-Dec-22	50	73	23
4-Dec-22	50	72	22
5-Dec-22	50	76	26
6-Dec-22	50	78	28
7-Dec-22	50	75	25
8-Dec-22	50	84	34
9-Dec-22	50	80	30
10-Dec-22	50	76	26
11-Dec-22	50	80	30
12-Dec-22	50	73	23
13-Dec-22	50	80	30
14-Dec-22	50	72	22
15-Dec-22	50	84	34

Tabel 3. Data Waktu Pempusukan Dimsum Ikan Periode November-Desember 2022 (Lanjutan)

Tanggal	Waktu Pempusukan dengan Berat Kotor suhu ruangan (jam)	Waktu Pempusukan Setelah Dikurangi Kadar Air suhu ruangan (jam)	Selisih Waktu Pempusukan (jam)
16-Dec-22	50	76	26
17-Dec-22	50	68	18
18-Dec-22	50	75	25
19-Dec-22	50	76	26
20-Dec-22	50	86	36
21-Dec-22	50	80	30
22-Dec-22	50	76	26
23-Dec-22	50	73	23
24-Dec-22	50	65	15
25-Dec-22	50	80	30
26-Dec-22	50	73	23
27-Dec-22	50	78	28
28-Dec-22	50	78	28
29-Dec-22	50	80	30
30-Dec-22	50	72	22
31-Dec-22	50	72	22

Berdasarkan hasil pengumpulan data waktu pempusukan dimsum, diketahui bahwa adanya perubahan ketahanan dimsum dalam pempusukan. Pada dimsum dengan ikan yang tidak dikeringkan, waktu pempusukan cenderung stabil yaitu 50 jam dari pengemasan dilakukan. Sedangkan pada dimsum ikan yang dikeringkan, waktu pempusukan cenderung lebih lama yaitu 65-80 jam dari pengemasan dilakukan.

4.1.4 Suhu Lingkungan

Pada pengumpulan data uji coba, terdapat variabel pendukung dalam uji coba tersebut. Salah satunya adalah suhu lingkungan saat pengambilan data karena suhu merupakan hal yang cukup berpengaruh dalam proses perkembangan mikroba penyebab pempusukan. Berikut adalah data suhu lingkungan yang diperoleh dari database Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) :

Tabel 3. Data Suhu Lingkungan

Tanggal	Suhu Ruangan (°C)
1-Nov-22	28,2
2-Nov-22	27,3
3-Nov-22	27,6
4-Nov-22	28,7
5-Nov-22	26,4
6-Nov-22	27,8
7-Nov-22	27,5
8-Nov-22	26,7
9-Nov-22	26,4
10-Nov-22	27,4
11-Nov-22	26,9
12-Nov-22	27,3
13-Nov-22	26,1
14-Nov-22	27,7
15-Nov-22	27,5
16-Nov-22	27,9
17-Nov-22	25,6
18-Nov-22	28,1
19-Nov-22	28,1
20-Nov-22	27,9
21-Nov-22	27,2
22-Nov-22	27,2
23-Nov-22	28,5
24-Nov-22	27,8
25-Nov-22	27,4
26-Nov-22	28,4
27-Nov-22	28,1
28-Nov-22	27,3
29-Nov-22	29,2
30-Nov-22	29,3
1-Dec-22	28,9
2-Dec-22	27,8
3-Dec-22	27,4
4-Dec-22	28,2
5-Dec-22	27
6-Dec-22	28,1
7-Dec-22	28,1
8-Dec-22	28,4
9-Dec-22	25,9

(Sumber: BMKG, 2022)

Tabel 4. Data Suhu Lingkungan (Lanjutan)

<u>Tanggal</u>	<u>Suhu Ruangan (°C)</u>
10-Dec-22	29
11-Dec-22	26,6
12-Dec-22	27
13-Dec-22	27,2
14-Dec-22	28,2
15-Dec-22	29,3
16-Dec-22	27
17-Dec-22	29,2
18-Dec-22	28,9
19-Dec-22	28,7
20-Dec-22	27
21-Dec-22	26,8
22-Dec-22	28
23-Dec-22	27,4
24-Dec-22	28,2
25-Dec-22	26
26-Dec-22	26,2
27-Dec-22	24,5
28-Dec-22	24,3
29-Dec-22	26
30-Dec-22	25,6
31-Dec-22	26

(Sumber: BMKG, 2022)

Data pada Tabel 4 merupakan data suhu yang berasal dari *database* BMKG pada daerah Kecamatan Citangkil, Kota Cilegon dimana lokasi UPI D’Kriwil berada. Data suhu lingkungan yang digunakan merupakan data suhu harian rata-rata pada bulan November-Desember 2022. Pada data tersebut dapat dilihat bahwa setiap harinya terjadi perubahan suhu yang menyebabkan pengurangan kadar air pada ikan tunul tiap harinya berbeda pula.

4.1.5 Kelembaban Lingkungan

Selain data suhu lingkungan yang berpengaruh dalam pembusukan, ukuran kelembaban udara juga menjadi salah satu faktor yang berpengaruh dalam perkembangan mikroba pembusukan. Berikut adalah data kelembaban lingkungan yang diperoleh dari *database* Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) :

Tabel 4. Kelembaban Udara Lingkungan Periode November-Desember 2022

Tanggal	Kelembaban Udara (%)
1-Nov-22	76
2-Nov-22	80
3-Nov-22	84
4-Nov-22	75
5-Nov-22	88
6-Nov-22	80
7-Nov-22	82
8-Nov-22	85
9-Nov-22	83
10-Nov-22	82
11-Nov-22	84
12-Nov-22	82
13-Nov-22	89
14-Nov-22	81
15-Nov-22	79
16-Nov-22	80
17-Nov-22	88
18-Nov-22	74
19-Nov-22	76
20-Nov-22	77
21-Nov-22	77
22-Nov-22	79
23-Nov-22	75
24-Nov-22	78
25-Nov-22	78
26-Nov-22	77
27-Nov-22	74
28-Nov-22	81
29-Nov-22	70
30-Nov-22	65
1-Dec-22	72
2-Dec-22	74
3-Dec-22	82
4-Dec-22	76
5-Dec-22	81
6-Dec-22	78
7-Dec-22	78
8-Dec-22	78
9-Dec-22	86

(Sumber: BMKG, 2022)

**Tabel 5. Kelembaban Udara Lingkungan Periode November-Desember 2022
(Lanjutan)**

Tanggal	Kelembaban Udara (%)
10-Dec-22	72
11-Dec-22	82
12-Dec-22	82
13-Dec-22	80
14-Dec-22	76
15-Dec-22	65
16-Dec-22	84
17-Dec-22	72
18-Dec-22	73
19-Dec-22	75
20-Dec-22	81
21-Dec-22	86
22-Dec-22	78
23-Dec-22	78
24-Dec-22	76
25-Dec-22	90
26-Dec-22	90
27-Dec-22	88
28-Dec-22	91
29-Dec-22	83
30-Dec-22	91
31-Dec-22	85

(Sumber: BMKG, 2022)

Data pada Tabel 5 merupakan data kelembaban yang berasal dari *database* BMKG pada daerah Citangkil, Cilegon dimana lokasi UPI D’Kriwil berada. Data suhu lingkungan yang digunakan merupakan data kelembaban udara rata-rata pada bulan November-Desember 2022. Pada data tersebut dapat dilihat bahwa setiap harinya terjadi perubahan kelembaban udara sesuai dengan suhu lingkungan yang menyebabkan pengurangan kadar air pada ikan tunul tiap harinya berbeda pula.

4.2 Pengolahan Data

Pada penelitian prediksi kandungan air dalam bahan baku ikan tunul, dilakukan pengolahan data dengan tahapan yaitu melakukan normalisasi data, membuat arsitektur jaringan saraf dengan *hidden layer* yang berbeda, melakukan *training data* dan uji validasi hasil *training*, menentukan bobot tiap *hidden layer* dan melakukan prediksi terhadap hasil *training data* dengan MSE terkecil.

4.2.1 Normalisasi Data

Pada penentuan prediksi kadar air pada ikan tunul, dilakukan normalisasi data untuk menyetarakan nilai dari tiap variabel yang memiliki satuan dan nilai yang berbeda satu sama lain. Variabel yang dinormalisasikan datanya meliputi berat kotor (X_1), berat setelah dikeringkan selama 2 jam (X_2), selisih waktu pembusukan (X_3), suhu ruangan (X_4), kelembaban udara (X_5) dan jumlah berat yang berkurang setelah pengeringan (Y). Berikut ini adalah hasil normalisasi data yang dilakukan pada variabel penelitian :

Tabel 5. Hasil Normalisasi Data

Berat Kotor (kg) (X_1)	Berat Setelah Dikeringkan 2 jam (kg) (X_2)	Selisih Waktu Pembusukan (X_3)	Suhu Ruangan ($^{\circ}\text{C}$) (X_4)	Kelembaban Udara (%) (X_5)	Jumlah Berat yang Berkurang Setelah Pengeringan (kg) (Y)
0,5	0,78	0,214	0,724	0,438	0,257
0,9	0,42	0,595	0,580	0,562	0,654
0,1	0,35	0,595	0,628	0,685	0,647
0,26	0,45	0,519	0,804	0,408	0,560
0,34	0,77	0,367	0,436	0,808	0,248
0,18	0,35	0,595	0,660	0,562	0,655
0,18	0,79	0,214	0,612	0,623	0,218
0,26	0,48	0,519	0,484	0,715	0,538
0,26	0,48	0,519	0,436	0,654	0,530
0,22	0,22	0,824	0,596	0,623	0,792
0,252	0,49	0,519	0,516	0,685	0,526
0,1	0,88	0,100	0,580	0,623	0,121
0,1	0,63	0,405	0,388	0,838	0,366
0,14	0,18	0,824	0,644	0,592	0,822
0,1	0,57	0,481	0,612	0,531	0,432
0,1	0,33	0,595	0,676	0,562	0,665
0,1	0,40	0,519	0,308	0,808	0,604
0,124	0,90	0,100	0,708	0,377	0,100
0,18	0,81	0,214	0,708	0,438	0,199
0,1	0,36	0,595	0,676	0,469	0,639
0,1	0,21	0,824	0,564	0,469	0,792
0,1	0,43	0,595	0,564	0,531	0,569
0,1	0,56	0,481	0,772	0,408	0,435
0,1	0,85	0,100	0,660	0,500	0,152
0,1	0,29	0,671	0,596	0,500	0,714
0,148	0,84	0,214	0,756	0,469	0,164

Tabel 6. Hasil Normalisasi Data (Lanjutan)

Berat Kotor (kg) (X ₁)	Berat Setelah Dikeringkan 2 jam (kg) (X ₂)	Selisih Waktu Pembusukan (X ₃)	Suhu Ruangan (°C) (X ₄)	Kelembaban Udara (%) (X ₅)	Jumlah Berat yang Berkurang Setelah Pengeringan (kg) (Y)
0,116	0,42	0,595	0,708	0,377	0,584
0,148	0,71	0,367	0,580	0,592	0,296
0,124	0,17	0,824	0,884	0,254	0,830
0,18	0,25	0,671	0,900	0,100	0,754
0,14	0,28	0,671	0,836	0,315	0,719
0,1	0,58	0,481	0,660	0,377	0,417
0,26	0,65	0,405	0,596	0,623	0,362
0,1	0,82	0,367	0,724	0,438	0,174
0,1	0,43	0,519	0,532	0,592	0,564
0,38	0,34	0,595	0,708	0,500	0,686
0,108	0,60	0,481	0,708	0,500	0,398
0,1	0,21	0,824	0,756	0,500	0,790
0,1	0,24	0,671	0,356	0,746	0,760
0,1	0,48	0,519	0,852	0,315	0,522
0,1	0,33	0,671	0,468	0,623	0,669
0,22	0,65	0,405	0,532	0,623	0,360
0,148	0,24	0,671	0,564	0,562	0,761
0,132	0,74	0,367	0,724	0,438	0,256
0,156	0,17	0,824	0,900	0,100	0,837
0,1	0,51	0,519	0,532	0,685	0,485
0,116	0,83	0,214	0,884	0,315	0,166
0,284	0,62	0,481	0,836	0,346	0,392
0,1	0,41	0,519	0,804	0,408	0,586
0,1	0,10	0,900	0,532	0,592	0,900
0,1	0,24	0,671	0,500	0,746	0,758
0,1	0,52	0,519	0,692	0,500	0,481
0,108	0,63	0,405	0,596	0,500	0,368
0,156	0,88	0,100	0,724	0,438	0,124
0,26	0,27	0,671	0,372	0,869	0,744
0,1	0,68	0,405	0,404	0,869	0,317
0,1	0,32	0,595	0,132	0,808	0,684
0,14	0,36	0,595	0,100	0,900	0,644
0,18	0,26	0,671	0,372	0,654	0,743
0,172	0,75	0,367	0,308	0,900	0,256
0,172	0,72	0,367	0,372	0,715	0,288

Contoh Perhitungan:

$$\begin{aligned} X' &= \frac{0,8(X - \text{Min}(X))}{\text{Max}(X) - \text{Min}(X)} + 0,1 \\ &= \frac{0,8(10,05-10)}{10,1-10} + 0,1 \\ &= \frac{0,04}{0,1} + 0,1 = 0,5 \text{ (Berat kotor)} \end{aligned}$$

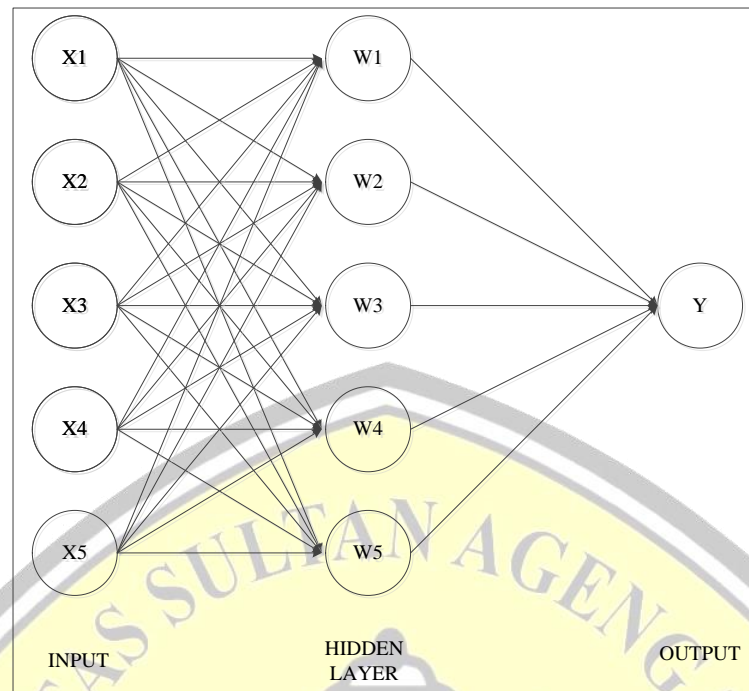
Berdasarkan tabel 6, dihasilkan nilai normalisasi dari tiap variabel. Nilai normalisasi yang dihasilkan pada variabel X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 dan Y memiliki nilai terkecil 0,1 dan terbesar 0,9. Nilai maksimum dan minimum pada perhitungan didapatkan dari *raw data* Tabel 2. sampai Tabel 5.

4.2.2 Arsitektur Model *Artificial Neural Network* (ANN)

Pada penelitian dengan metode ANN ini, arsitektur digunakan untuk menggambarkan struktur jaringan yang diimplementasikan pada model pemrograman Matlab. Arsitektur yang digambarkan terdiri dari neuron (*input*) yang berjumlah 5 yang sesuai dengan variabel yang digunakan, *hidden layer* yang berjumlah sesuai kelipatan variabel yaitu 5, 10 dan 15 serta jumlah *output* yang diinginkan. Berikut ini adalah 3 model arsitektur yang digunakan dalam penelitian ini :

a. Model arsitektur 5 *hidden layer*

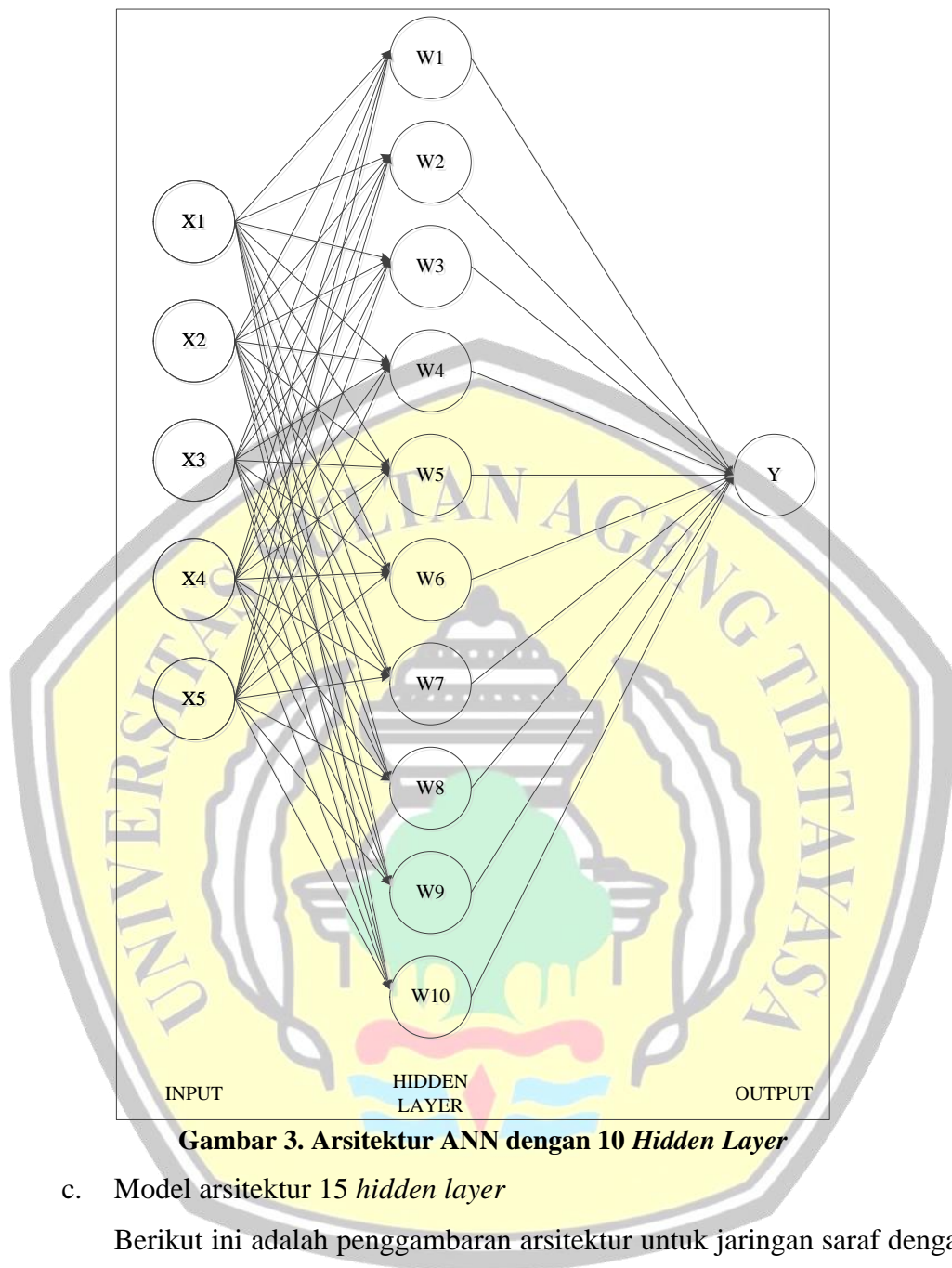
Berikut ini adalah penggambaran arsitektur untuk jaringan saraf dengan 5 *hidden layer*.



Gambar 2. Arsitektur ANN dengan 5 Hidden Layer

b. Model arsitektur 10 hidden layer

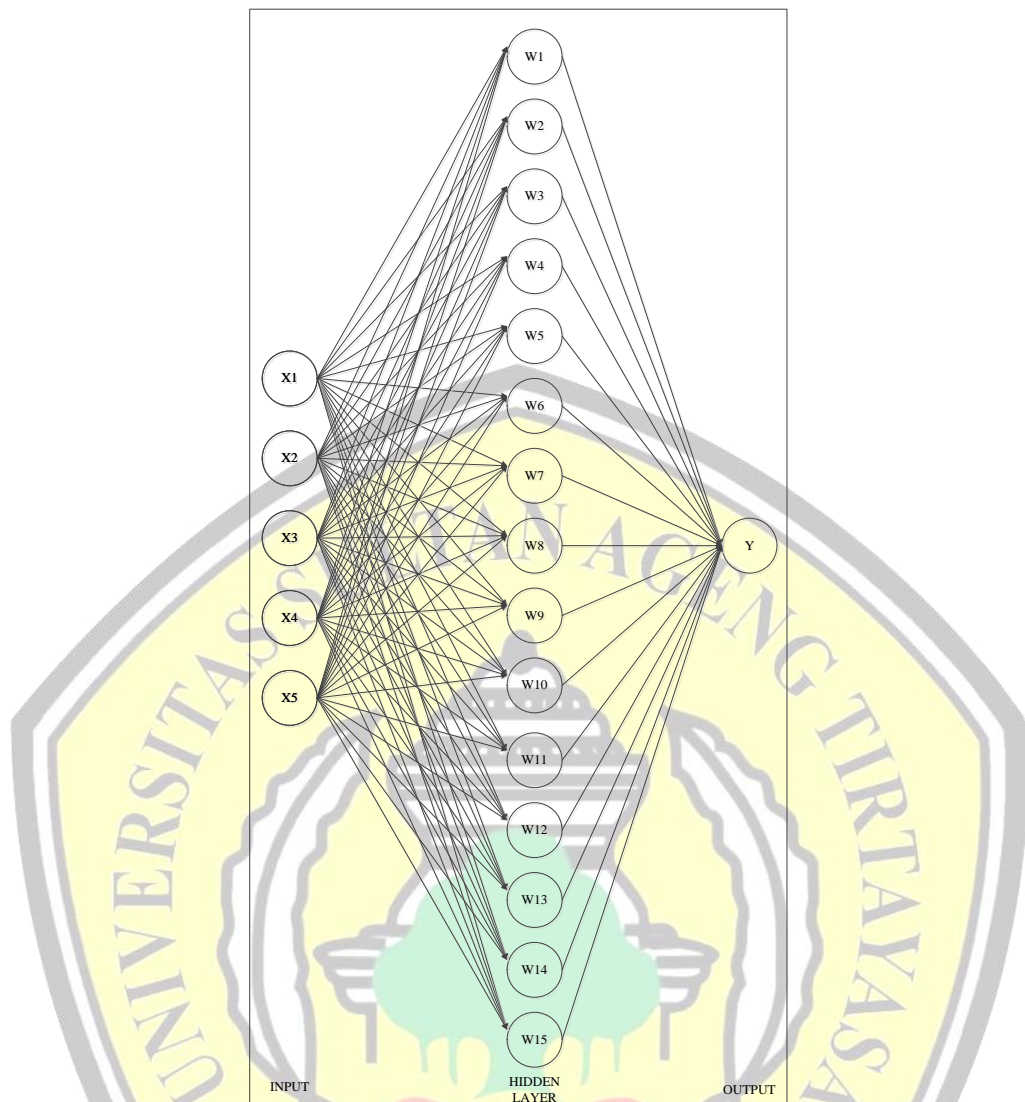
Berikut ini adalah penggambaran arsitektur untuk jaringan saraf dengan 10 hidden layer.



Gambar 3. Arsitektur ANN dengan 10 Hidden Layer

c. Model arsitektur 15 hidden layer

Berikut ini adalah penggambaran arsitektur untuk jaringan saraf dengan 15 hidden layer.



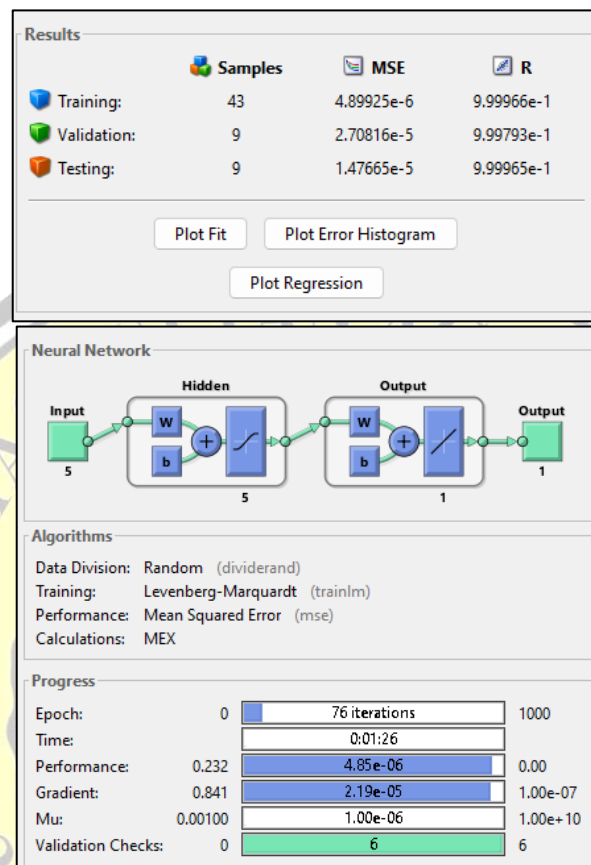
Gambar 4. Arsitektur ANN dengan 15 Hidden Layer

4.2.3 Artificial Neural Network dengan Algoritma Backpropagation dengan Matlab

Setelah dilakukan penggambaran arsitektur ANN maka sudah ditentukan variabel yang menjadi *input*, *layer*, *hidden layer* dan *output/target*. Kemudian dilakukan *training data* yang sudah dinormalisasi dengan *software* Matlab. Berikut ini adalah hasil dari *training data* menggunakan *software* Matlab dengan 3 macam *hidden layer* yang berbeda.

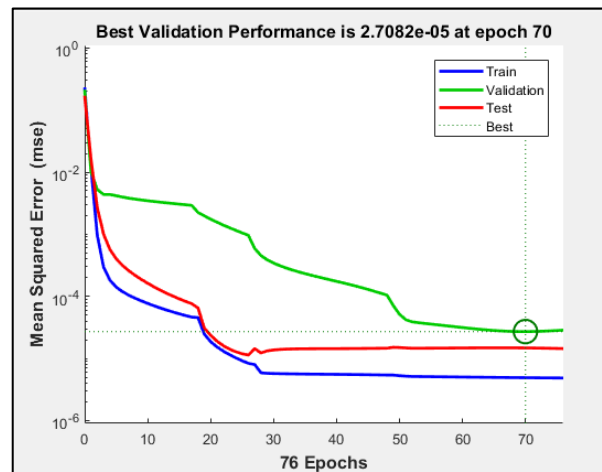
4.2.3.1 Hasil *Training Data* dengan 5 *Hidden Layer*

Pada proses *training data* ini, akan didapatkan *error* yang dihasilkan dari *training data* yang dibandingkan dengan data yang didapatkan, performansi hasil *training*, uji validasi data hasil *training* dan besaran bobot tiap *hidden layer*.



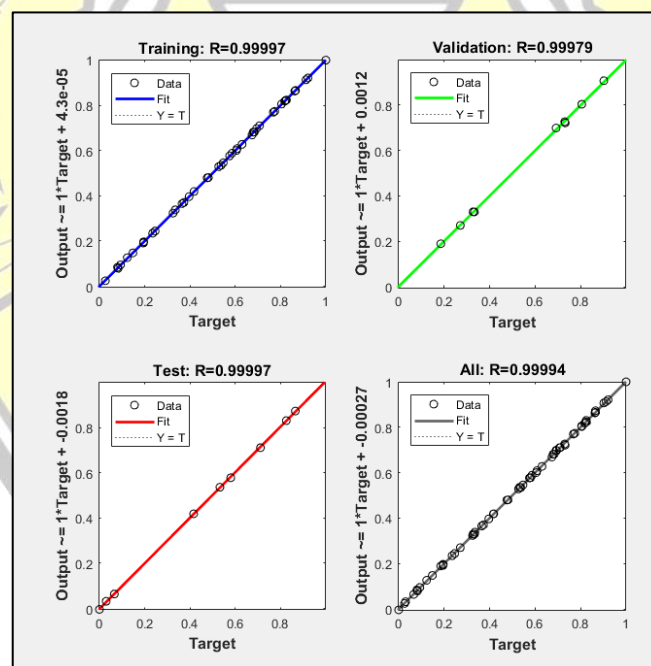
Gambar 5. Hasil *Training Data* dengan 5 *Hidden Layer*

Berdasarkan gambar 9., diketahui bahwasanya setelah dilakukan *training data* pada sampel sebanyak 70% atau 43 data. Adapun hasil uji validasi terhadap sample data 10% atau 6 data yang menghasilkan nilai koefisien korelasi *Pearson R* sebesar 0,99 dimana nilai tersebut mendekati sempurna atau angka 1.



Gambar 6. Grafik Performansi 5 Hidden Layer

Setelah mendapatkan nilai *error* MSE yang didapatkan pada *training data*, dapat dilihat pula grafik performansi hasil *training* yang menunjukkan bahwa performansi terbaik data berada pada *epoch* ke-70 dari 76 *epoch*. Pada grafik juga dapat dilihat bahwasanya tidak ada fenomena *overfitting* karena grafik training memiliki nilai yang jauh dibawah garis grafik validasi.



Gambar 7. Grafik Uji Validasi Hasil Training 5 Hidden Layer

Pada grafik gambar 11., seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa hasil data *training* menunjukkan bahwa performansi terbaik berada mendekati garis *training data* yang asli. Berdasarkan hal tersebut, dapat dikaitkan bahwa jika

performansi terbaik data berada berdekatan dengan garis *training data* maka tingkat validasi mendekati nilai terbaik. Pada grafik gambar 9, ditunjukkan bahwa nilai R untuk uji validasi didapatkan 1 yang artinya hasil data *training* memiliki hasil yang sangat mendekati data aslinya sehingga dapat dinyatakan tidak ada fenomena *underfitting*.

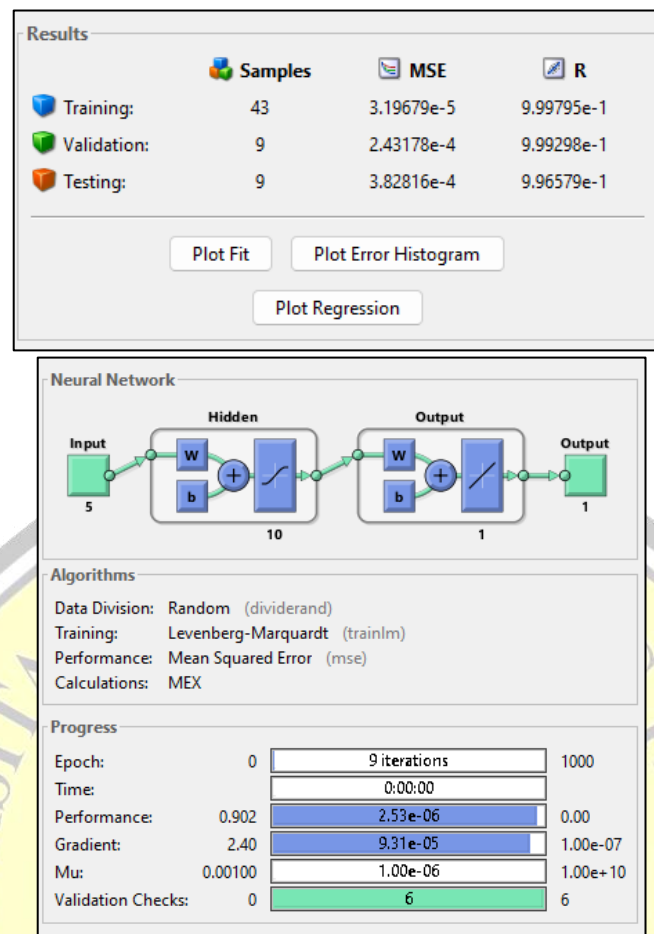
Tabel 6. Bobot Pada Training Data 5 Hidden Layer

<i>Layer</i>	<i>Hidden layer</i>	Bobot
1	1	0,534
	2	0,103
	3	0,027
	4	0,1
	5	0,036

Setelah didapatkan hasil *error* MSE dan validasi terhadap hasil *training data*, didapatkan pula bobot yang menjadi komponen hasil *training data* yang terdapat pada setiap *hidden layer*. Terdapat 5 bobot yang berbeda pada tiap *layer* dengan total 5 bobot yang menjadi variabel pengaruh dalam *training data*.

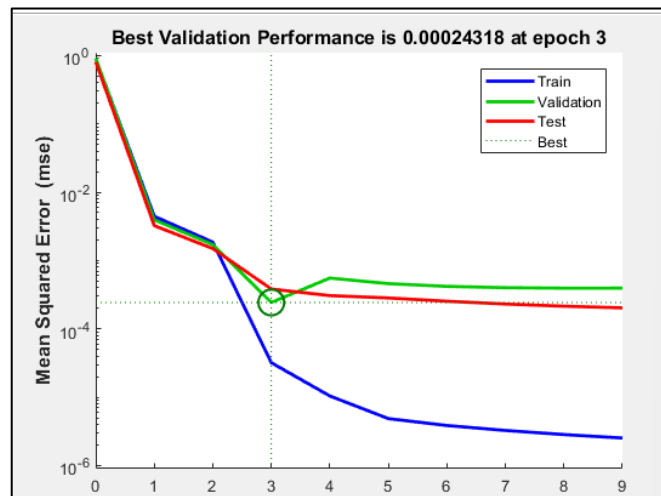
4.2.3.2 Hasil Training Data dengan 10 Hidden Layer

Pada proses *training data* ini, akan didapatkan *error* yang dihasilkan dari *training data* yang dibandingkan dengan data yang didapatkan, performansi hasil *training*, uji validasi data hasil *training* dan besaran bobot tiap *hidden layer*.



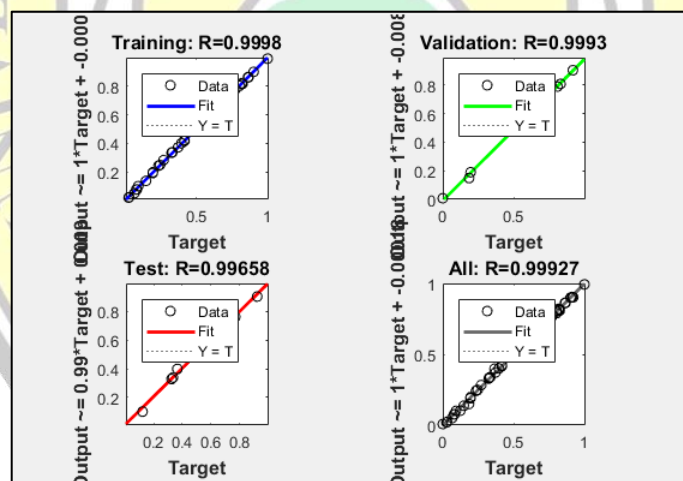
Gambar 8. Hasil Training Data dengan 10 Hidden layer

Berdasarkan gambar 12., diketahui bahwasanya setelah dilakukan *training data* pada sampel sebanyak 70% atau 43 data. Adapun hasil uji validasi terhadap sample data 10% atau 6 data yang menghasilkan nilai koefisien korelasi *Pearson R* sebesar 0,99 dimana nilai tersebut mendekati sempurna atau angka 1.



Gambar 9. Grafik Performansi 10 Hidden Layer

Setelah mendapatkan nilai *error* MSE yang didapatkan pada *training data*, dapat dilihat pula grafik performansi hasil *training* yang menunjukkan bahwa performansi terbaik data berada pada *epoch* ke-3 dari 9 *epoch*. Pada grafik juga dapat dilihat bahwasanya performansi data terbaik berada tidak jauh dari *training data*. Pada grafik juga dapat dilihat bahwasanya tidak ada fenomena *overfitting* karena grafik *training* memiliki nilai yang jauh dibawah garis grafik validasi.



Gambar 10. Grafik Uji Validasi Hasil Training 10 Hidden Layer

Pada grafik gambar 14. seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa hasil data *training* menunjukkan bahwa performansi terbaik berada mendekati garis *training data* yang asli. Berdasarkan hal tersebut, dapat dikaitkan bahwa jika performansi terbaik data berada berdekatan dengan garis *training data* maka tingkat validasi mendekati nilai terbaik. Pada grafik gambar 12, ditunjukkan bahwa nilai R

untuk uji validasi didapatkan 0.99911 yang artinya hasil data *training* memiliki hasil yang mendekati data aslinya sehingga dapat dinyatakan tidak ada fenomena *underfitting*.

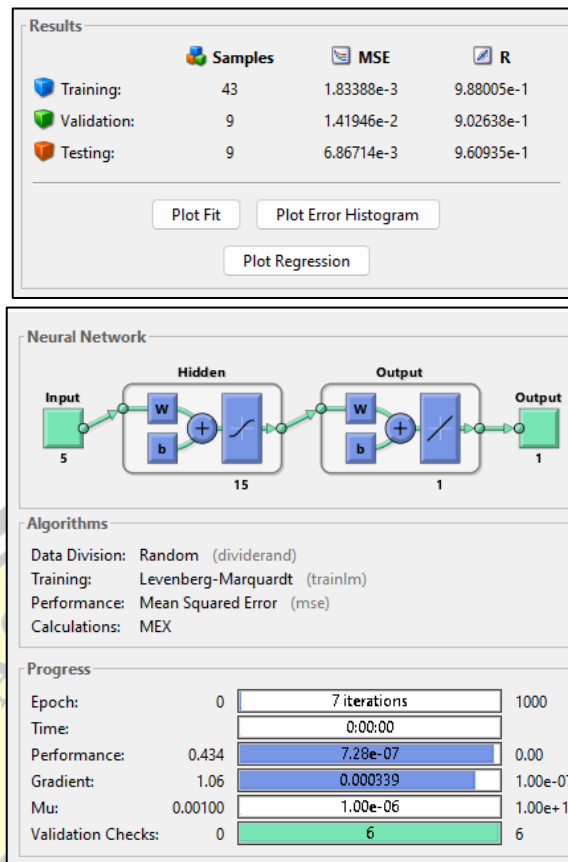
Tabel 7. Bobot Pada Training Data 10 Hidden Layer

<i>Layer</i>	<i>Hidden layer</i>	Bobot
1	1	0,398
	2	0,204
	3	0,229
	4	0,175
	5	0,262
	6	0,006
	7	0,399
	8	0,331
	9	0,447
	10	0,266

Setelah didapatkan hasil *error* MSE dan validasi terhadap hasil *training data*, didapatkan pula bobot yang menjadi komponen hasil *training data* yang terdapat pada setiap *hidden layer*. Terdapat 10 bobot yang berbeda pada tiap *layer* dengan total 10 bobot yang menjadi variabel pengaruh dalam *training data*.

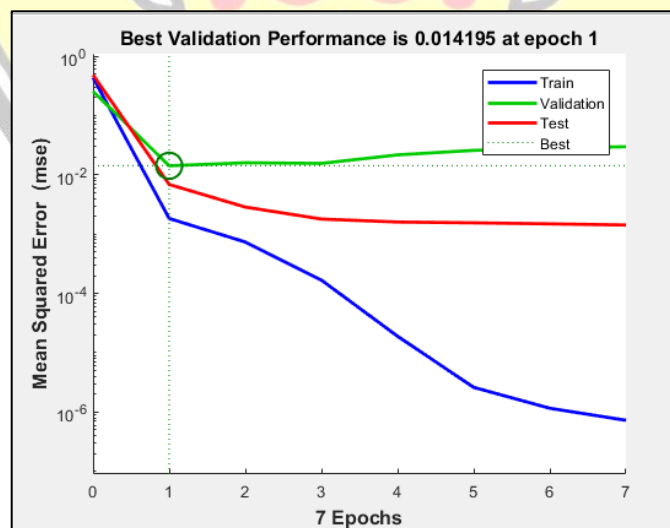
4.2.3.3 Hasil Training Data dengan 15 Hidden Layer

Pada proses *training data* ini, akan didapatkan *error* yang dihasilkan dari *training data* yang dibandingkan dengan data yang didapatkan, performansi hasil *training*, uji validasi data hasil *training* dan besaran bobot tiap *hidden layer*.



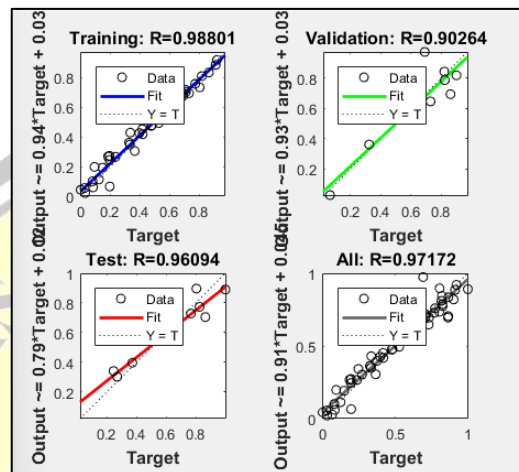
Gambar 11. Hasil Training Data dengan 15 Hidden Layer

Berdasarkan gambar 15., diketahui bahwasanya setelah dilakukan *training data* pada sampel sebanyak 70% atau 43 data. Adapun hasil uji validasi terhadap sample data 10% atau 6 data yang menghasilkan nilai koefisien korelasi *Pearson R* sebesar 0,99 dimana nilai tersebut mendekati sempurna atau angka 1.



Gambar 12. Grafik Performansi 15 Hidden Layer

Setelah mendapatkan nilai *error* MSE yang didapatkan pada *training data*, dapat dilihat pula grafik performansi hasil *training* yang menunjukkan bahwa performansi terbaik data berada pada *epoch* ke-1 dari 7 *epoch*. Pada grafik juga dapat dilihat bahwasanya performansi data terbaik berada jauh dari *training data*. Pada grafik juga dapat dilihat bahwasanya tidak ada fenomena *overfitting* karena grafik *training* memiliki nilai yang jauh dibawah garis grafik validasi.



Gambar 13. Grafik Uji Validasi Hasil Training 15 Hidden Layer

Pada grafik gambar 17., seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa hasil data *training* menunjukkan bahwa performansi terbaik berada jauh diatas garis *training data* yang asli. Berdasarkan hal tersebut, dapat dikaitkan bahwa jika performansi terbaik data berada berdekatan dengan garis *training data* maka tingkat validasi mendekati nilai terbaik. Pada grafik gambar 15, ditunjukkan bahwa nilai R untuk uji validasi didapatkan 0,99981 yang artinya hasil data *training* memiliki hasil yang mendekati data aslinya sehingga dapat dinyatakan tidak ada fenomena *underfitting*.

Tabel 8. Bobot Pada Training Data 15 Hidden Layer

Layer	Hidden Layer	Bobot
1	1	0,157
	2	0,365
	3	0,504
	4	0,574
	5	0,051
	6	0,088
	7	0,453
	8	0,575

Tabel 9. Bobot Pada Training Data 15 Hidden Layer

Layer	Hidden Layer	Bobot
	9	0,504
	10	0,473
	11	0,624
1	12	0,049
	13	0,447
	14	0,3
	15	0,1

Setelah didapatkan hasil *error* MSE dan validasi terhadap hasil *training data*, didapatkan pula bobot yang menjadi komponen hasil *training data* yang terdapat pada setiap *hidden layer*. Terdapat 15 bobot yang berbeda pada *layer* yang menjadi variabel pengaruh dalam *training data*.

4.2.4 Prediksi Kadar Air Pada Ikan Tunul

Dengan menggunakan model *artificial neural network* terpilih yaitu model dengan *error* MSE terendah pada model dengan 5 *hidden layer*. Prediksi kadar air dihasilkan menggunakan aplikasi Matlab yang diselesaikan menggunakan coding *backpropagation* sebagai berikut:

```
%input data
filename_input = 'Input ANN (Normalisasi).xlsx';
input_data = xlsread(filename_input);
filename_output = 'Target After Normalisasi.xlsx';
output_data = xlsread(filename_output);

% Inisialisasi parameter jaringan
input_neurons = size(input_data, 2);
hidden_neurons = 15; % Jumlah neuron pada lapisan tersembunyi
output_neurons = 1;
learning_rate = 0.1;
epochs = 1000;

% Inisialisasi bobot dan bias secara acak
hidden_weights = rand(input_neurons, hidden_neurons);
hidden_bias = rand(1, hidden_neurons);
output_weights = rand(hidden_neurons, output_neurons);
output_bias = rand(1, output_neurons);

% Training jaringan menggunakan metode backpropagation
for epoch = 1:epochs

    % Forward propagation
    hidden_layer_input = input_data * hidden_weights +
repmat(hidden_bias, size(input_data, 1), 1);
```

```

hidden_layer_output = 1 ./ (1 + exp(-hidden_layer_input)); %
Fungsi aktivasi sigmoid biner

output_layer_input = hidden_layer_output * output_weights +
repmat(output_bias, size(input_data, 1), 1);
predicted_output = 1 ./ (1 + exp(-output_layer_input)); %
Fungsi aktivasi sigmoid biner

% Menghitung error
error = output_data - predicted_output;

% Backpropagation
d_predicted_output = error .* (predicted_output .* (1 -
predicted_output));
error_hidden_layer = d_predicted_output * output_weights';
d_hidden_layer = error_hidden_layer .* (hidden_layer_output .*
(1 - hidden_layer_output));

% Update bobot dan bias
output_weights = output_weights + hidden_layer_output' *
d_predicted_output * learning_rate;
output_bias = output_bias + sum(d_predicted_output) *
learning_rate;
hidden_weights = hidden_weights + input_data' * d_hidden_layer
* learning_rate;
hidden_bias = hidden_bias + sum(d_hidden_layer) *
learning_rate;
end

% Prediksi menggunakan jaringan yang telah dilatih
hidden_layer_input = input_data * hidden_weights +
repmat(hidden_bias, size(input_data, 1), 1);
hidden_layer_output = 1 ./ (1 + exp(-hidden_layer_input));

output_layer_input = hidden_layer_output * output_weights +
repmat(output_bias, size(input_data, 1), 1);
predicted_output = 1 ./ (1 + exp(-output_layer_input));

disp("Hasil Prediksi:");
disp(predicted_output);

%Menghitung nilai Error MSE hasil prediksi
MSE = sum((output_data - predicted_output).^2) /
numel(output_data);
disp("Nilai Error (MSE):");
disp(MSE);

```

Berdasarkan hasil *coding* pada *software* Matlab, didapatkan prediksi dengan MSE terkecil pada model ANN dengan jumlah 15 hidden *layer* dan pada iterasi 1. Maka hasil prediksi kadar air pada ikan tunul untuk periode Januari 2023 dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 9. Hasil Prediksi dan Denormalisasi Data

Tanggal	Prediksi Jumlah Berat yang Berkurang Setelah Pengeringan (Y')	Denormalisasi (Kg)
1-Jan-23	0,218	0,228
2-Jan-23	0,663	0,617
3-Jan-23	0,652	0,607
4-Jan-23	0,551	0,519
5-Jan-23	0,263	0,268
6-Jan-23	0,658	0,612
7-Jan-23	0,197	0,211
8-Jan-23	0,538	0,508
9-Jan-23	0,530	0,501
10-Jan-23	0,812	0,747
11-Jan-23	0,528	0,499
12-Jan-23	0,134	0,156
13-Jan-23	0,354	0,347
14-Jan-23	0,823	0,756
15-Jan-23	0,432	0,415
16-Jan-23	0,663	0,617
17-Jan-23	0,588	0,551
18-Jan-23	0,126	0,148
19-Jan-23	0,186	0,201
20-Jan-23	0,643	0,599
21-Jan-23	0,808	0,743
22-Jan-23	0,592	0,554
23-Jan-23	0,431	0,415
24-Jan-23	0,143	0,163
25-Jan-23	0,722	0,668
26-Jan-23	0,172	0,188
27-Jan-23	0,602	0,563
28-Jan-23	0,288	0,289
29-Jan-23	0,823	0,756
30-Jan-23	0,743	0,686
31-Jan-23	0,724	0,670

Berdasarkan tabel 10, didapatkan hasil prediksi kadar air pada ikan tunul dalam bentuk prediksi jumlah air yang harus dikurangi pada saat bahan baku ikan tunul dilakukan proses penjemuran. Kemudian dilakukan terhadap MSE yang diperoleh dari hasil prediksi yang dibandingkan dengan aktual yang dapat dilihat pada variabel Y Tabel 2., sebagai berikut :

$$MSE = \frac{\sum (Aktual - Prediksi)^2}{n-1}$$

$$MSE = \frac{\sum (0,257-0,218)^2 + \dots + (0,288-0,724)^2}{31-1}$$

$$MSE = 0,000198$$

Prediksi yang dilakukan berdasarkan model ANN yang memiliki *error* MSE terendah yaitu model dengan 15 *hidden layer* sebesar 0,000198. Berdasarkan hasil prediksi pula, diketahui bahwasanya untuk mencapai kualitas yang baik sesuai dengan keinginan produsen kadar air pada ikan tunul harus dikurangi minimal sebesar 0,148 kg dan maksimal 0,756 kg.

