

## BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab ini akan dijelaskan tentang pengujian dan analisa sistem yang telah diimplementasikan pada bab sebelumnya. Pengujian sistem akan dilakukan berdasarkan skenario pengujian yang telah dijabarkan pada bab perancangan.

### 6.1 Pengujian

Pengujian yang dilakukan berdasarkan scenario pengujian adalah:

1. Pengujian Perbandingan Data Latih dan Data Uji
2. Pengujian Jumlah *Hidden Neuron*
3. Pengujian Fungsi Aktivasi

Setiap pengujian akan dilakukan sebanyak 10 percobaan dan dievaluasi berdasarkan rata-rata nilai MAPE dan waktu eksekusi.

### 6.2 Hasil dan Analisa Pengujian

#### 6.2.1 Pengujian Perbandingan Data Latih dan Data Uji

Pengujian perbandingan data latih dan data uji dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari rasio jumlah data latih dan jumlah data uji terhadap kemampuan algoritme *Extreme Learning Machine* dalam mengenali pola data serta nilai MAPE yang dihasilkan. Pengujian ini terdiri 9 jenis perbandingan data latih dan uji yaitu 90%:10%, 80%:20%, 70%:30%, 60%:40%, 50%:50%, 40%:60%, 30%:70%, 20%:80%, 10%:90%. Hasil perhitungan ELM ini akan menghasilkan nilai MAPE yang berbeda pada setiap eksekusi karena nilai bobot input dan bias didapatkan secara *random* (acak). Maka dari itu perlu dilakukan 10 kali percobaan agar mendapatkan nilai rata-rata MAPE.

Nilai parameter lainnya yang digunakan pada pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Jumlah *Hidden Neuron* : 20
2. Fungsi Aktivasi : *Sigmoid Biner*
3. Jumlah *Input Layer* : 3
4. Jumlah *Output Layer* : 2

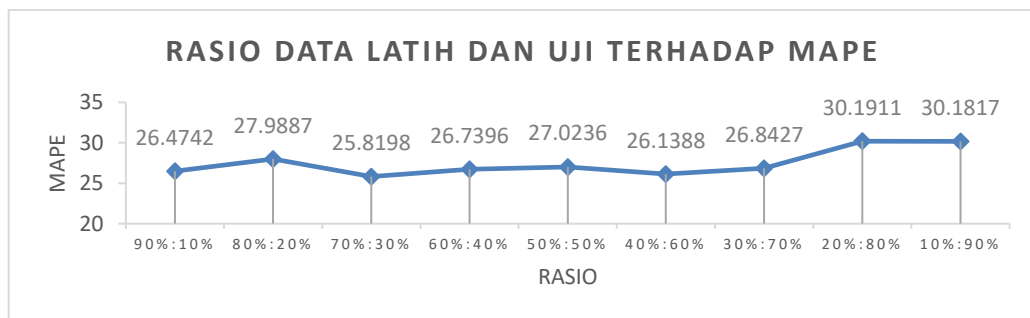
Hasil pengujian perbandingan jumlah data latih dan data uji dapat dilihat pada Tabel 6.1 berikut.

**Tabel 6.1 Hasil Pengujian Perbandingan Data Latih dan Data Uji**

Percobaan ke- <i>i</i>	Nilai MAPE Pada Perbandingan Data Latih dan Data Uji								
	90:10	80:20	70:30	60:40	50:50	40:60	30:70	20:80	10:90
1	26.58	28.09	26.43	26.86	26.97	26.33	26.73	28.18	28.76
2	26.03	28.42	25.90	26.83	27.16	26.03	26.81	32.26	33.84
3	26.56	27.98	26.12	26.79	26.77	25.47	26.73	32.53	31.94
4	26.39	28.05	26.08	26.78	27.13	26.13	26.64	30.54	28.57
5	26.97	28.00	25.20	26.55	27.09	26.04	26.63	29.91	34.18
6	26.59	27.30	25.94	26.98	26.68	26.04	26.76	29.90	29.54
7	26.55	28.40	24.96	26.65	27.19	25.99	27.47	29.74	28.33
8	26.20	27.95	25.86	26.60	26.96	27.32	26.62	31.00	30.00
9	26.38	27.91	25.62	26.67	27.28	26.06	27.31	29.61	27.85
10	26.49	27.80	26.09	26.67	27.01	25.99	26.73	28.25	28.82
Rata-rata MAPE	26.47	27.99	25.82	26.74	27.02	26.14	26.84	30.19	30.18

Data latih adalah data yang digunakan ketika proses *training* untuk melakukan proses mengenali pola data dan pembelajaran data. Sedangkan data uji ialah data yang digunakan ketika proses *testing* untuk melakukan proses pengujian dari hasil pengenalan dan pembelajaran data pada proses *training*.

Dari hasil pengujian perbandingan data latih dan data uji pada tabel 6.1 dan grafik pada gambar 6.1 dapat dilihat bahwa rata-rata nilai MAPE terkecil ada pada rasio data latih dan data uji 70%:30% sebesar 25.8198% yang terdiri dari 90 data latih dan 40 data uji. Sedangkan rata-rata nilai MAPE terbesar ada pada rasio data latih dan uji 20%:80% dan 10%:90% yaitu sebesar 30.1911% dan 30.1817%. Hal ini dikarenakan algoritme ELM merupakan metode pelatihan, sehingga semakin banyak data training yang digunakan maka semakin banyak data yang digunakan sebagai pengenalan atau pembelajaran pola data sehingga mempunyai banyak pertimbangan keputusan untuk menghasilkan prediksi yang baik. Dari grafik pada Gambar 6.1 terlihat bahwa semakin sedikit jumlah data latih maka semakin besar rata-rata MAPE walaupun terdapat penurunan nilai MAPE pada beberapa rasio yang disebabkan pengaruh nilai bobot masukan dan bias yang dihasilkan dari proses *random* (acak). Pengujian ini membuktikan bahwa jumlah data latih dan uji memiliki pengaruh terhadap nilai evaluasi MAPE.



**Gambar 6.1 Hasil Pengujian Perbandingan Data Latih dan Data Uji**

### 6.2.2 Pengujian Jumlah *Hidden Neuron*

Pengujian jumlah *hidden neuron* dilakukan untuk mengetahui pengaruh jumlah *hidden neuron* terhadap nilai evaluasi MAPE dalam implementasi algoritme ELM. Jumlah *hidden neuron* yang akan digunakan pada pengujian ini antara lain 1, 2, 3, 5, 10, 20, 30, 50, 100 dengan *range* bobot masukan -1 sampai 1 dan *range* bias 0 sampai 1. Perbandingan data latih dan data uji menggunakan rasio 70%:30% yang merupakan rasio yang memiliki nilai rata-rata MAPE terkecil berdasarkan hasil pengujian perbandingan data latih dan uji pada pengujian sebelumnya. Hasil perhitungan ELM ini akan menghasilkan nilai MAPE yang berbeda pada setiap eksekusi karena nilai bobot *input* dan bias didapatkan secara *random* (acak). Maka dari itu perlu dilakukan 10 kali percobaan agar mendapatkan nilai rata-rata MAPE.

Nilai parameter lainnya yang digunakan pada pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Rasio Data Latih dan Uji : 70%:30%
2. Fungsi Aktivasi : *Sigmoid Biner*
3. Jumlah *Input Layer* : 3
4. Jumlah *Output Layer* : 2

Hasil pengujian jumlah *hidden neuron* dapat dilihat pada Tabel 6.2 dan Tabel 6.3 berikut.

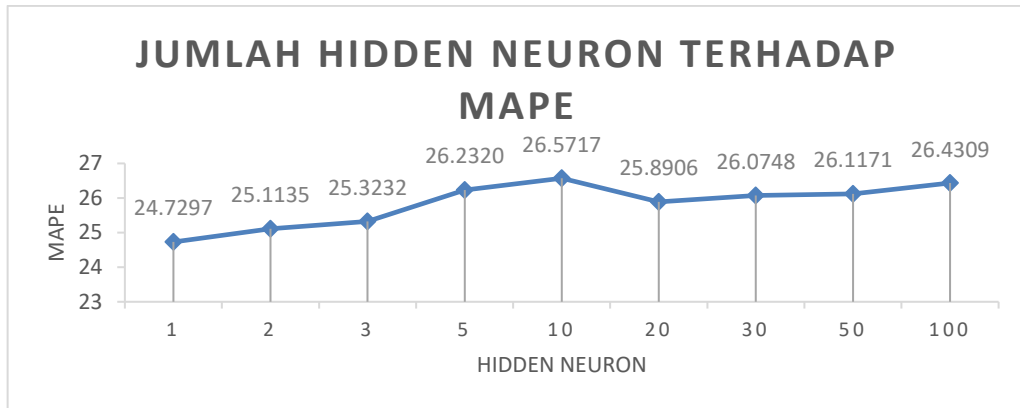
**Tabel 6.2 Hasil Pengujian Jumlah *Hidden Neuron* terhadap MAPE**

Percobaan ke- <i>i</i>	Nilai MAPE Pada Jumlah <i>Hidden Neuron</i>								
	1	2	3	5	10	20	30	50	100
1	24.91	24.60	25.33	25.97	26.05	25.66	26.09	26.28	25.93
2	23.96	24.63	25.09	26.00	25.98	25.93	26.01	25.87	25.96
3	24.93	25.57	25.74	28.08	26.32	26.08	26.03	26.10	26.23
4	24.02	26.56	25.25	26.17	26.41	26.11	26.12	26.10	26.00
5	24.19	24.53	25.33	26.07	25.84	25.99	26.11	25.96	26.32
6	25.39	25.89	25.86	25.94	25.93	26.10	26.08	25.92	26.25
7	25.12	24.63	25.56	25.98	25.95	25.92	25.93	26.22	26.49
8	25.28	25.31	25.66	25.91	25.84	26.18	26.16	26.21	25.91
9	24.57	24.69	24.85	26.58	27.40	24.93	26.25	25.95	29.23
10	24.93	24.73	24.56	25.61	30.00	26.00	25.97	26.57	25.98
Rata-rata MAPE	24.73	25.11	25.32	26.23	26.57	25.89	26.07	26.12	26.43

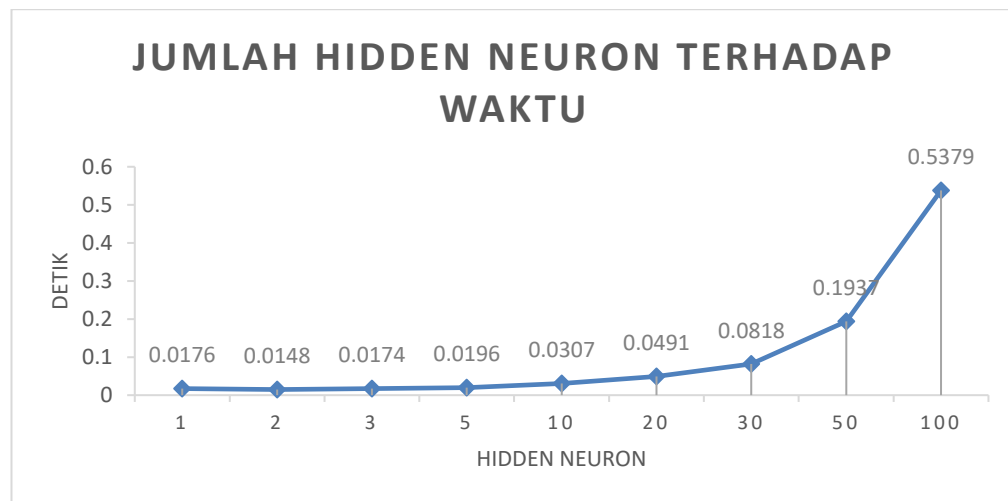
**Tabel 6.3 Hasil Pengujian Jumlah Hidden Neuron terhadap waktu**

Percobaan ke- <i>i</i>	Nilai Waktu Pada Jumlah <i>Hidden Neuron</i>								
	1	2	3	5	10	20	30	50	100
1	0.0134	0.0144	0.0188	0.0165	0.0401	0.0633	0.0980	0.2254	0.7941
2	0.0176	0.0146	0.0240	0.0216	0.0332	0.0484	0.0735	0.1460	0.5006
3	0.0168	0.0163	0.0209	0.0180	0.0408	0.0472	0.0822	0.1698	0.5170
4	0.0175	0.0126	0.0185	0.0206	0.0282	0.0432	0.0821	0.1926	0.4960
5	0.0189	0.0158	0.0195	0.0160	0.0316	0.0412	0.0740	0.1948	0.5355
6	0.0189	0.0157	0.0181	0.0193	0.0313	0.0399	0.0719	0.1994	0.4989
7	0.0169	0.0166	0.0148	0.0172	0.0235	0.0587	0.0750	0.2043	0.4889
8	0.0150	0.0144	0.0130	0.0173	0.0255	0.0441	0.0787	0.2051	0.5268
9	0.0225	0.0136	0.0130	0.0204	0.0271	0.0449	0.0875	0.2017	0.5098
10	0.0182	0.0140	0.0133	0.0290	0.0261	0.0601	0.0948	0.1980	0.5116
Waktu rata-rata	0.0176	0.0148	0.0174	0.0196	0.0307	0.0491	0.0818	0.1937	0.5379

Algoritme *Extreme Learning Machine* merupakan salah satu algoritme yang ada pada Jaringan Syaraf Tiruan atau *Neuron Network Artificial* (NNA). NNA terdiri dari beberapa lapisan atau *layer* antara lain: *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*. Pada masing-masing lapisan tersebut terdapat beberapa *neuron-neuron* yang saling berhubungan. *Neuron* tersebut yang bertugas untuk mentransformasikan nilai *input* menjadi *output*. Pada Tabel 6.2 menunjukkan MAPE terkecil adalah 24.73% pada *hidden neuron* sebanyak 1, dan MAPE terbesar adalah 26.43% pada *hidden neuron* sebanyak 100. Pada Tabel 6.3 menunjukkan waktu tercepat adalah 0.0176 detik pada *hidden neuron* sebanyak 1 sedangkan waktu terlama adalah 0.5379 detik pada *hidden neuron* sebanyak 100. Pada grafik di Gambar 6.2 terlihat bahwa semakin banyak *hidden neuron* maka akan semakin besar nilai MAPE. Sedangkan pada grafik di Gambar 6.3 semakin banyak *hidden neuron* maka akan semakin lama waktu yang ditempuh untuk menyelesaikan proses prediksi. Hal ini disebabkan dengan bertambahnya *hidden neuron* maka akan semakin banyak pula perhitungan fungsi aktivasi pada *hidden layer* sehingga hal ini menyebabkan waktu perhitungan yang semakin lama pula. Pengujian ini membuktikan bahwa jumlah *hidden neuron* memiliki pengaruh terhadap nilai evaluasi MAPE dan waktu proses untuk menyelesaikan algoritma *Extreme Learning Machine* (ELM).



Gambar 6.2 Hasil Pengujian Jumlah *Hidden Neuron* Terhadap MAPE



Gambar 6.3 Hasil Pengujian Jumlah *Hidden Neuron* Terhadap Waktu

### 6.2.3 Pengujian Fungsi Aktivasi

Pengujian fungsi aktivasi dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan fungsi aktivasi terhadap nilai evaluasi MAPE dalam implementasi algoritme ELM. Fungsi aktivasi digunakan pada proses menghitung nilai keluaran *hidden neuron* yaitu matriks  $H$ . Fungsi aktivasi yang akan digunakan pada pengujian ini antara lain fungsi *sin*, fungsi *sigmoid biner*, fungsi *radial basis*, fungsi *linear*, dan fungsi *sigmoid bipolar*. Perbandingan data latih dan data uji menggunakan rasio 70%:30% yang merupakan rasio yang memiliki nilai rata-rata MAPE terkecil berdasarkan hasil pengujian perbandingan data latih dan uji pada pengujian sebelumnya. Hasil perhitungan ELM ini akan menghasilkan nilai MAPE yang berbeda pada setiap eksekusi karena nilai bobot *input* dan bias didapatkan secara *random* (acak). Maka dari itu perlu dilakukan 10 kali percobaan agar mendapatkan nilai rata-rata MAPE.

Nilai parameter lainnya yang digunakan pada pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Rasio Data Latih dan Uji : 70%:30%

2. Jumlah Hidden Neuron : 20
3. Jumlah *Input Layer* : 3
4. Jumlah *Output Layer* : 2

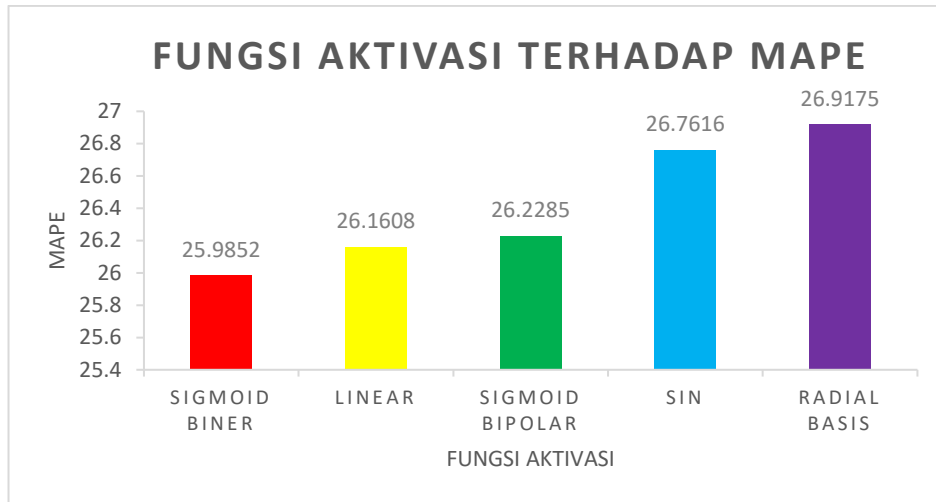
Hasil pengujian fungsi aktivasi dapat dilihat pada Tabel 6.4 berikut.

**Tabel 6.4 Hasil Pengujian Fungsi Aktivasi**

Percobaan ke- <i>i</i>	Nilai MAPE Pada Fungsi Aktivasi				
	<i>Sigmoid Biner</i>	<i>Linear</i>	<i>Sigmoid Bipolar</i>	<i>Sin</i>	<i>Radial Basis</i>
1	25.89	26.13	26.31	27.53	27.43
2	26.07	26.03	26.19	27.41	26.58
3	26.02	26.12	26.16	26.98	26.77
4	26.12	26.08	26.13	25.85	26.95
5	26.70	26.08	26.02	26.88	26.31
6	26.00	26.81	26.25	26.06	26.38
7	25.91	26.07	26.04	26.66	27.05
8	26.04	26.14	26.03	26.87	27.58
9	26.05	25.99	26.20	26.33	26.77
10	25.07	26.15	26.96	27.05	27.36
MAPE	25.99	26.16	26.23	26.76	26.92

Pada algoritme *Extreme Learning Machine*, fungsi aktivasi digunakan dalam perhitungan untuk menentukan nilai *H* yang merupakan keluaran dari *hidden neuron* untuk selanjutnya diteruskan menuju *output layer*.

Dari hasil pengujian fungsi aktivasi yang ditunjukkan pada Tabel 6.4 dapat dilihat bahwa fungsi aktivasi *Sigmoid Biner* mempunyai *fitness* tertinggi atau rata-rata MAPE terkecil yaitu sebesar 25.99%. Sedangkan rata-rata MAPE terbesar ialah fungsi aktivasi *Radial Basis* yakni sebesar 26.92%. Hal ini membuktikan bahwa fungsi aktivasi *Sigmoid Biner* merupakan fungsi aktivasi yang cocok untuk digunakan dalam implementasi algoritme ELM seperti pada beberapa kajian pustaka yang digunakan pada penelitian ini, keseluruhannya menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid biner*. Dengan pengujian ini maka penggunaan fungsi aktivasi *Sigmoid Biner* diharapkan menghasilkan nilai evaluasi MAPE yang baik. Pengujian ini membuktikan bahwa jenis fungsi aktivasi memiliki pengaruh terhadap nilai evaluasi MAPE. Grafik hasil pengujian fungsi aktivasi dapat dilihat pada Gambar 6.4 berikut.



**Gambar 6.4 Hasil Pengujian Fungsi Aktivasi**