

## **BAB IV**

### **HASIL PENGUJIAN DAN PENGAMATAN**

Dalam bab ini penulis akan menguraikan dan menjelaskan beberapa hasil pengujian dari hasil penelitian tugas akhir ini. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian perangkat lunak.

#### **4.1 Pengujian Proses Pelatihan**

Pengujian proses pelatihan dilakukan dengan menggunakan aplikasi JST berbasis Visual Basic 6.

##### **4.1.1 Tujuan Proses Pelatihan**

Pengujian ini dilakukan untuk membuat proses pelatihan dapat digunakan dan berfungsi dengan baik, serta dapat mendapatkan nilai bobot yang tepat.

##### **4.1.2 Alat yang digunakan Pada Pengujian Proses Pelatihan**

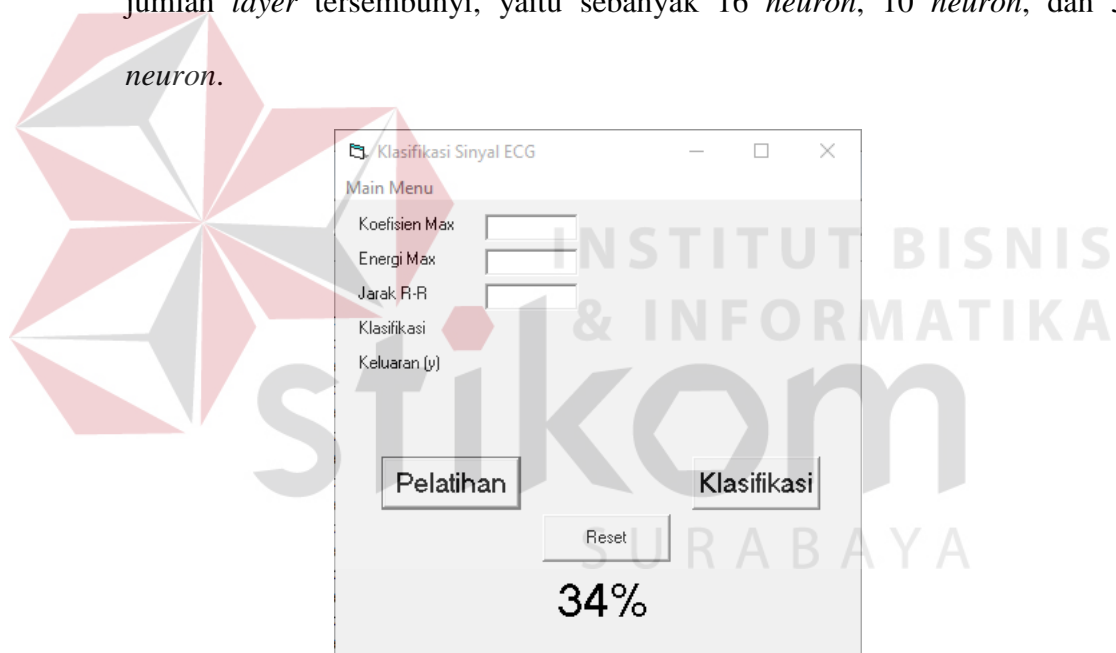
Untuk melakukan percobaan ini maka diperlukan beberapa alat sebagai berikut.

- a. Komputer/ Laptop
- b. Aplikasi JST

#### 4.1.3 Prosedur Pengujian Proses Pelatihan

Prosedur pengujian :

- Masukkan data keluaran dari aplikasi ekstraksi ciri sinyal EKG menggunakan *continuous wavelet transform* (Wibowo,2016) menjadi data pelatihan
- Pilih train dan masukkan jumlah iterasi yang diinginkan, secara *default* jumlah iterasi sebanyak 50. Pelatihan dilakukan sebanyak 5 kali, yaitu dengan jumlah iterasi sebanyak 60000 iterasi, 70000 iterasi, 80000 iterasi, 90000 iterasi, dan 100000 iterasi. Pelatihan juga dilakukan dengan berbagai macam jumlah *layer* tersembunyi, yaitu sebanyak 16 *neuron*, 10 *neuron*, dan 5 *neuron*.



Gambar 4.1 Proses *Learning*

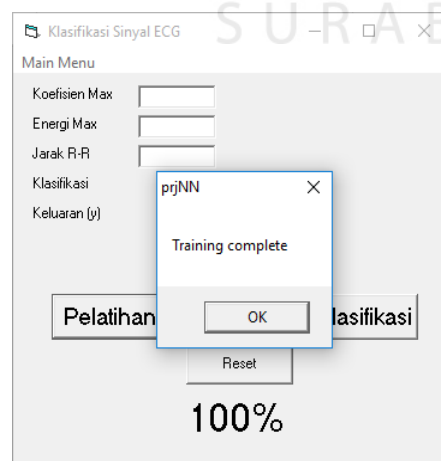
Data yang dilatih dapat dilihat pada tabel 4.1 di bawah.

Tabel 4.1 Data *Learning*

| data ke | Koefisien maksimum | Energi Maksimum (Joule) | Jarak R – R (s) | Target |
|---------|--------------------|-------------------------|-----------------|--------|
| 1       | 0,000008           | 0,000000001             | 0,607142857     | 1      |
| 2       | 0,000142           | 0,000000015             | 0,484285714     | 1      |
| 3       | 0,000118           | 0,000000011             | 0,588571429     | 1      |
| 4       | 0,000064           | 0,000000005             | 0,537142857     | 1      |
| 5       | 0,000054           | 0,000000004             | 0,471428571     | 1      |
| 6       | 0,483058           | 0,120408592             | 0,662857143     | 0      |
| 7       | 1,387836           | 0,993801590             | 0,902857143     | 0      |
| 8       | 0,797242           | 0,327956963             | 0,502857143     | 0      |
| 9       | 0,712945           | 0,262272727             | 0,857142857     | 0      |
| 10      | 0,175365           | 0,015872218             | 0,445714286     | 0      |
| 11      | 1,44413E-05        | 4,08191E-10             | 0,214285714     | 1      |
| 12      | 3,39647E-06        | 1,36426E-10             | 0,288571429     | 1      |

#### 4.1.4 Hasil Pengujian

Pada Gambar 4.2 terdapat proses pelatihan hal ini menandakan bahwa aplikasi JST sedang melakukan pelatihan yang terdiri dari propagasi maju, penghitungan error dan perubahan bobot. Hasil perubahan bobot dapat dilihat setelah dilakukan proses *save*.

Gambar 4.2 Proses *Learning* Selesai

Agar dapat mengetahui tingkat keberhasilan dari proses pelatihan ini maka dihitung MSE pada setiap pelatihan. Hasil perhitungan MSE dapat dilihat pada tabel 4.2 di bawah.

Tabel 4.2 Hasil MSE

| 16 Neuron |         |             | 10 Neuron |         |             | 5 Neuron |         |             |
|-----------|---------|-------------|-----------|---------|-------------|----------|---------|-------------|
| Iterasi   | Data Ke | MSE         | Iterasi   | Data Ke | MSE         | Iterasi  | Data Ke | MSE         |
| 60000     | 1       | 0,999297346 | 60000     | 1       | 0,999340951 | 60000    | 1       | 0,999254951 |
|           | 2       | 0,99999249  |           | 2       | 0,999999506 |          | 2       | 0,999754183 |
|           | 3       | 0,999294662 |           | 3       | 0,999338624 |          | 3       | 0,999252255 |
|           | 4       | 0,999992502 |           | 4       | 0,999999506 |          | 4       | 0,999754305 |
|           | 5       | 0,999992503 |           | 5       | 0,999999507 |          | 5       | 0,999754321 |
|           | 6       | 3,95274E-07 |           | 6       | 4,48578E-07 |          | 6       | 2,30858E-06 |
|           | 7       | 4,84951E-11 |           | 7       | 1,57018E-10 |          | 7       | 1,74848E-10 |
|           | 8       | 0,004178197 |           | 8       | 0,01038446  |          | 8       | 0,000323737 |
|           | 9       | 8,50989E-10 |           | 9       | 1,16592E-09 |          | 9       | 7,96220E-09 |
|           | 10      | 0,999388375 |           | 10      | 0,999933269 |          | 10      | 0,99624974  |
|           | 11      | 0,999992512 |           | 11      | 0,999999507 |          | 11      | 0,999754404 |
|           | 12      | 0,999992513 |           | 12      | 0,999999507 |          | 12      | 0,999754421 |
| 70000     | 1       | 0,999362678 | 70000     | 1       | 0,999406526 | 70000    | 1       | 0,999321963 |
|           | 2       | 0,999992984 |           | 2       | 0,999999557 |          | 2       | 0,99977276  |
|           | 3       | 0,99936022  |           | 3       | 0,999404414 |          | 3       | 0,999319494 |
|           | 4       | 0,999992995 |           | 4       | 0,999999558 |          | 4       | 0,999772874 |
|           | 5       | 0,999992997 |           | 5       | 0,999999558 |          | 5       | 0,999772889 |
|           | 6       | 3,14205E-07 |           | 6       | 3,65852E-07 |          | 6       | 1,78260E-06 |
|           | 7       | 4,09368E-11 |           | 7       | 1,40487E-10 |          | 7       | 1,45997E-10 |
|           | 8       | 0,004082633 |           | 8       | 0,011393709 |          | 8       | 0,000317862 |
|           | 9       | 6,90384E-10 |           | 9       | 9,92284E-10 |          | 9       | 5,75397E-09 |
|           | 10      | 0,999391409 |           | 10      | 0,999936703 |          | 10      | 0,996333868 |
|           | 11      | 0,999993005 |           | 11      | 0,999999558 |          | 11      | 0,999772968 |
|           | 12      | 0,999993006 |           | 12      | 0,999999558 |          | 12      | 0,999772984 |
| 80000     | 1       | 0,999414081 | 80000     | 1       | 0,999457802 | 80000    | 1       | 0,999374846 |
|           | 2       | 0,999993378 |           | 2       | 0,999999596 |          | 2       | 0,999787606 |
|           | 3       | 0,999411803 |           | 3       | 0,999455859 |          | 3       | 0,999372558 |
|           | 4       | 0,999993389 |           | 4       | 0,999999597 |          | 4       | 0,999787714 |
|           | 5       | 0,99999339  |           | 5       | 0,999999597 |          | 5       | 0,999787729 |

| 16 Neuron |         |             | 10 Neuron |         |             | 5 Neuron |         |             |
|-----------|---------|-------------|-----------|---------|-------------|----------|---------|-------------|
| Iterasi   | Data Ke | MSE         | Iterasi   | Data Ke | MSE         | Iterasi  | Data Ke | MSE         |
| 80000     | 6       | 2,57795E-07 | 80000     | 6       | 3,07117E-07 | 80000    | 6       | 1,42489E-06 |
|           | 7       | 3,53789E-11 |           | 7       | 1,27667E-10 |          | 7       | 1,25290E-10 |
|           | 8       | 0,004002949 |           | 8       | 0,012342731 |          | 8       | 0,000313327 |
|           | 9       | 5,77261E-10 |           | 9       | 8,65259E-10 |          | 9       | 4,36781E-09 |
|           | 10      | 0,9993935   |           | 10      | 0,999939468 |          | 10      | 0,996403957 |
|           | 11      | 0,999993398 |           | 11      | 0,999999598 |          | 11      | 0,999787804 |
|           | 12      | 0,999993399 |           | 12      | 0,999999598 |          | 12      | 0,999787819 |
| 90000     | 1       | 0,999455794 | 90000     | 1       | 0,999499189 | 90000    | 1       | 0,999417872 |
|           | 2       | 0,999993701 |           | 2       | 0,999999627 |          | 2       | 0,999799824 |
|           | 3       | 0,999453664 |           | 3       | 0,999497384 |          | 3       | 0,999415732 |
|           | 4       | 0,999993712 |           | 4       | 0,999999628 |          | 4       | 0,999799927 |
|           | 5       | 0,999993713 |           | 5       | 0,999999628 |          | 5       | 0,999799941 |
|           | 6       | 2,16664E-17 |           | 6       | 2,63474E-07 |          | 6       | 1,16963E-06 |
|           | 7       | 3,11259E-11 |           | 7       | 1,17379E-10 |          | 7       | 1,09743E-10 |
|           | 8       | 0,003935025 |           | 8       | 0,013240873 |          | 8       | 0,000309753 |
|           | 9       | 4,93781E-10 |           | 9       | 7,68217E-10 |          | 9       | 3,44067E-09 |
|           | 10      | 0,999394957 |           | 10      | 0,999941759 |          | 10      | 0,996463829 |
|           | 11      | 0,999993721 |           | 11      | 0,999999629 |          | 11      | 0,999800012 |
|           | 12      | 0,999993722 |           | 12      | 0,999999629 |          | 12      | 0,999800027 |
| 100000    | 1       | 0,999490461 | 100000    | 1       | 0,999533421 | 100000   | 1       | 0,99945371  |
|           | 2       | 0,999993974 |           | 2       | 0,999999653 |          | 2       | 0,999810107 |
|           | 3       | 0,999488454 |           | 3       | 0,999531731 |          | 3       | 0,999451694 |
|           | 4       | 0,999993984 |           | 4       | 0,999999654 |          | 4       | 0,999810207 |
|           | 5       | 0,999993985 |           | 5       | 0,999999654 |          | 5       | 0,99981022  |
|           | 6       | 1,85573E-07 |           | 6       | 2,29896E-07 |          | 6       | 9,80524E-07 |
|           | 7       | 2,77699E-11 |           | 7       | 1,08905E-10 |          | 7       | 9,76619E-11 |
|           | 8       | 0,003876123 |           | 8       | 0,014095258 |          | 8       | 0,000306894 |
|           | 9       | 4,29930E-10 |           | 9       | 6,91602E-10 |          | 9       | 2,78958E-09 |
|           | 10      | 0,999395971 |           | 10      | 0,999943701 |          | 10      | 0,996515955 |
|           | 11      | 0,999993992 |           | 11      | 0,999999654 |          | 11      | 0,999810288 |
|           | 12      | 0,999993994 |           | 12      | 0,999999654 |          | 12      | 0,999810288 |

Dari tabel 4.2 dihitung MSE (*mean squared error*) rata ratanya seperti pada tabel 4.3 di bawah.

Tabel 4.3 MSE Rata - Rata

| Hidden Layer 16 |          | Hidden Layer 10 |          | Hidden Layer 5 |          |
|-----------------|----------|-----------------|----------|----------------|----------|
| iterasi         | MSE      | iterasi         | MSE      | iterasi        | MSE      |
| 60000           | 0,082576 | 60000           | 0,082603 | 60000          | 0,082492 |
| 70000           | 0,082639 | 70000           | 0,082662 | 70000          | 0,082559 |
| 80000           | 0,082686 | 80000           | 0,082711 | 80000          | 0,082614 |
| 90000           | 0,082727 | 90000           | 0,082751 | 90000          | 0,082658 |
| 100000          | 0,082760 | 100000          | 0,082783 | 100000         | 0,092694 |

Dari tabel 4.3 dapat dilihat bahwa MSE *learning* yang terkecil adalah pada saat iterasi ke 60000 pada masing masing aplikasi dengan jumlah *neuron* berbeda. pada aplikasi dengan jumlah *neuron* 16 memiliki MSE sebesar 0,082576, pada aplikasi dengan jumlah *neuron* 10 memiliki MSE sebesar 0,082603, sedangkan pada aplikasi dengan jumlah *neuron* 5 memiliki MSE sebesar 0,082492.

## 4.2 Pengujian Software

Pengujian klasifikasi sinyal jantung EKG ini dilakukan untuk mencoba hasil *learning* yang telah dilakukan. Dalam pengujian ini dilakukan hanya propagasi maju dengan sinyal jantung EKG yang berbeda dengan yang digunakan untuk proses *learning*.

### 4.2.1 Tujuan Pengujian Software

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hasil *learning* dapat digunakan dengan tepat.

#### 4.2.2 Alat Yang Digunakan Pada Pengujian Software

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian antara lain :

- a. Komputer/Laptop.
- b. Aplikasi JST yang telah dilakukan proses *learning* dengan iterasi tertentu.

#### 4.2.3 Prosedur Pengujian Software

Prosedur pengujian :

- a. Masukkan data keluaran dari aplikasi ekstraksi ciri sinyal EKG menggunakan *continuous wavelet transform* (Wibowo,2016) yang berbeda dari data *learning* menjadi masukan program JST.
- b. Pada kolom 1 diisi koefisien maksimum, kolom 2 diisi energi maksimum, kolom 3 diisi jarak R – R.
- c. Pilih klasifikasi, jika muncul hasil yang menunjukkan “normal” dari data sinyal jantung normal dan muncul hasil yang menunjukkan “tidak normal” dari sinyal jantung tidak normal maka pengujian ini berhasil.

#### 4.2.4 Hasil Pengujian Software

1. Hasil pengujian data normal 16 *neuron* dengan aplikasi JST yang sudah dilatih sebanyak 60000 iterasi

Hasil data pengujian data normal dapat dilihat pada tabel 4.4 di bawah

Tabel 4.4 Pengujian Data Normal 16 *Neuron* Pada *Layer* Tersembunyi

| Data Ke | Koefisien Maksimum | Energi Maksimum (Joule) | Jarak R-R (s) | Keluaran (y) | Klasifikasi |
|---------|--------------------|-------------------------|---------------|--------------|-------------|
| 1       | 0,000161           | 0,0000000188            | 0,524         | 0,999992487  | Normal      |
| 2       | 0,000068           | 0,0000000049            | 0,544         | 0,999992501  | Normal      |
| 3       | 0,000122           | 0,0000000119            | 0,446         | 0,999992493  | Normal      |
| 4       | 0,000055           | 0,0000000037            | 0,656         | 0,999296199  | Normal      |
| 5       | 0,000047           | 0,0000000030            | 0,657         | 0,999296391  | Normal      |

2. Hasil pengujian data tidak normal 16 *neuron* dengan aplikasi JST yang sudah dilatih sebanyak 60000 iterasi

Hasil data pengujian data tidak normal dapat dilihat pada tabel 4.5 di bawah

Tabel 4.5 Pengujian Data Tidak Normal 16 *Neuron* Pada *Layer* Tersembunyi

| Data Ke | Koefisien Maksimum | Energi Maksimum (Joule) | Jarak R-R (s) | Keluaran    | Klasifikasi  |
|---------|--------------------|-------------------------|---------------|-------------|--------------|
| 1       | 0,78724            | 0,319776431             | 1,024         | 3,61846E-10 | Tidak Normal |
| 2       | 0,81266            | 0,340761953             | 1,284         | 2,89776E-10 | Tidak Normal |
| 3       | 0,66975            | 0,231459045             | 0,888         | 0,018650651 | Tidak Normal |
| 4       | 0,98604            | 0,501676920             | 1,152         | 1,11569E-10 | Tidak Normal |
| 5       | 0,58168            | 0,174587546             | 1,140         | 1,24088E-08 | Tidak Normal |

Dari tabel 4.4 dan tabel 4.5 diatas dapat dihitung MSE (*mean squared error*) sebesar 3,48837E-05 dengan aplikasi yang telah dilatih sebanyak 60000 iterasi. Dimana MSE didapatkan dari target keluaran dikurang keluaran lalu dikuadratkan. Setelah dilakukan pada kesepuluh data, selanjutnya dijumlahkan dan dibagi sepuluh. Tingkat keberhasilan klasifikasi sebesar 100% untuk data normal dan 100% untuk data tidak normal.



3. Hasil pengujian data normal 10 *neuron* dengan aplikasi JST yang sudah dilatih sebanyak 60000 iterasi

Hasil data pengujian data normal dapat dilihat pada tabel 4.6 di bawah

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Data Normal 10 *Neuron* pada *layer* tersembunyi

| Data Ke | Koefisien Maksimum | Energi Maksimum (Joule) | Jarak R-R (s) | Keluaran (y) | Klasifikasi |
|---------|--------------------|-------------------------|---------------|--------------|-------------|
| 1       | 0,000161           | 0,0000000188            | 0,967         | 0,999999505  | Normal      |
| 2       | 0,000068           | 0,0000000049            | 0,981         | 0,999999506  | Normal      |
| 3       | 0,000122           | 0,0000000119            | 0,912         | 0,999999506  | Normal      |
| 4       | 0,000055           | 0,0000000037            | 1,059         | 0,999339957  | Normal      |
| 5       | 0,000047           | 0,0000000030            | 1,060         | 0,999340123  | Normal      |

4. Hasil pengujian data tidak normal 10 *neuron* dengan aplikasi JST yang sudah dilatih sebanyak 60000 iterasi

Hasil data pengujian data tidak normal dapat dilihat pada tabel 4.7 di bawah

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Data Tidak Normal 10 *Neuron* pada *layer* tersembunyi

| Data Ke | Koefisien Maksimum | Energi Maksimum (Joule) | Jarak R-R (s) | Keluaran (y) | Klasifikasi  |
|---------|--------------------|-------------------------|---------------|--------------|--------------|
| 1       | 0,78724            | 0,319776431             | 1,024         | 5,55661E-10  | Tidak Normal |
| 2       | 0,81266            | 0,340761953             | 1,284         | 4,63316E-10  | Tidak Normal |
| 3       | 0,66975            | 0,231459045             | 0,888         | 0,048289174  | Tidak Normal |
| 4       | 0,98604            | 0,501676920             | 1,152         | 2,32359E-10  | Tidak Normal |
| 5       | 0,58168            | 0,174587546             | 1,140         | 1,45977E-10  | Tidak Normal |

Dari tabel 4.6 dan tabel 4.7 diatas dapat dihitung MSE (*mean squared error*) sebesar 0,000233272 dengan aplikasi yang telah dilatih sebanyak 60000 iterasi. Dimana MSE didapatkan dari target keluaran dikurang keluaran lalu dikuadratkan. Setelah dilakukan pada kesepuluh data, selanjutnya dijumlahkan

dan dibagi sepuluh. Tingkat keberhasilan klasifikasi sebesar 100% untuk data normal dan 100% untuk data tidak normal.

5. Hasil pengujian data normal 5 *neuron* dengan aplikasi JST yang sudah dilatih sebanyak 60000 iterasi

Hasil data pengujian data normal dapat dilihat pada tabel 4.8 di bawah

Tabel 4.8 Pengujian Data Normal 5 *Neuron* Pada *Layer* Tersembunyi

| Data Ke | Koefisien Maksimum | Energi Maksimum (Joule) | Jarak R-R (s) | Keluaran (y) | Klasifikasi |
|---------|--------------------|-------------------------|---------------|--------------|-------------|
| 1       | 0,000161           | 0,0000000188            | 0,967         | 0,999754153  | Normal      |
| 2       | 0,000068           | 0,0000000049            | 0,981         | 0,999754298  | Normal      |
| 3       | 0,000122           | 0,0000000119            | 0,912         | 0,999754214  | Normal      |
| 4       | 0,000055           | 0,0000000037            | 1,059         | 0,999253799  | Normal      |
| 5       | 0,000047           | 0,0000000030            | 1,060         | 0,999253992  | Normal      |

6. Hasil pengujian data tidak normal 5 *neuron* dengan aplikasi JST yang sudah dilatih sebanyak 60000 iterasi

Hasil data pengujian data tidak normal dapat dilihat pada tabel 4.9 di bawah

Tabel 4.9 Pengujian Data Tidak Normal 5 *Neuron* Pada *Layer* Tersembunyi

| Data Ke | Koefisien Maksimum | Energi Maksimum (Joule) | Jarak R-R (s) | Keluaran (y) | Klasifikasi  |
|---------|--------------------|-------------------------|---------------|--------------|--------------|
| 1       | 0,78724            | 0,319776431             | 1,024         | 2,42276E-09  | Tidak Normal |
| 2       | 0,81266            | 0,340761953             | 1,284         | 1,73762E-09  | Tidak Normal |
| 3       | 0,66975            | 0,231459045             | 0,888         | 0,000450414  | Tidak Normal |
| 4       | 0,98604            | 0,501676920             | 1,152         | 4,03082E-09  | Tidak Normal |
| 5       | 0,58168            | 0,174587546             | 1,140         | 1,47698E-07  | Tidak Normal |

Dari tabel 4.8 dan tabel 4.9 diatas dapat dihitung MSE (*mean squared error*) sebesar 1,49744E-07 dengan aplikasi yang telah dilatih sebanyak 60000

iterasi. Dimana MSE didapatkan dari target keluaran dikurang keluaran lalu dikuadratkan. Setelah dilakukan pada kesepuluh data, selanjutnya dijumlahkan dan dibagi sepuluh. Tingkat keberhasilan klasifikasi sebesar 100% untuk data normal dan 100% untuk data tidak normal.

Dari tabel 4.4 sampai tabel 4.9 didapatkan MSE hasil uji coba diatas dapat dilihat pada tabel 4.9 di bawah ini

Tabel 4.10 MSE Hasil Uji Coba

| Jumlah Neuron | MSE         |
|---------------|-------------|
| 16            | 3,48837E-05 |
| 10            | 0,000233272 |
| 5             | 1,49744E-07 |

Dari tabel 4.10 dapat dilihat bahwa MSE terkecil adalah MSE dari aplikasi JST yang berjumlah 5 *neuron* pada *layer* tersembunyi dan MSE yang terbesar merupakan MSE dari aplikasi JST yang berjumlah 10 *neuron* pada *layer* tersembunyi.