BAB 4
IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Pada bab ini akan membahas mengenai implementasi dan pengujian sistem yang telah dianalisis pada bab sebelumnya. Beberapa hal yang terdapat dalam implementasi sistem meliputi Lingkungan Operasi dan Implementasi Antarmuka. Kemudian pada tahap pengujian akan membahas mengenai uji kualitas perangkat lunak dengan menggunakan *blackbox testing*.

4.1 Implementasi Sistem

Tahap implementasi merupakan tahap pembuatan perangkat lunak, tahap lanjut dari tahap perancangan simulasi. Tahap yang dilakukan untuk menerjemahkan perancangan berdasarkan hasil analisis dalam bahasa yang dimengerti oleh komputer serta penerapan perangkat lunak pada keadaan yang sebenarnya.

4.1.1 Lingkungan Operasi

Lingkungan operasi merupakan ruang lingkup operasional baik saat pembuatan sistem maupun saat menjalankan sistem klasifikasi kondisi berpikir. Lingkungan operasi ini meliputi perangkat lunak dan perangkat keras.

4.1.1.1 Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras yang digunakan untuk membangun serta menjalankan sistem klasifikasi kondisi berpikir ini yaitu sebagai berikut.

Tabel 4.1 Implementasi Perangkat Keras

No	Komponen	Spesifikasi
1	*Processor*	Intel Core 2 Duo 2.1 GHz
2	RAM	2 GB
3	VGA	1 GB
4	Harddisk	320 GB

4.1.1.2 Perangkat Lunak

Implementasi perangkat lunak yang digunakan untuk menjalankan sistem klasifikasi kondisi berpikir ini yaitu sebagai berikut.

Tabel 4.2 Implementasi Perangkat Lunak

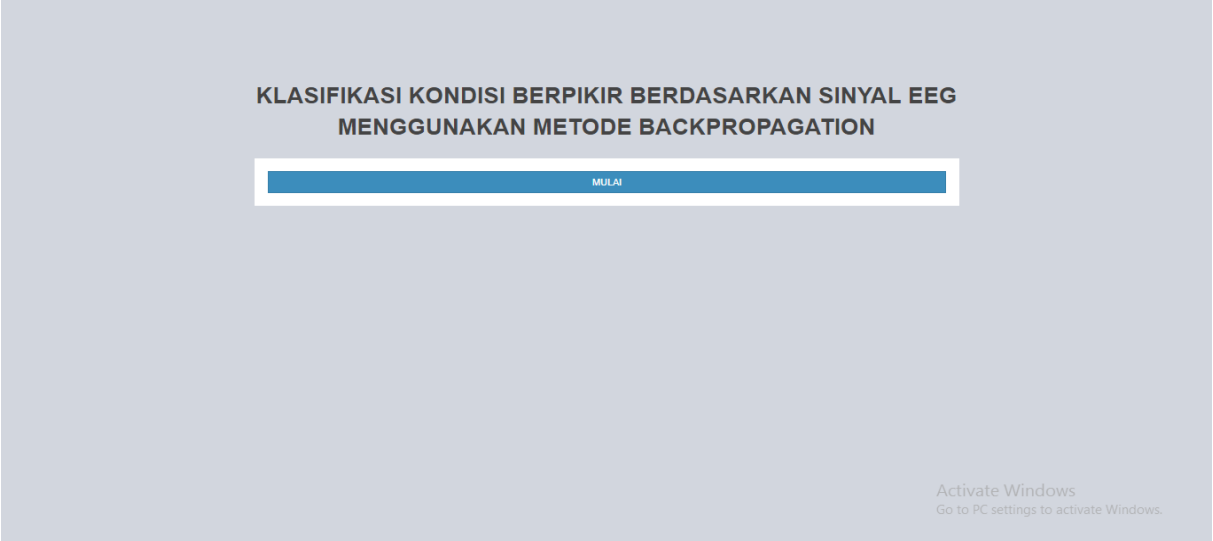
No	Perangkat Lunak	Keterangan
1	Sistem Operasi	Microsoft Windows 10 Pro
2	Web Browser	Google Chrome
3	Webserver	XAMPP v.3.2.2

4.1.2 Implementasi Antarmuka

Implementasi antarmuka merupakan transformasi antarmuka yang telah dianalisis untuk sistem klasifikasi kondisi berpikir ini. Berikut merupakan penjelasan antarmuka dan beberapa fungsi yang terdapat pada perangkat lunak ini.

1. Implementasi Antarmuka Indeks

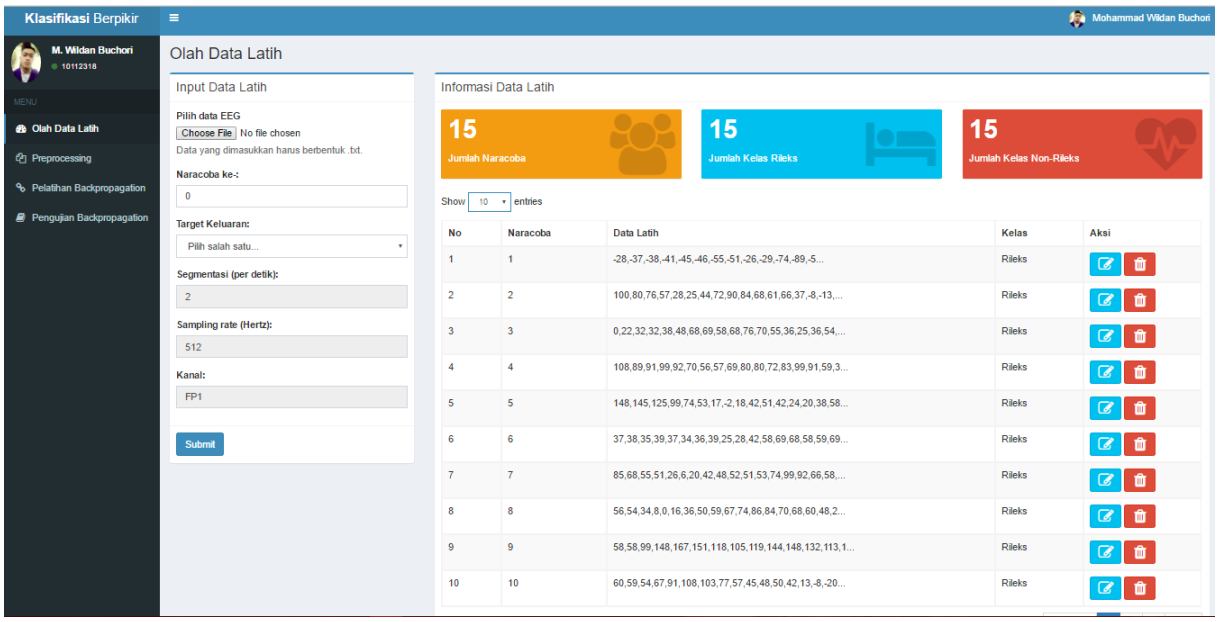
Pada tampilan antarmuka indeks ini terdapat tombol mulai untuk masuk ke dalam menu sistem. Gambar 4.1 merupakan tampilan dari antarmuka indeks.



Gambar 4.1 Implementasi Antarmuka Indeks

2. Implementasi Antarmuka Olah Data Latih

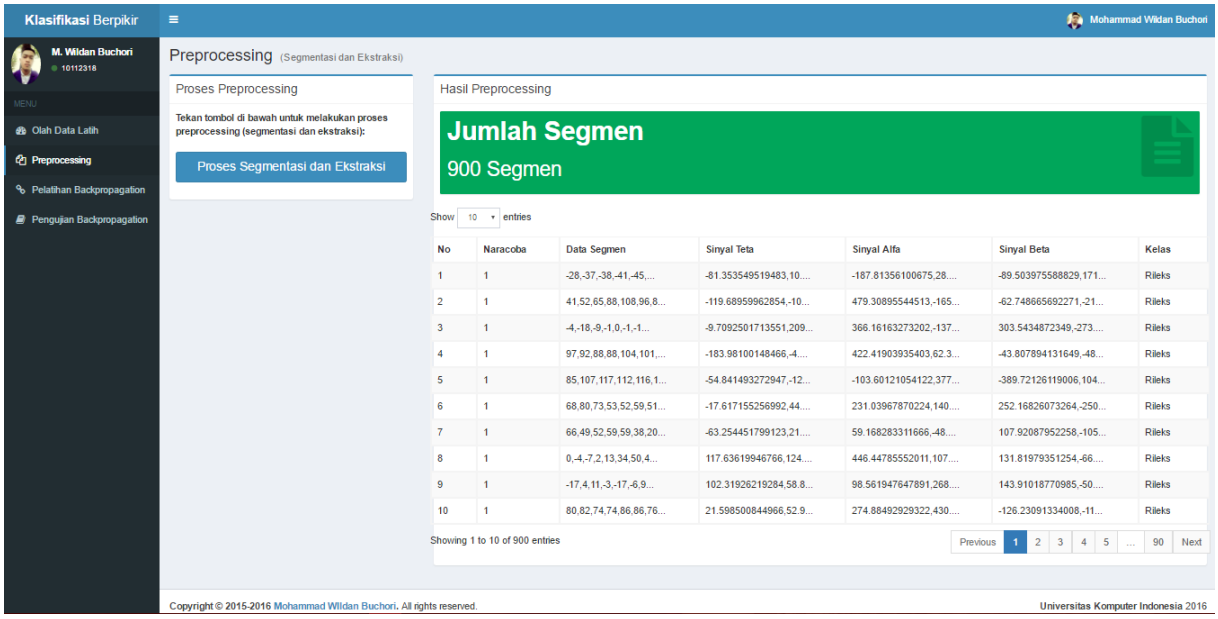
Pada tampilan antarmuka olah data latih ini terdapat *form input* data latih, info dari data latih dan proses ubah dan hapus data latih. Gambar 4.2 merupakan tampilan dari antarmuka *preprocessing*.



Gambar 4.2 Implementasi Antarmuka Olah Data Latih

3. Implementasi Antarmuka *Preprocessing*

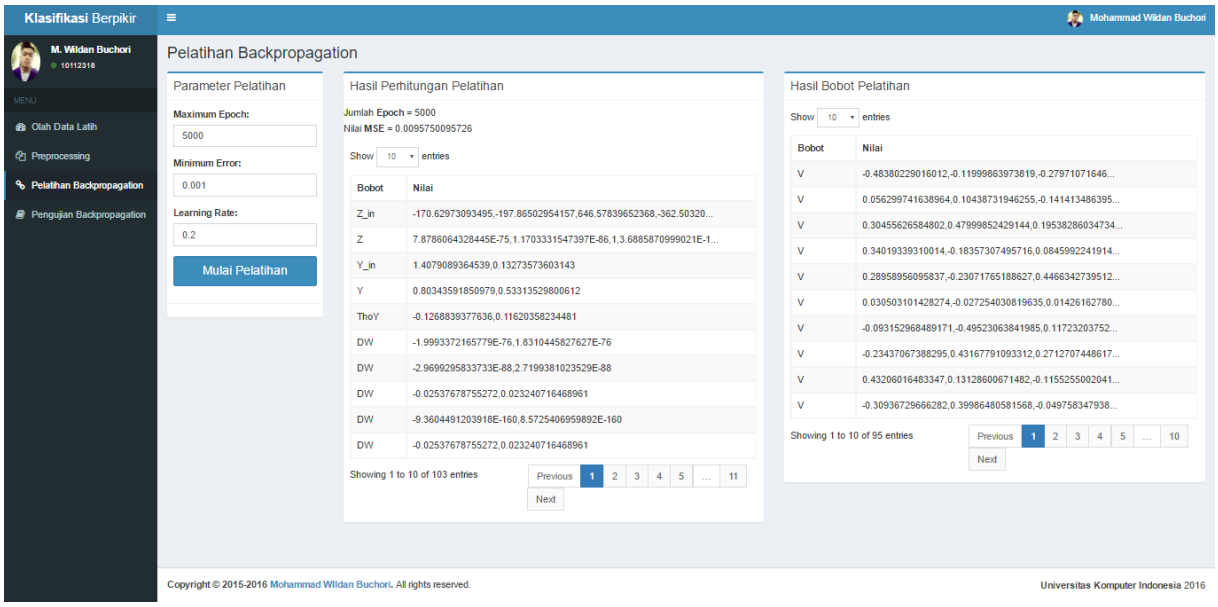
Pada tampilan antarmuka *preprocessing* ini terdapat *form input* data latih dan juga info dari hasil *preprocessing*. Gambar 4.3 merupakan tampilan dari antarmuka *preprocessing*.



Gambar 4.3 Implementasi Antarmuka *Preprocessing*

4. Implementasi Antarmuka Pelatihan *Backpropagation*

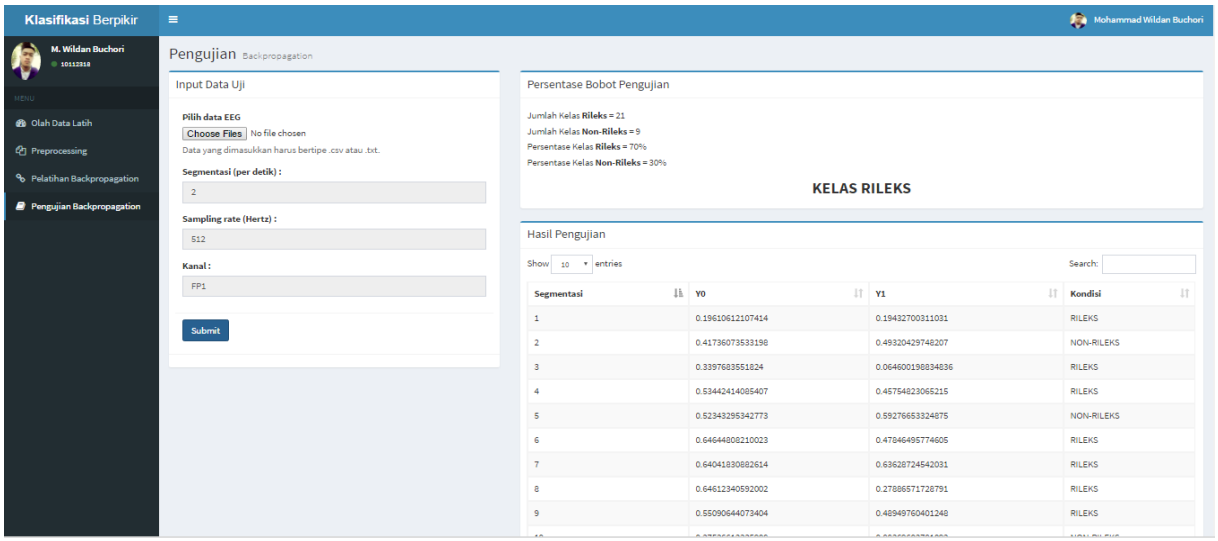
Pada tampilan antarmuka pelatihan *backpropagation* ini terdapat input parameter pelatihan yaitu *maximum epoch*, *minimum error dan learning rate*. Kemudian terdapat tombol mulai pelatihan untuk memulai proses pelatihan, dan juga info hasil pelatihan berupa table bobot. Gambar 4.4 merupakan tampilan dari antarmuka pelatihan *backpropagation*.



Gambar 4.4 Implementasi Antarmuka Pelatihan *Backpropagation*

5. Implementasi Antarmuka Pengujian *Backpropagation*

Pada tampilan antarmuka pelatihan *backpropagation* ini terdapat input file sinyal EEG yang digunakan untuk pengujian. Kemudian terdapat tombol *submit* untuk memulai proses pengujian, dan juga info hasil pengujian. Gambar 4.5 merupakan tampilan dari antarmuka pengujian *backpropagation*.



Gambar 4.5 Implementasi Antarmuka Pengujian *Backpropagation*

4.2 Pengujian Sistem

Pengujian sistem merupakan pengujian yang dilakukan sehingga dapat mengetahui kekurangan atau kesalahan fungsi secara keseluruhan. Teknik pengujian kualitas perangkat lunak pada penelitian klasifikasi kondisi berpikir ini menggunakan metode *black box testing* yang fokus pada pengujian fungsionalitas dari perangkat lunak yang dibangun untuk mengukur kualitas dari perangkat lunak yang dibangun, termasuk tingkat kesesuaian dengan rancangan yang telah dibuat.

4.2.1 Pengujian *Black Box*

Pengujian *black box* berfokus pada persyaratan fungsional perangkat lunak. Dengan demikian, pengujian *black-box* memungkinkan pembangun perangkat lunak mendapatkan serangkaian kondisi masukan yang sepenuhnya semua persyaratan fungsional untuk suatu program. Berikut merupakan tahapan pengujian *blackbox testing*.

1. Mengelompokkan proses

Pada tahapan ini, pengelompokan proses mengacu pada perancangan di bab sebelumnya yang meliputi:

a. Proses Olah Data Latih
b. Proses *Preprocessing*
c. Proses Pelatihan *Backpropagation*
d. Proses Pengujian *Backpropagation*

2. Menentukan tujuan pengujian kualitas

Tujuan pengujian kualitas sistem klasifikasi kondisi berpikir akan dijelaskan terperinci pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Tujuan Uji Kualitas

No	Komponen Uji	Butir Uji	Jenis Pengujian
1	Olah Data Latih	Input Data Latih	*Black Box*
		Ubah Data Latih	*Black Box*
		Hapus Data Latih	*Black Box*
2	*Preprocessing*	Segmentasi Data Latih	*Black Box*
		Ekstraksi Data Latih	*Black Box*
3	Pelatihan *Backpropagation*	Proses Pelatihan *Backpropagation*	*Black Box*
4	Pengujian *Backpropagation*	Proses Pengujian *Backpropagation*	*Black Box*

4.2.1.1 Penentuan Kategori Hasil Uji Kualitas

Sebelum melakukan pengujian kualitas, perlu ditentukan kategori dalam pengujian kualitas sistem. Kategori dibagi menjadi dua yaitu:

1. Diterima

   Kategori diterima akan dihasilkan bila kasus yang diuji pada sistem sesuai dengan tujuan perancangan dan kegunaannya.
2. Ditolak

   Kategori ditolak akan dihasilkan bila kasus yang diuji pada sistem tidak sesuai dengan tujuan perancangan dan kegunaannya.

4.2.1.2 Kasus dan Hasil Pengujian Kualitas

Pada tahap ini kasus yang akan diuji sesuai dengan kelas yang akan diujikan. Kemudian akan dilihat respon dari sistem dan hasil yang diharapkan sesuai dengan kategori kualitas sistem.

4.2.1.2.1 Pengujian Kualitas Olah Data Latih

Tabel 4.4 merupakan pengujian kualitas terhadap proses input data latih yang merupakan salah satu proses dari olah data latih.

Tabel 4.4 Uji Input Data Latih

Data Masukan	Yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Data latih Sinyal EEG dalam bentuk (.txt)	Sistem melakukan *input* data latih ke dalam *database* dan kemudian di tampilkan dan kemudian di tampilkan.	Sesuai dengan yang diharapkan.	[√] Diterima [ ] Ditolak
Data latih bukan dalam bentuk (.txt)	Sistem menampilkan pesan gagal *input* data latih.	Sesuai dengan yang diharapkan.	[√] Diterima [ ] Ditolak
Form input data latih tidak diisi dengan lengkap.	Sistem menampilkan gagal *input* data latih.	Sesuai dengan yang diharapkan.	[√] Diterima [ ] Ditolak

Tabel 4.5 merupakan pengujian kualitas terhadap proses ubah data latih yang merupakan salah satu proses dari olah data latih.

Tabel 4.5 Uji Ubah Data Latih

Data Masukan	Yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Form ubah data latih diisi dengan lengkap.	Sistem melakukan perubahan terhadap data latih dan disimpan ke dalam *database* dan kemudian di tampilkan.	Sesuai dengan yang diharapkan.	[√] Diterima [ ] Ditolak

Form ubah data latih tidak diisi dengan lengkap.	Sistem menampilkan pesan gagal ubah data latih.	Sesuai dengan yang diharapkan.	[√] Diterima [ ] Ditolak

Tabel 4.6 merupakan pengujian kualitas terhadap proses hapus data latih yang merupakan salah satu proses dari olah data latih.

Tabel 4.6 Uji Hapus Data Latih

Data Masukan	Yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Pengguna memilih data yang dihapus.	Sistem melakukan penghapusan dan hasilnya disimpan di dalam *database* dan kemudian di tampilkan.	Sesuai dengan yang diharapkan.	[√] Diterima [ ] Ditolak

4.2.1.2.2 Pengujian Kualitas *Preprocessing*

Tabel 4.7 merupakan pengujian kualitas terhadap segmentasi data latih yang merupakan salah satu proses dari *preprocessing*.

Tabel 4.7 Uji Segmentasi Data Latih

Data Masukan	Yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Menekan tombol *preprocessing*.	Sistem melakukan segmentasi data latih dan hasilnya disimpan ke dalam *database* dan kemudian di tampilkan.	Sesuai dengan yang diharapkan.	[√] Diterima [ ] Ditolak

Tabel 4.8 merupakan pengujian kualitas terhadap proses ekstraksi yang merupakan salah satu proses dari *preprocessing*.

Tabel 4.8 Uji Ekstraksi Data Latih

Data Masukan	Yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Menekan tombol *preprocessing*.	Sistem melakukan proses ekstraksi dan hasilnya disimpan ke dalam *database* dan kemudian di tampilkan.	Sesuai dengan yang diharapkan.	[√] Diterima [ ] Ditolak

4.2.1.2.3 Pengujian Kualitas Pelatihan *Backpropagation*

Tabel 4.9 merupakan pengujian kualitas terhadap pelatihan *backpropagation.*

Tabel 4.9 Uji Pelatihan *Backpropagation*

Data Masukan	Yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Form *parameter* pelatihan diisi dengan lengkap.	Sistem melakukan proses pelatihan sesuai dengan *parameter* yang telah diisikan. Hasilnya disimpan di dalam *database* dan kemudian ditampilkan.	Sesuai dengan yang diharapkan.	[√] Diterima [ ] Ditolak
Form parameter pelatihan tidak diisi dengan lengkap.	Sistem memberikan pemberitahuan dan proses pelatihan tidak dilakukan.	Sesuai dengan yang diharapkan.	[√] Diterima [ ] Ditolak

4.2.1.2.4 Pengujian Kualitas Proses Pengujian *Backpropagation*

Tabel 4.10 merupakan pengujian kualitas terhadap proses pengujian *backpropagation.*

Tabel 4.10 Uji Proses Pengujian *Backpropagation*

Data Masukan	Yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Data Uji Sinyal EEG dalam bentuk (.txt).	Sistem melakukan pengujian *backpropagation* dan kemudian hasilnya disimpan dan ditampilkan.	Sesuai dengan yang diharapkan.	[√] Diterima [ ] Ditolak
Data uji bukan dalam bentuk (.txt).	Sistem menampilkan pesan gagal melakukan pengujian.	Sesuai dengan yang diharapkan.	[√] Diterima [ ] Ditolak
Form pengujian diisi dengan lengkap.	Sistem melakukan proses pengujian *backpropagation* dan hasilnya disimpan ke dalam *database* dan ditampilkan.	Sesuai dengan yang diharapkan.	[√] Diterima [ ] Ditolak
Form pengujian tidak diisi dengan lengkap.	Sistem menampilkan pesan gagal melakukan pengujian.	Sesuai dengan yang diharapkan.	[√] Diterima [ ] Ditolak

4.2.1.3 Evaluasi Hasil Pengujian Kualitas

Pengujian yang telah dilakukan terhadap sistem klasifikasi kondisi berpikir berdasarkan sinyal EEG menggunakan *black box testing* berjalan baik karena semua kasus uji berjalan sesuai dengan harapan. Hal ini menunjukkan bahwa perangkat lunak telah memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan pada proses analisis dan perancangan.

4.2.2 Pengujian Akurasi

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap akurasi metode yang digunakan untuk mengklasifikasikan kondisi berpikir. Tahap ini melakukan perhitungan persentase tingkat akurasi terhadap data uji yang digunakan.

4.2.2.1 Optimasi Parameter Pelatihan

Parameter yang digunakan pada percobaan ini yaitu *learning rate*, *max epoch* sebesar 1000 dan *min error* 0.001. Pelatihan ini dilakukan terhadap 900 data *set*. Berikut merupakan percobaan yang dilakukan dengan *parameter* yang berbeda pada pelatihan *Backpropagation*.

Tabel 4.11 Parameter Pelatihan

No	*Learning Rate*	*Mean Square Error* (MSE)	Waktu Pelatihan
1.	0.05	0.03862	06:12:26
2.	0.10	0.02314	06:09:54
3.	0.20	0.00098	03:23:20
4.	0.50	0.18628	06:15:43

Berdasarkan Tabel 4.6 pengaruh *parameter learning rate* terhadap pelatihan *backpropagation* didapatkan hasil yang paling optimal dengan MSE terkecil yaitu *learning rate* 0.20. Bobot hasil pelatihan ini akan digunakan pada tahap pengujian.

4.2.2.2 Hasil Pengujian Akurasi

Pada pengujian ini dilakukan terhadap 5 naracoba, bobot yang digunakan adalah bobot hasil pelatihan dari parameter keempat parameter pelatihan yang ada di Tabel 4.6. Berikut merupakan tabel pengujian terhadap keempat parameter pelatihan.

4.2.2.2.1 Pengujian Akurasi ke-1

Pengujian akurasi ke-1 menggunakan *learning rate* sebesar 0.05. Berikut merupakan hasil pengujian akurasi.

Tabel 4.12 Pengujian Akurasi ke-1

No	Naracoba	Kelas	Jumlah Data	Jumlah Tepat Dikenali
1.	Naracoba 1	Rileks	30	16
2.	Naracoba 1	Non-Rileks	30	13
3.	Naracoba 2	Rileks	30	19
4.	Naracoba 2	Non-Rileks	30	15
5.	Naracoba 3	Rileks	30	16
6.	Naracoba 3	Non-Rileks	30	15
7.	Naracoba 4	Rileks	30	11
8.	Naracoba 4	Non-Rileks	30	15
9.	Naracoba 5	Rileks	30	21
10.	Naracoba 5	Non-Rileks	30	17
Total			300	158

Akurasi $= \frac{Jumlah\ dikenali}{Jumlah\ data}\ x\ 100\%$

$= \frac{158}{300}\ x\ 100\% = 52{,}67\%$

4.2.2.2.2 Pengujian Akurasi ke-2

Pengujian akurasi ke-2 menggunakan *learning rate* sebesar 0.10. Berikut merupakan hasil pengujian akurasi.

Tabel 4.13 Pengujian Akurasi ke-2

No	Naracoba	Kelas	Jumlah Data	Jumlah Tepat Dikenali
1.	Naracoba 1	Rileks	30	19
2.	Naracoba 1	Non-Rileks	30	19
3.	Naracoba 2	Rileks	30	21
4.	Naracoba 2	Non-Rileks	30	16
5.	Naracoba 3	Rileks	30	15
6.	Naracoba 3	Non-Rileks	30	14
7.	Naracoba 4	Rileks	30	17
8.	Naracoba 4	Non-Rileks	30	13
9.	Naracoba 5	Rileks	30	20
10.	Naracoba 5	Non-Rileks	30	15
Total			300	169

Akurasi $= \frac{Jumlah\ dikenali}{Jumlah\ data}\ x\ 100\%$

$= \frac{169}{300}\ x\ 100\% = 56{,}33\%$

4.2.2.2.3 Pengujian Akurasi ke-3

Pengujian akurasi ke-3 menggunakan *learning rate* sebesar 0.20. Berikut merupakan hasil pengujian akurasi.

Tabel 4.14 Pengujian Akurasi ke-3

No	Naracoba	Kelas	Jumlah Data	Jumlah Tepat Dikenali
1.	Naracoba 1	Rileks	30	21
2.	Naracoba 1	Non-Rileks	30	19
3	Naracoba 2	Rileks	30	24
4.	Naracoba 2	Non-Rileks	30	21
5.	Naracoba 3	Rileks	30	23
6.	Naracoba 3	Non-Rileks	30	19
7.	Naracoba 4	Rileks	30	21
8.	Naracoba 4	Non-Rileks	30	21
9.	Naracoba 5	Rileks	30	23
10.	Naracoba 5	Non-Rileks	30	19
Total			300	211

Akurasi $= \frac{Jumlah\ dikenali}{Jumlah\ data}\ x\ 100\%$

$= \frac{211}{300}\ x\ 100\% = 70{,}33\%$

4.2.2.2.4 Pengujian Akurasi ke-4

Pengujian akurasi ke-4 menggunakan *learning rate* sebesar 0.50. Berikut merupakan hasil pengujian akurasi.

Tabel 4.15 Pengujian Akurasi ke-4

No	Naracoba	Kelas	Jumlah Data	Jumlah Tepat Dikenali
1.	Naracoba 1	Rileks	30	15
2.	Naracoba 1	Non-Rileks	30	11
3.	Naracoba 2	Rileks	30	15
4.	Naracoba 2	Non-Rileks	30	12
5.	Naracoba 3	Rileks	30	19
6.	Naracoba 3	Non-Rileks	30	13
7.	Naracoba 4	Rileks	30	11
8.	Naracoba 4	Non-Rileks	30	15
9.	Naracoba 5	Rileks	30	19
10.	Naracoba 5	Non-Rileks	30	17
Total			300	147

Akurasi $= \frac{Jumlah\ dikenali}{Jumlah\ data}\ x\ 100\%$

$= \frac{147}{300}\ x\ 100\% = 49\%$

4.2.2.3 Evaluasi Hasil Pengujian Akurasi

Berdasarkan hasil pengujian akurasi terhadap 5 naracoba yang telah dilakukan, evaluasi hasil akurasi yang didapatkan terhadap pengenalan kondisi rileks dan non-rileks yaitu sebagai berikut.

1. Parameter dan data latih yang digunakan pada saat pelatihan *backpropagation* sangat mempengaruhi akurasi yang diberikan.
2. Hasil akurasi yang memiliki persentase paling tinggi yaitu pengujian ke-3 menggunakan *learning rate* 0,20 dengan akurasi sebesar 70,33% terhadap kondisi rileks dan non-rileks.
3. Hasil akurasi yang memiliki persentase paling rendah yaitu pengujian ke-4 menggunakan *learning rate* 0,50 dengan akurasi sebesar 49% terhadap kondisi rileks dan non-rileks.