BAB 4

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

4.1. Implementasi Sistem

Implementasi sistem menjelaskan pengimplementasian dari simulator yang akan dibuat. Implementasi yang dijelaskan berupa ilmpementasi perangkat keras, implementasi perangkat lunak, implementasi basis data dan implementasi proses.

4.1.1. Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras menjelaskan perangkat keras yang digunakan untuk membangun simulator yang telah dibuat. Tabel 4.1 berikut ini merupakan perangkat keras yang digunakan dalam mengimplementasikan simulator ini :

Tabel 4.1 Implementasi Perangkat Keras

No	Perangkat	Spesifikasi
1	Prosesor	Prosessor Core 2 Duo
2	RAM	RAM 1 GB
3	Monitor	Monitor LCD 14”
4	VGA	VGA 256 MB
5	Harddisk	Harddisk 320 GB
6	Peranti pendukung	Papan ketik (*keyboard)* , tetikus (*mouse*), dan modem speedy

4.1.2. Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi perangkat lunak menjelaskan perangkat lunak yang digunakan untuk membangun simulator yang telah dibuat. Tabel 4.2 berikut ini merupakan perangkat lunak yang digunakan dalam mengimplementasikan simulator ini :

Tabel 4.2 Implementasi Perangkat Lunak

Sistem Operasi	Windows 7 atau sistem operasi diatasnya
Database	MySQL
Web Server	Xampp
Bahasa Pemrograman	C#
Compiler	Microsoft Visual Studio 2010

4.1.3. Implementasi Basis Data

Implementasi basis data menjelaskan implementasi dari basis data yang dibuat pada simulator yang telah dibuat, meliputi implementasi proses pembuatan *database* dan tabel. Berikut ini merupakan implementasi basis data pada simulator ini :

Tabel 4.3 Implementasi Basis Data

Pembuatan database	create database tomatoo;
Pembuatan tabel pembelajaran	CREATE TABLE `pembelajaran` (`id_belajar` int(5) NOT NULL AUTO_INCREMENT, `kode_uji` int(1) NOT NULL, `rate` double(8,8) DEFAULT NULL, `epoch` int(5) NOT NULL, `eps` double(9,9) NOT NULL, PRIMARY KEY (`id_belajar`) KEY `fk_kd` (`kode`), CONSTRAINT `fk_kd` FOREIGN KEY (`kode`) REFERENCES `data_belajar` (`kode`)) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=18 DEFAULT CHARSET=latin1;
Pembuatan tabel pengujian	CREATE TABLE `pengujian` (`id_uji` int(5) NOT NULL AUTO_INCREMENT, `kode_uji` int(1) NOT NULL, `id_belajar` int(5) NOT NULL, `akurat` double(5,0) NOT NULL, `rmse` double(5,0) NOT NULL, PRIMARY KEY (`id_uji`), KEY `fk_blj` (`id_belajar`), CONSTRAINT `fk_blj` FOREIGN KEY (`id_belajar`) REFERENCES `pembelajaran` (`id_belajar`), KEY `fk_kd1` (`kode`), CONSTRAINT `fk_kd1` FOREIGN KEY (`kode`) REFERENCES `tciri` (`kode_uji`)) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;
Pembuatan tabel data_belajar	CREATE TABLE `data_belajar` (`no_tomat` int(3) NOT NULL AUTO_INCREMENT, `kode` int(1) NOT NULL,

	`red` int(3) NOT NULL, `red` int(3) NOT NULL, `green` int(3) NOT NULL, `blue` int(3) NOT NULL, `stage` int(1) NOT NULL, PRIMARY KEY (`no_tomat`), KEY `stage` (`stage`), CONSTRAINT `data_belajar_ibfk_1` FOREIGN KEY (`stage`) REFERENCES `stage` (`kode_stage`)) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;
Pembuatan tabel data_uji	CREATE TABLE `data_uji` (`no_tomat` int(3) NOT NULL AUTO_INCREMENT, `kode_uji` int(1) NOT NULL, `red` int(3) NOT NULL, `green` int(3) NOT NULL, `blue` int(3) NOT NULL, `stage` int(1) NOT NULL, PRIMARY KEY (`no_tomat`), KEY `stage` (`stage`), CONSTRAINT `tciri_ibfk_1` FOREIGN KEY (`stage`) REFERENCES `stage` (`kode_stage`)) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=145 DEFAULT CHARSET=latin1;
Pembuatan tabel bobot_lvq (w_lvq)	CREATE TABLE `w_lvq` (`id_w` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT, `id_belajar` int(5) NOT NULL, `kode_w` int(2) NOT NULL, `wr` double(3,0) NOT NULL, `wg` double(3,0) NOT NULL, `wb` double(3,0) NOT NULL, PRIMARY KEY (`id_w`), KEY `fk_bl` (`id_belajar`), CONSTRAINT `fk_bl` FOREIGN KEY (`id_belajar`) REFERENCES `pembelajaran` (`id_belajar`)) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=31 DEFAULT CHARSET=latin1;
Pembuatan tabel premis	CREATE TABLE `premis` (`id_p` int(5) NOT NULL AUTO_INCREMENT, `id_belajar` int(5) NOT NULL, `no_premis` int(4) NOT NULL,

	`a` double(8,3) NOT NULL, `b` double(8,3) NOT NULL, `c` double(8,3) NOT NULL, PRIMARY KEY (`id_p`), KEY `fk_b` (`id_belajar`), CONSTRAINT `fk_b` FOREIGN KEY (`id_belajar`) REFERENCES `pembelajaran` (`id_belajar`)) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;

4.1.4. Implementasi Proses

Implementasi proses menjelaskan dan menggambarkan implementasi dari setiap proses yang ada didalam simulator ini. Keseluruhan proses yang ditampilkan diimplementasikan kedalam file berikut ini :

Tabel 4.4 Implementasi Proses

Nama	Deksripsi	Nama file
Menu	Digunakan untuk menjadi tampilan menu utama dari simulator.	View.main.cs
Data	Digunakan untuk menjadi tampilan menu olah data belajar dan uji pada simulator.	View.data.cs
Pembelajaran	Digunakan untuk menjadi tampilan menu pembelajaran LVQ dan ANFIS pada simulator.	View.Pembelajaran.cs
Pengujian	Digunakan untuk menjadi tampilan menu pengujian LVQ dan ANFIS pada simulator.	View.Pengujian.cs
Hasil	Digunakan untuk menjadi tampilan menu hasil pembelajaran dan pengujian.	View.Hasil .cs
Koneksi	Digunakan untuk menjadi pemroses konektifitas antar control dan model pada simulator.	koneksi.cs
Data Uji	Digunakan untuk menjadi pemroses data uji pada simulator.	Control.data_uji.cs
Data Belajar	Digunakan untuk menjadi pemroses data belajar ANFIS pada simulator.	Control.data_belajar.cs
Proses LVQ	Digunakan untuk menjadi pemroses pembelajaran LVQ pada simulator.	Control.proses_lvq.cs
Proses ANFIS	Digunakan untuk menjadi pemroses pembelajaran ANFIS pada simulator.	Control.proses_anfis.cs
Uji LVQ	Digunakan untuk menjadi pemroses pengujian LVQ pada simulator.	Control.uji_lvq.cs
Uji ANFIS	Digunakan untuk menjadi pemroses pengujian ANFIS pada simulator.	Control.uji_anfis.cs
Data uji	Digunakan untuk menjadi penampung nilai data uji pada simulator.	Model.data_uji.cs
Data Belajar	Digunakan untuk menjadi penampung nilai data belajar pada simulator.	Model.data_belajar.cs

Pembelajaran	Digunakan untuk menjadi penampung nilai dari hasil pembelajaran LVQ dan ANFIS pada simulator.	Model.pembelajaran.cs
Pengujian	Digunakan untuk menjadi penampung nilai dari hasil pengujian LVQ dan ANFIS berupa akurasi serta nilai RMSE pada simulator.	Model.pengujian.cs
Bobot LVQ	Digunakan untuk menjadi penampung nilai bobot dari hasil pembelejaran LVQ pada simulator.	Model.bobot_lvq.cs
Premis ANFIS	Digunakan untuk menjadi penampung nilai premis dari hasil pengujian ANFIS pada simulator.	Model.premis.cs

1. Tampilan Menu Utama

Tampilan utama merupakan tampilan yang pertama kali muncul ketika aplikasi dijalankan. Terdapat pemilihan menu diantaranya Data untuk masuk ke menu pengolahan data, Pembelajaran untuk masuk ke menu pembelajaran, Pengujian untuk masuk ke menu pengujian dan Hasil untuk masuk ke menu hasil.

2. Tampilan Data

Tampilan data merupakan tampilan untuk proses menambahkan data, mengubah data dan menghapus data. Data yang akan diolah merupakan nilai RGB dan stage dari setiap data. Setelah memasukan gambar dan meng-ekstraksi ciri dari gambar yang diambil, selanjutnya adalah menyimpan keterangan dari gambar tersebut.

3. Tampilan Pembelajaran

Tampilan pembelajaran merupakan tampilan untuk proses pembelajaran yang akan dilakukan oleh LVQ dan ANFIS. Saat masuk kedalam pembelajaran, kemudian masukan parameter untuk pembelajaran berupa nilai maksimal *epoch*, *learning rate* dan *error* minimum, setelah mengklik tombol Proses maka akan terlihat tampilan hasil pembelajaran berupa bobot dari LVQ dan premis dari ANFIS.

4. Tampilan Pengujian

Tampilan pengujian merupakan tampilan untuk proses pengujian yang akan dilakukan oleh LVQ dan ANFIS. Saat masuk kedalam pengujian, setelah memilih pembelajaran yang digunakan lalu menekan tombol Load Data setelah itu akan tampil bobot serta premis dari pembelajaran yang dipilih, setelah menekan tombol

proses maka akan dilakukan pengujian klasifikasi data uji menggunakan bobot dan premis yang telah dipilih. Pada akhir pengujian akan tampil nilai persentase akurasi, RMSE serta hasil klasifikasi dari LVQ dan ANFIS.

5. Tampilan Hasil

Tampilan hasil merupakan tampilan untuk melihat hasil pembelajaran dan pengujian yang akan dilakukan oleh LVQ dan ANFIS. Hasil Pembelajaran akan menampilkan bobot LVQ dan Premis dari hasil pembelajaran dan Hasil Pengujian akan menampilkan akurasi dan nilai RMSE dari hasil pengujian dalam grafik.

Seluruh gambar tampilan proses dapat dilihat di Lampiran A.

4.2. Pengujian Sistem

Berikut ini dijelaskan pengujian sistem yang meliputi pengujian *blackbox* dan pengujian algoritma sebagai berikut :

4.2.1. Pengujian Black Box

Pengujian *blackbox* digunakan untuk menguji fungsionalitas dari simulator yang dibuat.

4.2.1.1. Rencana Pengujian

Pada Tabel 4.5 ini adalah merupakan rencana pengujian *blackbox* yang akan dijalankan pada simulator ini :

Tabel 4.5 Rencana Pengujian Blackbox

Kelas Uji	**Butir Uji**	**Jenis Uji**
Menu Data	Menampilkan data pembelajaran tomat	*Black Box*
	Menambah data pembelajaran tomat	
	Mengubah data pembelajaran tomat	
	Menghapus data pembelajaran tomat	
	Menampilkan data uji tomat	
	Menambah data uji tomat	
	Mengubah data uji tomat	
	Menghapus data uji tomat	
Menu Pembelajaran	Proses pembelajaran LVQ	*Black box*
	Proses pembelajaran ANFIS	
Menu Pengujian	Proses pengujian LVQ	*Black box*
	Proses pengujian ANFIS	
Menu Hasil	Menampilkan hasil pembelajaran	*Black box*
	Menampilkan hasil pengujian	

4.2.1.2. Pengujian

Berdasarkan rencana pengujian sebelumnya, maka dapat dilakukan pengujian alpha terhadap simulator yang telah dibangun adalah sebagai berikut.

1. Menu Data

Butir pengujian pada menu data adalah sebagai berikut :

a) Menampilkan data pembelajaran tomat

Tabel 4.6 Pengujian Menampilkan Normal Data Pembelajaran dan Data Uji

Kasus dan Hasil Uji Kasus			
Data Masukkan	**Yang diharapkan**	**Hasil sesuai Uji Kasus**	**Kesimpulan**
Memilih pilihan data pembelajaran	Menampilkan data pembelajaran yang telah ada didalam *database*.	Sesuai dengan yang diharapkan	[X] diterima [ ] ditolak
Memilih pilihan data uji	Menampilkan data uji yang telah ada didalam *database*.	Sesuai dengan yang diharapkan	[X] diterima [ ] ditolak

b) Menambah data pembelajaran tomat

Tabel 4.7 Pengujian Menambahkan Data Pembelajaran Tomat

Kasus dan Hasil Uji Kasus			
Data Masukkan	**Yang diharapkan**	**Hasil sesuai Uji Kasus**	**Kesimpulan**
Nama : stage(121), Mengisi kode fold dan stage	Pengolahan citra berupa proses pemotongan citra berhasil, dapat menghitung nilai RGB sebagai ekstraksi ciri dari citra yang dimasukkan, menyimpan data pembelajaran ke dalam *database*. Menampilkan pesan "Peyimpanan Berhasil".	Sesuai dengan yang diharapkan	[X] diterima [ ] ditolak
Nama : stage(121)	Menampilkan pesan "Data Belum Lengkap"	Sesuai dengan yang diharapkan	[X] diterima [ ] ditolak

c) Mengubah data pembelajaran tomat

Tabel 4.8 Pengujian Mengubah Data Pembelajaran Tomat

Kasus dan Hasil Uji Kasus			
Data Masukkan	**Yang diharapkan**	**Hasil sesuai Uji Kasus**	**Kesimpulan**
Memilih data pembelajaran yang akan diubah, Memasukan data pembelajaran baru kedalam *database*.	Menampilkan pesan "Data Berhasil Diubah".	Sesuai dengan yang diharapkan	[X] diterima [ ] ditolak
	Menampilkan pesan "Data Belum Lengkap"	Sesuai dengan yang diharapkan	[X] diterima [ ] ditolak

d) Menghapus data pembelajaran tomat

Tabel 4.9 Pengujian Mengahapus Data Pemebalajaran Tomat

Kasus dan Hasil Uji Kasus			
Data Masukkan	**Yang diharapkan**	**Hasil sesuai Uji Kasus**	**Kesimpulan**
Memilih data pembelajaran yang akan dihapus.	Menampilkan pesan "Data Berhasil Dihapus".	Sesuai dengan yang diharapkan	[X] diterima [ ] ditolak
	Menampilkan pesan "Data Tidak Behasil Dihapus"	Sesuai dengan yang diharapkan	[X] diterima [ ] ditolak

e) Menambah data uji tomat

Tabel 4.10 Pengujian Menambahkan Data Uji Tomat

Kasus dan Hasil Uji Kasus			
Data Masukkan	**Yang diharapkan**	**Hasil sesuai Uji Kasus**	**Kesimpulan**
Nama : stage(121), Mengisi kode fold dan stage	Pengolahan citra berupa proses pemotongan citra berhasil, dapat menghitung nilai RGB sebagai ekstraksi ciri dari citra	Sesuai dengan yang diharapkan	[X] diterima [ ] ditolak

	yang dimasukkan, menyimpan data pengujian ke dalam *database.* Menampilkan pesan "Peyimpanan Berhasil".		
Nama : stage(121)	Menampilkan pesan "Data Belum Lengkap"	Sesuai dengan yang diharapkan	[X] diterima [ ] ditolak

f) Mengubah data uji tomat

Tabel 4.11 Pengujian Mengubah Data Uji Tomat

Kasus dan Hasil Uji Kasus			
Data Masukkan	**Yang diharapkan**	**Hasil sesuai Uji Kasus**	**Kesimpulan**
Memilih data uji yang akan diubah, Memasukan data pembelajaran baru kedalam *database.*	Menampilkan pesan "Data Berhasil Diubah".	Sesuai dengan yang diharapkan	[X] diterima [ ] ditolak
	Menampilkan pesan "Data Belum Lengkap"	Sesuai dengan yang diharapkan	[X] diterima [ ] ditolak

g) Menghapus data uji tomat

Tabel 4.12 Pengujian Menghapus Data Uji Tomat

Kasus dan Hasil Uji Kasus			
Data Masukkan	**Yang diharapkan**	**Hasil sesuai Uji Kasus**	**Kesimpulan**
Memilih data uji yang akan dihapus.	Menampilkan pesan "Data Berhasil Dihapus".	Sesuai dengan yang diharapkan	[X] diterima [ ] ditolak
	Menampilkan pesan "Data Tidak Behasil Dihapus"	Sesuai dengan yang diharapkan	[X] diterima [ ] ditolak

2. Menu Pembelajaran

a) Proses pembelajaran LVQ

Tabel 4.13 Pengujian Proses Pembelajaran LVQ

Kasus dan Hasil Uji Kasus			
Data Masukkan	**Yang diharapkan**	**Hasil sesuai Uji Kasus**	**Kesimpulan**
Memilih bobot awal, Memasukan nilai learning rate, maxepoch, dan *error* minimum	Melakukan proses perhitungan pembelajaran LVQ, menampilkan bobot hasil pembelajaran, menyimpan bobot hasil pembelajaran LVQ ke dalam *database*.	Sesuai dengan yang diharapkan	[X] diterima [ ] ditolak
	Menampilkan pesan "Data Belum Lengkap"	Sesuai dengan yang diharapkan	[X] diterima [ ] ditolak

b) Proses pembelajaran ANFIS

Tabel 4.14 Pengujian Proses Pembelajaran ANFIS

Kasus dan Hasil Uji Kasus			
Data Masukkan	**Yang diharapkan**	**Hasil sesuai Uji Kasus**	**Kesimpulan**
Memilih bobot awal, Memasukan nilai maxepoch, dan *error* minimum	Melakukan proses perhitungan pembelajaran ANFIS, menampilkan premis hasil pembelajaran, menyimpan premis hasil pembelajaran ANFIS ke dalam *database*.	Sesuai dengan yang diharapkan	[X] diterima [ ] ditolak
	Menampilkan pesan "Data Belum Lengkap"	Sesuai dengan yang diharapkan	[X] diterima [ ] ditolak

3. Menu Pengujian

a) Proses Pengujian LVQ

Tabel 4.15 Pengujian Proses Pengujian LVQ

Kasus dan Hasil Uji Kasus			
Data Masukkan	**Yang diharapkan**	**Hasil sesuai Uji Kasus**	**Kesimpulan**
Memilih data pembelajaran yang berisi bobot yang akan digunakan untuk perhitungan pengujian dengan LVQ	Melakukan proses perhitungan pengujian LVQ, menampilkan nilai akurasi dan RMSE hasil pengujian, menampilkan kelas hasil pengujian, menyimpan data hasil pengujian LVQ ke dalam *database*.	Sesuai dengan yang diharapkan	[X] diterima [ ] ditolak
	Menampilkan pesan "Data Belum Dipilih"	Sesuai dengan yang diharapkan	[X] diterima [ ] ditolak

b) Proses Pengujian ANFIS

Tabel 4.16 Pengujian Proses Pengujian ANFIS

Kasus dan Hasil Uji Kasus			
Data Masukkan	**Yang diharapkan**	**Hasil sesuai Uji Kasus**	**Kesimpulan**
Memilih data pembelajaran yang berisi premis yang akan digunakan untuk perhitungan pengujian dengan ANFIS	Melakukan proses perhitungan pengujian ANFIS, menampilkan nilai akurasi dan RMSE hasil pengujian, menampilkan kelas hasil pengujian, menyimpan data hasil pengujian ANFIS ke dalam *database*.	Sesuai dengan yang diharapkan	[X] diterima [ ] ditolak
	Menampilkan pesan "Data Belum Dipilih"	Sesuai dengan yang diharapkan	[X] diterima [ ] ditolak

4. Menu Hasil

a) Menampilkan Hasil Pembelajaran

Tabel 4.17 Pengujian Menampilkan Hasil Pembelajaran

Kasus dan Hasil Uji Kasus			
Data Masukkan	**Yang diharapkan**	**Hasil sesuai Uji Kasus**	**Kesimpulan**
Memilih data pembelajaran yang berisi bobot dan premis.	Menampilan data bobot dari hasil pembelajaran LVQ dan premis dari hasil pembelajaran ANFIS yang ada dalam *database*.	Sesuai dengan yang diharapkan	[X] diterima [ ] ditolak
	Menampilkan pesan "Data Belum Dipilih"	Sesuai dengan yang diharapkan	[X] diterima [ ] ditolak

b) Menampilkan Hasil Pengujian

Tabel 4.18 Pengujian Menampilkan Hasil Pengujian

Kasus dan Hasil Uji Kasus			
Data Masukkan	**Yang diharapkan**	**Hasil sesuai Uji Kasus**	**Kesimpulan**
Memilih data pengujian.	Menampilan data hasil pengujian LVQ dan ANFIS yang berisi nilai akurasi pengujian dan nilai RMSE pengujian dari kedua metode tersebut yang ada dalam *database*.	Sesuai dengan yang diharapkan	[X] diterima [ ] ditolak
	Menampilkan pesan "Data Belum Dipilih"	Sesuai dengan yang diharapkan	[X] diterima [ ] ditolak

4.2.2. Pengujian Algoritma

Pengujian algoritma merupakan proses pengujian terhadap hasil klasifikasi dengan menggunakan metode *learning vector quantization* (LVQ) dan *adaptive neuro fuzzy inference system* (ANFIS). Adapun tujuan dari pengujian ini adalah menghitung nilai *error* dari LVQ dan ANFIS.

4.2.2.1. Rencana Pengujian

Proses pengujian yang dilakukan pada metode LVQ dan ANFIS ini adalah dengan cara membagi data pembelajaran dan data pengujian dengan *k-fold cross validation* kemudian memasukan nilai parameter *maxepoch*, *learning rate* dan *error minimum* yang bervariasi untuk pembelajaran kemudian data hasil pengujian yang telah dilakukan dinyatakan dalam bentuk *confusion matrix* dengan 6 kelas sesuai dengan jumlah kelas yang dituju yaitu 6. Pengujian dilakukan dengan jumlah data keseluruhan adalah 144 data dan *k-fold cross validation* dengan nilai k = 6 yang menandakan jumlah *fold* yang digunakan adalah 6 *fold*. Pada tiap *fold* data berjumlah 24 data yang terdiri dari 4 data masing- masing *stage* secara acak.

Proses pengujian yang dilakukan adalah dengan melakukan pencarian parameter yang optimal dengan cara mengganti – ganti kombinasi parameter yang dimasukan. Adapun kombinasi *fold* yang digunakan pada pengujian pada penelitian ini ada pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Kombinasi *Fold Cross Validation*

No Kombinasi	Data Pembelajaran	Data Pengujian
1	D1,D2,D3,D4,D5	D6
2	D1,D2,D3,D4,D6	D5
3	D1,D2,D3,D5,D6	D4
4	D1,D2,D4,D5,D6	D3
5	D1,D3,D4,D5,D6	D2
6	D2,D3,D4,D5,D6	D1

Confusion matrix digunakan untuk mengetahui hasil klasifikasi *stage* asli dengan *stage* hasil deteksi yang dilakukan oleh LVQ dan ANFIS untuk klasifikasi tingkat kematangan tomat. Adapun ukuran matriks yang digunakan adalah 6 x 6 yang akan dijelakan pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Confusion Matrix Klasifikasi Tingkat Kematangan Tomat

		Stage Hasil Deteksi					
		Stage 1	**Stage 2**	**Stage 3**	**Stage 4**	**Stage 5**	**Stage 6**
Stage Asli	**Stage 1**	T1	F12	F13	F14	F15	F16
	Stage 2	F21	T2	F23	F24	F25	F26
	Stage 3	F31	F32	T3	F34	F35	F36
	Stage 4	F41	F42	F43	T4	F45	F46
	Stage 5	F51	F52	F53	F54	T5	F56
	Stage 6	F61	F62	F63	F64	F65	T6

Keterangan :

T1	: Jumlah dari hasil stage 1 yang terdeteksi benar sebagai stage 1
F12	: Jumlah dari hasil stage 1 yang terdeteksi salah sebagai stage 2
F13	: Jumlah dari hasil stage 1 yang terdeteksi salah sebagai stage 3
F14	: Jumlah dari hasil stage 1 yang terdeteksi salah sebagai stage 4
F15	: Jumlah dari hasil stage 1 yang terdeteksi salah sebagai stage 5
F16	: Jumlah dari hasil stage 1 yang terdeteksi salah sebagai stage 6
F21	: Jumlah dari hasil stage 2 yang terdeteksi salah sebagai stage 1
T2	: Jumlah dari hasil stage 2 yang terdeteksi benar sebagai stage 2
F23	: Jumlah dari hasil stage 2 yang terdeteksi salah sebagai stage 3
F24	: Jumlah dari hasil stage 2 yang terdeteksi salah sebagai stage 4
F25	: Jumlah dari hasil stage 2 yang terdeteksi salah sebagai stage 5
F26	: Jumlah dari hasil stage 2 yang terdeteksi salah sebagai stage 6
F31	: Jumlah dari hasil stage 3 yang terdeteksi salah sebagai stage 1
F32	: Jumlah dari hasil stage 3 yang terdeteksi salah sebagai stage 2
T3	: Jumlah dari hasil stage 3 yang terdeteksi benar sebagai stage 3
F34	: Jumlah dari hasil stage 3 yang terdeteksi salah sebagai stage 4
F35	: Jumlah dari hasil stage 3 yang terdeteksi salah sebagai stage 5
F36	: Jumlah dari hasil stage 3 yang terdeteksi salah sebagai stage 6
F41	: Jumlah dari hasil stage 4 yang terdeteksi salah sebagai stage 1
F42	: Jumlah dari hasil stage 4 yang terdeteksi salah sebagai stage 2
F43	: Jumlah dari hasil stage 4 yang terdeteksi salah sebagai stage 3
T4	: Jumlah dari hasil stage 4 yang terdeteksi benar sebagai stage 4
F45	: Jumlah dari hasil stage 4 yang terdeteksi salah sebagai stage 5
F46	: Jumlah dari hasil stage 4 yang terdeteksi salah sebagai stage 6
F51	: Jumlah dari hasil stage 5 yang terdeteksi salah sebagai stage 1
F52	: Jumlah dari hasil stage 5 yang terdeteksi salah sebagai stage 2
F53	: Jumlah dari hasil stage 5 yang terdeteksi salah sebagai stage 3
F54	: Jumlah dari hasil stage 5 yang terdeteksi salah sebagai stage 4
T5	: Jumlah dari hasil stage 5 yang terdeteksi benar sebagai stage 5

F56 : Jumlah dari hasil stage 5 yang terdeteksi salah sebagai stage 6

F61 : Jumlah dari hasil stage 6 yang terdeteksi salah sebagai stage 1

F62 : Jumlah dari hasil stage 6 yang terdeteksi salah sebagai stage 2

F63 : Jumlah dari hasil stage 6 yang terdeteksi salah sebagai stage 3

F64 : Jumlah dari hasil stage 6 yang terdeteksi salah sebagai stage 4

F65 : Jumlah dari hasil stage 6 yang terdeteksi salah sebagai stage 5

T6 : Jumlah dari hasil stage 6 yang terdeteksi benar sebagai stage 6

4.2.2.2. Rencana Pengujian 1

Rencana pengujian pertama menggunakan parameter yang bernilai *maksimal epoch* = 10 *epsilon* 0.1 dan *learning rate* 0.1, 0.5, 1, 0.02, 0.03, 0.06 dan 0.08. Pemilihan nilai parameter yang digunakan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Maharani [17] dan Nuri [13].

4.2.2.3 Pengujian 1

Berikut ini merupakan pengujian klasifikasi tingkat kematangan tomat dengan menggunakan metode *learning vector quantization* dan *adaptive neuro fuzzy inference system*. Pengujian yang digunakan menggunakan *cross validation* dan *confusion matrix* (tabel dapat dilihat di Lampiran D) sesuai rencana pengujian-1 sebagai berikut.

1. Pengujian ke – 1

Parameter yang digunakan adalah *maksimal epoch* = 10, *learning rate* = 0.1 dan *error minimum* = 0.1. Hasil *error* pada setiap *fold* dari pengujian – 1 ini dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Hasil Pengujian Ke - 1

Fold	Jumlah *Error* Klasifikasi (n)	
	LVQ	ANFIS
1	18	19
2	16	1
3	19	6
4	21	18
5	19	6
6	17	7
Total ($\sum_1^k n$)	110	57
Rata – rata $\left(E = \frac{\sum_1^k n}{m}\right)$	0.7639	0.3958

Berdasarkan pengujian ke – 1 didapatkan rata – rata *error* untuk LVQ sebesar 0.7639 dan *error* untuk ANFIS sebesar 0.3958.

2. Pengujian ke – 2

Parameter yang digunakan adalah *maksimal epoch* = 10, *learning rate* = 0.5 dan *error minimum* = 0.1 Hasil *error* pada setiap *fold* dari pengujian – 2 ini dapat dilihat pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Hasil Pengujian Ke - 2

Fold	Jumlah Error Klasifikasi (n)	
	LVQ	ANFIS
1	20	20
2	20	0
3	20	7
4	16	18
5	22	6
6	20	7
Total ($\sum_1^k n$)	118	56
Rata – rata $\left(E = \frac{\sum_1^k n}{m}\right)$	0.8194	0.4028

Berdasarkan pengujian ke – 2 didapatkan rata – rata *error* untuk LVQ sebesar 0. 8194 dan *error* untuk ANFIS sebesar 0. 4028.

3. Pengujian ke – 3

Parameter yang digunakan adalah *maksimal epoch* = 10, *learning rate* = 1 dan *error minimum* = 0.1. Hasil *error* pada setiap *fold* dari pengujian – 3 ini dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Hasil Pengujian Ke - 3

Fold	Jumlah Error Klasifikasi (n)	
	LVQ	ANFIS
1	20	20
2	20	0
3	20	7
4	16	18
5	19	6
6	16	7
Total ($\sum_1^k n$)	111	58
Rata – rata $\left(E = \frac{\sum_1^k n}{m}\right)$	0.7708	0.4028

Berdasarkan pengujian ke – 3 didapatkan rata – rata *error* untuk LVQ sebesar 0. 7708 dan *error* untuk ANFIS sebesar 0.4028.

4. Pengujian ke – 4

Parameter yang digunakan adalah *maksimal epoch* = 10, *learning rate* = 0.02 dan *error minimum* = 0.1. Hasil error pada setiap *fold* dari pengujian – 4 ini dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24 Hasil Pengujian Ke - 4

.Fold	Jumlah Error Klasifikasi (n)	
	LVQ	ANFIS
1	14	17
2	10	2
3	15	6
4	18	17
5	15	6
6	17	6
Total ($\sum_1^k n$)	89	54
Rata – rata $\left(E = \frac{\sum_1^k n}{m}\right)$	0.6181	0.375

Berdasarkan pengujian ke – 4 didapatkan rata – rata *error* untuk LVQ sebesar 0. 6181 dan *error* untuk ANFIS sebesar 0.375.

5. Pengujian ke – 5

Parameter yang digunakan adalah *maksimal epoch* = 10, *learning rate* = 0.03 dan *error minimum* = 0.1. Hasil *error* pada setiap *fold* dari pengujian – 5 ini dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25 Hasil Pengujian Ke - 5

.Fold	Jumlah Error Klasifikasi (n)	
	LVQ	ANFIS
1	15	15
2	20	6
3	20	6
4	16	18
5	19	6
6	24	6
Total ($\sum_1^k n$)	114	57
Rata – rata $\left(E = \frac{\sum_1^k n}{m}\right)$	0.7917	0.3958

Berdasarkan pengujian ke – 5 didapatkan rata – rata *error* untuk LVQ sebesar 0.7917 dan *error* untuk ANFIS sebesar 0.3958.

6. Pengujian ke – 6

Parameter yang digunakan adalah *maksimal epoch* = 10, *learning rate* = 0.06 dan *error minimum* = 0.1. Hasil *error* pada setiap *fold* dari pengujian – 6 ini dapat dilihat pada Tabel 4.26.

Tabel 4.26 Hasil Pengujian Ke - 6

.Fold	Jumlah *Error* Klasifikasi (n)	
	LVQ	ANFIS
1	16	15
2	16	5
3	16	7
4	18	18
5	19	7
6	20	7
Total ($\sum_1^k n$)	105	58
Rata – rata $\left(E = \frac{\sum_1^k n}{m}\right)$	0.7292	0.4097

Berdasarkan pengujian ke – 6 didapatkan rata – rata *error* untuk LVQ sebesar 0.7292 dan *error* untuk ANFIS sebesar 0. 4097.

7. Pengujian ke – 7

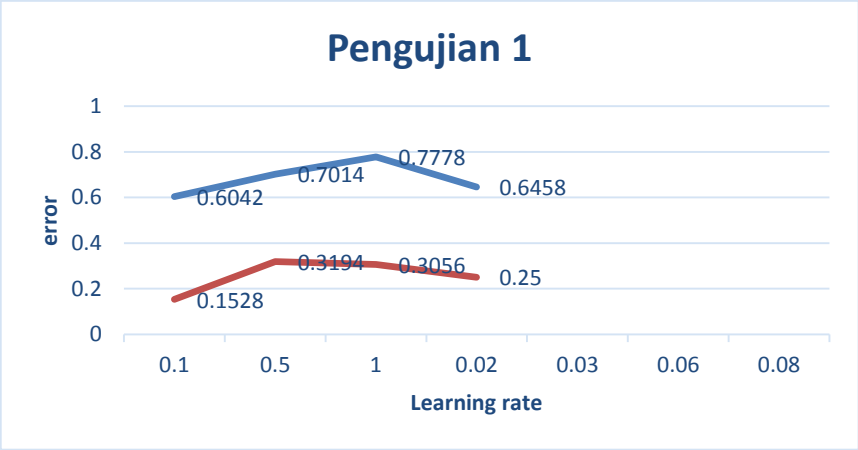
Parameter yang digunakan adalah *maksimal epoch* = 10, *learning rate* = 0.08 dan *error minimum* = 0.1. Hasil *error* pada setiap *fold* dari pengujian – 7 ini dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27 Hasil Pengujian Ke - 7

.Fold	Jumlah *Error* Klasifikasi (n)	
	LVQ	ANFIS
1	17	17
2	16	5
3	21	7
4	18	18
5	18	6
6	20	7
Total ($\sum_1^k n$)	110	60
Rata – rata $\left(E = \frac{\sum_1^k n}{m}\right)$	0.7639	0.4167

Berdasarkan pengujian ke – 7 didapatkan rata – rata *error* untuk LVQ sebesar 0.7639 dan *error* untuk ANFIS sebesar 0.4167.

Berdasarkan rencana pengujian – 1 diperolah hasil secara keseluruhan yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai *learning rate* yang memiliki *error* paling rendah pada kasus ini adalah 0.02 dengan besar *error* LVQ = 0.741667 dan ANFIS = 0.45.



Gambar 4.1 Hasil Rencana Pengujian 1

Hasil perhitungan estimasi performansi LVQ dan ANFIS pada rencana pengujian 1 dapat dilihat pada Tabel 4.28, LVQ memiliki *error* = 0.751 dengan σ = 0.064804 dan ANFIS memiliki *error* = 0.3998 dengan σ = 0.01322.

Tabel 4.28 Hasil Rencana Pengujian 1

i	*Learning Rate*	Rata – rata $\left(E = \frac{\sum_1^k n}{m}\right)$		$(E_i - e)^2$	
		LVQ	ANFIS	LVQ	ANFIS
1	0.1	0.7639	0.3958	0.000166	0.000016
2	0.5	0.8194	0.4028	0.004679	9E-06
3	1	0.7708	0.4028	0.000392	9E-06
4	0.02	0.6181	0.375	0.017662	0.000615
5	0.03	0.7917	0.3958	0.001656	0.000016
6	0.06	0.7292	0.4097	0.000475	9.8E-05
7	0.08	0.7639	0.4167	0.000166	0.000286
$e = \frac{\sum_{i=1}^t E_i}{t}$		0.751	0.3998		
$V = \frac{\sum_{i=1}^t (E_i - e)^2}{t-1}$				0.0042	0.000175
$\sigma = \sqrt{V}$				0.064804	0.01322

4.2.2.4 Rencana Pengujian 2

Rencana pengujian kedua dilakukan dengan menggunakan parameter yang bernilai *maksimal epoch* = 20, 50, 100, 200 dan 300, *epsilon* 0.1 dan *learning rate* 0.02.

4.2.2.5 Pengujian 2

Berikut ini merupakan pengujian klasifikasi tingkat kematangan tomat dengan menggunakan metode *learning vector quantization* dan *adaptive neuro fuzzy inference system*. Pengujian yang digunakan menggunakan *cross validation* dan *confusion matrix* (tabel dapat dilihat di Lampiran D) sesuai rencana pengujian 2 sebagai berikut.

1. Pengujian ke - 8

Parameter yang digunakan adalah *maksimal epoch* = 20, *learning rate* = 0.02 dan *error minimum* = 0.1. Hasil *error* pada setiap *fold* dari pengujian – 8 ini dapat dilihat pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29 Hasil Pengujian Ke - 8

.Fold	Jumlah *Error* Klasifikasi (n)	
	LVQ	ANFIS
1	15	3
2	20	3
3	15	4
4	24	20
5	19	0
6	15	2
Total ($\sum_1^k n$)	108	32
Rata – rata $\left(E = \frac{\sum_1^k n}{m}\right)$	0.75	0.22222

Berdasarkan pengujian ke – 8 didapatkan rata – rata *error* untuk LVQ sebesar 0.75 dan *error* untuk ANFIS sebesar 0.22222.

2. Pengujian ke – 9

Parameter yang digunakan adalah *maksimal epoch* = 50, *learning rate* = 0.02 dan *error minimum* = 0.1. Hasil *error* pada setiap *fold* dari pengujian – 9 ini dapat dilihat pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30 Hasil Pengujian Ke - 9

.Fold	Jumlah *Error* Klasifikasi (n)	
	LVQ	ANFIS
1	13	18
2	12	12
3	20	6
4	16	0
5	20	20
6	24	3
Total ($\sum_1^k n$)	105	59
Rata – rata $\left(E = \frac{\sum_1^k n}{m}\right)$	0.72917	0.40972

Berdasarkan pengujian ke – 9 didapatkan rata – rata *error* untuk LVQ sebesar 0.72917 dan *error* untuk ANFIS sebesar 0.40972.

3. Pengujian ke – 10

Parameter yang digunakan adalah *maksimal epoch* = 100, *learning rate* = 0.02 dan *error minimum* = 0. 1. Hasil error pada setiap *fold* dari pengujian – 10 ini dapat dilihat pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31 Hasil Pengujian Ke - 10

Fold	Jumlah *Error* Klasifikasi (n)	
	LVQ	ANFIS
1	13	0
2	17	2
3	16	20
4	15	5
5	18	0
6	22	7
Total ($\sum_1^k n$)	101	34
Rata – rata $\left(E = \frac{\sum_1^k n}{m}\right)$	0.70139	0.23611

Berdasarkan pengujian ke – 10 didapatkan rata – rata *error* untuk LVQ sebesar 0.70139 dan *error* untuk ANFIS sebesar 0.23611.

4. Pengujian ke – 11

Parameter yang digunakan adalah *maksimal epoch* = 200, *learning rate* = 0.02 dan *error minimum* = 0.1. Hasil *error* pada setiap *fold* dari pengujian – 11 ini dapat dilihat pada Tabel 4.32.

Tabel 4.32 Hasil Pengujian Ke - 11

Fold	Jumlah *Error* Klasifikasi (n)	
	LVQ	ANFIS
1	14	19
2	20	20
3	15	20
4	16	2
5	17	0
6	12	14
Total ($\sum_1^k n$)	94	75
Rata – rata $\left(E = \frac{\sum_1^k n}{m}\right)$	0.65278	0.52083

Berdasarkan pengujian ke – 11 didapatkan rata – rata *error* untuk LVQ sebesar 0.65278 dan *error* untuk ANFIS sebesar 0.52083.

5. Pengujian ke – 12

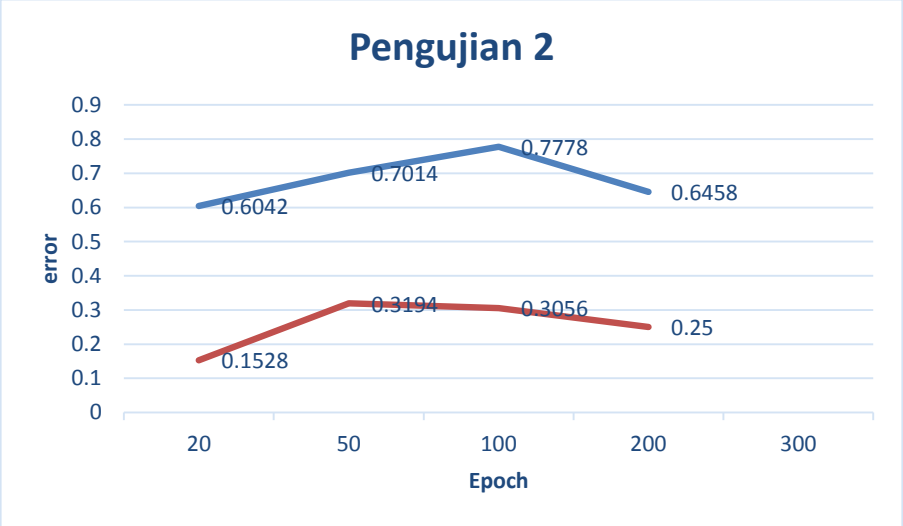
Parameter yang digunakan adalah maksimal epoch = 300, *learning rate* = 0.02 dan *error minimum* = 0.1. Hasil *error* pada setiap *fold* dari pengujian – 12 ini dapat dilihat pada Tabel 4.33.

Tabel 4.33 Hasil Pengujian Ke - 12

Fold	Jumlah *Error* Klasifikasi (n)	
	LVQ	ANFIS
1	14	1
2	12	1
3	12	4
4	16	14
5	23	0
6	10	2
Total ($\sum_1^k n$)	87	22
Rata – rata $\left(E = \frac{\sum_1^k n}{m}\right)$	0.60417	0.15278

Berdasarkan pengujian ke – 12 didapatkan rata – rata *error* untuk LVQ sebesar 0.60417 dan *error* untuk ANFIS sebesar 0.15278.

Berdasarkan rencana pengujian – 2 diperolah hasil secara keseluruhan yang dapat dilihat pada Gambar 4.2 dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai *maksimal epoch* yang memiliki *error* paling rendah pada kasus ini adalah 300 dengan nilai error LVQ sebesar 0.6042 dan ANFIS 0.1528.



Gambar 4.2 Hasil Rencana Pengujian 2

Hasil perhitungan estimasi performansi LVQ dan ANFIS pada rencana pengujian 2 dapat dilihat pada Tabel 4.34, LVQ memiliki *error* = 0.68752 dengan σ = 0.059121 dan ANFIS memiliki *error* = 0.30832 dengan σ = 0.151859.

Tabel 4.34 Hasil Rencana Pengujian 2

i	Epoch	Rata – rata $\left(E = \frac{\sum_1^k n}{m}\right)$		$(E_i - e)^2$	
		LVQ	ANFIS	LVQ	ANFIS
1	20	0.75	0.2222	0.003904	0.007417
2	50	0.7292	0.4097	0.001737	0.010278
3	100	0.7014	0.2361	0.000193	0.005216
4	200	0.6528	0.5208	0.001205	0.045148
5	300	0.6042	0.1528	0.006942	0.024186
$e = \frac{\sum_{i=1}^t E_i}{t}$		0.68752	0.30832		
$V = \frac{\sum_{i=1}^t (E_i - e)^2}{t-1}$				0.003495	0.023061
$\sigma = \sqrt{V}$				0.059121	0.151859

4.2.2.6 Rencana Pengujian 3

Rencana pengujian ketiga menggunakan parameter yang bernilai *maksimal epoch* = 300, *epsilon* = 0.1, 0.001, 0.00001, 0.000001 dan *learning rate* 0.02.

4.2.2.7 Pengujian 3

Berikut ini merupakan pengujian klasifikasi tingkat kematangan tomat dengan menggunakan metode *learning vector quantization* dan *adaptive neuro fuzzy inference system*. Pengujian yang digunakan menggunakan *cross validation*

dan *confusion matrix* (tabel dapat dilihat di Lampiran D) sesuai rencana pengujian 3 sebagai berikut.

1. Pengujian ke – 13

Parameter yang digunakan adalah *maksimal epoch* = 300, *learning rate* = 0.02 dan *error minimum* = 0.1. Hasil *error* pada setiap *fold* dari pengujian – 13 ini dapat dilihat pada Tabel 4.35.

Tabel 4.35 Hasil Pengujian Ke - 13

Fold	Jumlah *Error* Klasifikasi (n)	
	LVQ	ANFIS
1	14	1
2	12	1
3	12	4
4	16	14
5	23	0
6	10	2
	87	22
Rata - rata	0.60417	0.15278

Berdasarkan pengujian ke – 13 didapatkan rata – rata *error* untuk LVQ sebesar 0.60417 dan *error* untuk ANFIS sebesar 0.15278.

2. Pengujian ke – 14

Parameter yang digunakan adalah maksimal epoch = 300, *learning rate* = 0.02 dan *error minimum* = 0.001. Hasil *error* pada setiap *fold* dari pengujian – 14 ini dapat dilihat pada Tabel 4.36.

Tabel 4.36 Hasil Pengujian Ke - 14

Fold	Jumlah *Error* Klasifikasi (n)	
	LVQ	ANFIS
1	12	1
2	14	1
3	15	15
4	20	19
5	20	0
6	20	10
	101	46
Rata - rata	0.70139	0.31944

Berdasarkan pengujian ke – 14 didapatkan rata – rata *error* untuk LVQ sebesar 0.70139 dan *error* untuk ANFIS sebesar 0.31944.

8. Pengujian ke – 15

Parameter yang digunakan adalah *maksimal epoch* = 300, *learning rate* = 0.02 dan *error minimum* = 0.00001. Hasil *error* pada setiap *fold* dari pengujian – 15 ini dapat dilihat pada Tabel 4.37.

Tabel 4.37 Hasil Pengujian Ke - 15

Fold	Jumlah *Error* Klasifikasi (n)	
	LVQ	ANFIS
1	20	10
2	20	0
3	20	19
4	20	13
5	20	1
6	12	1
	112	44
Rata - rata	0.7778	0.30556

Berdasarkan pengujian ke – 15 didapatkan rata – rata *error* untuk LVQ sebesar 0.7778 dan *error* untuk ANFIS sebesar 0.30556.

9. Pengujian ke – 16

Parameter yang digunakan adalah *maksimal epoch* = 300, *learning rate* = 0.02 dan *error minimum* = 0.000001. Hasil *error* pada setiap *fold* dari pengujian – 16 ini dapat dilihat pada Tabel 4.38.

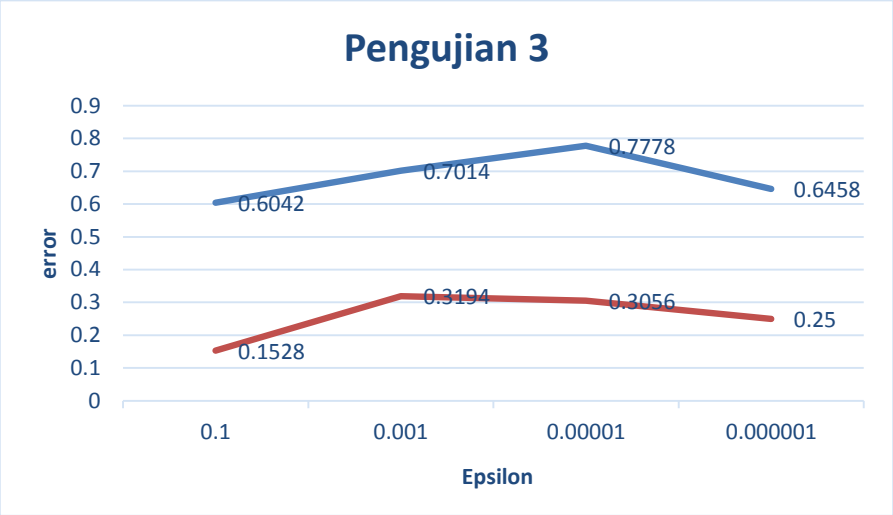
Tabel 4.38 Hasil Pengujian Ke - 16

Fold	Jumlah *Error* Klasifikasi (n)	
	LVQ	ANFIS
1	12	1
2	15	1
3	17	15
4	17	9
5	20	0
6	12	10
	93	36
Rata - rata	0.64583	0.25

Berdasarkan pengujian ke – 16 didapatkan rata – rata *error* untuk LVQ sebesar 0.64583 dan *error* untuk ANFIS sebesar 0.25.

Berdasarkan rencana pengujian – 3 diperolah hasil secara keseluruhan yang dapat dilihat pada Gambar 4.3 dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai *epsilon (error*

minimum) yang memiliki nilai error paling rendah pada kasus ini adalah 0.1 dengan nilai error pada LVQ sebesar 0.6042 dan ANFIS sebesar 0.1528.



Gambar 4.3 Hasil Rencana Pengujian 3

Hasil perhitungan estimasi performansi LVQ dan ANFIS pada rencana pengujian 3 dapat dilihat pada Tabel 4.39, LVQ memiliki error = 0.6823 dengan σ = 0.075093 dan ANFIS memiliki error = 025695 dengan σ = 0.075636.

Tabel 4.39 Hasil Rencana Pengujian 3

i	Epoch	Rata – rata $\left(E = \frac{\sum_1^k n}{m}\right)$		$(E_i - e)^2$	
		LVQ	ANFIS	LVQ	ANFIS
1	0.1	0.6042	0.1528	0.0061	0.010847
2	0.001	0.7014	0.3194	0.000365	0.0039
3	0.00001	0.7778	0.3056	0.00912	0.002367
4	0.000001	0.6458	0.25	0.001332	4.83E-05
$e = \frac{\sum_{i=1}^t E_i}{t}$		0.6823	0.25695		
$V = \frac{\sum_{i=1}^t (E_i - e)^2}{t-1}$				0.005639	0.005721
$\sigma = \sqrt{V}$				0.075093	0.075636

4.2.2.8 Rencana Pengujian Perkelas / Per-*Stage*

Proses pengujian yang dilakukan pada metode LVQ dan ANFIS pada tahap ini akan dilakukan untuk menguji nilai akurasi yang dihasilkan untuk tiap *stage*

pada tingkat kematangan tomat yaitu dari *stage* 1 hingga 6. Hasil pada setiap pengujian akan dinyatakan pada *confusion matrix*.

1. Pengujian *Stage* – 1

Pada pengujian ini akan dilakukan pengujian metode LVQ dan ANFIS terhadap 24 data *stage* – 1 sebagai berikut.

Tabel 4.40 Pengujian *Stage* - 1

No_Tomat	***Stage***	***Stage* LVQ**	***Stage* ANFIS**
1	1	1	1
2	1	2	1
3	1	2	1
4	1	1	2
5	1	2	1
6	1	1	1
7	1	3	1
8	1	1	1
9	1	1	1
10	1	2	1
11	1	1	1
12	1	1	1
13	1	2	1
14	1	1	1
15	1	1	1
16	1	3	1
17	1	2	1
18	1	1	1
19	1	1	1
20	1	1	2
21	1	3	2
22	1	1	1
23	1	2	2
24	1	1	2
Jumlah Benar		**14**	**19**

Tabel 4.41 *Confusion Matrix LVQ* Pada *Stage* - 1

		Stage Hasil Deteksi LVQ					
		Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5	Stage 6
Stage Asli	Stage 1	14	7	3	0	0	0
	Stage 2	0	0	0	0	0	0
	Stage 3	0	0	0	0	0	0
	Stage 4	0	0	0	0	0	0
	Stage 5	0	0	0	0	0	0
	Stage 6	0	0	0	0	0	0

Tabel 4.42 *Confusion Matrix ANFIS* Pada *Stage* - 1

		Stage Hasil Deteksi LVQ					
		Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5	Stage 6
Stage Asli	Stage 1	19	5	0	0	0	0
	Stage 2	0	0	0	0	0	0
	Stage 3	0	0	0	0	0	0
	Stage 4	0	0	0	0	0	0
	Stage 5	0	0	0	0	0	0
	Stage 6	0	0	0	0	0	0

Akurasi terhadap hasil pengujian pada pengujian terhadap *stage* - 1 yang teridentifikasi benar oleh LVQ yaitu $\frac{14}{24} x\ 100\% = 58.33\%$ dan akurasi terhadap hasil pengujian yang teridentifikasi salah yaitu $\frac{10}{24} x\ 100\% = 41.67\%$, sedangkan akurasi terhadap hasil pengujian yang teridentifikasi benar oleh ANFIS yaitu $\frac{19}{24} x\ 100\% = 79.17\%$ dan akurasi terhadap hasil pengujian yang teridentifikasi salah yaitu $\frac{5}{24} x\ 100\% = 20.83\%$.

2. *Stage* – 2

Pada pengujian ini akan dilakukan pengujian metode LVQ dan ANFIS terhadap 24 data *stage* – 2 sebagai berikut.

Tabel 4.43 Pengujian *Stage* - 2

No_Tomat	***Stage***	***Stage* LVQ**	***Stage* ANFIS**
1	2	2	2
2	2	2	2
3	2	3	2
4	2	3	2
5	2	1	2
6	2	2	2
7	2	3	2
8	2	3	2
9	2	2	2
10	2	2	2
11	2	3	2
12	2	2	2
13	2	2	2
14	2	2	2
15	2	3	2
16	2	3	2
17	2	2	2
18	2	3	2
19	2	2	2
20	2	2	2
21	2	3	2

22	2	2	2
23	2	2	2
24	2	2	2
Jumlah Benar		**14**	**24**

Tabel 4.44 *Confusion Matrix LVQ* Pada *Stage* - 2

		Stage Hasil Deteksi LVQ					
		Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5	Stage 6
Stage Asli	Stage 1	0	0	0	0	0	0
	Stage 2	1	14	9	0	0	0
	Stage 3	0	0	0	0	0	0
	Stage 4	0	0	0	0	0	0
	Stage 5	0	0	0	0	0	0
	Stage 6	0	0	0	0	0	0

Tabel 4.45 *Confusion Matrix ANFIS* Pada *Stage* - 2

		Stage Hasil Deteksi LVQ					
		Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5	Stage 6
Stage Asli	Stage 1	0	0	0	0	0	0
	Stage 2	0	24	0	0	0	0
	Stage 3	0	0	0	0	0	0
	Stage 4	0	0	0	0	0	0
	Stage 5	0	0	0	0	0	0
	Stage 6	0	0	0	0	0	0

Akurasi terhadap hasil pengujian pada pengujian terhadap *stage* - 2 yang teridentifikasi benar oleh LVQ yaitu $\frac{14}{24} x\ 100\% = 58.33\%$ dan akurasi terhadap hasil pengujian yang teridentifikasi salah yaitu $\frac{10}{24} x\ 100\% = 41.67\%$, sedangkan akurasi terhadap hasil pengujian yang teridentifikasi benar oleh ANFIS yaitu $\frac{24}{24} x\ 100\% = 100\%$ dan akurasi terhadap hasil pengujian yang teridentifikasi salah yaitu $\frac{0}{24} x\ 100\% = 0\%$.

3. *Stage* – 3

Pada pengujian ini akan dilakukan pengujian metode LVQ dan ANFIS terhadap 24 data *stage* – 3 sebagai berikut.

Tabel 4.46 Pengujian *Stage* – 3

No_Tomat	***Stage***	***Stage* LVQ**	***Stage* ANFIS**
1	3	3	3
2	3	3	4
3	3	3	3
4	3	2	3
5	3	2	3
6	3	3	4

7	3	3	4
8	3	3	4
9	3	4	4
10	3	2	3
11	3	2	3
12	3	2	3
13	3	4	4
14	3	3	3
15	3	2	3
16	3	3	3
17	3	3	4
18	3	3	3
19	3	3	3
20	3	4	3
21	3	5	4
22	3	4	3
23	3	4	4
24	3	4	4
Jumlah Benar		**11**	**14**

Tabel 4.47 *Confusion Matrix LVQ* Pada *Stage* - 3

		Stage Hasil Deteksi LVQ					
		Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5	Stage 6
Stage Asli	Stage 1	0	0	0	0	0	0
	Stage 2	0	0	0	0	0	0
	Stage 3	0	6	11	6	1	0
	Stage 4	0	0	0	0	0	0
	Stage 5	0	0	0	0	0	0
	Stage 6	0	0	0	0	0	0

Tabel 4.48 *Confusion Matrix ANFIS* Pada *Stage* - 3

		Stage Hasil Deteksi LVQ					
		Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5	Stage 6
Stage Asli	Stage 1	0	0	0	0	0	0
	Stage 2	0	0	0	0	0	0
	Stage 3	0	0	14	10	0	0
	Stage 4	0	0	0	0	0	0
	Stage 5	0	0	0	0	0	0
	Stage 6	0	0	0	0	0	0

Akurasi terhadap hasil pengujian pada pengujian terhadap *stage* - 3 yang teridentifikasi benar oleh LVQ yaitu $\frac{11}{24} x\ 100\% = 45.83\%$ dan akurasi terhadap hasil pengujian yang teridentifikasi salah yaitu $\frac{13}{24} x\ 100\% = 54.17\%$, sedangkan akurasi terhadap hasil pengujian yang teridentifikasi benar oleh ANFIS yaitu $\frac{14}{24} x\ 100\% = 58.33\%$ dan akurasi terhadap hasil pengujian yang teridentifikasi salah yaitu $\frac{10}{24} x\ 100\% = 41.67\%$.

4. *Stage* – 4

Pada pengujian ini akan dilakukan pengujian metode LVQ dan ANFIS terhadap 24 data *stage* – 4 sebagai berikut.

Tabel 4.49 Pengujian *Stage* – 4

No_Tomat	***Stage***	***Stage* LVQ**	***Stage* ANFIS**
1	4	5	4
2	4	4	4
3	4	3	4
4	4	3	4
5	4	3	4
6	4	4	4
7	4	4	4
8	4	4	4
9	4	4	4
10	4	5	4
11	4	4	4
12	4	5	4
13	4	5	4
14	4	5	4
15	4	4	4
16	4	5	4
17	4	5	4
18	4	5	4
19	4	5	4
20	4	4	4
21	4	4	4
22	4	4	4
23	4	5	4
24	4	5	4
Jumlah Benar		**10**	**24**

Tabel 4.50 *Confusion Matrix LVQ* Pada *Stage* - 4

		Stage Hasil Deteksi LVQ					
		Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5	Stage 6
Stage Asli	Stage 1	0	0	0	0	0	0
	Stage 2	0	0	0	0	0	0
	Stage 3	0	0	0	0	0	0
	Stage 4	0	0	3	10	11	0
	Stage 5	0	0	0	0	0	0
	Stage 6	0	0	0	0	0	0

Tabel 4.51 *Confusion Matrix ANFIS* Pada *Stage* - 4

		Stage Hasil Deteksi LVQ					
		Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5	Stage 6
Stage Asli	Stage 1	0	0	0	0	0	0
	Stage 2	0	0	0	0	0	0
	Stage 3	0	0	0	0	0	0
	Stage 4	0	0	0	24	0	0
	Stage 5	0	0	0	0	0	0
	Stage 6	0	0	0	0	0	0

Akurasi terhadap hasil pengujian pada pengujian terhadap *stage* - 4 yang teridentifikasi benar oleh LVQ yaitu $\frac{10}{24} x\ 100\% = 41.67\%$ dan akurasi terhadap hasil pengujian yang teridentifikasi salah yaitu $\frac{14}{24} x\ 100\% = 58.33\%$, sedangkan akurasi terhadap hasil pengujian yang teridentifikasi benar oleh ANFIS yaitu $\frac{24}{24} x\ 100\% = 100\%$ dan akurasi terhadap hasil pengujian yang teridentifikasi salah yaitu $\frac{0}{24} x\ 100\% = 0\%$.

5. *Stage* – 5

Pada pengujian ini akan dilakukan pengujian metode LVQ dan ANFIS terhadap 24 data *stage* – 5 sebagai berikut.

Tabel 4.52 Pengujian *Stage* – 5

No_Tomat	***Stage***	***Stage* LVQ**	***Stage* ANFIS**
1	5	5	5
2	5	4	5
3	5	5	5
4	5	3	5
5	5	4	5
6	5	5	5
7	5	3	5
8	5	5	5
9	5	6	5
10	5	5	5
11	5	5	5
12	5	6	5
13	5	6	5
14	5	5	5
15	5	6	5
16	5	6	5
17	5	6	5
18	5	6	5
19	5	6	5
20	5	6	5
21	5	6	5

22	5	6	5
23	5	6	5
24	5	5	5
Jumlah Benar		**8**	**24**

Tabel 4.53 *Confusion Matrix LVQ* Pada *Stage* - 5

		Stage Hasil Deteksi LVQ					
		Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5	Stage 6
Stage Asli	Stage 1	0	0	0	0	0	0
	Stage 2	0	0	0	0	0	0
	Stage 3	0	0	0	0	0	0
	Stage 4	0	0	0	0	0	0
	Stage 5	0	0	2	2	8	12
	Stage 6	0	0	0	0	0	0

Tabel 4.54 *Confusion Matrix ANFIS* Pada *Stage* - 5

		Stage Hasil Deteksi LVQ					
		Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5	Stage 6
Stage Asli	Stage 1	0	0	0	0	0	0
	Stage 2	0	0	0	0	0	0
	Stage 3	0	0	0	0	0	0
	Stage 4	0	0	0	0	0	0
	Stage 5	0	0	0	0	24	0
	Stage 6	0	0	0	0	0	0

Akurasi terhadap hasil pengujian pada pengujian terhadap *stage* - 5 yang teridentifikasi benar oleh LVQ yaitu $\frac{8}{24} x\ 100\% = 33.33\%$ dan akurasi terhadap hasil pengujian yang teridentifikasi salah yaitu $\frac{16}{24} x\ 100\% = 66.67\%$, sedangkan akurasi terhadap hasil pengujian yang teridentifikasi benar oleh ANFIS yaitu $\frac{24}{24} x\ 100\% = 100\%$dan akurasi terhadap hasil pengujian yang teridentifikasi salah yaitu $\frac{0}{24} x\ 100\% = 0\%$.

6. *Stage* – 6

Pada pengujian ini akan dilakukan pengujian metode LVQ dan ANFIS terhadap 24 data *stage* – 6 sebagai berikut.

Tabel 4.55 Pengujian *Stage* – 6

No_Tomat	***Stage***	***Stage* LVQ**	***Stage* ANFIS**
1	6	6	6
2	6	6	6
3	6	5	6
4	6	6	6
5	6	5	6
6	6	6	6

7	6	6	6
8	6	6	6
9	6	6	6
10	6	6	6
11	6	6	6
12	6	6	6
13	6	6	6
14	6	6	6
15	6	6	6
16	6	6	6
17	6	5	6
18	6	4	6
19	6	4	6
20	6	6	6
21	6	6	6
22	6	6	6
23	6	6	6
24	6	6	6
Jumlah Benar		**19**	**24**

Tabel 4.56 *Confusion Matrix LVQ* Pada *Stage* - 6

		Stage Hasil Deteksi LVQ					
		Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5	Stage 6
Stage Asli	Stage 1	0	0	0	0	0	0
	Stage 2	0	0	0	0	0	0
	Stage 3	0	0	0	0	0	0
	Stage 4	0	0	0	0	0	0
	Stage 5	0	0	0	0	0	0
	Stage 6	0	0	0	2	3	19

Tabel 4.57 *Confusion Matrix ANFIS* Pada *Stage* - 6

		Stage Hasil Deteksi LVQ					
		Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5	Stage 6
Stage Asli	Stage 1	0	0	0	0	0	0
	Stage 2	0	0	0	0	0	0
	Stage 3	0	0	0	0	0	0
	Stage 4	0	0	0	0	0	0
	Stage 5	0	0	0	0	0	0
	Stage 6	0	0	0	0	0	24

Akurasi terhadap hasil pengujian pada pengujian terhadap *stage* - 6 yang teridentifikasi benar oleh LVQ yaitu $\frac{19}{24} x\ 100\% = 79.17\%$ dan akurasi terhadap hasil pengujian yang teridentifikasi salah yaitu $\frac{5}{24} x\ 100\% = 20.83\%$, sedangkan akurasi terhadap hasil pengujian yang teridentifikasi benar oleh ANFIS yaitu $\frac{24}{24} x\ 100\% = 100\%$dan akurasi terhadap hasil pengujian yang teridentifikasi salah yaitu $\frac{0}{24} x\ 100\% = 0\%$.

4.3. Kesimpulan Hasil Pengujian Metode

Berdasarkan hasil pengujian metode sesuai rencana 1 hingga 3, maka diperoleh kesimpulan bahwa metode *learning vector quantization* dan *adaptive neuro fuzzy inference system* dapat mendeteksi tingkat kematangan tomat dengan nilai error terrendah untuk metode LVQ dan ANFIS didapatkan pada kombinasi parameter *maksimal epoch* = 300, *learning rate* = 0.02 dan *epsilon* = 0.1. Besar nilai error LVQ = 0.6042 dan ANFIS = 0.1528. Nilai error tersebut menandakan besarnya kesalahan klasifikasi yang dilakukan. ANFIS memiliki kesalahan klasifikasi yang lebih rendah dibandingkan LVQ, tingginya kesalahan klasifikasi LVQ diakibatkan oleh kegagalan pada klasifikasi *stage* 4 dan 5 karena pada *stage* tersebut warna tomat memiliki warna yang sulit untuk dibedakan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa ANFIS memiliki keakuratan yang lebih baik dibandingkan LVQ untuk klasifikasi tingkat kematangan tomat berdasarkan unsur RGB yang dimiliki citra tomat.