BAB 4
IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

4.1 Implementasi

Implementasi adalah penerapan dari hasil perancangan yang telah dilakukan di tahap analisis kebutuhan algoritma. Hasil perancangan diterapkan menjadi sebuah aplikasi untuk implementasi *k-means clustering* dan *Learning Vector Quantization* (LVQ) untuk optimasi kasus pengenalan suara. Implementasi yang dilakukan antara lain menerapkan hasil analisis dan perancangan perangkat keras, perangkat lunak, basis data dan antarmuka.

4.1.1 Implementasi Perangkat Keras

Spesifikasi perangkat keras yang digunakan untuk membangun aplikasi ini yaitu sebagai berikut:

1. Processor 1,70 GHz
2. RAM 4 GB
3. Layar dengan resolusi 1366 x 768 pixel
4. *Keyboard* standar
5. *Mouse* standar
6. *Microphone* standar
7. *Speaker* standar

4.1.2 Implementasi Perangkat Lunak

Spesifikasi perangkat lunak yang digunakan untuk membangun aplikasi ini yaitu sebagai berikut:

1. Sistem Operasi Windows 8.1
2. Microsoft Visual Studio 2010 Ultimate Edition
3. DBMS MySQL 5.1.36

4.1.3 Implementasi Basis Data

Implementasi basis data dalam bahasa SQL seperti pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Implementasi Basis Data

No	Proses	SQL
1	Pembuatan basis data	CREATE DATABASE pengenalan_suara;
2	Pembuatan tabel bobot (tb_bobot)	CREATE TABLE IF NOT EXISTS `tb_bobot` (`id_bobot` int(10) NOT NULL `bobot0` double NOT NULL, `bobot1` double NOT NULL, `bobot2` double NOT NULL, `bobot3` double NOT NULL, `bobot4` double NOT NULL, `bobot5` double NOT NULL, PRIMARY KEY(`id_bobot`)) ENGINE=MyISAM;
3	Pembuatan tabel data (tb_data)	CREATE TABLE IF NOT EXISTS `tb_data` (`id_suara` int(10) NOT NULL, `bobot0` double NOT NULL, `bobot1` double NOT NULL, `bobot2` double NOT NULL, `bobot3` double NOT NULL, `bobot4` double NOT NULL, `bobot5` double NOT NULL, `target` double NOT NULL, PRIMARY KEY(`id_suara`)) ENGINE=MyISAM;
4	Pembuatan tabel pattern (tb_pattern)	CREATE TABLE IF NOT EXISTS `tb_pattern` (`target` int(10) NOT NULL, `bobot0` double NOT NULL, `bobot1` double NOT NULL, `bobot2` double NOT NULL, `bobot3` double NOT NULL, `bobot4` double NOT NULL, `bobot5` double NOT NULL, PRIMARY KEY(`target`)

No	Proses	SQL
		) ENGINE=MyISAM;

4.1.4 Implementasi Class

Implementasi class merupakan implementasi dari analisis class pada class diagram. Deskripsi dari implementasi class pada aplikasi yang dibangun dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.2 Implementasi *Class*

No	Nama Class	Nama File Executable
1	FormMainMenu	FormMainMenu.cs
2	FormMFCC	FormMFCC.cs
3	FormDataLatih	FormDataLatih.cs
4	FormUjiSpeaker Recognition	FormUjiSpeaker Recognition.cs
5	FormRekam	FormRekam.cs
6	FormCrossValidation	FormCrossValidation.cs

4.1.5 Implementasi Antarmuka

Penjelasan antarmuka pada aplikasi untuk implementasi *k-means clustering* dan *Learning Vector Quantization* (LVQ) untuk optimasi kasus pengenalan suara pada tabel berikut:

Tabel 4.3 Implementasi Antarmuka

No	Antarmuka	Deskripsi
1	Main Menu	Menampilkan tampilan awal program
2	MFCC	Menampilkan tampilan ekstraksi ciri suara menggunakan MFCC dan *k-means clustering*
3	Pembelajaran LVQ	Menampilkan tampilan pelatihan/pembelajaran LVQ
4	Speaker Recognition	Menampilkan tampilan pengujian *speaker recognition*
5	Perekaman	Menampilkan tampilan perekaman suara
6	Pengujian	Menampilkan tampilan pengujian *cross-validaton*

4.2 Skenario Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengukur parameter yang optimal pada klasifikasi LVQ dan mengukur tingkat akurasi dari penggunaan *learning rate* (α), penurunan *learning rate* (dec α) dan maksimal epoh yang optimal.

4.2.1 Skenario Pengujian Parameter LVQ

Skenario pengujian untuk mengukur parameter dilakukan untuk mendapatkan nilai yang optimal pada penggunaan *learning rate* (α), penurunan *learning rate* (dec α) dan *maksimum* epoh pada klasifikasi LVQ dengan menggunakan 112 data latih dan 48 data uji.

Skenario pengujian untuk mengukur *learning rate* (α) menggunakan nilai penurunan *learning rate* = 0.001 dan *maksimum* epoh = 100, skenario tersebut ditampilkan pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Skenario Pengujian *Learning Rate*

Pengujian	α	dec α	maksimum epoh
1	0.001	0.001	100
2	0.469	0.001	100
3	0.555	0.001	100
4	0.777	0.001	100
5	0.999	0.001	100

Pada pengujian *learning rate* akan diketahui nilai *learning rate* yang menghasilkan akurasi tertinggi. Setelah melakukan pengujian terhadap *learning rate* maka dilakukan pengujian terhadap penurunan *learning rate* dengan menggunakan nilai *learning ra*te yang pada pengujian *learning rate* menghasilkan tingkat akurasi tertinggi dan *maksimum* epoh = 100. Pada pengujian penurunan *learning rate* dapat diketahui nilai penurunan *learning rate* yang menghasilkan tingkat akurasi tertinggi.

Selanjutnya dilakukan pengujian terhadap *maksimum* epoh dengan menggunakan nilai *learning rate* yang pada pengujian *learning rate* menghasilkan tingkat akurasi tertinggi dan nilai penurunan *learning rate* yang pada pengujian penurunan learning rate menghasilkan tingkat akurasi tertinggi. Pada pengujian

maksimum epoh akan diketahui nilai *maksimum* epoh yang menghasilkan akurasi tertinggi.

4.2.2 Skenario Pengujian K-Fold Cross Validation

Adapun pengujian yang dilakukan menggunakan *k-fold cross validation* dengan nilai k=10. Nilai 10 menunjukan jumlah dataset (D), dimana dataset (D) dibagi menjadi 10 bagian yaitu D1,..,D10 dan iterasi (pengujian) dilakukan sebanyak sepuluh kali.

Jumlah data yang digunakan sebanyak 160 data. Tiap dataset (D) terdiri dari 16 data. Percobaan pengujian dilakukan sebanyak sepuluh kali, dimana tiap dataset akan secara bergantian menjadi data latih dan data uji. Skenario pengujian yang akan dilakukan ditampilkan pada Tabel 4.5 berikut

Tabel 4.5 Skenario Pengujian

Fold	Data Uji	Data Latih
1	D1	D2,D3,D4,D5,D6,D7,D8,D9,D10
2	D2	D1,D3,D4,D5,D6,D7,D8,D9,D10
3	D3	D1,D2,D4,D5,D6,D7,D8,D9,D10
4	D4	D1,D2,D3,D5,D6,D7,D8,D9,D10
5	D5	D1,D2,D3,D4,D6,D7,D8,D9,D10
6	D6	D1,D2,D3,D4,D5,D7,D8,D9,D10
7	D7	D1,D2,D3,D4,D5,D6,D8,D9,D10
8	D8	D1,D2,D3,D4,D5,D6,D7,D9,D10
9	D9	D1,D2,D3,D4,D5,D6,D7,D8,D10
10	D10	D1,D2,D3,D4,D5,D6,D7,D8,D9

4.3 Pengujian

Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian parameter LVQ dan pengujian k-fold cross validation sebagai berikut:

4.3.1 Pengujian Parameter LVQ

Pengujian parameter LVQ dilakukan untuk mendapatkan nilai yang optimal pada penggunaan *learning rate* (α), penurunan *learning rate* (dec α) dan *maksimum* epoh pada klasifikasi LVQ dengan menggunakan 112 data latih dan 48

data uji. Berikut ini pengujian terhadap *learning rate* (α) berdasarkan skenario pengujian:

1. Pengujian satu

Pada pengujian satu parameter yang digunakan yaitu *learning rate* ($\alpha = 0.001$), penurunan *learning rate* ($\mathrm{dec}\,\alpha = 0.001$) dan *maksimum* epoh=100. Hasil dari pengujian satu terhadap *learning rate* (α) ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.6 Matriks Konfusion Pengujian Satu

		Kelas hasil prediksi			
		Kelas = 1	**Kelas = 2**	**Kelas = 3**	**Kelas = 4**
Kelas asli	**Kelas = 1**	12	0	0	0
	Kelas = 2	5	5	0	2
	Kelas = 3	0	0	12	0
	Kelas = 4	0	6	0	6

2. Pengujian dua

Pada pengujian dua parameter yang digunakan yaitu *learning rate* ($\alpha = 0.469$), penurunan *learning rate* ($\mathrm{dec}\,\alpha = 0.001$) dan *maksimum* epoh=100. Hasil dari pengujian dua terhadap *learning rate* (α) ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.7 Matriks Konfusion Pengujian Dua

		Kelas hasil prediksi			
		Kelas = 1	**Kelas = 2**	**Kelas = 3**	**Kelas = 4**
Kelas asli	**Kelas = 1**	9	3	0	0
	Kelas = 2	3	6	0	3
	Kelas = 3	0	0	8	4
	Kelas = 4	3	3	0	6

3. Pengujian tiga

Pada pengujian tiga parameter yang digunakan yaitu *learning rate* ($\alpha = 0.555$), penurunan *learning rate* ($\mathrm{dec}\,\alpha = 0.001$) dan *maksimum* epoh=100. Hasil dari pengujian tiga terhadap *learning rate* (α)ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.8 Matriks Konfusion Pengujian Tiga

		Kelas hasil prediksi			
		Kelas = 1	**Kelas = 2**	**Kelas = 3**	**Kelas = 4**
Kelas asli	**Kelas = 1**	8	0	0	4
	Kelas = 2	3	6	0	3
	Kelas = 3	0	4	12	0
	Kelas = 4	3	3	0	6

4. Pengujian empat

Pada pengujian empat parameter yang digunakan yaitu *learning rate* ($\alpha = 0.777$), penurunan *learning rate* ($\text{dec}\ \alpha = 0.001$) dan *maksimum* epoh=100. Hasil dari pengujian empat terhadap *learning rate* (α) ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.9 Matriks Konfusion Pengujian Empat

		Kelas hasil prediksi			
		Kelas = 1	**Kelas = 2**	**Kelas = 3**	**Kelas = 4**
Kelas asli	**Kelas = 1**	4	0	6	2
	Kelas = 2	4	2	0	6
	Kelas = 3	6	0	3	3
	Kelas = 4	5	1	3	3

5. Pengujian lima

Pada pengujian lima parameter yang digunakan yaitu *learning rate* ($\alpha = 0.999$), penurunan *learning rate* ($\text{dec}\ \alpha = 0.001$) dan *maksimum* epoh=100. Hasil dari pengujian lima terhadap *learning rate* (α) ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.10 Matriks Konfusion Pengujian Lima

		Kelas hasil prediksi			
		Kelas = 1	**Kelas = 2**	**Kelas = 3**	**Kelas = 4**
Kelas asli	**Kelas = 1**	4	0	6	2
	Kelas = 2	4	2	0	6
	Kelas = 3	6	0	3	3
	Kelas = 4	5	1	3	3

Hasil pengujian terhadap *learning rate* (α), ditampilkan pada Tabel 4.11 berikut.

Tabel 4.11 Pengujian *Learning Rate*

Pengujian	α	dec α	maksimum epoh	True	False	Akurasi
1	0.001	0.001	100	35	13	72.917%
2	0.469	0.001	100	29	19	60,417%
3	0.555	0.001	100	32	16	66,677%
4	0.777	0.001	100	12	36	25%
5	0.999	0.001	100	12	36	25%

Pada Tabel 4.11 penggunaan *learning rate* dengan akurasi tertinggi adalah 0.001 dengan tingkat akurasi sebesar 72.917%.

Adapun pengujian terhadap penggunaan penurunan *learning rate*, berikut ini pengujian terhadap penurunan *learning rate* (dec α):

1. Pengujian satu

Pada pengujian satu parameter yang digunakan yaitu *learning rate* ($\alpha = 0.001$), penurunan *learning rate* ($\text{dec}\,\alpha = 0.0001$) dan *maksimum* epoh=100. Hasil dari pengujian satu terhadap penurunan *learning rate* ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.12 Matriks Konfusion Pengujian Satu

		Kelas hasil prediksi			
		Kelas = 1	**Kelas = 2**	**Kelas = 3**	**Kelas = 4**
Kelas asli	**Kelas = 1**	9	0	0	3
	Kelas = 2	4	6	0	2
	Kelas = 3	0	0	12	0
	Kelas = 4	0	4	0	8

2. Pengujian dua

Pada pengujian dua parameter yang digunakan yaitu *learning rate* ($\alpha = 0.001$), penurunan *learning rate* ($\text{dec}\,\alpha = 0.0005$) dan *maksimum* epoh=100. Hasil dari pengujian dua terhadap penurunan *learning rate* ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.13 Matriks Konfusion Pengujian Dua

		Kelas hasil prediksi			
		Kelas = 1	**Kelas = 2**	**Kelas = 3**	**Kelas = 4**
Kelas asli	**Kelas = 1**	9	0	0	3
	Kelas = 2	4	6	0	2
	Kelas = 3	0	0	12	0
	Kelas = 4	0	4	0	8

3. Pengujian tiga

Pada pengujian tiga parameter yang digunakan yaitu *learning rate* ($\alpha = 0.001$), penurunan *learning rate* ($\mathrm{dec}\ \alpha = 0.0010$) dan *maksimum* epoh=100. Hasil dari pengujian tiga terhadap penurunan *learning rate* ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.14 Matriks Konfusion Pengujian Tiga

		Kelas hasil prediksi			
		Kelas = 1	**Kelas = 2**	**Kelas = 3**	**Kelas = 4**
Kelas asli	**Kelas = 1**	9	0	0	3
	Kelas = 2	4	6	0	2
	Kelas = 3	0	0	12	0
	Kelas = 4	0	4	0	8

4. Pengujian empat

Pada pengujian empat parameter yang digunakan yaitu *learning rate* ($\alpha = 0.001$), penurunan *learning rate* ($\mathrm{dec}\ \alpha = 0.0100$) dan *maksimum* epoh=100. Hasil dari pengujian empat terhadap penurunan *learning rate* ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.15 Matriks Konfusion Pengujian Empat

		Kelas hasil prediksi			
		Kelas = 1	**Kelas = 2**	**Kelas = 3**	**Kelas = 4**
Kelas asli	**Kelas = 1**	9	0	0	3
	Kelas = 2	4	6	0	2
	Kelas = 3	0	0	12	0
	Kelas = 4	0	4	0	8

5. Pengujian lima

Pada pengujian lima parameter yang digunakan yaitu *learning rate* ($\alpha = 0.001$), penurunan *learning rate* ($\text{dec}\ \alpha = 0.1000$) dan *maksimum* epoh=100. Hasil dari pengujian lima terhadap penurunan *learning rate* ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.16 Matriks Konfusion Pengujian Lima

		Kelas hasil prediksi			
		Kelas = 1	**Kelas = 2**	**Kelas = 3**	**Kelas = 4**
Kelas asli	**Kelas = 1**	9	0	0	3
	Kelas = 2	4	6	0	2
	Kelas = 3	0	0	12	0
	Kelas = 4	0	3	0	9

Hasil pengujian terhadap penurunan *learning rate* ($\text{dec}\ \alpha$) ditampilkan pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Pengujian *Penurunan Learning Rate*

Pengujian	**α**	**dec α**	**maksimum epoh**	**True**	**False**	**Akurasi**
1	0.001	0.0001	100	35	13	72.917%
2	0.001	0.0005	100	35	13	72.917%
3	0.001	0.0010	100	35	13	72.917%
4	0.001	0.0100	100	35	13	72.917%
5	0.001	0.1000	100	36	12	77,084%

Pada Tabel 4.17 penggunaan penurunan *learning rate* dengan akurasi tertinggi adalah 0.1 dengan tingkat akurasi sebesar 77,084%.

Adapun pengujian terhadap penggunaan *maksimum* epoh, berikut ini pengujian terhadap *maksimum* epoh :

1. Pengujian satu

Pada pengujian satu parameter yang digunakan yaitu *learning rate* ($\alpha = 0.001$), penurunan *learning rate* ($\text{dec}\ \alpha = 0.1000$) dan *maksimum* epoh=100. Hasil dari pengujian satu terhadap *maksimum* epoh ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.18 Matriks Konfusion Pengujian Satu

		Kelas hasil prediksi			
		Kelas = 1	**Kelas = 2**	**Kelas = 3**	**Kelas = 4**
Kelas asli	**Kelas = 1**	9	0	0	3
	Kelas = 2	4	6	0	2
	Kelas = 3	0	0	12	0
	Kelas = 4	0	3	0	9

2. Pengujian dua

Pada pengujian dua parameter yang digunakan yaitu *learning rate* ($\alpha = 0.001$), penurunan *learning rate* ($\mathrm{dec}\,\alpha = 0.1000$) dan *maksimum* epoh=222. Hasil dari pengujian dua terhadap *maksimum* epoh ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.19 Matriks Konfusion Pengujian Dua

		Kelas hasil prediksi			
		Kelas = 1	**Kelas = 2**	**Kelas = 3**	**Kelas = 4**
Kelas asli	**Kelas = 1**	9	0	0	3
	Kelas = 2	4	6	0	2
	Kelas = 3	0	0	12	0
	Kelas = 4	0	3	0	9

3. Pengujian tiga

Pada pengujian tiga parameter yang digunakan yaitu *learning rate* ($\alpha = 0.001$), penurunan *learning rate* ($\mathrm{dec}\,\alpha = 0.1000$) dan *maksimum* epoh=555. Hasil dari pengujian tiga terhadap *maksimum* epoh ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.20 Matriks Konfusion Pengujian Tiga

		Kelas hasil prediksi			
		Kelas = 1	**Kelas = 2**	**Kelas = 3**	**Kelas = 4**
Kelas asli	**Kelas = 1**	9	0	0	3
	Kelas = 2	4	6	0	2
	Kelas = 3	0	0	12	0
	Kelas = 4	0	3	0	9

4. Pengujian empat

Pada pengujian empat parameter yang digunakan yaitu *learning rate* ($\alpha = 0.001$), penurunan *learning rate* ($\text{dec } \alpha = 0.1000$) dan *maksimum* epoh=777. Hasil dari pengujian empat terhadap *maksimum* epoh ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.21 Matriks Konfusion Pengujian Empat

		Kelas hasil prediksi			
		Kelas = 1	**Kelas = 2**	**Kelas = 3**	**Kelas = 4**
Kelas asli	**Kelas = 1**	9	0	0	3
	Kelas = 2	4	6	0	2
	Kelas = 3	0	0	12	0
	Kelas = 4	0	3	0	9

5. Pengujian lima

Pada pengujian satu parameter yang digunakan yaitu *learning rate* ($\alpha = 0.001$), penurunan *learning rate* ($\text{dec } \alpha = 0.1000$) dan *maksimum* epoh=999. Hasil dari pengujian lima terhadap *maksimum* epoh ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.22 Matriks Konfusion Pengujian Lima

		Kelas hasil prediksi			
		Kelas = 1	**Kelas = 2**	**Kelas = 3**	**Kelas = 4**
Kelas asli	**Kelas = 1**	9	0	0	3
	Kelas = 2	4	6	0	2
	Kelas = 3	0	0	12	0
	Kelas = 4	0	3	0	9

Hasil pengujian terhadap *maksimum* epoh ditampilkan pada Tabel 4.23

Tabel 4.23 Pengujian Maksimum Epoh

Pengujian	**α**	**dec α**	**maksimum epoh**	**True**	**False**	**Akurasi**
1	0.001	0.1	100	35	13	77,084%
2	0.001	0.1	222	35	13	77,084%
3	0.001	0.1	555	35	13	77,084%
4	0.001	0.1	777	35	13	77,084%
5	0.001	0.1	999	35	13	77,084%

Pada Tabel 4.23 dengan *maksimum* epoh 100 sudah mendapatkan nilai akurasi tertinggi dengan tingkat akurasi sebesar 77,084%.

Berdasarkan hasil pengujian terhadap seluruh parameter yang digunakan pada klasifikasi LVQ, maka didapatkan nilai parameter yang optimal yaitu *learning rate* ($\alpha = 0.001$), penurunan *learning rate* ($\mathrm{dec}\,\alpha = 0.1$) dan *maksimum* epoh=100.

4.3.2 Pengujian K-Fold Cross Validation

Pengujian dilakukan sebanyak sepuluh kali dengan skenario pengujian pada Tabel 4.7. Pada pengujian ini digunakan nilai parameter yang optimal yang telah dilakukan pada pengujian parameter yaitu *learning rate* α=0,001, penurunan *learning rate* dec α=0,001 dan maksimal epoh =100. Berikut ini pengujian yang dilakukan berdasarkan skenario pengujian.

1. Pengujian Satu

Pada pengujian satu digunakan 144 data latih dan 16 data uji. Adapun data latih yang digunakan yaitu D2,D3,D4,D5,D6,D7,D8,D9,D10 sedangkan data uji yaitu D1. Hasil dari pengujian satu menggunakan *10-fold cross validation* ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.24 Matriks Konfusion Pengujian Satu

		Kelas hasil prediksi			
		Kelas = 1	**Kelas = 2**	**Kelas = 3**	**Kelas = 4**
Kelas asli	**Kelas = 1**	4	0	0	0
	Kelas = 2	1	3	0	0
	Kelas = 3	0	0	4	0
	Kelas = 4	0	1	0	3

2. Pengujian Dua

Pada pengujian dua digunakan 144 data latih dan 16 data uji. Adapun data latih yang digunakan yaitu D1,D3,D4,D5,D6,D7,D8,D9,D10 sedangkan data uji yaitu D2. Hasil dari pengujian satu menggunakan *10-fold cross validation* ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.25 Matriks Konfusion Pengujian Dua

		Kelas hasil prediksi			
		Kelas = 1	**Kelas = 2**	**Kelas = 3**	**Kelas = 4**
Kelas asli	**Kelas = 1**	3	1	0	0
	Kelas = 2	0	3	0	1
	Kelas = 3	0	0	4	0
	Kelas = 4	0	2	0	2

3. Pengujian Tiga

Pada pengujian tiga digunakan 144 data latih dan 16 data uji. Adapun data latih yang digunakan yaitu D1,D2,D4,D5,D6,D7,D8,D9,D10 sedangkan data uji yaitu D3. Hasil dari pengujian satu menggunakan *10-fold cross validation* ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.26 Matriks Konfusion Pengujian Tiga

		Kelas hasil prediksi			
		Kelas = 1	**Kelas = 2**	**Kelas = 3**	**Kelas = 4**
Kelas asli	**Kelas = 1**	2	2	0	0
	Kelas = 2	1	2	0	1
	Kelas = 3	0	0	4	0
	Kelas = 4	0	0	0	4

4. Pengujian Empat

Pada pengujian empat digunakan 144 data latih dan 16 data uji. Adapun data latih yang digunakan yaitu D1,D2,D3,D5,D6,D7,D8,D9,D10 sedangkan data uji yaitu D4. Hasil dari pengujian satu menggunakan *10-fold cross validation* ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.27 Matriks Konfusion Pengujian Empat

		Kelas hasil prediksi			
		Kelas = 1	**Kelas = 2**	**Kelas = 3**	**Kelas = 4**
Kelas asli	**Kelas = 1**	4	0	0	0
	Kelas = 2	1	3	0	0
	Kelas = 3	0	0	4	0
	Kelas = 4	0	1	0	3

5. Pengujian Lima

Pada pengujian lima digunakan 144 data latih dan 16 data uji. Adapun data latih yang digunakan yaitu D1,D2,D3,D4,D6,D7,D8,D9,D10 sedangkan data uji yaitu D5. Hasil dari pengujian satu menggunakan *10-fold cross validation* ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.28 Matriks Konfusion Pengujian Lima

		Kelas hasil prediksi			
		Kelas = 1	**Kelas = 2**	**Kelas = 3**	**Kelas = 4**
Kelas asli	**Kelas = 1**	3	1	0	0
	Kelas = 2	0	3	0	1
	Kelas = 3	0	0	4	0
	Kelas = 4	1	0	0	3

6. Pengujian Enam

Pada pengujian enam digunakan 144 data latih dan 16 data uji. Adapun data latih yang digunakan yaitu D1,D2,D3,D4,D5,D7,D8,D9,D10 sedangkan data uji yaitu D6. Hasil dari pengujian satu menggunakan *10-fold cross validation* ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.29 Matriks Konfusion Pengujian Enam

		Kelas hasil prediksi			
		Kelas = 1	**Kelas = 2**	**Kelas = 3**	**Kelas = 4**
Kelas asli	**Kelas = 1**	2	2	0	0
	Kelas = 2	1	2	0	1
	Kelas = 3	0	0	4	0
	Kelas = 4	0	0	0	4

7. Pengujian Tujuh

Pada pengujian tujuh digunakan 144 data latih dan 16 data uji. Adapun data latih yang digunakan yaitu D1,D2,D3,D4,D5,D6,D8,D9,D10 sedangkan data uji yaitu D7. Hasil dari pengujian satu menggunakan *10-fold cross validation* ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.30 Matriks Konfusion Pengujian Tujuh

		Kelas hasil prediksi			
		Kelas = 1	**Kelas = 2**	**Kelas = 3**	**Kelas = 4**
Kelas asli	**Kelas = 1**	3	1	0	0
	Kelas = 2	1	3	0	0
	Kelas = 3	1	0	3	0
	Kelas = 4	0	0	0	4

8. Pengujian Delapan

Pada pengujian delapan digunakan 144 data latih dan 16 data uji. Adapun data latih yang digunakan yaitu D1,D2,D3,D4,D5,D6,D7,D9,D10 sedangkan data uji yaitu D8. Hasil dari pengujian satu menggunakan *10-fold cross validation* ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.31 Matriks Konfusion Pengujian Delapan

		Kelas hasil prediksi			
		Kelas = 1	**Kelas = 2**	**Kelas = 3**	**Kelas = 4**
Kelas asli	**Kelas = 1**	4	0	0	0
	Kelas = 2	0	2	0	2
	Kelas = 3	0	0	4	0
	Kelas = 4	0	1	0	3

9. Pengujian Sembilan

Pada pengujian sembilan digunakan 144 data latih dan 16 data uji. Adapun data latih yang digunakan yaitu D1,D2,D3,D4,D5,D6,D7,D8,D10 sedangkan data uji yaitu D9. Hasil dari pengujian satu menggunakan *10-fold cross validation* ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.32 Matriks Konfusion Pengujian Sembilan

		Kelas hasil prediksi			
		Kelas = 1	**Kelas = 2**	**Kelas = 3**	**Kelas = 4**
Kelas asli	**Kelas = 1**	2	2	0	0
	Kelas = 2	1	3	0	0
	Kelas = 3	0	0	4	0
	Kelas = 4	0	1	0	3

10. Pengujian Sepuluh

Pada pengujian sepuluh digunakan 144 data latih dan 16 data uji. Adapun data latih yang digunakan yaitu D1,D2,D3,D4,D5,D6,D7,D8,D9 sedangkan data uji yaitu D10. Hasil dari pengujian satu menggunakan *10-fold cross validation* ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 4.33 Matriks Konfusion Pengujian Sepuluh

		Kelas hasil prediksi			
		Kelas = 1	**Kelas = 2**	**Kelas = 3**	**Kelas = 4**
Kelas asli	**Kelas = 1**	3	1	0	0
	Kelas = 2	0	3	0	1
	Kelas = 3	0	0	3	1
	Kelas = 4	0	1	0	3

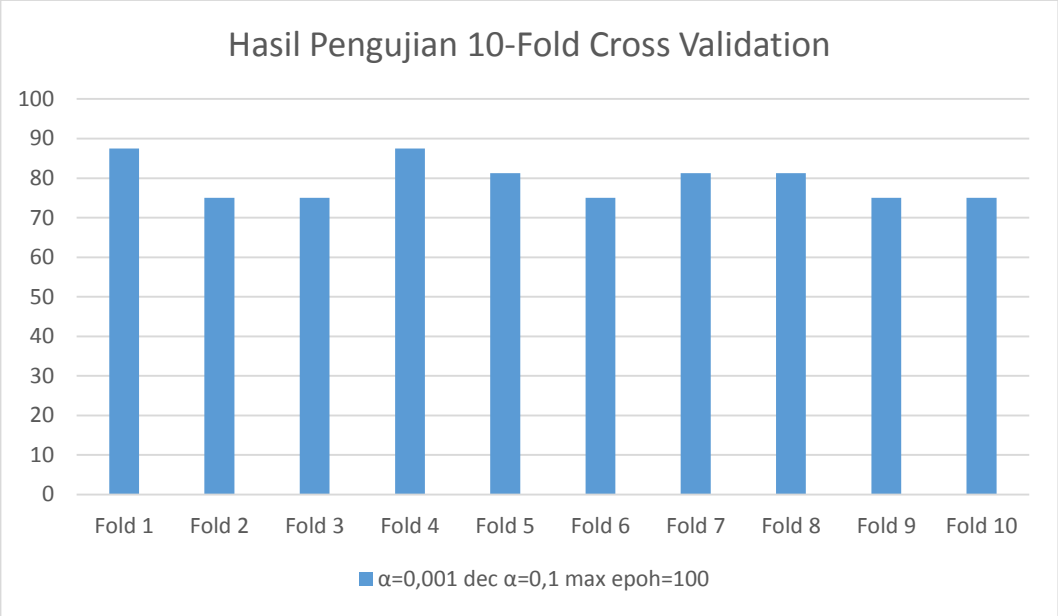
Setelah dilakukan pengujian dengan menggunakan *10-fold cross validation* yang pengujiannya dilakukan sebanyak 10 kali, maka didapatkan rekap hasil pengujian sebagai berikut:

Tabel 4.34 Rekap Hasil Pengujian

Pengujian	**True**	**False**	**Akurasi (%)**
1	14	2	87,5
2	12	4	75
3	12	4	75
4	14	2	87,5
5	13	3	81,25
6	12	4	75
7	13	3	81,25
8	13	3	81,25
9	12	4	75
10	12	4	75
Rata-rata akurasi (%)			79,375%

4.4 Kesimpulan Hasil Pengujian

Semua pengujian yang telah dilakukan disajikan dalam bentuk grafik. Grafik pengujian *10-fold cross validation* ditampilkan pada Gambar 4.1 berikut :



Gambar 4.1 Grafik akurasi dari setiap pengujian

Berdasarkan hasil pengujian yang ditampilkan pada Gambar 4.1, dengan menggunakan parameter *learning rate* α=0.001, penurunan *learning rate* dec α=0.1 dan maksimal epoh =100 didapatkan tingkat akurasi tertinggi sebesar 87,5%, tingkat akurasi terendah sebesar 75% dan rata-rata akurasi pengujian sebesar 79,375%. Maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan parameter *learning rate* α=0.001, penurunan *learning rate* dec α=0.1 dan *maksimum* epoh =100 dapat digunakan pada klasifikasi LVQ untuk kasus pengenalan suara.