BAB 4
IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

4.1. Implementasi Perangkat Lunak

Tujuan dari tahapan implementasi ini adalah untuk mengimplementasikan hasil analisis dan pemodelan sistem pada BAB 3, sehingga didapatkan sebuah perangkat lunak untuk mengenali objek tersebar.

Implementasi perangkat lunak dapat dilihat pada Lampiran B.

4.2. Spesifikasi Implementasi Perangkat Lunak

Perangkat Lunak ini diimplementasikan dengan menggunakan perangkat lunak pendukung sebagai berikut :

1. Sistem Operasi Windows 8.1 pro with Media Center 32bit
2. Qt 5.2.0
3. OpenCv 2.4.8.0

Selain itu Perangkat Lunak ini diimplementasikan dengan menggunakan perangkat keras pendukung sebagai berikut :

1. Processor Inter® Core™ i5 M 450 @ 2.40GHz 2.40GHz
2. RAM 3072 MB
3. Graphics Internal Inter® HD Graphics 1530 MB 1366 x 768 (32bit)(60Hz)

4.3. Kriteria Pengujian dan Analisis Pengujian

Dalam sebuah pengujian diperlukan suatu batasan tentang kriteria pengujiannya itu sendiri maupun analisis yang akan dilakukan, berikut beberapa kriteria dan analisis pengujian yang digunakan:

4.3.1. Kriteria data latih dan data uji

Penelitian ini menggunakan kriteria data uji citra berukuran 1024 x 768 pixel dengan kedalaman warna 8 bit, citra input berupa file berformat *.jpg yang berisi lima objek. Objek-objek citra yang digunakan adalah lampu lalu lintas (***LLL***), huruf "***N***", peringatan dilarang merokok (***DM***) dan tanda tanya (***TT***). Citra tersebut diambil dari sudut pandang berbeda sebanyak sepuluh kali secara acak. Tabel 4.1 adalah daftar citra yang akan digunakan untuk pengujian.

Tabel 4.1 Tabel Citra yang digunakan

Nama File	Subset	Tampilan Citra	Nama File	Subset	Tampilan Citra
1.jpg	S1		5.jpg	S3	
2.jpg	S1		6.jpg	S3	
3.jpg	S2		7.jpg	S4	
4.jpg	S2		8.jpg	S4	

4.3.2. Pembagian data latih dan data uji

Pembagian data latih dan data uji ini dilakukan dengan menggunakan metode *k-fold cross validation* dengan menggunakan k sama dengan 4. Jumlah objek yang akan digunakan adalah 32 dari 8 data citra dan dibagi menjadi 4 *subset*. Sehingga setiap *subset* terdiri atas 8 objek citra dari 2 data citra.

Percobaan pertama (*fold 1)* menggunakan 24 objek sebagai data latih yang berisi *subset* 2, 3 dan 4. Subset 1 berisi 8 objek dijadikan sebagai data uji. Percobaan terus dilakukan sehingga setiap subset pernah dijadikan data latih dan data uji seperti yang ditunjukan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Susunan data latih dan data uji

Fold	Pelatihan	Pengujian
Fold 1	S2, S3, S4	S1
Fold 2	S1, S3, S4	S2
Fold 3	S1, S2, S4	S3
Fold 4	S1, S2, S3	S4

4.3.3. Pelatihan

Arsitektur dan parameter *Neural Network* sangatlah penting untuk mendapatkan model *Neural Network* terbaik. Penentuan model *Neural Network* terbaik dilihat dari beberapa percobaan jumlah *neuron* di *hidden layer* sehingga didapat akurasi yang terbaik. Adapun jumlah *hidden layer* yang akan digunakan adalah satu dan dua sedangkan *neuron* yang digunakan di *hidden layer* yakni 3, 6, 12, 24, 48 dan 96 dengan *lerning rate* 0,3 dan *momentum* 0,6. Selain itu guna meningkatkan hasil akurasi dan mendapatkan parameter teroptimum, dilakukan percobaan perubahan parameter *learning rate 0.1* sampai dengan *0.*9 dan *momentum 0.1* sampai dengan *0.9* terhadap arsitektur terbaik. Untuk nilai target error yang digunakan adalah 0.001, makimum epoc 50.000 dan transfer fungsi yang digunakan adalah *sigmoid.*

4.4. Pengujian Akurasi Sistem

4.4.1. Pengujian berdasarkan arsitektur neural network

Pengujian berdasarkan arsitektur *neural network* dimulai dengan menguji jumlah neuron 3, 6, 12, 24, 48 dan 96 di *hidden* layer. Berdasarkan hasil pengujian ini menunjukan bahwa jumlah *neuron* dalam *hidden layer* sangat berpengaruh terhadap hasil akurasi. *Neural network* dengan jumlah *neuron* yang sesuai menghasilkan akurasi yang baik. Pengujian dalam tahap menghasilkan akurasi terbaik 87,5% dengan menggunakan 96 *neuron.*

Confusion matrix untuk masing-masing akurasi *fold* terhadap objek hasil pengujian tahap ini dapat dilihat pada Tabel 4.3 sampai dengan Tabel 4.26.

Tabel 4.3 Confusionmatrix dengan 3 neuron (Fold 1)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM			1	1

Tabel 4.4 Confusion matrix dengan 3 neuron (Fold 2)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL			2	
N		2		
TT			2	
DM			2	

Tabel 4.5 Confusionmatrix dengan 3 neuron (Fold 3)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	1		1	
N			2	
TT			2	
DM			2	

Tabel 4.6 Confusion matrix dengan 3 neuron (Fold 4)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM		1	1	

Tabel 4.7 Confusionmatrix dengan 6 neuron (Fold 1)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM			1	1

Tabel 4.8 Confusion matrix dengan 6 neuron (Fold 2)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM				2

Tabel 4.9 Confusion matrix dengan 6 neuron (Fold 3)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N			2	
TT			2	
DM			2	

Tabel 4.10 Confusionmatrix dengan 6 neuron (Fold 4)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	1		1	
N		2		
TT			2	
DM		1		1

Tabel 4.11 Confusion matrix dengan 12 neuron (Fold 1)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM		1		1

Tabel 4.12 Confusion matrix dengan 12 neuron (Fold 2)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		1	1	
TT			2	
DM			2	

Tabel 4.13 Confusion matrix dengan 12 neuron (Fold 3)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		1	1	
TT			2	
DM			2	

Tabel 4.14 Confusion matrix dengan 12 neuron (Fold 4)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM				2

Tabel 4.15 Confusion matrix dengan 24 neuron (Fold 1)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM		1		1

Tabel 4.16 Confusion matrix dengan 24 neuron (Fold 2)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM			1	1

Tabel 4.17 Confusion matrix dengan 24 neuron (Fold 3)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N				2
TT			2	
DM				2

Tabel 4.18 Confusion matrix dengan 24 neuron (Fold 4)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	1	1		
N		2		
TT			2	
DM		1		1

Tabel 4.19 Confusion matrix dengan 48 neuron (Fold 1)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	1		1	
N		2		
TT			2	
DM		2		

Tabel 4.20 Confusion matrix dengan 48 neuron (Fold 2)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM		1		1

Tabel 4.21 Confusion matrix dengan 48 neuron (Fold 3)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		1		1
TT			2	
DM				2

Tabel 4.22 Confusion matrix dengan 48 neuron (Fold 4)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			1	1
DM		1		1

Tabel 4.23 Confusion matrix dengan 96 neuron (Fold 1)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM		1	1	

Tabel 4.24 Confusion matrix dengan 96 neuron (Fold 2)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM		1		1

Tabel 4.25 Confusion matrix dengan 96 neuron (Fold 3)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		1		1
TT			2	
DM				2

Tabel 4.26 Confusion matrix dengan 96 neuron (Fold 4)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM				2

Hasil akurasi untuk masing-masih pengujian fold terhadap objek dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27 Hasil pengujian 1 lapis hidden layer untuk masing-masing fold

Fold	Hidden Neuron	Akurasi Prediksi Objek				Akurasi	epoch	Error
		LLL	N	TT	DM			
1	3	100%	100%	100%	50%	87,5%	50000	0,13887048
2	3	0%	100%	100%	0%	50%	50000	0,54369543
3	3	50%	0%	100%	0%	37,5%	50000	0,50513974
4	3	100%	100%	100%	0%	75%	50000	0,46408851
1	6	100%	100%	100%	50%	87,5%	50000	0,00984704
2	6	100%	100%	100%	100%	100%	21933	0,00099930
3	6	100%	0%	100%	0%	50%	50000	0,28577444
4	6	50%	100%	100%	50%	75%	50000	0,25551693
1	12	100%	100%	100%	50%	87,5%	50000	0,01029190
2	12	100%	50%	100%	0%	62,5%	50000	0,22751855
3	12	100%	50%	100%	0%	62,5%	50000	0,31383354
4	12	100%	100%	100%	100%	100%	50000	0,32096676
1	24	100%	100%	100%	50%	87,5%	50000	0,16499817
2	24	100%	100%	100%	50%	87,5%	50000	0,30150432
3	24	100%	0%	100%	100%	75%	50000	0,07265633
4	24	50%	100%	100%	50%	75%	50000	0,38430081
1	48	50%	100%	100%	0%	62,5%	45222	0,00073826
2	48	100%	100%	100%	50%	87,5%	50000	0,19481219
3	48	100%	50%	100%	100%	87,5%	23788	0,00099399
4	48	100%	100%	50%	50%	75%	50000	0,01925604
1	96	100%	100%	100%	0%	75%	23887	0,00099936
2	96	100%	100%	100%	50%	87,5%	50000	0,00276520
3	96	100%	50%	100%	100%	87,5%	16341	0,00099967
4	96	100%	100%	100%	100%	100%	50000	0,01839825

Sehingga didapatkan hasil pengujian akurasi berdasarkan jumlah *neuron* di 1 lapis *hidden layer*. Hasil *confusion matrix* berdasarkan *fold* jumlah *neuron* di 1 lapis *hidden layer* dapat dilihat pada Tabel 4.28 sampai dengan Tabel 4.33 dan Tabel 4.34.

Tabel 4.28 Confusion matrix dengan 3 neuron

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	5		3	
N		6	2	
TT			8	
DM		1	6	1

Tabel 4.29 Confusion matrix dengan 6 neuron

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	7		1	
N		6	2	
TT			8	
DM		1	3	4

Tabel 4.30 Confusion matrix dengan 12 neuron

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	8			
N		7	1	
TT			8	
DM		1	4	3

Tabel 4.31 Confusion matrix dengan 24 neuron

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	7	1		
N		6		2
TT			8	
DM		2	1	5

Tabel 4.32 Confusion matrix dengan 48 neuron

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	7		1	
N		7		1
TT			7	1
DM		4		4

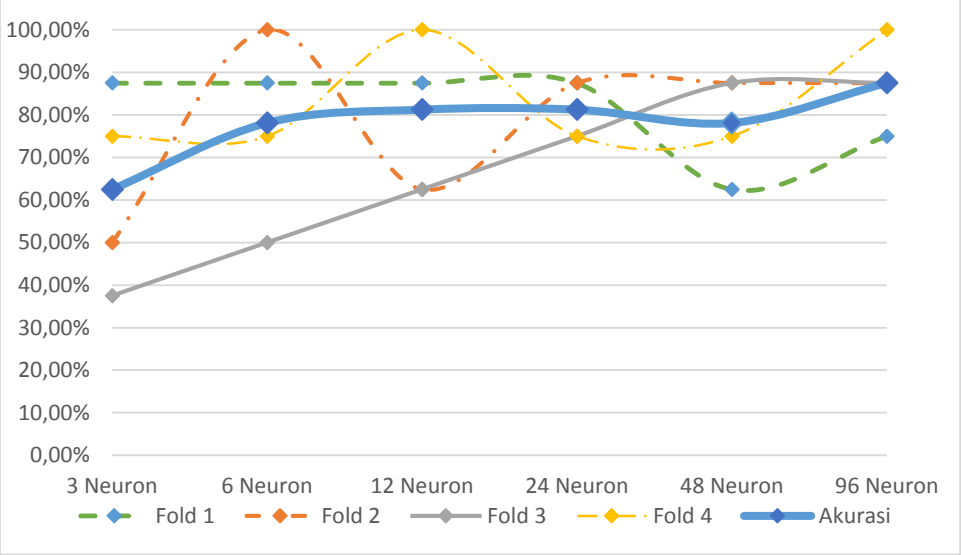
Tabel 4.33 Confusion matrix dengan 96 neuron

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	8			
N		7		1
TT			8	
DM		2	1	5

Tabel 4.34 Hasil pengujian hidden layer untuk masing-masing neuron

Hidden Neuron	Fold				Akurasi
	1	2	3	4	
3	87,5%	50%	37,5%	75%	62,5%
6	87,5%	100%	50%	75%	78,12%
12	87,5%	62,5%	62,5%	100%	81,25%
24	87,5%	87,5%	75%	75%	81,25%
48	62,5%	87,5%	87,5%	75%	78,12%
96	**75%**	**87,5%**	**87,5%**	**100%**	**87,5%**

Gambar 4.1 menunjukan grafik akurasi hasil percobaan jumlah *neuron* di 1 lapis *hidden layer*.



Gambar 4.1 Grafik akurasi pada percobaan jumlah neuron di hidden layer

4.4.2. Pengujian berdasarkan learning rate dan momentum

Dalam tahap ini pengujian akurasi berdasarkan penggunaan kombinasi nilai *learning rate* dan *momentum* 0,1 sampai dengan 0,9 menggunakan arsitektur tebaik yang telah didapatkan yakni 96 neuron.

Tabel 4.35 Confusion matrix learning rate 0,1 momentum 0,1 (Fold 1)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM			1	1

Tabel 4.36 Confusion matrix learning rate 0,1 momentum 0,1 (Fold 2)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM		2		

Tabel 4.37 Confusion matrix learning rate 0,1 momentum 0,1 (Fold 3)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		1		1
TT			2	
DM				2

Tabel 4.38 Confusion matrix learning rate 0,1 momentum 0,1 (Fold 4)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM				2

Tabel 4.39 Confusion matrix learning rate 0,3 momentum 0,1 (Fold 1)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM		2		

Tabel 4.40 Confusion matrix learning rate 0,3 momentum 0,1 (Fold 2)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM		2		

Tabel 4.41 Confusion matrix learning rate 0,3 momentum 0,1 (Fold 3)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		1		1
TT			2	
DM				2

Tabel 4.42 Confusion matrix learning rate 0,3 momentum 0,1 (Fold 4)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM				2

Tabel 4.43 Confusion matrix learning rate 0,6 momentum 0,1 (Fold 1)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM		1	1	

Tabel 4.44 Confusion matrix learning rate 0,6 momentum 0,1 (Fold 2)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM		1		1

Tabel 4.45 Confusion matrix learning rate 0,6 momentum 0,1 (Fold 3)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		1		1
TT			2	
DM				2

Tabel 4.46 Confusion matrix learning rate 0,6 momentum 0,1 (Fold 4)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			1	1
DM				2

Tabel 4.47 Confusion matrix learning rate 0,9 momentum 0,1 (Fold 1)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM		1	1	

Tabel 4.48 Confusion matrix learning rate 0,9 momentum 0,1 (Fold 2)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		1		1
TT			2	
DM				2

Tabel 4.49 Confusion matrix learning rate 0,9 momentum 0,1 (Fold 3)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N				2
TT			2	
DM				2

Tabel 4.50 Confusion matrix learning rate 0,9 momentum 0,1 (Fold 4)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	1		1	
N		2		
TT			2	
DM		1		1

Tabel 4.51 Confusion matrix learning rate 0,1 momentum 0,3 (Fold 1)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM			1	1

Tabel 4.52 Confusion matrix learning rate 0,1 momentum 0,3 (Fold 2)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM		2		

Tabel 4.53 Confusion matrix learning rate 0,1 momentum 0,3 (Fold 3)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		1		1
TT			2	
DM				2

Tabel 4.54 Confusion matrix learning rate 0,1 momentum 0,3 (Fold 4)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM				2

Tabel 4.55 Confusion matrix learning rate 0,3 momentum 0,3 (Fold 1)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM		1		1

Tabel 4.56 Confusion matrix learning rate 0,9 momentum 0,1 (Fold 2)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM		2		

Tabel 4.57 Confusion matrix learning rate 0,3 momentum 0,3 (Fold 3)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N				2
TT			2	
DM				2

Tabel 4.58 Confusion matrix learning rate 0,3 momentum 0,3 (Fold 4)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM				2

Tabel 4.59 Confusion matrix learning rate 0,6 momentum 0,3 (Fold 1)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM			1	1

Tabel 4.60 Confusion matrix learning rate 0,6 momentum 0,3 (Fold 2)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM				2

Tabel 4.61 Confusion matrix learning rate 0,6 momentum 0,3 (Fold 3)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		1		1
TT			2	
DM				2

Tabel 4.62 Confusion matrix learning rate 0,6 momentum 0,3 (Fold 4)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	1			1
N		2		
TT			1	1
DM		1		1

Tabel 4.63 Confusion matrix learning rate 0,9 momentum 0,3 (Fold 1)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM		1		1

Tabel 4.64 Confusion matrix learning rate 0,9 momentum 0,3 (Fold 2)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM			2	

Tabel 4.65 Confusion matrix learning rate 0,9 momentum 0,3 (Fold 3)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N				2
TT			2	
DM			2	

Tabel 4.66 Confusion matrix learning rate 0,9 momentum 0,3 (Fold 4)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL			2	
N		2		
TT			1	1
DM		1		1

Tabel 4.67 Confusion matrix learning rate 0,1 momentum 0,6 (Fold 1)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM		1		1

Tabel 4.68 Confusion matrix learning rate 0,1 momentum 0,6 (Fold 2)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM		2		

Tabel 4.69 Confusion matrix learning rate 0,1 momentum 0,6 (Fold 3)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		1		1
TT			2	
DM				2

Tabel 4.70 Confusion matrix learning rate 0,1 momentum 0,6 (Fold 4)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM				2

Tabel 4.71 Confusion matrix learning rate 0,3 momentum 0,6 (Fold 1)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM		1	1	

Tabel 4.72 Confusion matrix learning rate 0,3 momentum 0,6 (Fold 2)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N				2
TT			2	
DM				2

Tabel 4.73 Confusion matrix learning rate 0,3 momentum 0,6 (Fold 3)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		1		1
TT			2	
DM				2

Tabel 4.74 Confusion matrix learning rate 0,3 momentum 0,6 (Fold 4)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM				2

Tabel 4.75 Confusion matrix learning rate 0,6 momentum 0,6 (Fold 1)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM		1	1	

Tabel 4.76 Confusion matrix learning rate 0,6 momentum 0,6 (Fold 2)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM			2	

Tabel 4.77 Confusion matrix learning rate 0,6 momentum 0,6 (Fold 3)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		1		1
TT			2	
DM				2

Tabel 4.78 Confusion matrix learning rate 0,6 momentum 0,6 (Fold 4)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		1		1
TT			2	
DM		1	1	

Tabel 4.79 Confusion matrix learning rate 0,9 momentum 0,6 (Fold 1)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM		1	1	

Tabel 4.80 Confusion matrix learning rate 0,9 momentum 0,6 (Fold 2)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			1	1
DM				2

Tabel 4.81 Confusion matrix learning rate 0,9 momentum 0,6 (Fold 3)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		1		1
TT			2	
DM				2

Tabel 4.82 Confusion matrix learning rate 0,9 momentum 0,6 (Fold 4)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM		1	1	

Tabel 4.83 Confusion matrix learning rate 0,1 momentum 0,9 (Fold 1)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM			1	1

Tabel 4.84 Confusion matrix learning rate 0,1 momentum 0,9 (Fold 2)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM		2		

Tabel 4.85 Confusion matrix learning rate 0,1 momentum 0,9 (Fold 3)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		1		1
TT			2	
DM				2

Tabel 4.86 Confusion matrix learning rate 0,1 momentum 0,9 (Fold 4)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM				2

Tabel 4.87 Confusion matrix learning rate 0,3 momentum 0,9 (Fold 1)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT				2
DM		1		1

Tabel 4.88 Confusion matrix learning rate 0,3 momentum 0,9 (Fold 2)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		1		1
TT			2	
DM		1	1	

Tabel 4.89 Confusion matrix learning rate 0,3 momentum 0,9 (Fold 3)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N				2
TT			2	
DM				2

Tabel 4.90 Confusion matrix learning rate 0,3 momentum 0,9 (Fold 4)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	1		1	
N		1		1
TT			2	
DM		2		

Tabel 4.91 Confusion matrix learning rate 0,6 momentum 0,9 (Fold 1)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM		1		1

Tabel 4.92 Confusion matrix learning rate 0,6 momentum 0,9 (Fold 2)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		1		1
TT			2	
DM		1		1

Tabel 4.93 Confusion matrix learning rate 0,6 momentum 0,9 (Fold 3)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N				2
TT	1		1	
DM				2

Tabel 4.94 Confusion matrix learning rate 0,6 momentum 0,9 (Fold 4)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	1		1	
N		1		1
TT			1	1
DM		1		1

Tabel 4.95 Confusion matrix learning rate 0,9 momentum 0,9 (Fold 1)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM		1	1	

Tabel 4.96 Confusion matrix learning rate 0,9 momentum 0,9 (Fold 2)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N		2		
TT			2	
DM		1		1

Tabel 4.97 Confusion matrix learning rate 0,9 momentum 0,9 (Fold 3)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	2			
N				2
TT			2	
DM				2

Tabel 4.98 Confusion matrix learning rate 0,9 momentum 0,9 (Fold 4)

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	1		1	
N		1		1
TT			2	
DM		1		1

Hasil pengujian parameter untuk masing-masih pengujian fold terhadap objek di tahap ini dapat dilihat pada Tabel 4.99.

Tabel 4.99 Hasil pengujian kombinasi learning rate dan momentum untuk masing-masing fold

Fold	Learning rate	Momentum	Akurasi Prediksi Objek				Akurasi	epoch	Error
			LLL	N	TT	DM			
1	0,1	0,1	100%	100%	100%	50%	87,5%	50000	0,25149735
2	0,1	0,1	100%	100%	100%	0%	75%	50000	0,08729401
3	0,1	0,1	100%	50%	100%	100%	87,5%	50000	0,00642028
4	0,1	0,1	100%	100%	100%	100%	100%	50000	0,12808683
1	0,3	0,1	100%	100%	100%	0%	75%	50000	0,00775496
2	0,3	0,1	100%	100%	100%	0%	75%	50000	0,02979671
3	0,3	0,1	100%	50%	100%	100%	87,5%	50000	0,00740974
4	0,3	0,1	100%	100%	100%	100%	100%	50000	0,04127968
1	0,6	0,1	100%	100%	100%	0%	75%	9380	0,00099883
2	0,6	0,1	100%	100%	100%	50%	87,5%	50000	0,01373766
3	0,6	0,1	100%	50%	100%	100%	87,5%	50000	0,01877326
4	0,6	0,1	100%	100%	50%	100%	87,5%	50000	0,00573935
1	0,9	0,1	100%	100%	100%	0%	75%	30204	0,00099943
2	0,9	0,1	100%	50%	100%	100%	87,5%	50000	0,16112458
3	0,9	0,1	100%	50%	100%	100%	87,5%	50000	0,01542760
4	0,9	0,1	50%	100%	100%	50%	75%	50000	0,00561772
1	0,1	0,3	100%	100%	100%	50%	87,5%	50000	0,19319676
2	0,1	0,3	100%	100%	100%	0%	75%	50000	0,03548100
3	0,1	0,3	100%	50%	100%	100%	87,5%	50000	0,00118330

Fold	Learning rate	Momentum	Akurasi Prediksi Objek				Akurasi	epoch	Error
			LLL	N	TT	DM			
4	0,1	0,3	100%	100%	100%	100%	100%	50000	0,17209866
1	0,3	0,3	100%	100%	100%	50%	87,5%	50000	0,00876663
2	0,3	0,3	100%	100%	100%	0%	75%	17795	0,00099636
3	0,3	0,3	100%	0%	100%	100%	75%	16218	0,00099791
4	0,3	0,3	100%	100%	100%	100%	100%	50000	0,01754220
1	0,6	0,3	100%	100%	100%	50%	87,5%	10007	0,00099956
2	0,6	0,3	100%	100%	100%	100%	100%	50000	0,15684009
3	0,6	0,3	100%	50%	100%	100%	87,5%	50000	0,25450278
4	0,6	0,3	50%	100%	50%	50%	62,5%	50000	0,00420923
1	0,9	0,3	100%	100%	100%	50%	87,5%	50000	0,03734973
2	0,9	0,3	100%	100%	100%	0%	75%	50000	0,33723418
3	0,9	0,3	100%	0%	100%	0%	50%	50000	0,00436687
4	0,9	0,3	0%	100%	50%	50%	50%	50000	0,30595345
1	0,1	0,6	100%	100%	100%	50%	87,5%	50000	0,02533620
2	0,1	0,6	100%	100%	100%	0%	75%	50000	0,00397254
3	0,1	0,6	100%	50%	100%	100%	87,5%	50000	0,00257630
4	0,1	0,6	100%	100%	100%	100%	100%	50000	0,00582346
1	0,3	0,6	100%	100%	100%	0%	75%	24575	0,00099951
2	0,3	0,6	100%	0%	100%	100%	75%	50000	0,28750255
3	0,3	0,6	100%	50%	100%	100%	87,5%	13729	0,00099634
4	0,3	0,6	100%	100%	100%	100%	100%	50000	0,00237186
1	0,6	0,6	100%	100%	100%	0%	75%	39703	0,00099998
2	0,6	0,6	100%	100%	100%	0%	75%	50000	0,25545141
3	0,6	0,6	100%	50%	100%	100%	87,5%	50000	0,30672558
4	0,6	0,6	100%	50%	100%	0%	62,5%	50000	0,26981858
1	0,9	0,6	100%	100%	100%	0%	75%	30359	0,00099883
2	0,9	0,6	100%	100%	50%	100%	87,5%	50000	0,10144293
3	0,9	0,6	100%	100%	50%	100%	87,5%	50000	0,09960434
4	0,9	0,6	100%	100%	100%	0%	75%	50000	0,32414328
1	0,1	0,9	100%	100%	100%	50%	87,5%	21820	0,00099988
2	0,1	0,9	100%	100%	100%	0%	75%	8107	0,00099927
3	0,1	0,9	100%	50%	100%	100%	87,5%	14611	0,00099934
4	0,1	0,9	100%	100%	100%	100%	100%	45725	0,00099579
1	0,3	0,9	100%	100%	0%	50%	62,5%	50000	0,21256471
2	0,3	0,9	100%	50%	100%	0%	62,5%	50000	0,38085415
3	0,3	0,9	100%	0%	100%	100%	75%	19963	0,00095636
4	0,3	0,9	50%	50%	100%	0%	50%	50000	0,32643886
1	0,6	0,9	100%	100%	100%	50%	87,5%	50000	0,03494185
2	0,6	0,9	100%	50%	100%	50%	75%	50000	0,00728785
3	0,6	0,9	100%	0%	50%	100%	62,5%	50000	0,00323168
4	0,6	0,9	50%	50%	50%	50%	50%	50000	0,29329944
1	0,9	0,9	100%	100%	100%	0%	75%	50000	0,27987911
2	0,9	0,9	100%	100%	100%	50%	87,5%	50000	0,18299514
3	0,9	0,9	100%	0%	100%	100%	75%	35081	0,00098476
4	0,9	0,9	50%	50%	100%	50%	62,5%	50000	0,31503980

Sehingga didapatkan hasil pengujian kombinasi nilai paramter learning rate dan momentum. Hasil *Confusion matrix* berdasarkan *fold* kombinasi nilai paramter *learning rate* dan momentumdapat dilihat pada Tabel 4.100 sampai dengan Tabel 4.115 dan Tabel 4.116.

Tabel 4.100 Confusion matrix learning rate 0,1 momentum 0,1

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	8			
N		7		1
TT			8	
DM		2	1	5

Tabel 4.101 Confusion matrix learning rate 0,3 momentum 0,1

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	8			
N		7		1
TT			8	
DM		4		4

Tabel 4.102 Confusion matrix learning rate 0,6 momentum 0,1

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	8			
N		7		1
TT			7	1
DM		2	1	5

Tabel 4.103 Confusion matrix learning rate 0,9 momentum 0,1

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	7		1	
N		5		3
TT			8	
DM		2	1	5

Tabel 4.104 Confusion matrix learning rate 0,1 momentum 0,3

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	8			
N		7		1
TT			8	
DM		2	1	5

Tabel 4.105 Confusion matrix learning rate 0,3 momentum 0,3

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	8			
N		6		2
TT			8	
DM		3		5

Tabel 4.106 Confusion matrix learning rate 0,6 momentum 0,3

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	7			1
N		7		1
TT			7	1
DM		1	1	6

Tabel 4.107 Confusion matrix learning rate 0,9 momentum 0,3

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	6		2	
N		6		2
TT			7	1
DM		2	4	2

Tabel 4.108 Confusion matrix learning rate 0,1 momentum 0,6

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	8			
N		7		1
TT			8	
DM		3		5

Tabel 4.109 Confusion matrix learning rate 0,3 momentum 0,6

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	8			
N		5		3
TT			8	
DM		1	1	6

Tabel 4.110 Confusion matrix learning rate 0,6 momentum 0,6

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	8			
N		6		2
TT			8	
DM		2	4	2

Tabel 4.111 Confusion matrix learning rate 0,9 momentum 0,6

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	8			
N		7		1
TT			7	1
DM		2	2	4

Tabel 4.112 Confusion matrix learning rate 0,1 momentum 0,9

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	**8**			
N		**7**		1
TT			**8**	
DM		2	1	**5**

Tabel 4.113 Confusion matrix learning rate 0,3 momentum 0,9

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	7		1	
N		4		4
TT			6	2
DM		4	1	3

Tabel 4.114 Confusion matrix learning rate 0,6 momentum 0,9

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	6		2	
N		4		4
TT			7	1
DM		3		5

Tabel 4.115 Confusion matrix learning rate 0,9 momentum 0,9

Kelas Asal	Kelas Prediksi			
	LLL	N	TT	DM
LLL	7		1	
N		5		3
TT			8	
DM		3	1	4

Tabel 4.116 Hasil kombinasi parameter untuk masing-masing nilai

Learning Rate	Momentum	Akurasi	Epoch Fold				Rata-rata Epoch
			1	2	3	4	
0,1	0,1	87,5%	50000	50000	50000	50000	50000
0,3	0,1	84,38%	50000	50000	50000	50000	50000
0,6	0,1	84,38%	9380	50000	50000	50000	39845
0,9	0,1	78,12%	30204	50000	50000	50000	45051
0,1	0,3	87,5%	50000	50000	50000	50000	50000
0,3	0,3	84,38%	50000	17795	16218	50000	22253,25
0,6	0,3	84,38%	10007	50000	50000	50000	40001,75

0,9	0,3	65,62%	50000	50000	50000	50000	50000
0,1	0,6	87,5%	50000	50000	50000	50000	50000
0,3	0,6	84,38%	24575	50000	13729	50000	31486,75
0,6	0,6	75%	39703	50000	50000	50000	47425,75
0,9	0,6	81,25%	30359	50000	50000	50000	45089,75
0,1	**0,9**	**87,5%**	**21820**	**8107**	**14611**	**45725**	**22590,75**
0,3	0,9	62,5%	50000	50000	19963	50000	42490,75
0,6	0,9	68,75%	50000	50000	50000	50000	50000
0,9	0,9	75%	50000	50000	35081	50000	46270,25

Berdasarkan kedua pengujian yang telah dilakukan, pengujian dengan berbagai arsitektur neural network dan pengujian dengan berbagai parameter learning rate dan momentum menghasilkan akurasi yang cukup baik. Akurasi didapat 87,5% dengan epoc rata-rata 22590,75.

Namun nilai yang dihasilkan *hu invariant moment* dapat kehilangan sifat independennya terhadap momen citra (rotasi, penskalaan dan transisi) karena *Hu invariant moment* bekerja berdasarkan seluruh nilai pixel objek yang diamati, bukan bersarkan *key-point*. Hal ini mengakibatkan *hu invariant moment* dapat terganggu terhadap perubahan cahaya dan *noise* sehingga dapat mengakibatkan kegagalan dalam mengambil keputusan oleh *neural network*. Akan tetapi dengan penghalusan citra, arsitektur *neural network* dan parameter *learning* yang tepat serta *error learning* yang kecil objek dapat dikenali dengan baik.