

**SISTEM DETEKSI *LEVEL* KERUSAKAN BETON DENGAN *HAAR*  
*WAVELET* DAN *ZERNIKE MOMENT INVARIANT* BERBASIS *NEURAL*  
*NETWORK***

Disusun guna memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Strata-I  
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh:

**Nugroho Abdi Prayitno**

**20190120148**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
2024**

## HALAMAN PERNYATAAN TUGAS AKHIR

### HALAMAN PERNYATAAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nugroho Abdi Prayitno  
Nomor Induk Mahasiswa : 20190120148  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Dengan ini saya menyatakan bahwa penelitian Tugas Akhir saya dengan judul **"SISTEM DETEKSI LEVEL KERUSAKAN BETON DENGAN HAAR WAVELET DAN ZERNIKE MOMENT INVARIANT BERBASIS NEURAL NETWORK"** merupakan hasil karya tulis sendiri dan tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana pada Perguruan Tinggi manapun serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah dipublikasikan oleh orang lain, kecuali secara tertulis dalam naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, 24 Januari 2024

Penulis,

  
  
Nugroho Abdi Prayitno

## **MOTTO**

Berpikirlah secara independen dan jangan terjebak dalam prasangka. Tidak ada yang dapat menggantikan pengalaman langsung, dan ketika kita melihat sesuatu dengan mata kita sendiri, kita tahu bahwa kita melihatnya dengan benar.

**-Albert Einstein-**

Pendidikan ibarat menyalakan api, bukan mengisi wadah

**-Socrates-**

Ilmu adalah kehidupan bagi pikiran.

**-Abu Bakar-**

Tujuan pendidikan itu untuk mempertajam kecerdasan,  
memperkuat kemauan serta memperhalus perasaan

**-Tan Malaka-**

Luangkan waktu untuk mempertimbangkan semuanya, tetapi  
ketika waktunya telah tiba, berhentilah berpikir dan bergerak maju.

**-Napoleon Bonaparte-**

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

*”Penelitian ini saya persembahkan sebagai bentuk rasa syukur atas nikmat Allah SWT dan sebagai hadiah bagi kedua orang tua saya”*

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Segala puji dan syukur penulis ucapkan dan hantarkan kepada Allah SWT, atas dilimpahkannya rahmat dan karunia yang senantiasa tercurahkan kepada setiap makhluk-nya. Sholawat serta salam tidak lupa kita hantarkan kepada panutan seluruh umat manusia, Rasulullah Muhammad صَلَّى اللهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ, atas seluruh jasa beliau dalam memperjuangkan Islam yang hingga saat ini dapat kita rasakan nikmat dan manfaatnya. Alhamdulillah, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **"SISTEM DETEKSI LEVEL KERUSAKAN BETON DENGAN HAAR WAVELET DAN ZERNIKE MOMENT INVARIANT BERBASIS NEURAL NETWORK"**. Tugas akhir ini penulis susun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi Strata-1 (S1) di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Tugas akhir ini dapat terwujud tentu saja tidak luput dari bantuan berbagai pihak yang terkait. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan nenek saya. Terima kasih telah memberikan fasilitas, motivasi, nasehat dan doa untuk masa depan yang lebih baik bagi anak-anaknya dan terima kasih juga untuk adik saya satu-satunya.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Gunawan Budiyanto, M.P. selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
3. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Bapak Ir. Karisma Trinada Putra, S.ST., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Ibu Ir. Yessi Jusman, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan ilmu, bimbingan, waktu, dan dukungan dengan maksimal. Semoga ilmu yang telah diberikan dapat diteruskan oleh anak bimbingan

beliau maupun saya sendiri sehingga dapat menjadi ilmu jariah yang tidak pernah terputus dan dapat menjadi ilmu yang diberkahi Allah SWT.

6. Dosen Penguji Bapak Widiyasmoro, S.T., M.Sc. selaku dosen penguji
7. Seluruh dosen dan staf Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan banyak ilmu kepada penulis.
8. Teman-teman GH Jahiri, Kost Cina, dan teman-teman kelas D yang selalu berbagi apapun dan mendampingi dalam penulisan tugas akhir ini, serta teman di kampung halaman yang selalu mendukung secara tidak langsung. Mohon maaf jika tidak dapat menyebutkan nama satu per satu.
9. Teman-teman satu jurusan Teknik Elektro UMY Angkatan 2019 yang telah banyak pengalaman, kesan dan pelajaran berharga selama masa perkuliahan.
10. Seluruh mbak pembimbing kepercayaan Ibu Ir. Yessi Jusman, S.T., M.Sc. Terima kasih telah membantu dalam penulisan tugas akhir dari awal sampai selesai.
11. Semua pihak yang tidak mungkin disebutkan satu persatu, yang telah memberikan dukungan dan bantuan secara langsung maupun tidak langsung.

Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan inspirasi serta dapat menambah pengetahuan bagi pembaca.

Wassalamualaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, 24 Januari 2024

Penulis,



Nugroho Abdi Prayitno

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERNYATAAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>ii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Rumusan Masalah.....	3
1.3    Batasan Masalah .....	4
1.4    Tujuan Penelitian .....	4
1.5    Manfaat Penelitian.....	5
1.6    Sistematika Penelitian.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....</b>	<b>6</b>
2.1    Tinjauan Pustaka .....	6
2.2    Dasar Teori .....	10
2.2.1 <b>Beton</b> .....	10
2.2.2 <b>Kerusakan Beton</b> .....	11
2.2.3 <b>Pengolahan Citra Digital</b> .....	12
2.2.4 <b>Jenis Citra</b> .....	14
2.2.5 <i>Haar Wavelet</i> .....	16
2.2.6 <i>Zernike Moment Invariant</i> .....	19

2.2.7	<i>Multilayer Perceptron (MLP)</i> .....	20
2.2.8	<b>APPS</b> .....	23
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>25</b>
3.1	Alat dan Bahan Penelitian.....	25
3.1.1	Alat.....	25
3.1.2	Bahan penelitian.....	26
3.2	Alur Penelitian.....	26
3.3	Perancangan Sistem.....	28
3.3.1	<b>Data Citra</b> .....	30
3.3.2	<b>Tahap <i>Pre-processing</i></b> .....	30
3.3.3	<b>Tahap Ekstrasi</b> .....	32
3.3.4	<b>Tahap Klasifikasi</b> .....	34
3.3.5	<b>Tampilan APPS</b> .....	37
3.3.6	<b>Analisa Hasil</b> .....	45
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>46</b>
4.1	<i>Pre-processing</i> .....	46
4.2	Hasil Ekstrasi Fitur.....	47
4.2.1	<b>Ekstrasi Fitur <i>Zernike Moment Invariant</i></b> .....	47
4.3	Hasil Klasifikasi.....	48
4.3.1	<b>Dataset Training <i>Zernike Moment Invariant Model (LM)</i></b> .....	49
4.3.1.1	<i>Training Model SCG Hidden Neuron 1</i> .....	49
4.3.1.2	<i>Training Model SCG Hidden Neuron 5</i> .....	56
4.3.1.3	<i>Training Model SCG Hidden Neuron 10</i> .....	63
4.3.1.4	<i>Training Model SCG Hidden Neuron 15</i> .....	70
4.3.1.5	<i>Training Model SCG Hidden Neuron 20</i> .....	77
4.3.1.6	<i>Training Model CGB Hidden Neural 1</i> .....	84
4.3.1.7	<i>Training Model CGB Hidden Neural 5</i> .....	91
4.3.1.8	<i>Training Model CGB Hidden Neural 10</i> .....	98
4.3.1.9	<i>Training Model CGB Hidden Neural 15</i> .....	105
4.3.1.10	<i>Training Model CGB Hidden Neural 20</i> .....	112
4.3.1.11	<i>Training Model LM Hidden Neural 1</i> .....	119
4.3.1.12	<i>Training Model LM Hidden Neural 5</i> .....	126



4.3.1.13	<i>Training Model LM Hidden Neural 10</i> .....	133
4.3.1.14	<i>Training Model LM Hidden Neural 15</i> .....	140
4.3.1.15	<i>Training Model LM Hidden Neural 20</i> .....	147
<b>4.3.2</b>	<b><i>Dataset Training Haar Wavelet 1</i></b> .....	<b>154</b>
4.3.2.1	<i>Training Model SCG Hidden Neural 1</i> .....	154
4.3.2.2	<i>Training Model SCG Hidden Neural 5</i> .....	161
4.3.2.3	<i>Training Model SCG Hidden Neural 10</i> .....	168
4.3.2.4	<i>Training Model SCG Hidden Neural 15</i> .....	175
4.3.2.5	<i>Training Model SCG Hidden Neural 20</i> .....	182
4.3.2.6	<i>Training Model CGB Hidden Neural 1</i> .....	189
4.3.2.7	<i>Training Model CGB Hidden Neural 5</i> .....	196
4.3.2.8	<i>Training Model CGB Hidden Neural 10</i> .....	203
4.3.2.9	<i>Training Model CGB Hidden Neural 15</i> .....	210
4.3.2.10	<i>Training Model CGB Hidden Neural 20</i> .....	217
4.3.2.11	<i>Training Model LM Hidden Neural 1</i> .....	224
4.3.2.12	<i>Training Model LM Hidden Neural 5</i> .....	231
4.3.2.13	<i>Training Model LM Hidden Neural 10</i> .....	238
4.3.2.14	<i>Training Model LM Hidden Neural 15</i> .....	245
4.4	Analisis Perbandingan Performa Terbaik.....	252
4.4.1	Analisis Grafik Perbandaingan Rata-Rata Akurasi <i>Zernike Moment Invariant</i> 252	
4.4.2	Analisis Grafik Perbandaingan Rata-Rata Akurasi <i>Haar Wavelet</i> .....	254
4.5	APPS .....	257
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>262</b>
5.1	Kesimpulan.....	262
5.2	Saran .....	263
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>264</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>267</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Beton .....	10
Gambar 2. 2 Retakan Beton .....	11
Gambar 2. 3 Citra RGB .....	15
Gambar 2. 4 Citra Grayscale.....	15
Gambar 2. 5 Multilayer Perceptron Neural Network (Hadianto et al., 2019).....	21
Gambar 2. 6 Tampilan APPS .....	24
Gambar 3. 1 Flowchart Alur Penelitian .....	26
Gambar 3. 2 Flowchart Perancangan Sistem .....	29
Gambar 3. 3 Citra Beton, (a) Kelas Normal, (b) Kelas Retak Halus (c) Kelas Retak Parah. .....	30
Gambar 3. 4 Tahap Pre-processing .....	30
Gambar 3. 5 flowchart Tahap Ekstrasi.....	32
Gambar 3. 6 flowchart Tahap Klasifikasi .....	34
Gambar 4. 1 Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> SCG HN 1, (b,e) Grafik <i>Performance</i> SCG HN 1, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) SCG HN 1 .....	50
Gambar 4. 2. Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> SCG HN 5, (b,e) Grafik <i>Performance</i> SCG HN 5, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) SCG HN 5 .....	57
Gambar 4. 3. Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> SCG HN 10, (b,e) Grafik <i>Performance</i> SCG HN 10, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) SCG HN 10.....	64
Gambar 4. 4. Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> SCG HN 15, (b,e) Grafik <i>Performance</i> SCG HN 15, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) SCG HN 15.....	71
Gambar 4. 5. Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> SCG HN 20, (b,e) Grafik <i>Performance</i> SCG HN 20, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) SCG HN 20.....	78
Gambar 4. 6. Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> CGB HN 1, (b,e) Grafik <i>Performance</i> CGB HN 1, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) CGB HN 1 .....	85
Gambar 4. 7. Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> CGB HN 5, (b,e) Grafik <i>Performance</i> CGB HN 5, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) CGB HN 5 .....	92
Gambar 4. 8. Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> CGB HN 10, (b,e) Grafik <i>Performance</i> CGB HN 10, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) CGB HN 10.....	99
Gambar 4. 9. Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> CGB HN 15, (b,e) Grafik <i>Performance</i> CGB HN 15, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) CGB HN 15.....	106

Gambar 4. 10. Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> CGB HN 20, (b,e) Grafik <i>Performance</i> CGB HN 20, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) CGB HN 20.....	113
Gambar 4. 11. Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> LM HN 1, (b,e) Grafik <i>Performance</i> LM HN 1, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) LM HN 1 .....	120
Gambar 4. 12. Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> LM HN 5, (b,e) Grafik <i>Performance</i> LM HN 5, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) LM HN 5 .....	127
Gambar 4. 13. Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> LM HN 10, (b,e) Grafik <i>Performance</i> LM HN 10, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) LM HN 10 .....	134
Gambar 4. 14. Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> LM HN 15, (b,e) Grafik <i>Performance</i> LM HN 15, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) LM HN 15 .....	141
Gambar 4. 15. Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> LM HN 20, (b,e) Grafik <i>Performance</i> LM HN 20, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) LM HN 20 .....	148
Gambar 4. 16. Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> SCG HN 1, (b,e) Grafik <i>Performance</i> SCG HN 1, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) SCG HN 1 .....	155
Gambar 4. 17. Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> SCG HN 5, (b,e) Grafik <i>Performance</i> SCG HN 5, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) SCG HN 5 .....	162
Gambar 4. 18. Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> SCG HN 10, (b,e) Grafik <i>Performance</i> SCG HN 10, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) SCG HN 10.....	169
Gambar 4. 19. Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> SCG HN 15, (b,e) Grafik <i>Performance</i> SCG HN 15, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) SCG HN 15.....	176
Gambar 4. 20. Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> SCG HN 20, (b,e) Grafik <i>Performance</i> SCG HN 20, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) SCG HN 20.....	183
Gambar 4. 21. Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> CGB HN 1, (b,e) Grafik <i>Performance</i> CGB HN 1, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) CGB HN 1 .....	190
Gambar 4. 22. Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> CGB HN 5, (b,e) Grafik <i>Performance</i> CGB HN 5, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) CGB HN 5 .....	197
Gambar 4. 23. Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> CGB HN 10, (b,e) Grafik <i>Performance</i> CGB HN 10, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) CGB HN 10.....	204
Gambar 4. 24. Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> CGB HN 15, (b,e) Grafik <i>Performance</i> CGB HN 15, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) CGB HN 15.....	211

Gambar 4. 25. Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> CGB HN 20, (b,e) Grafik <i>Performance</i> CGB HN 20, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) CGB HN 20.....	218
Gambar 4. 26. Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> LM HN 1, (b,e) Grafik <i>Performance</i> LM HN 1, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) LM HN 1 .....	225
Gambar 4. 27. Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> LM HN 5, (b,e) Grafik <i>Performance</i> LM HN 5, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) LM HN 5 .....	232
Gambar 4. 28. Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> LM HN 10, (b,e) Grafik <i>Performance</i> LM HN 10, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) LM HN 10 .....	239
Gambar 4. 29. Hasil <i>Run</i> 1 dan 2 (a,d) Grafik <i>Confusion Matrix</i> LM HN 15, (b,e) Grafik <i>Performance</i> LM HN 15, (c,f) Kurva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) LM HN 15 .....	246
Gambar 4. 30 Grafik Akurasi Training .....	252
Gambar 4. 31 Grafik Akurasi Testing .....	253
Gambar 4. 32 Grafik Akurasi Validation .....	254
Gambar 4. 33 Grafik Akurasi Training .....	255
Gambar 4. 34 Grafik Akurasi Testing .....	256
Gambar 4. 35 Grafik Akurasi Validation .....	257

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka.....	7
Tabel 2. 2 Penelitian Terkait Model <i>Levenbreg Marquard</i> .....	23
Tabel 4. 1. Citra Hasil <i>Preprocessing</i> .....	46
Tabel 4. 2. Rata-Rata $\pm$ Standar Deviasi Ekstrasi Fitur <i>Zernike Moment Invariant</i> .....	47
Tabel 4. 3. Rata-Rata $\pm$ Standar Deviasi Ekstrasi Fitur <i>Haar 1</i> .....	47
Tabel 4. 4. Model Klasifikasi.....	48
Tabel 4. 5 Hasil <i>Training</i> Model SCG HN 1 .....	49
Tabel 4. 6 Hasil <i>Training</i> Model SCG HN 5 .....	56
Tabel 4. 7 Hasil <i>Training</i> Model SCG HN 10 .....	63
Tabel 4. 8 Hasil <i>Training</i> Model SCG HN 15 .....	70
Tabel 4. 9 Hasil <i>Training</i> Model SCG HN 20 .....	77
Tabel 4. 10 Hasil <i>Training</i> Model CGB HN 1.....	84
Tabel 4. 11 Hasil <i>Training</i> Model CGB HN 5.....	91
Tabel 4. 12 Hasil <i>Training</i> Model CGB HN 10.....	98
Tabel 4. 13 Hasil <i>Training</i> Model CGB HN 15.....	105
Tabel 4. 14 Hasil <i>Training</i> Model CGB HN 20.....	112
Tabel 4. 15 Hasil <i>Training</i> Model LM HN 1 .....	119
Tabel 4. 16 Hasil <i>Training</i> Model LM HN 5 .....	126
Tabel 4. 17 Hasil <i>Training</i> Model LM HN 10.....	133
Tabel 4. 18 Hasil <i>Training</i> Model LM HN 15 .....	140
Tabel 4. 19 Hasil <i>Training</i> Model LM HN 20.....	147
Tabel 4. 20 Hasil <i>Training</i> Model SCG HN 1 .....	154
Tabel 4. 21 Hasil <i>Training</i> Model SCG HN 5 .....	161
Tabel 4. 22 Hasil <i>Training</i> Model SCG HN 10 .....	168
Tabel 4. 23 Hasil <i>Training</i> Model SCG HN 15 .....	175
Tabel 4. 24 Hasil <i>Training</i> Model SCG HN 20 .....	182
Tabel 4. 25 Hasil <i>Training</i> Model CGB HN 1 .....	189
Tabel 4. 26 Hasil <i>Training</i> Model CGB HN 5 .....	196
Tabel 4. 27 Hasil <i>Training</i> Model CGB HN 10.....	203
Tabel 4. 28 Hasil <i>Training</i> Model CGB HN 15 .....	210
Tabel 4. 29 Hasil <i>Training</i> Model CGB HN 20.....	217
Tabel 4. 30 Hasil <i>Training</i> Model LM HN 1 .....	224
Tabel 4. 31 Hasil <i>Training</i> Model LM HN 5 .....	231
Tabel 4. 32 Hasil <i>Training</i> Model LM HN 10 .....	238
Tabel 4. 33 Hasil <i>Training</i> Model LM HN 15 .....	245
Tabel 4. 34 Langkah-Langkah Pengoperasian APPS .....	258

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Function Adapthisteq.....	267
Lampiran 2 Function Zernike Moment.....	280
Lampiran 3 Function Radialpoly .....	281