

**TUGAS AKHIR**

**SISTEM KLASIFIKASI CITRA LENKE SCOLIOSIS DENGAN  
METODE MOMENT INVARIANT DAN DECISION TREE**

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



Disusun Oleh:

**Muhamad Ali Hanafi**

**20190120146**

**PROGRAM STUDI ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2024**

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhamad Ali Hanafi

Nim : 20190120146

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan bahwa naskah Tugas Akhir dengan judul "SISTEM KLASIFIKASI CITRA LENKE SCOLIOSIS DENGAN METODE MOMENT INVARIANT DAN DECISION TREE" merupakan hasil karya saya sendiri dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan manapun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka dibagian akhir Tugas Akhir.

Yogyakarta, 19 Oktober 2024



Muhamad Ali Hanafi

## MOTTO

"Barangsiapa yang bertakwa kepada Allah, niscaya Dia akan memberi jalan keluar."

*~Q.S. At-Talaq: 2~*

"Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan."

*~Q.S. Al Insyirah: 5-6~*

"Dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus dari rahmat Allah melainkan orang-orang yang kafur."

*~Q.S. Yusuf: 87~*

"Cinta adalah keinginan untuk menyatukan diri dengan sesuatu yang baik dan indah."

*~Friedrich Nietzsche~*

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

*“Penelitian ini saya persembahkan sebagai bentuk kecintaan saya terhadap ilmu pengetahuan dan sebagai hadiah bagi Ibu dan Bapak, beserta adik saya.”*

## KATA PENGANTAR

Dengan penuh rasa syukur, saya mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya yang melimpah, sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas Akhir ini merupakan hasil kerja keras saya sebagai mahasiswa program studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

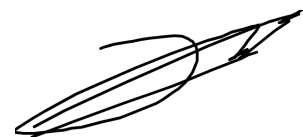
Tugas Akhir ini saya susun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar S-1 pada Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penulisan Tugas Akhir ini bertujuan untuk menggali pemahaman dan menerapkan ilmu yang telah saya pelajari selama masa perkuliahan.

Saya menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu saya terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan. Penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan berkat bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Aris Widy Nugroho, S. T., M.T., Ph.D., selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Ir. Kharisma Trinanda Putra, S.ST., MT., Ph.D selaku ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Ibu Ir. Anna Nur Nazilah Chamim, S.T., M.Eng, selaku dosen Pembimbing, yang selalu membimbing saya dari awal penulisan Tugas Akhir hingga tuntas. Terima kasih atas bimbingan, kritik, saran, dan selalu meluangkan waktunya di sela kesibukannya. Semoga ilmu dan kebaikan yang ibu berikan kepada saya dapat menjadi kebaikan bagi Ibu dan sekeluarga.
4. Bapak Yudhi Ardiyanto, S.T., M.Eng. selaku dosen penguji Skripsi saya.
5. Seluruh dosen dan tenaga pengajar Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah banyak memberikan bimbingan kepada penulis selama menjalani perkuliahan.

6. Ibu saya, Seorang yang sangat penting dan berharga bagi saya dan keluarga. Seorang yang memberi dukungan dan do'a untuk saya agar menjadi seorang manusia yang lebih baik.
7. Bapak saya, Seorang yang menjadi contoh figure pertama dan inspirasi untuk saya untuk menjadi seseorang yang baik terhadap sesama dan memiliki wawasan luas.
8. Adik saya, seorang yang sangat saya sayangi. Seorang yang menjadi prioritas saya untuk bisa menjaganya dan memberikan contoh terbaik selayaknya seorang kakak. Seorang yang sangat saya harapkan menjadi manusia yang baik dan bermanfaat bagi manusia lain.
9. Kepada teman-teman Teknik Elektro UMY Angkatan 2019 yang memberikan banyak kesan dan pengalaman semasa perkuliahan penulis.
10. Kepada teman-teman yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Yogyakarta, 20 oktober 2024



Muhamad Ali Hanafi

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
MOTTO .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
INTISARI.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka .....	6
2.2 Landasan Teori .....	14
2.2.1 Skoliosis .....	14
2.2.2 Pengolahan Citra .....	18
2.2.3 Algoritma Pengenalan Pola.....	23
2.2.4 <i>Hu Moment Invariant</i> .....	27
2.2.5 <i>Zernike Moment Invariant</i> .....	29
2.2.6 <i>Decision Tree</i> .....	31
2.2.7 MATLAB.....	33
2.2.8 <i>Confusion Matrix</i> .....	35

2.2.9	APPS .....	37
BAB III	METODE PENELITIAN.....	39
3.1	Metode Penelitian.....	39
3.2	Perancangan Sistem.....	41
3.2.1	<i>Pre-Preprocessing</i> .....	42
3.2.2	<i>Processing</i> .....	44
3.2.3	Proses Ekstraksi Fitur.....	46
3.2.4	Prosedur Penggunaan <i>Classification Learner Toolbox</i> .....	50
3.2.5	Tampilan APPS .....	55
3.3	Instrumen Penelitian .....	66
3.3.1	<i>Software</i> .....	66
3.3.2	<i>Hardware</i> .....	66
BAB IV	ANALISIS DAN HASIL.....	67
4.1	<i>Pre-processing</i> .....	67
4.2	Ekstraksi Fitur .....	69
4.2.1	Hasil Ekstraksi Fitur <i>Hu Moment</i> .....	69
4.2.2	Hasil Ekstraksi Fitur <i>Zernike Moment</i> .....	70
4.3	Hasil dan Analisis Klasifikasi .....	71
4.3.1	<i>Dataset Training Hu Moment</i> .....	71
4.3.2	<i>Dataset Training Zernike Moment</i> .....	83
4.3.3	<i>Dataset Testing Hu Moment</i> .....	95
4.3.4	<i>Dataset Testing Zernike Moment</i> .....	100
4.4	Analisis Hasil Perbandingan <i>Best Performance</i> .....	106
4.4.1	Perbandingan Hasil Akurasi <i>Training</i> .....	106
4.4.2	Perbandingan Hasil Akurasi <i>Testing</i> .....	109
4.5	APPS .....	111
BAB V	PENUTUP.....	114
5.1	Kesimpulan.....	114
5.2	Saran.....	115
DAFTAR	PUSTAKA .....	116
LAMPIRAN	.....	121



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kurvaturaspinal pada scoliosis.....	14
Gambar 2. 2 Koordinat Citra Digital (Nafi'iyah, N., 2015) .....	19
Gambar 2. 3 Persamaan Citra Digital .....	19
Gambar 2. 4 Citra Warna .....	20
Gambar 2. 5 Binary Image.....	22
Gambar 2. 6 Citra Grayscale.....	22
Gambar 2. 7 Algoritma Pengenalan Pola.....	23
Gambar 2. 8 Transformasi affine .....	27
Gambar 2. 9 Logo MATLAB.....	33
Gambar 2. 10 Tampilan APPS.....	38
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian.....	39
Gambar 3. 2 Flowchart Perancangan Sistem .....	41
Gambar 3. 3 Labelisasi Citra dengan Excel .....	43
Gambar 3. 4 Flowchart Processing .....	45
Gambar 3. 5 Import Data Training.....	51
Gambar 3. 6 Classification Learner Toolbox .....	51
Gambar 3. 7 Import New Session from Workspace .....	52
Gambar 3. 8 Tampilan dari New Session.....	52
Gambar 3. 9 Tampilan Pilihan Model Type Klasifikasi dan tombol Train (DT) .	53
Gambar 3. 10 Hasil Akurasi dari setiap model DT .....	53
Gambar 3. 11 Menyimpan hasil Confusion Matrix .....	54
Gambar 3. 12 Menyimpan hasil ROC Curve.....	54
Gambar 3. 13 Menyimpan hasil Training Time.....	55
Gambar 3. 14 Menyimpan hasil Model.....	55
Gambar 4. 1 Citra Hasil Pre-Processing .....	68
Gambar 4. 2 (a) Citra Awal (b) Citra Flip Vertical Kelas Lenke.....	69
Gambar 4. 3 (a) Citra Awal (b) Citra Flip Vertical Kelas Normal .....	69
Gambar 4. 4 Confusion Matrix Model Fine DT Hu Moment.....	73
Gambar 4. 5 ROC Model Fine DT Hu Moment .....	74
Gambar 4. 6 Confusion Matrix Model Medium DT Hu Moment.....	76
Gambar 4. 7 ROC Model Medium DT Hu Moment.....	78
Gambar 4. 8 Confusion Matrix Model Coarse DT Hu Moment.....	80
Gambar 4. 9 ROC Model Coarse DT Hu Moment .....	82
Gambar 4. 10 Confusion Matrix Model Fine DT Zernike Moment .....	85
Gambar 4. 11 ROC Model Fine DT Zernike Moment.....	86
Gambar 4. 12 Confusion Matrix Model Medium DT Zernike Moment .....	88
Gambar 4. 13 ROC Model Medium DT Zernike Moment .....	90
Gambar 4. 14 Confusion Matrix Model Coarse DT Zernike Moment .....	92
Gambar 4. 15 ROC Model Coarse DT Zernike Moment.....	93
Gambar 4. 16 Hasil Perbandingan Akurasi Training Hu Moment .....	107

Gambar 4. 17 Hasil Perbandingan Akurasi Training Zernike Moment.....	108
Gambar 4. 18 Hasil Perbandingan Akurasi Testing Hu Moment .....	109
Gambar 4. 19 Hasil Perbandingan Akurasi Testing Zernike Moment.....	110

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian.....	10
Tabel 2. 2 Confusion Matrix .....	36
Tabel 2. 3 Rumus Performance Matrix .....	36
Tabel 3. 1 Langkah-langkah menggunakan APPS.....	56
Tabel 4. 1 Jumlah Citra Awal dan Setelah Augmentasi.....	67
Tabel 4. 2 Nilai rerata $\pm$ Standar Deviasi pada Hasil Ekstraksi Hu Moment.....	70
Tabel 4. 3 Nilai rerata $\pm$ Standar Deviasi pada Hasil Ekstraksi Zernike Moment	71
Tabel 4. 4 Hasil Akurasi dan Waktu pada Training Hu Moment DT dengan Model Fine, Medium, dan Coarse .....	72
Tabel 4. 5 Hasil Akurasi dan Waktu pada Training Zernike Moment DT dengan Model Fine, Medium, dan Coarse.....	84
Tabel 4. 6 Nilai Accuracy, Precision, Recall, Specificity, F-score, Confusion Matrix Testing Hu Moment dengan Model Fine DT .....	95
Tabel 4. 7 Nilai Accuracy, Precision, Recall, Specificity, F-score, Confusion Matrix Testing Hu Moment dengan Model Medium DT.....	97
Tabel 4. 8 Nilai Accuracy, Precision, Recall, Specificity, F-score, Confusion Matrix Testing Hu Moment dengan Model Coarse DT .....	99
Tabel 4. 9 Nilai Accuracy, Precision, Recall, Specificity, F-score, Confusion Matrix Testing Zernike Moment dengan Model Fine DT .....	101
Tabel 4. 10 Nilai Accuracy, Precision, Recall, Specificity, F-score, Confusion Matrix Testing Zernike Moment dengan Model Medium DT.....	103
Tabel 4. 11 Nilai Accuracy, Precision, Recall, Specificity, F-score, Confusion Matrix Testing Zernike Moment dengan Model Medium DT.....	105
Tabel 4. 12 Hasil Klasifikasi Terbaik Training Fitur Hu Moment .....	107
Tabel 4. 13 Hasil Klasifikasi Terbaik Training Fitur Zernike Moment.....	108
Tabel 4. 14 Hasil Klasifikasi Terbaik Testing Fitur Hu Moment .....	109
Tabel 4. 15 Hasil Klasifikasi Terbaik Testing Fitur Zernike Moment.....	110
Tabel 4. 16 Langkah-langkah Pengoperasian APPS.....	111

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hu Moment.....	121
Lampiran 2 Hu Moment.....	122
Lampiran 3 Hu Moment.....	123
Lampiran 4 Zernike Moment .....	124
Lampiran 5 Zernike Moment .....	126
Lampiran 6 Zernike Moment .....	127