

TUGAS AKHIR

PENDETEKSIAN PENYAKIT LEUKIMIA BERBASIS MACHINE LEARNING DENGAN METODE EKSTRAKSI HU MOMENT INVARIANT DAN ZERNIKE MOMENT INVARIANT

Disusun guna memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana

Strata-I

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh:

Adittia Nugroho

20190120114

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

2023

HALAMAN PERNYATAAN

Nama : Adittia Nugroho
NIM : 20190120114
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Saya menyatakan bahwa naskah tugas akhir yang berjudul "**Pendeteksian Penyakit Leukimia Berbasis *Machine Learning* dengan Metode Ekstraksi *Hu Moment Invariant* dan *Zernike Moment Invariant***" merupakan hasil karya tulis sendiri dan tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana pada Perguruan Tinggi serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah dipublikasikan oleh orang lain, kecuali secara tertulis dalam naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, 15 Desember 2023

Penulis

Adittia Nugroho



Adittia Nugroho

MOTTO

“Dan jangan kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus asa dari rahmat Allah, melainkan kaum yang kafir”

-QS. Yusuf: 87-

“Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

-QS. Al-Baqarah: 286-

“Dan bersabarlah. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”

-QS. Al-Anfaal: 46-

VINI, VIDI, VICI

-Julius Caesar-

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk Ayah dan Ibu saya”

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan *alhamdulillah robbil'alamin* dan penulis panjatkan segala puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pendeteksian Penyakit Leukimia Berbasis *Machine Mearning* dengan Metode Ekstraksi *Hu Moment Invariant* dan *Zernike Moment Invariant*”** sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Strata-I Teknik di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penyusunan skripsi ini berdasarkan hasil dari penelitian yang telah penulis laksanakan. Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberi dukungan moril maupun materiil, motivasi, dan ilmu yang sangat bermanfaat dalam proses penyusunan hingga selesainya skripsi ini. Dengan segala hormat penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Gunawan Budiyanto, M.P., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Karisma Trinanda Putra, S.ST., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Ibu Dr. Yessi Jusman, S.T., M.Sc. dan Bapak Muhamad Yusvin Mustar, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan ilmu, bimbingan, dan dukungan dengan penuh kesabaran.
5. Seluruh dosen dan staff Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan ilmu kepada penulis.
6. Bapak Warisno, Ibu Saeni, Exsi Wulandari, AMK., Pungki Widya Vista, dan Allesha Kirana Vista selaku Orang tua dan Keluarga dari penulis yang selalu memberi semangat, mendidik, memberi kasih

sayang, dan memberi uang bulanan untuk *survival* di tanah perantauan serta selalu mendoa'kan yang terbaik.

7. Sahabat-sahabat penulis yang selalu menemani penulis baik susah maupun nyusahin dari bangku SD sampai bangku Kuliah, tetapi penulis tetap sayang kalian.
8. Teman-teman GH Jahiri dan Squad Beban Keluarga yang selalu bikin emosi, berbagi tugas dengan penulis, dan menemani penulis di bangku perkuliahan ini.
9. Seluruh teman-teman DEWA 19 yang telah menemani penulis dari awal kepengurusan KMTE sampai demisioner.
10. Seluruh teman-teman Skripsi Hore bimbingan Bu Yessi yang telah berjuang bersama selama proses penyusunan Skripsi ini.
11. Teman-teman satu jurusan Teknik Elektro UMY Angkatan 2019, 2020, dan 2022 yang memberi banyak kesan dan pengalaman selama masa perkuliahan penulis.
12. Kepada seseorang yang sudah menemani penulis dari masa SMP hingga perkuliahan, yang sudah menemukan rumah yang nyaman.
13. Seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan adanya saran dan masukan yang membangun dari berbagai pihak. Semoga skripsi ini dapat memberi manfaat dan mendorong penelitian selanjutnya.

Yogyakarta, 15 Desember 2023

Penulis



Adittia Nugroho

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN I	2
HALAMAN PENGESAHAN II	3
HALAMAN PERNYATAAN	5
MOTTO	6
HALAMAN PERSEMBAHAN	7
KATA PENGANTAR	8
DAFTAR GAMBAR	13
DAFTAR TABEL	16
INTISARI.....	18
ABSTRACT	19
BAB I PENDAHULUAN.....	20
1.1 Latar Belakang	20
1.2 Rumusan Masalah	22
1.3 Batasan Masalah	22
1.4 Tujuan Penelitian	22
1.5 Manfaat Penelitian	22
1.6 Sistematika Penulisan	23
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	24
2.1 Tinjauan Pustaka	24
2.2 Landasan Teori.....	33
2.2.1 Leukimia	33
2.2.2 Pengolahan Citra Digital.....	34
2.2.3 Algoritma Pengenalan Pola.....	38
2.2.4 <i>Hu Moment Invariant</i>	40

2.2.5 <i>Zernike Moment Invariant</i>	43
2.2.6 Metode Klasifikasi	45
2.2.7 MATLAB.....	48
2.2.8 <i>Confusion Matrix</i>	50
2.2.9 Graphical User Interface GUI	52
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	54
3.1 Metode Penelitian	54
3.1.1 Pengumpulan Data	54
3.1.2 Perancangan Sistem	54
3.2 Perancangan Sistem	55
3.2.1 <i>Pre-processing</i>	56
3.2.2 <i>Processing</i>	57
3.2.3 Ekstraksi Fitur	59
3.2.4 <i>Classification Learner Toolbox</i>	62
3.2.5 Tampilan GUI	68
3.2.6 Program Klasifikasi Kanker Leukimia.....	70
3.3 Instrument Penelitian	88
BAB IV ANALISIS DAN HASIL.....	89
4.1 <i>Pre-processing</i>	89
4.2 Ekstraksi Fitur	91
4.2.1 Hasil Ekstraksi Fitur <i>Hu Moment</i>	91
4.2.2 Hasil Ekstraksi Fitur <i>Zernike Moment</i>	92
4.3 Hasil dan Analisis Klasifikasi	92
4.3.1 Dataset <i>Training Hu Moment</i>	92
4.3.2 Dataset <i>Training Zernike Moment</i>	111

4.3.3 Dataset Training Fitur Gabungan (<i>Hu</i> dan <i>Zernike</i>) <i>moment</i>	128
4.3.4 Dataset Testing <i>Hu Moment</i>	146
4.3.5 Dataset Testing <i>Zernike Moment</i>	154
4.3.6 <i>Dataset Testing</i> Gabungan (<i>Hu Moment</i> dan <i>Zernike Moment</i>)	161
4.4 Analisis Hasil Perbandingan <i>Best Performance</i>	168
4.4.1 Perbandingan Hasil Akurasi <i>Training</i>	168
4.4.2 Perbandingan Hasil Akurasi <i>Testing</i>	171
4.5 Implementasi GUI.....	174
BAB V PENUTUP.....	177
5.1 Kesimpulan	177
5.2 Saran.....	177
DAFTAR PUSTAKA	178

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kanker Darah/Leukimia.....	33
Gambar 2. 2 Sistem Koordinat Dalam Citra Digital (Nafi'iyah, 2015a)	35
Gambar 2. 3 Persamaan Representasi Citra Digital (Zaid Munantri et al., 2019). 35	
Gambar 2. 4 Citra RGB (Kusumanto & Tompunu, 2011).....	37
Gambar 2. 5 Citra Biner dengan Nilai Piksel 0 dan 1 (Munir, 2019)	37
Gambar 2. 6 Citra Grayscale dengan nilai piksel 0-255	38
Gambar 2. 7 Algoritma Pengenalan Pola.....	38
Gambar 2. 8 Transformasi Affin.....	41
Gambar 2. 9 Cara Kerja Hyperlane.....	46
Gambar 2. 10 MATLAB	50
Gambar 2. 11 Tampilan GUI	53
Gambar 3. 1 Flowchart Metode Penelitian	54
Gambar 3. 2 Flowchart Perancangan Sistem	55
Gambar 3. 3 Flowchart Processing	58
Gambar 3. 4 Excel hasil extraction Hu Moment (training).....	60
Gambar 3. 5 Excel hasil Extraction Zernike Moment (training)	61
Gambar 3. 6 Excel hasil Extraction Gabungan (training).....	62
Gambar 3. 7 Pemberian Label kelas pada Excel.....	62
Gambar 3. 8 Workspace pada Program baca data training	63
Gambar 3. 9 Classification Learner Toolbox.....	63
Gambar 3. 10 Import New Session from Workspace	64
Gambar 3. 11 Tampilan dari New Session.....	64
Gambar 3. 12 Tampilan Pilihan Model Type Klasifikasi dan tombol Train	65
Gambar 3. 13 Hasil Akurasi pada All SVM Learner	65
Gambar 3. 14 Hasil Akurasi pada All KNN Learner	66
Gambar 4. 1 Tampilan GUI	69
Gambar 4. 2 Hasil Perbandingan Kualitas pada Citra Leukimia	89

Gambar 4. 3 (a) Citra original, (b) Citra Flip Horizontal, (c) Citra Flip Vertical, (d) Citra Flip Gabungan Kelas 1	90
Gambar 4. 4 (a) Citra original, (b) Citra Flip Horizontal, (c) Citra Flip Vertical, (d) Citra Flip Gabungan Kelas 2	90
Gambar 4. 5 Confusion Matrix Model Cubic SVM Hu Moment	94
Gambar 4. 6 ROC Model Cubic SVM Hu Moment	95
Gambar 4. 7 Confusion Matrix Model Fine Gaussian SVM Hu Moment.....	97
Gambar 4. 8 ROC Model Fine Gaussian SVM Hu Moment	98
Gambar 4. 9 Confusion Matrix Model Quadratic SVM Hu Moment.....	99
Gambar 4. 10 ROC Model Quadratic SVM Hu Moment	100
Gambar 4. 11 Confusion Matrix Model Fine Gaussian KNN Hu Moment.....	103
Gambar 4. 12 ROC Model Fine Gaussian KNN Hu Moment	104
Gambar 4. 13 Confusion Matrix Model Medium KNN Hu Moment	106
Gambar 4. 14 ROC Model Medium KNN Hu Moment	107
Gambar 4. 15 Confusion Matrix Model Weighted KNN Hu Moment	108
Gambar 4. 16 ROC Model Weighted KNN Hu Moment	109
Gambar 4. 17 Confusion Matrix Model Fine Gaussian Zernike Moment.....	112
Gambar 4. 18 ROC Model Fine Gaussian SVM Zernike Moment.....	113
Gambar 4. 19 Confusion Matrix Model Medium Zernike Moment	115
Gambar 4. 20 ROC Model Medium SVM Zernike Moment.....	116
Gambar 4. 21 Confusion Matrix Model Quadratic Zernike Moment	117
Gambar 4. 22 ROC Model Quadratic SVM Zernike Moment.....	118
Gambar 4. 23 Confusion Matrix Model Cubic Zernike Moment	121
Gambar 4. 24 ROC Model Cubic KNN Zernike Moment.....	122
Gambar 4. 25 Confusion Matrix Model Fine Gaussian Zernike Moment.....	123
Gambar 4. 26 ROC Model Fine Gaussian KNN Zernike Moment.....	124
Gambar 4. 27 Confusion Matrix Model Weighted Zernike Moment	126
Gambar 4. 28 ROC Model Weighted Zernike Moment.....	127
Gambar 4. 29 Confusion Matrix SVM Model Cubic Gabungan	130
Gambar 4. 30 ROC SVM Model Cubic Gabungan	131
Gambar 4. 31 Confusion Matrix SVM Model Fine Gaussian Gabungan.....	132

Gambar 4. 32 ROC SVM Model Fine Gaussian Gabungan	133
Gambar 4. 33 Confusion Matrix SVM Model Medium Gabungan	135
Gambar 4. 34 ROC SVM Model Medium Gabungan	136
Gambar 4. 35 Confusion Matrix KNN Model Cubic.....	139
Gambar 4. 36 ROC KNN Model Cubic Gabungan.....	140
Gambar 4. 37 Confusion Matrix Model KNN Fine Gaussian Gabungan	141
Gambar 4. 38 ROC Model KNN Fine Gaussian Gabungan	142
Gambar 4. 39 Confusion Matrix KNN Model Weighted Gabungan	144
Gambar 4. 40 ROC KNN Model Weighted Gabungan.....	145
Gambar 4. 41 Hasil Perbandingan Akurasi Training Hu Moment	169
Gambar 4. 42 Hasil Perbandingan Akurasi Training Zernike Moment.....	170
Gambar 4. 43 Hasil Perbandingan Akurasi Training Gabungan (Hu Moment dan Zernike Moment)	171
Gambar 4. 44 Hasil Perbandingan Akurasi Testing Hu Moment	172
Gambar 4. 45 Hasil Perbandingan Akurasi Testing Zernike Moment.....	173
Gambar 4. 46 Hasil Perbandingan Akurasi Testing Gabungan (Hu Moment dan Zernike Moment)	174

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Penelitian Terkait	29
Tabel 4. 1 Nilai rerata \pm Standar Deviasi pada Hasil Ekstraksi Hu Moment.....	91
Tabel 4. 2 Nilai rerata \pm Standar Deviasi pada Hasil Ekstraksi Zernike Moment	92
Tabel 4. 3 Hasil Akurasi dan Waktu pada Training Hu Moment SVM dengan Model Cubic, Fine Gaussian, dan Quadratic	93
Tabel 4. 4 Hasil Akurasi dan Waktu pada Training Hu Moment KNN dengan Model Fine Gaussian, Medium, dan Weighted	102
Tabel 4. 5 Hasil Akurasi dan Waktu pada Training Zernike Moment SVM dengan Model Fine Gaussian, Medium, dan Quadratic	111
Tabel 4. 6 Hasil Akurasi dan Waktu pada Training Hu Moment KNN dengan Model Cubic, Fine Gaussian, dan Weighted	120
Tabel 4. 7 Hasil Akurasi dan Waktu pada Training Zernike Moment SVM dengan Model Cubic, Fine Gaussian, dan Medium.....	129
Tabel 4. 8 Hasil Akurasi dan Waktu pada Training Hu and Zernike Moment KNN dengan Model Cubic, Fine Gaussian, dan Weighted	138
Tabel 4. 9 Nilai Accuracy, Precision, Recall, Specificity, F-score, Confusion Matrix Testing Hu Moment dengan Model Cubic SVM	147
Tabel 4. 10 Nilai Accuracy, Precision, Recall, Specificity, F-score, Confusion Matrix Testing Hu Moment dengan Model Fine Gaussian SVM.....	148
Tabel 4. 11 Nilai Accuracy, Precision, Recall, Specificity, F-score, Confusion Matrix Testing Hu Moment dengan Model Quadratic SVM.....	149
Tabel 4. 12 Nilai Accuracy, Precision, Recall, Specificity, F-score, Confusion Matrix Testing Hu Moment dengan Model Fine Gaussian KNN	150
Tabel 4. 13 Nilai Accuracy, Precision, Recall, Specificity, F-score, Confusion Matrix Testing Hu Moment dengan Model Medium KNN	151
Tabel 4. 14 Nilai Accuracy, Precision, Recall, Specificity, F-score, Confusion Matrix Testing Hu Moment dengan Model Weighted KNN	153
Tabel 4. 15 Nilai Accuracy, Precision, Recall, Specificity, F-score, Confusion Matrix Testing Zernike Moment dengan Model Fine Gaussian SVM	154

Tabel 4. 16 Nilai Accuracy, Precision, Recall, Specificity, F-score, Confusion Matrix Testing Zernike Moment dengan Model Medium SVM.....	155
Tabel 4. 17 Nilai Accuracy, Precision, Recall, Specificity, F-score, Confusion Matrix Testing Zernike Moment dengan Model Quadratic SVM	156
Tabel 4. 18 Nilai Accuracy, Precision, Recall, Specificity, F-score, Confusion Matrix Testing Zernike Moment dengan Model Cubic KNN.....	157
Tabel 4. 19 Nilai Accuracy, Precision, Recall, Specificity, F-score, Confusion Matrix Testing Zernike Moment dengan Model Fine Gaussian KNN	159
Tabel 4. 20 Nilai Accuracy, Precision, Recall, Specificity, F-score, Confusion Matrix Testing Zernike Moment dengan Model Weighted KNN.....	160
Tabel 4. 21 Nilai Accuracy, Precision, Recall, Specificity, F-score, Confusion Matrix Testing Gabungan dengan Model Cubic SVM	161
Tabel 4. 22 Nilai Accuracy, Precision, Recall, Specificity, F-score, Confusion Matrix Testing Gabungan dengan Model Fine Gaussian SVM.....	162
Tabel 4. 23 Nilai Accuracy, Precision, Recall, Specificity, F-score, Confusion Matrix Testing Gabungan dengan Model Medium SVM	163
Tabel 4. 24 Nilai Accuracy, Precision, Recall, Specificity, F-score, Confusion Matrix Testing Gabungan dengan Model Cubic KNN	165
Tabel 4. 25 Nilai Accuracy, Precision, Recall, Specificity, F-score, Confusion Matrix Testing Gabungan dengan Model Fine Gaussian KNN.....	166
Tabel 4. 26 Nilai Accuracy, Precision, Recall, Specificity, F-score, Confusion Matrix Testing Gabungan dengan Model Weighted KNN	167
Tabel 4. 27 Hasil Klasifikasi Terbaik Training Fitur Hu Moment	168
Tabel 4. 28 Hasil Klasifikasi Terbaik Training Fitur Zernike Moment.....	169
Tabel 4. 29 Hasil Klasifikasi Terbaik Training Fitur Gabungan (Hu Moment dan Zernike Moment)	170
Tabel 4. 30 Hasil Klasifikasi Terbaik Testing Fitur Hu Moment	172
Tabel 4. 31 Hasil Klasifikasi Terbaik Testing Fitur Zernike Moment.....	173
Tabel 4. 32 Hasil Klasifikasi Terbaik Testing Fitur Gabungan (Hu Moment dan Zernike Moment)	174