

**SISTEM KLASIFIKASI LEVEL KARIES GIGI BERDASARKAN TEKSTUR
MENGUNAKAN ALGORITMA TRANSFORMASI *HAAR WAVELET* DAN
*MACHINE LEARNING***

TUGAS AKHIR

Disusun guna memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Strata-1

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh:

Syahrul Gunawan

20190120085

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2023**

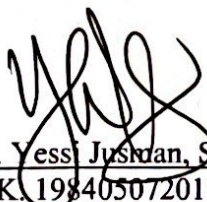
HALAMAN PERNYATAAN

Nama : Syahrul Gunawan
NIM : 20190120085

Saya menyatakan bahwa naskah tugas akhir yang berjudul: **SISTEM KLASIFIKASI LEVEL KARIES GIGI BERDASARKAN TEKSTUR MENGGUNAKAN ALGORITMA TRANSFORMASI HAAR WAVLETT DAN MACHINE LEARNING**

yang didaftarkan untuk Yudisium 2023/2024 merupakan penelitian payung dosen pembimbing saya dari penelitiannya yang telah lulus didanai Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi (KEMENRISTEK DIKTI dengan judul: **PENGEMBANGAN ALGORITMA OTOMATIS PENGEKSTRAKAN FITUR PEMBEDA TINGKAT KEPARAHAN KARIES GIGI BERDASARKAN INTERNET OF THINGS (IOT)**, maka dari itu seluruh data yang digunakan dan juga terkait dengan tugas akhir saya tidak akan disebarluaskan untuk menjaga orsinalitas dari penelitian dosen pembimbing saya. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan sebenar-benarnya.

Dosen Pembimbing,


Dr. Yessi Jusman, S.T., M.Sc
NIK. 19840507201810123106

Yogyakarta, 27 Januari 2023


itaan,
Syahrul Gunawan
NIM.20190120085

MOTTO

“Hai orang-orang yang beriman, bersabarlah kamu dan kuatkanlah kesabaranmu dan tetaplah bersiap siaga dan bertakwalah kepada Allah agar kamu beruntung”

-QS. Al-Baqarah: 200-

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk kedua Orang Tua saya”

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sistem Klasifikasi Level Karies Gigi Berdasarkan Tektur Menggunakan Algoritma Transformasi *Haar Wavelet* dan *Machine Learning*” sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penyusunan skripsi ini berdasarkan hasil penelitian yang telah penulis lakukan. Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberi dukungan moril maupun materiil, 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 Budiyo, M.P., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Karisma Trinanda Putra, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Ibu Dr. Yessi Jusman, S.T., M.Sc. dan Ibu Dr. drg. Sartika Puspita, M.D.Sc. 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 Icu Junaedi dan Ibu Raswi Sapitri selaku orang tua yang selalu memberi semangat, membimbing, mendidik dan memberikan doa yang terbaik.
7. Teman-teman Skripsi Hore bimbingan Ibu Yessi yang telah berjuang bersama selama proses penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini.

8. Teman-teman Teknik Elektro Angkatan 2019 yang telah memberi banyak kesan dan pengalaman selama perkuliahan.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
DAFTAR ISI.....	ix
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori	13
2.2.1 Karies Gigi.....	13
a. Pengertian Karies Gigi.....	13
2.2.2 Pengolahan Citra Digital	16
2.2.3 Metode Ekstraksi.....	20
2.2.4 Metode Klasifikasi	21
2.2.5 MATLAB	24
2.2.6 <i>Confusion Matrix</i>	25
2.2.7 <i>Graphic User Interface GUI</i>	26

BAB III METODELOGI PENELITIAN	27
3.1 Metode Penelitian	27
3.2 Perancangan Sistem	29
3.3 <i>Pre-Processing</i>	29
3.3.1 <i>Processing</i>	31
3.3.2 Ekstraksi fitur.....	33
3.3.3 Klasifikasi.....	36
3.3.4 Analisis dan Hasil.....	44
3.3.5 Tampilan GUI.....	44
3.3.6 Program Klasifikasi Level Karies Gigi.....	46
3.3.7 Spesifikasi Perangkat	55
BAB IV HASIL DAN ANALISIS.....	56
4.1 <i>Pre-Processing</i>	56
4.1.1 <i>Resize</i>	57
4.1.2 Augmentasi Citra.....	57
4.1.3 <i>Image Enhancement</i>	58
4.2 Ekstraksi Fitur	59
4.2.1 Ekstraksi Fitur <i>Haar Wavelet</i> Level 1	60
4.3 Hasil Klafikasi.....	62
4.3.2 Plot Hasil Model <i>Fine SVM</i>	65
4.3.4 Plot Hasil Model <i>Quadratic SVM</i>	74
4.3.5 Plot Hasil Model <i>Fine KNN</i>	79
4.3.7 Plot Hasil Model <i>Medium KNN</i>	89

4.3.8 Hasil Akurasi dan <i>Time Training</i> Level 2	93
4.3.9 Plot Hasil Model <i>Fine</i> SVM	95
4.3.10 Plot Hasil Model <i>Cubic</i> SVM.....	100
4.3.11 Plot Hasil Model <i>Medium</i> SVM.....	105
4.3.12 Plot Hasil Model <i>Fine</i> KNN	110
4.3.13 Plot Hasil Model <i>Weighted</i> KNN.....	115
4.3.14 Plot Hasil Model <i>Cosine</i> KNN	120
4.4 Hasil <i>Testing</i>	124
4.4.1 <i>Haar Wavelet</i> Level 1	124
4.4.2 <i>Haar Wavelet</i> Level 2	145
4.5 Analisis Perbandingan Performa Terbaik.....	166
4.5.1 Perbandingan Hasil Akurasi <i>Training</i>	167
4.5.2 Hasil Klasifikasi <i>Testing</i>	168
4.6 Analisis Performa Sistem Klasifikasi Karies Gigi Berdasarkan Tekstur	170
4.7 Implementasi GUI.....	174
DAFTAR PUSTAKA	178

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Gigi dan Karies Gigi	14
Gambar 2. 2 Citra Digital.....	17
Gambar 2. 3 Citra Warna RGB	18
Gambar 2. 4 Skala Keabuan (<i>Grayscale</i>).....	19
Gambar 2. 5 Representasi Citra Biner.....	19
Gambar 2. 6 Pemisahan dua kelas dengan margin maksimum.....	21
Gambar 2. 7 Ilustrasi Klasifikasi Metode <i>K-Nearest Neighbor</i>	23
Gambar 3. 1 <i>Flowchat</i> Metode Penelitian	27
Gambar 3. 2 Flowchart Perancangan Sistem	29
Gambar 3. 3 (a) citra awal, (b) hasil <i>enhancement</i>	31
Gambar 3. 4 <i>Flowchart Processing</i>	33
Gambar 3. 5 Excel Hasil <i>Training Haar Wavelet</i> Level 1	35
Gambar 3. 6 Excel Hasil <i>Training Haar Wavelet</i> Level 2.....	36
Gambar 3. 7 Input data hasil <i>training Haar Wavelet</i>	37
Gambar 3. 8 Hasil data <i>training</i> yang terbaca pada <i>workspace</i>	37
Gambar 3. 9 <i>Classification Learner Toolbox</i>	38
Gambar 3. 10 <i>Import New Session from Workspace</i>	38
Gambar 3. 11 Tampilan dari <i>New Session</i>	39
Gambar 3. 12 Tampilan Pilihan Model <i>Type</i> Klasifikasi dan Tombol <i>Train</i> (SVM). 39	
Gambar 3. 13 Tampilan Model <i>Type</i> Klasifikasi dan Tombol <i>Train</i> (KNN)	40
Gambar 3. 14 Tampilan hasil akurasi tiap model SVM.....	40
Gambar 3. 15 Tampilan hasil akurasi tiap model SVM.....	41
Gambar 3. 16 Tampilan Export Model	42
Gambar 3. 17 Tampilan Desain GUI	45
Gambar 4. 1 Perbandingan Kualitas Citra.....	56

Gambar 4. 2 Hasil Augmentasi citra: baris (a) merupakan contoh dari kelas 1, baris (b) merupakan contoh dari kelas 2, baris (c) merupakan contoh dari kelas 3, baris (d) merupakan contoh dari kelas 4.....	58
Gambar 4. 3 Hasil <i>image enhancement</i> : baris (a) merupakan contoh citra asli, baris (b) merupakan contoh hasil penerapan <i>adaphisteq</i>	59
Gambar 4. 4 Perbandingan hasil ekstraksi citra <i>Haar Wavelet</i> level 1 dan level 2.....	60
Gambar 4. 5 Hasil <i>Confusion Matrix Fine SVM</i> Level 1	66
Gambar 4. 6 Hasil Curva ROC <i>Fine SVM</i> Level 1.	69
Gambar 4. 7 Hasil <i>Confusion Matrix Cubic SVM</i> Level 1.....	71
Gambar 4. 8 Hasil Curva ROC <i>Cubic SVM</i> Level 1	74
Gambar 4. 9 Hasil <i>Confusion Matrix Quadratic SVM</i> Level 1	76
Gambar 4. 10 Hasil Curva ROC <i>Quadratic SVM</i> Level 1.	78
Gambar 4. 11 Hasil <i>Confusion Matrix Fine KNN</i> Level 1.	81
Gambar 4. 12 Hasil Curva ROC <i>Fine KNN</i> Level 1.	83
Gambar 4. 13 Hasil <i>Confusion Matrix Weighted KNN</i> Level 1.	85
Gambar 4. 14 Hasil Curva ROC <i>Weighted KNN</i> Level 1.....	88
Gambar 4. 15 Hasil <i>Confusion Matrix Medium KNN</i> Level 1.	90
Gambar 4. 16 Hasil Curva ROC <i>Medium KNN</i> Level 1.....	93
Gambar 4. 17 Hasil <i>Confusion Matrix Fine SVM</i> Level 2.	97
Gambar 4. 18 Hasil Curva ROC <i>Fine SVM</i> Level 2.	100
Gambar 4. 19 Hasil Curva ROC <i>Fine SVM</i> Level 2.	102
Gambar 4. 20 Hasil Curva ROC <i>Cubic SVM</i> Level 2.	105
Gambar 4. 21 Hasil <i>Confusion Matrix Quadratic SVM</i> Level 2.....	107
Gambar 4. 22 Hasil Curva ROC <i>Quadartic SVM</i> Level 2.	109
Gambar 4. 23 Hasil <i>Confusion Matrix Fine KNN</i> Level 2.	112
Gambar 4. 24 Hasil Curva ROC <i>Fine KNN</i> Level 2.	114
Gambar 4. 25 Hasil <i>Confusion Matrix Weighted KNN</i> Level 2.	116
Gambar 4. 26 Hasil Curva ROC <i>Weighted KNN</i> Level 2.....	119
Gambar 4. 27 Hasil <i>Confusion Matrix Medium KNN</i> Level 2.	121

Gambar 4. 28 Hasil Curva ROC <i>Medium</i> KNN Level 2.....	124
Gambar 4. 29 Hasil <i>Confusion Matrix</i> Klasifikasi <i>testing Fine Gaussian</i> SVM level 1	125
Gambar 4. 30 Hasil <i>Confusion Matrix</i> Klasifikasi <i>testing Cubic</i> SVM level 1	129
Gambar 4. 31 Hasil <i>Confusion Matrix</i> Klasifikasi <i>testing Quadratic</i> SVM level 1 .	132
Gambar 4. 32 Hasil <i>Confusion Matrix</i> Klasifikasi <i>testing Fine</i> KNN level 1	136
Gambar 4. 33 Hasil <i>Confusion Matrix</i> Klasifikasi <i>testing Weighted</i> KNN level 1...	139
Gambar 4. 34 Hasil <i>Confusion Matrix</i> Klasifikasi <i>testing Medium</i> KNN level 1.....	143
Gambar 4. 35 Hasil <i>Confusion Matrix</i> Klasifikasi <i>testing Fine Gaussian</i> SVM level 2	146
Gambar 4. 36 Hasil <i>Confusion Matrix</i> Klasifikasi <i>testing Cubic</i> SVM level 2	150
Gambar 4. 37 Hasil <i>Confusion Matrix</i> Klasifikasi <i>testing Quadratic</i> SVM level 2 .	153
Gambar 4. 38 Hasil <i>Confusion Matrix</i> Klasifikasi <i>testing Fine</i> KNN level 2	157
Gambar 4. 39 Hasil <i>Confusion Matrix</i> Klasifikasi <i>testing Weighted</i> KNN level 2...	160
Gambar 4. 40 Hasil <i>Confusion Matrix</i> Klasifikasi <i>testing Weighted</i> KNN level 2...	164
Gambar 4. 41 Grafik Akurasi Klasifikasi <i>Training Haar Wavelet</i> Level 1	170
Gambar 4. 42 Grafik <i>Performace Matrix</i> Klasifikasi <i>Testing Haar Wavelet</i> Level 1	171
Gambar 4. 43 Grafik Akurasi Klasifikasi <i>Training Haar Wavelet</i> Level 1	172
Gambar 4. 44 Grafik <i>Performace Matrix</i> Klasifikasi <i>Testing Haar Wavelet</i> Level 2	173

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel rangkuman referensi penelitian.....	9
Tabel 2. 2 Tabel <i>Confusion Matrix</i>	25
Tabel 2. 3 Tabel Formula <i>Performance Matrix</i>	26
Tabel 4. 1 Nilai rata-rata \pm standar deviasi <i>Haar Wavelet</i> Level 1	60
Tabel 4. 2 Nilai rata-rata \pm standar deviasi <i>Haar Wavelet</i> Level 2.....	61
Tabel 4. 3 Nilai Akurasi dan <i>Time</i> SVM Level 1	62
Tabel 4. 4 Nilai Akurasi dan <i>Time</i> KNN Level 1	63
Tabel 4. 5 Nilai Akurasi dan <i>Time</i> SVM Level 2	93
Tabel 4. 6 Nilai Akurasi dan <i>Time</i> dari KNN Level 2	94
Tabel 4. 7 <i>Performance Matrix testing haar wavelet</i> model <i>Fine Gaussian SVM</i> . .	126
Tabel 4. 8 <i>Performance Matrix testing haar wavelet</i> model <i>Cubic SVM</i>	129
Tabel 4. 9 <i>Performance Matrix testing haar wavelet</i> model <i>Quadratic SVM</i>	133
Tabel 4. 10 <i>Performance Matrix testing haar wavelet</i> model <i>Fine KNN</i>	136
Tabel 4. 11 <i>Performance Matrix testing haar wavelet</i> model <i>Weighted KNN</i>	140
Tabel 4. 12 <i>Performance Matrix testing haar wavelet</i> model <i>Medium KNN</i>	143
Tabel 4. 13 <i>Performance Matrix testing haar wavelet</i> model <i>Fine Gaussian SVM</i> . 147	
Tabel 4. 14 <i>Performance Matrix testing haar wavelet</i> model <i>Cubic SVM</i>	150
Tabel 4. 15 <i>Performance Matrix testing haar wavelet</i> model <i>Quadratic SVM</i>	154
Tabel 4. 16 <i>Performance Matrix testing haar wavelet</i> model <i>Fine KNN</i>	157
Tabel 4. 17 <i>Performance Matrix testing haar wavelet</i> model <i>Weighted KNN</i>	161
Tabel 4. 18 <i>Performance Matrix testing haar wavelet</i> model <i>Weighted KNN</i>	164
Tabel 4. 19 Hasil Klasifikasi Terbaik <i>Haar Wavelet</i> Level 1	167
Tabel 4. 20 Hasil Klasifikasi Terbaik <i>Haar Wavelet</i> Level 2	168
Tabel 4. 21 Hasil performa terbaik klasifikasi <i>testing Haar Wavelet</i> level 1	168
Tabel 4. 22 Hasil performa terbaik klasifikasi <i>testing Haar Wavelet</i> level 2	169
Tabel 4. 23 Implentasi GUI.....	174