

**DETEKSI DAN KLASIFIKASI KERUSAKAN BETON PADA
BANGUNAN MENGGUNAKAN METODE GRADIENT VECTOR FLOW
DAN MACHINE LEARNING**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna Memenuhi Persyaratan untuk Mencapai Derajat Strata-1

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh:

Raihan Rizky

20180120113

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2022

SURAT PERNYATAAN PENELITIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Raihan Rizky

Nomor Induk Mahasiswa : 20180120113

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian tugas akhir saya dengan judul:

“DETEKSI DAN KLASIFIKASI KERUSAKAN BETON PADA BANGUNAN MENGGUNAKAN METODE GRADIENT VECTOR FLOW DAN MACHINE LEARNING”

Yang didaftarkan untuk Yudisium periode 2022/2023 merupakan penelitian payung dengan dosen pembimbing saya dari penelitian yang telah lulus didanai Kementerian Riset dan Teknologi dan Pendidikan Tinggi (KEMENRISTEK DIKTI) dengan judul:

“DETEKSI LEVEL KOROSI PADA STRUKTUR BETON BERTULANG BERBASIS NDT DAN SISTEM CERDAS UNTUK Mendukung TEKNOLOGI BERKELANJUTAN”

Untuk itu seluruh data yang digunakan dan juga yang terkait dengan tugas akhir saya ini tidak akan saya sebar luaskan untuk menjaga orisinalitas dari penelitian dosen pembimbing saya. Demikian pernyataan inidibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar benarnya.

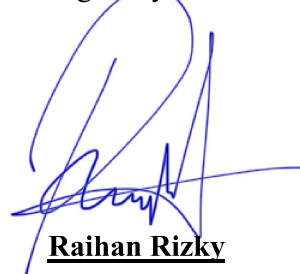
Yogyakarta, 14 Juli 2022

Mengetahui
Dosen Pembimbing

Ahmad Zaki, S.T., M.Sc., Ph.D.

NIK. 19841104201906123108

Yang menyatakan



Raihan Rizky

NIM. 20180120113

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Raihan Rizky
NIM : 20180120113
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan bahwa naskah tugas akhir yang berjudul “DETEKSI DAN KLASIFIKASI KERUSAKAN BETON PADA BANGUNAN MENGGUNAKAN METODE GRADIENT VECTOR FLOW DAN MACHINE LEARNING” adalah asli hasil karya tulis saya sendiri dan tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana pada Perguruan Tinggi serta tidak ada karya atau pendapat yang pernah dipublikasikan oleh orang lain, kecuali tertulis sumbernya yang disebutkan dalam naskah daftar pustaka.

Yogyakarta, 14 Juli 2022

Penulis,



Raihan Rizky

MOTTO

حُ سَبْنَا اللّٰهُ وَنُ عَمَّا لَوْ كَيْلُنَا عَمَّا لَمْ نُو لِي وَنُ عُمَّا لَنْ صُنِيْرَ

“Cukuplah Allah sebagai tempat diri bagi kami, sebaik-baiknya pelindung dan sebaik-baiknya penolong kami.”

“Allah tidak membebani seseorang, kecuali menurut kesanggupannya...”

- Q.S Al-Baqarah: 286 –

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”

- Q.S Al-Insyirah: 6

“Barang siapa yang memudahkan kesulitan seorang mu'min dari berbagai kesulitan- kesulitan dunia, Allah akan memudahkan kesulitan-kesulitannya pada hari kiamat. Dan siapa yang memudahkan orang yang sedang dalam kesulitan niscaya akan Allah memudahkan baginya di dunia dan akhirat”

- HR. Muslim -

“Ketahuilah bahwa kemenangan bersama kesabaran, kelapangan bersama kesempatan, dan kesulitan bersama kemudahan”

- HR. Tirmidzi -

“Empat hal yang menghambat datangnya rezeki: tidur di waktu pagi, sedikit salat, malas-malasan, dan berkhianat”

- Ibnul Qayyim -

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Skripsi ini saya dedikasikan kepada kedua orang tua beserta adik-adik saya tercinta berkat ketulusannya dari hati atas doa yang tak pernah putus, semangat yang tak ternilai saya dapat menyelesaikan skripsi ini”

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim.

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, atas ridanya saya dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan judul “Deteksi dan Klasifikasi Kerusakan Beton Pada Bangunan Menggunakan Metode *Gradient Vector Flow* dan *Machine Learning*”. Skripsi ini diajukan dengan tujuan memenuhi Sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) di jenjang Pendidikan Strata-1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penulis menyadari dalam pembuatan skripsi ini tidak mungkin terselesaikan tanpa membutuhkan usaha yang keras dan dibutuhkan dukungan, bantuan, bimbingan beserta nasihat dari berbagai pihak. Terima kasih saya sampaikan kepada:

1. Bapak Dr. Ramadoni Syahputra, S.T.,M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Yessi Jusman, S.T.,M.Sc. selaku Dosen Pembimbing 1 atas segala bimbingan, arahan serta saran yang diberikan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak Ahmad Zaki, S.T.,M.Sc.,Ph.D. selaku Dosen Pembimbing 2 atas segala bimbingan, arahan serta saran yang diberikan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Orang Tua beserta adik tercinta selaku pemberi semangat, motivasi, nasihat, dan kesabaran yang sangat luar biasa dalam setiap perjalanan penulis, yang merupakan anugerah terbesar dalam hidup penulis.
5. Orang spesial yang telah memberikan semangat, nasihat, motivasi, dan dukungan yang luar biasa dalam hidup penulis
6. seluruh teman-teman Fakultas Teknik dan Fakultas lain yang telah memberikan semangat dalam penulisan skripsi.

Yogyakarta, 14 Juli 2022

Raihan Rizky

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN I	i
HALAMAN PENGESAHAN II	ii
SURAT PERNYATAAN PENELITIAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
INTISARI	xiii
ABSTRAK	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Dasar Teori.....	13
2.2.1 Kerusakan Bangunan	13
2.2.2 Pengolahan Citra Digital.....	14
2.2.3 <i>Gradient Vector Flow</i>	16
2.2.4 <i>Gray Level Co-Occurrence Matrix</i>	18
2.2.5 <i>Hu Moment</i>	19
2.2.6 <i>Support Vector Machine (SVM)</i>	20
2.2.7 <i>K-Nearest Neighbor (KNN)</i>	20
2.2.8 <i>Confusion Matrix</i>	21

2.2.8 <i>Graphical User Interface</i>	22
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Flow Chart	23
3.1.1 Data Citra	24
3.1.2 <i>Grayscale</i>	24
3.1.3 Preprocessing.....	25
3.1.4 Segmentasi	27
3.1.5 Ekstrasi Fitur.....	28
3.1.6 Klasifikasi	29
3.1.7 Pembuatan <i>Graphical User Interface</i>	31
3.2 Instrumen Penelitian	51
3.2.1 Perangkat Lunak	51
3.2.2 Perangkat Keras	51
BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL PENELITIAN.....	52
4.1 <i>Preprocessing</i>	52
4.2 Segmentasi	53
4.3 Hasil Ekstrasi Fitur	53
4.3.1 Ekstrasi Fitur <i>Gray Level Co-Occurrence Matrix</i>	53
4.3.2 Ekstrasi Fitur <i>Hu Moment</i>	55
4.4 Dataset Hasil Klasifikasi.....	55
4.4.1 Data <i>Gray Level Co-Occurrence Matrix</i>	55
4.4.2 Data <i>Hu Moment</i>	96
4.5 Dataset Hasil Testing	130
4.5.1 Data <i>Gray Level Co-Occurrence Matrix</i>	130
4.5.1 Data <i>Hu Moment</i>	146
4.6 Perbandingan Performa Terbaik	162
4.6.1 Perbandingan Hasil Akurasi <i>Training</i>	162
4.6.2 Perbandingan Hasil Akurasi Testing.....	163
4.7 Implementasi <i>Graphical User Interface (GUI)</i>	164
BAB V PENUTUP.....	168
5.1 Kesimpulan	168
5.2 Saran	168
DAFTAR PUSTAKA.....	169

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Alur proses pengolahan citra.....	14
Gambar 2.2 Citra biner dengan nilai pixel 0 dan 1	15
Gambar 2.3 Citra Grayscale dengan nilai pixel 0 sampai 255	15
Gambar 2.4 Citra warna dengan komponen warna merah (red), hijau (green), dan biru (blue).....	16
Gambar 2.5 contoh penerapan active contour atau snake (a) kontur inisial; (b, tradisional snake; (c) GFVS.	17
Gambar 2.6 hasil konvergensi menggunakan Gradient Vector Flow Snake	18
Gambar 2.7 Support Vector Machine dengan hyperplane terbaik	20
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian.....	23
Gambar 3.2 Citra kelas 1 atau Retak.....	24
Gambar 3.3 Citra kelas 2 atau Tidak retak.....	24
Gambar 3.4 Citra Grayscale Retak.....	25
Gambar 3.5 Citra Gray Scale Tidak Retak.....	25
Gambar 3.6 Diagram Alur Preprocessing	25
Gambar 4.1 Hasil Perbandingan Akurasi Training GLCM dan Hu Moment	163
Gambar 4.2 Hasil Perbandingan Akurasi Training GLCM dan Hu Moment	164

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka	7
Tabel 2.2 Tabel penelitian menggunakan Gradient Vector Flow Snake	18
Tabel 2.3 Confusioan Matrix	22
Tabel 4.1 Citra Asli dan Citra Hasil Preprocessing	52
Tabel 4.2 Citra Asli, Citra Preprocessing dan Hasil Segmentasi	53
Tabel 4.3 Nilai rata-rata \pm standar deviasi Contrast.....	54
Tabel 4.4 Nilai Rata-Rata \pm Standar Deviasi Correlation.....	54
Tabel 4.5 Nilai Rata-Rata \pm Standar Deviasi Energy	54
Tabel 4.6 Nilai Rata-Rata \pm Standar Deviasi Homogeneity	55
Tabel 4.7 Nilai Rata-Rata \pm Standar Deviasi Fitur Hu Moment.....	55
Tabel 4.8 Hasil Accuracy Training Fine Gaussian SVM GLCM	56
Tabel 4.9 Hasil Confusion Matrix model Fine Gaussian SVM GLCM (a) Run 1, (b) Run 2, (c) Run 3, (d) Run 4, (e) Run 5, (f) Run 6	59
Tabel 4.10 Hasil Receiver Operating Characteristic model Fine Gaussian SVM GLCM (a) Run 1, (b) Run 2, (c) Run 3, (d) Run 4, (e) Run 5, (f) Run 6.....	61
Tabel 4.11 Hasil Accuracy Training Quadratic SVM GLCM	66
Tabel 4.12 Hasil Confusion Matrix model Quadratic SVM GLCM (a) Run 1, (b) Run 2, (c) Run 3, (d) Run 4, (e) Run 5, (f) Run 6.....	69
Tabel 4.13 Hasil Receiver Operating Characteristic model Quadratic SVM GLCM (a) Run 1, (b) Run 2, (c) Run 3, (d) Run 4, (e) Run 5, (f) Run 6	71
Tabel 4.14 Hasil Accuracy Training Medium KNN SVM GLCM.....	76
Tabel 4.15 Hasil Confusion Matrix model Fine Gaussian SVM GLCM (a) Run 1, (b) Run 2, (c) Run 3, (d) Run 4, (e) Run 5, (f) Run 6	79
Tabel 4.16 Hasil Receiver Operating Characteristic model Medium KNN GLCM (a) Run 1, (b) Run 2, (c) Run 3, (d) Run 4, (e) Run 5, (f) Run 6	81
Tabel 4.17 Hasil Accuracy Training Fine Gaussian SVM GLCM	86
Tabel 4.18 Hasil Confusion Matrix model Weighted KNN GLCM (a) Run 1, (b) Run 2, (c) Run 3, (d) Run 4, (e) Run 5, (f) Run 6.....	89
Tabel 4.19 Hasil Receiver Operating Characteristic model Quadratic SVM GLCM (a) Run 1, (b) Run 2, (c) Run 3, (d) Run 4, (e) Run 5, (f) Run 6	91
Tabel 4.20 Hasil Accuracy Training Fine Gaussian SVM GLCM	96
Tabel 4.21 Hasil Confusion Matrix model Weighted KNN GLCM (a) Run 1, (b) Run 2, (c) Run 3, (d) Run 4, (e) Run 5, (f) Run 6.....	99
Tabel 4.22 Hasil Receiver Operating Characteristic model Quadratic SVM GLCM (a) Run 1, (b) Run 2, (c) Run 3, (d) Run 4, (e) Run 5, (f) Run 6	101
Tabel 4.23 Hasil Accuracy Training Quadratic SVM GLCM	104

Tabel 4.24 Hasil Confusion Matrix model Quadratic SVM GLCM (a) Run 1, (b) Run 2, (c) Run 3, (d) Run 4, (e) Run 5, (f) Run 6.....	106
Tabel 4.25 Hasil Receiver Operating Characteristic model Quadratic SVM GLCM (a) Run 1, (b) Run 2, (c) Run 3, (d) Run 4, (e) Run 5, (f) Run 6	108
Tabel 4.26 Hasil Accuracy Training Medium KNN GLCM	113
Tabel 4.27 Hasil Confusion Matrix model Weighted KNN GLCM (a) Run 1, (b) Run 2, (c) Run 3, (d) Run 4, (e) Run 5, (f) Run 6.....	116
Tabel 4.28 Hasil Receiver Operating Characteristic model Quadratic SVM GLCM (a) Run 1, (b) Run 2, (c) Run 3, (d) Run 4, (e) Run 5, (f) Run 6	118
Tabel 4.29 Hasil Accuracy Training Weighted KNN GLCM	120
Tabel 4.30 Hasil Confusion Matrix model Weighted KNN GLCM (a) Run 1, (b) Run 2, (c) Run 3, (d) Run 4, (e) Run 5, (f) Run 6.....	123
Tabel 4. 31 Hasil Receiver Operating Characteristic model Quadratic SVM GLCM (a) Run 1, (b) Run 2, (c) Run 3, (d) Run 4, (e) Run 5, (f) Run 6.....	125
Tabel 4.32 Testing Fine Gaussian SVM GLCM.....	131
Tabel 4.33 Testing Quadratic SVM GLCM.....	135
Tabel 4.34 Testing Medium KNN GLCM.....	139
Tabel 4.35 Testing Weighted KNN GLCM.....	143
Tabel 4.36 Testing Fine Gaussian SVM Hu Moment.....	147
Tabel 4.37 Testing Quadratic SVM Hu Moment.....	151
Tabel 4.38 Testing Medium KNN Hu Moment.....	155
Tabel 4.39 Tabel 4.40 Testing Weighted KNN Hu Moment.....	159
Tabel 4.43 Implementasi GUI.....	165