



SKRIPSI

DETEKSI DAN ANALISIS BIOFOULING PADA LAMBUNG KAPAL DI SBU GALANGAN PELNI SURYA MENGUNAKAN HISTOGRAM OF ORIENTED GRADIENT DAN SUPPORT VECTOR MACHINE

SATRIA FARRAS ATHALLANSYAH

NPM 21081010258

DOSEN PEMBIMBING

Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.

Hendra Maulana, S.Kom., M.Kom.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
SURABAYA
2025**



SKRIPSI

DETEKSI DAN ANALISIS *BIOFOULING* PADA LAMBUNG KAPAL DI SBU GALANGAN PELNI SURYA MENGGUNAKAN *HISTOGRAM OF ORIENTED GRADIENT* DAN *SUPPORT VECTOR MACHINE*

SATRIA FARRAS ATHALLANSYAH
NPM 21081010258

DOSEN PEMBIMBING

Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.
Hendra Maulana, S.Kom., M.Kom

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
SURABAYA
2025**

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

DETEKSI DAN ANALISIS BIOFOULING PADA LAMBUNG KAPAL DI SBU GALANGAN PELNI SURYA MENGUNAKAN HISTOGRAM OF ORIENTED GRADIENT DAN SUPPORT VECTOR MACHINE

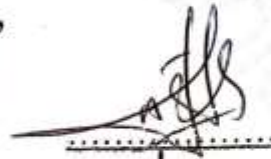
Oleh :

Satria farras Athallansyah
NPM. 21081010258

Telah dipertahankan dihadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Prodi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Pada tanggal 4 Juni 2025.

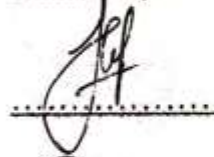
Menyetujui,

Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.
NIP. 19820211 2021212 005



(Pembimbing I)

Hendra Maulana, S.Kom., M.Kom.
NPT. 201198 31 223248



(Pembimbing II)

Henni Endah Wahanani, ST, M.Kom.
NIP. 19780922 2021 212 005



(Ketua Penguji)

Retno Mumpuni, S.Kom, M.Sc.
NPT. 172198 70 716054



(Anggota Penguji II)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer



Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT.
NIP. 19681126 199403 2 001

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PERSETUJUAN

**DETEKSI DAN ANALISIS *BIOFOULING* PADA
LAMBUNG KAPAL DI SBU GALANGAN PELNI SURYA
MENGUNAKAN *HISTOGRAM OF ORIENTED GRADIENT*
DAN *SUPPORT VECTOR MACHINE***

Oleh:

SATRIA FARRAS ATHALLANSYAH

NPM. 21081010258

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Skripsi



Menyetujui,

Koordinator Program Studi Informatika

Fakultas Ilmu Komputer

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Fetty Tri Anggraeny", is written over the printed name.

Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.

NIP. 19820211 2021212 005

Halaman ini sengaja dikosongkan

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Satria Farras Athallansyah
NPM : 21081010258
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Informatika
Fakultas : Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu Lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



Surabaya, 17 Juni 2025
Yang Membuat Pernyataan,



Satria Farras Athallansyah
NPM. 21081010258

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Satria Farras Athallasyah / 21081010258
Judul Skripsi : Deteksi dan Analisis *Biofouling* pada Lambung Kapal di SBU Galangan Pelni Surya Menggunakan *Histogram of Oriented Gradient* dan *Support Vector Machine*.
Dosen Pembimbing : 1. Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.
2. Hendra Maulana, S.Kom., M.Kom.

Masalah *Biofouling* pada lambung kapal menjadi salah satu tantangan besar dalam industri maritim karena berdampak pada peningkatan konsumsi bahan bakar, penurunan kecepatan kapal, serta membebani biaya operasional. Akumulasi *Biofouling* diketahui dapat meningkatkan konsumsi bahan bakar hingga 20%, yang turut mendorong naiknya emisi karbon ke *Atmosfer*. Untuk menjawab permasalahan tersebut, penelitian ini merancang sistem berbasis citra digital guna mendeteksi dan menganalisis *Biofouling* secara efektif di SBU Galangan Pelni Surya. Metode *Histogram of Oriented Gradient (HOG)* digunakan untuk mengekstraksi ciri visual *Biofouling*, sementara algoritma *Support Vector Machine (SVM)* diterapkan untuk melakukan klasifikasi tingkat keparahannya. Data citra dikumpulkan melalui pengambilan gambar langsung dari lambung kapal dan diproses melalui tahapan pra-pemrosesan, ekstraksi ciri, serta klasifikasi. Hasil penelitian menunjukkan sistem mampu mendeteksi keberadaan *Biofouling* dengan akurasi yang memuaskan, khususnya pada kategori bersih dan ringan. Namun, akurasi pada tingkat sedang dan parah masih perlu ditingkatkan akibat keterbatasan jumlah data latih. Penerapan sistem ini diharapkan dapat mempercepat proses inspeksi, meningkatkan efektivitas pengambilan keputusan perawatan kapal, dan mendukung upaya pengurangan emisi karbon di sektor maritim.

Kata kunci: *Biofouling*, *Histogram of Oriented Gradient*, *Support Vector Machine*, Deteksi Citra, Pengolahan Citra

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Student Name / NPM : Satria Farras Athallasyah / 21081010258
Thesis Title : Detection and Analysis of Biofouling on the Hull
of Ships at the Pelni Surya Shipyard Using
Histogram of Oriented Gradient and Support
Vector Machine
Advisor : 1. Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom
2. Hendra Maulana, S.Kom., M.Kom.

ABSTRACT

Biofouling on ship hulls poses a significant challenge in the maritime industry, leading to increased fuel consumption, reduced vessel speed, and higher operational costs. The accumulation of Biofouling can raise fuel consumption by up to 20%, contributing to greater carbon emissions into the atmosphere. To address this issue, this study develops a digital image-based system to effectively detect and analyze Biofouling at SBU Galangan Pelni Surya. The Histogram of Oriented Gradient (HOG) method is applied for feature extraction, while the Support Vector Machine (SVM) algorithm is utilized to classify the severity levels of Biofouling. Image data were collected directly from ship hulls and processed through preprocessing, feature extraction, and classification stages. The results show that the system successfully detects Biofouling with satisfactory accuracy, particularly for clean and light contamination categories. However, detection accuracy for moderate and severe levels still requires improvement due to limited training data. The implementation of this system is expected to accelerate inspection processes, enhance decision-making for ship maintenance, and support efforts to reduce carbon emissions in the maritime sector.

Keywords: *Biofouling, Histogram of Oriented Gradient, Support Vector Machine, Image Detection, Image Processing*

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan petunjuk-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Deteksi dan Analisis Biofouling pada Lambung Kapal di SBU Galangan Pelni Surya Menggunakan Histogram of Oriented Gradient dan Support Vector Machine”** dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai bagian dari persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Penulisan skripsi ini tidak akan terwujud tanpa dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada:

1. Orang tua tercinta, yang selalu menjadi sumber inspirasi dan kekuatan dalam hidup penulis. Terima kasih atas kasih sayang, doa, kesabaran, dan segala pengorbanan yang tidak bisa penulis balas dengan kata-kata. Dukungan yang tiada henti dari mereka telah menjadi pendorong utama dalam perjuangan penulis, dan semoga skripsi ini menjadi tanda terima kasih yang tidak terhingga
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT, selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Fetty Try Anggraeny, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Ibu Fetty Try Anggraeny, S.Kom., M.Kom., dan Bapak Hendra Maulana, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini
5. Ibu Henni Endah Wahanani, ST., M.Kom. dan Ibu Retno Mumpuni, S.Kom., M.Sc., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan, saran, dan evaluasi yang sangat berarti demi penyempurnaan skripsi ini
6. Seluruh dosen Program Studi Informatika yang telah memberikan ilmu, bimbingan, dan inspirasi selama perkuliahan yang menjadi bekal penting dalam penyusunan skripsi ini.
7. Perempuan hebat bernama Marsya Ananda Marsuki, S.Ak., yang telah menjadi sumber kekuatan, semangat, dan ketenangan dalam setiap langkah yang penulis tempuh. Dukungan dan perhatian yang diberikan secara tulus menjadi salah satu alasan penulis mampu bertahan dan menyelesaikan skripsi ini dengan penuh keyakinan.

8. Teman-teman saya SEKELAS 2.0, terima kasih telah menemani dan menjadi sahabat saya dari semester awal hingga akhir. Kita telah bersama-sama melalui berbagai ujian, kebingungan, tawa, dan air mata. Momen-momen itu telah menjadi bagian tak terlupakan dalam hidup saya. Kalian bukan hanya teman, tetapi keluarga yang membuat perjalanan ini terasa lebih ringan dan penuh makna. Tanpa dukungan dan semangat kalian, saya mungkin tidak akan pernah sampai pada titik ini. Terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup saya yang tak ternilai harganya.
9. Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada SBU Galangan Pelni Surya yang telah memberikan kesempatan, dukungan, dan sumber daya yang sangat berharga dalam menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi ini. Tanpa bantuan dari pihak SBU Galangan Pelni Surya, penyelesaian skripsi ini tentu tidak akan berjalan dengan lancar.
10. *Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting, I wanna thank me for always being a giver and tryna give more than I receive, I wanna thank me for tryna do more right than wrong, I wanna thank me for just being me at all times.*

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini banyak terdapat kekurangan. Untuk itu kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhirnya, dengan segala keterbatasan yang penulis miliki semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, 17 Juni 2025

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iv
LEMBAR PERSETUJUAN.....	vi
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	viii
ABSTRAK	x
ABSTRACT.....	xii
KATA PENGANTAR.....	xiv
DAFTAR ISI.....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR TABEL	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Biofouling pada Lambung Kapal	7
2.3 SBU Galangan Pelnis Surya	8
2.4 Citra.....	11
2.4.1 Representasi Citra	12
2.4.2 Pengolahan Citra Digital	12
2.5 Segmentasi Citra	14
2.6 Ekstraksi Ciri	14
2.7 Klasifikasi	15

2.8 Machine Learning	16
2.9 Histograms of Oriented Gradients(HOG)	17
2.10 Support Vector Machine (SVM)	19
2.11 Confusion Matriks.....	23
2.12 Pemilihan Jumlah <i>Epoch</i> pada Pelatihan Model	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Diagram Penelitian.....	27
3.2 Data Penelitian	28
3.3 Metode Penelitian.....	29
3.4 Blok Diagram	30
3.5 Flowchart sistem	35
3.6 Skenario Pengujian.....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Spesifikasi <i>Hardware</i> dan <i>Software</i>	45
4.2 Import Library	45
4.3 Persiapan Data.....	47
4.3.1 Struktur Oragnisasi Folder Dataset.....	48
4.3.2 Pemuatan Dataset.....	49
4.3.3 Visualisasi Distribusi Data.....	50
4.4 Image Preprocessing	52
4.4.1 Resize Citra.....	52
4.4.2 Konversi Citra Grayscale	53
4.4.3 Augmentasi	54
4.4.4 Oversampling.....	56
4.4.5 Konversi Citra ke matriks	58
4.4.6 Pembagian Dataset.....	59
4.4.7 Normalisasi	61

4.5 Arsitektur Model	62
4.5.1 Ekstraksi Fitur (HOG).....	62
4.5.2 Support Vector Machine (SVM).....	63
4.6 Pelatihan Model.....	65
4.7 Skenario pengujian.....	66
4.7.1 Skenario Pengujian Pembagian Dataset.....	67
4.7.2 Skenario Pengujian Menggunakan Grid Search	68
4.8 Konfigurasi Model	70
4.9 Evaluasi Model.....	71
4.9.1 Evaluasi Matrix.....	71
4.9.2 Confusion matrix	72
4.9.3 Kurva Training Accuracy	74
4.9.4 Kurva ROC-AUC.....	75
4.10 Hasil Output Deteksi Biofouling.....	76
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	79
5.1 Kesimpulan.....	79
5.2 Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA.....	81
LAMPIRAN.....	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Lambung Kapal dipenuhi Biofouling	7
Gambar 2.2. Logo SBU Galangan Pelnis	8
Gambar 2.3. Struktur Organisasi	10
Gambar 2.4. Representasi Citra Digital	12
Gambar 2.5. Proses Langkah-Langkah Citra Digital	12
Gambar 2.6. Perbandingan Program Tradisional dengan Machine Learning.....	16
Gambar 2.7. visualisasi Histograms of Oriented Gradients (HOG)	17
Gambar 2.8. Pemungutan suara dengan interpolasi bilinear dengan $B = 9$ bin orientasi	20
Gambar 2.9. Proses pemetaan dimensi rendah menuju ke dimensi tinggi.....	20
Gambar 2.10. Ilustrasi SVM untuk menemukan Hyperplane terbaik yang memisahkan kedua class -1 dan +1.....	21
 Gambar 3.1. Alur Diagram Penelitian	 27
Gambar 3.2. Pengambilan Data Set	30
Gambar 3.3. Blok Diagram.....	30
Gambar 3.4. Biofouling Tingkat Rendah.....	29
Gambar 3.5. Biofouling Tingkat Sedang	36
Gambar 3.6. Biofouling Tingkat Parah.....	31
Gambar 3.7. Flowchart Utama.....	32
Gambar 3.8. Flowchart Histogram Oriented Gradient.....	33
Gambar 3.9. Flowchart Support Vector	41
Gambar 3.10. Flowchart Data Training Support Vector.....	41
Gambar 3.11. Flowchart Data Testing Support Vector Machine	41
Gambar 3.12. Flowchart Kalkulasi Presentase Tingkat Keparahan	41

Gambar 4 1 Data Citra Biofouling Kapal	50
Gambar 4 2 Visualisasi Jumlah Dataset.....	51
Gambar 4 3 Hasil Citra Grayscale	53
Gambar 4 4 Distribusi Data Augmentasi	56
Gambar 4 5 Distribusi Data Oversampling.....	57
Gambar 4 6 Contoh Hasil konversi Matriks	59
Gambar 4 7 Distribusi Pembagian Dataset	58
Gambar 4 8 Confusion Matrix	72
Gambar 4 9 Kurva Training & Validation.....	74
Gambar 4 10 Kurva ROC-AUC.....	75
Gambar 4 11 Hasil Output deteksi Biofouling	75

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Confusion Matrix	23
Tabel 3.1 Skenario Pengujian	43
Tabel 4.1 Hasil Skenario Pengujian Rasio Dataset.....	67
Tabel 4.2 Hasil Grid Search.....	69
Tabel 4.3 Konfigurasi Parameter	70
Tabel 4.4 Hasil Grid Search.....	71