

TUGAS AKHIR

**ANALISA DAMPAK *BIOFOULING* TERHADAP
KELANCARAN OPERASIONAL DI KAPAL**

**Diajukan sebagai Syarat untuk Memperoleh Sarjana Strata Satu (S1) pada
Prodi Teknik Sistem Perkapalan**



OLEH:

ARIF TAUFUQLRROHMAN

2023320931

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

UNIVERSITAS DARMA PERSADA

JAKARTA

2025



UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa, Jakarta Timur, Indonesia 13450
Telp. (021) 8649051, 8649053, 8649057 Fax. (021) 8649052
E-mail : humas@unsada.ac.id Home page : <http://www.unsada.ac.id>

LEMBAR KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Arif Taufiqulrohman
NIM : 2023320931
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas : Teknologi Kelautan (FTK)
Program Studi : S1
Judul Tugas Akhir :

“ANALISA DAMPAK *BIOFOULING* TERHADAP KELANCARAN OPERASIONAL DI KAPAL”

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini adalah sebenar-benar karya saya sendiri dan tidak mengandung bahan-bahan yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh pihak lain kecuali bagian-bagian tertentu yang saya ambil sebagai acuan dengan mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah yang benar.

Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya ilmiah yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftarpustaka Tugas Akhir ini.



Jakarta, Juli 2025

Arif Taufiqulrohman

202332093



UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa, Jakarta Timur, Indonesia 13450

Telp. (021) 8649051, 8649053, 8649057 Fax. (021) 8649052

E-mail : humas@unsada.ac.id Home page : <http://www.unsada.ac.id>

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Arif Taufiqulrohman
NIM : 2023320931
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas : Teknologi Kelautan (FTK)
Program Studi : S1
Judul Tugas Akhir :

“ANALISA DAMPAK *BIOFOULING* TERHADAP KELANCARAN OPERASIONAL DI KAPAL”

Telah melaksanakan ujian sidang Tugas Akhir pada tanggal Juli 2025 dan telah menyelesaikan Tugas Akhir tepat pada waktunya. Tugas Akhir ini diperiksa dan disetujui :

Ka. Prodi Teknik Sistem Perkapalan

Dekan Fakultas Teknologi Kelautan

Aldyn Clinton Partahi Oloan ST., MT.

Dr. Muswar Muslim ST., M.Sc

NIDN: 0319129203

NIDN: 0331086905



UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa, Jakarta Timur, Indonesia 13450

Telp. (021) 8649051, 8649053, 8649057 Fax. (021) 8649052

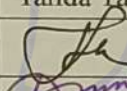
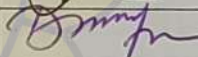
E-mail : humas@unsada.ac.id Home page : <http://www.unsada.ac.id>

SURAT KETERANGAN PERMOHONAN UJIAN SIDANG TUGAS AKHIR & SEMINAR KODE MK 32140210

Nama : Arif Taufiqulrohman
NIM : 2023320931
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Judul Tugas Akhir :

“ANALISA DAMPAK *BIOFOULING* TERHADAP KELANCARAN OPERASIONAL DI KAPAL”

Bermaksud untuk mengajukan permohonan mengikuti Ujian Sidang Tugas Akhir dan telah menyelesaikan Tugas Akhir tersebut:

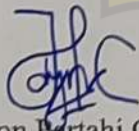
No	Dosen Pembimbing	Diketahui, Tanggal	Tanda Tangan
1	Dr. Eng., Mohammad Danil Arifin	15-7-2025	
2	Ir. Danny Faturachman M.T	15-7-2025	

Jakarta, Juli 2025

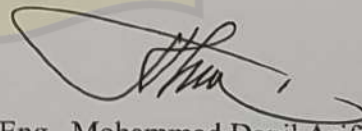
Mengetahui,

Ka. Prodi Teknik Sistem Perkapalan

Koordinator Tugas Akhir TSP

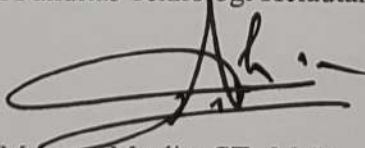


Aldyn Clinton Partahi Oloan ST., MT.
NIDN: 0319129203



Dr. Eng., Mohammad Danil Arifin
NIDN: 0317078701

Dekan Fakultas Teknologi Kelautan



Dr. Muswar Muslim ST., M.Sc
NIDN: 0331086905



UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa, Jakarta Timur, Indonesia 13450

Telp. (021) 8649051, 8649053, 8649057 Fax. (021) 8649052

E-mail : humas@unsada.ac.id Home page : <http://www.unsada.ac.id>

FORM ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Arif Taufiqulrohman
NIM : 2023320931
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Judul Tugas Akhir :

“ANALISA DAMPAK *BIOFOULING* TERHADAP KELANCARAN OPERASIONAL DI KAPAL”

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	2-5-2025	Perbaiki BAB F Pendahuluan	
2	14-5-2025	BAB I ok. Perbaiki BAB II	
3	22-5-2025	Perbaiki Metodologi	
4	5-6-2025	Perbaiki Flowchart dan data	
5	12-6-2025	Perbaiki analisa pembahasan	
6	20-6-2025	Perbaiki pembahasan referensi	
7	1-7-2025	Tambahkan referensi	
8	10-7-2025	ACC Sidang	

Dosen Pembimbing I

Dr. Eng., Mohammad Danil Arifin



UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa, Jakarta Timur, Indonesia 13450

Telp. (021) 8649051, 8649053, 8649057 Fax. (021) 8649052

E-mail : humas@unsada.ac.id Home page : http://www.unsada.ac.id

FORM ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Arif Taufiqulrohman
NIM : 2023320931
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Judul Tugas Akhir :

“ANALISA DAMPAK *BIOFOULING* TERHADAP KELANCARAN OPERASIONAL DI KAPAL”

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	2-5-2025	BAB I diperbaiki, Lanjut BAB II	
2	8-5-2025	BAB I ok, Perbaiki BAB II	
3	23-5-2025	BAB II ok, Lanjut BAB III	
4	3-6-2025	BAB III cek Flowchart	
5	13-6-2025	BAB III ok	
6	18-6-2025	BAB IV dicek analisis kesimpulan	
7	3-7-2025	BAB IV ok, cek referensi	
8	9-7-2025	BAB V ok, Acc untuk sidang	

Dosen Pembimbing II

Ir. Danny Faturachman M.T

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul "*Analisa Dampak Biofouling terhadap Kelancaran Operasional di Kapal*" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) pada Program Studi Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada.

Dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, arahan, dan bantuan selama proses penyusunan skripsi ini, antara lain:

- Bapak/Ibu dosen di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Universitas Darma Persada yang telah memberikan bimbingan ilmu dan motivasi kepada penulis.
- Dosen pembimbing yang telah membimbing dengan penuh kesabaran dan dedikasi selama proses penyusunan tugas akhir ini.
- Pihak Kementerian Perhubungan, khususnya Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, yang telah memberikan data dan wawasan yang sangat berarti dalam penelitian ini.
- Keluarga tercinta atas doa, semangat, dan dukungan moril yang tak pernah henti.
- Teman-teman seperjuangan yang telah menjadi mitra diskusi dan memberikan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, baik dari segi isi maupun penyajian. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang.

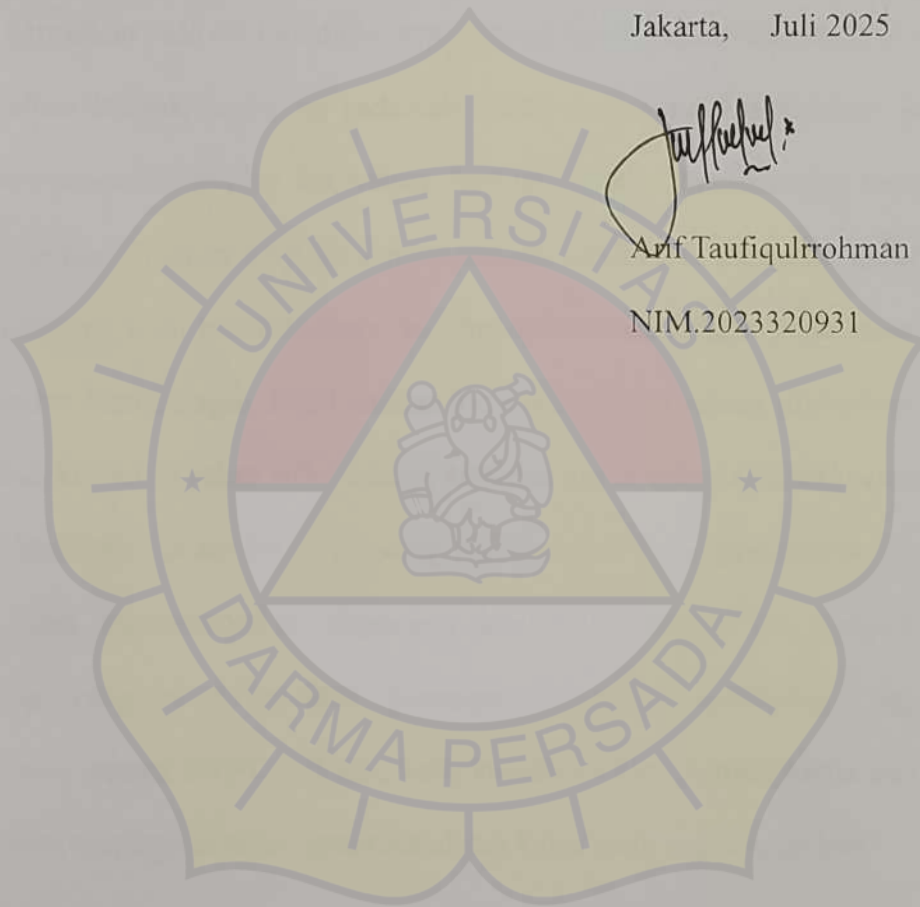
Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, dunia pendidikan, serta bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik perkapalan dan pengelolaan lingkungan laut.

Jakarta, Juli 2025



Arif Taufiqulrohman

NIM.2023320931



ABSTRAK

Biofouling merupakan fenomena penempelan organisme laut seperti alga, moluska, dan mikroorganisme lainnya pada permukaan kapal yang terendam air. Keberadaan *Biofouling* berdampak signifikan terhadap efisiensi operasional kapal, di antaranya peningkatan tahanan hidrodinamis, konsumsi bahan bakar yang lebih tinggi, serta potensi kerusakan pada struktur dan sistem internal kapal. Tujuan dari studi ini ialah menganalisis dampak *Biofouling* pada kelancaran operasional kapal, faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat keparahan *Biofouling*, serta implikasinya terhadap lingkungan laut. Studi ini berjalan dengan metode pendekatan kualitatif deskriptif, yang mencakup studi pustaka, observasi, dan wawancara dengan pihak terkait di Kementerian Perhubungan. Hasil temuan mengindikasikan bahwa *Biofouling* bisa menambah konsumsi bahan bakar hingga 40% dan menurunkan efisiensi pelayaran secara signifikan. Selain itu, *Biofouling* juga menjadi jalur penyebaran spesies invasif yang membahayakan ekosistem laut. Oleh karena itu, pengelolaan *Biofouling* yang efektif melalui penerapan teknologi antifouling, regulasi internasional seperti MEPC.378(80), serta kesadaran dari pemilik kapal menjadi kunci dalam menjaga efisiensi operasional dan kelestarian lingkungan laut.

Kata Kunci: *Biofouling*, Operasional Kapal, Tahanan Hidrodinamis, Efisiensi Energi, Spesies Invasif, Regulasi Maritim.

ABSTRACT

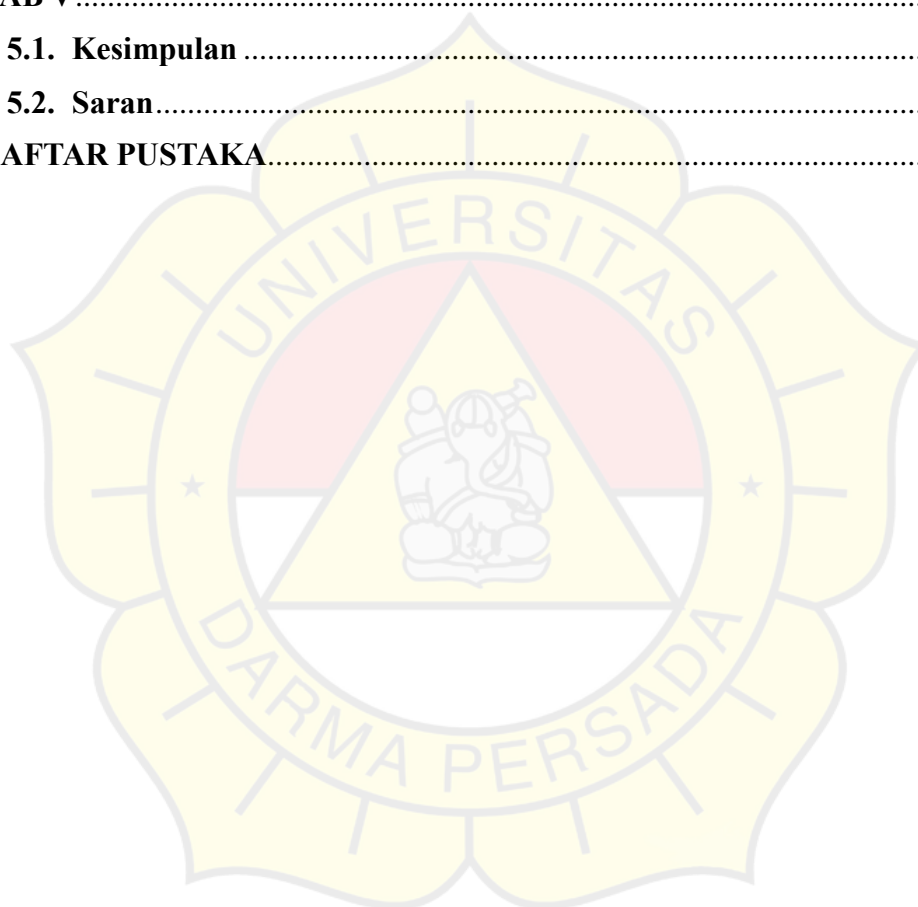
Biofouling refers to the attachment of marine organisms such as algae, mollusks, and other microorganisms to submerged ship surfaces. Its presence significantly affects the operational efficiency of ships, including increased hydrodynamic resistance, higher fuel consumption, and potential damage to ship structures and internal systems. This study aims to analyze the impact of Biofouling on ship operations, identify the contributing factors to its severity, and assess its environmental implications. The research employs a descriptive qualitative approach through literature review, observation, and interviews with relevant stakeholders at the Ministry of Transportation. The findings indicate that Biofouling can increase fuel consumption by up to 40% and significantly reduce voyage efficiency. Additionally, Biofouling serves as a vector for the spread of invasive species that threaten marine ecosystems. Therefore, effective Biofouling management through the application of antifouling technologies, adherence to international regulations such as MEPC.378(80), and heightened awareness among shipowners is crucial to maintaining operational efficiency and preserving the marine environment.

Keywords: *Biofouling, Ship Operation, Hydrodynamic Resistance, Energy Efficiency, Invasive Species, Maritime Regulation.*

DAFTAR ISI

LEMBAR KEASLIAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT KETERANGAN PERMOHONAN UJIAN SIDANG TUGAS AKHIR & SEMINAR.....	iii
FORM ASISTENSI TUGAS AKHIR.....	iv
FORM ASISTENSI TUGAS AKHIR.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	9
BAB II	11
DASAR TEORI	11
2.1 Kapal	11
2.2 <i>Biofouling</i>	25
BAB III.....	31
METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1. Metode Penelitian	31
3.2. Jadwal Pengerjaan	35
3.3. Kerangka Penelitian.....	36
BAB IV	38
ANALISA DAN PEMBAHASAN	38

4.1. Dampak <i>Biofouling</i> terhadap Kapal	38
4.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Tingkat Keparahan <i>Biofouling</i> ..	66
4.3. Dampak <i>Biofouling</i> terhadap Lingkungan Laut.....	70
4.4. Pencegahan <i>Biofouling</i> pada Kapal.....	82
4.5. Kebijakan dan Regulasi terkait <i>Biofouling</i>	93
4.6. Rekomendasi Frekuensi Pembersihan <i>Biofouling</i> pada Lambung Kapal.....	97
4.7. Metode Pembersihan <i>Biofouling</i> pada Lambung Kapal	99
BAB V	104
5.1. Kesimpulan	104
5.2. Saran.....	105
DAFTAR PUSTAKA	106



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kapal Ferry Ro-Ro	11
Gambar 2. 2 Biofouling	25
Gambar 2. 3 Penempelan Biofouling pada lambung kapal	27
Gambar 2. 4 Proses pembentukan Biofouling.....	28
Gambar 3. 5 Kerangka Penelitian	37
Gambar 4. 6 Hubungan antara keseluruhan permasalahan biofouling	39
Gambar 4. 7 Ketahanan Lambung Kapal di Air Tenang	41
Gambar 4. 8 Pengaruh hambatan gesek pada kecepatan kapal	42
Gambar 4. 9 Pengaruh hambatan gesek pada daya kapal	43
Gambar 4. 10 Komponen umum penyebab kekasaran lambung kapal	44
Gambar 4. 11 Studi eksperimental pengaruh biofouling pada hambatan kapal....	45
Gambar 4. 12 Kurva hambatan akibat peningkatan CF	50
Gambar 4. 13 Karakteristik mesin YANMAR 12AYM-WGT-L	50
Gambar 4. 14 Pertumbuhan kekasaran dan fouling	51
Gambar 4. 15 Data konsumsi bahan bakar per perjalanan selama 2 tahun.....	52
Gambar 4. 16 Regresi linier terhadap konsumsi bahan bakar selama 2 tahun.....	52
Gambar 4. 17 Internal Sea Water System (ISS).....	54
Gambar 4. 18 Biofouling pada pipa sistem pendingin air laut.....	55
Gambar 4. 19 Contoh area-area pada kapal yang rentan terkena Biofouling	67
Gambar 4. 20 Spesies akuatik di enam pelabuhan utama di Indonesia	79
Gambar 4. 21 Typical seachest anode arrangement.....	91
Gambar 4. 22 Typical strainer anode arrangement	92
Gambar 4. 23 Pembersihan Biofouling dengan menggunakan scrub	100
Gambar 4. 24 Pembersihan Biofouling menggunakan water jet.....	101
Gambar 4. 25 Gambar 4.20 Gambar DEN-JET CD50.....	102
Gambar 4. 26 Spesifikasi DEN-JET CD50.....	103

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Jadwal Pengerjaan.....	35
Tabel 4. 1 Mekanisme Dampak Biofouling pada ISS Kapal	56
Tabel 4. 3 Potensi Penyebaran IAS.....	71
Tabel 4. 4 Dampak Penyebaran IAS	75
Tabel 4. 5 Dampak Penyebaran Organisme terhadap Budidaya Kerang	80
Tabel 4. 6 Perkembangan Historis Strategi Anti-Fouling.....	83
Tabel 4. 7 Karakteristik Pelapis Lambung Kapal yang Ada Saat Ini.....	85
Tabel 4. 8 Rekomendasi Frekuensi Pembersihan Biofouling	98

