

TUGAS AKHIR

“ IMPLEMENTASI *ZERO EMISSION* DALAM PENINGKATAN TRAFFIC KAPAL HINGGA TAHUN 2050 SESUAI KETENTUAN *INTERNASIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO)* ”

Diajukan Untuk Memenuhi dan Melengkapi Salah Satu Persyaratan mencapai gelar
strata I (S-1) Pada Program Studi Teknik Perkapalan



Oleh :

Nama : Prem Surya

NIM : 2022310011

PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

UNIVERSITAS DARMA PERSADA

JAKARTA

2026



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 PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan bahwa :

Nama Mahasiswa : Prem Surya
NIM : 2022310011
Program Studi : Teknik Perkapalan
Judul Tugas Akhir :

“ IMPLEMENTASI *ZERO EMISSION* DALAM PENINGKATAN TRAFFIC KAPAL HINGGA TAHUN 2050 SESUAI KETENTUAN *INTERNASIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO)*”

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini adalah benar – benar asli karya cipta 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 Tugas Akhir yang benar.

Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya ilmiah yang di terbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar Pustaka pada bagian akhir Tugas Akhir ini

Jakarta, Februari 2026

Yang Menyatakan,

(Prem Surya)

(2022310011)



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 DAN SEMINAR KODE MK 31840020 SEMESTER GANJIL TAHUN AKADEMIK 2025/2026

Yang bertanda tangan dibawah ini, menerangkan bahwa :

Nama Mahasiswa : Prem Surya
NIM : 2022310011
Program Studi : Teknik Perkapalan
Judul Tugas Akhir :

IMPLEMENTASI *ZERO EMISSION* DALAM PENINGKATAN TRAFFIC KAPAL HINGGA TAHUN 2050 SESUAI KETENTUAN INTERNASIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO)

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

NO	DOSEN PEMBIMBING	DISETUJUI TANGGAL	PARAF
1	Arif Fadillah, S.T, M.Eng, Ph.D,IPM	11 Februari 2026	

Jakarta, Februari 2026

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Perkapalan

Putra Pratama, ST. MT.
NIDN 0324029303

Koordinator Tugas Akhir Prodi TP

Shanty Manullang, S.Pi. M.Si.
NIDN 0330017703

Dekan Fakultas Teknologi Kelautan

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



**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA**

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa Jakarta Timur 13450

Telp. (021) 8649057, 8649060 Fax. (021) 8649052

Email: humas@unsada.ac.id Home page <http://www.unsada.ac.id>

FORM ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Prem Surya
N.I.M : 2022310011
Judul :

**"IMPLEMENTASI ZERO EMISSION DALAM PENINGKATAN TRAFFIC
KAPAL HINGGA TAHUN 2050 SESUAI KETENTUAN IMO"**

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	21 Okt 25	✓ Judul diperbaiki	
2		✓ outline sesuai standar TA.	AF
3		✓ lengkai dgn ±20 jurnal	
2	27 Okt 25	✓ format sesuai dgn standar	
3		TA	AF
6		✓ Jurnal dibuat resume.	
3	3 Nop. 25	✓ Rumusan masalah, Judul dan	
8		isi TA harus sistematis.	AF
9		✓ materi Jurnal sesuai dgn.	
10		tema / Judul Tugas Akhir	
4	10 Nop 25	✓ perbaiki bab I Catatan belakang	AF
12		✓ lanjutkan bab II sesuai petunjuk	

Dosen Pembimbing,

(**Arif Fadilah, ST, M.Eng., Ph.D.,IPM**)



**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA**

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa Jakarta Timur 13450

Telp. (021) 8649057, 8649060 Fax. (021) 8649052

Email: humas@unsada.ac.id Home page <http://www.unsada.ac.id>

FORM ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Prem Surya

N.I.M : 2022310011

Judul :

**"IMPLEMENTASI ZERO EMISSION DALAM PENINGKATAN TRAFFIC
KAPAL HINGGA TAHUN 2050 SESUAI KETENTUAN IMO"**

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	24 Nov 25	✓ bab I ————	
2		✓ bab II diperbaiki, lengkapi	
3		peraturan / policy Internasional	
4		dan domestik	
5	01 Des 25	Perbaiki bab II lengkapi	
6		sign penggunaan teknologi	
7		✓ Lanjutkan dengan bab III	
8		metodologi	
9	04 Des 25	✓ bab II stasi problem solving	
10		metode yg digunakan	
11		✓ Lanjutkan bab III	
12		Metodologi	

Dosen Pembimbing,

(Arif Fadilah, ST, M.Eng., Ph.D.,IPM)



**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA**

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa Jakarta Timur 13450

Telp. (021) 8649057, 8649060 Fax. (021) 8649052

Email: humas@unsada.ac.id Home page <http://www.unsada.ac.id>

FORM ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Prem Surya
N.I.M : 2022310011
Judul :

**"IMPLEMENTASI ZERO EMISSION DALAM PENINGKATAN TRAFFIC
KAPAL HINGGA TAHUN 2050 SESUAI KETENTUAN IMO"**

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	15 Des 25	✓ bab II diperbaiki kembali	
2		Setelah diskusi : Teknologi	At.
3	08 Jan 26	✓ bab III dan bab IV dari metode	
4		Trozi dan Ichida	
5		✓ dan berikan bab IV dari	
6		dan informasi	At.
7	26 Jan 26	✓ bab III metode logis dan	
8		✓ Data selengkapinya sampai	
9		tahun 2025.	At.
10		✓ Data tug boat dan onshore container	
11	29 Jan 26	✓ bab IV dan	
12		✓ dan berikan analisis	At.
		bab V.	

Dosen Pembimbing,

(Arif Fadilah, ST, M.Eng., Ph.D., IPM)



**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA**

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa Jakarta Timur 13450

Telp. (021) 8649057, 8649060 Fax. (021) 8649052

Email: humas@unsada.ac.id Home page <http://www.unsada.ac.id>

FORM ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Prem Surya
N.I.M : 2022310011
Judul :

**"IMPLEMENTASI ZERO EMISSION DALAM PENINGKATAN TRAFFIC
KAPAL HINGGA TAHUN 2050 SESUAI KETENTUAN IMO"**

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
13	02 Feb 26	✓ Perhitungan proyeksi 'Steady state'	
2		✓ Struktur 'Steady state' dan analisis	Af
3		Pelabuhan	
14	05 Feb 26	✓ Analisis 'Steady state' dan komparasi	
5		✓ Analisis 'Steady state' dan komparasi	Af
6		Komparasi antar sub bab	
15	09 Feb 26	✓ Bab IV ———	
8		✓ Lembar kerja Bab IV	Af
16	10 Feb 26	✓ Bab VI ———	
10		✓ Lembar kerja materi 'Pemasangan'	
11	11 Feb 2026	——— simp 7 dan 8	Af
12		———	

Dosen Pembimbing,

(Arif Fadilah, ST, M.Eng., Ph.D., IPM)



**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA**

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa Jakarta Timur 13450

Telp. (021) 8649057, 8649060 Fax. (021) 8649052

Email: humas@unsada.ac.id Home page <http://www.unsada.ac.id>

**LEMBAR PERBAIKAN
TUGAS AKHIR**

Nama : Prem Surya
N.I.M : 2022310011
Jurusan : Teknik Perkapalan
Judul Penelitian :

**"IMPLEMENTASI ZERO EMISSION DALAM PENINGKATAN
TRAFFIC KAPAL HINGGA TAHUN 2050 SESUAI KETENTUAN
INTERNASIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO)"**

No.	Dosen Penguji	Disetujui Tanggal	Paraf
1	Shanty Manullang, S.Pi.,M.Si	8 Mei 2026	
2	Putra Pratama, S.T.,M.T	29 APRIL 2026	
3	Rizky Irvana, S.T.,M.T	20 APRIL 2026	

Jakarta,

2026

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Arif Fadillah, S.T., M.Eng., Ph.D. IPM
NIDN. 0329076701

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Perkapalan

Rizky Irvana, S.T., M.T
NIDN 0330089502

Dekan Fakultas Teknologi Kelautan

Dr. Muswar Muslim, S.T., M.Sc
NIDN 0331086905

ABSTRAK

IMPLEMENTASI *ZERO EMISSION* DALAM PENINGKATAN *TRAFFIC* KAPAL HINGGA TAHUN 2050 SESUAI KETENTUAN *INTERNASIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO)*

OLEH :

PREM SURYA

Esai ini membahas tantangan krusial dalam menerapkan strategi emisi nol di sektor maritim Indonesia untuk mengelola lalu lintas kapal yang meningkat dan mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK) hingga tahun 2060, sejalan dengan regulasi IMO, mengingat Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia sangat bergantung pada pelayaran meskipun menghadapi emisi tinggi dari penggunaan bahan bakar , sambil menargetkan *net-zero* pada 2050 melalui kebijakan dan adopsi teknologi untuk pertumbuhan berkelanjutan . Masalah utama mencakup perhitungan emisi pelayaran domestik yang akurat, evaluasi efektivitas kebijakan emisi nol, serta dampaknya terhadap volume dan pola lalu lintas kapal, yang terhambat oleh regulasi yang terfragmentasi, infrastruktur terbatas di pelabuhan kecil, dan resistensi industri . Menggunakan metode deskriptif-diagnostik dengan analisis SWOT, studi ini menilai faktor adopsi berdasarkan perhitungan emisi dari data bahan bakar dan proyeksi lalu lintas kapal/tonase kotor untuk memodelkan emisi masa depan serta hasil mitigasi . Temuan menunjukkan lonjakan emisi konvensional pasca-2025 , yang dapat diimbangi oleh teknologi kunci: *shore connection (cold ironing)*, yang wajib di pelabuhan, memangkas NOx/SOx hingga 94% melalui pasokan daya darat untuk pengurangan emisi di dermaga yang stabil ; *electric tugboats* memungkinkan manuver emisi nol 100%, mengurangi NOx/SOx hingga 90% di area pelabuhan kota dengan manfaat biaya/efisiensi ; LNG memangkas CO2 sebesar 25-30% dan menghilangkan hampir 100% SOx sebagai bahan bakar transisi ; serta B40 biofuel (campuran 40%) menurunkan CO2 sebesar 30-40% dan SOx hingga 50% sebagai solusi drop-in lokal . Secara keseluruhan, integrasi bertahap B40, LNG, *electric tugboats*, dan *shore power* mulai 2025 dapat secara drastis membatasi emisi, mencapai *net-zero* pada 2050, serta menjadikan pelabuhan Indonesia sebagai pusat maritim hijau .

Kata Kunci : *Zero Emission, International Maritime Organization, Ship Traffic, Green Ports, Alternative Fuels.*

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF ZERO EMISSION STRATEGIES TO ENHANCE SHIP TRAFFIC UP TO 2050 IN ACCORDANCE WITH *INTERNASIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO)* REGULATIONS

By :

PREM SURYA

This essay addresses the critical implementation of zero-emission strategies in Indonesia's maritime sector to manage escalating vessel traffic and reduce greenhouse gas (GHG) emissions by 2050, in alignment with IMO regulations, as the world's largest archipelago relies heavily on shipping yet faces high emissions from fuel use while targeting net-zero by 2060 through policy and tech adoption for sustainable growth . Core problems encompass accurate domestic shipping emission calculations, evaluating zero-emission policy efficacy, and their effects on traffic volumes/patterns, hindered by fragmented regulations, limited small-port infrastructure, and industry resistance . Employing descriptive-diagnostic methods with SWOT analysis, the study assesses adoption factors using fuel-based emission calculations and projections of vessel traffic/gross tonnage to model future emissions and mitigation outcomes . Findings reveal surging conventional emissions post-2025 , offset by key technologies: shore connection (cold ironing), mandatory in ports, slashes NOx/SOx by up to 94% via onshore power for steady berth reductions ; electric tugboats enable 100% zero-emission maneuvers, cutting NOx/SOx by 90% in urban areas with cost/efficiency benefits ; LNG trims CO2 by 25-30% and eliminates nearly 100% SOx as a transitional fuel ; and B40 biofuel (40% blend) lowers CO2 by 30-40% and SOx by 50% as a drop-in local solution . Overall, phased integration of B40, LNG, electric tugs, and shore power from 2025 can dramatically curb emissions, achieving net-zero by 2050 and elevating Indonesian ports as green hubs .

Keywords : Zero Emission, International Maritime Organization, Ship Traffic, Green Ports, Alternative Fuels.

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga tesis ini berjudul "Implementasi *Zero Emission* dalam Peningkatan *Traffic* Kapal hingga Tahun 2050 Sesuai Ketentuan IMO" dapat diselesaikan dengan baik tepat waktu. Sebagai negara kepulauan terbesar di dunia dengan garis pantai sepanjang lebih dari 99.000 km dan ribuan pulau yang tersebar luas, Indonesia memiliki peran strategis dalam pelayaran domestik dan internasional yang tidak hanya menyumbang aktivitas ekonomi signifikan melalui perdagangan antar pulau dan ekspor-impor global, tetapi juga menjadi tulang punggung konektivitas nasional yang menghubungkan 270 juta penduduk dari Sabang hingga Merauke. Namun, ironisnya sektor maritim justru menjadi penyumbang emisi gas rumah kaca (GRK) terbesar kedua setelah sektor energi, dengan kontribusi CO₂ yang terus meningkat seiring pertumbuhan armada kapal dan volume kargo, sehingga memperburuk perubahan iklim global yang kini terasa nyata melalui kenaikan permukaan air laut yang mengancam kota-kota pelabuhan utama seperti Tanjung Priok dan Tanjung Perak.

Proses penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari berbagai kendala mulai dari keterbatasan data emisi historis kapal domestik, kompleksitas model proyeksi *traffic* berbasis Excel, hingga pemahaman mendalam terhadap regulasi internasional yang terus berkembang, namun semua itu dapat dilewati berkat dukungan tidak ternilai dari berbagai pihak. Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Arif Fadillah, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM selaku Pembimbing yang telah memberikan arahan ilmiah, koreksi metodologi, dan masukan berharga yang sangat krusial; kepada keluarga tercinta yang senantiasa memberikan dukungan moral, doa, dan pengertian penuh selama masa-masa sulit penelitian; kepada rekan-rekan mahasiswa seangkatan serta teman-teman praktisi industri maritim yang dengan murah hati berkontribusi data primer, referensi jurnal; serta kepada semua pihak terkait di instansi pemerintah, pelabuhan, dan asosiasi pelayaran yang telah membantu penyelesaian tugas akhir ini menjadi lebih komprehensif dan aplikatif.

Semoga tugas akhir ini tidak hanya bermanfaat bagi pengembangan kebijakan maritim berkelanjutan di Indonesia, tetapi juga menjadi kontribusi kecil namun nyata dalam mewujudkan visi Indonesia Emas 2045 dengan sektor pelayaran rendah karbon yang kompetitif secara global, sekaligus menjawab tantangan iklim yang kian mendesak di era pasca-pandemi dan geopolitik maritim yang dinamis.

Jakarta, 22 Mei 2026

Prem Surya
(2022310011)



UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa karena senantiasa memberikan berkah serta rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Pada penulisan laporan ini, saya banyak mendapatkan dukungan dan bantuan baik berupa materi maupun bimbingan, dorongan motivasi, serta semangat dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan yang Maha Kuasa yang selalu memberikan penulis kesehatan, dan rahmat-Nya sehingga penulis bisa mengerjakan tugas ini.
2. Orang Tua, yang senantiasa memberikan doa, motivasi dan kepercayaan yang besar untuk saya.
3. Bapak Dr. Muswar Muslim, M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada
4. Bapak Ir. Danny Faturachman, S.T., M.T. Selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada
5. Bapak Augustinus Pusaka, S.T., M.Si Wakil Dekan II Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada
6. Bapak Rizky Irvana, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada
7. Bapak Arif Fadillah, S.T., M.Eng., P.hd, IPM selaku dosen Pembimbing Tugas Akhir
8. Ibu Shanty Manullang, S.Pi, M.Si Selaku Pembimbing Akademik Angkatan 2022
9. Para Dosen, dan Dosen Muda yang telah memberi arahan dan bimbingan kepada penulis.
10. Angkatan 2022 yang banyak membantu dan memberi semangat.
11. Rekan - rekan Mahasiswa Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada.
12. Para Alumni Universitas Darma Persada yang senang tiasa meluangkan waktu untuk berdiskusi.

13. Abang saya Resen Sirat, S.T yang selalu memberikan support kepada saya dalam kegiatan perkuliahan.
14. Kakak saya Jessica Anu Prya yang selalu memberikan dukungan dan masukan agar tetap semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Terlepas dari semua itu saya menyadari sepenuhnya bahwa masih ada kekurangan baik dari segi susunan kalimat maupun tata bahasa. Saya menerima segala saran dan kritik dari pembaca agar dapat memperbaiki Tugas Akhir ini. Akhir kata, saya mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Saya berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat maupun inspirasi terhadap pembaca.

Jakarta, 11 Februari 2026

Prem Surya
(2022310011)

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	i
UCAPAN TERIMAH KASIH	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR SINGKATAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	3
1.3 BATASAN MASALAH.....	3
1.4 TUJUAN PENULISAN.....	3
1.5 MANFAAT PENULISAN	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN.....	4
BAB II STUDI PUSTAKA	6
2.1 KEBIJAKAN MARITIM INDONESIA	6
2.1.1 Sejarah dan Perkembangan Maritim di Indonesia.....	6
2.1.2 Komitmen Indonesia terhadap Pengurangan Emisi di Sektor Maritim.....	7
2.1.3 Peta Jalan Penurunan Pelepasan Gas Rumah Kaca di Industri Kelautan Indonesia Menuju Nol Bersih 2060	8
2.2 <i>INTERNASIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO)</i>	11
2.3 <i>CONFERENCE OF THE PARTIES 21 PARIS</i>	16
2.4 PERAN <i>BLUE ECONOMY</i> DAN <i>GREEN ECONOMY</i> DALAM MENDUKUNG ASTA CIPTA PADA KEBIJAKAN MARIRIM INDONESIA MENUJU <i>ZERO</i> <i>EMISSION</i>	17
2.4.1 Asta Cipta.....	17
2.4.2 <i>Blue Economy</i>	18
2.4.3 <i>Green Economy</i>	23
2.5 EMISI KAPAL DI INDONESIA	23
2.6 TEKNOLOGI DIGITALISASI DAN OTOMATISASI PELABUHAN	25
2.6.1 <i>Shore Connection</i> Pada Pelabuhan	26

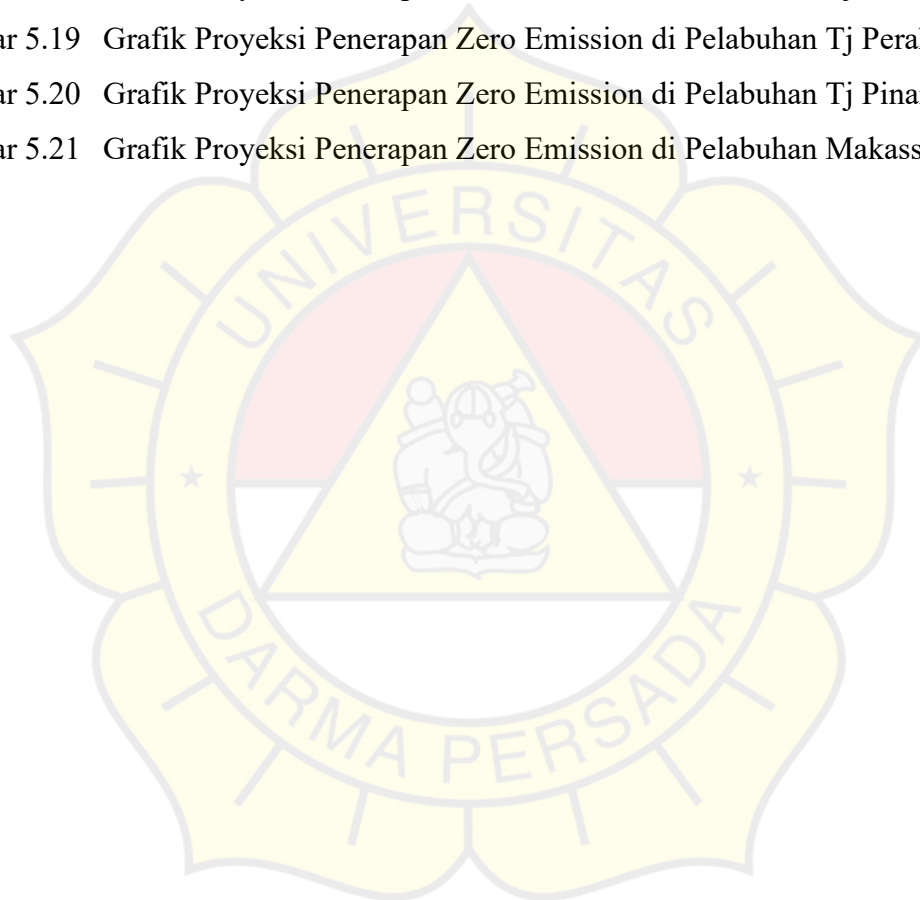
2.6.2 Kapal Tunda Berenergi Listrik: Inovasi untuk Transisi <i>Zero Emission</i> di Pelabuhan Indonesia	28
2.6.3 <i>Scrubber</i> Dalam Menurunkan Emisi	31
2.7 REGULASI BAHAN BAKAR RAMAH LINGKUNGAN.....	31
2.7.1 Bahan Bakar LNG:Transisi Rendah Emisi untuk Kapal Jangka Menengah	32
2.7.2 Bahan Bakar B40:Solusi Biofuel Lokal untuk Pengurangan Karbon Fosil	32
2.7.3 Bahan Bakar <i>Hydogen</i>	33
2.8 PERHITUNGAN KONSUMSI BAHAN BAKAR MENURUT TROZI	33
2.9 PERHITUNGAN KONSUMSI BAHAN BAKAR MENGGUNAKAN METODE ISHIDA	34
2.10SWOT (<i>STRENGTHS, WEAKNESSES, OPPORTUNITIES, THREATS</i>)	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1 METODE PENELITIAN	37
3.2 <i>FLOW CHART</i> ALUR Pengerjaan	37
3.3 SUMBER DATA.....	39
3.4 LOKASI PENELITIAN	39
3.5 METODE PERHITUNGAN KONSUMSI BAHAN BAKAR KAPAL MENURUT TROZZI.....	40
3.6 METODE PERHITUNGAN KONSUMSI BAHAN BAKAR MENURUT ISHIDA	42
3.7 METODE PERHITUNGAN PENGGUNAAN <i>SHORE CONNECTION (COLD IRONING)</i>	42
3.8 PROYEKSI EMISI SAMPAI TAHUN 2050 MENGGUNAKAN METODE <i>REGRESI LINIER TREND</i>	43
3.9 METODE ANALISIS DATA: ANALISIS SWOT	43
BAB IV DATA DAN INFORMASI	48
4.1 DATA KAPAL <i>TUGBOAT</i> PADA PELABUHAN UTAMA	48
4.2 PENGAPLIKASIAN <i>SHORE CONNECTION</i> PADA PELABUHAN DI INDONESIA.....	52
4.3 PERFORMA OPERASIONAL PELABUHAN: WAKTU BONGKAR MUAT	53
4.4 INFORMASI BBM DAN DAYA MESIN BANTU PADA KAPAL.....	54
4.4.1 Jenis BBM pada Setiap Kapal	55

4.4.2 Rentang Daya per GT	55
4.5 DATA <i>GROSS TONNAGE</i> SETIAP JENIS KAPAL TAHUN 2020-2024	56
4.6 FAKTOR EMISI UNTUK BAHAN BAKAR	60
BAB V HASIL DAN ANALISA	62
5.1 AKTIVITAS PELAYARAN PADA PELABUHAN HINGGA TAHUN 2050 ..	62
5.1.1 Hasil Proyeksi Kedatangan Kapal pada Ke 5 Pelabuhan Berdasarkan Lalu Lintas Kapal	62
5.1.2 Hasil Proyeksi Kedatangan Kapal pada Ke 5 Pelabuhan Berdasarkan <i>Gross Tonnage</i>	64
5.2 PETA JALAN MENUJU ZERO EMISSION DI INDONESIA	65
5.3 FAKTOR KONSUMSI BAHAN BAKAR KONVESIONAL & PERHITUNGAN EMISI PADA SETIAP PELABUHAN	67
5.3.1 Perhitungan Faktor Konsumsi Bahan Bakar Per Jenis Kapal & Proyeksi Hingga 2050.....	67
5.3.2 Analisis Perhitungan Emisi 5 Tahun Kebelakang di Setiap Pelabuhan.....	70
5.3.3 Statistik dan Proyeksi Polutan Udara Maritim	78
5.3.4 Proyeksi Emisi Hingga Tahun 2050 Ke 5 Pelabuhan.....	80
5.4 PENERAPAN TEKNOLOGI DIGITALISASI PADA PELABUHAN DI INDONESIA MENUJU <i>ZERO EMISION</i> 2050.....	82
5.4.1 Analisis Perbandingan Penggunaan Kapal Tunda Listrik Dengan Kapal Tunda Rendah Sulfur Hingga Tahun 2050	83
5.4.2 Analisis Penggunaan Shore Connection Pada Setiap Pelabuhan	84
5.5 ANALISA SWOT MENGGUNAKAN MATRIX IFAS & EFAS	86
5.6 PERSENTASE PENGAPLIKASIAN BBM RENDAH SULFUR PADA KAPAL	88
5.7 PROYEKSI IMPLEMENTASI ZERO EMISSION SESUAI KETENTUAN IMO	89
BAB VI P E N U T U P	99
6.1 KESIMPULAN.....	99
6.2 SARAN.....	100
DAFTAR PUSTAKA.....	102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Sektor Penyumbang Emisi Terbanyak di Indonesia tahun 2024.....	2
Gambar 2.1	Skenario Target Penurunan Emisi di Indonesia.....	8
Gambar 2.2	<i>GHG emission for shipping</i>	11
Gambar 2.3	Simbol SDG's.	12
Gambar 2.4	Emisi CO2 pelayaran internasional di bawah strategi GRK awal IMO (biru dan hijau) vs. BAU (hitam), dengan emisi kumulatif 2015- 2075	13
Gambar 2.5	Emisi CO2 Saat Ini Dan Proyeksi Untuk Skenario Jangka Panjang....	13
Gambar 2.6	Target IMO Menurunkan Karbon	15
Gambar 2.7	Skor Indeks Kesehatan Laut (OHI) untuk Indonesia	23
Gambar 2.8	<i>Shore Connection</i>	28
Gambar 2.9	Kapal Tunda	30
Gambar 2.10	<i>Scrubber</i>	31
Gambar 2.11	<i>Alternative Fuel in Shipping</i>	32
Gambar 2.12	Mandatori Implementasi B40.....	33
Gambar 2.13	Jenis-jenis Hydrogen.....	33
Gambar 3.1	<i>Flow Chart</i> Pengerjaan.....	38
Gambar 3.2	Skema SWOT.....	44
Gambar 3.3	Matrik SWOT.....	44
Gambar 3.4	Kuadran IFAS & EFAS.....	46
Gambar 4.1	Lokasi Fasilitas pada Tj Priok.....	52
Gambar 5.1	Aktivitas Pelayaran Kapal di 5 Pelabuhan	63
Gambar 5.2	Proyeksi <i>Gross Tonage</i> Pada Kelima Pelabuhan	64
Gambar 5.3	<i>Roadmap Zero Emission</i>	66
Gambar 5.4	Faktor Emisi Pelabuhan Belawan 2025-2050	72
Gambar 5.5	Faktor Emisi Pelabuhan Tj Priok 2025-2050.....	73
Gambar 5.6	Faktor Emisi Pelabuhan Tj Perak 2025-2050	74
Gambar 5.7	Faktor Emisi Pelabuhan Tj Pinang 2025-2050	76
Gambar 5.8	Faktor Emisi Pelabuhan Makassar 2025-2050.....	77
Gambar 5.9	Proyeksi Setiap Faktor Emisi	80

Gambar 5.10	Grafik Proyeksi Emisi pada Setiap Pelabuhan	81
Gambar 5.11	Grafik Proyeksi Emisi Kapal Tunda Konvensional, LNG dan Listrik ..	83
Gambar 5.12	Grafik Proyeksi Emisi Saat Menggunakan OPS	85
Gambar 5.13	Matriks Strategi SWOT Maritim Zero Emission 2050	86
Gambar 5.14	Pembobotan IFAS & EFAS	87
Gambar 5.15	Kuadran IFAS & EFAS.....	88
Gambar 5.16	Persentase Bahan Bakar B40 & LNG	88
Gambar 5.17	Grafik Proyeksi Penerapan Zero Emission di Pelabuhan Belawan.....	91
Gambar 5.18	Grafik Proyeksi Penerapan Zero Emission di Pelabuhan Tj Priok	93
Gambar 5.19	Grafik Proyeksi Penerapan Zero Emission di Pelabuhan Tj Perak	94
Gambar 5.20	Grafik Proyeksi Penerapan Zero Emission di Pelabuhan Tj Pinang	96
Gambar 5.21	Grafik Proyeksi Penerapan Zero Emission di Pelabuhan Makassar	97



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jenis kapal dan faktor konsumsi bahan bakar.....	41
Tabel 3.2 Faktor emisi (<i>emission factor</i>) (<i>kg emission/ton fuel</i>)	41
Tabel 3.3 Rating Perhitungan IFAS dan EFAS	45
Tabel 3.4 Bobot Perhitungan IFAS dan EFAS	45
Tabel 4.1 Spesifikasi Kapal <i>TugBoat</i>	48
Tabel 4.2 Kinerja Pelayanan Pelabuhan Belawan	53
Tabel 4.3 Kinerja Pelayanan Pelabuhan Tanjung Priok	53
Tabel 4.4 Kinerja Pelayanan Pelabuhan Tanjung Perak	54
Tabel 4.5 Kinerja Pelayanan Pelabuhan Tanjung Pinang	54
Tabel 4.6 Kinerja Pelayanan Pelabuhan Makassar	54
Tabel 4.7 Jenis BBM Tunggal per Jenis Kapal.....	55
Tabel 4.8 Rentang Daya per GT	56
Tabel 4.9 Gross Tonnage Setiap Jenis Kapal di Pelabuhan Belawan.....	56
Tabel 4.10 Gross Tonnage Setiap Jenis Kapal di Pelabuhan Tanjung Priok.....	57
Tabel 4.11 Gross Tonnage Setiap Jenis Kapal di Pelabuhan Tanjung Perak	58
Tabel 4.12 Gross Tonnage Setiap Jenis Kapal di Pelabuhan Tanjung Pinang	59
Tabel 4.13 Gross Tonnage Setiap Jenis Kapal di Pelabuhan Soekarno-Hatta.....	60
Tabel 4.14 Faktor Emisi BBM Konvensional dan Alternatif Rendah Carbon	61
Tabel 5.1 Faktor Konsumsi BBM pada Pelabuhan Belawan Tahun 2020-2025	67
Tabel 5.2 Faktor Konsumsi BBM pada Pelabuhan Tj Priok Tahun 2020-2025	68
Tabel 5.3 Faktor Konsumsi BBM pada Pelabuhan Tj Perak Tahun 2020-2025	68
Tabel 5.4 Faktor Konsumsi BBM pada Pelabuhan Tj Pinang Tahun 2020-2025	69
Tabel 5.5 Faktor Konsumsi BBM pada Pelabuhan Makassar Tahun 2020-2025	70
Tabel 5.6 Total Emisi pada Pelabuhan Belawan Tahun 2020-2025	71
Tabel 5.7 Total Emisi pada Pelabuhan Tj Priok Tahun 2020-2025	73
Tabel 5.8 Total Emisi pada Pelabuhan Tj Perak Tahun 2020-2025	74
Tabel 5.9 Total Emisi pada Pelabuhan Tj Pinang Tahun 2020-2025	75
Tabel 5.10 Total Emisi pada Pelabuhan Makassar Tahun 2020-2025.....	77

DAFTAR SINGKATAN

Tabulasi dibawah ini merujuk kepada singkatan yang digunakan pada penulisan Tugas Akhir ini. Karena keterbatasan dalam penggunaan huruf maka beberapa huruf yang sama akan dipergunakan untuk menyatakan lebih dari 1 konsep yang tertera

GRK	Gas Rumah Kaca
BBM	Bahan Bakar Minyak
NZE	<i>Net Zero Emission</i>
<i>Inaportnet</i>	<i>Integrated Port Management System</i>
<i>VTs</i>	<i>Vessel Traffic Services</i>
<i>AIS</i>	<i>Automatic Identification System</i>
TOS	<i>Terminal Operating System</i>
CarTOS	<i>Car Terminal Operating System</i>
RAN-GRK	Rencana Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca
IMO	<i>International Maritime Organization</i>
ESDM	Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
Kemenhub	Kementerian Perhubungan
HFO	<i>Heavy Fuel Oil</i>
MDO	<i>Marine Diesel Oil</i>
MGO	<i>Marine Gas Oil</i>
STCW	<i>Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers</i>
IMLI	<i>International Maritime Law Institute</i>
EEDI	<i>Energy Efficiency Design Index</i>
CII	<i>Carbon Intensity Indicator</i>
NDCs	<i>Nationally Determined Contributions</i>
SLOC	<i>Sea Lanes of Communications</i>
PDB	Produk Domestik Bruto
SO ₂	Sulfur Oksida

CO	Karbon Dioksida
Nox	Nitrogen Oksida
PM	<i>Particulate Matter</i>
LCA	<i>Life Cycle Analysis</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
LNG	<i>Liquefied Natural Gas</i>
RUEN	Rencana Umum Energi Nasional
FAME	<i>fatty acid methyl ester</i>
ISCC	<i>International Sustainability & Carbon Certification</i>
ILUC	<i>Indirect Land Use Change</i>
SWOT	<i>Strenght, Weakness, Opportunity, Threat</i>
IFAS	<i>Internal Strategic Factor Analysis Summary</i>
EFAS	<i>External Internal Strategic Factor Analysis Summary</i>
SC	<i>Shore Connection</i>
ET	<i>Electric Tugboat</i>
NZE	<i>Net Zero Emission</i>
GHG	<i>Greenhouse Gas</i>
OPS	<i>Onshore Power Supply</i>
EEDI	<i>Energy Efficiency Design Index</i>