

TUGAS AKHIR

STUDI SISTEM PROPULSI *HYBRID SMART PASSENGER SHIP*

UNTUK MENGURANGI EMISI GAS KARBON

Diajukan untuk melengkapi tugas-tugas guna memenuhi
persyaratan mencapai gelar Sarjana Strata (S-1)
Program Studi Teknik Sistem Perkapalan



OLEH :

MUHAMMAD SHORIMULLAH GHIFARI

2024320903

PROGRAM STUDI TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

UNIVERSITAS DARMA PERSADA

JAKARTA

2026



UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa - Jakarta Timur 13450 Telp. (021) 8649051,
8649053, 8649057, Fax. (021) 8649052

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

LEMBAR KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Shorimullah Ghifari

NIM : 2024320903

Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas : Teknologi Kelautan

Program Studi : S1

Judul Tugas Akhir :

“STUDI SISTEM PROPULSI *HYBRID SMART PASSENGER SHIP* UNTUK MENGURANGI EMISI GAS KARBON”

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini pustaka benar-benar karya 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 daftar pustaka Tugas Akhir ini.

Jakarta, Febuari 2026


Penulis



UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa - Jakarta Timur 13450 Telp. (021) 8649051,
8649053, 8649057, Fax. (021) 8649052

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

LEMBAR PENGESAHAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Shorimullah Ghifari
NIM : 2024320903
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas : Teknologi Kelautan (FTK)
Program Studi : S1
Judul Tugas Akhir :

“STUDI SISTEM PROPULSI *HYBRID SMART PASSENGER SHIP* UNTUK MENGURANGI EMISI GAS KARBON”

Telah melaksanakan ujian sidang Tugas Akhir pada tanggal 21 Februari 2026 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, S.T., M.T.
NIDN: 0319129203

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



UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa - Jakarta Timur 13450 Telp. (021) 8649051,
8649053, 8649057, Fax. (021) 8649052

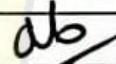
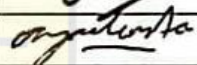
Email: humas@unsada.ac.id Home page: <http://www.unsada.ac.id>

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

Nama : Muhammad Shorimullah Ghifari
NIM : 2024320903
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Judul Tugas Akhir :

“STUDI SISTEM PROPULSI *HYBRID SMART PASSENGER SHIP* UNTUK MENGURANGI EMISI GAS KARBON”

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

No	Dosen Pembimbing	Diketahui, Tanggal	Tanda Tangan
1	Ir. Ayom Buwono, S.T., M.T.	19 Februari 2026	
2	Yoseph Arya Dewanto, S.T., M.T.	19 Feb '2026	

Jakarta, Februari 2026

Mengetahui,

Ka. Prodi Teknik Sistem Perkapalan

Koordinator Tugas Akhir TSP



Aldyn Clinton Partahi Oloan, S.T., M.T.

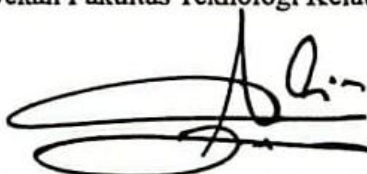
NIDN: 0319129203



Dr. Eng., Mohammad Danil Arifin

NIDN: 0317078701

Dekan Fakultas Teknologi Kelautan



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



UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa - Jakarta Timur 13450 Telp. (021) 8649051,
8649053, 8649057, Fax. (021) 8649052

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

FORM ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Muhammad Shorimullah Ghifari
NIM : 2024320903
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Judul Tugas Akhir :

“STUDI SISTEM PROPULSI *HYBRID SMART PASSENGER SHIP* UNTUK MENGURANGI EMISI GAS KARBON”

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	14 Jan '26	Abstrak.	
2	14 Jan '26	Bab I sdh diperiksa	
3	20 Jan '26	Bab II sdh diperiksa.	
4	3 Feb '26	Bab III sdh diperiksa.	
5	10 Feb '26	Bab IV sdh diperiksa	
6	15 Feb '26	Bab V sdh diperiksa	
7	15 Feb '26	Lengkapi daftar pustaka & mendeley	
8	19 Feb '26	Periksa terakhir & siap diujikan!	

Dosen Pembimbing 2



Yoseph Arya Dewanto, S.T., M.T.

NIDN: 0310096801



UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa - Jakarta Timur 13450 Telp. (021) 8649051,
8649053, 8649057, Fax. (021) 8649052

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

LEMBAR REVISI TUGAS AKHIR

Nama : Muhammad Shorimullah Ghifari
NIM : 2024320903
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Judul Tugas Akhir :

“STUDI SISTEM PROPULSI *HYBRID SMART PASSENGER SHIP* UNTUK MENGURANGI EMISI GAS KARBON”

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	23 Feb '26	Dafus	ac
2	25 Feb '26	Mendele	ac
3	1 Mar '26	Lembar Revisi	ac

Ketua Progam Studi
Teknik Sistem Perkapalan

Aldyn Clinton Parthi Oloan, S.T., M.T.
NIDN: 0319129203

ABSTRAK

STUDI SISTEM PROPULSI *HYBRID SMART PASSENGER SHIP*

UNTUK MENGURANGI EMISI GAS KARBON

Penelitian ini membahas penerapan sistem propulsi hibrida pada *Smart Passenger Ship* sebagai upaya meningkatkan efisiensi energi sekaligus mengurangi emisi karbon pada sektor transportasi laut yang semakin dituntut untuk ramah lingkungan. Sistem propulsi hibrida yang dikaji mengombinasikan mesin diesel konvensional dengan motor listrik berbasis baterai, sehingga kapal dapat beroperasi secara fleksibel dan optimal pada berbagai kondisi pelayaran, seperti kecepatan jelajah, manuver di pelabuhan, maupun saat kapal bersandar. Integrasi kedua sumber energi ini memungkinkan pengaturan beban kerja mesin yang lebih efisien, mengurangi konsumsi bahan bakar fosil, serta meminimalkan pemborosan energi. Metode penelitian yang digunakan meliputi studi literatur terhadap standar dan regulasi internasional terkait efisiensi energi dan emisi, analisis teknis konfigurasi sistem propulsi, serta simulasi perhitungan kebutuhan daya kapal berdasarkan profil operasi pelayaran. Perhitungan dilakukan untuk membandingkan konsumsi bahan bakar, efisiensi termal, dan estimasi emisi gas buang pada sistem konvensional dan sistem hibrida. Selain itu, penelitian ini juga mengkaji penerapan konsep smart ship melalui *Energy Management System (EMS)*, yaitu sistem kendali terintegrasi yang mengatur distribusi energi antara mesin diesel dan motor listrik secara otomatis dan real-time sesuai kebutuhan operasional kapal. Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan sistem propulsi hibrida mampu menurunkan konsumsi bahan bakar secara signifikan, terutama pada kondisi beban rendah dan operasi di area pelabuhan. Penurunan konsumsi bahan bakar tersebut berdampak langsung pada berkurangnya emisi CO₂, NO_x, dan SO_x, sehingga mendukung pemenuhan regulasi lingkungan maritim internasional. Mode operasi listrik murni saat manuver dan sandar juga terbukti mampu mengurangi tingkat kebisingan dan getaran, yang berkontribusi pada peningkatan kenyamanan penumpang serta kualitas lingkungan sekitar pelabuhan. Dari sisi teknis dan operasional, sistem ini dinilai layak diterapkan karena tidak mengurangi performa kapal dan bahkan meningkatkan fleksibilitas operasional. Secara keseluruhan, penerapan propulsi hibrida pada *Smart Passenger Ship* berpotensi besar dalam mendukung pengembangan transportasi laut yang berkelanjutan, efisien, dan rendah emisi. Penelitian ini diharapkan menjadi referensi bagi pengembangan teknologi kapal modern yang mengintegrasikan sistem energi cerdas guna mencapai optimalisasi konsumsi energi dan pengurangan dampak lingkungan di masa mendatang.

Kata kunci: sistem propulsi , *smart passenger ship*, efisiensi energi, emisi gas karbon

ABSTRACT

STUDY OF A HYBRID PROPULSION SYSTEM FOR A SMART PASSENGER SHIP TO REDUCE CARBON EMISSIONS

This study examines the implementation of a hybrid propulsion system in a Smart Passenger Ship to improve energy efficiency and reduce carbon emissions in the maritime transportation sector. As global shipping faces increasing environmental regulations and sustainability demands, the adoption of cleaner and more efficient propulsion technologies has become essential. The hybrid propulsion system discussed in this research integrates a conventional diesel engine with a battery-based electric motor, enabling flexible and optimized vessel operation under various sailing conditions, including cruising, low-speed maneuvering, and hoteling while at berth. The research methodology includes a comprehensive literature review of international standards and regulations related to energy efficiency and emission reduction, technical analysis of propulsion system configurations, and simulation-based calculations of power requirements, fuel consumption, and exhaust gas emissions. Comparative analyses are conducted between conventional diesel propulsion and hybrid systems to evaluate performance differences. Particular attention is given to operational modes, such as diesel-only mode, electric-only mode, and combined hybrid mode. Furthermore, the study incorporates the Smart Ship concept through the application of an Energy Management System (EMS), which automatically regulates power distribution between the diesel engine and electric motor in real time to ensure optimal energy utilization according to operational demands. The results indicate that the hybrid propulsion system significantly reduces fuel consumption, especially during low-speed operations, port maneuvering, and berthing conditions. This reduction in fuel use directly contributes to lower emissions of CO₂, NO_x, and SO_x, thereby supporting compliance with international maritime environmental regulations. In addition to emission reductions, the electric operating mode offers advantages such as decreased noise and vibration levels, enhancing passenger comfort and minimizing environmental impact in port areas. From a technical and operational perspective, the hybrid propulsion system is considered feasible and effective, as it improves overall energy efficiency without compromising vessel performance. The flexibility provided by multiple operating modes enhances operational reliability and adaptability to varying voyage profiles. Overall, the implementation of hybrid propulsion in Smart Passenger Ships presents a promising solution for advancing sustainable, energy-efficient, and environmentally friendly maritime transportation. This research is expected to serve as a reference for the future development of modern ship technologies that integrate intelligent energy management systems to achieve optimized energy consumption and significant emission reductions.

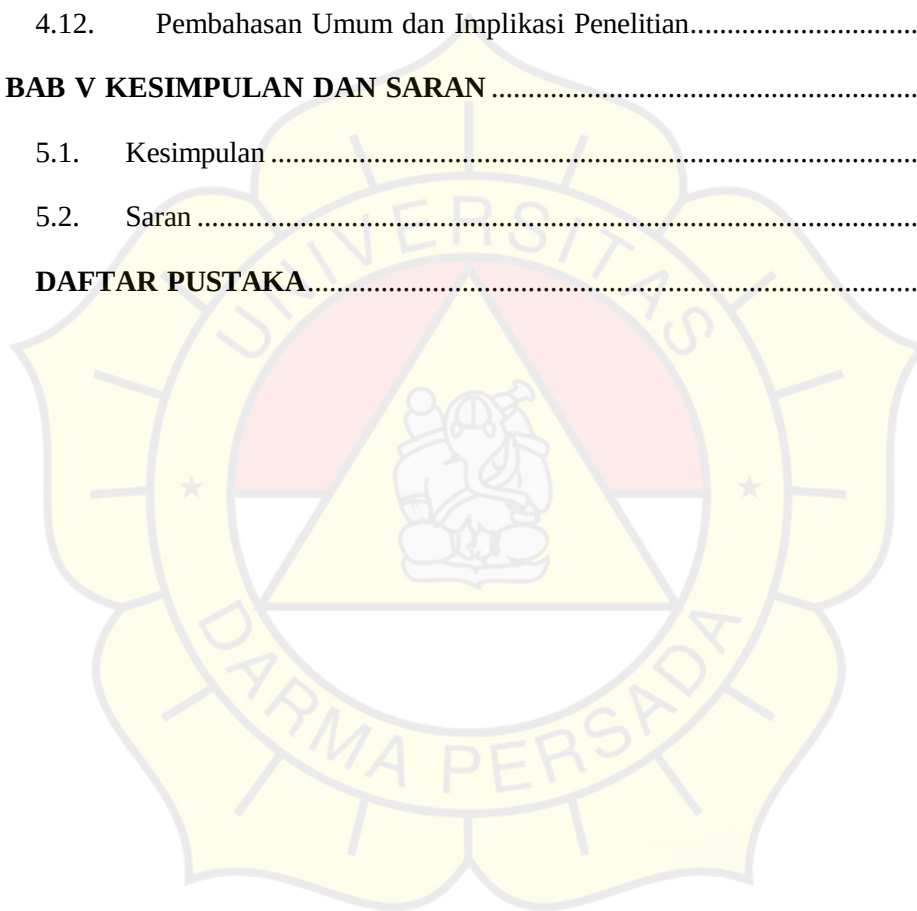
Keywords: propulsion system, smart passenger ship, energy efficiency, carbon emissions

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Perkembangan Industri Kapal di Indonesia	6
2.2. Sistem propulsi kapal	8
2.3. Sistem propulsi Listrik.....	11
2.4. Sistem Propulsi Mekanis.....	16
2.5. Sistem Propulsi Energi <i>Hybrid</i>	18
2.5.1. Sistem Propulsi Energi <i>Hybrid</i> Seri.....	21
2.5.2. Sistem Propulsi Energi <i>Hybrid</i> Paralel	23
2.6. Emisi Gas Karbon.....	24
2.7. Standar dan Regulasi	25
2.8. Manfaat dan potensi penggunaan sistem pada kapal penumpang.....	26

2.9.	Keuntungan dan Tantangan Sistem Propulsi <i>Hybrid</i>	27
2.9.1.	Keuntungan Sistem Propulsi <i>Hybrid</i>	27
2.9.2.	Tantangan Sistem Propulsi <i>Hybrid</i>	28
2.10.	Dampak Emisi Gas Karbon Terhadap Lingkungan	29
2.11.	Teknologi <i>Smart Ship</i>	30
2.12.	Tren dan Inovasi dalam teknologi propulsi	31
2.13.	Dampak Sosial dan Ekonomi dari Penerapan Teknologi <i>Hybrid</i>	32
2.14.	Studi Komparatif Kapal Penumpang dengan Sistem Propulsi <i>Hybrid</i>	33
2.15.	Analisis Risiko dan Keamanan dalam Sistem <i>Hybrid</i>	34
2.16.	Kriteria mengenai Emisi Sistem Propulsi <i>Hybrid</i>	35
2.17.	Batasan Emisi Karbon Menurut MARPOL	36
BAB III	METODE PENELITIAN	38
3.1.	Jenis Dan Pendekatan Penelitian.....	38
3.2.	Objek dan Lokasi Penelitian.....	39
3.3.	Metode Penelitian	40
3.4.	Analisa Data	41
3.5.	Tinjauan Umum Kapal Pembanding	42
3.6.	Data Kapal Pembanding dan sistem propulsi Pendukungnya.....	44
3.6.1.	Fjordled Plug-in <i>Hybrid</i> Catamaran.....	44
3.6.2.	Erla Kongsdottir Plug-in <i>Hybrid</i> Catamaran	47
3.6.3.	<i>Galaxy Clipper Thames</i> Catamaran	48
3.7.	Jadwal Pengerjaan.....	50
3.8.	Diagram Alir.....	50
BAB IV	DATA DAN ANALISA	52
4.1.	Data Kapal	52
4.2.	<i>General Arrangement</i> (Rencana Umum).....	53
4.3.	Analisis Perencanaan Perhitungan Tahanan	56
4.4.	Analisis Hidrostatik dan Stabilitas Awal	58

4.5.	Analisis Kebutuhan Daya Propulsi	59
4.6.	Konfigurasi Sistem Propulsi <i>Hybrid</i> Dan Mode Operasi Sistem Propulsi <i>Hybrid</i> 61	
4.7.	Analisis Konsumsi Bahan Bakar.....	66
4.8.	Pemilihan Mesin Propulsi dan Emisi Gas Buang	68
4.9.	Analisis Emisi Gas Buang Dan Analisis Konsep <i>Smart Ship</i>	70
4.10.	Kesesuaian Terhadap Regulasi MARPOL dan IMO.....	76
4.11.	Analisis – Analisis Pada Kapal	77
4.12.	Pembahasan Umum dan Implikasi Penelitian.....	81
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		83
5.1.	Kesimpulan	83
5.2.	Saran	85
DAFTAR PUSTAKA.....		87

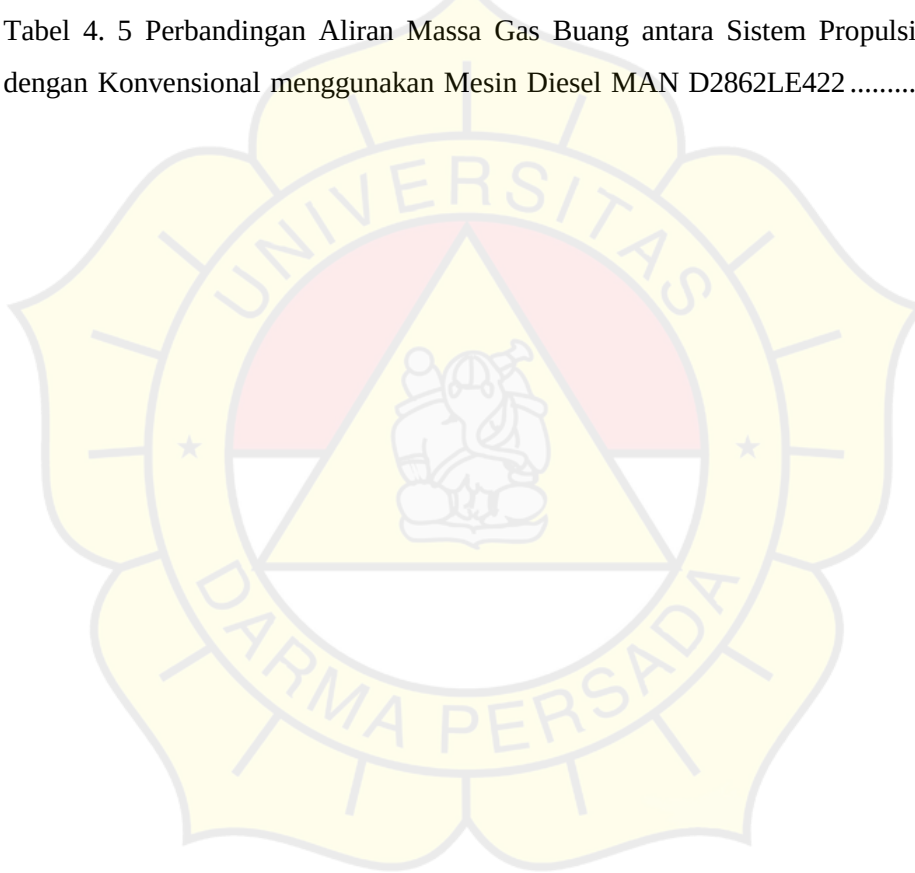


DAFTAR GAMBAR

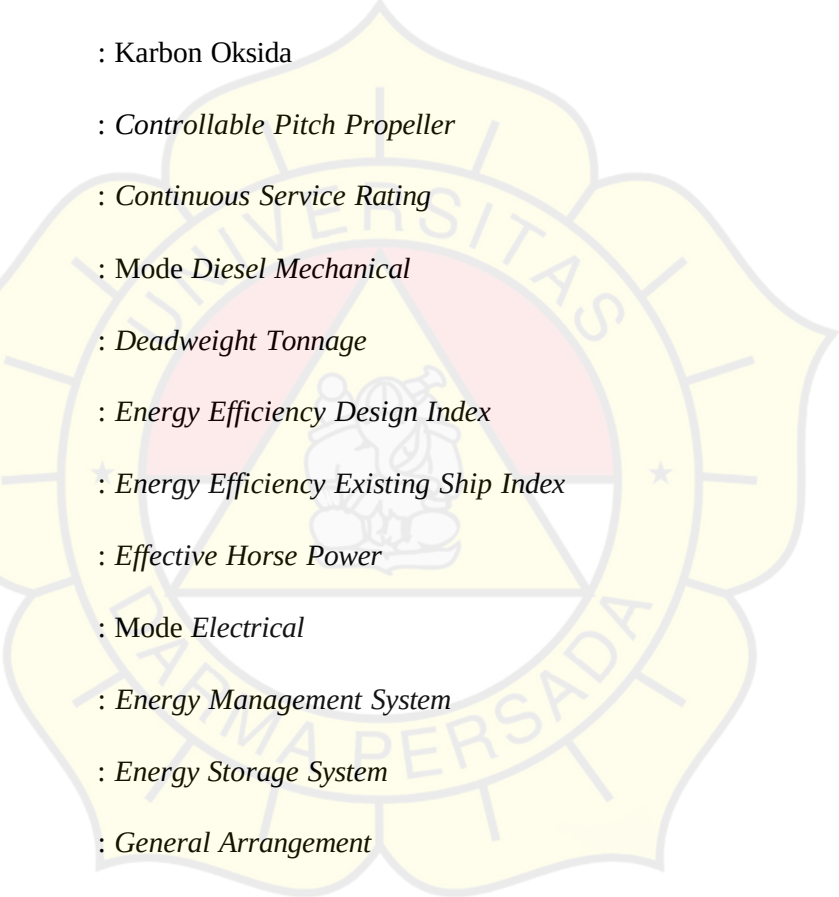
Gambar 2. 1 Sistem Propulsi Elektris	15
Gambar 2. 2 Efisiensi pada Sistem Propulsi Mekanik.....	17
Gambar 2. 3 Engine Performance Motor Diesel.....	17
Gambar 2. 4 Konfigurasi Sistem Propulsi Hybrid	21
Gambar 2. 5 Sistem Propulsi Hybrid Seri.....	22
Gambar 2. 6 Sistem Propulsi Hybrid Parallel	24
Gambar 3. 1 Kapal Penumpang Katamaran Fjordled	44
Gambar 3. 2 Diagram Skematik Sistem Propulsi Hybrid pada Kapal Fjordled.....	45
Gambar 3. 3 Ilustrasi Kapal Erla Kongsdottir.....	47
Gambar 3. 4 Kapal Penumpang Katamaran Galaxy Neptune.....	48
Gambar 3. 5 Data Spesifikasi Teknis Kapal Galaxy Neptune	49
Gambar 3. 6 Flow Chart Pengerjaan.....	51
Gambar 4. 1 Ilustrasi Smart Passenger Ship	54
Gambar 4. 2 General Arrangement Smart Passenger Ship	55
Gambar 4. 3 Simulasi Tahanan Kapal dari Numeca	56
Gambar 4. 4 Grafik Kecepatan dan Tahanan Kapal	57
Gambar 4. 5 Grafik Kecepatan dan Kebutuhan Daya Kapal	60
Gambar 4. 6 Skematik Sistem Kerja Propulsi Elektrik.....	63

DAFTAR TABEL

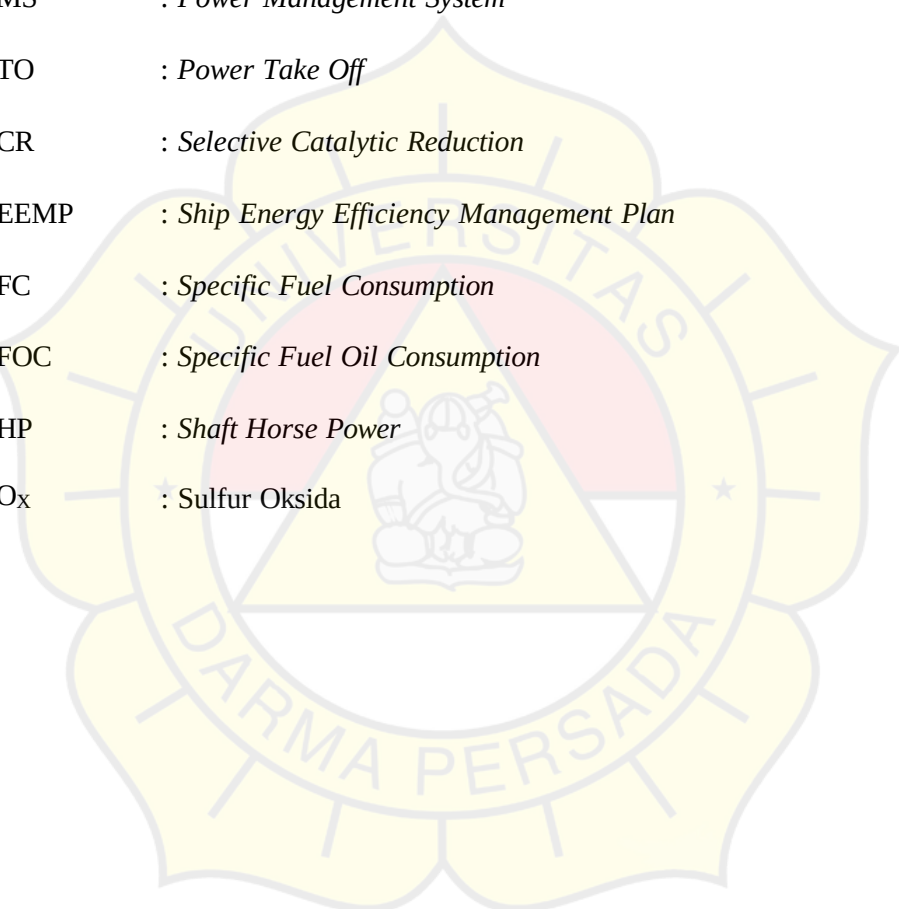
Tabel 3. 1 Jadwal Pengerjaan.....	50
Tabel 4. 1 Ukuran Utama.....	52
Tabel 4. 2 Perhitungan Tahanan Kapal Untuk Beroperasi Pada Setiap Kecepatan	57
Tabel 4. 3 Perhitungan Kebutuhan Daya Propulsi Untuk Beroperasi Pada Setiap Kecepatan.....	60
Tabel 4. 4 Aliran Massa Gas Buang pada Tiap Mode Operasional Sistem Propulsi Hybrid Mesin Diesel MAN D2862LE422 dengan SIEMENS PM 1FV5168.....	70
Tabel 4. 5 Perbandingan Aliran Massa Gas Buang antara Sistem Propulsi Hybrid dengan Konvensional menggunakan Mesin Diesel MAN D2862LE422	72



DAFTAR SINGKATAN



AI	: <i>Artificial Intelligence</i>
CFD	: <i>Computational Fluid Dynamic</i>
CII	: <i>Carbon Intensity Indicator</i>
CO	: Karbon Monoksida
CO ₂	: Karbon Dioksida
CO _x	: Karbon Oksida
CPP	: <i>Controllable Pitch Propeller</i>
CSR	: <i>Continuous Service Rating</i>
DM	: <i>Mode Diesel Mechanical</i>
DWT	: <i>Deadweight Tonnage</i>
EEDI	: <i>Energy Efficiency Design Index</i>
EEXI	: <i>Energy Efficiency Existing Ship Index</i>
EHP	: <i>Effective Horse Power</i>
EL	: <i>Mode Electrical</i>
EMS	: <i>Energy Management System</i>
ESS	: <i>Energy Storage System</i>
GA	: <i>General Arrangement</i>
GM	: Tinggi Metasentra
GRK	: Gas Rumah Kaca
GT	: <i>Grosse Tonnage</i>
HC	: Hidrokarbon
IMO	: <i>International Maritime Organization</i>



IoT	: <i>Internet of Things</i>
LNG	: <i>Liquid Natural Gas</i>
MARPOL	: <i>International Convention for the Prevention of Pollution from Ships</i>
MCR	: <i>Maximum Continuous Rating</i>
NO _x	: Nitrogen Oksida
PMS	: <i>Power Management System</i>
PTO	: <i>Power Take Off</i>
SCR	: <i>Selective Catalytic Reduction</i>
SEEMP	: <i>Ship Energy Efficiency Management Plan</i>
SFC	: <i>Specific Fuel Consumption</i>
SFOC	: <i>Specific Fuel Oil Consumption</i>
SHP	: <i>Shaft Horse Power</i>
SO _x	: Sulfur Oksida