

**OPTIMASI DESAIN KAPAL IKAN MONOHULL MENJADI
DEMIHULL HYBRID (DIESEL– SOLAR PV)**

TESIS

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Magister Teknik dari
Universitas Darma Persada**

Oleh

RIZKY IRVANA

NIM : 2018910010

(Program Studi Magister Teknik Energi Terbarukan)



**SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS DARMA PERSADA
JAKARTA**

2020

PERNYATAAN KEASLIAN

"Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis ini merupakan hasil karya sendiri dan sepanjang pengetahuan dan keyakinan saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan-bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagian bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Darma Persada atau Perguruan tinggi lainnya"



ABSTRAK

RIZKY IRVANA (2018910010). Optimasi Desain Kapal Ikan Monohull Menjadi Demihull Hybrid (Diesel – Solar PV). Di bawah Bimbingan Prof. Dr. Ir.Kamaruddin Abdullah, Dr. Erwin Susanto Sadirsan

Pada saat ini, nelayan di kerapkan dengan masalah yang dihadapi yaitu langkanya pasokan BBM dan mahalanya harga BBM tersebut. Ketergantungan nelayan akan penggunaan bahan bakar fosil masih sangat tinggi yaitu 95,4%. Dengan semakin naiknya harga bahan bakar minyak, serta ketersediaan dari bahan bakar fosil yang semakin berkurang para nelayan mengalami kesulitan dalam melakukan aktivitas melautnya. IMO (Internasional Maritime Organization) mencatat bahwa sekitar 277 juta ton bahan bakar dikonsumsi oleh kapal. Menurut studi emisi yang dilakukan oleh IMO, 961 juta ton CO₂ menyumbang 2,5% dari total emisi global. Dengan kondisi tersebut, saat ini negara-negara di dunia berlomba untuk mencari dan memanfaatkan sumber energi alternatif. Cahaya matahari telah dimanfaatkan manusia sejak lama sebagai sumber energi dengan menggunakan berbagai teknologi mulai dari sederhana sampai yang canggih. Pada saat ini alat penggerak mesin diesel merupakan alat penggerak yang paling banyak digunakan sebagai penggerak utama kapal nelayan. Sistem pembangkit listrik *hybrid* (sel surya dan diesel generator) merupakan salah satu alternatif solusi dari dampak negatif sistem pembangkit konvensional pada kapal – kapal di Indonesia. Di sisi lain, pembangunan kapal ikan secara tradisional kurang mengadopsi beberapa aspek keselamatan di laut. Ini dapat dilihat pada stabilitas kapal yang dihasilkan. Ini sangat berbeda jika nelayan tersebut menggunakan kapal ikan dengan tipe lambung katamaran. Dari permasalahan-permasalahan yang telah dikemukakan di atas, maka penulis berencana mengoptimasi desain kapal ikan konvensional (*monohull*) menjadi *demihull* (*Catamaran*) dengan mengoptimasi ukuran utama pada saat tahap *preliminary design* dan mengubah konfigurasi sistem propulsi yang menggunakan diesel menjadi hibrida (Diesel-PV) agar dapat mengurangi emisi gas buang dan menghemat biaya operasional. Dengan menggunakan metode *linier programming*, ukuran utama yang didapat setelah perubahan dari *monohull* menjadi *demihull* divariasikan dengan batasan-batasan yang di tentukan. Hasil dari optimasi ukuran utama adalah $L=24\text{m}$, $B=7,8\text{m}$, $B1= 3,54\text{m}$, $T= 0,97\text{m}$, $H= 2,00\text{m}$, $S= 5,30\text{m}$. Daya yang didapat lebih efisien 13% setelah di optimasi. Dengan memvariasikan solar panel dari ukuran 50wp sampai dengan 400wp dengan rentang daya 50wp dan baterai dari daya 5kW sampai 30kW didapat hasil optimasi jumlah yang dapat dimuati dengan batasan-batasan yang ditetapkan pada kapal ini adalah 122 solar panel dengan daya 250wp dan 25 baterai dengan daya 10kW. Dengan konfigurasi *hybrid* menggunakan jumlah solar panel dan baterai tersebut, biaya BBM dapat di hemat sebesar 10 – 48% tergantung kecepatan yang digunakan yaitu dari 6 – 9 knot. Jika menggunakan kecepatan terendah yaitu 6 knot dapat menghemat konsumsi energi sekitar 23% dalam keadaan cuaca cerah dengan puncak penyinaran matahari selama 5 jam. Dengan jumlah 4 trip dalam setahun saja dapat menghasilkan IRR sebesar 22% dan waktu pengembalian hanya 6 tahun. Dengan mengubah konfigurasi menjadi *hybrid*, emisi yang di keluarkan oleh kapal ini berkurang sekitar 43%.

Kata kunci: Solar Panel, Baterai, *Hybrid*, Kapal Ikan Katamaran, Konfigurasi *Hybrid*, Emisi Gas Buang

ABSTRACT

RIZKY IRVANA (2018910010). Optimization of Monohull Ship Design to Demihull Hybrid (Diesel – Solar PV). Under direction of Prof. Dr. Kamaruddin Abdullah, Dr. Erwin Susanto Sadirsan.

At the moment, fishers are often involved with the problems faced, namely the scarcity of fuel supplies and the high fuel price. The dependence of fishers on fossil fuels is still very high at 95.4%; it was not yet reduced until now. As the price of fuel oil rises and the availability of fossil fuels decreases, fishers experience difficulties in their fishing activities. IMO (International Maritime Organization) noted that around 277 million tons of fuel were consumed by ships. According to an emissions study conducted by IMO, 961 million tons of CO₂ contributed 2.5% of total global emissions. Under these conditions, currently, countries worldwide are competing to find and utilize alternative energy sources. Humans have used solar Energi for a long time as an energy source by using various technologies ranging from simple to sophisticated. At this time, the diesel engine drive is the most commonly used propulsion as the prime mover of the fishing vessel. Hybrid power generation systems (solar cells and diesel generators) are an alternative solution to the negative impact of conventional generation systems on ships in Indonesia. On the other hand, the construction of fishing boats has traditionally lacked safety at sea. This can be seen in the result of ship stability. This is very different if the fisherman uses a fishing boat with a catamaran hull type. From the problems mentioned above, the author plans to optimize the design of conventional fishing vessels (monohull) to demihull (Catamaran) by optimizing the main size during the preliminary design stage and changing the configuration of propulsion systems that use diesel to a hybrid (Diesel-PV) in order to reduce exhaust emissions and save operational costs. Using the linear programming method, the main size obtained after the change from monohull to demihull is varied with specified limitations. The results of the main size optimization are L = 24m, B = 7.8m, B₁ = 3.54m, T = 0.97m, H = 2.00m, S = 5.30m. The power obtained is 13% more efficient after optimization. By varying solar panels from 50wp to 400wp with a range of 50wp and batteries from 5kW to 30kW, the optimization results can be loaded with the limits set on this ship are 122 solar panels with 250wp power and 25 batteries with 10kW power. With a hybrid configuration using the number of solar panels and batteries, fuel costs can be saved by 10 - 48%, depending on the speed used. Using the lowest speed, which is 6 knots, can save energy consumption of around 23% in sunny weather conditions with the peak of sunshine for 5 hours. Just 4 trips a year can generate an IRR of 22% and a payback period of only 6 years. By changing the configuration to a hybrid, the emission released by this ship was reduced by around 43%.

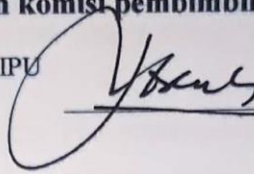
Keywords: Solar Panels, Batteries, Hybrids, Catamaran Fish Vessel, Hybrid Configurations, exhaust gas emissions

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

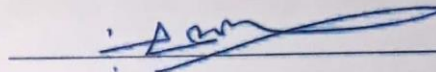
Judul Tesis : Optimasi Desain Kapal Ikan Monohull Menjadi Demihull Hybrid (Diesel – Solar PV).
Nama : Rizky Irvana
NIM : 2018910010

Telah disetujui oleh komisi pembimbing dan penguji

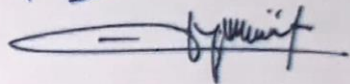
Prof. Dr. Kamaruddin Abdullah, IPU
(Pembimbing Utama/Penguji)



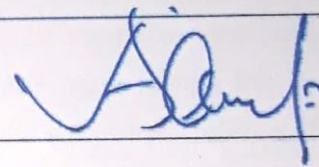
Dr. Erwin Susanto Sadirsan
(Anggota/Penguji)



Ir. Erkata Yandri, M.Msc . rer.nat
(Penguji)

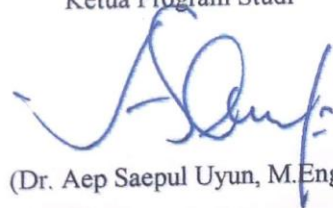


Dr. Aep Saepul Uyun, M.Eng
(Penguji)



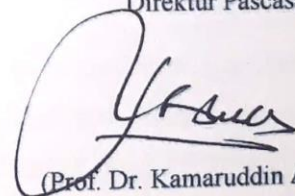
Mengetahui

Ketua Program Studi



(Dr. Aep Saepul Uyun, M.Eng)

Direktur Pascasarjana



(Prof. Dr. Kamaruddin Abdullah, IPU)

Tanggal Ujian : 4 Agustus 2020
Tanggal Yudisium : 7 Agustus 2020



Scanned with
CamScanner

PRAKATA

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tesis ini. Selawat dan salam semoga senantiasa Allah curahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan para pengikut-Nya yang senantiasa mengikuti ajaran-Nya sampai akhir zaman. Tesis ini disusun untuk melengkapi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar Magister Teknik Sekolah Pasca Sarjana Teknik Energi Terbarukan Universitas Darma Persada.

Selama beberapa bulan yang dihabiskan untuk menulis Tesis ini, penulis menjadi sangat sadar akan seberapa cepat teknologi Energi Terbarukan berkembang cepat. Saya juga menyadari bahwa meskipun saya telah belajar Energi Terbarukan, pengetahuan saya tentang subjek tertentu tidak memiliki kedalaman. Membaca dan membaca kembali buku, jurnal, artikel, makalah tentang Energi Terbarukan telah banyak membantu tetapi masih ada beberapa pengetahuan yang sangat kompleks dan sangat panjang dari Tesis ini bukanlah tugas yang mudah dan sepertinya sangat mungkin ada beberapa kesalahan. Hal ini dikarenakan keterbatasan pengetahuan dan pengalaman penulis, namun berkat dorongan dan bantuan dari berbagai pihak maka hambatan tersebut dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah menanamkan jasa dan kebaikan budi kepada penulis, sehingga Tesis ini dapat selesai.

Tesis ini berisi pengoptimasian desain kapal ikan yang sudah eksisting menjadi kapal *demi hull* yaitu katamaran dengan mengkonfigurasi sistim penggeraknya menjadi *hybrid* berdasarkan Solar PV sebagai sumber penggerak utama dan juga mengoptimasi dari Solar PV tersebut untuk mendapatkan daya yang optimum. Penggunaan konfigurasi sistem *hybrid* pada kapal diharapkan mampu menangani permasalahan yang di hadapi oleh nelayan yaitu mahalnya biaya operasional dari BBM dan mengurangi emisi gas buang pada kapal tersebut.

Kapal katamaran di desain agar dapat memenuhi kapasitas maksimal dari Solar Panel karena area geladaknya yang luas dan mendapatkan daya/power serendah mungkin.

Saya telah mencoba untuk mendapatkan izin untuk semua kutipan ini dan berpikir saya telah mengakui sumbernya dalam setiap kasus tetapi meminta maaf jika ada izin yang belum diperoleh atau jika ada pemberitahuan yang secara tidak sengaja dihilangkan. Akan sangat membantu jika ada pembaca yang menemukan kesalahan akan memberitahu penulis sehingga koreksi dapat dilakukan jika ada kesalahan

Jakarta, Juli 2020

Rizky Irvana

NIM : 2018-91-0010

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sangat berterima kasih pada Prof. Dr. Kamaruddin Abdullah sebagai ketua Tim Pembimbing, atas segala saran, bimbingan dan nasehatnya selama penelitian berlangsung dan selama penulisan disertasi ini.

Penulis juga berterima kasih atas saran, kritik dan nasihat dari anggota Tim Pembimbing Dr. Erwin Susanto Sadirsan

Penulis sangat berterima kasih kedua Orang Tua, yang senantiasa memberikan doa, motivasi dan kepercayaan yang besar untuk saya.

Terima kasih disampaikan kepada keluarga Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada yang telah berperan penting dalam keberlangsungan studi saya yang selalu memberikan sumbangan saran, support, dan doa.

Penulis sangat berterima kasih kepada Rektor UNSADA periode 2015-2019 Bapak Dr H. Dadang Solihin, SE, MA, karena berkat beliau saya bisa mendapatkan beasiswa penuh untuk melanjutkan studi di Pasca Sarjana.

Penulis sangat berterima kasih kepada keluarga besar Fakultas Teknologi Kelautan angkatan 2013 yang banyak membantu dan memberi semangat khususnya anak-anak kosan FTK ceria, angkatan 2010 & 2012 yang selalu mensupport dan mengarahkan dan srikandi maritim angkatan 2016.

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 30 Agustus 1995. Penulis adalah anak pertama dari 3 bersaudara dari pasangan Alexander Irvan dan Nani Sumiati. Pada tahun 2013, penulis mendaftar dan diterima di Universitas Darma Persada, Jurusan Teknik Perkapalan. Pada tahun 2015 penulis berkesempatan menjadi *leader ambassador Bentely* sampai lulus kuliah S1. Pada tahun 2016 penulis diperkenankan mengajar sebagai asisten dosen menggantikan dosen utama dikarenakan sakit.

Selesai tepat waktu pada tahun 2017, lulus dengan predikat cumlaude dengan IPK 3,64 dan menjadi lulusan terbaik Fakultas. Mendapatkan beasiswa dari Kampus serta Bekerja di Universitas Darma Persada Fakultas Teknologi Kelautan Jurusan Teknik Perkapalan sebagai Laboran yang di persiapkan menjadi Dosen Tetap. Pada akhir tahun 2018 penulis diangkat menjadi karyawan tetap. Di universitas yang sama pada tahun 2018 penulis melanjutkan studi mengambil megister bidang Teknik Energi Terbarukan Sekolah Pasca Sarjana.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	i
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
LEMBAR PERSETUJUAN TESIS	Error! Bookmark not defined.
PRAKATA	viii
RIWAYAT HIDUP.....	x
UCAPAN TERIMAKASIH.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xxi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	6
1.3 Batasan Masalah.....	7
1.4 Tujuan Penelitian.....	7
1.5 Sistematika Susunan Bab	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Energi Surya.....	9
2.1.1 Sel surya	10
2.1.2 Konversi tenaga surya menjadi energi listrik.....	11
2.1.3 Bahan pembentuk panel surya	12

2.1.4	Pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap arus dan tegangan..	13
2.1.5	Pengaruh posisi cahaya matahari terhadap daya.....	13
2.2	Kapal Katamaran	14
2.3	Kapal Ikan	15
2.3.1	Kapal Ikan Long Line	16
2.3.2	Kapal ikan katamaran.....	20
2.3.3	Geometri kapal	21
2.3.4	Penerapan <i>solar cell</i> pada kapal	23
2.4	Hambatan dan Propulsi Kapal	23
2.4.1	Teori Pergerakan Kapal (<i>Ship Moving Theory</i>)	23
2.4.2	Tenaga Penggerak	23
2.4.3	Gaya Dorong	24
2.5	Konsep Sistem <i>Hybrid</i>	24
2.6	Optimasi	26
2.7	Kelayakan Ekonomi	28
2.8	Emisi Gas Buang	28
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1	Hambatan dan Propulsi Kapal	30
3.1.1	<i>Ship moving theory</i>	30
3.1.2	Hambatan Kapal.....	30
3.1.3	Gaya Dorong	30
3.1.4	Powering	30
3.2	Optimasi	31
3.3	Perubahan Jenis Lambung Kapal	31
3.3.1	Eksisting desain.....	32

3.3.2	Perubahan jenis lambung kapal <i>monohull</i> menjadi <i>demihull</i>	32
3.3.3	Perhitungan <i>power</i> lambung kapal <i>demihull</i>	32
3.4	Optimasi Ukuran Kapal <i>Demihull</i> (Katamaran).....	32
3.4.1	Optimasi rasio B/T vs titik berat kapal (KG).....	33
3.4.2	Optimasi rasio B1/T vs titik berat kapal (KG).....	33
3.4.3	Optimasi rasio L/B vs <i>power</i> (daya) kapal.....	34
3.5	Optimasi Sistem Solar PV Terhadap Ukuran Kapal	34
3.5.1	Optimasi jumlah baterai dan solar pv terhadap berat kapal	34
3.5.2	Pengaruh penambahan berat baterai dan solar pv terhadap stabilitas kapal	34
3.6	Analisa Biaya.....	35
3.6.1	<i>Net Present Value</i> (NPV).....	35
3.6.2	Payback Period.....	35
3.6.3	<i>Profitability Indeks</i> (PI).....	36
3.6.4	Internal Rate of Return (IRR)	36
3.7	Perhitungan Sistem Solar PV	37
3.7.1	Total Energy Demand	37
3.7.2	Energi Solar PV.....	37
3.7.3	Energi Baterai.....	38
3.7.4	Perhitungan Kebutuhan Panel Surya.....	38
3.7.5	Perhitungan Kebutuhan <i>Charge Controllet</i>	38
3.7.6	Perhitungan Kebutuhan Baterai	39
3.7.7	Perhitungan Kebutuhan Inverter	40
3.8	Perhitungan Emisi Gas Buang.....	40
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	42

4.1	Rute Pelayaran.....	42
4.2	Perubahan Jenis Lambung <i>Monohull</i> Menjadi <i>Demihull</i>	43
4.3	Optimasi <i>Demihull</i>	47
4.3.1	Optimasi rasio B/T terhadap titik berat kapal (KG).....	47
4.3.2	Optimasi L/B terhadap <i>power</i> /daya	48
4.4	Optimasi Sistem Solar PV Terhadap Ukuran Kapal	49
4.4.1	Ukuran kapal	49
4.4.2	Optimasi jumlah baterai dan solar pv.....	50
4.4.3	Perhitungan titik berat kapal (KG) terhadap berat kapal akibat penambahan baterai dan solar pv	52
4.5	Perhitungan Sistem Solar PV	52
4.5.1	Total Kebutuhan Energi	52
4.5.2	Jumlah Solar PV Pada Kapal	53
4.5.3	Total Energi Pada Kapal	53
4.5.4	Jumlah Baterai.....	53
4.5.5	Total Daya Baterai	53
4.5.6	Perhitungan jumlah <i>charge controllet</i>	53
4.5.7	Perhitungan jumlah <i>inverter</i>	54
4.6	Konfigurasi Sistem <i>Hybrid</i>	54
4.7	Emisi Gas Buang	59
4.8	Manajemen Penggunaan Energi	61
4.8.1	Pembagian waktu penggunaan baterai, baterai DAN <i>charging strategy</i> 61	
4.8.2	Konsumsi dan pengisian baterai akibat pengaruh cuaca.....	62
4.8.3	Strategi penghematan konsumsi energi.....	64

4.9	Analisa Kelayakan Ekonomi	65
4.9.1	Perhitungan IRR.....	65
4.9.2	Variasi trip dan <i>discount factor</i>	66
4.9.3	Variasi pinjaman investasi	67
BAB 5	PENUTUP	69
5.1	Kesimpulan.....	69
5.2	Saran.....	70
	DAFTAR PUSTAKA	71
	LAMPIRAN.....	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Wilayah Pengelolaan Perikanan Indonesia	2
Gambar 2.1. Diagram Dari Potongan Sel surya	11
Gambar 2.2. Karakteristik arus dan tegangan	13
Gambar 2.3. Pemasangan panel sel surya	13
Gambar 2.4. Bentuk lambung kapal katamaran	15
Gambar 2.5. Detail Kontruksi	17
Gambar 2.6. Panjang Kapal	21
Gambar 2.7. Lebar Kapal	22
Gambar 2.8. Sistem Propulsi Elektris	25
Gambar 2.9. Sistem Propulsi <i>Hybrid</i>	26
Gambar 2.10. Pengertian Optimasi	27
Gambar 2.11. <i>Emisi Polutan</i>	29
Gambar 3.1. Flow Chart Optimasi	31
Gambar 3.2. Jaringan dari PV menuju beban	37
Gambar 4.1. Rute Pelayaran 30 GT	42
Gambar 4.2. <i>Daily Cruise Ship</i>	43
Gambar 4.3. Penempatan Solar Panel pada Kapal <i>Monohull</i>	44
Gambar 4.4. Penempatan Solar Panel pada Kapal <i>Demihull</i>	47
Gambar 4.5. Rasio B/T vs KG (Titik Berat Kapal).....	48
Gambar 4.6. Rasio L/B terhadap daya	48
Gambar 4.7. Penempatan Solar Panel pada Kapal <i>Demihull</i> setelah di Optimasi	49
Gambar 4.8. Skema hybrid.....	54
Gambar 4.9. Daya dan SFOC.....	55

Gambar 4.10. Konfigurasi Hybrid Diesel + Baterai & Baterai (a) 9 knot (b) 8 knot (c) 7 knot (d) 6 knot	57
Gambar 4.11. Perbandingan Emisi Gas Buang	59
Gambar 4.12. Perbandingan Emisi Gas Buang dengan variasi kecepatan.....	60
Gambar 4.13. Konsumsi Pengisian Baterai.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Jenis Polusi.....	29
Tabel 3.1. <i>Load Factor</i>	41
Tabel 3.2. <i>Emission Faktor</i> untuk BBM MDO (<i>Marine Diesel Oil</i>).....	41
Tabel 4.1. Data Eksisting Kapal Monohull	44
Tabel 4.2. Hasil Optimasi <i>Monohull</i>	44
Lanjutan Tabel 4.2. Hasil Optimasi <i>Monohull</i>	45
Tabel 4.3. <i>Speed vs Power Demihull</i>	45
Lanjutan Tabel 4.3. <i>Speed vs Power Demihull</i>	46
Tabel 4.4. Data Kelistrikan Kapal Ikan 30 GT	46
Tabel 4.5. Rasio B/T terhadap titik berat (KG).....	47
Tabel 4.6. Power vs Speed katamaran setelah dioptimasi	50
Tabel 4.7. <i>Freeboard</i> tiap ukuran kapal	50
Tabel 4.8. Komponen Berat Kapal.....	51
Tabel 4.9. Biaya Konsumsi BBM Hasil Pengaturan Konfigurasi.....	58
Tabel 4.10. Biaya Konsumsi BBM Hasil Pengaturan Konfigurasi dengan Baterai Full 100%	58
Tabel 4.11. Perbandingan Emisi Gas Buang.....	59
Tabel 4.12. Perbandingan Emisi Gas Buang Pada Variasi Kecepatan	60
Tabel 4.13. Pembagian Penggunaan Baterai dan Diesel.....	61
Lanjutan Tabel 4.13. Pembagian Penggunaan Baterai dan Diesel.....	Error!
Bookmark not defined.62	
Tabel 4.14. Konsumsi Energi Akibat Perubahan Cuaca	63
Tabel 4.15. Penambahan Konfigurasi Akibat Cuaca	64
Tabel 4.16. Konsumsi Energi pada Kecepatan 6 knot	64

Tabel 4.17. Pendapatan Per Trip	65
Tabel 4.18. Arus Kas.....	66
Lanjutan Tabel 4.18. Arus Kas	Error! Bookmark not defined. 67
Tabel 4.19. <i>Discount Factor</i> dan Trip yang Berbeda.....	67
Tabel 4.20. Variasi Pinjaman dan Jumlah Trip.....	68

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Tabulasi berikut menunjukkan simbol dan singkatan yang digunakan Tesis ini. Karena huruf terbatas, beberapa huruf yang sama digunakan untuk menyatakan lebih dari satu konsep.

η_c	Charging Efisiensi
η_d	Efisiensi Pemakaian Baterai
η_s	Efisiensi PV terbangun akibat inverter
∇	Volume Displasemen
A	Ampere
A	Luasan Solar Panel
AE	Auxillary Engine
ah	Ampere Hour
AP	Garis tegak buritan (<i>After perpendicular</i>)
B	Breadth (lebar yang direncanakan).
B1	Lebar 1 lambung kecil
BBM	Bahan Bakar Minyak
BCR	Benefit/Cost Rasio
Boa	Breadth over all (lebar maksimum).
Bwl	Breadth of water line (lebar pada garis air muat).
c1	Harga satuan PV
c2	Harga satuan Baterai
C _{batt}	Kapasitas Baterai
CDIAC	Carbon Dioxide Information Analysis Center
CO	Sulfur Oxides
CO ₂	Carbon Dioxide
Cost _{pv}	Harga PV
CRF	Capital Recovery Factor
C _{sot batt}	Harga Baterai
D1	Daya pv
D2	Daya Baterai

Ebatt	Total Energi Baterai
Eload	Total Beban
Eprop	Daya Penggerak
Epv	Daya Total Solah Panel
Eserv	Daya Kelistrikan
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FCAEC	Fuel Consumption Auxiliary Engine Cruising
FCAEH	Fuel Consumption Auxiliary Engine Hotelling
FCAEM	Fuel Consumption Auxiliary Engine Manouvering
FCMEC	Fuel Consumption Main Engine Cruising
FCMEH	Fuel Consumption Main Engine Hotelling
FCMEM	Fuel Consumption Main Engine Manouvering
FP	Garis tegak haluan (<i>fore perpendicular</i>)
Gstc	Irradiance At Standard Test Conditions
GT	Gross Tonnage
h1	Titik Berat PV
h2	Titik Berat Baterai
HP	Horse Power
I	Arus
ICCT	International Council on Clean Transportation
IMO	Internasional Maritime Organization
IRR	Internal Rate of Return
Irr	Irradiation
KG	Titik Berat
KKP	Kementerian Kelautan dan Perikanan
kR	Koefisien Rudder
kW	Killo Watt
kWh	Killo Watt Hour
LED	Light Emitting Diode
Loa	Length over all
Lpp	Length between perpendiculars
Lwl	Panjang garis air (<i>Length of water line</i>)

MARPOL	Maritime Pollution
MCR	Maximum Continuous Rating
ME	Main Engine
n	Jumlah
Nox	Nitrogen Oxides
NPV	Net Present Value
PD	Power Delivered
PE	Effective Power
PI	Installed power
PI	Profitability Indeks
PLTS	Pembangkit Listrik Tenaga Surya
PM	Particulate Matter
PP	Payback Period
Ppv	Power PV
Ps	Service Power
PV	Photovoltaic
r	Suku Bunga
RT	Resistance Total
Sc	Lebar center line kedua lambung kecil
SFOC	Specific Fuel Oil Consumption
SO	Carbon Monoxide
t	thrust deduction factor, waktu
T	Thrust, Draft
UNCLOS	United Nations Convention on The Law of the Sea
V	Voltase
V	Volume Baterai
Vbatt	Tegangan Baterai
VOC	Volatile Organic Compounds
Vs	Velocity Ship
W1	Berat Solar Panel
W2	Berat Baterai
Wh	Watt Hour

wp	Watt Peak
WSA	Wetted Surface Area
X1	Jumlah Solar Panel
X2	Jumlah Baterai
y	Tahun

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Inverter	77
Lampiran 2	Data Chage Controllet	79
Lampiran 3	Data solar panel 50 wp.....	80
Lampiran 4	Data solar panel 100 & 150wp	81
Lampiran 5	Data solar panel 200 wp.....	82
Lampiran 6	Data solar panel 250 & 300wp	83
Lampiran 7	Data solar panel 350 & 400wp	84
Lampiran 8	Data baterai 1	85
Lampiran 9	Data baterai 2	86
Lampiran 10	Data baterai 3 & 4.....	87
Lampiran 11	Data baterai 5	88
Lampiran 12	Data baterai 6 & 7.....	89
Lampiran 13	Data baterai 8.....	90
Lampiran 14	Data baterai 9.....	91
Lampiran 15	Data baterai 10.....	92
Lampiran 16	Data baterai 11	93
Lampiran 17	Data baterai 12.....	94
Lampiran 18	Dara baterai 13.....	95
Lampiran 19	Radiasi matahari di daerah pelayaran	96
Lampiran 20	Lanjutan radiasi.....	97
Lampiran 21	Radiasi di Indonesia.....	98
Lampiran 22	Hasil Optimasi Baterai dan PV	99
Lampiran 23.	Waktu Penggunaan Diesel dan Baterai kondisi pengisian 5 jam .	103

Lampiran 24. Waktu Penggunaan Diesel dan Baterai kondisi pengisian 4 jam .	105
Lampiran 25. Waktu Penggunaan Diesel dan Baterai kondisi pengisian 3 jam .	107
Lampiran 26. Waktu Penggunaan Diesel dan Baterai kondisi pengisian 5 jam .	109
Lampiran 27. Waktu Penggunaan Diesel dan Baterai kondisi pengisian 4 jam .	111
Lampiran 28. Waktu Penggunaan Diesel dan Baterai kondisi pengisian 3 jam .	113