

**DESAIN PEMANFAATAN PANEL SURYA DAN GAS TURBIN PADA KAPAL
HYBRID CONTAINER RUTE PELAYARAN TANJUNG PRIOK JAKARTA -
TANJUNG PERAK SURABAYA - PELABUHAN MAKASAR**

Skripsi Sarjana ini diajukan sebagai
salah satu persyaratan mencapai gelar Sarjana Teknik Sistem Perkapalan



Oleh :

Nama : Andika Budi Agung Wirasorya

NIM : 2015320015

**JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA
JAKARTA
2020**

VISI
PROGRAM STUDI TEKNIK SISTEM
PERKAPALAN

Visi

Menjadi program studi yang unggul dengan semangat monozukuri khususnya bidang perancangan instalasi sistem penggerak kapal, serta berperan aktif dalam pengembangan Teknologi Sistem Perkapalan nasional pada tahun 2023.



LEMBAR PENGESAHAN



LEMBAR KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Andika Budi Agung Wirasorya

N.I.M : 2015320015

Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan

Program Studi : S1

Judul Tugas Akhir :

**“DESAIN PEMANFAATAN PANEL SURYA DAN GAS TURBIN PADA
KAPAL *HYBRID CONTAINER* RUTE PELAYARAN TANJUNG PRIOK
JAKARTA – TANJUNG PERAK SURABAYA – PELABUHAN
MAKASAR”**

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini adalah sebenar-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, 17 Februari 2020

materai 6000

Andika Budi Agung Wirasorya

ABSTRAK

Energi matahari yang terdapat di perairan Indonesia khususnya di Laut Jawa sangat disayangkan jika tidak memanfaatkannya untuk menjadikan menjadi energi listrik salah satunya Perencanaan Kapal *Hybrid*. Ada beberapa kombinasi pada sistem *Hybrid* salah satunya Gas Turbin dan Panel Surya, ini sangat penting demi mengurangi emisi gas buang yang dihasilkan oleh kapal-kapal konvensional yang tercantum pada *Annex Marpol* dimana pada tahun 2016 batas maksimal emisi sulfur 0,5%. *Hybrid* dengan penggabungan sistem antara Panel Sel Surya dengan gas turbin yang dimana pada kapal terdapat 640 buah Panel Surya, untuk mengetahui besaran daya input matahari ke panel surya adalah dengan cara membuka *website Global Solar Map*. Dengan itu hasil daya *input* berbeda-beda perharinya dan yang terbesar terjadi pada hari ke tiga sekitar 848,725 kWh/hari. Keseluruhan daya dari hari pertama hingga terakhir hanya dapat mengkover *propeller* dari gas turbin sebesar 3562,335 kWh/hari dari 103774,949 kWh/hari (total kebutuhan listrik Jakarta-Surabaya-Makasar). Dengan rute pelayaran sejauh 994 mil, dibutuhkan 33,809 ton bahan bakar LNG serta emisi yang dikeluarkan gas turbin kapal *Hybrid* adalah sebesar 2,023 ton.

Kata Kunci : Marpol, Annex VI, Panel Surya, Gas Turbin, CO₂.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik guna untuk memenuhi syarat dan kelulusan mata kuliah Tugas Akhir dan Seminar yang berjumlah 6 SKS di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada.

Selama proses pengerjaan Tugas Akhir berlangsung sampai terselesaikan, banyak orang – orang yang mendukung penulis, baik itu secara moral maupun materil. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- 1) Orang Tua dan keluarga yang senantiasa memberikan doa, motivasi dan kepercayaan yang besar dalam mengejar gelar Sarjana ini.
- 2) Bapak Muswar Muslim, ST., M.sc. selaku dosen pembimbing I yang selalu memberikan bimbingan dan memberikan arahan dengan sangat baik dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
- 3) Bapak Ir. Ayom Buwono, M.Si, selaku Dosen pembimbing II sekaligus kepala Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Universitas Darma Persada yang selalu memberikan masukan, bantuan, arahan, kritikan, dan motivasi dengan baik dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- 4) Bapak Yoseph Arya Dewanto, ST., MT, selaku Dosen dan Plt.Dekan Fakultas Teknologi Kelautan yang selalu memberikan masukan-masukan dan semangatnya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
- 5) Bapak wari, selaku Petugas Tata Usaha di Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada. yang selalu memberikan bantuan peralatan dan arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- 6) Seluruh Dosen dan Karyawan Fakultas Teknologi Kelautan yang namanya tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

- 7) Teman - teman seperjuangan FTK 2015 dan Badan Eksekutif Mahasiswa Periode 2018-2019, serta senior – junior FTK yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.
- 8) Rekan – rekan Mahasiswa Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada.
- 9) Rekan – rekan angkatan 27 PANDAPA.
- 10) Rekan – rekan Resimen Mahasiswa Halilintar 1 dan keluarga besar Resimen Mahasiswa yang telah memberikan pengalaman lebih diluar akademik

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna dan banyak memiliki kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak, agar dapat penulis jadikan perbaikan untuk kedepannya. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, khususnya bagi kemajuan penulis dalam bidang perkapalan dan bagi Jurusan Teknik Sistem Perkapalan pada umumnya.

Akhir kata, Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, rekan – rekan seperjuangan, dosen – dosen beserta karyawan Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada.

Jakarta, 8 Februari 2020

Andika Budi Agung Wirasorya

DAFTAR ISI

Cover

Visi dan Misi Jurusan.....	ii
Lembar Pengesahan.....	iii
Lembar Keaslian.....	iv
Abstrak.....	v
Kata Pengantar.....	vi
Daftar Isi.....	viii
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Grafik.....	xii
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Singkatan.....	xiv
Daftar Symbol.....	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.1.1 Isu Lingkungan.....	1
1.1.2 Efek Rumah Kaca & Perubahan Iklim.....	2
1.1.3 <i>Protocol Kyoto</i> dan Regulasi Marpol.....	3
1.1.4 Regulasi IMO tentang Efisiensi.....	5
1.1.5 Kapal <i>Hybrid</i>	6
1.1.6 Alur Rute Pelayaran Kapal.....	7
1.2 Rumusan Penelitian.....	8
1.3 Batasan Penelitian.....	8
1.4 Tujuan Penelitian.....	8
1.5 Manfaat Penelitian.....	9
1.6 Metodologi Penelitian.	9
1.7 Sistematika Penulisan.....	10

BAB II. LANDASAN TEORI & TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Deskripsi proses dan sistem di kapal.....	12
2.2. Cahaya Matahari.....	12
2.3. Panel Sel Surya.....	13
2.3.1 Jenis jenis Panel Sel Surya.....	14
2.3.2 Karakteristik Panel Surya.....	16
2.3.3 Cara Kerja Panel Surya.....	16
2.4. Komponen Penyimpan Daya / <i>Storage</i>	17
2.4.1 Baterai.....	17
2.4.2 <i>Charge Control Battery</i>	20
2.4.3 Inverter.....	20
2.5. Motor Listrik dan Sistem <i>Propeller</i>	21
2.6. Sistem Propulsi Lengkap Kapal <i>Hybrid</i>	24

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1. Kerangka Penelitian (<i>flowchart</i>).....	26
3.2. Metode Penelitian.....	27
3.3. Data Konsep Kapal Rancangan.....	27
3.3.1 Rencana Garis dan <i>General Arrangement</i>	28
3.3.1.1 Perbedaan komponen penting kapal <i>hybrid</i> dengan kapal Kovensional.....	28
3.3.2 Metode Perhitungan Hambatan Kapal.....	30
3.4. Kestimbangan Energi di Kapal / <i>En Ballance</i>	38
3.5. Daya Yang Dihasilkan Panel Surya.....	38
3.6. Penyimpanan Energi Pada Baterai.....	42
3.7. Penentuan Inverter dan Skematik Sistem.....	43
3.8. Tanki Gas Turbin.....	44
3.9. Berat Emisi Bahan Bakar Pada Gas Turbin.....	45

BAB IV. ANALISA PENELITIAN DAN ANALISA

4.1. Perhitungan Hambatan pada Kecepatan 12 Knot.....	48
4.1.1 Perhitungan Daya Mesin Utama Kapal.....	58
4.1.2 Kurva Kecepatan dan Daya.....	62
4.1.3 Penentuan Ducted <i>Propeller</i>	62
4.2. Balance Daya Listrik di Kapal Rancangan.....	63
4.2.1 Estimasi Kebutuhan Energi Listrik.....	63
4.2.2 Kondisi Berlayar dan Keluar & Masuk Pelabuhan.....	66
4.2.3 Rancangan Skematik Kelistrikan.....	66
4.3. Perhitungan Daya Yang Dihasilkan Panel Surya.....	67
4.4. Perhitungan Penyimpanan Pada Baterai.....	74
4.5. Perhitungan <i>Charger Control Battery</i>	75
4.6. Pemilihan Inverter.....	76
4.7. Perhitungan Tanki Gas Turbin.....	77
4.8. Perhitungan Efisiensi Panel Surya Pada Bahan Bakar untuk Rute Pelayaran Jakarta – Surabaya, Surabaya – Makasar.....	80
4.8.1 Effisiensi Panel Surya Pada Bahan Bakar Rute Pelayaran Jakarta-Surabaya.....	80
4.8.2 Effisiensi Panel Surya Pada Bahan Bakar Rute Pelayaran Surabaya – Makasar.....	81
4.9. Perhitungan Berat Emisi Bahan Bakar Pada Kapal <i>Hybrid</i>	83
4.9.1 Perhitungan emisi CO ₂ pada Bahan Bakar LNG untuk rute pelayaran Jakarta – Surabaya.....	83
4.9.2 Perhitungan Emisi CO ₂ pada Bahan Bakar LNG untuk rute pelayaran Surabaya – Makasar.....	85
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	88
DAFTAR PUSTAKA.....	89
DAFTAR LAMPIRAN.....	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Alur Rute Pelayaran.....	7
Gambar 2.1 Panel <i>Silikon Amorf</i>	15
Gambar 2.2. Panel Monokristalin.....	16
Gambar 2.3. Panel Polikristalin.....	16
Gambar 2.4. Skema Cara Kerja Panel Surya.....	17
Gambar 2.5. <i>Battery Lithium</i>	18
Gambar 2.6. <i>Charge Controller</i>	19
Gambar 2.7. <i>Inverter</i>	20
Gambar 3.1. <i>Flowchart</i>	26
Gambar 3.2. Rencana Garis.....	28
Gambar 3.3. <i>General Arrangement Side View</i>	28
Gambar 3.4. Skematik Sistem Panel.....	43
Gambar 4.1. <i>Ducted Propeller</i>	63
Gambar 4.2. Spesifikasi <i>LG Battery Lithium</i>	74
Gambar 4.3. Spesifikasi <i>Charger Controller Baterai</i>	75
Gambar 4.4. Spesifikasi <i>Inverter</i>	76

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Grafik Daya Kurva Kecepatan.....	62
Grafik 4.2. Intensitas Matahari Pada Hari Pertama.....	68
Grafik 4.3. Intensitas Matahari Pada Hari Kedua.....	69
Grafik 4.4. Intensitas Matahari Pada Hari Ketiga.....	71
Grafik 4.5. Intensitas Matahari Pada Hari Keempat.....	72
Grafik 4.6. Intensitas Matahari Pada Hari Kelima.....	73
Grafik 4.8. Grafik Efisiensi Panel Surya Pada Bahan Bakar Gas Turbin (Jakarta-Surabaya).....	82
Grafik 4.8. Grafik Efisiensi Panel Surya Pada Bahan Bakar Gas Turbin (Surabaya-Makasar).....	82

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Koreksi Penampang Bentuk Depan dan Belakang.....	32
Tabel 3.2. Rata-rata Intensitas Matahari hari kesatu.....	42
Tabel 3.3. Rata-rata Intensitas Matahari hari kedua.....	40
Tabel 3.4. Rata-rata Intensitas Matahari hari ketiga.....	40
Tabel 3.5. Rata-rata Intensitas Matahari hari keempat.....	41
Tabel 3.6. Rata-rata Intensitas Matahari hari kelima.....	42
Tabel 3.7. Tabel Faktor Emisi LNG.....	46
Tabel 4.1. Koreksi Penampang Bentuk Depan & Belakang.....	53
Tabel 4.2. Koefisien Hambatan Sisa Total C_R	54
Tabel 4.3. Koefisien Hambatan Total C_T	57
Tabel 4.4. Daya Mesin Kapal Pada 5 Kecepatan.....	61
Tabel 4.5. Kebutuhan Daya Listrik.....	66
Tabel 4.6. Total Listrik dalam Kondisi Berlayar dan Keluar Masuk Pelabuhan.....	66
Tabel 4.7. Intensitas Cahaya Matahari Hari Pertama.....	66
Tabel 4.8. Intensitas Cahaya Matahari Hari Kedua.....	69
Tabel 4.9. Intensitas Cahaya Matahari Hari Ketiga.....	70
Tabel 4.10. Intensitas Cahaya Matahari Hari Keempat.....	72
Tabel 4.11. Intensitas Cahaya Matahari Hari Kelima.....	73

DAFTAR SINGKATAN

AC	=	<i>Alternating Current</i>
B	=	<i>Breadth</i>
BHP	=	<i>Brake Horse Power</i>
BKW	=	<i>Brake KiloWatt</i>
C _b	=	<i>Coefisien Block</i>
C _f	=	<i>Coefisien Hambatan Gesek</i>
CT	=	<i>Coefisien Hambatan Total</i>
CFC	=	<i>Cluoro Fluoro Carbon</i>
C _m	=	<i>Coeficient Midship</i>
COP	=	<i>Conference of the Parties</i>
C _p	=	<i>Coefisien Prismatic</i>
C _w	=	<i>Coeficient Waterline</i>
D	=	<i>Depth</i>
DC	=	<i>Direct Current</i>
ECA	=	<i>Emisi Control Area</i>
EHP	=	<i>Efektif Horse Power</i>
F _n	=	<i>Froude Number</i>
G	=	<i>Gravitasi</i>
g/kWh	=	<i>Gram per Kilo Watt Hour</i>
GA	=	<i>General Arangement</i>
HP	=	<i>Horse Power</i>

IEC	=	<i>Internasional Electrotechnical Comission</i>
IMO	=	<i>International Marine Organisation</i>
IPCC	=	<i>Intergovermental Panel on Climate Change</i>
kW	=	<i>KiloWatt</i>
kWh	=	<i>Kilo Watt Hour</i>
LBP	=	<i>Length Between Perpendicular</i>
LCB	=	<i>Longitudinal Center of Bouyancy</i>
LOA	=	<i>Length Over All</i>
LWL	=	<i>Length Water Line</i>
MARPOL	=	<i>Marine Polution</i>
MPEC	=	<i>Marine Environment Protection Committee</i>
NEMA	=	<i>National Electric Manufaktur Assosation</i>
PC	=	<i>Propulsive Coefficient</i>
PV	=	<i>Photovoltaic</i>
PWM	=	<i>Pulse Width Modulation</i>
QTY	=	<i>Quantity / Kuantitas</i>
R _T	=	<i>Hambatan Total</i>
SHP	=	<i>Shaft Horse Power</i>
SFOC	=	<i>Spesific Fuel Oil Consumption</i>
T	=	<i>Sarat Air</i>
TSPP	=	<i>Tanker safety And Polution Prevention</i>
V _s	=	<i>Velocity Speed</i>

Vfo	=	<i>Volume Fuel Oil</i>
VRLA	=	<i>Valve Regulated Lead Acid</i>
Wh	=	<i>Watt Hour</i>
WSA	=	<i>Wetted Surface Area</i>



DAFTAR SIMBOL

$^{\circ}\text{C}$	= <i>Derajat Celcius</i>
%	= <i>Percent</i>
∇	= <i>Volume Displacement</i>
Δ	= <i>Displacement</i>
η_P	= <i>Propulsive Efficiency.</i>
η_{rr}	= <i>Rotative Efficiency</i>
η_{po}	= <i>Efisiensi baling-bali</i>

