

SKRIPSI

**PERENCANAAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK
HYBRID PADA KAPAL ROLL-ON/ROLL-OFF
KMP PERSADA NUSANTARA**

*Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Studi Diploma IV Teknologi Rekayasa Arsitektur Perkapalan*



DI SUSUN OLEH:

MUHAMMAD ARIF MAULANA
NIM : 1304191012


**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
PRODI D-IV TEKNOLOGI REKAYASA ARSITEKTUR
PERKAPALAN
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
2022/2023**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah dilakukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah di tulis atau di publikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.



Bengkalis, 16 Agustus 2023


Muhammad Arif Maulana

1304191012

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK *HYBRID* PADA KAPAL *ROLL-ON/ROLL-OFF* KMP PERSADA NUSANTARA

*Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Studi Diploma IV Teknologi Rekayasa Arsitektur Perkapalan*

DI SUSUN OLEH :

MUHAMMAD ARIF MAULANA
1304191012

Disetujui Oleh Tim Penguji Skripsi

Tanggal Ujian
Periode Wisuda

: 09 Agustus 2023
: I

Dosen Pembimbing

M. Sidik Purwoko, ST.,MT.
NIK: 12002150

Dosen Penguji I

Pardi, ST.,MT.
NIP. 197811052014041002

Dosen Penguji II

Edy Haryanto, ST.,MT.
NIP. 198306122014041001

Dosen Penguji III

Jupri, MT.
NIK. 12002149

Bengkalis, 16 Agustus 2023

Ketua Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Arsitektur Perkapalan



Siswandi B, ST.,MT.
NIP. 198606182019031008

PERENCANAAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK *HYBRID* PADA KAPAL *ROLL-ON/ROLL-OFF* KMP PERSADA NUSANTARA

Nama Mahasiswa : Muhammad Arif Maulana
NIM : 1304191012
Dosen Pembimbing : M. Sidik Purwoko, ST.,MT

ABSTRAK

Penggunaan BBM (solar) yang merupakan hasil olahan minyak bumi sangat terbatas dan dapat habis sewaktu-waktu, karena itu diperlukan sumber energi baru untuk mengurangi ketergantungan BBM. Penerapan pembangkit listrik *hybrid* mejadi salah satu sumber energi pada kapal untuk menurunkan pemakaian BBM. Penerapan sistem pembangkit listrik *hybrid* dapat mengurangi konsumsi bahan bakar generator sehingga dapat mengurangi emisi gas buang dari kapal. Penerapan pembangkit listrik *hybrid* pada kapal juga menghemat biaya bahan bakar kapal dan menjaga kelestarian ekosistem laut. Dengan menggunakan Pembangkit listrik *hybrid* maka dapat mengurangi pemanasan global yang mengakibatkan suhu laut menghangat yang dapat merusak ekosistem laut.

Pada penulisan skripsi ini akan dikaji secara teknis dan ekonomis mengenai perancangan sistem pembangkit listrik *hybrid*. Analisis teknis dan ekonomis dilakukan dengan membandingkan pembangkit listrik sistem *hybrid* dengan sistem konvensional pada kapal *Roll-on/Roll-of* KMP Persada Nusantara.

Dari hasil penelitian, diketahui bahwa dengan penerapan pembangkit listrik sistem *hybrid* di Pada kapal *Roll-on/Roll-of* KMP Persada Nusantara berpengaruh pada penghematan konsumsi bahan bakar generator di kapal *Roll-on/Roll-of* KMP Persada Nusantara yaitu sebesar 54 % per tahun.

Kata Kunci : *Hybrid, Sel Surya, Generator, Kapal Roll-on/Roll-of*

**PLANNING OF HYBRID POWER GENERATION SYSTEM ON
ROLL-ON/ROLL-OFF SHIP KMP PERSADA NUSANTARA**

Student Name : Muhammad Arif Maulana
NIM : 1304191012
Supervisor : M. Sidik Purwoko, ST., MT

ABSTRACT

The use of fuel (diesel) which is the result of refined petroleum is very limited and can run out at any time, therefore a new energy source is needed to reduce dependence on fuel. The application of hybrid desk power generation is one of the energy sources on ships to reduce fuel consumption. The application of a hybrid power generation system can reduce generator fuel consumption so as to reduce exhaust emissions from ships. The application of hybrid power plants on ships also saves on ship fuel costs and preserves marine ecosystems. By using hybrid power plants, it can reduce global warming which causes sea temperatures to warm which can damage marine ecosystems.

In writing this thesis will be reviewed technically and economically regarding the design of a hybrid power generation system. Technical and economic analysis is carried out by paying for a hybrid power generation system with a conventional system on a Roll-on/Roll-ship from KMP Persada Nusantara.

From the research results it is known that the application of a hybrid system power plant on the KMP Persada Nusantara Roll-on/Roll-of ship has an effect on genset fuel savings on the KMP Persada Nusantara Roll-on/Roll-of ship, namely by 54% per year.

Keywords: Hybrid, Solar Cells, Generators, Roll-on/Roll-of Ships

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ **Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Hybrid Pada kapal Roll-on/Roll-off KMP Persada Nusantara** ” ini dengan baik. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Diploma IV Teknologi Rekayasa Arsitektur Perkapalan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Skripsi ini masih jauh dari sempurna. Sehingga kritik dan saran sangat diharapkan dari semua pihak demi perbaikan dimasa mendatang. Harapan penulis, semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, khususnya mahasiswa Teknik Perkapalan, Politeknik Negeri Bengkalis.

Bengkalis, 16 Agustus 2023



Muhammad Arif Maulana
1304191012

UCAPAN TERIMAKASIH

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena telah melimpahkan rahmatnya berupa kesempatan dan pengetahuan sehingga saya dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul “ Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Hybrid Pada kapal *Roll-on/Roll-off* KMP Persada Nusantara”

Dengan selesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak yang telah terlibat. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Buat Ayah (Azuar) dan Bunda (Maryani) terima kasih atas apa yang telah ayah dan bunda berikan selama ini. Perjuangan ayah dan bunda untuk menyekolahkanku kalian rela berangkat pagi bermandikan keringat berhadapan teriknya matahari dan pulang dalam keadaan lelah. Aku sangat bahagia karena ayah dan bunda bisa mendampingiku dihari bahagia ini, oleh karena itu aku ucapkan terima kasih ayah, terima kasih bunda, aku sayang kalian hingga nafas terakhirku.



2. Buat saudara kandung Abang (Ahmad Jamali), Abang (Nuzurul Rahmad), Adik (Riski Hidayat), Adik (Mastika Agustia). Terima kasih atas apa yang telah kalian berikan selama ini. Perjuangan kalian dalam memberikan

support ketika aku berada dalam keadaan down tidak akan kusia-siakan. Karena kutahu doa kalianlah yang memberikan keberhasilan dan kesuksesan dalam hidupku. Aku sangat bahagia mempunyai saudara kandung seperti kalian, aku akan selalu menyayangi kalian sampai kapanpun.

3. Bapak Romadhoni, ST.,MT Selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan Politeknik Negeri Bengkalis.
4. Bapak Siswandi B, ST.,MT Selaku Kaprodi D-IV Jurusan Teknik Perkapalan Politeknik Negeri Bengkalis.
5. Bapak Edy Haryanto, ST.,MT Selaku Koordinator Skripsi Jurusan Teknik Perkapalan Politeknik Negeri Bengkalis.
6. Bapak M. Sidik Purwoko, ST.,MT Selaku Pembimbing Skripsi Jurusan Teknik Perkapalan Politeknik Negeri Bengkalis.
7. Bapak Dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Perkapalan Politeknik Negeri Bengkalis. terima kasih atas ilmu, motivasi dan semangat yang telah kalian berikan kepada kami, semoga Allah SWT membalas semua kebaikan dan pengorbanan selama 4 tahun mendidik kami, jasmu takkan kulupakan.
8. Buat teman-teman Teknologi Rekayasa Arsitektur Perkapalan Angkatan Pertama (2019), terima kasih atas semangat kerjasama dan kekompakan selama 4 tahun di Politeknik Negeri Bengkalis. Semoga kalian sukses dalam menggapai impian.



DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMAKASIH	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GRAFIK	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Ro-Ro (Roll On-Roll Off)</i>	5
2.2 Potensi Energi Surya di Indonesia	5
2.3 Sistem Pembangkit Listrik	7
2.3.1 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Generator	7
2.3.3 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Sel Surya.....	8
2.3.3 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga <i>Hybrid</i>	8
2.4 Kelebihan dan Kekurangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga <i>Hybrid</i> 17	
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Tahapan pelaksanaan Skripsi	19
3.1.1 Perumusan Masalah	19
3.1.2 Studi Literatur	19
3.1.3 Pengumpulan Data	19
3.1.4 Perencanaan Sistem.....	19
3.1.5 Kesimpulan dan Saran.....	20
3.2 Diagram Alir (<i>Flowchart</i>)	20
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	21

BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL	23
4.1 Perhitungan dan Analisa Teknis.....	23
4.1.1 Data Utama Kapal	23
4.1.2 Pembagian Beban Kelistrikan	24
4.1.3 Analisis Potensi Ketersediaan Energi Surya	27
4.1.4 Perhitungan Sistem <i>Hybrid</i>	28
4.2 Perhitungan dan Analisa Ekonomis	38
4.2.1 Perhitungan <i>Initial Cost</i> Sistem Pembangkit Listrik Konvensional	39
4.2.2 Perhitungan Biaya Konsumsi Bahan Bakar Sistem Konvensional	39
4.2.3 Perhitungan Biaya Operasional Sistem Konvensional.....	41
4.2.4 Perhitungan <i>Initial Cost</i> Sistem Pembangkit Listrik <i>Hybrid</i>	41
4.2.5 Perhitungan Biaya Konsumsi Bahan Bakar Sistem <i>Hybrid</i>	42
4.2.6 Perhitungan Biaya Operasional Sistem <i>Hybrid</i>	43
4.2.7 Analisa Penghematan Konsumsi Bahan Bakar	44
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	 46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran.....	46
 DAFTAR PUSTAKA	 48
LAMPIRAN - LAMPIRAN	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 PN Junction (Panjar Mundur)	9
Gambar 2. 2 Karakteristik Diode Pada Kondisi Gelap Dan Teriluminasi	10
Gambar 2. 3 Sistem <i>Hybrid</i> Paralel.....	11
Gambar 2. 4 Prinsip kerja Sel Surya (<i>Photovoltaic</i>)	12
Gambar 2. 5 Monokristal (<i>Mono-crystalline</i>)	13
Gambar 2. 6 Baterai	14
Gambar 2. 7 Inverter	15
Gambar 2. 8 Prinsip Kerja Inverter	15
Gambar 2. 9 <i>Solar charge controller</i>	17
Gambar 2. 10 Prinsip Kerja <i>Solar charge controller</i>	17
Gambar 3. 1 Diagram Alur Pengerjaan Skripsi	19
Gambar 4. 1 Kapal <i>Roll-On/Roll-Of</i> KMP Persada Nusantara	23
Gambar 4. 2 Luas Area pada <i>Top Deck</i>	26
Gambar 4. 3 Luas Area pada <i>Passenger Deck</i>	26
Gambar 4. 4 Inverter Tipe PWRIG500012120S.....	30
Gambar 4. 5 Baterai Tree TR 12V 500Ah.....	31
Gambar 4. 6 Letak Battery Panel Room pada <i>Pessenger Deck</i>	31
Gambar 4. 7 Rangkaian Instalasi Baterai.....	33
Gambar 4. 8 <i>Solar Charger Controler</i>	34
Gambar 4. 9 Panel Surya Maysun Solar	35
Gambar 4. 10 Peletakan Panel Surya bagian <i>Top Deck</i>	36
Gambar 4. 11 Rangkaian Instalasi Panel Surya bagian <i>Top Deck</i>	36
Gambar 4. 12 Peletakan Panel Surya bagian <i>Passenger Deck</i>	36
Gambar 4. 13 Rangkaian Instalasi Panel Surya bagian <i>Passenger Deck</i>	37

DAFTAR TABEL

Table 2. 1 Radiasi harian rata-rata lokasi di Indonesia	6
Table 4. 1 Spesifikasi KMP. Persada Nusantara.....	22
Table 4. 2 Pembagian Komponen Beban Penerangan Bagian <i>Navigasi deck</i>	23
Table 4. 3 Pembagian Komponen Beban Penerangan Bagian <i>Passenger deck</i>	24
Table 4. 4 Pembagian Komponen Beban Penerangan Bagian <i>Car deck</i>	24
Table 4. 5 Pembagian Komponen Beban Penerangan Bagian <i>Bottom plan</i>	24
Table 4. 6 Pembagian Komponen Beban Peralatan	25
Table 4. 7 Daftar Beban Kelistrikan Lampu Penerangan	25
Table 4. 8 Daftar Beban Kelistrikan Lampu Peralatan	26
Table 4. 9 Perhitungan Beban Penerangan	27
Table 4. 10 Perhitungan Beban Peralatan	28
Table 4. 11 Spesifikasi Inverter	30
Table 4. 12 Spesifikasi Baterai.....	31
Table 4. 13 Spesifikasi <i>Solar charger controler</i>	33
Table 4. 14 Spesifikasi Sel Surya.....	34
Table 4. 15 Total Daya yang dihasilkan Panel Surya	37
Table 4. 16 Rincian <i>Initial Cost</i> Komponen Sistem Konvensional	38
Table 4. 17 Persentase Distribusi Daya Generator.....	38
Table 4. 18 Konsumsi Bahan Bakar Generator Pada Sistem Konvensional.....	39
Table 4. 19 Perhitungan <i>Initial Cost</i> Sistem Pembangkit Listrik <i>Hybrid</i>	40
Table 4. 20 Total biaya awal (<i>initial costs</i>).....	41
Table 4. 21 Persentase Distribusi Daya Hybrid	42
Table 4. 22 Konsumsi Bahan Bakar Generator Pada Sistem <i>Hybrid</i>	42
Table 4. 23 Penghematan Konsumsi Bahan.....	43

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4. 1 Load Data Beban Penerangan.....	29
Grafik 4. 2 <i>Performance Curve</i> Diesel Generator	39
Grafik 4. 3 Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar	43

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Singkatan
kWh	Kilowatt-hour
m ²	Meter persegi
V	Volt
Hz	Hertz
M	Meter
W	Watt
A	Ampere
C	Celcius
Kg	Kilo Gram
mm	Mili Meter
h	Hour / Jam
F	Fahrenheit
Ah	Ampere Hour
EL	Daya Listrik
EDC	Evesiensi Inverter
Ebatt	Evesiensi Baterai
m ³	Meter Kubik
Kw	Kilo watt