

**PERENCANAAN PENGGERAK KAPAL KATAMARAN
MENGUNAKAN TENAGA SURYA**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Strata I (S1) Pada
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang*



Oleh :

**OZI RAMADHAN
NIM. 14067018**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2019**

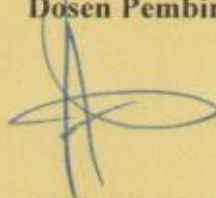
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

PERENCANAAN PENGGERAK KAPAL KATAMARAN MENGGUNAKAN TENAGA SURYA

Nama : Ozi Ramadhan
NIM/BP : 14067018 / 2014
Program Studi : S1 Pendidikan Teknik Mesin
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Padang, 12 Februari 2019

Disetujui Oleh:
Dosen Pembimbing



Drs. Ir. Syahril, S.T., MSCE., Ph.D.
NIP. 19640506 198903 1 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin FT-UNP



Dr. Ir. Arwizet K, S.T., M.T.
NIP. 19690920 199802 1 001

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

**Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang**

Judul : "Perencanaan Penggerak Kapal Katamaran
Menggunakan Tenaga Surya".
Nama : Ozi Ramadhan
NIM/BP : 14067018 / 2014
Program Studi : S1 Pendidikan Teknik Mesin
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

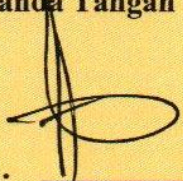
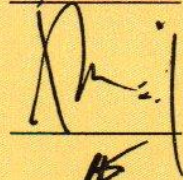
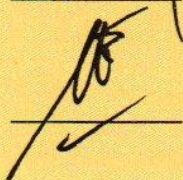
Padang, 12 Februari 2019

Tim Penguji

Nama Dosen Penguji

1. Ketua : Drs. Ir. Syahril, S.T., MSCE., Ph.D.
2. Anggota : Hendri Nurdin, M.T.
3. Anggota : Drs. Purwantono, M.Pd.

Tanda Tangan

1. 
2. 
3. 

SURAT PERNYATAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, Februari 2019

Yang menyatakan



Ozi Ramadhan
NIM. 14067018

ABSTRAK

Ozi Ramadhan : Perencanaan Penggerak Kapal Katamaran Menggunakan Tenaga Surya

Tenaga surya merupakan energi terbarukan yang dapat menggantikan bahan bakar minyak sebagai energi utama kapal. Penggunaan bahan bakar minyak dapat memperburuk keadaan lingkungan pada daerah wisata danau Maninjau. Skripsi ini bertujuan untuk merencanakan penggerak kapal menggunakan tenaga surya dengan ukuran utama lambung kapal *WL Length* 367,33 cm, Lebar (B) 170 cm, Tinggi (H) 70 cm, Sarat Air (T) 30,7 cm. Untuk menghasilkan daya yang dibutuhkan pada kecepatan 6 knot, menggunakan metode analisa teoritis dengan menghitung, energi total dan panel surya untuk mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik. Hasil perhitungan energi total yang dibutuhkan untuk mencapai 6 knot adalah 0,932 kW. Panel surya yang dibutuhkan untuk menghasilkan daya tersebut sebanyak 4 buah dengan kapasitas 100 Wp. Sitem ini tidak menggunakan inverter karena menggunakan motor elektrik DC sebagai penggerak kapal. Perencanaan penggerak kapal dengan tenaga surya ini dapat menjadi pilihan bagi masyarakat sebagai kapal wisata ramah lingkungan tanpa bahan bakar minyak.

Kata Kunci: Penggerak Kapal, Tenaga Surya, Katamaran, Solar Cell, Kapal Wisata

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah Subhanallahu Wata'ala atas segala karunia yang selalu tercurah kepada penulis sehingga dengan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Perencanaan Penggerak Kapal Katamaran Menggunakan Tenaga Surya**”. Shalawat beserta salam selalu terlimpahkan untuk Nabi Muhammad Salallahu ‘AlaihiWasalam yang telah mengantarkan umat manusia kepada zaman sekarang ini dengan ilmu pengetahuan yang canggih dan modern.

Selama penulisan skripsi ini penulis banyak memperoleh bimbingan, saran, motivasi dan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Ir. Syahril, S.T., MSCE., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan dan bantuan dalam penulisan Skripsi ini.
2. Bapak Drs. Purwantono, M.Pd. selaku Dosen Penguji dan Penasehat Akademik.
3. Bapak Hendri Nurdin, M.T. selaku Dosen Penguji dan Ketua Prodi D3 Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Dr. Ir. Arwizet K., S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

5. Bapak Drs. Syahrul, M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
6. Bapak/Ibu dosen beserta staf administrasi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
7. Keluarga tercinta terutama Orangtua yang telah memberikan dorongan dan motivasi kepada penulis baik secara moril dan materil.
8. Rekan-rekan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan Skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga bantuan yang telah diberikan dapat menjadi amalan yang baik dan mendapat imbalan dari Allah SWT, amin.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan ke depannya. Akhir kata, penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca serta komponen yang terkait dalam kependidikan untuk kemajuan ilmu pengetahuan.

Padang, Februari 2019

Penulis

OZI RAMADHAN
NIM.14067018

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	Error! Bookmark not defined
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	Error! Bookmark not defined
SURAT PERNYATAN	Error! Bookmark not defined
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Kapal	7
1. Jenis Lambung Kapal Katamaran	11
2. Hambatan	13
3. Sistem Propulsi (Penggerak)	15
B. Penggerak Tenaga Surya	17
C. Definisi Energi Surya	18

D. Komponen Utama Pada Sistem <i>Solar Cell</i>	21
1. <i>Photovoltaic</i> Modul.....	21
2. <i>Solar charge controller</i>	22
3. <i>Battery</i>	23
4. Inverter	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	26
A. Metode Penelitian.....	26
B. Waktu dan Tempat Penelitian	26
C. Objek Penelitian	26
D. Diagram Alir Penelitian	27
E. Metode Pelaksanaan	28
F. Teknik Analisa Data.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
A. Hasil	32
1. Dimensi Lambung Kapal	32
2. Hambatan dan Daya Total Kapal	32
3. Menentukan Jenis Mesin.....	34
4. Jumlah Panel Surya	34
5. Jenis komponen pendukung.	36
6. <i>Combiner</i>	36
7. <i>Battery</i>	37
8. <i>Solar charge controller</i>	38
B. Pembahasan.....	38
BAB V PENUTUP.....	40
A. KESIMPULAN	40

B. SARAN	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Dimensi lambung kapal	32
Tabel 2. Hambatan dan daya kapal	33
Tabel 3. Spesifikasi mesin kapal elektrik.....	34
Tabel 4. Spesifikasi panel surya.....	35
Tabel 5. Spesifikasi battery	37
Tabel 6. Spesifikasi BCU Epsolar LS1024R	38

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Kapal wisata danau maninjau.....	2
Gambar 2. Kapal katamaran tenaga surya.....	3
Gambar 3. Bagian Utama Kapal	10
Gambar 4. Jenis Lambung Katamaran	11
Gambar 5. Mesin Kapal Elektrik	16
Gambar 6. Pemanfaatan energi surya dalam kehidupan sehari-hari	17
Gambar 7. Penggerak Kapal Tenaga Surya	18
Gambar 8. Struktur sel surya.....	20
Gambar 9. Modul Fotovoltaik.....	21
Gambar 10. Solar charge controller	22
Gambar 11. Battery	23
Gambar 12. Inverter	24
Gambar 13. Tampak samping lambung katamaran.....	26
Gambar 14. Tampak depan(kiri) dan belakang (kanan) kapal katamaran	27
Gambar 15. Perspektif lambung katamaran	27
Gambar 16. Luas Panel Surya	36
Gambar 17. Spesifikasi <i>Combiner</i>	36
Gambar 18. Skema sistem penggerak kapal tenaga surya	39

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sumatera Barat merupakan daerah yang kaya akan keindahan alam. Sebagai objek wisata danau yang memiliki keindahan diantaranya Danau Maninjau, Danau Singkarak, Danau Atas ,Danau Bawah, dan Danau Gunung Talang. Setiap danau terletak di lokasi yang berbeda dan memiliki daya tarik masing-masing yang dapat membuat setiap wisatawan terkesima akan keindahan alamnya. Danau Maninjau merupakan salah satu danau yang terletak di Kec. Tanjung Raya, Kab Agam, Sumatera Barat, Indonesia. Menurut sejarahnya, danau ini terbentuk akibat erupsi vulkanik dari Gunung Sitinjau yang terjadi kurang lebih 52.000 tahun yang lalu. Kawah yang terbentuk sedemikian luas kemudian berkembang menjadi sebuah danau.

Pada saat sekarang ini kawasan danau Maninjau menggunakan kapal jenis lambung *monohull* sebagai pilihan wisatawan untuk mengelilingi danau Maninjau. Menurut Fidel Miro, (2014) mengatakan pada Danau Maninjau wahana kapal wisata masih kurang sehingga wisatawan yang berkunjung ke Danau Maninjau tidak bisa merasakan pelayanan Kapal Wisata Danau dengan maksimal. Menurut Muhammad Bunari, dkk, lambung *monohull* merupakan kapal dengan satu lambung. Kapal jenis ini memiliki kelemahan pada stabilitas yang kurang baik, badan lambung yang terkena air lebih luas menyebabkan hambatan kapal menjadi lebih besar dan juga geladak kapal yang ada pada kapal jenis *monohull* lebih kecil. Tahanan yang lebih besar

berbanding lurus dengan daya yang dibutuhkan menjadi lebih besar.



Gambar 1. Kapal wisata danau maninjau

Lambung katamaran merupakan jenis lambung yang memiliki dua bagian lambung pada bagian sisi kiri dan kanan kapal. Kapal jenis lambung katamaran memiliki ukuran sarat air yang kecil, sehingga dapat dioperasikan pada perairan dangkal seperti sungai, danau, dan pesisir pantai (Soegeng Hardjono, 2010). Permukaan basah pada kapal jenis lambung katamaran lebih kecil karna memiliki lambung yang ramping. Seperti yang telah diteliti oleh Berlian A.A., A.F. Zakky, & Fachry R., (2013) bahwa tingkat resistance yang dihasilkan dari lambung katamaran lebih kecil dibandingkan dengan kapal lambung *monohull*. Berbanding lurus dengan daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal menjadi lebih kecil.

Pada kapal wisata danau Maninjau juga menggunakan bahan bakar fosil sebagai energi utama penggerak motor bakar. Menurut Arwizet (2017) Ketergantungan bahan bakar fosil menyebabkan ancaman serius, yaitu: (1) cadangan minyak bumi yang semakin menipis (2) produksi minyak yang tidak stabil menyebabkan harga minyak sering berubah. Bahan bakar fosil juga menyebabkan lingkungan menjadi lebih buruk akibat polusi udara yang

ditimbulkan oleh bahan bakar tersebut.

Kapal yang akan direncanakan menggunakan tenaga surya sebagai energi utama. Tenaga surya merupakan energi terbarukan yang dapat menggantikan bahan bakar minyak sebagai energi utama kapal. Pemanfaatan tenaga surya sebagai penghasil daya untuk menggerakkan kapal perlu menggunakan panel surya sebagai alat yang dapat mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik. Tenaga surya memiliki beberapa kelebihan diantaranya, energi yang didapatkan gratis, tidak menyebabkan polusi, tidak memerlukan bahan bakar untuk menggerakkan kapal, perawatan yang lebih mudah. Agar energi surya dapat digunakan dengan efektif maka memerlukan baterai sebagai penyimpan daya cadangan sebagai penggerak mesin kapal.



Gambar 2. Kapal katamaran tenaga surya

Sumber: <https://id.taiwantrade.com/product/perahu-listrik-tenaga-surya-747325.html> diakses 12-01-2019

Berdasarkan penjelasan diatas kapal yang menggunakan penggerak tenaga surya belum ada di danau Maninjau. Untuk itu diperlukan inovasi mengenai perkapalan yang telah diteliti sebagai referensi dalam merencanakan

penggerak kapal menggunakan tenaga surya. Sehingga penulis dapat menarik sebuah penelitian yang membahas tentang merencanakan penggerak kapal menggunakan tenaga surya dengan lebih baik.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan diatas, maka yang menjadi identifikasi masalah adalah:

1. Jenis penggerak kapal yang digunakan adalah propeler
2. Daya kapal yang dibutuhkan lebih besar karena menggunakan lambung *monohull*
3. Sumber penggerak berasal dari motor bakar yang menimbulkan kebisingan, dan polusi.
4. Kapal yang digunakan menggunakan bahan bakar minyak yang berimbas pada polusi udara.
5. Penggunaan pengerak kapal tidak terlalu diperhatikan karena hanya mementingkan kapasitas mesin kapal.

C. Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam penulisan ini dapat terfokus dengan baik, maka penulis membatasi masalah yang akan diteliti yaitu perencanaan penggerak kapal menggunakan tenaga surya.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka penulis merumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana perancangan penggerak kapal menggunakan tenaga surya?

- a. Berapa daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal pada kecepatan 6 knot?
 - b. Berapa jumlah panel yang dibutuhkan sebagai penggerak kapal dengan tenaga surya?
 - c. Berapa jumlah *battery* yang dibutuhkan sebagai penyimpan daya dari panel surya?
2. Mesin apa yang digunakan pada perencanaan penggerak kapal tenaga surya?

E. Tujuan Penelitian

1. Merencanakan penggerak kapal menggunakan tenaga surya
 - a. Menentukan daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal pada kecepatan 6 knot
 - b. Menentukan jumlah panel yang dibutuhkan sebagai penggerak kapal dengan tenaga surya
 - c. Menentukan jumlah *battery* yang dibutuhkan sebagai penyimpan daya dari panel surya?
2. Menentukan mesin yang digunakan pada perencanaan penggerak kapal tenaga surya

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian adalah:

1. Dapat menerapkan ilmu yang didapat di bangku perkuliahan (baik teori maupun praktek).

2. Melatih kedisiplinan serta kerja sama antar mahasiswa baik individual maupun kelompok.
3. Memberikan pengetahuan mengenai perancangan kapal menggunakan tenaga surya
4. Dapat menjadikan pilihan baru dalam perancangan penggerak kapal dalam dunia perkapalan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kapal

Menurut Suyono (2005 : 15) “ kapal yaitu kendaraan pengangkut penumpang dan barang di laut “. Dalam UU No.17 tahun 2008 pasal 1 ayat 36 tentang pelayaran menyatakan:

“Kapal adalah kendaraan air dengan bentuk dan jenis tertentu, yang digerakkan dengan tenaga angin, tenaga mekanik, energi lainnya, ditarik atau ditunda, termasuk kendaraan yang berdaya dukung dinamis, kendaraan di bawah permukaan air, serta alat apung dan bangunan terapung yang tidak berpindah-pindah”.

Kapal adalah suatu kendaraan komplek yang dituntut untuk mampu beroperasi dan bertahan dengan daya tahan yang tinggi dalam jangka waktu lama pada lingkungan yang berubah-ubah. Kapal wisata merupakan kapal yang digunakan untuk mendukung kegiatan pariwisata bagi para wisatawan (Erwin, Berlian, & Untung, 2012). Kapal ini diharapkan bisa memiliki keseimbangan yang baik dan memiliki model yang lebih modern untuk dapat menarik wisatawan yang berkunjung. Kapal secara umum terdiri dari beberapa bagian utama, yaitu:

1. Cerobong (*Smokestack*)

Cerobong asap punya fungsi utama menyalurkan asap dari dalam ruangan menuju luar ruangan. Asap disalurkan keluar agar tidak terhirup oleh manusia. Hal ini dapat membahayakan manusia karena mengandung belerang dioksida yang membuat napas sesak. Untuk

menghindari hal-hal seperti itu, maka cerobong asap biasanya diletakkan ditempat yang tinggi.

2. Buritan

Buritan adalah bagian dari belakang kapal. Bagian buritan terdapat instrumen pengemudali (rudder dan lain sebagainya).

3. Propeller dan Kemudi

Kemudi kapal dan instalasinya adalah suatu system didalam kapal yang memegang peranan penting didalam pelayaran dan menjamin kemampuan olah gerak kapal. Sistem kemudi mencakup semua bagian alat-alat yang diperlukan untuk mengemudikan kapal, mulai dari kemudi, poros, dan instalasi penggerak sampai ke pengemudinya sendiri, instalasi penggerak kemudi terletak diruang mesin kemudi geladak utama dan peralatan untuk mengatur gerakan kemudi diletakkan didalam ruang kemudi atau ruang navigasi.

4. Kulit kapal

Kulit kapal merupakan permukaan kapal yang terbuat dari plat-plat baja, kayu atau aluminium yang disambung menjadi lajur yang terdapat pada badan kapal biasa disebut dengan kulit kapal atau disebut juga *ship shell*. Kegunaan kulit kapal:

- a. Untuk memberikan kekuatan struktur membujur kapal.
- b. Menerima beban dari kapal dan muatannya.
- c. Merupakan penutup kedap air dari dasar hingga bagian atas kapal.

- d. Lajur kulit kapal diberi nama dengan abjad a,b,c,d dan seterusnya mulai dengan lajur dasar.
- e. Sambungan plat diberi nama dengan angka 1,2,3 dan seterusnya dari depan ke belakang.

Bahan modern yang kerap digunakan dalam pembuatan kapal kecil yang banyak ditemukan dalam pelayaran adalah serat kaca atau yang dikenal sebagai fiber-glass, yang proses pembuatannya tidak sulit, tetapi dibutuhkan cetakan kulit lambung kapal.

5. Jangkar

Jangkar merupakan alat penambat kapal kedasar perairan, agar kapal tidak bergerak apabila ada gelombang, angin ataupun arus yang mengenai kapal. Pada jangkar kapal dilengkapi dengan tali atau rantai untuk mencapai dasar perairan.

6. Pemecah ombak (*Bulbous Bow*)

Haluan bola atau *bulbous bow* ini dipasang sebagai usaha mengurangi tahanan gelombang yang terjadi karena gerak maju kapal. Selain itu, haluan bola merupakan perbaikan daya apung bagian depan kapal sehingga akan mengurangi anggukan kapal.

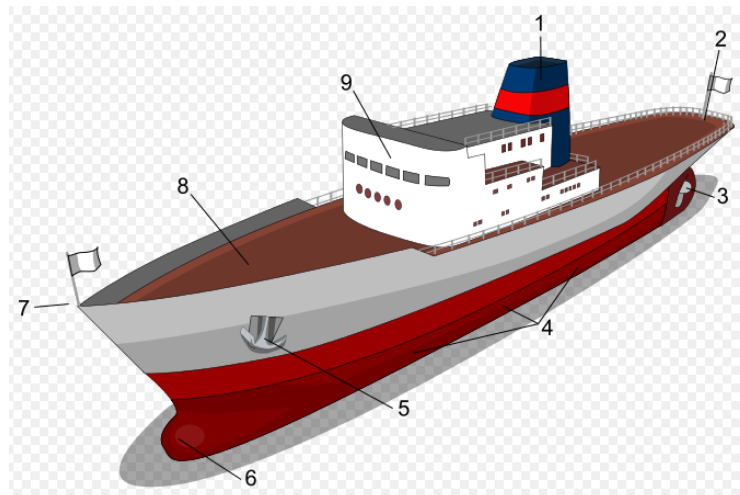
7. Haluan

Haluan sebuah kapal merupakan bagian yang paling besar mendapat tekanan dan tegangan-tegangan, sebagai akibat terjangan kapal terhadap air dan pukulan-pukulan ombak. Untuk mengatasi tegangan-tegangan tersebut, konstruksi haluan sebuah kapal harus dibangun cukup kuat

8. Geladak utama (*Deck*)

Lapisan yang menghubungkan bagian atas kapal disebut deck atau geladak. Geladak ditopang oleh balok geladak. Geladak dibuat tidak datar, akan tetapi melengkung ke arah melintang yang disebut cembung geladak atau camber dan mendukung ke arah memanjang disebut lengkung geladak atau gaing. Geladak paling atas yang menerus sepanjang kapal disebut geladak utama (*main deck*).

9. Bangunan atas (*Superstructure*)



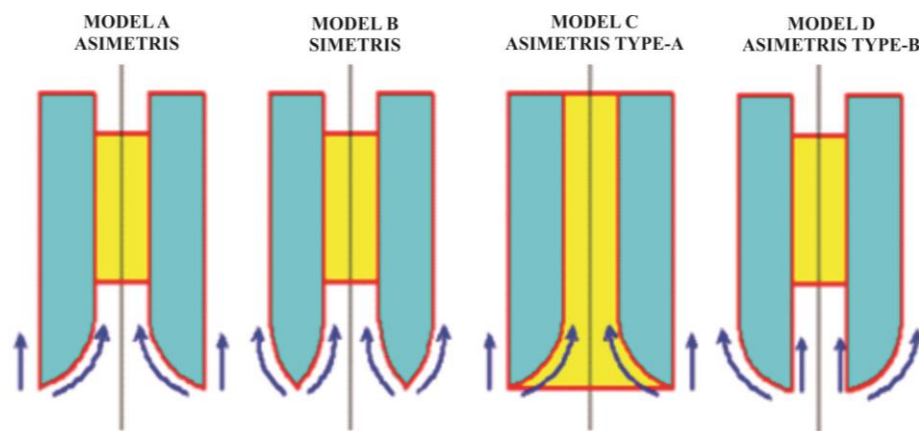
Gambar 3. Bagian Utama Kapal

Sumber : (diakses pada 20 - 04 - 2018)

Pada kapal umumnya harus memiliki bagian- bagian utama yang tersebut diatas. Kapal dengan kriteria seperti diatas digunakan untuk kapal tertentu seperti kapal pesiar, dan kapal penumpang lainnya. Pada kapal wisata memerlukan kenyamanan dan ruang yang cukup agar para penumpang dapat menikmati perjalanannya dengan kapal.

1. Jenis Lambung Kapal Katamaran

Pada pembuatan kapal wisata bertenaga surya penulis menggunakan jenis lambung katamaran. Nurdin S, (2016) mengatakan kapal katamaran termasuk pada tipe kapal *multihull* yang mempunyai dua lambung (*demihull*). Jenis lambung katamaran memiliki kelebihan pada stabilitas dan juga sarat air yang kecil membuat jenis lambung seperti ini dapat digunakan di perairan yang dangkal seperti sungai dan danau. Tingkat stabilitas yang tinggi dapat membuat kapal bergerak dengan baik, dan menjadikan penumpang nyaman dalam perjalanan wisatanya. Jenis lambung katamaran dapat dilihat dari aliran fluidanya seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 4. Jenis Lambung Katamaran
Sumber : (Parlindungan M., Andi T., & Andy W., 2012)

- a. Model kapal *doublehull* yang kedua sisinya asimetris, bagian dalam kapal memiliki garis aliran dan bagian luar lurus (Model A dan C).

Model kapal ini menimbulkan aliran fluida pada bagian dalam antara dua *hull* sampai ke bagian belakang kapal (buritan), pada sisi bagian luar hanya membentuk lurus sampai kebelakang. model

lambung kapal ini bisa digunakan pada sungai atau pada tempat perairan yang orangnya ramai karna tidak menimbulkan gelombang kesamping yang cukup besar. Perbedaan pada model A dan C adalah pada bagian geladak kapal yang mana pada model A geladak yang ada lebih kecil dibandingkan model C.

b. Model Kapal *twinhull* yang kedua sisinya simetris (Model B).

Kapal ini merupakan asumsi dari dua buah kapal dengan lambung *monohull* dengan memberikan jarak diantara kedua lambung tersebut. Model ini memiliki aliran arus gelombang yang sama pada kedua lambung kapal.

c. Model kapal *doublehull* yang kedua sisinya asimetris, bagian luar kapal yang memiliki garis aliran *Stream Line* (Model-D).

Pada model ini dimana pada sisi bagian dalam berbentuk datar maka aliran fluida yang dihasilkan akan mengikuti aliran pada sisi dalam sampai keburitan kapal. Pada sisi bagian luar kapal aliran akan menimbulkan gelombang kesamping yang cukup besar.

Jenis lambung katamaran memiliki kelebihan sebagai berikut :

- a. Luas geladak pada jenis lambung katamaran lebih besar
- b. Stabilitas yang lebih baik karena memiliki dua buah lambung.
- c. Volume benaman dan luas permukaan basah lebih kecil.
- d. Tahanan gesek lebih kecil karna lambungnya yang ramping.
- e. Tahanan yang lebih kecil sehingga biaya operasional lebih kecil

- f. Keamanan yang lebih terjamin karna faktor terbalik yang sangat kecil dengan adanya *doublehull*.

Sedangkan kekurangan dari jenis lambung katamaran yaitu :

- a. Teori, standarisasi ukuran utama, dan perhitungan struktur masih minim karena masih tergolong teknologi perkapalan yang baru.
- b. Teknik pembuatan yang lebih rumit sehingga membutuhkan orang-orang yang memiliki keterampilan khusus.
- c. Manuver yang kurang baik

2. Hambatan

Pada dasarnya setiap benda yang bergerak akan memiliki hambatan atau tahanan yang perlu diperhitungkan agar kinerja alat tersebut dapat bekerja dengan baik. Menurut Deddy C., (2014) Tahanan kapal merupakan gaya hambat dari media fluida yang dilalui kapal saat beroperasi pada kecepatan tertentu. Tahanan juga dapat didefinisikan sebagai estimasi kebutuhan daya efektif agar kapal mampu bergerak dengan kecepatan dinas. Hambatan atau tahanan pada sebuah kapal berasal dari dua jenis media yang mengelilingi kapal tersebut, media cair yang mempengaruhi bagian bawah kapal yang terendam oleh air, dan media udara yang mempengaruhi bagian atas permukaan kapal yang tidak terendam air.

Pada jenis lambung katamaran hambatan yang diterima lebih kompleks. Dengan adanya dua lambung (*doublehull*) membuat hambatan gelombang (*wake resistance*) diantara lambung katamaran menjadi perlu untuk diperhitungkan. Oleh sebab itu perlu perhitungan hambatan yang cukup

komplek pada hambatan total lambung katamaran, komponen hambatan yang terjadi pada lambung katamaran adalah sebagai berikut :

a. Tahanan gesek (*Friction Resistance*)

Tahanan gesek disini merupakan tahanan yang disebabkan oleh fluida yang mengenai permukaan kapal yang terendam air. Permukaan kapal yang bersentuhan dengan air itulah yang menyebabkan hambatan yang diterima oleh kapal tersebut.

b. Tahanan Gelombang (*Wake Resistance*)

Pada lambung katamaran tahanan gelombang sangatlah diperhitungkan, karena pada saat dua lambung yang digunakan saat bersamaan membuat rongga yang ada ditengah kapal membuat fluida bergelombang yang menghasilkan gesekan pada bagian permukaan kapal. Untuk itu diperlukan perhitungan agar dapat mengetahui besar hambatan yang disebabkan gelombang tersebut terhadap kapal.

c. Tahanan Udara

Tahanan udara merupakan tahanan yang dialami pada bagian kapal yang tidak terendam air atau bagian lambung atas kapal. Kapal yang direncanakan sebagai kapal wisata memiliki bagian lambung atas sebagai tempat letaknya panel surya yang akan digunakan sebagai sumber energi dan pelindung bagi wisatawan yang akan menaiki kapal tersebut. Tahanan udara bukan saja yang terjadi pada bagian atas kapal (*superstructure*) tapi juga bagian atas lambung kapal yang tidak terendam air. Faktor yang mempengaruhi tahanan udara pada sebuah

kapal yaitu, kecepatan angin yang bertiup pada kapal, dan luas permukaan bagian atas kapal. Untuk itu diperlukan perhitungan yang dapat mengetahui berapa besar hambatan udara yang diterima oleh kapal tersebut.

d. Tahanan Total

Tahanan total adalah dengan menggabungkan semua tahanan yang digunakan dalam perhitungan hambatan kapal. Menurut Samuel, (2016) hasil koefisien hambatan total pada kapal *Catamaran* lebih besar hampir dua kali lipatnya dari hambatan lambung kapal *monohull*. Dalam menentukan hambatan total dapat ditentukan dengan persamaan Ari (2012) sebagai berikut:

$$EHP = R_t \times V_s$$

Dimana :

EHP = Energy Hourse Power (kW)
 R_t = Tahanan Total (kN)
 V_s = Kecepatan (m/s)

3. Sistem Propulsi (Penggerak)

Penggerak kapal adalah alat yang digunakan untuk mendorong kapal untuk dapat bergerak ketempat yang diinginkan. Sistem propulsi pada kapal terbagi menjadi tiga komponen, yaitu mesin utama, sistem transmisi dan propulsor (alat gerak). Dalam perancangan propulsi kapal harus direncanakan sebaik dan seefisien mungkin, karena akan mempengaruhi kecepatan yang akan direncanakan, nilai ekonomis yang turun, dan pengaruh getaran yang terjadi pada kapal saat beroperasi nanti.

a. Cara Kerja Sistem Propulsi

Cara kerja sistem propulsi kapal adalah mesin utama sebagai penggerak utama yang memberikan daya ke sistem transmisi. Besarnya daya yang didapatkan oleh transmisi tergantung dari seberapa besar efisiensi yang diberikan mesin utama. Daya yang diterima dari transmisi akan disalurkan kembali ke propulsor. Mesin adalah sumber energi utama kapal. Transmisi adalah penghubung antara mesin utama dan propulsor, sehingga propulsor dapat digerakkan dengan perantara/penghubung transmisi.

b. Mesin Utama

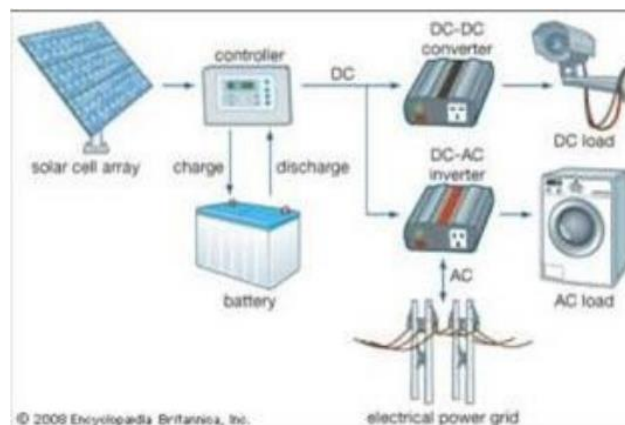
Mesin utama pada kapal menggunakan mesin elektrik sebagai penggerak kapal. Mesin kapal elektrik adalah mesin yang tidak menggunakan bahan bakar minyak dalam pengoperasiannya. Mesin jenis ini menggunakan energi dari listrik yang tersimpan dari baterai yang sudah disediakan pada sistem. Jadi mesin jenis ini sangat ramah lingkungan dan juga tidak menyebabkan polusi udara.



Gambar 5. Mesin Kapal Elektrik

B. Penggerak Tenaga Surya

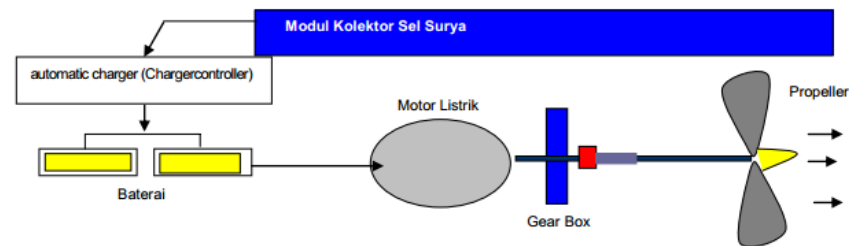
Penggerak kapal menggunakan tenaga surya merupakan suatu sistem penggerak yang dapat mengurangi ketergantungan masyarakat dalam penggunaan energi fosil. Pada perancangan kapal yang akan direncanakan menggunakan sistem penggerak dengan tenaga surya. Tenaga surya merupakan energi terbarukan yang memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan di Indonesia. Dikarenakan iklim di Indonesia yang tropis sangat memungkinkan panas yang didapatkan cukup baik. Energi surya juga banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti untuk menghidupkan lampu jalanan, dan alat-alat elektronik rumah tangga seperti pada gambar berikut:



Gambar 6. Pemanfaatan energi surya dalam kehidupan sehari-hari
 Sumber : (Adi Tri Soelistio, 2015)

Menurut Sudiyono dan Bambang Antoko (2006) “pembuatan kapal menggunakan tenaga surya dapat mengurangi polusi dan lebih mendekatkan kepada lingkungan yang lebih baik”. Menurut Rahayu Mekar Bisono (2017) Hal ini dapat mengatasi kelangkaan energi bahan bakar fosil dan mengurangi polusi udara, disamping itu juga untuk memberikan nilai tambah pada daerah wisata tersebut”. Oleh sebab itu banyak keuntungan yang dapat dihasilkan

dengan menggunakan penggerak tenaga surya. Berikut pengaplikasian energi surya sebagai penggerak kapal oleh Sudiyono dan Bambang Antoko (2006):



Gambar 7. Penggerak Kapal Tenaga Surya

Dalam pengaplikasian energi surya sebagai penggerak kapal memiliki beberapa komponen yang harus dimiliki agar energi yang dihasilkan dapat digunakan dengan baik. Komponen yang biasa digunakan secara umum adalah:

1. Panel Surya
2. *Solar Charge Controler*
3. Baterai
4. Inverter
5. Mesin Kapal Elektrik

C. Definisi Energi Surya

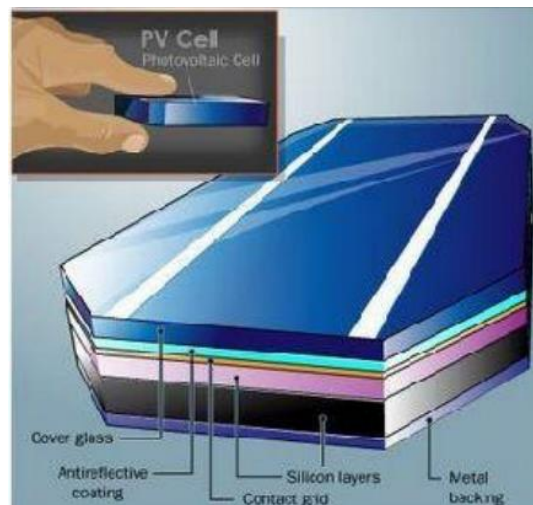
Energi surya merupakan salah satu energi alternatif yang sedang dikembangkan di Indonesia. Menurut Valdi Rizki Yandri (2012) Energi surya menjadi salah satu sumber pembangkit daya selain air, uap, angin, biogas, batu bara, dan minyak bumi. Posisi negara indonesia yang memiliki iklim tropis sangat memungkinkan Indonesia mendapatkan panas matahari yang

cukup baik. Dengan memanfaatkan energi surya ini maka kita telah ikut serta dalam pelestarian lingkungan alam sekitar dengan mengurangi polutan dan juga efek pemanasan global. Sinar surya rata-rata harian adalah 4.000-5.000 Wj/m², sedangkan rata-rata jumlah jam penyinaran antara 4 hingga 8 jam (Supranto : 2015).

Energi surya dapat digunakan menjadi energi listrik dengan menggunakan panel surya. Panel surya atau solar panel merupakan alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik. Menurut Zulkifly A. Yusuf, (2011) Pembangkit listrik dapat digunakan dengan dua cara, secara langsung dengan *fotovoltaik* dan tidak langsung dengan pemusatan energi surya. Pada penulisan ini menggunakan energi surya dengan *fotovoltaik*.

Pembangkit listrik tipe fotovoltaik merupakan alat yang digunakan untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan efek fotoelektrik. Dibuat pertama kali pada tahun 1883 oleh Charles Fritts. Pemanfaatan energi surya dalam dunia perkapalan sebagai pengganti bahan bakar fosil memiliki beberapa keunggulan dari pada bahan bakar fosil seperti, menghindari ketergantungan pada bahan bakar fosil, ramah lingkungan, dan gratis.

Sesuai dengan perkembangan teknologi, jenis sel surya pun berkembang dengan berbagai inovasi. Ada yang disebut sel surya generasi satu, dua, tiga dan empat, dengan struktur atau bagian-bagian penyusun sel yang berbeda pula. Sel surya memiliki beberapa bagian di dalam pembuatannya. Ada lima tipe struktur penyusun dalam sel surya seperti pada gambar berikut.



Gambar 8. Struktur sel surya
Sumber : (Nora Aditiyan, 2015)

Perkembangan tersebut berdampak pada bahan pembuatan sel surya. Bahan yang digunakan beragam jenisnya dan memiliki efisiensi yang berbeda. Dengan demikian untuk mengaplikasikan sumber energi sel surya dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan dapat disesuaikan dengan anggaran dana. Macam-macam bahan pembuatan sel surya adalah sebagai berikut:

1. *Poly-crystalline* Dibuat dari peleburan silikon dalam tungku keramik, kemudian pendinginan perlahan untuk mendapatkan bahan campuran silikon yang akan timbul di atas lapisan silikon. Sel ini kurang efektif dibandingkan dengan sel *mono-crystalline* (efektifitas 18%), tetapi biaya lebih murah.
2. *Mono-crystalline* Dibuat dari silikon kristal tunggal yang didapat dari peleburan silikon dalam bentuk bujur. *mono-crystalline* dapat dibuat setebal 200 mikron, dengan nilai efisiensi sekitar 24%.

3. *Gallium Arsenide* Sel Surya III-IV semikonduktor yang sangat efisien sekitar 25%. Sel surya silikon terpadu "*Thin Film*":
 - a. *Amorphous Silikon* Sebagai pengganti *tinted glass* yang semi transparan.
 - b. *Thin Film Silikon* Dibuat dari *thin-crystalline* atau *poly-crystalline* pada bahan metal yang cukup murah (*cladding system*) .
 - c. *Cadmium Telluride* Terbentuk dari bahan materi thin film *poly-crystalline* secara deposit, semprot dan evaporasi tingkat tinggi. Nilai efisiensi 16%.
4. *Copper Indium Diselenide* Merupakan bahan dari film tipis *poly-crystalline*. Nilai efisiensi 17.7% .

D. Komponen Utama Pada Sistem Solar Cell

1. Photovoltaic Modul



Gambar 9. Modul Fotovoltaik

Sumber : <https://informasiplts.wordpress.com/2012/09/13/komponen-solar-system/> (diakses pada 28-04-2018)

Modul *Photovoltaic* atau biasa disebut modul surya adalah perangkat yang terdiri dari bahan semikonduktor seperti silikon, *galium arsenide* dan *kadmium telluride*, dll yang mengubah sinar matahari langsung menjadi listrik. Menurut Remon Lapisa, (2017) pada sinar matahari terdapat bermacam-macam gelombang elektromagnetik, diharapkan panel surya dapat menyerap radiasi sinar sebanyak mungkin dari cahaya matahari. Ketika *solar cell* menyerap sinar matahari, elektron-elektron bebas dan lubang-lubang membuat sambungan positif / negatif, dan ketika dihubungkan dengan beban DC, maka arus listrik akan mengalir ke beban tersebut.

Besaran arus listrik yang dapat dikonversi dari energi matahari menjadi arus listrik diukur dalam satuan *wattpeak* (WP), artinya modul surya berukuran 100 WP, maka dalam satu jam akan mengeluarkan arus sebesar 100 watt. Apabila arus yang dibutuhkan lebih besar dari keluaran modul surya, maka modul surya dipasang beberapa unit membentuk suatu *array*.

2. Solar charge controller



Gambar 10. Solar charge controller

Sumber : <https://www.kelistrikanku.com/2017/01/komponen-bagian-panel-surya.html>(diakses pada 28-04-2018)

Solar charge controller adalah suatu alat kontrol yang berfungsi untuk mengatur tegangan dan arus yang dikeluarkan dari modul surya, melakukan proses pengisian *battery*, mencegah *battery* dari pengisian yang berlebihan, juga mengendalikan proses *discharge*. Perlu diperhatikan dalam menggunakan *charge controller* ini adalah besarnya tegangan dan daya yang dikeluarkan modul surya dan yang dapat diterima *battery*. Satuan untuk tegangan adalah *Volt*, sedangkan kuat arus dalam ampere, misalnya 12 volt/10A.

3. Battery



Gambar 11. Battery

Sumber : <https://www.kelistrikanku.com/2017/01/komponen-bagian-panel-surya.html>(diakses pada 28-04-2018)

Battery berfungsi untuk menyimpan sementara listrik yang dihasilkan modul surya, agar dapat digunakan pada saat energi matahari tidak ada (malam hari atau cuaca buruk), besaran kemampuan menyimpan arus listrik diukur dalam satuan watt jam (*watthour/WH*). Besarnya kemampuan menyimpan arus listrik ditentukan dari berapa besar

kebutuhan daya listrik dan kemampuan modul surya dalam mengisi *battery*.

4. Inverter



Gambar 12. Inverter

Sumber : <https://www.kelistrikanku.com/2017/01/komponen-bagian-panel-surya.html>(diakses pada 28-04-2018)

Listrik yang dihasilkan dari Solar Sistem adalah listrik arus searah / *Direct Current* (DC), sedangkan peralatan listrik yang digunakan menggunakan listrik arus tidak searah/ *Alternating Current* (AC), karena itu agar peralatan listrik AC dapat beroperasi menggunakan listrik hasil dari solar system, maka harus menggunakan ***inverter***, yaitu alat untuk mengubah arus searah menjadi arus tidak searah, dan tegangannya disesuaikan dengan tegangan yang dibutuhkan.

Beberapa kelebihan dan kekurangan dalam menggunakan energi surya antara lain sebagai berikut :

Keuntungan :

1. Energi didapatkan dengan gratis
2. Energi yang diproduksi bersih

3. Dapat mengurangi ketergantungan dalam menggunakan bahan bakar fosil
4. Ketahanan pemakaian sampai 20 tahun
5. Tidak menghasilkan polusi
6. Tidak menyebabkan efek pemanasan global

Kekurangan :

1. Biaya investasi awal cukup besar
2. Sumber tenaga yang tidak konsisten

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

PERENCANAAN penggerak kapal dengan menggunakan tenaga surya dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan skema tersebut akan membantu dalam merancang penngerak kapal. Hal ini dilihat dari penggunaan energi pada kapal tidak lagi menggunakan bahan bakar fosil melainkan dengan tenaga surya. Pada rancangan ini tidak menggunakan inverter karena energi dari panel surya yang memiliki arus DC dapat dialirkan langsung ke motor dengan arus DC. Sistem penngerak ini juga tidak membutuhkan banyak kabel karna 4 buah arus panel dapat digabung dengan *Combiner* dan dikeluarkan menjadi 1 output setelah itu dapat dilanjutkan ke Solar charge controller. Setelah itu dilanjutkan ke *battery* dan dapat digunakan langsung ke motor penggerak. Jadi kapal dengan ukuran utama

B. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang peneliti lakukan, peneliti memberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Pada perancangan penggerak kapal dengan tenaga surya diperlukan referensi yang cukup untuk mempermudah dalam merancang.
2. Dalam memnghitung daya yang dibutuhkan pada sebuah kapal diharapkan lebih teliti pada satuan yang digunakan pada saat analisis teoritis.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul H., Zainal A., Saddam H., & Rahmat U. (2017). Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pulau Balang Lompo, 14, 6–12.
- Adi Tri Soelistio. (2015). Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts), 1–3.
- Ari W.B.S., Andi T., & Fazjeri U. (2012). Perancangan Kapal Tongkang Sebagai Penyebrangan Masyarakat Di Sungai Bengawan Solo , Desa Jimbung Kabupaten Blora – Desa Kiringan Kabupaten Bojonegoro. *Kapal Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Kelautan*, 9(1).
- Ari W.B.S., & Reza S.A. (2013). Pemanfaatan Energi Alternatif Gas Alam Terkompresi Sebagai Bahan Bakar Mesin Penggerak Kapal Nelayan Tradisional. *Kapal Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Kelautan*, 9, 1–4.
- Arwizet. (2017). Mesin Destilasi Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak Menggunakan Kondensor Bertingkat Dan Pendingin Kompresi Uap, 17(2).
- Berlian A.A., A.F. Zakky, & Fachry R. (2013). Studi Perancangan Kapal Monohull Katamaran Trimaran Di Perairan Bali. *Kapal*, 10(1).
- Deddy C., Berlian A.A., & Yusup S. (2014). Pengaruh Variasi Bentuk Hull Kapal Catamaran Terhadap Besar Hambatan Total Menggunakan Cfd. *Kapal*, 11(2), 99–106.
- Erwin, D., Berlian, A. A., & Untung, B. (2012). Studi Perancangan Glass Bottom Catamaran Untuk Menunjang Objek Wisata Di Kawasan Anak Gunung Krakatau, 1–10.
- Fidel Miro. (2014). Kajian Peningkatan Kondisi Fisik Armada Kapal Wisata Danau Dalam Melayani Wisatawan Di Sumatera Barat. *The 17th Fstpt International Symposium, Jember University, 22-24august*, 22–24.
- Hassan A.K, & Saad P. (2013). Technological Review On Solar Pv In Pakistan: Scope, Practices And Recommendations For Optimized System Design. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 23, 147–154. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.02.031>
- Krismadinata, Miftahul, Ainul .H, Habibullah, Remon. L, & Syahril. (2017). Sistem Akusisi Data Nirkabel Karakteristik Modul Surya.