

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1. Labuan Bajo

Labuan Bajo merupakan ibu kota dari Kabupaten Manggarai Barat, Nusa Tenggara Timur. Labuan Bajo terletak tepatnya di ujung barat Pulau Flores. Mayoritas warga Labuan Bajo mempunyai pekerjaan diatas air hal ini dapat terlihat banyak sekali kapal layar dan perahu yang ada di teluk. Pemandangan indah di ibu kota Manggarai Barat ini sangat menakjubkan, pondok-pondok kayu dengan atap berupa jerami dan berbagai pepohonan di lingkungan sekitar menjadi objek utama pemandangan di Labuan Bajo ini (Dinas Pariwisata dan Kebudayaan Kabupaten Manggarai Barat,2019).

2.1.1. Pelabuhan di Labuan Bajo

Pelabuhan Labuan Bajo adalah salah satu pelabuhan terbesar yang berada di Labuan Bajo. Pelabuhan ini masih digunakan untuk Pelabuhan Peti Kemas, Pelabuhan Penumpang dan Pelabuhan Pariwisata. Fungsi pelabuhan ini masih dimanfaatkan sebagai pelabuhan umum, kapal yang mengangkut kontainer dan kapal pesiar yang mengangkut para wisatawan mancanegara juga bisa berlabuh di Pelabuhan Peti Kemas. Untuk kedepannya, pelabuhan Labuan Bajo akan dikhususkan untuk menjadi jalur pariwisata di Labuan Bajo (Labuan Bajo Tour,2019)

- Dermaga Wisata Kampung Ujung

Dermaga Ujung adalah salah satu dermaga yang paling sibuk di Labuan Bajo, mulai dari aktivitas lokal, perdagangan, nelayan, dan pariwisata banyak yang menggunakan dermaga ini. Dermaga ini terletak di Kampung Ujung, yaitu Kampung yang terletak paling ujung barat di Labuan Bajo. Kedalaman laut sekitar dermaga ini yaitu 0,2–2,4 m. Dermaga ini bisa menjadi tempat kuliner makanan laut khas Labuan Bajo yang populer dan sangat ramai sampai malam hari (www.komodoshuttle.com).

2.1.2. Wisata *One Day Trip*

One day trip adalah trip dan wisata yang dilakukan dalam satu hari tanpa menginap. Jenis trip ini diadakan untuk wisatawan yang tidak mempunyai waktu yang cukup untuk menginap, dimulai dari pagi hari berangkat dan kembali ke dermaga asal pada sore hari di hari yang sama.(www.exploreseribu.com,2020)

Kegiatan-kegiatan yang bisa dilakukan pada *one day trip* seperti *diving, snorkeling, hiking, tracking, photoshot* dan bermain dipinggir pantai. Dengan adanya kapal wisata dapat menunjang kegiatan tersebut menuju pulau-pulau sekitar yang ingin dikunjungi.

2.2. Kapal Wisata

Kapal wisata adalah transportasi air yang digunakan untuk menunjang kegiatan pariwisata. Biasanya kapal ini di desain unik dan sebegus mungkin untuk memberikan kenyamanan para wisatawan dan di lengkapi fasilitas bagi yang ingin menikmati wisata bahari. Kapal ini juga di lengkapi dengan alat keselamatan untuk keamanan penumpang. Berikut adalah beberapa jenis kapal wisata :

1. Kapal Wisata Pinisi

Pinisi adalah kapal layar tradisional khas milik Indonesia, yang berasal dari suku Bugis dari provinsi Sulawesi Selatan. Kapal ini memiliki dua tiang layar utama dan tujuh buah layar, yaitu tiga di ujung depan, dua di bagian depan, dan dua lagi di bagian belakang kapal. Tujuh helai layar memiliki makna kalau nenek moyang bangsa Indonesia mampu mengarungi tujuh samudera besar di dunia. Pinisi atau kadang-kadang ditulis Phinisi selama berabad-abad telah mengarungi laut hingga ke Malaka, Burma, Vietnam, dan Australia (indonesiakaya.com).



Sumber : www.kompas.com

Gambar 2.1 Kapal Pinisi

2. *Bounty Day Cruise* Bali

Wisata kapal pesiar dengan ciri khas kapal cat kuning adalah *Bounty Cruise* Bali. Kapal *cruise* ini termasuk jenis kapal katamaran buatan *Austal Ships Australia* ini berkapasitas 500 orang mampu melaju dengan kecepatan 29,0 knot. Kapal ini sudah dilengkapi dengan fasilitas keselamatan berstandar internasional dan peralatan berbasis komputer dengan mengutamakan kenyamanan penumpang dan kemewahannya yang dapat dinikmati selama berlayar. (bountycruisebali.com)



Sumber : www.balitoursclub.net

Gambar 2.2 *Bounty Cruise* Bali

3. Kapal Pesiar

Kapal pesiar atau *cruise ship* adalah kapal yang dipakai khusus untuk tujuan rekreasi. Para Penumpang dapat menghabiskan

waktu di kapal dengan menikmati fasilitas kapal seperti penginapan bagaikan di hotel berbintang. Rute yang dimiliki kapal pesiar ini pun selalu kembali ke pelabuhan asal keberangkatan dengan lama pelayaran yang berbeda-beda. (wikipedia.org)



Sumber : www.cnnindonesia.com

Gambar 2.3 Princess Cruiser

4. Glass Bottom Boat

Glass bottom boat adalah sebuah kapal penumpang yang dituju untuk kegiatan pariwisata yang di desain dengan penampang dasar kaca atau bahan transparan lain yg sesuai, dan terletak dibawah garis air (*waterline*) yang memungkinkan penumpang untuk bisa melihat lingkungan dibawah air dari dalam perahu tanpa harus menyelam terlebih dahulu. Efek ini mirip dengan menggunakan kacamata selam dan lebih menarik dibandingkan melihat langsung dari atas air (Wahyu,2017).



Sumber : www.bigbalitours.com

Gambar 2.4 Glass Bottom Boat

5. Kapal Selam Wisata

Kapal selam wisata satu-satunya di Indonesia yang berlokasi di kawasan tempat wisata di Bali bagian Timur adalah *Odyssey Submarine*. Kapal selam *Odyssey* adalah jenis kapal selam wisata bertenaga baterai yang didesain dengan kabin dan jendela kaca lebar yang membuat wisatawan dapat melihat pemandangan bawah laut dengan leluasa dan nyaman, serta dilengkapi dengan AC.

Aktivitas menyelam *Odyssey Submarine tour* dapat diikuti dari berbagai kalangan bahkan bayi pun boleh ikut menyelam. Kapal selam *Odyssey* dapat menyelam sampai kedalaman 150 kaki, atau sekitar 45,72 meter. Dengan mengikuti *Odyssey Submarine tour* wisatawan dapat melihat pemandangan laut tanpa harus memiliki keahlian *scuba diving* pada kedalaman 30 meter yang biasanya hanya dapat dicapai oleh penyelam profesional (water-sport-bali.com)



Sumber : www.water-sport-bali.com

Gambar 2.5 *Odyssey Submarine*

2.3. Kapal Katamaran



Sumber : Soel Shuttle 14, Soel Yacht.

Gambar 2.6 Kapal Katamaran

Katamaran merupakan kapal yang mempunyai dua lambung atau *bridging platform* ditengahnya, sehingga dapat menahan momen bending (*bending moment*) dan gaya geser (*shear force*) yang bekerja terhadap garis tengah kapal. *Bridging platform* ini bebas dari permukaan air, sehingga slamming dan *deck wetness* kapal dapat dikurangi. Kombinasi luas geladak yang besar dan berat kapal kosong yang rendah membuat kapal katamaran dapat diandalkan untuk transportasi muatan antar kota maupun pariwisata (Khotimah dan Hasanudin 2016) (Adietya dan Gustiarini 2018).

2.3.1 Kelebihan dan Kekurangan Kapal Katamaran

Katamaran memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan kapal *monohull*, meliputi :

1. Kapal katamaran memiliki tahanan gesek yang kecil sehingga kecepatan yang di hasilkan lebih besar di banding monohull dengan ukuran lebar dan tenaga dorong yang sama
2. Luas geladak dari katamaran lebih luas dibandingkan dengan luas geladak kapal *monohull*.
3. Stabilitas kapal lebih baik sehingga tingkat keamanan lebih tinggi.
4. Sudut oleng yang relatif rendah (0° - 8°) sehingga meningkatkan rasa nyaman dan tidak mudah terkena mabuk laut (*seasickness*).

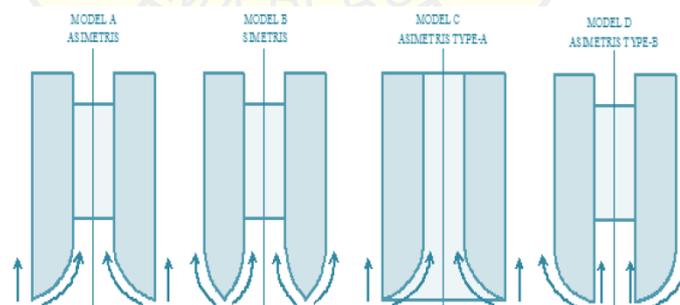
5. Dengan tahanan yang kecil, maka biaya operasional menjadi kecil.

Katamaran juga memiliki beberapa kekurangan, meliputi :

1. Teori dan standarisasi baik ukuran utama maupun perhitungan struktur masih minim karena merupakan teknologi baru.
2. Teknik pembuatan yang agak lebih rumit sehingga membutuhkan keterampilan yang khusus.
3. Dengan memiliki dua lambung, maka kemampuan *manouver* kurang baik jika dibandingkan dengan kapal *monohull*.

2.3.2 Jenis – Jenis Lambung Katamaran

Pada dasarnya, penampang lambung ganda katamaran memiliki dua bentuk yaitu lambung yang simetris (*symmetrical catamaran*) dan tak simetris (*asymmetrical catamaran*). Lambung simetris memiliki bentuk lambung (*body plan*) yang sama terhadap garis tengahnya (*centerline*) dan memiliki sudut masuk dan luar (*dead rise*) yang sama. Sedangkan Lambung tak simetris (Asimetris) memiliki sisi bagian dalam pada bidang vertikal berbentuk datar (*flat*). Tipe lambung ini dapat memperkecil efek interferensi hambatan yang terjadi di antara kedua lambung kapal katamaran.



Sumber : Jurnal Teknik ITS, Yudhistira, 2017

Gambar 2.7 Jenis-jenis Lambung Kapal Katamaran

Pengaruh perubahan tekanan yang drastis ini mengakibatkan tekanan yang diderita kedua lambung tidak sama, akibatnya berpengaruh pada kekuatan penyangga lambung, dalam hal ini adalah sambungan antara

lambung dengan geladak penghubung bagian depan. Sementara itu pada kapal yang simetris, dengan kedua lambung yang berbentuk lengkung maka tekanan relatif lebih kecil sehingga tekanan yang diterima penyangga juga kecil. Selain itu manuver kapal yang merupakan kelemahan kapal katamaran relatif lebih baik jika dibandingkan bentuk asimetris.

2.3.3 Material Utama Kapal

Material Komposit *Fiberglass* saat ini banyak digunakan sebagai bahan alternatif pengganti material logam yang mempunyai keunggulan seperti mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan, mempunyai kekuatan dan kekakuan yang cukup baik, serta tahan terhadap korosi (Suzdayan,2018).

Fiberglass merupakan salah satu material yang dapat digunakan untuk membuat kapal khususnya kapal-kapal kecil seperti speed boat, fishing boat dan kapal lainnya. Penggunaan fiberglass memiliki kelebihan yaitu harganya yang murah dan mudah di dapat, peralatan yang dipakai juga sederhana.

2.4. Kapal Listrik

Kapal listrik adalah transportasi laut dengan tenaga listrik. Tenaga listrik yang di dapat dari hasil konversi tenaga surya menjadi listrik yang digunakan untuk tenaga penggerak kapal. Kapal listrik memiliki keunggulan seperti tidak menghasilkan getaran yang besar dan ramah lingkungan.



Sumber : Soelcat12, Soel Yacht.

Gambar 2.8 Kapal Listrik Tenaga Surya

Sistem penggerak kapal yang digunakan sistem penggerak motor listrik. Cara kerja motor listrik sangat sederhana. Baterai yang menyimpan energi listrik dari tenaga surya yang dikonversi menghasilkan listrik yang searah (DC) di salurkan ke motor. Sistem kerjanya dilengkapi dengan sistem kontrol untuk mengatur kecepatan dan sistem kelistrikan (Sunardi,2019).

2.5. Konsep desain

Kapal rancangan yang dibuat khusus untuk tujuan kegiatan pariwisata yang ramah lingkungan. Kapal ini di rancang tidak menggunakan bahan bakar minyak atau fosil melainkan baterai. Baterai yang *discharge* di pelabuhan dengan sistem penggerak yang digunakan berupa motor listrik dan terdapat PV (*photovoltaic*) yang digunakan untuk mendukung sistem kelistrikan dan navigasi.

2.6. Standar Pelayanan Penumpang

Untuk peraturan keselamatan dan keamanan penumpang, menurut PM 62 tahun 2019 tentang standar pelayanan minimal angkutan penyeberangan diuraikan sebagai berikut :

1. Keselamatan

(1) SPM Pelayanan Penumpang

a. Informasi keselamatan dan kesehatan. Informasi keselamatan paling sedikit meliputi :

- Alat Pemadam Api Ringan (APAR)
- Sprinkler dan Alarm pendeteksi asap
- *Life Jacket*
- *Life Buoy*
- Sekoci
- Petunjuk jalur evakuasi
- Informasi fasilitas kesehatan mudah dilihat dan dibaca paling sedikit:

- Ruang media (tersedia tempat tidur, kursi roda, obat-obatan, tabung oksigen)
- Perlegkapan P3K (Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan)

Keterangan :

Informasi fasilitas keselamatan dan kesehatan paling sedikit berupa:

- Sticker
- Video
- Audio
- Papan petunjuk informasi

b. Fasilitas Keselamatan

Ketersediaan peralatan penyelamatan darurat dalam bahaya (kebakaran, kecelakaan atau bencana alam).

Keterangan :

- *Life Jacket* tersedia sebanyak 110% dari jumlah kapasitas penumpang.
- Jumlah rasio penggunaan *life raft*, *life bouy*, sekoci.
- Lemari/kotak tempat jaket keselamatan (*life jacket*) kapasitas 1 (satu) lemari maksimal memuat 100 jaket dan

tidak terkunci serta sesuai dengan kapasitas penumpang yang tertera pada SKKP (Sertifikat Keselamatan Kapal Penumpang).

c. Fasilitas kesehatan

Ketersediaan fasilitas kesehatan untuk penerangan darurat.

Keterangan : dilengkapi pendingin ruangan (kipas angin dan/atau AC)

(2) SPM Pemuatan Kendaraan

a. Informasi dan himbauan

Informasi dan himbauan antara lain memuat:

- Dilarang merokok.
- Dilarang menghidupkan mesin kendaraan selama pelayaran sampai pintu rampa dibuka kembali.
- Dilarang membuang sampah kelaut.
- Dilarang bersandar di reling.
- Pemberitahuan ketika kapal akan berlayar dan bersandar.

b. Fasilitas keselamatan pemuatan penumpang

Tersedianya perlengkapan keselamatan pada saat pemuatan kendaraan berupa:

- Hidran
- Apar
- Sprinkler dan alat pendeteksi asap
- Petunjuk jalur evakuasi
- Memiliki alat lashing dan ganjal
- Memiliki *scupper*
- Terdapat marks pada cardeck dan pintu rampa

2. Keamanan

(1) SPM Pelayanan penumpang

a. Fasilitas keamanan

Peralatan pencegah tindak kriminal.

Keterangan : CCTV dapat berfungsi dan rekaman dapat dimanfaatkan.

b. Petugas keamanan

Paling sedikit 1(satu) orang perhari.

c. Informasi gangguan keamanan yang mudah dilihat

(2) SPM Pemuatan kendaraan

a. Fasilitas keamanan

Peralatan pencegah tindak kriminal.

Keterangan :

- CCTV dapat berfungsi dan rekaman dapat dimanfaatkan.
- Diletakkan pada haluan dan buritan.
- CCTV yang dipasang paling sedikit 2(dua) unit.

b. Lampu penerangan

Berfungsi sebagai sumber cahaya di kapal penyebrangan untuk memberi kemudahan pengemudi pada saat menempatkan kendaraan di kapal.

Keterangan : jumlah lampu yang terpasang sesuai dengan luasan ruang geladak kapal.

c. Lantai geladak

Lantai ruang untuk kendaraan dilengkapi dengan garis lajur kendaraan.

Keterangan : warna cat lantai geladak hijau dengan garis lajur kendaraan kuning.

(3) SPM Operasional kapal

Fasilitas keamanan pada ruang mesin. Pengawasan di ruang mesin.

Keterangan : CCTV dapat berfungsi dan rekaman dapat dimanfaatkan.

3. Kenyamanan

(1) SPM Pelayanan penumpang

a. Ruang Penumpang Ekonomi Reguler

Ruangan/ tempat yang disediakan untuk penumpang(ruang tertutup dan/atau ruangan terbuka).

b. Ruangan Peumpang Non Ekonomi Reguler

c. Ruangan Penumpang Ferry Ekspres

d. Toilet Reguler

Tersedianya toilet.

Keterangan :

- Ratio = 1 toilet untuk 50 orang
- Di sediakan air tawar

e. Toilet Ferry Ekspres

Tersedianya toilet.

Keterangan :

- Ratio = 1 toilet untuk 50 orang
- Di sediakan air tawar

f. Mushola

Fasilitas untuk melakukan ibadah.

Keterangan :

- Disediakan tempat duduk bagi penyandang disabilitas untuk melakukan ibadah.
- Di sediakan air tawar.

g. Ruang Menyusui Reguler

Fasilitas untuk ibu dan anak.

h. Ruang Menyusui Ekspres

Fasilitas untuk ibu dan anak.

i. Lampu Penerangan

Berfungsi sebagai sumber cahaya di fasilitas penumpang dan vital lainnya untuk memberikan rasa nyaman bagi pengguna jasa.

- j. Dapur/Kantin/Kafeteria
Dapur/Kantin/Kafeteria ditempatkan di ruang penumpang atau ruang santai penumpang.
- (2) SPM Pengoperasian Kapal
Kondisi fiisk kapal merupakan kondisi keseluruhan dari bagian kapal.
- 4. Kemudahan/Keterjangkauan.
 - (1) SPM Pelayanan penumpang
 - a. Informasi pelayanan
Informasi yang disampaikan di dalam kapal kepada pengguna jasa yang terbaca dan terdengar serta terinformasikan.
 - b. Fasilitas layanan penumpang Reguler
Fasilitas yang disediakan untuk memberikan informasi perjalanan kapal dan layanan menerima pengaduan.
Keterangan :
Disediakan petugas informai dan/atau pramugari.
 - c. Fasilitas layanan penumpang Ferry Ekspres
Fasilitas yang disediakan untuk memberikan informasi perjalanan kapal dan layanan menerima pengaduan.
Keterangan :
Disediakan petugas informai dan/atau pramugari.
 - d. Fasilitas bagasi penumpang
Memberikan kemudahan bagi penumpang untuk membawa dan menempatkan barang bawaan.
Keterangan :
Barang penumpang yang dijinjing.
 - e. Gang/Jalan
Memberikan kemudahan ases keluar/masuk bagi penumpang.
 - f. Tangga
Memberikan kemudahan ases keluar/masuk bagi penumpang.

(2) SPM Pemuatan Kendaraan

a. Fasilitas bongkar muat

Fasilitas yang digunakan dalam kegiatan pemuatan ke dalam kapal berupa pintu rampa.

b. Ruang geladak kapal

Sebagai tempat untuk parkir kendaraan selama masa pelayaran.

5. Kesetaraan

(1) SPM Pelayanan penumpang

Fasilitas bagi penumpang berkebutuhan khusus.

Fasilitas bagi penumpang penyandang disabilitas, manusia lanjut, anak-anak maupun ibu hamil.

6. Keteraturan

(1) SPM Pengoperasian kapal

a. Jadwal operasi

Melaksanakan jadwal sesuai yang ditetapkan.

Keterangan :

Jadwal operasi sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan.

b. Kecepatan dinas kapal

Melaksanakan kecepatan dinas kapal sesuai dengan yang ditetapkan.

Keterangan :

- Kapal Reguler : minimal 10 knot
- Kapal Ekspres : minimal 15 knot

2.7. Stabilitas Kapal

Stabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan kapal untuk kembali ke keadaan semula setelah dikenai oleh gaya luar. Kemampuan tersebut dipengaruhi oleh lengan dinamis (GZ) yang membentuk momen kopel yang menyeimbangkan gaya tekan ke atas dengan gaya berat (Khusnul Khotimah, 2016)

Kriteria stabilitas yang digunakan adalah kriteria stabilitas untuk kapal jenis umum dan kapal penumpang yang mengacu pada *Intact Stability (IS) High Speef Craft (HSC) 2000 Annex 7 Multihull* dan *IMO A.749 (18) Ch. 3*. Kriteria tersebut antara lain sebagai berikut :

1. Luas area dibawah kurva lengan pengembali (GZ curve) antara sudut 0° – 30° tidak boleh kurang dari 0.055 m.rad atau 3.151 m.deg.
2. Luas area dibawah kurva lengan pengembali (GZ curve) antara sudut 0° – 40° tidak boleh kurang dari 0.090 m.rad atau 5.157 m.deg.
3. Luas area dibawah kurva lengan pengembali (GZ curve) antara sudut 30° – 40° atau antara sudut *downflooding* (f) dan 30° jika nilai GZ maksimum tidak mencapai 40° , tidak boleh kurang dari 0.030 m.rad atau 1.719 m.deg.
4. Lengan pengembali GZ pada sudut oleh sama dengan atau lebih dari 30° minimal 0.200 m.
5. Lengan pengembali maksimum terjadi pada kondisi oleng sebaiknya mencapai 30° atau lebih, tetapi tidak kurang dari 15° .
6. Tinggi titik metacenter awal (GM) tidak boleh kurang dari 0.15 m

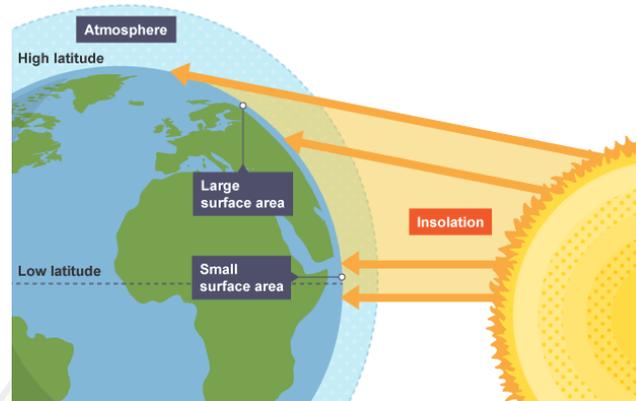
2.8 Hambatan Kapal

Hambatan adalah gaya hambat yang berlawanan dengan arah gerak kapal saat bergerak dengan kecepatan tertentu. Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya hambatan adalah kecepatan gerak kapal (V_s), berat air yang dipindahkan oleh kecepatan gerak kapal (*displacement*) dan bentuk lambung kapal (*hull form*) (Asep,2017).

Berdasarkan pada proses fisiknya bahwa hambatan pada kapal yang bergerak di permukaan air terdiridari dua komponen utama yaitu tegangan normal (*nomal stress*) dan tegangan geser (*tangential stress*). Tegangan normal berkaitan dengan hambatan gelombang (*wave making*) dan tegangan viskos. Sedangkan tegangan geser disebabkan oleh adanya viskositas fluida. Kemudian Hambatan

disederhanakan lagi dengan komponen hambatan dalam dua kelompok utama yaitu hambatan viskos (*viscous resistance*) dan hambatan gelombang (*wave resistance*) (Yosafat, 2017).

2.9 Penyinaran Matahari



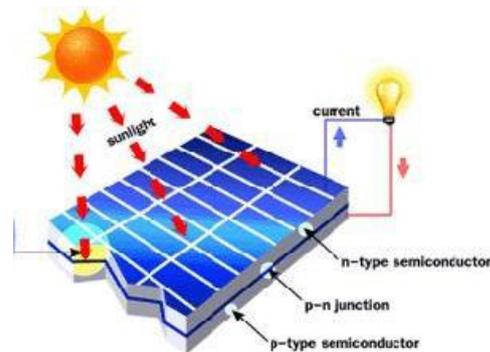
Sumber : www.getrevising.co.uk

Gambar 2.9 Radiasi Matahari

Indonesia merupakan daerah tropis yang mempunyai potensi energi matahari sangat besar dengan insolasi. Insolasi adalah radiasi matahari yang diterima oleh permukaan bumi pada satuan luas dan waktu. Energi matahari dalam bentuk gelombang pendek di emisikan kembali dalam bentuk gelombang panjang oleh permukaan bumi yang digunakan untuk memanasi atmosfer bawah dan didistribusikan oleh turbulensi dalam atmosfer (Helmi,2019).

2.10 Solar Panel atau Panel Surya

Panel Surya adalah alat konversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Untuk memanfaatkan potensi energi surya ada dua macam teknologi yang sudah diterapkan, yaitu energi surya fotovoltaik dan energi surya termal (Julisman dkk, 2017)



Sumber : Jurnal Online Teknik Elektro, Andi Julisman, 2017.

Gambar 2.10 Panel Surya

Ilustrasi diatas menggambarkan junction semikonduktor tipe-p dan tipe-n. Peran dari p-n junction ini adalah untuk membentuk medan listrik sehingga elektron (dan *hole*) bisa diekstrak oleh material kontak untuk menghasilkan listrik. Ketika semikonduktor tipe-p dan tipe-n terkontak, maka kelebihan elektron akan bergerak dari semikonduktor tipe-n ke tipe-p sehingga membentuk kutub positif pada semikonduktor tipe-n, dan sebaliknya kutub negatif pada semikonduktor tipe-p. Akibat dari aliran elektron dan hole ini maka terbentuk medan listrik yang mana ketika cahaya matahari mengenai susuna p-n junction ini maka akan mendorong elektron bergerak dari semikonduktor menuju kontak negatif, yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai listrik, dan sebaliknya *hole* bergerak menuju kontak positif menunggu elektron datang, seperti diilustrasikan pada gambar diatas.(Andi,2017)

Modul surya adalah kumpulan beberapa sel surya, dan panel surya adalah kumpulan beberapa modul surya. Tegangan dan arus listrik yang di hasilkan sel surya dipengaruhi oleh intensitas radiasi cahaya matahari dan suhu lingkungan. Jika intensitas radiasi cahaya matahari yang diterima sel surya sebanding dengan tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh sel surya, sedangkan apabila suhu lingkungan semakin tinggi dengan intensitas radiasi

cahaya matahari yang tetap, maka tegangan panel surya akan berkurang dan arus listrik yang dihasilkan akan bertambah (Suryana, 2016).

2.10.1 Konsep kerja



Sumber. Jurnal Teknik Elektro, Cyclotron,2020.

Gambar 2.11 Skema dasar sistem penggerak kapal menggunakan energi surya

Energi foton yang di serap oleh sel *photovoltaic* di konversi oleh solar panel dari surya menjadi energi listrik yang dinamakan proses *photovoltaic*. Kemudian energi listrik yang dihasilkan di hubungkan ke pengontrol yang berfungsi mengontrol tegangan lalu di salurkan dan disimpan ke dalam baterai sebelum digunakan pada beban. Modul surya yang menghasilkan arus searah (DC) telah tersimpan pada baterai sebelum digunakan pada beban

Dari motor DC disambungkan ke pengontrol dapat langsung dioperasikan (Achmad (2016), Joko (2016))

2.10.2 Material Solar Panel

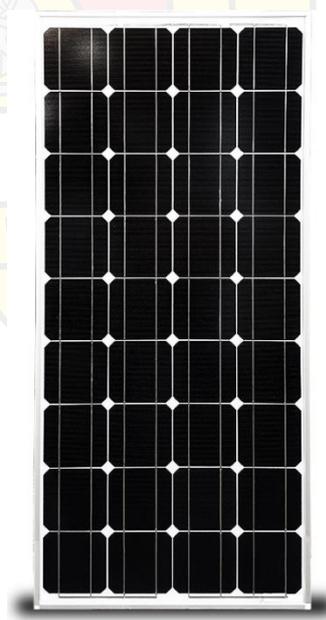
Bahan dasar yang digunakan untuk pembuatan solar panel adalah silikon. Menurut Indra Wahyu Wicaksono (2016), perkembangan bahan pembuatan *Solar Cell* mengalami kemajuan dan memiliki efisiensi yang tinggi. Berikut beberapa jenis *Solar Cell* berdasarkan generasinya adalah:

- a. Generasi pertama

Generasi pertama ini merupakan jenis sel surya pertama yang masih di produksi sampai sekarang. Pemasangannya juga masih di dominasi dengan pangsa pasar 90% dan bahan pembuat sel surya ini adalah *crystalline silicon*. Bahan ini terbagi menjadi dua jenis, sebagai berikut :

- *Monocrystalline*

Dibuat dari silikon kristal tunggal yang didapat dari peleburan silikon dalam bentuk membujur. Saat ini *Monocrystalline* dapat dibuat setebal 200 mikron, dengan nilai efisiensi sekitar 24%. Dari hal tersebut jenis *Solar Cell* ini merupakan jenis *Solar Cell* yang paling efisien menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya matahari nya kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan.

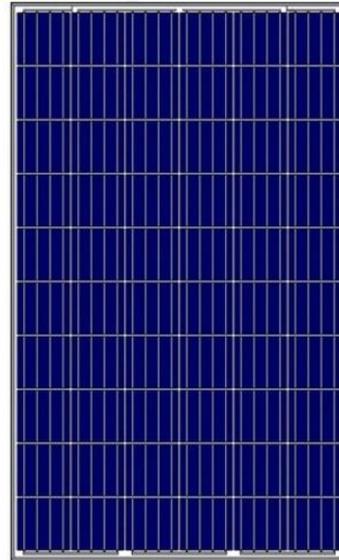


Sumber. www.wattuneeed.com

Gambar 2.12 *Monocrystalline Solar Cell*

- *Polycrystalline*

Dibuat dari peleburan silikon dalam tungku keramik, kemudian pendinginan perlahan untuk mendapatkan bahan campuran silikon yang akan timbul diatas lapisan silikon. Merupakan panel surya / *solar cell* yang memiliki susunan kristal acak. Type *Polycrystalline* memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis *Monocrystalline* untuk menghasilkan daya listrik yang sama, akan tetapi dapat menghasilkan listrik pada saat mendung. (Indra Wahyu Wicaksono,2016).



Sumber. www.indiamart.com

Gambar 2.13 *Polycrystalline Solar Cell*

b. Generasi kedua

Pada generasi ini bahan pembuatan sel surya lebih tipis dibanding dengan generasi pertama dengan ukuran beberapa mikron saja. Sel sruya generasi kedua ini hanya memiliki pangsa pasar sebesar 9%. Kelebihan dari generasi kedua ini adalah proses pembuatannya yang sederhana dan biaya produksi yang lebih murah. Kekurangannya adalah tingkat efisiensinya yang rendah sehingga tipe ini tidak cocok digunakan untuk

pembangkit listrik tetapi lebih cocok digunakan pada penggunaan yang tidak memerlukan energi besar dan murah. Generasi kedua sel surya dibagi menjadi beberapa material sebagai berikut:

- *Modul Amorphous Silicon*

Dibuat dari film tipis amorphous silicon dimana efisiensinya sangat rendah sekitar 5%-7% namun terdapat kelebihan yaitu membutuhkan material yang sedikit untuk pembuatannya. Sel surya dengan bahan Amorphous Silicon ini, awalnya banyak diterapkan pada kalkulator dan jam tangan. Namun seiring dengan perkembangan teknologi pembuatannya penerapannya menjadi semakin luas. Dengan teknik produksi yang disebut "*stacking*"(susun lapis).



Sumber. www.indiamart.com

Gambar 2.14 *Amorphous Thin Solar Cell*

- *Cadmium Telluride (Cdte) Solar Cells*

Sel surya jenis ini mengandung bahan CadmiumTelluride yang memiliki efisiensi lebih tinggi dari sel surya Amorphous Silicon, yaitu sekitar: 9% - 11%.



Sumber. www.indiamart.com

Gambar 2.15 *Cdte Solar Cell*

- *Copper Indium Gallium Selenide (CIGS) Solar Cells*

Dibandingkan kedua jenis sel surya thin film di atas, CIGS sel surya memiliki efisiensi paling tinggi yaitu sekitar 10% - 12%. Selain itu jenis ini tidak mengandung bahan berbahaya Cadmium seperti pada sel surya CdTe.



Sumber. www.openpr.com

Gambar 2.16 *CIGS Solar Cell*

2.11 Baterai

Baterai adalah perangkat yang dapat mengonversi energi kimia menjadi energi listrik melalui reaksi elektrokimia yaitu reduksi dan oksidasi. Reaksi reduksi adalah reaksi penambahan elektron dan penurunan bilangan oksidasi, sedangkan reaksi oksidasi adalah reaksi pelepasan elektron dan penambahan bilangan oksidasi. Salah satu baterai yang telah

banyak digunakan adalah baterai Lithium-ion. Baterai ini memiliki densitas, energi dan tegangan yang tinggi serta memiliki siklus hidup yang panjang. Bahan yang efisien dipakai adalah LiFePO₄. Bahan ini memiliki keunggulan seperti biaya yang murah, tidak bersifat reaktif dan ramah lingkungan. LiFePO₄ juga memiliki kapasitas yang lebih tinggi (170 mAh/g) dibandingkan LiCoO₂ (100 mAh/g) (Satriady,2016).

Pada sistem *Solar Cell*, baterai digunakan pada malam hari atau hari mendung. Karena variasi intensitas matahari setiap harinya, maka baterai memberikan energi yang konstan. Baterai terdiri dari 2 jenis yaitu “disposable” dan rechargeable. Baterai yang biasa digunakan dalam sistem *Solar Cell* adalah Aki/ baterai *lead-acid* (Sudiyono,2018).

Pada penelitian ini, baterai bahan LiFePO₄ akan digunakan pada kapal rancangan. Karena baterai jenis ini termasuk baterai yang dapat diisi ulang atau *rechargeable*.



Sumber. www.indonesian.alibaba.com
Gambar 2.17 Lifepo4 Battery pack

2.12 Solar Charge Control

Charge Controller pada dasarnya adalah arus regulator, untuk menjaga baterai dari pengisian berlebih dan menjaga baterai pada kemungkinan kondisi tertinggi pada pengisian. *Controller* secara langsung mengontrol keadaan baterai seperti memeriksa status pengisian pada baterai dan menyesuaikan sendiri setiap waktu. Karena itu, *charge controller* menjaga kesehatan dan memperpanjang umur baterai (Osaretin C.A, 2015)

Menurut Sukmajati (2015), Ada dua jenis teknologi yang umum digunakan oleh *solar charge controller*:

1. PWM (*Pulse Wide Modulation*), seperti namanya menggunakan 'lebar' *pulse* dari on dan off elektrik, sehingga menciptakan seakan-akan *sine wave electrical form*.
2. MPPT (*Maximun Power Point Tracker*), MPPT *charge controller* dapat menyimpan kelebihan daya yang tidak digunakan oleh beban ke dalam baterai, dan apabila daya yang dibutuhkan beban lebih besar dari daya yang dihasilkan oleh PV, maka daya dapat diambil dari baterai.

2.13 Motor Listrik

Motor listrik adalah penggerak kapal. Prinsip dari motor listrik DC adalah mengubah energi listrik menjadi energi mekanik putaran untuk memutar poros yang terhubung ke baling-baling perahu agar dapat bergerak pada kecepatan yang diinginkan. Motor DC memerlukan suplai tegangan yang tersimpan dalam baterai berupa arus searah untuk diubah menjadi energi mekanik. Dengan memberikan beda tegangan, polaritas yang diberikan pada dua terminal menentukan arah putaran motor sedangkan besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor. Dalam pemilihan sebuah motor maka perlu mengetahui besar beban yang diterima oleh motor.



Sumber. www.ilmupedia105.blogspot.com
Gambar 2.18 Motor Listrik DC

Kemungkinan terjadi hilangnya energi sehingga berhubungan erat dengan daya (P) yang di terima dan di hasilkan. Oleh karena itu pemilihan motor DC harus mampu menggerakkan kapal dengan kemampuan maksimal motor dari energi yang di ubah (dari listrik ke mekanik) dan memenuhi kecepatan yang diinginkan setelah dikurangi dengan rugi-rugi dan faktor mekanis yang terdapat pada susunan sistem propulsi (Daniel,2013).

2.14 Perlengkapan Akomodasi Kapal

2.14.1 Fasilitas Kapal

Fasilitas yang disediakan untuk penumpang agar mendapatkan kenyamanan selama berlayar adalah sebagai berikut.

- *Air Conditioner*
- Jendela
- Toilet
- Listrik
- Sofa
- Alat Pemadam Api Ringan
- *Lifejacket*
- *Lifebuoy*
- Steker Universal
- TV

2.14.2 Fasilitas Rekreasi Penumpang

Terdapat fasilitas yang disediakan untuk penumpang jika ini melakukan wisata bahari seperti diving atau snorkeling yaitu:

- Alat *diving* dan snorkeling (Masker Selam, snorkel (selang udara dan pelindung mulut),*fin* dan *Scuba (selfcontained breathing apparatus)*)

2.14.3 Peralatan Keselamatan

Sesuai dengan peraturan SOLAS (*Safety Of Life At Sea*) Chapter 3, kapal harus dilengkapi dengan peralatan yang menyelamatkan jiwa selama pelayaran. Alat-alat keselamatan yang digunakan pada kapal sebagai berikut:

- *Liferaft*
- *Free fall life boat*
- *Lifebuoys*
- *Immersion suit*
- *Life jacket*
- *Fire alarm*
- *Parachute signal*
- *Red hand flares*
- *Smoke signals*
- *Line throwing apparatus*
- *EPIRB*
- *Hydrant, fire hose*
- *Embarkation ladder*
- *Radio VHF dan SSB single side band*
- *Muster list*
- *Rescue boat*

2.14.4 Peralatan Navigasi

Alat-alat navigasi yang digunakan di kapal adalah sebagai berikut:

- *LRIT (Long-Range Identification and Tracking)*
- *VTS (Vessel Traffic Services)*
- *VDR (Voyage Data Recorder)*
- *Nautical charts*
- *GPS (Global Positioning System)*
- *Echo Sounder*

- *Gyro Compass*
- Telepon Satelit

2.15 Sistem Kelistrikan Kapal

Berikut adalah beberapa sistem kelistrikan yang ada di kapal :

A. Sistem Penerangan

- Lampu ruang akomodasi
- Lampu Toilet
- Lampu Ruang *Steering Gear*
- Lampu Ruang Navigasi
- Lampu Ruang Mesin
- Beban Stop Kontak (TV, *exhaust fan*, lemari es dan lain-lain)

B. Sistem Power

- Motor Listrik
- Generator
- Baterai

C. Sistem Navigasi, Komunikasi dan Keselamatan

- Lampu Navigasi
- Peralatan Navigasi (*Radio VHF, GPS, Echo Sounder, gyro compass*)
- Peralatan Komunikasi

D. Sistem Kelistrikan Darurat

- Lampu-lampu darurat tiap ruangan
- Menggunakan baterai atau aki cadangan yang mampu menyuplai kebutuhan listrik selama di kapal