

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Gambaran Umum Kapal Feri Listrik**

Kapal Feri merupakan jenis transportasi laut yang dirancang untuk dapat mengangkut penumpang dan barang dengan rute yang relatif pendek. Di lain sisi, kapal listrik merupakan transportasi melalui laut yang menggunakan energi listrik sebagai sumber utama atau tenaga penggerak utama dan tidak menggunakan mesin diesel.

Sistem propulsi listrik telah mengalami beberapa fase, dimulai dengan fase *visionaries* (1906–1915), fase pionir (1946–1956), fase diversifikasi dan pengembangan (1957–1979), fase penerimaan (1980–1992), dan fase penerapan/ aplikasi (1993-sekarang). Hingga saat ini, kapal listrik semakin banyak dikembangkan di seluruh dunia. Sejak Paris *Agreement* ditandatangani tahun 2015 oleh lebih dari seratus negara, diikuti dengan dikeluarkannya amandemen dari *International Maritime Organization* (IMO) mengenai peta jalan penurunan target emisi tahun 2030 sebesar 30% (Ayom Buwono, Muswar Muslim, 2024).

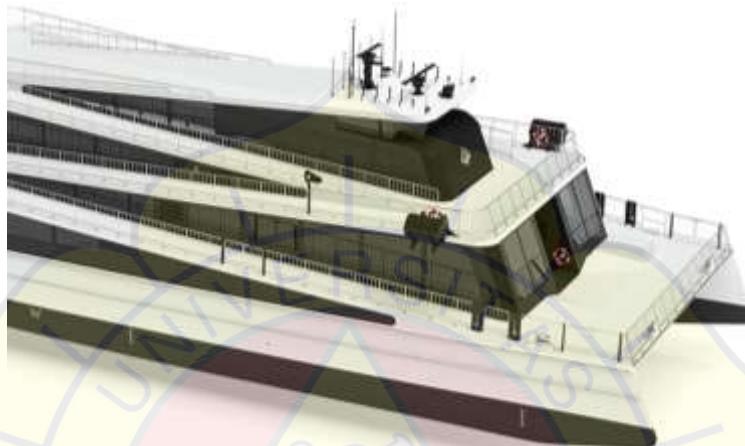
Keuntungan utama kapal listrik adalah dampaknya yang minimal terhadap lingkungan dan menghasilkan emisi yang jauh lebih rendah dibandingkan kapal bermesin konvensional. Selain itu, kapal bertenaga listrik menawarkan pengoperasian yang lebih tenang, mengurangi biaya pemeliharaan, dan meningkatkan efisiensi energi (Sunardi, 2019).

Namun teknologi ini masih menghadapi beberapa tantangan seperti jangkauan kapal listrik masih dibatasi oleh kapasitas baterai, dan waktu pengisian daya yang relatif lama dapat menghalangi penggunaannya dalam perjalanan jarak jauh. Biaya awal yang lebih tinggi dan kurangnya infrastruktur pengisian daya juga menghambat adopsi teknologi ini secara luas. Namun, kapal listrik semakin banyak digunakan di berbagai sektor, terutama kapal feri penumpang jarak pendek, kapal wisata perairan tenang, dan kapal patroli pelabuhan (Peng Wu & Richard Bucknall, 2022).

## 2.2 Kapal Listrik Yang Telah Beroperasi

### 2.2.1 Future of Fjords

Pembangunan kapal feri Future of Fjords dimulai pada tahun 2018 dan memiliki panjang 42,49 m dan lebar 15,2 m. Kapal ini memiliki kapasitas 400 penumpang dan dibuat dengan bahan *carbon fiber sandwich*.



**Gambar. 2. Future of Fjords**

(Sumber: [OUR SHIPS - The Fjords](#))

Kapal ini memiliki kapasitas baterai sebesar 2 x 900 kWh, yang cukup untuk menggerakkan dua mesin penggerak dengan daya masing-masing 450 kW. Karena besarnya kapasitas baterai, kapal dapat beroperasi dengan kecepatan dinas 16 knot dan bertahan dalam 150 menit yang berlayar di wilayah Naerøyfjord (Marine.danfoss.com).

### 2.2.2 e-Oshima

e-Oshima merupakan kapal feri yang dimiliki oleh Oshima *Building*, sebuah perusahaan yang berbasis di Nagasaki dan dikenal dengan armada kapal feri pengangkut barang curah. Kapal ini tidak hanya mengandalkan baterai sebagai sumber tenaga penggerak, tetapi juga untuk mendukung berbagai fungsi lainnya, seperti sistem navigasi, komunikasi, dan perangkat lainnya. Selain itu, baterai pada e-Oshima juga menyediakan daya untuk sistem penerangan, pendinginan, dan peralatan lain yang dibutuhkan selama perjalanan. (Nurhalim, 2019).



**Gambar. 3. e-Oshima**

(Sumber: <https://www.marinetraffic.com>)

Pada 12 Juni 2019, e-Oshima melaksanakan acara penamaan kapal.

Kapal ini memiliki panjang 35 m dan lebar 10 m, serta dapat menampung hingga 50 penumpang, 4 mobil, dan 1 bus. e-Oshima dilengkapi dengan baterai berkapasitas 600 kWh, dan membutuhkan waktu sekitar 2,5 jam untuk mengisi ulang daya baterai nya hingga penuh (Richard, 2019).

### 2.2.3 ZeroCat

ZeroCat atau Ampere pertama kali beroperasi pada bulan Mei 2015. Memiliki panjang 80 m, lebar 20 m dengan kapasitas 360 penumpang dan bisa memuat 120 kendaraan. Ampere menghasilkan sedikit emisi karena dalam pengoperasian nya tidak menggunakan bahan bakar minyak.



**Gambar. 4. ZeroCat**

(Sumber: <https://www.marinetraffic.com>)

Biaya operasional untuk kapal ini sangat murah dan mengurangi emisi hingga 95%. Selain itu, kapal ini bisa berlayar 34 kali dalam sehari dengan waktu tempuh 20 menit. Pengisian ulang dilakukan dalam waktu 10 menit saat memuat dan menurunkan penumpang dan kendaraan (Richard, 2019).

#### 2.2.4 Movitz

Movitz beroperasi pada bulan Agustus 2014, menggunakan sistem propulsi listrik dengan sistem *supercharger*, yang berarti hanya butuh 10 menit untuk mengisi penuh baterai nya. Kapal ini berkapasitas 100 penumpang dengan ukuran 23 m x 4 m dan berkapasitas 335 HP. Sebelum beralih ke penggerak listrik Movitz menggunakan 2 mesin diesel yang masing-masing memiliki kapasitas 125 Kw.



**Gambar. 5. Movitz**

(Sumber: <https://www.marinetraffic.com>)

Echandia Marine merancang baterai Nilar Nickel Metal Hybrid berdaya 180 kWh dengan sistem pengisian ulang super cepat selama 10 menit dan dapat beroperasi selama 1 jam penuh dengan kecepatan 9 knot. Hal ini dapat mengurangi emisi sebanyak 130-ton dan NOx sebanyak 1,5-ton serta mengurangi biaya operasional sebanyak 30% (Cenex, 2022).

#### 2.2.5 Color Hybrid

Pada Mei 2019 kapal ini mulai beroperasi dan bertenaga hibrida yang didesain oleh Ulstein Verft di Norway. Kapal ini memiliki kapasitas

2.000 penumpang dengan ukuran 160 m x 33 m. Sedangkan untuk kendaraan yang bisa di muat sebanyak 430 sampai 500 mobil. Kapal ini bisa beroperasi selama 60 menit dengan kecepatan 12 knot dan baterai 5 MWh. Dengan menggabungkan sistem diesel-mekanik dan diesel-elektrik kapal ini menjadi lebih ekonomis dan efisiensi yang lebih tinggi dan memiliki konsumsi bahan bakar yang sangat rendah ([www.ship-technology.com](http://www.ship-technology.com)).



**Gambar. 6. Color Hybrid**

(Sumber: <https://www.marinetraffic.com>)

#### **2.2.6 Enhydra**

Pembangunan Enhydra dimulai pada tahun 2018 dengan ukuran 42 x 10 m, memiliki kapasitas 600 penumpang. Kapal ini dilengkapi dengan sistem propulsi hibrida dan secara efisien beralih dari mode mekanik ke mode mekanik-elektrik dan ini bisa menghambat biaya bahan bakar sebanyak 30%. Kapal ini merupakan milik perusahaan RWF yang berkantor pusat di California, USA. ([www.redandwhite.com](http://www.redandwhite.com)).



**Gambar. 7. Enhydra**

(Sumber: <https://www.marinetraffic.com>)

#### **2.2.7 Tycho Brahe**

Kapal ini memiliki 100% tenaga baterai, berukuran 111 m dan lebar 28 m. Kapal ini dibangun pada tahun 1991, dengan kapasitas penumpang 1.100 serta mampu memuat 238 mobil. Tycho Brahe bisa beroperasi 24 jam. kapasitas baterai dari kapal ini yaitu, 4.160 kWh, dengan sistem pengisian berdaya 10,5 MW (Forseaferries.com).



**Gambar. 8. Tycho Brahe**

(Sumber: <https://www.marinetraffic.com>)

## 2.2.8 Aurora

Aurora merupakan kapal yang beroperasi sepenuhnya menggunakan baterai dan beroperasi sejak tahun 1992. Kapal ini memiliki ukuran 111 x 28 m dan bisa memuat 1.250 penumpang serta 240 mobil. Kapal ini beroperasi sebanyak 46 kali sehari (24 jam). Kapasitas baterai yang dimiliki oleh kapal ini sebanyak 4.160 kWh dengan waktu pengisian 9 menit (Forseaferries.com).



**Gambar. 9. Aurora**

(Sumber: [The ferry site](#))

## 2.2.9 Yara Birkeland

Yara Birkeland adalah kapal kontainer otonom dan bertenaga listrik pertama di dunia yang berlayar di laut. Kapal ini menjalani masa uji coba selama dua tahun, sebelum memasuki operasi otonom penuh pada rute lepas pantai Norwegia. Kapal ini sepenuhnya ditenagai oleh sistem baterai lithium-ion berenergi tinggi berkapasitas 7 MWh. Kapal ini berbendera Norwegia dan memiliki panjang dan lebar 80 x 15 meter ([www.blackxperience.com](http://www.blackxperience.com)).



**Gambar. 10. Yara Bikeland**

(Sumber: <https://www.marinetraffic.com>)

#### **2.2.10 Ellen**

Ellen adalah jenis kapal feri listrik dengan rute pelayaran yang menghubungkan wilayah Søby yang berada di pulau Ærø dan pulau Fynshav di Denmark. Ellen dirancang dengan panjang 59,50 meter, lebar 12,80 meter, dan mampu menapung 200 penumpang, 31 mobil & 5 truk dengan kecepatan 13-15,5 knot.



**Gambar. 11. Ellen**

(Sumber: <https://www.marinetraffic.com>)

Ellen memiliki dua ruang baterai yang tiap ruangan berisi sepuluh rangkaian baterai dengan kapasitas 2.150 kilowatt-jam. Ellen memiliki daya sebesar 4,3 megawatt-jam ketika terisi penuh, yang cukup untuk perjalanan pulang-pergi sejauh 22 *nautical miles* sebelum perlu diisi ulang. Kapal ini

juga memiliki dua propulsi dengan daya 750 kW dan dua motor pendorong dengan daya 250 kW, masing-masing yang dikontrol oleh *inverter DC/AC*. Sistem ini membuat kapal lebih mudah diatur dan mengurangi kebisingan gelombang secara signifikan ([www.ship-technology.com](http://www.ship-technology.com)).

### 2.3 Jenis Lambung Kapal

Lambung kapal/ *hull* adalah bagian yang berfungsi untuk memberikan daya apung pada kapal. Daya apung ini berperan sebagai kekuatan untuk menopang beban yang berasal dari penumpang dan muatan kapal. Besarnya daya apung akan mempengaruhi jumlah berat muatan yang dapat ditanggung oleh kapal tersebut (Satoto, 2019). Adapun jenis-jenis lambung kapal adalah sebagai berikut.

#### 2.3.1 Monohull

*Monohull* adalah kapal yang memiliki satu lambung. Kapal dengan lambung tunggal memiliki kelebihan dalam memotong gelombang dengan mudah. Dengan membelah melalui gelombang, bukan dengan berjalan di atas ombak, kapal jenis lambung *monohull* mampu beroperasi jauh lebih lancar melalui air. Jenis lambung tunggal yang memuat kargo memungkinkan untuk mendistribusikan berat dimana akan memberikan keseimbangan yang baik saat kapal berlayar (Siagian et al., 2022).

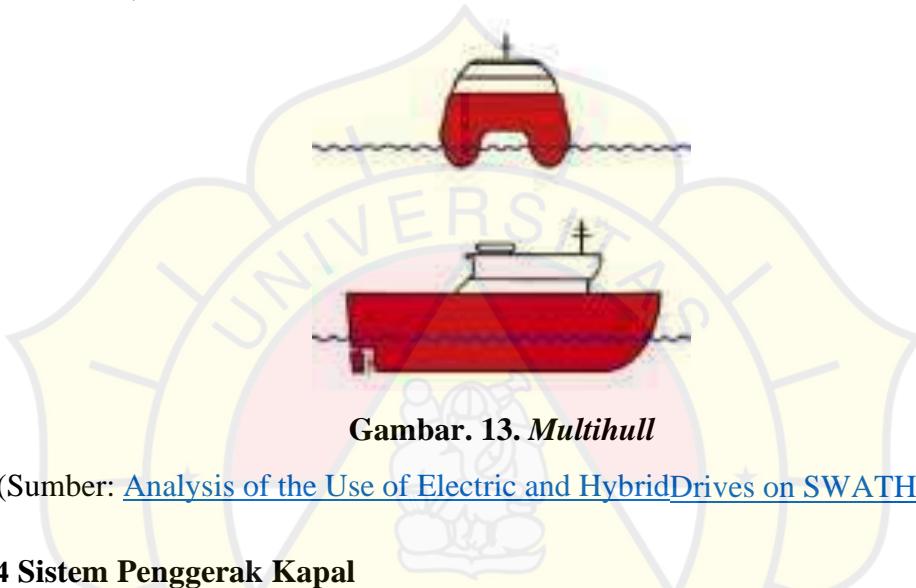


**Gambar. 12. *Monohull***

(Sumber: [Analysis of the Use of Electric and Hybrid Drives on SWATH Ships](#))

### 2.3.2 Multihull

Trimaran adalah kapal *multihull* dengan satu lambung utama dan dua lambung samping yang lebih pendek. Desain ini dikembangkan dari lambung *monohull* untuk meningkatkan kecepatan dan mengurangi tenaga yang dibutuhkan. Studi menunjukkan trimaran memiliki hambatan lebih rendah pada kecepatan tinggi dibandingkan *monohull* (Tupan & Luhulima, 2021).



**Gambar. 13. *Multihull***

(Sumber: [Analysis of the Use of Electric and HybridDrives on SWATH Ships](#))

### 2.4 Sistem Penggerak Kapal

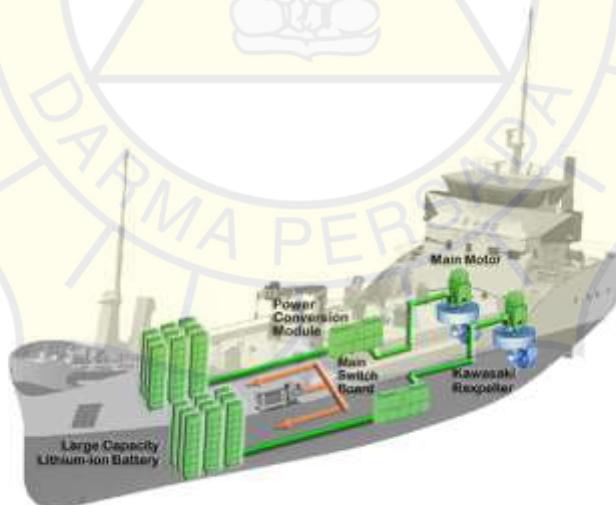
Sistem penggerak kapal juga dikenal sebagai sistem propulsi, adalah mekanisme atau sistem yang menggunakan daya dorong untuk menggerakkan kapal di dalam air. Sebagian besar kapal modern ditenagai oleh sistem mekanis yang terdiri dari mesin yang memutar baling-baling. Kata "listrik" sendiri berarti "tenaga listrik" dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), sehingga sistem propulsi listrik adalah sistem yang digunakan untuk menciptakan daya dorong yang memungkinkan kapal bergerak dengan menggunakan tenaga listrik.

Baterai merupakan sumber tenaga yang menyimpan tenaga listrik sebagai pengganti mesin induknya, dimana baterai dihubungkan dengan panel listrik, kemudian arus listrik tersebut disalurkan ke transformator, kemudian diubah melalui *converter* sehingga motor listrik dapat menggerakkan *propulsor* kapal.

Pada awalnya, sistem propulsi listrik adalah alternatif utama untuk sistem propulsi mekanik namun mahal dan tidak efisien karena memerlukan motor DC yang besar dan berat. Menurut (Putri, 2020) konsep *power station* memungkinkan kapal untuk dilengkapi dengan sistem kelistrikan berdaya tak terbatas. Hal ini dimungkinkan karena pesatnya perkembangan teknologi dalam penerapan sistem DC hingga sistem AC.

#### 2.4.1 Sistem Penggerak Baterai

Pada sistem ini baterai menyediakan semua daya listrik yang dibutuhkan kapal sama halnya dengan sistem propulsi nya yang berasal dari baterai, sehingga baterai harus memiliki kapasitas yang cukup untuk menyediakan energi yang cukup pula bagi kapal. Rata-rata, feri bertengah listrik menyediakan fasilitas pengisian daya di setiap terminal. Hal ini dilakukan agar pada saat kapal sedang melakukan bongkar muat barang dan penumpang, kapal dapat melakukan pemuatan dan pengisian ulang secara bersamaan sehingga kapal dapat beroperasi normal tanpa mengalami kehilangan tenaga di tengah perjalanan (Putri, 2020).

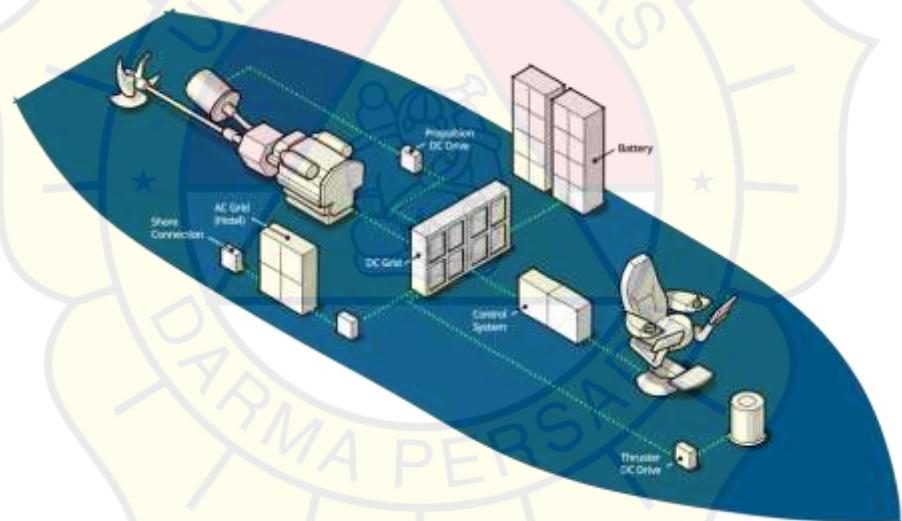


**Gambar. 14. Sistem Penggerak Baterai**

(Sumber:[https://global.kawasaki.com/en/corp/newsroom/news/detail/?f=20201008\\_6641](https://global.kawasaki.com/en/corp/newsroom/news/detail/?f=20201008_6641))

## 2.4.2 Penggerak Diesel-Listrik

Sistem penggerak ini lebih dikenal sebagai sistem hibrida. Pada kapal yang menggunakan sistem pembangkit tenaga diesel-listrik, daya tambahan yang dibutuhkan untuk pengoperasian kapal dihasilkan secara listrik. Oleh karena itu, jika sistem penggerak utama juga mengandalkan tenaga listrik, seluruh kebutuhan tenaga kapal dapat dipenuhi oleh mesin yang sama. Penggunaan beberapa generator dan baterai memungkinkan pasokan daya listrik yang stabil dan berkelanjutan. Sistem ini juga dilengkapi dengan sistem kontrol pembangkit daya untuk mengoptimalkan kinerja setiap generator. Namun sistem propulsi ini hanya dapat mencapai efisiensi 85% hingga 89% akibat adanya kehilangan daya pada setiap tahapan propulsi (Putri, 2020).



**Gambar. 15. Sistem Propulsi Diesel-Eletrik**

(Sumber: <https://www.brunvoll.no/products/electric-and-hybrid-propulsion-system-integration>)

## 2.5 Komponen Sistem Propulsi Elektrik

### 2.5.1 Baterai

Baterai merupakan suatu sel elektrokimia yang mengonversi energi kimia menjadi energi listrik. Secara umum, baterai terdiri dari dua jenis yaitu baterai primer yang hanya sekali pakai (*single use battery*) dan baterai

sekunder yang dapat diisi ulang (*rechargeable battery*). Salah satu jenis *rechargeable* baterai yang saat ini berkembang adalah baterai Lithium-Ion. Baterai jenis ini pertama kali diperkenalkan oleh seorang peneliti dari Exxon bernama M. S. Whittingham yang melakukan penelitian dengan judul “*Electrical Energy Storage and Intercalation Chemistry*”. Beliau menjelaskan mengenai proses interkalasi pada baterai lithium ion menggunakan titanium (II) sulfida sebagai katoda dan logam litium sebagai anoda. Proses interkalasi sendiri adalah proses perpindahan ion lithium dari anoda ke katoda dan sebaliknya pada baterai lithium-ion. Baterai sekunder mempunyai kelebihan seperti kestabilan penyimpanan energi yang sangat baik, umur pakai yang panjang, kepadatan energi tinggi, dan bobot yang relatif lebih ringan dibandingkan jenis baterai lainnya. Oleh karena itu, untuk bobot yang sama, energi yang dihasilkan baterai lithium dua kali lipat dari jenis baterai lainnya (Perdana, 2021).



**Gambar. 16. Super B Nomada 12V105Ah-LT**

(Sumber: <https://www.super-b.com/en/products/nomada-12v105ah-lt>)

Selain baterai lithium-ion, saat ini juga terdapat jenis baterai Nilar yang sedang berkembang. Nilar, perusahaan inovasi terkemuka dari Swedia, menetapkan standar untuk pengembangan dan pembuatan baterai dengan kinerja tinggi. Sistem baterai ini memungkinkan sistem penyimpanan energi listrik stasioner yang dapat diskalakan dengan *flexible*. Tujuan utamanya adalah untuk menyimpan lebih banyak energi yang dihasilkan. Hal ini memastikan pasokan energi listrik yang berkelanjutan dan secara signifikan

meningkatkan konsumsi energi listrik yang dihasilkan, sehingga mengurangi kebutuhan akan bahan bakar fosil dan memberikan kontribusi positif terhadap perlindungan lingkungan. Teknologi nikel logam hidrida (NiMH) atau baterai Nilar juga dikenal karena tahan lama dan aman, menjadikannya alternatif yang baik untuk baterai lithium-ion konvensional.

Nilar berkomitmen untuk menciptakan masa depan yang lebih ramah lingkungan dengan fokus pada keberlanjutan dan perlindungan lingkungan. Perusahaan ini berkomitmen untuk mendorong penggunaan sumber daya terbarukan dan mengembangkan sistem penyimpanan energi stasioner yang memenuhi persyaratan pasokan energi berkelanjutan. Inovasi teknologi dan sistem baterai berkualitas tinggi perusahaan ini membantu mengubah dunia menjadi lebih ramah lingkungan (Schultz, 2023).

Baterai merupakan bagian yang sangat penting pada kapal listrik dan kelistrikan kapal. Baterai berfungsi untuk menyimpan arus yang kemudian digunakan untuk memenuhi kebutuhan arus listrik pada penggerak utama dan peralatan listrik kapal diantaranya sistem *starter* mesin, sistem penerangan lampu-lampu *emergency* dan komponen kelistrikan nya. Keuntungan dari penggunaan baterai mencakup pengurangan emisi karbon, efisiensi tinggi dalam penyimpanan energi, serta pengurangan biaya operasional jangka panjang. Namun, tantangan seperti kapasitas penyimpanan yang cukup besar, biaya awal investasi yang tinggi, dan ketersediaan infrastruktur pengisian di pelabuhan perlu diatasi untuk mendukung penerapan teknologi ini secara luas (Prayoga, 2020).

### 2.5.2 Generator Set

Generator kapal adalah alat yang mengubah tenaga mekanik menjadi listrik untuk kebutuhan kapal. Ketika rotor berputar, kawat yang melilit memotong garis magnet, menghasilkan perbedaan tegangan yang menghasilkan arus listrik. Arus mengalir melalui kabel yang terhubung ke cincin geser, dimana sikat-sikat menghubungkan arus keluar (Ridwan et al., 2020).



**Gambar. 17. Marine Generator Set MAS 1795**

(Sumber: <https://engine-genset.mhi.com/marine-generator-set/mas-1795-1633kwe-aux-imo-3?hsLang=enM>)

### 2.5.3 Main Switch Board

*Main Switch Board* adalah rangkaian komponen listrik yang berfungsi untuk menyalakan dan mematikan mesin menggunakan tombol-tombol yang ada di panel tersebut dan juga untuk melihat temperature, *pressure*, dan rpm di layar panel (Triyas, 2021).



**Gambar. 18. Main Switch Board VZJ6303**

(Sumber: <http://en.haien-gebhard.com/product/12/>)

### 2.5.4 Converter

*Converter* adalah bagian sistem penggerak listrik yang mengonversi arus listrik bolak-balik dari *Main Switch Board* menjadi arus listrik searah.



**Gambar. 19. Converter**

(Sumber: <https://dcpoweronboard.com/dc-converters-landing/>)

### 2.5.5 Motor Driver

Motor *driver* atau pengendali motor adalah alat yang digunakan untuk mengatur arus yang disalurkan ke motor untuk mengontrol kecepatan putaran motor.



**Gambar. 20. Motor Driver**

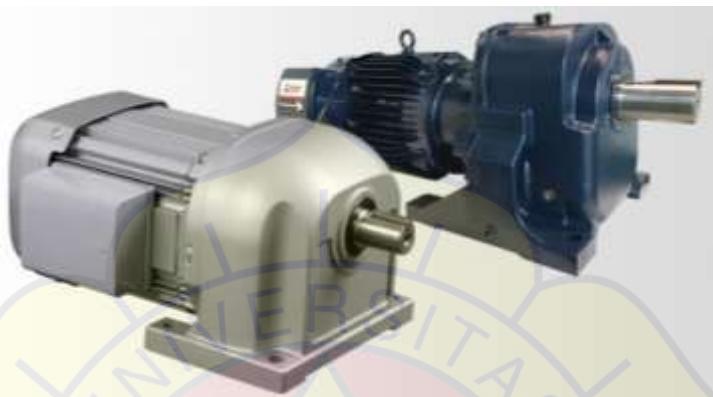
(Sumber: <https://www.electricmotorsport.com>)

Jumlah kutub, perubahan frekuensi, dan perubahan tegangan stator adalah beberapa cara *driver* dapat mengendalikan kecepatan motor induksi secara tidak langsung.

### 2.5.6 Electric Motor

Motor listrik mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, dengan memanfaatkan interaksi medan magnet dan arus dalam kumparan

sehingga menghasilkan gaya berupa torsi yang diterapkan pada poros motor. Motor ini dapat digerakkan oleh sumber arus searah (DC) atau sumber arus bolak-balik (AC). Sementara itu, generator memiliki struktur mekanik yang sama dengan motor listrik, namun berfungsi sebaliknya, mengubah energi mekanik menjadi listrik (Agung Syahrul Setiawan, 2022).



**Gambar. 21. Motor Listrik**

(Sumber: <https://www.mitsubishielectric.co.id/product/factory-automation-system/hardware/drive-product/geared-motors/geared-motors-parallel-shaft-type>)

### **2.5.7 Poros Baling-baling**

Poros baling-baling adalah bagian dari sistem propulsi listrik yang berfungsi untuk menyalurkan daya yang dihasilkan oleh *main engine* ke baling-baling/ *propulsor*.



**Gambar. 22. Poros Baling-baling**

(Sumber: <https://inameq.com/propulsion/pengelompokan-bantalan-poros-propeller-kapal/>)

### 2.5.8 Baling-baling

Baling-baling atau *propeller* berperan penting dalam pergerakan kapal, mengubah tenaga mesin menjadi dorongan melalui poros dengan kombinasi putaran dan kecepatan. Inovasi terbaru, *Controllable Pitch Propeller* (CPP), memungkinkan pengaturan sudut daun propeller sesuai kebutuhan kapal (Mohammad Danil et al., 2019).



**Gambar. 23. Baling-Baling**

(Sumber:<https://www.karyamanunggal.com/2022/07/jenis-propeller-kapal-laut-baling-baling.html>)

## 2.6 Kota Batam

Batam merupakan sebuah wilayah kecil yang berada di wilayah administrasi provinsi Kepulauan Riau. Batam adalah salah satu wilayah yang letaknya strategis di Indonesia. Batam memiliki banyak jalur pelayaran internasional dan terletak di dekat dua negara Asia Tenggara, Singapura dan Malaysia. Dengan kondisi geografis yang strategis tersebut, Batam tentunya memiliki banyak pelabuhan yang melayani distribusi barang dan penumpang antar pulau dan antar negara. Adapun pelabuhan internasional yang beroperasi di Batam meliputi:

### 2.6.1 Terminal Feri Internasional Batam Center

Terminal Feri Internasional Batam Center adalah salah satu pintu gerbang internasional yang cukup padat di Batam. Berlokasi di jalan Engku Putri Utara, Batam Center, Kepulauan Riau, 29461. Terminal ini berada di kawasan perkotaan yang mudah dijangkau, dekat dengan hotel (Harris

Hotel), Sumatera Expo, Taman Engku Putri Batam Centre dan langsung terhubung dengan Mega Mall Batam Center. Terminal Ferry Internasional Batam Center melayani kapal dengan tujuan Singapura dan Malaysia ([batamport.bpbatam.go.id](http://batamport.bpbatam.go.id)).



**Gambar. 24. Terminal Feri Internasional Batam Center**

(Sumber: <https://batamport.bpbatam.go.id/pelabuhan-penumpang/>)

#### **2.6.2 Terminal Feri Internasional Sekupang**

Terminal Feri Internasional Sekupang melayani kapal menuju Singapura setiap satu sampai dua jam sekali. Lokasi terminal domestik dan Internasional Sekupang yang berdekatan memudahkan penumpang untuk melanjutkan perjalanan ke pulau lain ataupun negara tetangga.



**Gambar. 25. Terminal Feri Internasional Sekupang**

(Sumber: <https://batamport.bpbatam.go.id/pelabuhan-penumpang/>)

Pelabuhan ini memiliki dua lantai yang dilengkapi dengan *tenant* fesyen dan kuliner, yang dapat memanjakan penumpang sembari menunggu

jadwal keberangkatan kapal. Untuk pengelolaan Pelabuhan Internasional Sekupang, BP Batam bekerja sama dengan pihak swasta, yaitu PT. Indodharma Corpora (batamport.bpbatam.go.id).

### **2.6.3 Terminal Feri Internasional Harbour Bay**

Terminal Feri Internasional Harbour Bay terhubung langsung dengan Harbour Bay Mall. Bangunan pelabuhan ini juga memiliki suasana mirip mall, karena dilengkapi dengan berbagai *tenant*. Pelabuhan ini terletak sangat dekat dengan kawasan bisnis Nagoya dan Jodoh, sehingga menjadi pilihan yang tepat untuk bepergian ke Singapura atau sebaliknya. Untuk pengelolaannya, BP Batam bekerja sama dengan PT. Citra Tritunas dalam bentuk kerja sama operasi (batamport.bpbatam.go.id)



**Gambar. 26. Terminal Feri Internasional Harbour Bay**

(Sumber: <https://batamport.bpbatam.go.id/pelabuhan-penumpang/>)

### **2.6.4 Terminal Feri Internasional Nongsapura**

Terminal Feri Internasional Nongsapura, dikelola PT. Nongsa Terminal Bahari, melayani rute ke Tanah Merah, Singapura, dan sering digunakan oleh wisatawan yang menginap di resor Nongsa atau bermain golf di akhir pekan (batamport.bpbatam.go.id.).



**Gambar. 27. Terminal Feri Internasional Nongsapura**

(Sumber: <https://batamport.bpbatam.go.id/pelabuhan-penumpang/>)

#### **2.6.5 Terminal Feri Internasional Teluk Senimba**

Terminal penumpang internasional dikelola oleh PT. Senimba Bay Resort adalah terminal internasional yang terletak di wilayah Marina City. Pada masa lalu, terminal feri ini sangat sibuk dan menjadi penghubung antara Harbourfront Ferry Terminal di Singapura dengan Indonesia. Saat ini, pelabuhan ini hanya melayani dua jadwal keberangkatan yang dioperasikan oleh Sindo Ferry. (batamport.bpbatam.go.id).



**Gambar. 28. Terminal Feri Internasional Teluk Senimba**

(Sumber: <https://batamport.bpbatam.go.id/pelabuhan-penumpang/>)

Pada perancangan ini akan dirancang sebuah kapal feri listrik dengan jenis lambung *monohull*, adapun pelabuhan yang digunakan sebagai objek penelitian adalah Terminal Feri Internasional Batam Center. Pemilihan pelabuhan ini didasarkan pada alasan keberadaan yang strategis, jumlah keberangkatan per hari yang sangat tinggi yang menjadikannya sebagai salah satu pelabuhan internasional dengan aktivitas tersibuk di Kota Batam. Keberadaannya yang vital sebagai penghubung utama antara Batam dan negara-negara tetangga, serta kapasitasnya yang besar dalam melayani lalu lintas penumpang, menjadikan Terminal Ferry Batam Center sebagai lokasi yang relevan untuk dianalisis dalam konteks penelitian ini.

