

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kapal Ferry Roro

Kapal merupakan salah satu armada angkutan yang memiliki peranan vital[2]. Kapal Ro-Ro adalah kapal yang bisa memuat kendaraan yang berjalan masuk ke dalam kapal dengan penggerakannya sendiri dan bisa keluar dengan sendiri juga, sehingga disebut sebagai kapal roll on - roll off atau disingkat Ro-Ro. Oleh karena itu, kapal ini dilengkapi dengan pintu rampa yang dihubungkan dengan moveble bridge atau dermaga apung ke dermaga.

Kapal Roro selain digunakan untuk angkutan truk juga digunakan untuk mengangkut mobil penumpang, sepeda motor serta penumpang jalan kaki. Angkutan ini merupakan pilihan populer antara Jawa dengan Sumatera di Merak-Bakauheni, antara Jawa dengan Madura dan antara Jawa dengan Bali.

Kapal yang termasuk jenis RoRo antara lain:

1. Kapal penyeberangan/ferry yang melayani lintasan tetap seperti Lintas Merak-Bakauheni, Lintas Ujung-Kamal, Lintas Ketapang-Gilimanuk, Lintas Padangbay-Lembar dan berbagai lintas lainnya.
2. Kapal pengangkut mobil (car ferries),
3. Kapal general kargo yang beroperasi sebagai kapal RoRo.

Kapal yang akan di Audit pada Tesis kali ini akan mengangkut penumpang, sepeda motor, dan Mobil dengan Rute Pelayaran Tanjung Priuk menuju Tanjung perak dengan jarak pelayaran 358 mil laut.

Kelebihan Kapal Ferry Roro dibanding kapal lain adalah :

1. Menghemat banyak waktu untuk pengiriman barang.
2. Dapat membawa banyak penumpang dan kendaraan.
3. Meningkatkan daerah wisata.

Variasi tertentu pada Sebuah Kapal Ferry Ro-ro sebagai berikut :

- ROPAX adalah singkatan roll on/ Roll off penumpang. Ini adalah kapal ro-ro yang dibangun untuk mengangkut barang kendaraan dengan akomodasi penumpang. Kapal dengan fasilitas untuk lebih dari 500 penumpang yang sering disebut sebagai pelayaran kapal feri
- Kapal ConRo adalah hibrida antara ro-ro dan kapal Kontainer. Jenis kapal menggunakan area dibawah geladak untuk penyimpanan sementara kendaraan angkutan peti kemas menumpuk diatas geladak.
- RoLo adalah singkatan dari Roll-on Lift-Off. Kapal ini juga merupakan jenis kapal hibrida dengan landai. Melayani Deck geladak kendaraan namun kargo lainnya hanya bisa diakses oleh Crane[3].



Gambar 2.1 Kapal Ferry Ro-ro

2.2 Literature Review 1 :

Industri perkapalan menunjukkan potensi untuk peningkatan efisiensi energi. Meskipun demikian, perusahaan pelayaran tampaknya enggan untuk mengadopsi langkah-langkah teknis dan operasional yang tampaknya hemat biaya ini, yang bertujuan mengurangi biaya energi. Fenomena seperti itu tidak spesifik untuk industri perkapalan dan biasanya disebut sebagai kesenjangan efisiensi energi[4]. Belum ada metrik tunggal yang dapat digunakan untuk menunjukkan keberhasilan atau kegagalan meningkatkan efisiensi secara keseluruhan. Sebaliknya, analisis komparatif dari beberapa metrik diperlukan. Selanjutnya, agar dapat berjalan, manajemen efisiensi harus mengakomodasi prioritas, tujuan, dan kendala operasi[5]. Saat ini, konsep efisiensi energi atau optimalisasi energi di kapal telah menjadi salah satu masalah utama para insinyur di seluruh dunia. Untuk meningkatkan kemampuan kapal super tanker minyak mentah itu berarti, antara lain, untuk meningkatkan kinerja energi dan mengoptimalkan konsumsi bahan bakar kapal melalui pengembangan mesin dan sistem propulsi atau menggunakan energi alternatif[6]. Untuk waktu yang lama, industri pelayaran mengandalkan Laporan Tengah Hari untuk mengekstraksi parameter utama yang diperlukan untuk menentukan kinerja kapal dan konsumsi bahan bakar, meskipun faktanya laporan-laporan ini memiliki frekuensi pengambilan sampel yang rendah (sekitar 24 jam). Saat ini, komunikasi satelit, telemetri, pengumpulan data, dan analisis memungkinkan untuk memperlakukan armada kapal sebagai satu unit[7]. Faktor daya sering diabaikan dalam kekuatan kapal sistem di mana motor listrik banyak digunakan untuk menggerakkan berbagai mesin dan mengoperasikan berbagai proses. Dengan mengurangi daya reaktif yang dihasilkan oleh pembangkit listrik melalui koreksi faktor daya (PFC), tidak hanya efisiensi sistem operasi dan target ekonomi yang ditingkatkan tetapi emisi gas rumah kaca juga telah berkurang[8]. Perbandingan / peringkat energi digunakan untuk menilai kinerja suatu aset terhadap yang setara dengan yang terbaik di kelasnya. Dalam banyak kasus, padanan terbaik di kelasnya didefinisikan dalam format standar[9]. Fluktuasi harga bahan bakar dan peraturan

emisi yang lebih ketat yang dikenakan oleh IMO adalah faktor utama yang mempengaruhi industri pelayaran maritim selama beberapa tahun terakhir dan membuat perusahaan pelayaran, penyewa, dan pemilik kapal menemukan cara untuk mengurangi dan mengoptimalkan konsumsi bahan bakar[10]. Efisiensi energi kapal dapat ditingkatkan dan emisi karbon dapat dikurangi menggunakan teknologi. Perubahan operasional juga dapat digunakan, misalnya, pengurangan kecepatan kapal. Kedua intervensi tersebut memiliki konsekuensi untuk operasi komersial kapal[11]. Meskipun efek pengurangan biaya dari beberapa teknologi baru telah mapan, perusahaan tampaknya enggan untuk berinovasi meskipun ada keuntungan finansial dan sosial, sebagai akibat dari apa yang disebut sebagai kesenjangan efisiensi energi[12], Sedangkan untuk Kapal-kapal Standard banyak disarankan menggunakan energi yang ramah lingkungan dan Metode Penghematan energinya hanya dengan menggunakan metode Survey saja[13].

Tabel 2.1 Literature Review 1

No	Items Penulis	Tipe Kapal/ Perusahaan Pelayaran	Mesin Penggerak Utama	Sistem Propulsi,dan Kelistrikan	Bahan Bakar	Metode Audit
1.	Philip J. Balou et.al [2]	Dry Cargo Carrier, Liquid Tanker, Ferry Roro	Turbine Gas	Contra Rotating Propeller (CRP)	Gas Fuel (LNG)	Kualitatif & Kuantitatif
2.	Hannesh Johnson et.al [3]	Shipping Company	-	-	-	Snow Baling Methods
3.	Ramy El Geneidy et.al [4]	Cruise Ship	Diesel Electric	Fixed Pitch Propeller (FPP)	HFO	Dual Pressure Steam System Concept / ORC (Organic Rankine Cycle)
4.	C. Faitar [5]	VLCC	Diesel Genset, Turbo Genset	Controllable Pitch Propeller (CPP)	HFO	Kualitative/Kuantitative/CFD
5.	Spandonidis Christos [6]	Vessel Speed	Diesel Electric	Integrated Propeller & Rudder (IPR)	HFO	Metode Kualitative, dan Kuantitative, SW System Testing
6.	Chun Lien-Su et al [7]	Vessel Standard	Diesel Electric	Fixed Pitch Propeller / Contra Rotating Propeller	HFO	Metode Sistem PFC (Koreksi Faktor Daya)
7.	Z Bazari [8]	Vessel Standard	Diesel Electric, Turbin gas, dll	Fixed Pitch Propeller/ Contra Rotating Propeller/Contrallable Pitch Propeller	HFO / MDO	Metodologi dasar, Indikator Kinerja Utama (KPI)
8.	Yasser Shafifi, Hassan Ghasemi,	Vessel Standard	Diesel Electric	Fixed Pitch Propeller, Stern	HFO/MDO	Mengganti mesin diesel

	Hamid Zanganeh [9]			Thunnel		dengan tenaga angin, tenaga matahari, dan ombak.
9.	Tappas Malick [10]	Tanker	Wind / Solar PV	Fixed Pitch Propeller	-	Mengoptimalkan Ukuran Sistem Penyimpanan Energi (ESS)
10.	TWP Smith [11]	Vessel Standard	-	-	Bahan bakar alternatif.	Pengurangan Kecepatan
11.	Michelle Acciaro [12]	Vessel Standard	-	-	LNG, Wind, Solar PV	Metode Survey

2.3 Literature Review 2 :

Untuk Tujuan Penelitian Kedua, Penulis akan Mereview Kembali dari Beberapa Jurnal Potensi Penghematan Energi yang telah dilakukan dikapal. Berikut adalah Hasil Analisanya : Untuk Kapal Oil Tanker dengan Menggunakan Metode SEEMP dapat mengurangi pengurangan Emisi Gas Buang 3,3% [14]. Sedangkan Pada Kapal Bulk Carrier jika metode SEEMP digunakan dapat mengurangi emisi gas buang 2,7%[15]. Untuk Kapal Oil Tanker dengan Menggunakan Metode Mannen (Efisiensi Rute Pelayaran) dapat menghemat bahan bakar 6,91 – 11,01%[16]. Manajemen Kapal yang baik dapat mengurangi Kebutuhan Bahan Bakar di Kapl [17]. Pada Kapal LNG dengan menggunakan Metode EEDI dapat mengurangi gas buang 4,57%[18]. Dengan Menggunakan Metode Fuzzy – AHP dapat dilakukan Analisa untuk potensi penghematan energi 0,5 – 20%[19]. Pada Kapal Besar dengan Menggunakan Metode TDM dapat mengurangi emisi gas buang sebesar 3%, dan dapat menghemat bahan bakar 4-13% [20]. Dengan Energi Monitoring Sistem yang baik Kebutuhan Bahan Bakar dapat di Optimalkan di Kapal [21]. Metode Konseptual Model pada Kapal Kontainer dapat membantu penghematan energi pada Kapal [22]

Tabel 2.3 Literature Review 2

No	Item Penulis	Jenis Kapal	Metode	Bahan Bakar	Pengurangan Emisi Gas Buang	Potensi Penghematan Energi
1.	Sepideh Jafarzadeh et.al [14]	Oil Tanker	SEEMP	Angin, Ombak	3,3%	-
2.	Tien Anh Tran et.al [15]	Bulk Carrier	SEEMP	Diesel, HFO, LPG, LNG	2,7 %	-
3.	Ruihua Lu et.al [16]	Oil Tanker	Metode Mannen	HFO	-	6,91 – 11,01 %
4.	Rene Taude Poulsen [17]	Large Vessel	Ship Management	HFO	-	-
5.	Ekanem attach et.al [18]	LNG	EEDI	Gas/HFO/MDO	4,57 %	-
6.	E. Bal Besicki [19]	Large Vessel	Fuzzy - AHP	HFO	-	0,5 – 20%
7.	Nishatabbas Rehmatulla [20]	Large Vessel	Tailored Design Method (TDM)	HFO/MDO	3%	4 – 13 %
8.	Martin Viktorelius et.al [21]	Large Vessel	Ship Management, ESP	HFO	-	2,5 %
9.	Marie Lutzen et.al [22]	Container	Conceptual Model	HFO	-	-

Dari Literature Review diatas dapat disimpulkan bahwa memang belum ada Metode yang menghitung secara detail, potensi penghematan energi di Kapal.

2.4 Sistem Kelistrikan di Kapal

Generator berfungsi sebagai sumber energi untuk berbagai kebutuhan listrik di kapal, dimana kapasitas dan jumlah yang diperlukan disesuaikan dengan kebutuhan listrik tersebut antara lain : Pompa-pompa, penerangan, serta keperluan-keperluan lain sehingga kapal dapat beroperasi dengan baik [23].

Sumber tenaga listrik diatas kapal dapat di bagi menjadi :

- Sumber listrik utama
- Sumber listrik darurat (emergency)

Pemakaian beban listrik pada beberapa kondisi pelayaran :

- Kondisi saat olah gerak
- Kondisi saat berlayar
- Kondisi saat Berlabuh

2.5 Jenis – Jenis Rating Pada Generator

Klasifikasi Rating Pada Generator : Tugas servis adalah berapa banyak beban yang akan diterapkan pada engine dan berapa lama dalam periode waktu yang telah ditentukan. Ada tiga tugas layanan utama pada Generator yaitu : Intermitten, Prime, dan Continuous [24]. ISO 8528 dan ISO 3046/1 memberi definisi tentang pelayanan rating tersebut yaitu [25] :

1. Intermitten

Generator Intermitten atau Standby termasuk dalam tipe light duty, sesuai dengan nama yang dimiliki jenis genset ini memiliki kapasitas mesin genset yang ditetapkan dengan perkiraan mesin genset akan jarang dioperasikan. Karena mesin genset jarang digunakan, maka suhu yang akan muncul tentu dingin karena mesin memiliki banyak waktu untuk beristirahat. Untuk itu material yang dimiliki oleh genset standby ini tidak terlalu kokoh seperti genset prime, masih terdapat beberapa komponen yang terbuat dari bahan plastik dengan perkiraan pengoperasian hanya berkisar 2-4 jam saja perhari. Beban yang dapat digunakan tidak boleh lebih besar dibandingkan kapasitas yang ada pada mesin genset, tapi ketahuilah bahwa kapasitas siaga yang ada pada mesin genset standby lebih besar dibandingkan mesin genset prime sekitar 5-10%.

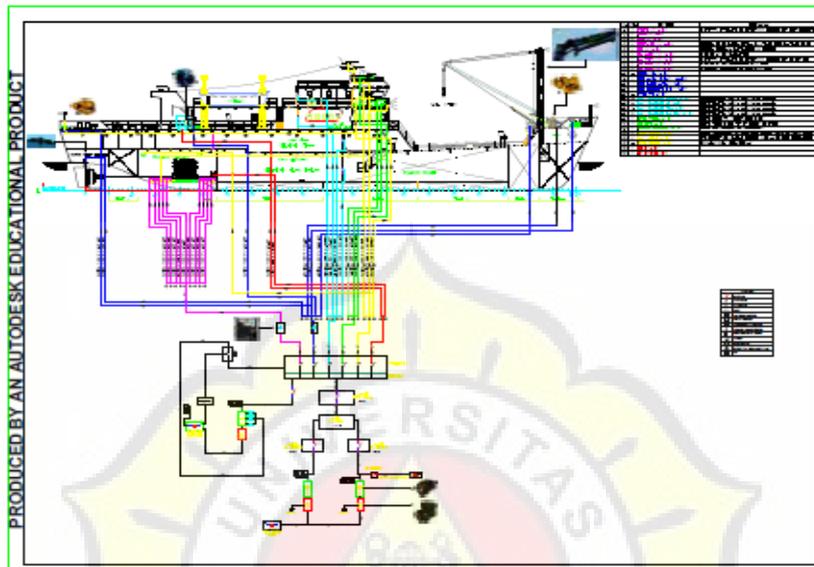
2. Prime

Genset prime adalah tipe industrial atau medium duty. Anda dapat menggunakan genset prime ini dengan kapasitas beban yang dapat ditanggung genset tanpa mengenal batas waktu. Beban dari mesin genset ini juga bisa naik dan turun karena terdapat beban kejutan, namun total beban dari mesin genset ini hanya berada pada 60-70% dari nilai kapasitas utama yang ada. Genset prime ini adalah jenis kapasitas genset yang paling sering ditawarkan oleh distributor genset karena jenis genset ini bernilai standard. Walaupun sebenarnya beban yang digunakan bisa sampai 100% dari nilai kapasitas, tapi untuk total waktu pun terbatas yaitu maksimal 8 jam perhari. Untuk material yang dimiliki oleh genset prime ini memang berat tapi tidak terlalu kokoh, meskipun begitu jenis genset ini tetap tahan panas yang disebabkan saat mesin beroperasi.

3. Continuous

Genset Continuous adalah jenis Genset yang dapat beroperasi terus menerus selama satu tahun dengan beban 100% selama 24 jam dalam waktu 1 tahun.

2.6 Jalur Sistem Bahan Bakar untuk Penyaluran Sistem Kelistrikan



Gambar 2.2 Diagram Kelistrikan di Kapal

Permesinan Pada Kapal dibedakan menjadi 2 yaitu :

1. Main Engine (Penggerak Utama Kapal)

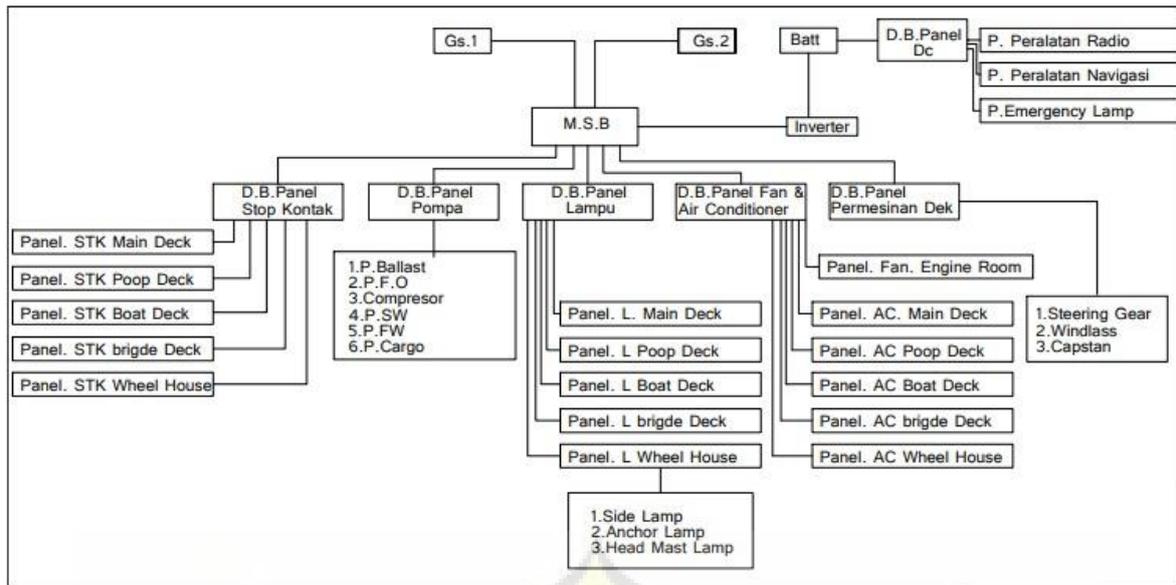
Jalur Sistem Propulsi di Kapal : Main Engine – Flange to Flange (Kopling) – Gearbox – Flange to Flange (Kopling) – Main Shaft – Intermediete Shaft – Stern Tube – Propeller (Baling – Baling)

2. Auxiliary Engine (Permesinan Bantu di Kapal)

Jalur Sistem Auxiliary Engine di Kapal : Tangki Bahan Bakar – Bahan Bakar – Generator – Komponen Peralatan Permesinan Bantu.

Pada gambar dapat dijelaskan di Kapal menggunakan 4 Buah Generator. Dimana : 2 Buah Generator digunakan sebagai Generator Utama, dan 2 Buah Generator digunakan sebagai Generator Cadangan. Pada Generator Utama Sistem bahan Bakar menyalurkan bahan bakar ke Generator untuk menyuplai listrik pada Auxiliary Engine (Komponen Permesinan Bantu di kapal). Sedangkan generator cadangan digunakan untuk komponen peralatan tertentu, dan saat keadaan emergency.

2.7 Jalur Main SwitchBoard Single Line Plant Pada Kapal



Gambar 2.3 Main Switchboard Single Line Plant

Pada gambar diatas dapat diketahui bahwa kapal memiliki 2 buah generator. Daya dari generator dialirkan ke Main Switchboard, kemudian dialirkan menuju panel – panel. Dari Panel – Panel tersebut dialirkan untuk menggerakkan pompa, lampu, pendingin, permesinan deck, dan lain sebagainya.

2.8 Standar Iluminasi Ruangan di Kapal

Setiap lampu memiliki karakteristik pencahayaan yang berbeda-beda. Lumen adalah karateristik lampu yang menandakan besaran iluminasi yang dihasilkan dari tiap-tiap lampu. Direncanakan pada kapal menggunakan marine lamps dan marine fluorescent lamps. Berikut adalah beberapa spesifikasi lampu marine (marine lamps) dan lampu marine fluorescent [26]. berdasarkan Japan Marine Standards JIS F 8407 dan JIS C 7601. 4.

a. Faktor Utilisasi [UF]

Fluks cahaya yang dapat mencapai bidang datar selalu kurang dari lumen keluaran lampu karena sejumlah tertentu cahaya akan diserap oleh berbagai macam tekstur permukaan. Diasumsikan faktor utilisasi = 0,7.

b. Faktor Rugi cahaya [LLF]

c. Cahaya keluaran dari sebuah luminari akan berkurang seiring dengan bertambahnya usia pemakaian karena terjadinya akumulasi debu dan kotoran pada lampu. Faktor ini berkisar 0,8-0,9. Diasumsikan faktor rugi cahaya 0,8.

Berdasarkan data diatas, maka dapat ditentukan jumlah lampu tiap ruangan serta daya yang dibutuhkan untuk penerangan dalam kapal.

