

STUDI LITERATUR TINJAUAN PENGGUNAAN GENERATOR PACKAGE SET DARURAT PADA SEBUAH KAPAL

Danny Faturachman¹, Shahrin Febrian²

^{1,2}Dosen Fakultas Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada

ABSTRAK

Landing Craft Tank (LCT) is a type of attack landing craft to ship tanks on the waterfront. In general, LCT 415 Gross Tonnage (GT) ships are not ready to sail using emergency generators. According to Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) rules, only ships with more than 500 GT are required to have an emergency generator package. However, for the LCT 415 GT to gained higher level of safety, the ship is equipped with an emergency generator package installation. This generator is used as an electric power source which is used by the ship's compass in off condition. The purpose of this study wants to learned the electrical power requirements on the LCT 415 GT to determine the required emergency generator package specifications and provide an overview of the generator's placement on the main deck. Emergency generator packages are arranged to improve ship safety, crew and cargo. In an emergency, LCT 415 GT ships required a total power of 29,9408 kW. The basic package of emergency generator set selection is based on the total emergency power following BKI regulations as well as the generator safety engine package set when extreme weather conditions.

Keyword: BKI Regulation, Emergency Generator Package Set, LCT 415 GT

LATAR BELAKANG

Generator adalah merupakan permesinan bantu di kapal berfungsi untuk menyuplai segala kebutuhan listrik yang ada diatas kapal. Sedangkan genset atau generator set adalah salah satu mesin yang dapat merubah energi panas (hasil pembakaran) menjadi energi mekanik (gerak), sebagai bahan bakarnya menggunakan minyak yang berkadar rendah (solar) dan untuk membakar minyak tersebut menggunakan udara bertekanan tinggi. Untuk membangkitkan listrik sebuah mesin diesel menggunakan generator dengan sistem penggerak tenaga diesel. Pada kapal, genset biasa digunakan sebagai sumber tenaga untuk berbagai kebutuhan elektrik pada kapal seperti lampu, alat navigasi, pompa, dan berbagai peralatan lainnya.

Kondisi *black out* pada kapal adalah suatu kondisi dimana sumber tenaga penggerak utama, permesinan bantu, dan peralatan lainnya pada kapal tidak beroperasi karena tidak adanya pasokan listrik yang disebabkan oleh kegagalan pada sistem kelistrikan. Apabila *black out* terjadi pada kapal, diperlukan generator set yang mampu memasok listrik ke peralatan-peralatan krusial pada kapal. Berdasarkan regulasi BKI Vol IV Section 3, kapal dengan ukuran 500 GT diwajibkan untuk memasang generator set untuk kondisi emergency. Kapal LCT 415 GT tidak diwajibkan untuk memasang emergency generator set. Namun pemasangan generator set diperbolehkan untuk meningkatkan nilai keselamatan. Sistem pada generator set dibuat aktif secara otomatis agar kapal tidak berada dalam kondisi *black out* dalam waktu yang lama. Maka dari itu penulis memilih judul dengan tema tersebut.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Sistem Pembakaran Mesin

Berdasarkan klasifikasi, sistem pembakaran mesin terbagi menjadi empat, yaitu:

- a. Berdasarkan kegunaan
Mesin dikategorikan berdasarkan cara penggunaannya, seperti penggunaan propulsi kapal dan alat pembantu pada kapal, penggunaan generator, kompresor dan pompa pada industri. Pada skala internasional, sistem pembakaran mesin untuk pembangkit tenaga akan terus menjadi adaptasi dari produsen produksi tinggi otomotif, traksi dan mesin kelautan.
- b. Berdasarkan kecepatan
Klasifikasi ini sangat umum digunakan dikarenakan kecepatan putaran poros engkol pada dasarnya menentukan bobot dan ukuran mesin dalam kaitannya dengan daya keluarannya.
- c. Berdasarkan desain
Mesin dapat di subklasifikasi sehubungan dengan fitur desain yang digunakan, yaitu:
 - a. Siklus kerja (*four-stroke* atau *two-stroke*)
 - b. *Piston action/piston connection*
 - c. Pengaturan silinder
 - d. Jenis bahan bakar yang digunakan (seperti cairan, gas, *dual fuel*, dan lain-lain)
 - e. Cara udara dimasukkan ke dalam silinder (baik pada tekanan *ambient* atau tekanan tinggi)
- d. Berdasarkan ukuran
Klasifikasi berdasarkan ukuran saling berhubungan dengan berbagai faktor, seperti dimensi silinder, jumlah silinder, kecepatan dan tekanan efektif rata-rata.

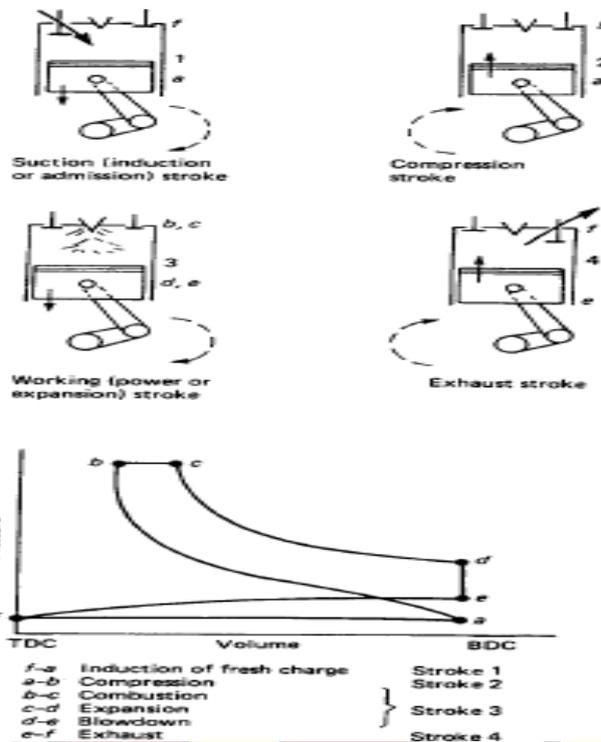
2.2. Siklus Kerja

Mesin pembakaran dapat berupa penyalaan sendiri atau pengapian tidak langsung. Perbedaan yang menonjol antara proses pembakaran akan dijelaskan nanti.

Kompresi pengapian dan mesin percikan dapat diatur untuk berjalan di salah satu dari dua siklus tersebut. Ini secara diagram diwakili dalam Gambar 1. dan Gambar 2.; bersama dengan diagram indikator yang sesuai, yang menggambarkan peristiwa dalam silinder mesin selama setiap siklus.

Dalam siklus empat langkah pengapian bahan bakar terjadi di setiap revolusi poros engkol lainnya. Mesin yang menggunakan siklus ini bekerja dari bahan bakarnya selama satu langkah dalam empat langkah (Gambar 2.). *Stroke* bekerja sekali dalam setiap dua putaran. Sebaliknya, mesin dua langkah memiliki gerakan yang baik di setiap putaran poros engkol (Gambar 2.).

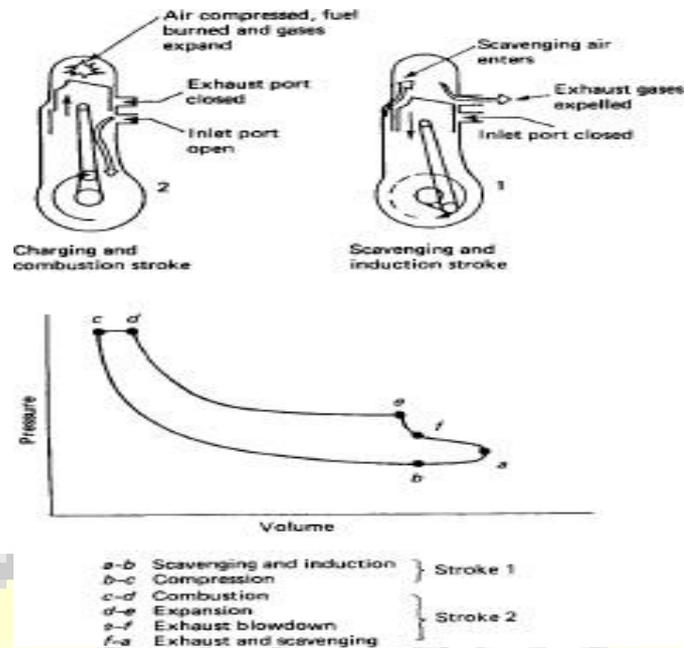
Walaupun mesin dua langkah umumnya lebih ringan dan lebih kecil ukurannya daripada mesin empat langkah dengan *output* yang sama, karena mesin dua langkah memiliki tenaga dua kali lebih banyak, begitupun mesin empat langkah akan menghasilkan tenaga dua kali lipat.



Gambar 1. *Four-Stroke Cycles*

Downstroke mesin dua langkah menggabungkan tenaga dan pembuangan uap. Saat *port intake* dan *exhaust* dibersihkan oleh *piston*, terjadi pencampuran udara segar dan gas yang terbakar. Tidak semua gas terbakar habis, yang mencegahmuatan udara segar lebih besar diinduksi ke dalam silinder. Oleh karena itu, *stroke* daya yang dihasilkan memiliki daya dorong yang lebih sedikit.

Pada mesin empat langkah, hampir semua gas yang terbakar dipaksa keluar dari ruang bakar oleh *piston* yang bergerak ke atas. Ini memungkinkan hampir campuran udara/bahan bakar penuh untuk memasuki silinder, karena *stroke piston* dikhususkan untuk induksi campuran. Oleh karena itu, *power stroke* menghasilkandaya yang relatif lebih besar daripada *two-cycle counterpart*.



Gambar 2. Two-Stroke Cycles

2.2.1. Siklus Empat Langkah

Dalam siklus empat langkah, udara ditarik ke dalam silinder melalui katup masuk saat piston bergerak ke bawah dalam langkah hisapnya seperti pada Gambar 2.1. Katup masuk menutup dan piston bergerak ke atas untuk mengompres udara di dalam silinder. Dekat akhir langkah ini, bahan bakar disemprotkan ke dalam silinder. Tekanan udara dikompresi memastikan bahwa suhu yang cukup tinggi dicapai dalam silinder untuk memberikan pengapian spontan yang cepat dari bahan bakar yang disuntikkan. Pada akhir langkah, katup buang menutup, katup masuk terbuka, dan siklus empat langkah diulang.

2.2.2. Siklus Dua Langkah

Mesin dua langkah dapat menggunakan katup atau mereka dapat menggunakan port di dinding silinder. Silinder dari tipe yang terakhir ditunjukkan secara diagram pada Gambar 2.2. Pergerakan ke bawah piston pada langkah kerja menyingkap port saluran buang dan lubang masuk. Ini memungkinkan udara pembilasan, yang sebelumnya telah dimasukkan ke sisi bawah piston melalui port inlet, untuk mengeluarkan gas buang melalui port exhaust. Piston naik mencakup kedua port. Udara dikompresi dan dipanaskan dengan cepat, dan diinjeksi bahan bakar, seperti pada siklus empat langkah. Langkah kerja kemudian dimulai. Perhatikan, bahwa beberapa bahan bakar baru hilang dengan gas bekas; dan bahwa beberapa gas tetap berada dalam silinder, untuk mencemari muatan bahan bakar segar berikutnya.

2.2.3. Generator

Generator adalah mesin listrik yang merubah energi mekanik menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip induksi magnet. Generator memiliki dua jenis, yaitu generator AC dan generator DC.

2.2.3.1. Generator AC

Prinsip induksi magnet adalah saat sebuah konduktor digerakkan pada medan

magnet sehingga konduktor memotong *flux magnetic* menimbulkan tegangan. Peristiwa ini menimbulkan listrik dalam siklus: positif-nol-negatif-nol (AC) atau disebut *alternator* adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mengkonversi energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik (elektrik) dengan perantara induksi medan magnet. Prinsip dasar *generator* arus bolak-balik menggunakan hukum Faraday yang menyatakan jika sebatang penghantar berada pada medan magnet yang berubah-ubah, maka pada penghantar tersebut akan terbentuk gaya gerak listrik. Listrik AC dihasilkan dari hasil induksi elektromagnetik, sebuah belitan kawat yang berdekatan dengan kutub magnet permanen. Kutub permanen diputar pada sumbunya, maka diujung-ujung belitan timbul tegangan listrik yang ditunjukkan oleh penunjukan jarum V meter. Jarum V meter bergoyang ke arah kanan dan ke kiri, ini menunjukkan satu waktu polaritasnya positif, satu waktu polaritasnya negatif. Perubahan energi ini terjadi karena adanya perubahan medan magnet pada kumparan jangkar (tempat terbangkitnya tegangan pada *generator*). Kumparan medan pada *generator* AC terletak pada *rotor*nya sedangkan kumparan jangkarnya terletak pada *stator* seperti pada gambar berikut:

Generator AC

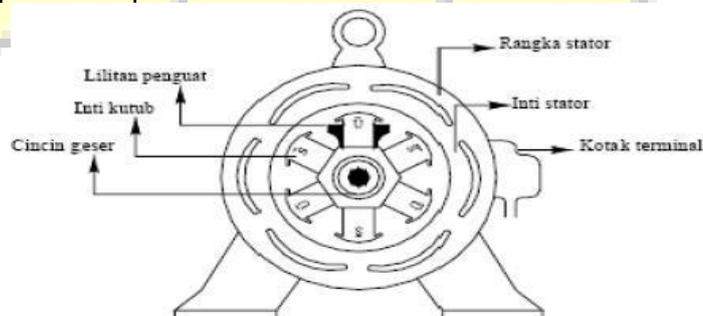


Gambar 3. *Generator AC* dengan Rotor sebagai Penghasil Tegangan

Generator terpasang satu poros dengan motor diesel, yang biasanya menggunakan *generator sinkron (alternator)* pada pembangkitan. *Generator* ini kapasitasnya besar, medan magnetnya berputar karena terletak pada *rotor*. Berikut adalah konstruksi *generator AC*:

1. Rangka *stator*
2. *Stator*
3. *Rotor*
4. Cincin geser
5. *Generator* penguat

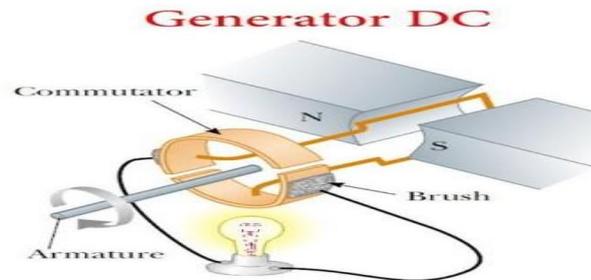
Pada umumnya *generator AC* ini dibuat sedemikian rupa, sehingga lilitan tempat terjadinya GGL induksi tidak bergerak, sedangkan kutub-kutub akan menimbulkan medan magnet berputar. *Generator* itu disebut dengan generator berkutub dalam, dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 4. Konstruksi *Generator Berkutub*

2.2.3.2. Generator DC

Generator DC adalah alat konversi energi mekanis berupa putaran menjadi energi listrik arus searah (Ref. 16, Hal. 2). Energi mekanik digunakan untuk memutar kumparan kawat penghantar di dalam medan magnet. Pada kapal biasanya digunakan *generator AC* atau lebih dikenal dengan istilah *alternator* seperti pada gambar:



Gambar 5. *Generator DC* dengan Rotor sebagai Penghasil Tegangan lalu disalurkan dengan Sebuah Kawat Angker Penghantar Listrik

2.2.4. Persamaan dan Perbedaan Generator AC dan DC

Generator DC maupun *AC* memiliki konstruksi dasar berupa konduktor sebagai penghasil tegangan dan sebuah bagian yang menghasilkan medan magnet. Sebagai representasi dari kedua bagian tersebut, setiap *generator* memiliki *rotor* dan *stator*. *Rotor* merupakan bagian yang berputar dan *stator* merupakan bagian yang diam. Pada *generator DC*, penghasil tegangan adalah *rotor* sedangkan pada *generator AC*, baik *rotor* maupun *stator* dapat menghasilkan tegangan.

Untuk *generator AC* dengan *rotor* sebagai penghasil tegangan, konstruksi hampir sama dengan *generator DC* hanya saja tegangan yang dihasilkan tidak disearahkan dengan komutator melainkan langsung dialirkan melalui *slip ring* dan arus penguat dialirkan menuju bagian *stator*. *Generator* dengan tipe seperti ini biasanya digunakan untuk memasok kebutuhan listrik yang tidak besar. Untuk *generator AC* dengan *stator* sebagai penghasil tegangan, arus penguat dialirkan menuju *rotor* sehingga saat *rotor* berputar, terjadi medan putar. Keuntungan sistem ini adalah tegangan yang dihasilkan dapat langsung dihubungkan dengan beban listrik dan dapat mengurangi resiko *short circuit* karena tidak menggunakan *slip ring* ataupun sikat arang sebagai pengalir tegangan yang dihasilkan, karena *slip ring* dan sikat arang merupakan komponen yang sulit untuk diisolasi.

2.2.4.1. Generator Set

Generator set memiliki prinsip kerja mengubah energi mekanik menjadi energi listrik, maka diperlukan penggerak untuk memutar rotor *generato*. Sumber energi mekanik ini dapat berupa turbin uap, turbin air, ataupun motor diesel. Gabungan antara *generator* dengan penghasil energi mekaniknya disebut dengan generator set.

2.2.5. Black Out/Keadaan Darurat pada Kapal

Black Out adalah kondisi dimana listrik mengalami suatu gangguan atau masalah yang terjadi akibat kelebihan, ketidakmampuan suatu tegangan listrik dan arus yang mengalir terlalu tinggi atau besar. Contoh gagalnya sistem kelistrikan ini cukup banyak, seperti genset utama mengalami kerusakan, peralatan sistem kontrol mengalami kerusakan, *short circuit*, dan lain-lain.

2.2.6. Regulasi Biro Klasifikasi Indonesia

Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) adalah agen klasifikasi nasional yang bertugas membuat klasifikasi kapal komersial di Indonesia maupun kapal asing yang beroperasi secara teratur di perairan Indonesia. BKI didirikan dengan menerapkan standar teknik dalam kegiatan desain dan konstruksi serta survei maritim terkait dengan fasilitas terapung, termasuk kapal dan konstruksi lepas pantai. BKI melakukan klasifikasi kapal berdasarkan konstruksi lambung, mesin dan instalasi listrik dalam upaya untuk mengevaluasi kemampuan kapal untuk berlayar.

3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode penelitian deskriptif dengan berdasarkan kepada:

1. Pengumpulan data.

Pengumpulan data penelitian dilakukan dengan pengajuan permintaan data ke pemilik kapal LCT Trijaya Bravo 415 GT.

2. Analisis data.

Data yang diperoleh dari pemilik digunakan sebagai referensi untuk melakukan studi literatur desain kapal. Kemudian, data diolah menggunakan *Excel* untuk mendapatkan nilai perhitungan beban listrik untuk kapal LCT 415 GT. Data tersebut dipakai sebagai dasar pemilihan *generator package set* yang sesuai.

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Pengujian pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Komputer Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada yang dilaksanakan pada bulan Maret sampai Juli 2020.

3.2. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.2.1. Data Kapal

Data-data yang diperlukan untuk memenuhi tugas akhir ini didapatkan dengan pengajuan permohonan data ke perusahaan *owner* kapal yang sedang diteliti. Setelah itu didapatkan data kapal sebagai berikut :

- | | | |
|----|---------------------------|--|
| 1. | <i>Ship Name</i> | : LCT. TRIJAYA BRAVO |
| 2. | <i>Ship Type</i> | : <i>Ships for the Carriage of Motor Vechicles</i> |
| 3. | <i>Length Over All</i> | : 56,15 M |
| 4. | <i>Length Water Line</i> | : 52,00 M |
| 5. | <i>Length Between P.P</i> | : 50,50 M |
| 6. | <i>Breadth Moulded</i> | : 9,40 M |
| 7. | <i>Depth Moulded</i> | : 2,85 M |
| 8. | <i>Gross Tonage</i> | : 415 Ton |
| 9. | <i>Main Generator</i> | : 2 <i>Units gensets operated, AC 380V/220V, 3Ph, 50Hz 4 Wire 100 Kw, 125KVA, 190A</i> |

3.2.2. Hasil Analisa Perhitungan Kebutuhan Daya dalam Keadaan *Emergency*

Tabel 1. Kebutuhan Daya Pada Kondisi Darurat
Sumber: perhitungan pribadi

No.	Peralatan	Daya (kw)	Jumlah	Total Daya (kw)	Merk	Type
1	Radio equipment	0,5	1	0.500	JRC	JSS-2500
2	Giro kompas dan pilot	0,05	1	0.050	JRC	APLHATRON Marine
3	Echo Sounder	0,3	1	0.300	Furono	LS 6100
4	General Alarm	0,05	1	0.050	Aqualarm	
5	Integratede Communication	0,06	1	0.060	JRC	Aplhaconnect 48
6	Radar	4	1	4.000	JMA	JMA-1032
7	AIS and motor horn	0,05	1	0.050	JRC	JHS-183
	Navigation Devices			5.010		
1	Mast Head Light	0,04	1	0.040	WISKA	AS-760-WH-24-PB
2	Acnhor Light	0,01	1	0.010	EVAL	
3	Port Sidde Light (red)	0,0008	1	0.008	OSCULATI	
4	Stern Light	0,13	1	0.130	WISKA	DAS-760-WH-230/230-PB
5	StarBoard Side Light (green)	0,025	1	0.025	VETUS	SB55VN
6	Morse Light	0,01	1	0.010	PERKO	
7	Search Light	1	1	1.000	HALOGEN	PSHR-1K
8	Emergency Lightning	0,048	20	0.960	KHJ	Ex-KSF481200
	Navigation Lightning			2.175		
9	Fire and smoke detector	0,0035	10	0.035	Squashni	
10	Fire alarm sytem Alarm & Detector	0,37	1	0.370	Minerva	
				0.405		
11	Exhaust Blower Fan	1,5	2	3.000	Hi-Sea	CWL-180G
12	Supply Blower Fan	2,2	2	4.400	Hi-Sea	CWL-200G
	Ventilation Engine Room			7.400		
13	Exhaust Blower Fan	0,06	1	0.060	Hi-Sea	CWL-100D
14	Supply Blower	0,09	1	0.090	Hi-Sea	CWL-100G

	Fan					
	Ventilation For Galley			0.150		
15	Exhaust Blower Fan	0,12	1	0.120	Hi-Sea	CWL-160D
16	Supply Blower Fan	0,37	1	0.370	Hi-Sea	CWL-180D
	Ventilation Steering Room			0.500		
17	Transfer Fuel Pump	1,5	1	1.500	Azcue	CA-80/7A
18	Oily Water Separator	0,8	1	0.800	RWP-VEOLIA	0.1
19	Pompa Dinas Umum & Kebakaran	4	3	12.000	Azcue	CA-50/5A
	Pump			14.300		
TOTAL					29.940 kW	

3.3.3. Pemilihan *Emergency Generator Set*

Emergency generator set merupakan permesinan bantu yang merubah energi mekanik menjadi energi listrik dalam kondisi darurat. Dasar pertimbangan dalam pemilihan mesin *emergency generator set* adalah total daya perangkat kapal yang dibutuhkan disaat darurat sesuai dengan regulasi BKI *Volume IV Section 3 Power Supply Installation*. Berdasarkan hasil perhitungan, kebutuhan daya dalam kondisi darurat pada kapal LCT 415 GT adalah 29,940 kW. Perkins *emergency generator set* memiliki spesifikasi daya 30 kW dalam sistem 3-phase. Hal ini menunjukkan bahwa mesin ini dapat digunakan sebagai salah satu *emergency generator package set* untuk kapal LCT 415 GT. Selain itu, mesin ini memiliki *casing* pada generator, yang dapat menjamin keamanan mesin *generator* dalam kondisi cuaca ekstrim. Berikut dibawah ini spesifikasi mesin *generator package set* merk Perkins.



Gambar 6. Perkins *Emergency Generator Set*
Sumber: Perkins

Tabel 2 . Spesifikasi Perkins *Emergency Generator Set*
Sumber: Perkins

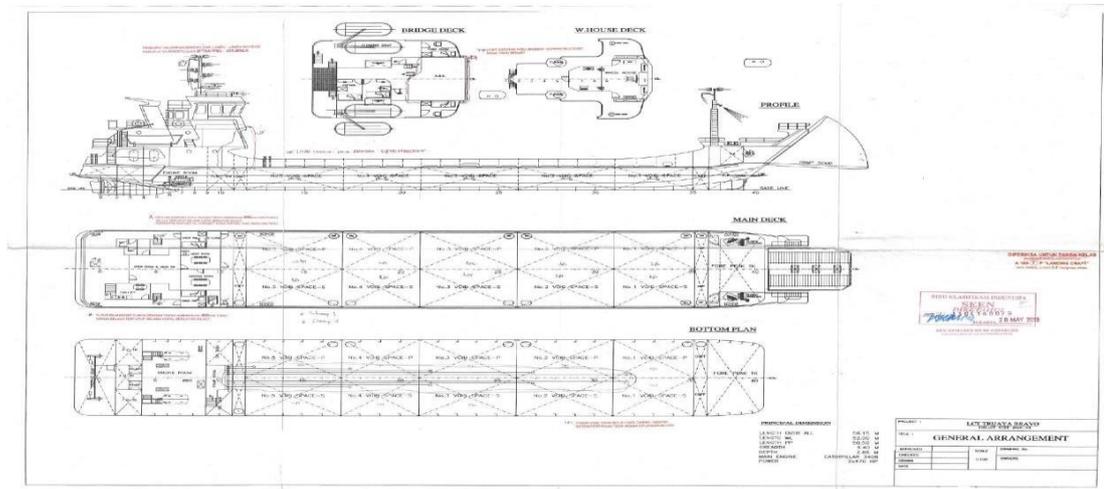
Engine Make		Perkins
Model		1103A-33G
Engine Speed	RPM	1800
Engine Power Output at rated rpm	kWm	36.5
	HP	48.9
Cooling		<i>Radiator Cooled</i>
Aspiration		<i>Natural</i>
Total Displacement	Liter	3.3
No. of Cylinders and Build		3-inline
Bore and Stroke	mm x mm	105 x 127
Compression Ratio		19 : 25 : 1
Governor		<i>Mechanical</i>
Fuel Consumption (L/hr)	Full Load	8.6
	75% Load	6.6
	50 % Load	4.9
Fuel Tank Capacity(Non-UL)	Liter	130 Open / 180 SAE
Oil Capacity	Liter	8.3
Coolant Capacity	Liter	10.2
Radiator Cooling Air	m ³ /min	70

3.3.4. General Arrangement

General arrangement adalah perencanaan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapannya. Ruangan tersebut salah satunya adalah ruang muat, ruang akomodasi, ruang mesin, dll. Selain itu, perencanaan ini juga meliputi perencanaan penempatan lokasi ruangan beserta aksesnya. Menurut *Ship Design and Construction*, karakteristik rencana umum dibagi menjadi 4 bagian antara lain :

- Penentuan lokasi ruang utama
- Penentuan batas-batas ruangan
- Penentuan dan pemilihan perlengkapan yang tepat
- Penentuan akses (jalan atau lintasan) yang cukup.

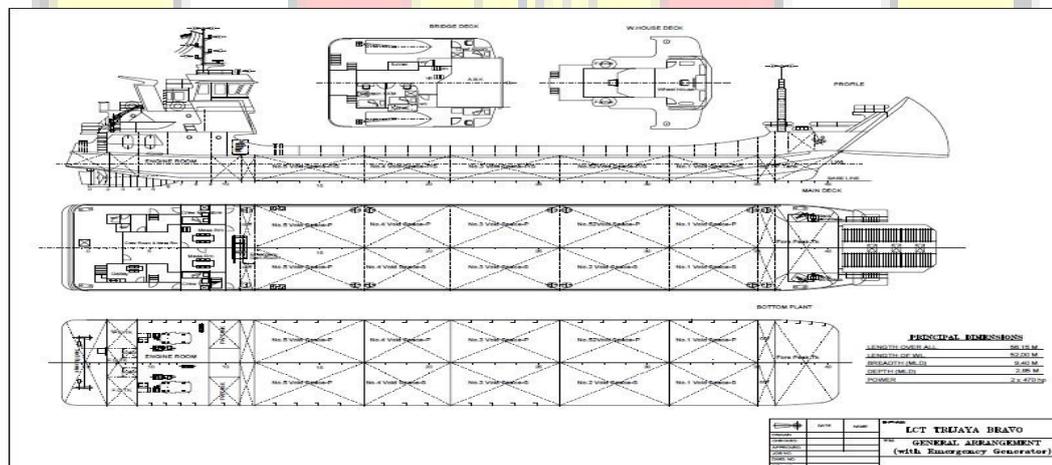
Berdasarkan data yang diperoleh, kapal LCT 415 GT memiliki desain *general arrangement* seperti pada Gambar 7. Desain ini merupakan gambaran representatif kapal sebelum penggunaan *generator package set*.



Gambar 7. General Rearrangement Kapal LCT. 415 GT

Sumber : PT Indoliziz Marine

Berdasarkan perencanaan, *generator package set* akan diletakkan pada geladak utama kapal. Geladak utama kapal merupakan daerah terbuka yang memudahkan terjangkaunya akses dalam pengoperasian *generator* dalam kondisi darurat. berikut dibawah ini modifikasi *generator arrangement* kapal LCT 415 GT setelah pemasangan *emergency generator package set*.



Gambar 8. Modifikasi General Arrangement Kapal LCT. 415 GT

Sumber : PT Indoliziz Marine

4. KESIMPULAN

1. Kapal LCT 415 GT membutuhkan total daya darurat sebesar 29,940 kW.
2. Terdapat modifikasi pada *one-line diagram* LCT 415 GT dikarenakan pemasangan *emergency generator package set*.
3. Dasar pemilihan *emergency generator package set* adalah berdasarkan total daya darurat sesuai dengan regulasi BKI serta keamanan mesin *generator package set* saat kondisi cuaca ekstrim.

4. *Emergency generator package set* pada LCT 415 GT diletakkan pada geladak terbuka sesuai dengan regulasi BKI agar mudah diakses dalam kondisi kebakaran atau insiden lain.

DAFTAR PUSTAKA

1. Alfith, 2017, **Optimalisasi ATS (Automatic Transfer Switch) pada Genset (Generator Set) 2800 Watt Berbasis TDR**, Seminar Nasional Peranan Ipteks Menuju Industri Masa Depan (pp. 226-232), Institut Teknologi Padang, Padang
2. American National Standard Institute, 1966, **Electrical and Electronics Diagrams**, The American Society of Mechanical Engineers, New York
3. Augmented, S. L, 2016, (June 26), **An Introduction of Electric Motors**, Retrieved from https://www.st.com/content/ccc/resource/sales_and_marketing/presentation/application_presentation/group0/23/a1/94/a3/39/cf/4c/37/introduction_to_electric_motors_pres.pdf/files/introduction_to_electric_motors_pres.pdf/jcr:content/translations/en.introducti
4. BKI, 2019, **Rules**, Biro Klasifikasi Indonesia, Jakarta
5. Bunga, P. M, 2015, **Perancangan Sistem Pengendalian Beban Dari Jarak Jauh Menggunakan Smart Relay**. *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer*, 4(5).
6. Chen, K. W, 2004, **The Electrical Engineering Handbook**, Elsevier Academic Press, Chicago
7. Goh, H. H, (2017, October), **Types of Circuit Breaker and its Application in Substation Protection**, *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*. doi:10.1159/ijeecs.v8.i1. pp213-220
8. Hidayah, A, 2007, **Perancangan Unit Instalasi Genset di PT Aichi Tex Indonesia**. *Politeknik Negeri Bandung*.
9. Mahon, L. L, 1992, **Diesel Generator Handbook**, Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford
10. Putra, H. P, 2015, **Analisa Menurunnya Perfoma Emergency Generator Terhadap Situasi Blackout Di Atas Kapal MV. SHANTI INDAH**. *Jurusan Teknik Program Diploma IV Politeknik Ilmu Pelayaran*.
11. Sakura, A, 2017, **Rancang Bangun Generator sebagai Sumber Energi Listrik Nanohidro**, *Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung, Bandar Lampung*.
12. Sheldrake, L. A, 2003, **Handbook of Electrical Engineering**, Chichester, Wiley, England
13. Zulfauzi, A, 2019, **Perancangan Sistem Emergency Genset Pada Kapal 1**.