



ANALISA KEBUTUHAN DAYA LISTRIK DI KAPAL *SELF PROPELLED OIL BARGE* (SPOB) PERKASA SAMUDERA 1

Yanto¹, Toni Kesuma Wijaya², Endang Susanti³
^{1,2,3}Teknik Elektro, Universitas Riau Kepulauan Batam

*Email : yantopurba59@gmail.com, tonikusuma26@yahoo.co.id, endang@unrica.ac.id

ABSTRAK

Kapal Self Propelled Oil Barge (SPOB) Perkasa Samudera 1 terdiri dari peralatan electric power atau generator, sistem pembagian daya dan berbagai peralatan pendukung lainnya. Generator digunakan untuk menghidupkan motor-motor listrik beserta berbagai macam peralatan lainnya di kapal. Oleh karena itu diperlukan ketersediaan kapasitas daya pembangkit yang memadai. Untuk mengetahui besarnya daya listrik yang sebenarnya dibutuhkan oleh kapal, penulis memulai dari men-data spesifikasi setiap komponen peralatan yang digunakan, kemudian dilakukan proses perhitungan data sesuai dengan spesifikasi komponen peralatan tersebut. Selanjutnya data perhitungan komponen peralatan listrik yang digunakan dikelompokkan berdasarkan fungsi dan juga kondisi kerja yang meliputi berlayar, beroperasi, bersandar, fifi system. Setelah menghitung setiap bagian di-semua kondisi, langkah selanjutnya adalah menghitung output dari generator atau kapasitas generator yang akan digunakan dikapal. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, load factor dengan faktor terendah pada kondisi beroperasi sebesar 63% dan load factor dengan faktor tertinggi pada kondisi fifi system yaitu 82% dengan penggunaan generator masih memenuhi standar regulasi BKI.

Kata kunci: Self Propelled Oil Barge, Generator, Faktor Daya, Perhitungan

Abstract

The Ship Self Propelled Oil Barge (SPOB) Perkasa Samudera 1 vessel consists of electric power equipment or generators, power sharing systems and various other supporting equipment. Generators are used to turn on electric motors along with various other equipment on the ship. Therefore, it is necessary to provide adequate generating capacity. To find out the amount of electrical power actually needed by the ship, the author starts by listing the specifications for each component of the equipment used, then the data calculation process is carried out according to the specifications of the equipment components. Furthermore, the calculation data of the electrical equipment components used are grouped based on function and also working conditions which include sailing, operating, leaning, fifi system. After calculating each section in all conditions, the next step is to calculate the output of the generator or the capacity of the generator to be used on board. Based on the calculations that have been made, the load factor with the lowest factor under operating conditions is 63% and the load factor with the highest factor in the fifi system condition, which is 82% with the use of the generator still meeting BKI regulatory standards.

Keyword: Self Propelled Oil Barge, Generator, Power Factor, Calculation

1. LATAR BELAKANG

Generator merupakan komponen utama yang dibutuhkan sebagai sumber tenaga untuk memenuhi segala kebutuhan tenaga listrik di kapal. Semua kebutuhan daya yang besar di kapal sebanyak mungkin ditanggung oleh *generator*. Hal inilah yang menyebabkan seringnya terjadi penumpukan daya pada sistem instalasi kelistrikan kapal. Penumpukan daya biasanya digunakan pada saat kondisi tertentu dimana beberapa peralatan di kapal sedang digunakan pada waktu yang bersamaan. Sehingga pada saat pemilihan kapasitas *generator* sebagai sumber tenaga di kapal di tentukan dengan pemilihan daya yang paling besar agar dapat dijangkau oleh *generator* yang ada di kapal.

Sistem kelistrikan pada kapal *Self Propelled Oil Barge* (SPOB) Perkasa Samudera 1 terdiri dari peralatan *electric power* atau *generator*, sistem pembagian daya dan berbagai peralatan pendukung lainnya. *Generator* digunakan untuk menghidupkan *motor-motor* listrik beserta berbagai macam peralatan lainnya di kapal. Suplai daya listrik yang kontinyu pada dasarnya sangat diperlukan untuk pengoperasian peralatan dan kapal yang aman, oleh karena itu ketersediaan kapasitas daya pembangkit yang memadai sangat dibutuhkan. Untuk kondisi darurat di atas kapal, tenaga listrik yang berfungsi sebagai cadangan sangat diperlukan beserta perlengkapan suplai listrik pada saat keadaan darurat. Peralatan untuk keadaan darurat ini dapat berupa pembangkit listrik yang berdiri sendiri atau dapat juga berupa baterai. Sehingga penataan lengkap peralatan sistem kelistrikan kapal akan mencakup *generator*, peralatan *transfer/switch* untuk kontrol dan distribusi, mesin bantu yang digerakkan oleh *motor* listrik, serta perencanaan penyediaan listrik untuk situasi darurat.[1]

Kapal *Self Propelled Oil Barge* (SPOB) Perkasa Samudera 1 adalah kapal *barge* yang bergerak sendiri. Kapal ini berfungsi untuk mengangkut minyak sawit mentah (*CPO*), akan beroperasi di perairan lokal Indonesia di pulau Sumatera dan Kalimantan. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini penulis mencoba bagaimana mengoreksi terhadap kapasitas *factor diversitas* dan *load factor* peralatan di kapal dengan melakukan pengamatan langsung terkait

fluktuasi pembebanan generator di kapal, serta menganalisa kebutuhan daya listrik yang ada.

2. LANDASAN TEORI

A. Kebutuhan Daya Listrik di Kapal

Pembangkit tenaga listrik yang ada di kapal disuplai oleh sebuah *generator* dan pengoperasiannya sangat dibutuhkan sehingga, daya listrik yang dihasilkan oleh *generator* telah memenuhi keberadaannya di kapal. Penentuan dari kapasitas *generator* yang sesuai adalah hal yang paling penting dalam pemilihan sistem pembangkit yang ada di kapal.[1]

Sesuai dengan aturan dari Badan Klasifikasi Indonesia (BKI) Vol IV menetapkan bahwa minimal dua *generator* harus disediakan untuk suplai tenaga listrik dan terpisah dari *main engine*. Daya output dari *generator* harus tetap tersisa dan mencukupi kebutuhan untuk mensuplai daya pada saat sedang berlayar di laut ataupun saat salah satu agregat berhenti atau rusak.

Untuk mencukupi kebutuhan daya pada saat beban penuh sangat dibutuhkan daya cadangan dan perlu diperhitungkan spesifikasinya. Untuk mensuplai daya yang mencukupi di kapal tidak ada standard yang terperinci, berdasarkan dari petunjuk dalam *electric balance* untuk daya *output generator* sebaiknya lima belas persen lebih besar dari kebutuhan daya selama kapal berlayar dilaut.[2]

Berdasarkan standard BKI Vol. IV (Bab I, DI) *electric balance* bahwa:

1. Peralatan daya yang *continuously* diperlukan dalam layanan normal harus diperhitungkan dalam daya penuh.
2. Semua peralatan cadangan yang terhubung ke beban harus disebutkan. dalam kasus peralatan konsumsi daya aktual yang hanya mengoperasikan peralatan serupa rusak, kebutuhan dayanya tidak perlu dimasukkan dalam perhitungan.
3. Total daya masuk harus ditentukan, dari semua konsumsi daya yang dimasukkan sementara, dikalikan dengan faktor simultanitas umum dan ditambahkan ke daya input total semua peralatan konsumsi daya yang terhubung secara permanen.
4. Total daya input yang ditentukan sesuai dengan a. dan C. Serta daya yang dibutuhkan untuk instalasi refrigerasi yang jika ada,

mesti digunakan sebagai acuan dalam menentukan skala sistem instalasi dari generator.[2]

Standard yang dipakai dalam merancang sistem kelistrikan di kapal, mayoritas adalah menggunakan *generator AC*. Di pilihnya *generator AC* karena memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan sistem *direct current* (DC) dan kelebihannya yaitu:

1. Biaya lebih hemat, menghemat ruang, dan peralatan lebih ringan.
2. Rendahnya sistem perawatan dibanding listrik DC.
3. Untuk peralatan atau *sparepart* banyak tersedia dipasaran.
4. Dapat diandalkan.

Suplai daya untuk seluruh kondisi operasional di kapal haruslah diperhatikan dan perlu direncanakan akan kebutuhan / spesifikasi dari *generator* yang akan digunakan. *Output* dari *generator* yang digunakan harus lebih besar kapasitasnya dari pada suplai daya pada saat beban paling puncak. Umumnya pada kapal terdiri dari 4 bagian beban yang perlu *disupport* oleh *generator* yaitu:

- a) *Hull part* yaitu beban yang berada di bagian *deck* kapal.
- b) Peralatan sistem *HVAC* kapal.
- c) Peralatan *motor-motor* listrik yang berada di *engine room*.
- d) sistem penerangan, *navigation & communication system*, dan *alarm monitoring system*.

Selanjutnya berhubungan dengan aktivitas sistem peralatan diatas, dibagi atas 5 aktivitas:

- a) Perencanaan sebelum berlayar.
- b) Kondisi berlayar.
- c) Kondisi sedang berlabuh.
- d) Kondisi sedang bongkar muat.
- e) Kondisi sedang operasi atau manuver.

Untuk mempermudah melihat perbandingan dari setiap peralatan yang ada diatas kapal, faktor bebannya dibagi atas kondisi atau aktivitas masing-masing dari peralatan. Pada saat sedang berlayar semua peralatan listrik di atas kapal tidak bekerja secara *continuously*. Pada saat menentukan beban peralatan, perhitungannya menggunakan tabel yang biasa disebut *electric load analisis* atau juga disebut *calculation of electric power balance*.[3]

Selanjutnya yang harus diperhatikan pada saat mengkalkulasikan *output* dari *generator* adalah:

- a) Aktivitas dari kapal.

Umumnya aktivitas dari kapal adalah sandar, operasi, berlayar, bongkar muat dan *fifi system*. Untuk aktivitas tersebut dibedakan pada jenis dan spesifikasi kapal.

- b) Data dari peralatan yang ada dikapal.

Jumlah beban atau daya yang diperlukan dan juga total keseluruhan dari peralatan yang tersedia di atas kapal telah didata untuk diinput ke tabel *balance* daya. Hasil kalkulasi dari data peralatan ini telah diverifikasi dengan data yang berada di pasaran.

- c) Pengelompokan dari Peralatan.

Peralatan dibagi berdasarkan atas:

- 1) Aktivitas dari kapal (sub. a).
- 2) Fungsi atau kondisi (*Hull Part, Machinery Part, Electrical Part*).
- 3) Klasifikasi beban peralatan (beban *continuously* dan beban *intermitten*).

B. Generator

Fungsi dari *generator* di kapal adalah untuk menyediakan kebutuhan daya seluruh bagian kapal. Daya listrik ini dipakai untuk mensuplai atau mengasut *motor – motor* listrik dan peralatan elektronik di dalam *engine room* dan dek, sistem penerangan, *navigation system*, sistem *HVAC*, peralatan yang ada di bagian dapur (*galley*), sistem sanitasi, penyimpanan dingin, sistem alarm dan kebakaran, dan lainnya. Dalam membuat sistem kelistrikan di kapal yang sangat perlu diperhatikan adalah kapasitas atau spesifikasi dari sebuah *generator*, peralatan listrik penunjang lainnya dan selanjutnya kebutuhan peralatan yang paling banyak membutuhkan daya atau yang terkecil membutuhkan daya.[4]

C. Perhitungan Kerja Generator

- a) Jumlah unit peralatan

Jumlah unit peralatan adalah jumlah peralatan yang ada di kapal dan masing-masing memiliki fungsinya sendiri-sendiri.

- b) Daya Peralatan

Daya adalah tingkat konduktivitas listrik yang ada di peralatan, yang dikondisikan oleh efisiensi dan daya input peralatan tersebut.

1. *Input (output/Eff)*.



Kecuali untuk perhitungan bagian kelistrikan, tidak perlu menghitung input karena sudah ada perhitungan sebelumnya.

2. *Efisiensi.*

Alat yang bekerja Efisiensinya melekat pada perhitungan.

3. *Output.*

Didapatkan dari perhitungan kebutuhan yang dibutuhkan di kapal

c) Kondisi Berlayar

Normal at sea adalah istilah untuk kondisi kapal yang sedang dalam perjalanan atau sedang berada di laut.

1. Total Kerja.

Total keseluruhan kerja peralatan yang dipakai pada saat kondisi tersebut.

2. Beban Faktor.

Beban faktor adalah suatu perencanaan kapasitas dari *generator* untuk mensuplai seluruh kebutuhan daya listrik di kapal. Beban faktor diartikan sebagai perbandingan antara waktu kerja peralatan dalam suatu kondisi dengan total waktu kegiatan dalam suatu kondisi, maka:

$$BF = T. \text{ operasi peralatan} / T. \text{ kondisi} \quad 2.1 [3]$$

Peralatan yang tidak atau jarang dipakai, nilai *load factor* nya dianggap = 0, contoh: *anchor windlass, capstan, pompa pemadam dan boat winches.*

1) Beban terus – menerus (*Continously*)

Peralatan yang beroperasi dalam kondisi ini adalah *navigation lighting*, pompa untuk bilga, dan sebagainya.

$$CL = \text{Input} \times \text{Total kerja} \times LF \quad 2.2 [4]$$

2) Beban terputus – putus (*Intermitten*)

Peralatan seperti pompa *transfer pump*, pompa air tawar, dan sebagainya.[8]

$$IL = \text{Input} \times \text{Jumlah kerja} \times LF \quad 2.3 [8]$$

d) Kondisi Beroperasi

Beroperasi adalah penunjukan keadaan kapal yang sedang dalam perjalanan atau sedang berada di laut dengan melakukan olah gerak.

e) Kondisi Bersandar

At Port adalah istilah untuk keadaan kapal yang berada di pelabuhan atau bersandar dan sedang melakukan kegiatan bongkar muat.

f) Sistem Pemadam Kebakaran

FiFi System adalah suatu kondisi proteksi kapal terhadap bahaya kebakaran yang metode proteksinya menggunakan berbagai media seperti *Smoke detector* dan *Fire Pumps*. Kondisi beroperasi, bersandar, dan pemadaman kebakaran dihitung sama dengan kondisi berlayar, dilihat dari jumlah pekerjaan, faktor beban, dan daya yang dibutuhkan, apakah beban terus menerus atau beban terputus-putus.

D. Penentuan Beban Listrik dan Kapasitas Generator Kapal

Pemakaian daya listrik pada kapal sering kali di hitung dengan beberapa perhitungan yang dapat menjadi pertimbangan dalam pemilihan *generator* yang akan di gunakan pada kapal. Yang dihitung antara penggunaan daya secara keseluruhan, dengan faktor kebersamaan, beban penuh, kapasitas *generator* sesuai dengan rasio yang digunakan dan dengan mempertimbangkan daya sambungan untuk ke darat (*shore connection*).

a. Penggunaan Daya Total (*d*)

1) Beban terus – menerus (*CL*)

Peralatan yang bekerja antara lain lampu *navigation* kapal, peralatan pompa untuk CPP, dan sebagainya.

2) Beban terputus – putus (*IL*)

Seperti pompa pemindah bahan bakar, pompa bilga, dan sebagainya.

b. Faktor kebersamaan (*e*)

Faktor kebersamaan, merupakan faktor yang merupakan perbandingan antara daya total yang dibutuhkan untuk setiap satuan waktu dengan daya total seluruh peralatan yang ada. Jika penentuan yang tepat sulit untuk dilaksanakan, maka faktor kesamaan waktu yang digunakan menurut aturan *BKI* tidak boleh lebih rendah dari 0,5.

$$(e) = (<0,5) \times \text{Total penggunaan daya } IL \quad 2.4$$

c. Jumlah beban

Beban keseluruhan adalah penjumlahan dari beban penuh yang dapat digunakan sebagai patokan untuk menghitung rasio pada generator. Beban daya terus menerus ditambah faktor kebersamaan yang ditotal.

$$JB = \text{Total Daya } CL + (e) \quad 2.5 [4]$$

d. Kapasitas kerja generator
 Kapasitas listrik yang tersedia dikapal dan disuplai dari generator.

$$\text{Capacity} = \text{kilowatt (spek.)} \times \text{total.set} \quad 2.6 [4]$$

e. *Load Factor Generator*

Total beban yang sudah kita kalkulasikan selanjutnya dibagi dengan hasil yang telah kita cari pada langkah d yaitu *capacity* kerja generator.

$$LFG = \text{Total/ Kapasitas Generator} \quad 2.7 [4]$$

Untuk jumlah *load factor* tidak boleh melebihi 85 % dan kurang dari 50% untuk pertimbangan keselamatan (sesuai dengan aturan *BKI*), umur dari alat itu sendiri dan pertimbangan ekonomis.

f. *Shore Connection*

Shore connection atau beban daya yang di pakai pada saat bersandar (*at port*) membuat kapal mematikan mesinnya, agar dapat mengalir system kelistrikan kapal dari darat saja.

$$SC = 1,15 \times \text{Total Beban Bongkar Muat} \quad 2.8 [4]$$

3. METODELOGI PENELITIAN

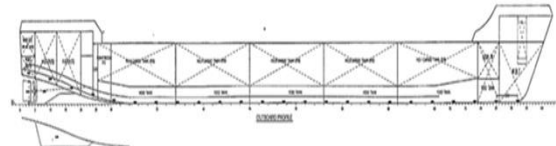
A. SPOB Perkasa Samudera 1

Kapal *Self Propelled Oil Barge* (SPOB) Perkasa Samudera 1 merupakan kapal yang memiliki lambung datar seperti tongkang (*barge*) dan mempunyai *propelled* sendiri. Kapal SPOB ini merupakan jenis kapal yang dapat berfungsi mengangkut minyak di perairan sungai atau canal. Kapal *Self Propelled Oil Barge* (SPOB) Perkasa Samudera 1 ini nantinya akan dioperasikan di perairan Sumatra dan Kalimantan.

Berikut ini adalah data umum dari Kapal *Self Propelled Oil Barge* (SPOB) Perkasa Samudera 1.

<i>Vessel Name</i>	: Perkasa Samudera 1
<i>Type of Vessel</i>	: <i>Self Propelled Oil Barge</i>
<i>Classifications</i>	: <i>BKI</i>
<i>Built</i>	: 2021
<i>Speed</i>	: 8 <i>Knot at Full Load</i>
<i>LOA</i>	: 87.72 m

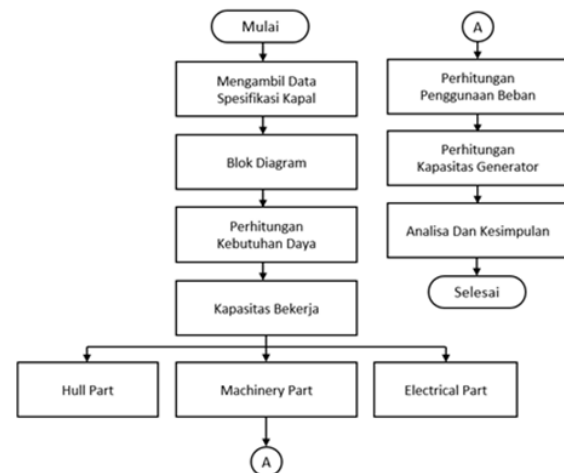
<i>LBP</i>	: 83.65 m
<i>Breadth MLD</i>	: 24.40 m
<i>Depth MLD</i>	: 5.80 m
<i>Draft (T)</i>	: 4.40 m
<i>GRT</i>	: 3347 Ton
<i>Cargo CAP.</i>	: 5686 KL
<i>Slop Tank CAP.</i>	: 182 m ³
<i>Accommodation</i>	: 18 <i>Persons</i>



Gambar 1. *Outboard Profile* Kapal SPOB Perkasa Samudera 1

B. Langkah-Langkah Penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian ini telah disusun dan dapat dilihat pada flowchart/diagram alir penelitian seperti berikut dibawah ini:



Gambar 2. Diagram alir penelitian

C. Peralatan yang digunakan

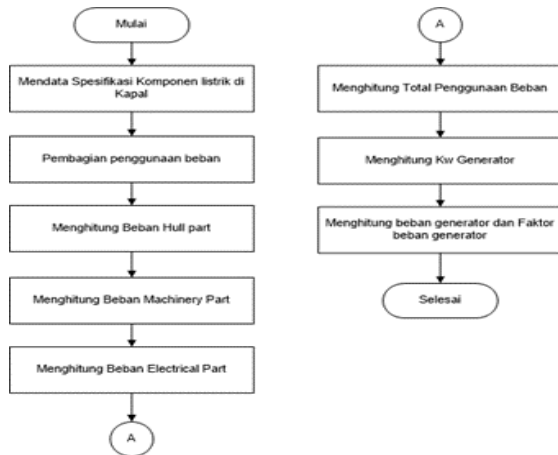
Adapun peralatan yang digunakan pada penelitian kali ini, yaitu:

1. *Multitester*
2. *Clamp Ampere*
3. *Generator*

D. Metode Pengambilan Data

Data dari perusahaan yang digunakan dalam melakukan penelitian ini dan data tersebut akan dimasukkan pada tabel-tabel pengambilan data yang telah dibuat, tabel-tabel ini akan diisi dengan data yang dikumpulkan dan akan digunakan untuk menjadi pokok pembahasan pada berikutnya.

Data untuk perhitungan beban *generator*. Langkah tersebut dapat dilihat pada diagram alir yang ditunjukkan oleh gambar berikut :



Gambar 3. Diagram alir pengambilan data perhitungan

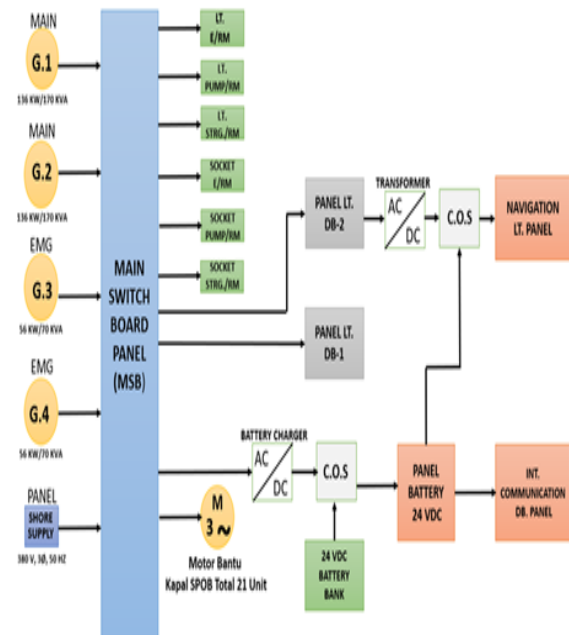
E. Metode pengujian

Alat ukur digunakan untuk metode pengujian dan juga sebagai penyedia beban untuk pengujian beban. Pada monitor *Main Switch Board* di ruang mesin dapat dilihat hasil dari pengukuran *current* dan tegangan menggunakan *tang ampere* dan *multitester*, *frekuensi*, *speed* atau *RPM*, *engine lub*, *oil pressure*, dan *cooling water temperature*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Blok Diagram SPOB Perkasa Samudera 1

Gambaran umum dari sebuah sistem kelistrikan kapal menyajikan dan mendiskripsikan bermacam-macam tipe blok diagram rangkaian. Di bawah ini dapat terlihat blok diagram sistem instalasi kelistrikan kapal SPOB Perkasa Samudera I.



B. Prosedur Perhitungan dan jumlah Peralatan yang Bekerja

Untuk menghitung kebutuhan daya sistem instalasi listrik di kapal maka aktivitas kapal dibagi menjadi empat kondisi yaitu berlayar (*Normal Sea Going*), beroperasi (*Operation*), bersandar (*At Port*) dan *FiFi System*. Pada tabel perhitungan keseimbangan beban listrik di kelompokkan untuk mempermudah perhitungan beban. Terdapat tiga kelompok faktor beban yang harus di support oleh *generator* dan dikelompokkan menjadi fungsi beban masing-masing.

Pada perhitungan beban peralatan, dimana di kondisikan dengan efisiensi dan daya input peralatan merupakan hasil Output (rated load) / Eff = Input (kW). Untuk contoh dibawah ini:

Oily Water Separator (OWS)

Output (0,375 kW) / Efisiensi (75 %) = Input (0,50 kW)

Note:

Output (rated load yang tertera di beban peralatan)

Efisiensi (alat yang bekerja telah terlampir diperhitungan)

Input (daya yang diperlukan untuk beban peralatan)

Tabel 1. Jumlah Peralatan yang Bekerja pada Kapal SPOB Perkasa Samudera 1

No	Data Peralatan (Equipment)	Capacity			Input KW
		Rated Load			
		KW	Set	Eff	
Hull Part					
1	AC Split WH. Room	1,16	3	90%	1.30
2	AC Split Mess. Room	1,16	2	90%	1.30
3	AC Split Crews Room	0.50	6	90%	0.60
4	AC Split Capt. Room	1,16	1	90%	1.30
5	AC Split C/Engg. Room	1,16	1	90%	1.30
6	Galley Vent. Fan	0,12	1	88%	0.14
7	Lavatory Vent. Fan	0,12	1	88%	0.14
8	Lifeboat Motor Port Side	11.00	1	88%	12.50
9	Lifeboat Motor STBD Side	11.00	1	88%	12.50
10	Anchor Windlass	20.00	1	97%	20.60
11	Galley & Laundry Equipment	28.00	1	88%	31.80
12	AFT Capstan	15.00	1	97%	15.50
13	CO2 Bottle Room Fan	0.20	1	80%	0.25
14	Steering Gear	15.00	2	80%	17.60
15	Miscellaneous	10.00	1	97%	10.30
Machinery Part					
1	Oily Water Separator	0.375	1	75%	0.50
2	F.W Pressure Pump	0.75	2	75%	1.00
3	Emergency Fire Pump	18.50	1	85%	21.80
4	Bilge Pump E/Room	18.50	1	85%	21.80
5	GS/Fire Pump	18.50	1	85%	21.80
6	Slop Pump	11.00	1	80%	13.70
7	Sewage Pump	3.20	1	80%	4.00
8	E/R Vent. Fan	3.00	2	90%	3.30
9	Pump RM. Vent. Fan	2.20	2	90%	2.40
10	Drill Machine	0.40	1	80%	0.50
11	Lathe Machine	2.20	1	80%	2.75
12	Welding Mach. 350 A	8.00	1	97%	8.25
13	Grinder Machine	0.40	1	80%	0.50
14	F.O Transfer Pump	1.50	1	80%	1.90
15	Bilge Pump Cargo Area	15.00	1	85%	17.60
16	Ballast Pump	15.00	1	85%	17.60
17	Springkler Pump				
Electrical Part					
1	E/R Lighting	3.50	1		3.50
2	Pump Room Lighting	1.50	1		1.50
3	Steering Gear Room Lighting	1.50	1		1.50
4	Navigation Lighting	0.60	1		0.60
5	Search Lighting	1.00	2		2.00
6	Flood Lighting	0.15	4		0.60
7	Internal Communication	2.50	1		2.50
8	FAP System	0.70	1		0.70
9	Miscellaneous & Alarm System	6.00	1		6.00
10	Accomodation Lighting	1.50	1		1.50
11	Outside Passage Light.	1.00	1		1.00

C. erhitungan Kebutuhan Daya Listrik

Kebutuhan akan konsumsi daya listrik dikalkulasikan. Selanjutnya adalah melakukan pendataan di setiap komponen yang digunakan meliputi bagian lambung kapal (*Hull*), bagian mesin (*Machinery*) dan bagian elektrikal (*Electrical*) dengan keadaan empat kondisi faktor beban yang bekerja berbeda-beda.

Tabel 2. Perhitungan Pemakaian Daya *Hull Part*

No	Data Peralatan (Equipment)	Capacity			Load Factor (%) & Konsumsi Daya (KW)														
		Rated Load			Berlayar				Sandar				FIR System						
		KW	Set	eff	Set	LF	C.L	LL	Set	LF	C.L	LL	Set	LF	C.L	LL			
Hull Part																			
1	AC Split WH. Room	1,16	3	90%	1,30	3	80	2,12	3	80	2,12	3	70	2,73	3	80	3,12		
2	AC Split Mess. Room	1,16	2	90%	1,30	2	80	2,08	2	80	2,08	2	70	2,81	2	80	2,08		
3	AC Split Crews Room	0,50	6	90%	0,60	6	80	2,88	6	80	2,88	6	70	2,52	6	80	2,88		
4	AC Split Capt. Room	1,16	1	90%	1,30	1	80	1,04	1	80	1,04	1	70	0,91	1	80	1,04		
5	AC Split C/Engg. Room	1,16	1	90%	1,30	1	80	1,04	1	80	1,04	1	70	0,91	1	80	1,04		
6	Galley Vent. Fan	0,12	1	88%	0,14	1	80	0,11	1	80	0,11	1	70	0,10	1	80	0,11		
7	Lavatory Vent. Fan	0,12	1	88%	0,14	1	80	0,11	1	80	0,11	1	70	0,10	1	80	0,11		
8	Lifeboat Motor Port Side	11,00	1	88%	12,50														
9	Lifeboat Motor STBD Side	11,00	1	88%	12,50														
10	Anchor Windlass	20,00	1	97%	20,60														
11	Galley & Laundry Equipment	28,00	1	88%	31,80	1	50	15,90	1	40	12,72	1	70	22,26	1	80	25,44		
12	AFT Capstan	15,00	1	97%	15,50									4,65					
13	CO2 Bottle Room Fan	0,20	1	80%	0,25	1	85	0,21	1	85	0,21	1	85	0,21	1	85	0,21		
14	Steering Gear	15,00	2	80%	17,60	2	50	28,16	2	80	28,16	2	80	28,16	2	80	28,16		
15	Miscellaneous	10,00	1	97%	10,30	1	50	5,15	1	50	5,15	1	50	5,15	1	50	5,15		
SUB TOTAL								28,18	21,85				38,75	17,87		9,3	32,06	10,59	14,69

Untuk bagian lambung kapal (*Hull*) empat kondisi faktor beban yang bekerja, pada saat Berlayar faktor beban yang bekerja adalah 50 % hingga 85 % dengan pemakaian daya yang paling besar yaitu pada peralatan steering gear yang bekerja dalam kondisi terus – menerus (*continuous*). Disebabkan peralatan *steering gear* ini difungsikan untuk menggerakkan daun kemudi kapal (*rudder*) dan memiliki konsumsi daya yang tinggi, walaupun dengan pemakaian hanya 50% saja.

Pada saat Operasi faktor beban yang bekerja adalah 40% hingga 80% dengan konsumsi daya yang paling besar yaitu peralatan *steering gear* yang bekerja dalam kondisi terus – menerus (*continously*). Disebabkan steering gear ini difungsikan untuk menggerakkan daun kemudi kapal (*rudder*) dan mengkonsumsi daya yang tinggi, dengan pemakaian hingga 80% dalam kondisi beroperasi.

Pada saat Bersandar faktor beban yang bekerja adalah 30 % hingga 70 % dengan dengan konsumsi daya yang paling besar yaitu peralatan pada *galley & laundry equipment* yang bekerja dalam kondisi terputus – putus (*intermitten*). Disebabkan pada peralatan *laundry* dan *galley* mengkonsumsi daya yang



tinggi, walaupun dengan pemakaian secara terputus – putus (*intermitten*).

Pada saat *Fifi system* faktor beban yang bekerja adalah 30 % hingga 85 % dengan konsumsi daya yang paling besar yaitu pada peralatan *galley & laundry equipment* yang bekerja dalam kondisi terputus – putus (*intermitten*). Disebabkan peralatan pada *laundry* dan *galley* mengkonsumsi daya yang tinggi, walaupun hanya pemakaian dalam kondisi terputus – putus (*intermitten*).

Kemudian untuk bagian lambung kapal (*hull*), faktor beban yang bekerja dalam kondisi terus – menerus atau *continuously* pada saat Berlayar (*normal sea*) adalah = 28,19 kilowatt, pada saat Operasi adalah = 38,75 kilowatt, pada saat bersandar adalah = 9,30 kilowatt, dan pada saat *fifi system* adalah = 10,59 kilowatt.

Selanjutnya untuk faktor beban yang bekerja dalam kondisi terputus – putus atau *intermitten* pada saat Berlayar (*normal sea*) adalah = 21,05 kilowatt, pada saat operasi adalah = 17,87 kilowatt, pada saat Sandar adalah = 32,06 kilowatt, dan pada saat *fifi system* adalah = 14,69 kilowatt.

Tabel 3. Perhitungan Pemakaian Daya Machinery Part

No	Data Peralatan (Equipment)	Capacity			Load Factor (%) & Konsumsi Daya (KW)														
		Rated Load KW	Set	Input eff	Berlayar			Beroperasi			Sandar			Fifi System					
					Set	LF	C.L	Set	LF	C.L	Set	LF	C.L	Set	LF	C.L	IL		
Machinery Part																			
1	Oil/Water Separator	0.375	1	75%	0.50	1	70		0.35							1	30	0.15	
2	F.W Pressure Pump	0.75	2	75%	1.00	2	70	1.40		1	80		0.80	1	70		0.70		
3	Emergency Fire Pump	18.50	1	85%	21.80														
4	Bilge Pump E/Room	18.50	1	85%	21.80	1	80		17.44										
5	GS/Fire Pump	18.50	1	85%	21.80	1	70	15.26		1	80		17.44				1	30	6.54
6	Stop Pump	11.00	1	80%	13.70	1	70		9.59								1	30	4.11
7	Sewage Pump	3.20	1	80%	4.00	1	70		2.80	1	70		2.80	1	70	2.80	1	50	2.00
8	E/R Vent. Fan	3.00	2	50%	3.30	2	80	5.28		2	80	5.28		1	85	2.80	2	85	5.61
9	Pump RM Vent. Fan	2.20	2	50%	2.40	2	80	3.84		2	80	3.84		1	80	1.92	2	80	3.84
10	Drill Machine	0.40	1	80%	0.50														
11	Lathe Machine	2.20	1	80%	2.75														
12	Welding Mach. 350A	8.00	1	57%	6.25														
13	Grinder Machine	0.40	1	80%	0.50														
14	E/O Transfer Pump	1.50	1	80%	1.90	1	70		1.33	1	70		1.33				1	30	0.57
15	Bilge Pump Cargo Area	15.00	1	85%	17.60	1	80		14.08										
16	Bilge Pump	15.00	1	85%	17.60	1	70		12.32	1	70		12.32						
17	Springler Pump																		
SUB TOTAL								25,78	57,91			9,12	34,69			4,72	3,5	9,45	13,37

Untuk bagian mesin (*machinery*) empat kondisi faktor beban yang bekerja, pada saat Berlayar faktor beban yang bekerja adalah 70 % hingga 80 % dengan pemakaian daya yang paling besar yaitu peralatan pompa bilga di *E/Room* yang bekerja dalam kondisi terputus – putus (*intermitten*). Hal ini dikarenakan peralatan pompa bilga di ruang mesin memiliki konsumsi daya yang tinggi, walau hanya

dengan pemakaian dalam kondisi terputus – putus (*intermitten*).

Pada saat Operasi faktor beban yang bekerja adalah 70% hingga 80% dengan konsumsi daya yang paling besar yaitu peralatan *GS/Fire pump* yang bekerja dalam kondisi terputus – putus (*intermitten*). Hal ini dikarenakan peralatan *GS/Fire Pump* ini adalah berfungsi untuk berbagai keperluan seperti minyak lumas, sistem pendinginan air tawar dan juga untuk keperluan sistem darurat diatas kapal.

Pada saat Bersandar faktor beban yang bekerja adalah 70 % hingga 85 % dengan dengan konsumsi daya yang paling besar yaitu peralatan pada *E/R Vent. Fan* yang bekerja dalam kondisi terus – menerus (*continuously*). Karena fan yang terletak di ruangan mesin ini difungsikan untuk mendinginkan ruangan mesin agar tidak terlalu panas walaupun hanya menggunakan 1 fan saja.

Pada saat *fifi system* faktor beban yang bekerja adalah 30 % - 85 % dengan dengan konsumsi daya yang paling besar yaitu peralatan *GS/Fire Pump* yang bekerja dalam kondisi terputus – putus (*intermitten*). Peralatan *GS/Fire Pump* ini difungsikan untuk berbagai keperluan seperti minyak lumas, sistem pendinginan air tawar dan juga untuk keperluan sistem darurat diatas kapal.

Kemudian untuk bagian mesin (*machinery*), faktor beban yang bekerja dalam kondisi terus – menerus atau *continuously* pada saat Berlayar (*normal sea*) adalah = 25,78 kilowatt, pada saat Operasi adalah = 9,12 kilowatt, pada saat bersandar adalah = 4,72 kilowatt, dan pada saat *fifi system* adalah = 9,45 kilowatt.

Selanjutnya untuk faktor beban yang bekerja dalam kondisi terputus – putus atau *intermitten* pada saat Berlayar (*normal sea*) adalah = 57,91 kilowatt, pada saat operasi adalah = 34.69 kilowatt, pada saat Sandar adalah = 3.50 kilowatt, dan pada saat *fifi system* ada adalah = 13.37 kilowatt.

Tabel 4. Perhitungan Pemakaian Daya *Electrical Part*

No	Data Peralatan (Equipment)	Capacity			Load Factor (%) & Konsumsi Daya (kW)														
		Rated Load KW	Set	Input KW	Belayar			Beroperasi			Sandar			Fifi System					
				LF	C.L	I.L	Set	LF	C.L	I.L	Set	LF	C.L	I.L	Set	LF	C.L	I.L	
Electrical Part																			
1	E/R Lighting	3,50	1	3,50	1	80	2,80	1	80	2,80	1	70	2,45	3	80	2,80			
2	Pump Room Lighting	1,50	1	1,50	1	80	1,20	1	80	1,20	1	60	0,90	2	70	1,05			
3	Breering Gear Room Lighting	1,50	1	1,50	1	80	1,20	1	80	1,20	1	60	0,90	2	70	1,05			
4	Navigation Lighting	0,60	1	0,60	1	50	0,30	1	50	0,30	1	50	0,30	1	50	0,30			
5	Search Lighting	1,00	2	2,00	1	40	0,80	1	80	0,80	1	40	0,40	1	40	0,40			0,80
6	Flood Lighting	0,15	4	0,60	1	40	0,24	1	80	0,24	1	40	0,24	1	40	0,24			0,24
7	Internal Communication	2,50	1	2,50	1	80	2,00	1	80	2,00	1	60	1,50	1	80	2,00			
8	FAP System	0,70	1	0,70	1	80	0,56	1	80	0,56	1	60	0,42	1	80	0,56			
9	Miscellaneous & Alarm System	6,00	1	6,00	1	50	3,00	1	50	3,00	1	50	3,00	1	50	3,00			3,00
10	Accommodation Lighting	1,50	1	1,50	1	80	1,20	1	80	1,20	1	60	0,90	1	70	1,05			
11	Outside Passage Light	1,00	1	1,00	1	50	0,50	1	50	0,50	1	80	0,80	1	50	0,50			
SUB TOTAL						10	4,54			7,44	6,94		5,15	7,8		9,55	4,54		

Untuk bagian elektrikal (*electrical*) empat kondisi faktor beban yang bekerja, pada saat Belayar faktor beban yang bekerja adalah 40% hingga 80% dengan konsumsi daya yang paling besar yaitu *miscellaneous & alarm system* yang bekerja dalam kondisi terputus – putus (*intermitten*) dan *E/R Lighting* yang bekerja dalam kondisi terus – menerus (*continuously*).

Pada saat Operasi faktor beban yang bekerja adalah 50% hingga 80% dengan konsumsi daya yang paling besar yaitu *E/R Lighting* yang bekerja dalam kondisi terus – menerus (*continuously*) dan juga *miscellaneous & alarm system* yang bekerja dalam kondisi terputus – putus (*intermitten*).

Pada saat Bersandar faktor beban yang bekerja adalah 40% hingga 80% dengan konsumsi daya yang paling besar yaitu *miscellaneous & alarm system* yang bekerja dalam kondisi terputus – putus (*intermitten*) dan

juga *E/R Lighting* yang bekerja dalam kondisi terus – menerus (*continuously*).

Pada saat *fifi system* faktor beban yang bekerja adalah 40% hingga 80% dengan konsumsi daya yang paling besar yaitu *miscellaneous & alarm system* yang bekerja dalam kondisi terputus – putus (*intermitten*) dan juga *E/R Lighting* yang bekerja dalam kondisi terus – menerus (*continuously*).

Kemudian untuk bagian elektrikal, faktor beban yang bekerja dalam kondisi terus – menerus atau *continuously* pada saat Belayar (*normal sea*) adalah = 10,00 kilowatt, pada saat Operasi adalah = 7,44 kilowatt, pada saat bersandar atau di pelabuhan adalah = 5,15 kilowatt, dan pada saat *fifi system* adalah = 9,55 kilowatt. Selanjutnya untuk faktor beban yang bekerja dalam kondisi terputus – putus atau *intermitten* pada saat belayar (*normal sea*) adalah = 4,54 kilowatt, pada saat operasi adalah = 6,94 kilowatt, pada saat bersandar atau di pelabuhan adalah = 7,80 kilowatt, dan pada saat *fifi system* adalah = 4,54 kilowatt.

Semua hasil yang telah dihitung dan simpulkan pada penjelasan perhitungan beban bagian lambung (*hull part*), bagian mesin (*machinery part*) beserta beban bagian *electrical*, dan berikutnya dapat dilihat pada tabel.

Tabel 5. Ringkasan perhitungan daya dari semua part dan kondisi

Kondisi	<i>Hull Part</i>			<i>Machinery Part</i>			<i>Electrical Part</i>			Total Beban	
	CL	IL	Load Factor	CL	IL	Load Factor	CL	IL	Load Factor	CL	IL
Belayar	28,19	21,05	50% - 85%	25,78	57,91	70% - 80%	10	4,54	40% - 80%	63,97	83,5
Beroperasi	38,75	17,87	40% - 80%	9,12	34,69	70% - 80%	7,44	6,94	50% - 80%	55,31	59,5
Sandar	9,3	32,06	30% - 70%	4,72	3,5	70% - 85%	5,15	7,8	40% - 80%	19,17	43,76
FIFI System	10,59	14,69	30% - 85%	9,45	13,37	30% - 85%	9,55	4,54	40% - 80%	29,59	32,6

*FIFI System = Fire Fighting System

*CL = Continuous Load (kW)

*IL = Intermittent Load (kW)

D. Kapasitas Generator

Selanjutnya pada setiap *part* di semua kondisi dilakukan perhitungan beban, dan kemudiannya adalah menghitung total *output*

dari *generator* atau spesifikasi *generator* yang akan dipakai yaitu dengan cara seperti pada tabel berikut:

Tabel 6. Perhitungan dan penentuan total kapasitas dari generator

Calculating & Determination Of Total and Capacity Generator						
No	Item		Berlayar	Beroperasi	Sandar	FiFi System
1	Hull Part	Continuous Load	28.19	38.75	9.30	10.59
		Intermittent Load	21.05	17.87	32.06	14.69
2	Machinery Part	Continuous Load	25.78	9.12	4.72	9.45
		Intermittent Load	57.91	34.69	3.50	13.37
3	Electrical Part	Continuous Load	10.00	7.44	5.15	9.55
		Intermittent Load	4.54	6.94	7.80	4.54
4	Total Penggunaan Daya	Continuous Load	63.97	55.31	19.17	29.59
		Intermittent Load	83.50	59.50	43.36	32.60
5	Diversity Factor 0,5 x Int. Load		41.75	29.75	21.68	16.30
6	Grand Total (d) Continuous Load + e		105.72	85.06	40.85	45.89
7	Main Generator (Kw)		136	136	56	56
8	Load Factor Generator (%)		78%	63%	73%	82%
Generator Running			1 x Main Gen	1 x Main Gen	1 x Main Gen	1 x Main Gen

Untuk memenuhi persediaan daya yang cukup, petunjuk yang sesuai dari aturan *BKI* adalah daya keluar dari generator yang sekurang-kurangnya di perlukan untuk pelayanan selama pelayaran di laut harus lima belas persen lebih besar dari total daya yang dibutuhkan dan sudah ditentukan pada tabel *electric balance*.

Daya output yang di tanggung oleh generator diwajibkan masih tersisa dan cukup untuk memenuhi kebutuhan daya dalam pelayaran di laut ketika salah satu agregat rusak ataupun dihentikan oleh karena dalam kondisi *emergency*.

Tabel 7. Generator Plan

Generator Plan			
Main Generator	(YANMAR 6HAL2-WT)	2	Unit (1 Standby) 136 KW = 170 KVA
Emergency Generator	(YANMAR 4TNV106T-GGE)	2	Unit (1 Standby) 56 KW = 70 KVA

E. Shore Connection

Shore connection atau beban daya yang di pakai pada saat bersandar (*at port*) membuat kapal mematikan mesinnya, agar dapat mengaliri *system* kelistrikan kapal dari darat saja.

Dengan *load factor* pada kondisi bersandar (*at port*) total daya sebesar 40.85 Kw, maka *Shore Connection* memerlukan daya sebesar 40.85 Kw dikalikan dengan 1.15 yang hasilnya adalah 46.9775 Kw.

PENUTUP

A. Kesimpulan

Kapal *Self Propelled Oil Barge* (SPOB) Perkasa Samudera 1 menggunakan 2 set main generator yanmar type 6HAL2-WT dan 2 *emergency generator* yanmar type 4TNV106T-GGE. Berdasarkan perhitungan diatas, maka *load factor* dengan faktor terendah yakni pada kondisi *Operation* 63 % dan *load factor* dengan faktor tertinggi pada kondisi *fifi system* yakni 82 % dengan pemakaian generator masih memenuhi *standard* peraturan *BKI*.

B. Saran

Setelah generator ditentukan maka yang perlu diperhatikan adalah peletakan generator dalam ruangan, dimana harus di persiapkan peralatan angkat dan pondasinya. Melakukan pemeriksaan atau *inspection* terhadap generator secara berkelanjutan untuk mendeteksi kerusakan lebih dini.

DTAR PUSTAKA

- [1] A. Suyanto, "Jurnal Perancangan Kebutuhan Daya Listrik Pada Kapal Perintis 2000 GT Dengan *Electric Balance* *BKI*," vol. 1, pp. 1–14, 2017.



- [2] Biro Klasifikasi Indonesia. (2016). *Rules for The Classification and Construction – Part 1. Seagoing Ship – Volume IV Rule for Electrical Installations*. Jakarta: BKI.
- [3] A. B. Setyoko, E. S. Hadi, dan U. Budiarto, 2013, “Analisis Optimasi Kebutuhan Daya Listrik Pada Kapal Penumpang Ro-Ro KM. Egon Dengan Metode Dynamic Programming,” *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 1, no. 2.
- [4] E. Prayetno, 2016, "Sistem Installasi Listrik Perkapalan." *Teknik Elektro UMRAH*.
- [5] Yanmar, *Manual Book : yanmar diesel engine. Model 6HAL2-WT. Operation Manual*. Yanmar Corp.
- [6] Yanmar, *Manual Book : yanmar diesel engine. Model 4TNV106T-GGE. Operation Manual*. Yanmar Corp.
- [7] Yanmar, *Manual Book : yanmar diesel engine. Model 6AYM-WET. Operation Manual*. Yanmar Corp.
- [8] R. H. B. I. Purba, E. S. Hadi, dan U. Budiarto, 2015, “Analisis Optimasi Penentuan Kapasitas Daya Generator Pada Kapal KM. Sinabung,” *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 3, no. 2.