



## BAB VII

### PERHITUNGAN GENERATOR

#### 7.1. Perhitungan Daya Kebutuhan Listrik Kapal

Motor bantu atau 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.

Sumber tenaga listrik diatas kapal dapat dibagi menjadi :

- a) Generator Utama
- b) Generator Cadangan

Pemakaian beban listrik pada beberapa kondisi pelayaran :

- a) Kondisi saat olah gerak
- b) Kondisi saat berlayar
- c) Kondisi saat sandar

#### 7.2. Perhitungan Daya dan Unit Lampu ( *Ship lightings load* )

Untuk menentukan jumlah unit lampu yang digunakan maka menggunakan rumus sebagai berikut :

$$N = \frac{E \times A}{\text{lumen} \times UF \times LLF}$$

Dimana :

- N = Jumlah pencahayaan (lampu) yang diperlukan untuk setiap ruangan
- E = Standar iluminasi berdasarkan tipe ruangan ( lux )
- A = Luas area ruangan (m<sup>2</sup>)
- Lumen = Lumen keluaran cahaya sesuai dengan spesifikasi lampu (lm)
- UF = Faktor utilisasi
- LLF = Faktor rugi cahaya



Besarnya parameter – parameter diatas disesuaikan menurut kondisi dan jenis tiap-tiap ruangan di kapal, penentuan besaran parameter tersebut adalah sebagai berikut :

### 1. Luas ruangan

Berikut adalah luas area dari masing - masing ruangan :

Tabel 7.1. Dimensi ruangan – ruangan dalam kapal

Nama ruangan	Panjang ( m )	Lebar ( m )	Tinggi ( m )	Volume ( m <sup>2</sup> )	Illuminasi E ( lx )
<b>Main Deck</b>					
Whell house	4,5	4,0	2,6	46,8	200
Chart Room	1,50	0,65	2,6	2,535	50
Captain Room	3,5	2,5	2,65	23,187	50
Chief Officer Room	3,5	2,5	2,65	23,187	50
Mess room	4,0	3,5	2,65	37,1	100
Galley	3,5	2,0	2,65	18,55	50
Store	1,5	2,0	2,65	7,95	50
Toilet	2,0	2,0	2,65	10,60	50
Bath Room	2,0	2,0	2,65	10,60	50
<b>Below Main Deck</b>					
Chief Engine Room	3,5	2,5	2,5	21,875	50
1 <sup>st</sup> Crews room	7,0	4,8	2,5	84	100
Bath Room	2,0	1,5	2,5	7,5	50
Toilet	1,5	1,5	2,5	5,625	50
Engine Room	9,0	9,6	2,5	216	100

### 2. Standar flux lampu

Setiap lampu memiliki karakteristik pencahayaan yang berbeda-beda. Lumens adalah karakteristik lampu yang menandakan besaran iluminasi yang dihasilkan dari tiap- tiap lampu. Direncanakan pada kapal menggunakan *marine lamps* dari *marine fluronces lamps*.



Berikut adalah beberapa spesifikasi lampu marine lamps dan marine fluororances berdasarkan Japan Maritime Stadar JIS F 8407 dan JIS 7601.

**Tabel 7.2. Tipe – tipe lampu**

<i>Marine Lamps</i>	
<b>Tipe</b>	<b>Light flux (lm)</b>
KG 110V 10 W	60
KG 110V 20 W	142
KG 110V 40 W	540
KG 110V 60 W	590
KG 110V 100 W	1150
KG 110V 200 W	2740
KG 110V 300 W	4500
<i>Marine Fluorescent Lamps</i>	
<b>Tipe</b>	<b>Light flux (lm)</b>
FL-4W	90, 95, 100
FL-6W	155, 170, 180
FL-8W	260, 280, 290
FL-10W	410, 440, 460, 490, 530
FL-15W	710, 780, 820, 860, 920
FL-20W	1010, 1100, 1160, 1320, 1400
FL-30W	1480, 1620, 1700, 1790, 1900
FL-40W	2610, 2850, 3000, 3180, 3380

**3. Faktor utilisasi cahaya**

*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

**4. Faktor rugi cahaya**

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

Tabel 7.3. Perhitungan kebutuhan daya lampu

Ruangan	Luas (m <sup>2</sup> )	E (lx)	Tipe lampu	Lumen (lm)	UF	LLF	N (Unit)	Daya (Watt)
<b>Main Deck</b>								
Whell house	46,8	200	FL-40W	2610	0,7	0.8	7	280
Chart Room	2,535	50	FL-15W	710	0,7	0.8	1	15
Captain Room	23,187	50	FL-15W	710	0,7	0.8	3	45
Chief Officer Room	23,187	50	FL-15W	710	0,7	0.8	3	45
Mess room	37,1	100	FL-15W	710	0,7	0.8	10	150
Galley	18,55	50	FL-15W	710	0,7	0.8	3	45
Store	7,95	50	FL-15W	710	0,7	0.8	1	15
Toilet	10,60	50	FL-15W	710	0,7	0.8	2	30
Bath Room	10,60	50	FL-15W	710	0,7	0.8	1	30
<b>Total</b>								<b>655</b>
<b>Below Main Deck</b>								
Chief Engine Room	3,5	50	FL-15W	710	0,7	0.8	1	15
Crews room	7,0	100	FL-15W	710	0,7	0.8	2	30
Bath Room	2,0	50	FL-15W	710	0,7	0.8	1	15
Toilet	1,5	50	FL-15W	710	0,7	0.8	1	15
Engine Room	9,0	100	FL-40W	2610	0,7	0.8	1	40
<b>Total</b>								<b>115</b>
<b>Total Keseluruhan</b>								<b>770</b>

**7.3. Beban listrik sistem Nautikal, Komunikasi dan Peralatan Keselamatan****Tabel 7.4. Kebutuhan peralatan navigasi kapal**

Peralatan	Daya (Watt)
Radio MF/HF Radiotelephone	600
Giro kompas	60
<i>Echo Sounder</i>	60
<i>Bridge Navigation Watch Alarm System</i>	120
<i>Radar</i>	350
<i>Doppler current metter</i>	270
<i>Search Light Sonar</i>	200
<i>GPS</i>	30
<i>Motor sirine and motor horn</i>	13,2
<b>Total Daya</b>	<b>1703,2 Watt</b>

**7.4. Beban Listrik Sistem *Monitoring* dan Lampu Navigasi****Tabel 7.5. Kebutuhan lampu navigasi pada kapal**

Peralatan	Daya ( Watt )	Jumlah	Total ( Watt )
<i>Mast Head Light</i>	65	1	65
<i>Fore Anchor Light</i>	85	1	85
<i>Green Side Light</i>	65	1	65
<i>Stern Anchor Light</i>	85	1	85
<i>Red Side Light</i>	65	1	65
<i>Stern Light</i>	65	1	65
Lampu penerangan Haluan & buritan	400	7	2800
<i>Search Light</i>	3000	2	6000
<b>Total</b>			<b>9230</b>



### 7.5. Beban Listrik Sistem Pelayanan Mesin Induk

Tabel 7.6. Kebutuhan pelayanan mesin induk

Peralatan	Unit	Daya (Watt)
<i>Air kompresor</i>	2	9900
<i>F.O Service pump</i>	1	5500
<i>L..O pump</i>	1	750
<i>S.W cooling pump</i>	2	5500
<i>F.W cooling pump</i>	2	1500
<b>Total</b>		<b>23150</b>

### 7.6. Beban Listrik Sistem Pelayanan Umum

Tabel 7.7. Kebutuhan listrik untuk sistem pompa pelayanan umum

Peralatan	Unit	Daya (Watt)
<i>Bilge Pump</i>	2	7500
<i>Ballast pump</i>	2	3700
<i>Pompa sanitary S.W</i>	1	1500
<i>Fire pump</i>	2	5500
<i>Pompa sanitary F.W</i>	1	5500
<i>Sanitary discharge system</i>	1	2200
<b>Total</b>		<b>25900</b>

### 7.7. Beban Listrik Permesinan Geladak

Tabel 7.8. Kebutuhan listrik untuk permesinan geladak

Peralatan	Daya (Watt)
<i>Towing Winch</i>	56000
<i>Sterring Gear</i>	2200
<i>Windlass</i>	7500
<i>Capstan</i>	5500
<b>Total</b>	<b>71200</b>



## 7.8. Beban Listrik Sistem Pendingin

Tabel 7.10 Kebutuhan Listrik Untuk Permesinan Pendingin

Peralatan	Daya (Watt)
<i>Fan kamar mesin ( in)</i>	1500
<i>Fan kamar mesin (out)</i>	1059
Mesin Pendingin Ruang (in)	1500
Mesin Pendingin Ruang (out)	1059
<b>Total</b>	<b>5736</b>

## 7.9. Kebutuhan Beban Listrik dan Macam-macam Pembebanan

Tabel 7.11. Kebutuhan Beban Listrik dari Macam-macam Pembebanan

Peralatan	Daya (Watt)	Beban berlayar		Beban olah gerak		Beban sandar	
		L.F	Daya	L.F	Daya	L. F	Daya
<b>Lighting</b>							
<i>Main Deck</i>	655	1	655	1	655	1	655
<i>Below Main Deck</i>	115	1	115	1	115	1	115
<b>Sistem Nautikal</b>							
<i>Radio MF/HF Radio telephone</i>	600	1	600	1	600	1	600
<i>Giro kompas</i>	60	1	60	1	60	-	
<i>Echo Sounder</i>	60	1	60	1	60	-	
<i>Bridge Navigation Watch Alarm System</i>	120	1	120	1	120	1	120
<i>Radar</i>	350	1	350	1	350	-	
<i>Doppler current metter</i>	270	1	270	1	270	-	
<i>Search Light Sonar</i>	200	1	200	1	200	-	
<i>GPS</i>	30	1	30	1	30	-	
<i>Motor sirine</i>	13,2	1	13,2	1	13,2	1	13,2
<b>Lampu Navigasi</b>							
<i>Mast Head Light</i>	65	-		-		1	65
<i>Fore Anchor Light</i>	85	-		-		1	85
<i>Green Side Light</i>	65	1	65	1	65	-	
<i>Stern Anchor Light</i>	85	-		-		1	85





<i>Red Side Light</i>	65	1	65	1	65	-	
<i>Stern Light</i>	65	1	65	1	65	1	65
Lampu penerangan Haluan & buritan	2800	1	2800	1	2800	-	
<i>Search Light</i>	6000	1	6000	1	6000	-	
<b>Sistem pelayanan motor induk</b>							
<i>Air Compressor</i>	3700	1	3700	1	3700	1	3700
<i>F.O Service pump</i>	1500	1	1500	1	1500	1	1500
<i>L.O pump</i>	750	1	750	1	750	-	
<i>S.W Cooling pump</i>	5500	1	5500	1	5500	1	5500
<i>F.W Cooling pump</i>	1500	1	1500	1	1500	1	1500
<b>Sistem Pelayanan Umum</b>							
<i>Bilge Pump</i>	7500	1	7500	1	7500	1	7500
<i>Ballast pump</i>	3700	1	3700	1	3700	1	3700
<i>Pompa sanitary S.W</i>	1500	1	1500	1	1500	1	1500
<i>Fire pump</i>	5500	-	-	-	-	-	
<i>Pompa sanitary F.W</i>	3300	1	3300	1	3300	1	3300
<i>Sanitari discharge system</i>	2200	1	2200	1	2200	1	2200
<b>Permesinan Geladak</b>							
<i>Towing Winch</i>	56000		56000		56000		
<i>Windlass</i>	7500	-		1	7500	1	7500
<i>Capstan</i>	5500	-		1	3800	1	3800
<i>Sterring Gear</i>	2200	1	2200	1	2200	-	
<b>Sistem Pendingin</b>							
Fan kamar mesin dan ruangan (in)	1500	2	3000	2	3000		3000
Fan kamar mesin dan ruangan (out)	1059	2	2118	2	2118		2118
<b>Total</b>			<b>105.936,2</b>		<b>117.236,2</b>		<b>46566,2</b>

➤ Jumlah dari daya yang dipergunakan adalah :

- Kondisi saat berlayar = 105.936,2 W  
= 105,936 kW
- Kondisi saat olah gerak = 117.236,2 W  
= 117,236 kW
- Kondisi saat sandar = 46566,2 W  
= 46,566 kW





## 7.10. Perencanaan Perhitungan Generator

### A. Perhitungan Generator Utama

Setiap kapal harus memiliki minimum 2 (dua) buah independen *generating set*. (Ref : 1, Vol. IV sec 3B-1.1-2)

1. Sistem pelayanan mesin induk
2. Sistem keselamatan kapal
3. Kondisi minimum kenyamanan dalam kapal meliputi :
  - a) Penerangan yang memadai
  - b) Refrigerasi
  - c) Ventilasi, Sanitari dan penyediaan air minum

Berdasarkan kondisi-kondisi diatas maka dilakukan perhitungan untuk memenuhi kebutuhan untuk daya maksimum dari dari kapal sehingga harus memenuhi kebutuhan listrik diatas ditambah dengan efisiensi generator.

$$\text{Daya ( kW )} = P_{\text{maks}} + (\eta_g \times P_{\text{maks}})$$

Dimana :

$$P_{\text{maks}} = 117,236 \text{ kW}$$

$$\eta_g = \text{Efisiensi generator} = 0,2$$

$$\text{kW} = 117,236 + (0,2 \times 117,236) = 140,68 \text{ kW}$$

Maka dengan demikian direncanakan pemakaian generator sebanyak 2 buah. Masing-masing generator mempunyai kapasitas daya yang sama yaitu **150 kW**.

#### ➤ Spek Generator yang digunakan :

- Merk : KOHLER
- Tipe : 150REZGC
- Daya generator : 150 kW / 188 kVA
- Jumlah silinder : 8
- *Cylinder ( bore x stroke )* : 110 x 114 mm
- Jumlah : 2 Set
- *RPM* : 1800



### 7.11. Baterai Darurat

Setiap kapal harus memiliki sumber listrik independen untuk kebutuhan *emergency*. Sedangkan pemilihan sumber listrik *emergency* dapat berupa *emergency generator* atau baterai darurat. Kapasitas sumber listrik yang terpasang harus dapat mensuplai kebutuhan listrik untuk kebutuhan sebagai berikut: (Ref : 1, Vol. IV sec 14C-1.1-4 & 14C-1.2-3)

1. Iluminasi darurat selama 36 jam
  - a) Ruang kemudi dan geladak peluncuran *life raft* (geladak navigasi)
  - b) Kamar mesin dan *engine control room* (geladak alas)
  - c) Ruang CO<sub>2</sub>
2. Peralatan lainnya selama 36 jam
  - a) Peralatan nautical dan monitoring
  - b) Lampu navigasi
  - c) General alarm dan *fire detection system*
  - d) Keperluan kemudi

Keperluan daya yang diuraikan diatas adalah sebagai berikut :

• Iluminasi <i>main deck</i>	= 655
• Iluminasi <i>below main deck</i>	= 115
• Peralatan nautical & lampu navigasi	= 1703,2
• Mesin kemudi	= <u>2200 +</u>
Total	= 4673,2 W

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan daya selama 12 jam} &= 4673,2 \times 12 \\ &= 56.078,4 \text{ Wh} \end{aligned}$$

Perencanaan besarnya tegangan baterai yang direncanakan adalah 24 Volt sehingga daya listrik yang diperlukan dalam satuan *Ampere Hour* adalah :

$$\text{Daya listrik yang diperlukan (Ah)} = \frac{56.078,4 \text{ Watt hour}}{24 \text{ Volt}} = 2336,6 \text{ Ah}$$



Sedangkan untuk baterai darurat direncanakan menggunakan marine baterai dengan kapasitas sesuai spesifikasi sebesar 395 Ah. Maka jumlah penggunaan baterai dalam keadaan darurat adalah :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah baterai} &= \frac{\text{Daya Ah}}{395 \text{ Ah}} \\ &= \frac{2336,6}{395 \text{ Ah}} \\ &= 5,9 \text{ Ah ( dibulatkan menjadi 6 unit )} \end{aligned}$$

Sehingga dapat disimpulkan perencanaan sumber listrik *emergency* menggunakan 6 unit baterai darurat dengan kapasitas 395 Ah.

➤ **Spesifikasi Baterai yang digunakan**

- Merek : Crown
- Tipe : CR 395
- Voltage : 395 Ah (Penggunaan 20 jam)
- Jumlah : 12 unit in series / Paralel – total 4740 Ah