

## BAB VII

### PERHITUNGAN BEBAN 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 :

- Generator
- Generator cadangan

Pemakaian beban listrik pada beberapa kondisi pelayaran :

- Kondisi saat olah gerak
- Kondisi saat berlayar
- Kondisi saat sandar

#### 1.1 Beban Listrik Sistem Penerangan

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

Besaran parameter-parameter diatas disesuaikan menurut kondisi dan jenis tiap-tiap ruangan di kapal. Penentuan besaran parameter tersebut adalah sebagai berikut:

### 1. Luas area A

Berikut adalah luas area dari masing-masing ruangan:

Jumlah ruang	Geladak	Panjang p (m)	lebar l (m)	Luas area A (m <sup>2</sup> )
	Geladak Paling Atas			
1	R. Whell House Top	4,5	5	22,5
1	Chart Room	2,5	2	5
1	KM/WC	1,5	1	1,5
1	Staircase	1.5	1	1,5
	<b>Navigasi Bright Deck</b>			
1	Wheel House	5	4,3	21,5
1	Staircase	1.5	2	3
1	Radio Room	1.5	2	3
1	KM/WC	1,5	1	1,5
	<b>Boat Deck</b>			
1	R. Captain	2,2	2,5	5,5
1	R. Chief Officer	2.2	2.5	5,5
1	R. Chief Engine	2.2	2.5	5,5
3	Staircase	1.5	2	3
1	Posisi Lifeboat	1,75	1.75	3,063
1	Sekoci	5	1,5	7,5
1	Hospital	2	2	4
1	Office	2.1	2	4,2
	<b>Poop Deck</b>			
1	R. ABK	2,2	2	4,4
1	R. ABK bagian Office	2,2	2	4,4
1	R. Motor Man Oiler	2,2	2	4,4
1	R. Enginer 1 &2	2,2	2	4,4
1	R. Electrican	1,75	2,5	4,375
1	R. WC	1,2	1,5	1,8
1	Gangway Poop Deck	24,5	1	24,5
1	R. Oiler	2	2	4
1	Engine Control Room	2,4	4,5	10,8
1	Dapur	1,75	1,75	3,063
1	ST.G.Room	4,5	5,5	24,75
1	Musholla	1,2	2	2,4



1	Mess Reflaction	2,4	2,6	6,24
1	Deck store	1	2	2
1	Staircase	2	1	2
1	Suitcasses Room	1	2	2
1	Workshop	2,5	2,5	6,25

## 2. Standar iluminasi ruangan di kapal E

Berdasarkan *Japan Marine Standards 1995 hal 309-312*, total iluminasi yang dibutuhkan dalam setiap ruangan kapal adalah sebagai berikut;

No	Geladak	Luas area A (m <sup>2</sup> )	Iluminasi E (lx)
	Geladak Paling Atas		
1	R.Whell House Top	22,5	50
1	Chart Room	5	50
1	KM/WC	1,5	50
1	Staircase	1,5	50
	<b>Navigasi Bright Deck</b>		
1	Wheel House	21,5	50
1	Staircase	3	50
1	Radio Room	3	200
1	KM/WC	1,5	50
	<b>Boat Deck</b>		
1	R. Captain	5,5	100
1	R. Chief Officer	5,5	100
1	R. Chief Engine	5,5	100
3	Staircase	3	50
1	Posisi Lifeboat	3,063	20
1	Sekoci	7,5	20
1	Hospital	4	100
1	Office	4,2	100
	<b>Poop Deck</b>		
1	R. ABK	4,4	100
1	R. ABK bagian Office	4,4	100
1	R. Motor Man Oiler	4,4	100
1	R. Enginer 1 &2	4,4	100
1	R. Electrican	4,375	100
1	R. WC	1,8	50
1	Gangway Poop Deck	24,5	50
1	R. Oiler	4	50
1	Engine Control Room	10,8	200
1	Dapur	3,063	100
1	ST.G.Room	24,75	50

1	Musholla	2,4	50
1	Mess Reflaction	6,24	200
1	Deck store	2	50
1	Staircase	2	50
1	Suitcasses Room	2	50
1	Workshop	6,25	100

### 3. Light Flux (Lumen)

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 berdasarkan *Japan Marine Standards JIS F 8407* dan *JIS C 7601*.

- **Marine Lamps**

Marine Lamps	
Type	Light flux (lm)
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

- **Marine Fluorescent Lamps**

Marine Fluorescent Lamps	
Type	Light flux (lm)
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



#### 4. 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.

#### 5. Faktor Rugi-rugi cahaya

Cahaya keluaran dari sebuah luminary 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.

Ruangan	Luas (m <sup>2</sup> )	E (lx)	Tipe Lampu	lumen lampu (lm)	UF	LLF	N (Unit)	Jumlah ruang	Daya (Watt)
<b>Geladak Paling Atas</b>									
R. Whell House	22.5	50	KG-40W	540	0.7	0.8	4	1	180
Chart Room	5	50	KG-40W	540	0.7	0.8	1	1	40
KM/WC	1.5	50	KG-20W	142	0.7	0.8	1	1	20
Staircase	1.5	50	KG-20W	142	0.7	0.8	1	1	20
<b>Navigasi Bright Deck</b>									
Wheel House	21.5	50	KG-40W	540	0.7	0.8	4	1	180
Staircase	3	50	KG-20W	142	0.7	0.8	2	1	20
Radio Room	3	200	KG-40W	540	0.7	0.8	2	1	40
KM/WC	1.5	50	KG-20W	142	0.7	0.8	1	1	20
<b>Boat Deck</b>									
R. Captain	5.5	100	KG-40W	540	0.7	0.8	2	1	80
R. Chief Officer	5.5	100	KG-40W	540	0.7	0.8	2	1	80
R. Chief Engine	5.5	100	KG-40W	540	0.7	0.8	2	1	80
Staircase	3	50	KG-20W	142	0.7	0.8	2	1	40
Posisi Lifeboat	3	20	KG-20W	142	0.7	0.8	1	1	20
Sekoci	7.5	20	KG-20W	142	0.7	0.8	2	1	40
Hospital	7.5	100	KG-40W	540	0.7	0.8	2	1	80
Office	4.2	100	KG-40W	540	0.7	0.8	1	1	40
<b>Geladak Alas</b>									
R. ABK	4.4	100	KG-40W	540	0.7	0.8	1	1	40
R. ABK bagian Office	4.4	100	KG-40W	540	0.7	0.8	1	1	40
R. Motor Man Oiler	4.4	100	KG-40W	540	0.7	0.8	1	1	40
R. Enginer 1 &2	4.4	100	KG-40W	540	0.7	0.8	1	1	40
R. Electrican	4	100	KG-40W	540	0.7	0.8	1	1	40



R. WC	1.8	50	KG-20W	142	0.7	0.8	1	1	20
Gangway Poop Deck	24.5	50	KG-20W	142	0.7	0.8	15	3	300
R. Oiler	4	100	KG-40W	540	0.7	0.8	1	1	40
Engine Control Room	10.8	200	KG-60W	590	0.7	0.8	7	1	420
Dapur	3	100	KG-40W	540	0.7	0.8	1	1	40
ST.G.Room	24.75	50	KG-40W	540	0.7	0.8	4	1	160
Musholla	2.4	50	KG-20W	142	0.7	0.8	2	1	40
Mess Reflaction	6.24	200	KG-40W	540	0.7	0.8	4	1	160
Deck store	2	50	KG-20W	142	0.7	0.8	1	1	20
Staircase	2	50	KG-20W	142	0.7	0.8	1	1	20
Suitcasses Room	2	50	KG-20W	142	0.7	0.8	1	1	20
Workshop	6.25	100	KG-40W	540	0.7	0.8	2	1	40
<b>Total Daya</b>									<b>2420</b>

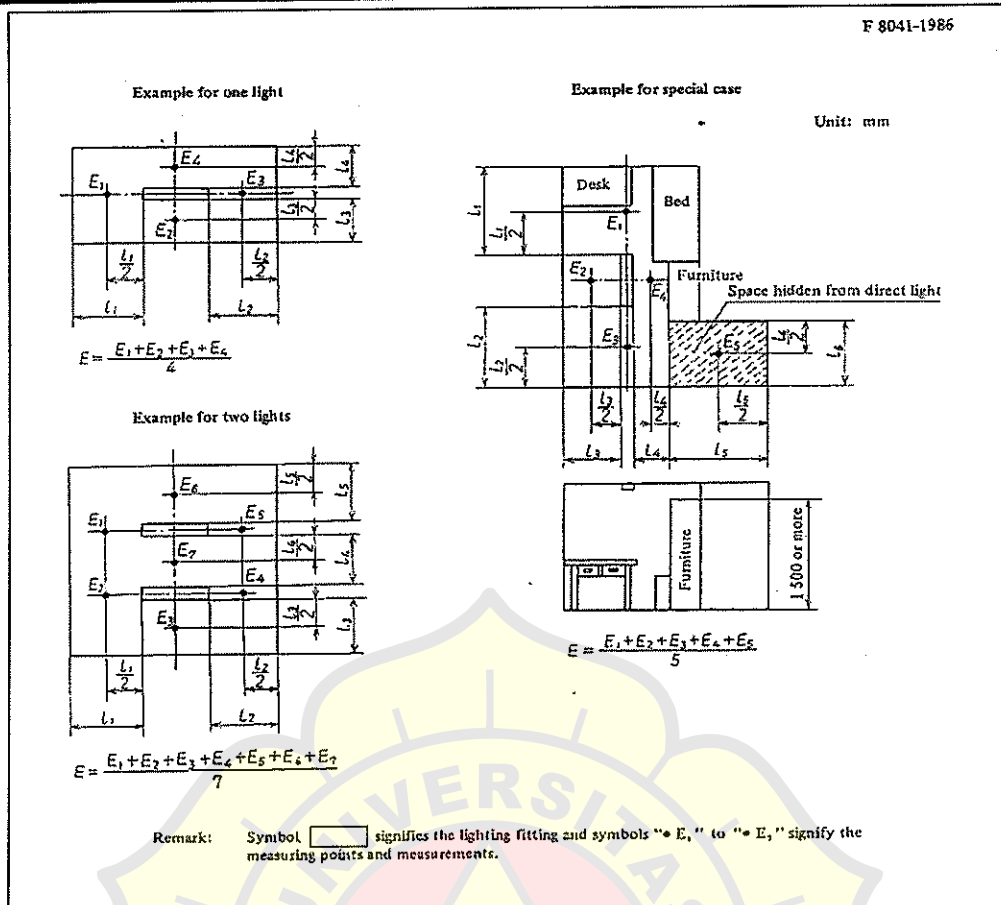
Dari kebutuhan daya tiap ruangan maka dapat dijumlah keseluruhan daya yang terpakai untuk penerangan adalah sebesar 2420 Watt atau 24,20 kW.

**\*\*Note**

Berdasarkan *BKI Rules Vol IV section 11 tabel 11.1*, jarak minimum antara luminari diatur berdasarkan besarnya daya lampu tersebut.

Rated power (Watt)	Minimun distances (m)
diatas 100	0.5
100-300	0.8
300-500	1

Tidak ada metode khusus yang mengatur mengenai jarak antara luminari. Namun penempatan luminari dalam ruangan harus menghasilkan total standar iluminasi yang diijinkan dihitung dari beberapa titik pengukuran iluminasi. Metode penghitungan iluminasi untuk marine use diatur dalam *Japan Marine Standards JIS 8041*. Berikut adalah metode perhitungan iluminasi dalam ruangan;



### 1.2 Beban Listrik nautikal, komunikasi, dan peralatan keselamatan

Peralatan	Daya (Watt)
Radio equipment (1.8 kW; 220V; 1Φ; 50Hz)	1800
Giro kompas dan pilot (0.35 kW; 220V; 1Φ; 50Hz)	350
Echo Sounder (0.5 kW; 220V; 1Φ; 50Hz)	500
General Alarm (0.2 kW; 220V; 1Φ; 50Hz)	200
Interior Communication (0.75 kW; 220V; 1Φ; 50Hz)	750
Radar (1.60 kW; 220V; 1Φ; 50Hz)	1600
Motor sirine and motor horn (0.2 kW; 220V; 1Φ; 50Hz)	200
<b>Total Daya</b>	<b>5400</b>





### 1.3. Beban Listrik Sistem monitoring dan lampu navigasi

Peralatan	Daya (Watt)
Mast Head Light	400
Fore Anchor Light	200
Green Side Light	200
Stern Anchor Light	200
Red Side Light	200
Fire and Smoke Det.	200
Stern Light	300
<b>Total Daya</b>	<b>1700</b>

### 1.4 Beban Listrik Sistem pelayanan mesin induk

Peralatan	Unit	Daya (Watt)
FO Transfer Pump	2	1178
Supply Pump	2	506
Lubricating Oil Pump	2	728
FW Cooling Pump	2	1725
SW Cooling Pump	2	1494
Air Compressors	1	39000
<b>Total Daya</b>		<b>39231</b>

### 1.5 Beban Listrik Sistem pelayanan umum

Peralatan	Unit	Daya (Watt)
Bilge Pump	3	13216
Ballast Pump	2	2624
FW Sanitary Pump	2	2000
SW Sanitary Pump	2	2000
Fire Pump	2	619
Cargo Pump	3	6050
<b>Total Daya</b>		<b>26509</b>



### 1.6 Beban Listrik Sistem permesinan geladak

Peralatan	Daya (Watt)
Mesin Kemudi	4527
Mesin Jangkar	45452
Mesin Tali Temali	6869
Boat Winch	2890
<b>Total Daya</b>	<b>59738</b>

### 1.7 Beban Listrik Sistem Pengkondisian Udara

Peralatan	Daya (Watt)
E/R Supply Fan	1320
E/R Exhaust Fan	1550
Accommodation Supply Fan	368
Accommodation Exhaust Fan	550
Accommodation AC unit	32890
Navigation AC unit	15091
<b>Total Daya</b>	<b>51769</b>

Berdasarkan macam-macam kondisi pelayaran, maka diperkirakan total daya keseluruhan yang dibutuhkan setiap kondisi pelayaran diuraikan sebagai berikut:

Geladak / Peralatan	Daya (Watt)	Beban berlayar		Beban olah gerak		Beban Sandar		
		L.F	Daya (Watt)	L.F	Daya (Watt)	L.F	Daya (Watt)	
<b>Geladak</b>								
Geladak Paling Atas	260	1	260	1		-		
Navigasi Bright Deck	260	1	260	1	260	-		
Boat Deck	460	1	460	-		-		
Geladak Alas	1480	1	1480	-		-		
<b>Sistem Nautikal</b>								
Radio equipment	1800	1	1800	1	1800	-		
Giro kompas dan pilot	350	1	350	1	350	-		
Echo Sounder	500	1	500	-		-		
General Alarm	200	1	200	-		1	200	



Interior Communication	750	1	750	1	750	1	750
Radar	1600	1	1600	-		1	1600
Motor sirine and motor horn	200	1	200	1	200	1	200
<b>Lampu Navigasi</b>							
Mast Head Light	400	-		-		1	400
Fore Anchor Light	200	-		-		1	200
Green Side Light	200	1	200	1	200	-	
Stern Anchor Light	200	-		-		1	200
Red Side Light	200	1	200	1	200	-	
Fire and Smoke Det.	200	1	200	1	200	1	200
Stern Light	300	1	300	1	300	-	
<b>Sistem pelayanan motor induk</b>							
FO Transfer Pump	1178	1	1178	1	1178	-	
Supply Pump	506	1	506	1	506	1	506
Lubricating Oil Pump	728	1	728	1	728	-	
FW Cooling Pump	1725	1	1725	1	1725	1	1725
SW Cooling Pump	1494	1	1494	1	1494	1	1494
Air Compressors	39000	1	39000	1	39000	1	39000
<b>Sistem pelayanan umum</b>							
Bilge Pump	13216	1	13216	1	13216	1	13216
Ballast Pump	2624	1	2624	1	2624	1	2624
FW Sanitary Pump	2000	1	2000	1	2000	1	2000
SW Sanitary Pump	2000	1	2000	1	2000	1	2000
Fire Pump	619	-		-		-	
Cargo Pump	6050	-		-		-	
<b>Permesinan geladak</b>							
Mesin Kemudi	4527	1	4527	1	4527	1	4527
Mesin Jangkar	45452	-		1	45452	1	45452
Mesin Tali Temali	6869	-		1	6869	1	6869
Boat Winch	2890	-		1	2890	1	2890
<b>Sistem pengkondisian udara</b>							
E/R Supply Fan	1320	1	1320	1	1320	1	1320
E/R Exhaust Fan	1550	1	1550	1	1550	1	1550
Accommodation Supply Fan	368	1	368	1	368	1	368
Accommodation Exhaust Fan	550	1	550	1	550	1	550
Accommodation AC unit	32890	1	32890	1	32890	1	32890
Navigation AC unit	15091	1	15091	1	15091	1	15091
Daya kompresor	2260	1	2260	1	2260	1	2260
			<b>131787</b>		<b>127283</b>		<b>180082</b>

Jadi jumlah daya berdasarkan kondisi pelayaran adalah sebagai berikut:

- Kondisi berlayar : 131,787 kW
- Kondisi olah gerak : 127,283 kW
- Kondisi sandar : 180,082 kW

## 2.2 Perencanaan perhitungan Generator

Berdasarkan *BKI 2009 Vol IV section 3B-1.1-2*, setiap kapal harus memiliki minimum 2 (dua) buah independen generating set. Perhitungan kapasitas dari generating sets dihitung dimana apabila salah satu generating sets rusak (*fault*), generating set lainnya mampu mensuplai kebutuhan seperti (satu hidup dan satu stanby) :

- Sistem pelayanan mesin induk
- Sistem keselamatan kapal
- Kondisi minimum kenyamanan dalam kapal meliputi;
  1. Penerangan yang memadai
  2. Refrigasi
  3. Ventilasi, sanitari dan penyediaan air minum

Berdasarkan kondisi-kondisi diatas, maka kebutuhan daya maximum yang dihitung adalah sebesar 180,082 kW. Penggunaan generator sebagai sumber tenaga listrik di kapal, harus mampu memenuhi kebutuhan listrik diatas ditambah dengan efisiensi dari generator :

$$\text{Daya (kW)} = P_{\max} + (0,2 \times P_{\max})$$

dimana,

$$P_{\max} = 180,082 \text{ kW}$$

$$\eta_g = \text{Efisiensi generator}$$

$$\begin{aligned} \text{Daya} &= 180,082 + (0,2 \times 180,082) \\ &= 216,098 \text{ kW} \end{aligned}$$

Maka dengan demikian direncanakan pemakaian generator sebanyak 2 unit dan 1 lagi stanby. Masing-masing generator mempunyai kapasitas daya yang sama yaitu 216,098 kW.

## - Spesifikasi Generating set

Merk	= YANMAR
Tipe	= 6NY16L-DN
Daya motor	= 245 KW
RPM	= 1000 rpm
Jumlah silinder	= 6
Cylinder ( bore x stroke )	= 160 x 200
Dimens	= 1996 x 1085 x 1532 mm
Jumlah	= 2 set

### 2.3 Baterai darurat

Penggunaan sumber listrik emergency dalam kapal diatur dalam *BKI 2009 Vol IV section 14C-1.1-4*. Pada *section 14C-1.1*, setiap kapal harus memiliki sumber listrik independen untuk kebutuhan emergency. Sedangkan pemilihan sumber listrik emergency diatur *section 14C-1.4* yaitu 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 (*section 14C-1.2-3*):

1. Iluminasi darurat selama 18 jam
  - a) Ruang kemudi dan geladak peluncuran liferaft (Geladak navigasi)
  - b) Kamar mesin dan engine control room (Geladak alas)
  - c) Ruang CO<sub>2</sub>
2. Peralatan lainnya selama 18 jam
  - a) Peralatan nautical dan monitoring
  - b) Lampu navigasi
  - c) General alarm dan fire detection system
  - d) Keperluan kemudi

3. Untuk kapal yang secara rutin mempunyai jarak pelayaran dekat, kapasitas sumber listrik emergency dapat dikurangi dari 36 jam menjadi 18 jam.

Kebutuhan daya yang diuraikan diatas adalah sebagai berikut :

Iluminasi geladak Atas	=	260
Iluminasi gekadak sekoci	=	460
Iluminasi geladak Navigasi	=	260
Iluminasi geladak alas	=	1480
Peralatan nautical dan lampu navigasi	=	7100
Steering gear	=	<u>1011+</u>
Jumlah	=	9560 W

Kebutuhan daya selama 18 jam = 9560 x 18 = 172080 WH

Daya kebutuhan listrik dalam Ampere Hour 172080/24 = 7170 AH

Maka jumlah penggunaan baterai dalam keadaan darurat adalah:

(direncanakan menggunakan baterai darurat kapasitas 435 AH)

$$\begin{aligned} \text{Jumlah baterai} &= \frac{\text{DayaAH}}{435\text{AH}} = \frac{7170}{435} \\ &= 16,48 \text{ (dibulatkan menjadi 17 unit)} \end{aligned}$$

Sehingga dapat disimpulkan perencanaan sumber listrik emergency menggunakan 17 unit baterai darurat dengan kapasitas 435 AH.

Spesifikasi marine battery

Merk	:Trojan L16h
Voltage	:6 volt
Kapasitas	:435 AH
Jumlah	:17 unit in series (total 7395 AH)