

STUDI ANALISIS KEBUTUHAN LISTRIK PADA KAPAL PERANG TNI AL KELAS ANGKUTAN TANK KRI TELUK WONDAMA 527

Singgih Dwiki Yastio¹, Yani Ridal², Rosnita Rauf³

singgihdwiki20@gmail.com¹, yani.ridalddg@gmail.com², rosnitaraufst@gmail.com³

Universitas Ekasakti

ABSTRAK

Sistem kelistrikan merupakan salah satu komponen vital pada kapal perang karena berfungsi menyuplai energi listrik bagi berbagai peralatan operasional seperti sistem navigasi, komunikasi, penerangan, serta peralatan bantu lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sistem kelistrikan pada kapal perang TNI AL kelas angkutan tank KRI Teluk Wondama 527, khususnya terkait kebutuhan daya listrik, kapasitas generator, kapasitas Batrai serta konsumsi bahan bakar generator. Kajian teori dalam penelitian ini mencakup konsep sistem distribusi tenaga listrik kapal, perhitungan beban listrik, load factor, penentuan kapasitas batrai serta penentuan kapasitas generator. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif dengan pendekatan studi literatur dan analisis perhitungan teknis. Data penelitian diperoleh melalui pengumpulan data teknis peralatan listrik kapal, data generator, data batrai serta data konsumsi bahan bakar yang kemudian dianalisis melalui perhitungan total beban listrik, faktor keberagaman (diversity factor), serta load factor generator. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total kebutuhan daya listrik kapal dipengaruhi oleh berbagai sistem utama seperti navigasi dan komunikasi, sistem pemompaan, penerangan, sistem pendingin dan sirkulasi udara, serta peralatan bantu. Berdasarkan hasil perhitungan, kapasitas generator utama yang digunakan mampu memenuhi kebutuhan beban listrik kapal dengan mempertimbangkan faktor operasi dan efisiensi sistem, begitu juga dengan batrai yang mampu memenuhi kebutuhan beban vital saat terjadi kegagalan pada sistem utama. Dengan demikian, sistem kelistrikan pada KRI Teluk Wondama 527 dinilai mampu mendukung operasional kapal secara optimal.

Kata Kunci: Sistem Kelistrikan Kapal, Batrai, Generator, Beban Listrik, Kapal Perang, KRI Teluk Wondama 527.

PENDAHULUAN

Sebagai negara kepulauan, Indonesia memiliki wilayah laut yang lebih luas dibanding daratannya (laut 73% dan daratannya 27%). Keadaan tersebut merupakan problem bagi pemerintah Indonesia untuk menjaga kedaulatan dan keamanan wilayah perairan Indonesia.

Kapal perang merupakan unsur utama kekuatan laut yang berperan penting dalam menjaga kedaulatan dan keamanan wilayah perairan suatu negara. Dalam mendukung pelaksanaan tugas operasionalnya, kapal perang dilengkapi dengan berbagai sistem penunjang, salah satu yang paling vital adalah sistem kelistrikan.

KRI Teluk Wondama 527 merupakan salah satu kapal perang TNI Angkatan Laut yang termasuk dalam kelas Landing Ship Tank (LST) dan berfungsi sebagai kapal angkut serta pendukung operasi amfibi. Dalam menjalankan tugasnya, KRI Teluk Wondama 527 membutuhkan sistem kelistrikan yang andal, aman, dan mampu menyuplai kebutuhan daya listrik pada berbagai kondisi operasi kapal. Kegagalan sistem kelistrikan dapat berdampak langsung terhadap keselamatan kapal dan keberhasilan misi operasi.

Sistem kelistrikan kapal perang umumnya terdiri dari pembangkit tenaga listrik utama, pembangkit tenaga listrik darurat, sistem baterai, sistem distribusi, serta sistem

proteksi listrik. Oleh karena itu, diperlukan suatu analisis sistem kelistrikan untuk mengetahui apakah kapasitas dan konfigurasi sistem yang ada telah sesuai dengan kebutuhan operasional kapal

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis sistem kelistrikan pada kapal perang KRI Teluk Wondama 527 dengan mengacu pada data sekunder dan standar yang berlaku, sehingga dapat memberikan gambaran mengenai kecukupan dan keandalan sistem kelistrikan kapal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Penelitian kuantitatif adalah salah satu metode penelitian dengan kriteria sistematis, terencana, terstruktur dengan jelas dan umumnya hasil penelitian berupa data numeric atau angka. Pendekatan deskriptif ialah metode pendekatan yang berperan untuk mendeskripsikan ataupun memberikan gambaran pada objek yang akan diteliti melalui data ataupun sampel yang sudah terkumpul. Tujuan pendekatan deskriptif yaitu gunamendeskripsikan objek penelitian maupun hasil dari penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Teknis

Berikut ini adalah data teknis dari KRI Teluk Wondama 527.

Tabel 1 Data Teknis Kapal

No	Parameter	Spesifikasi
1	Nama Kapal – Nomor Lambung	KRI Teluk Wondama - 527
2	Kelas	Angkut Tank / <i>Landing Ship Tank</i>
3	Negara Pembuat	Indonesia
4	Tahun Pembuatan	2021
5	Pabrik / Galangan	PT. Bandar Abadi, Batam
6	Panjang Maksimal	117 M
7	Panjang Garis Air	109,7 M
8	Sarat Air (Draft)	16,4 M
9	Tinggi Maks	26,1 M
10	Berat Kosong (Netto)	3.075 Ton
11	Berat Muatan Penuh (Gross)	4.955 Ton
12	Pendorong Pokok	16-cylinder V-engine up to 4.804 HP
13	Jumlah Pendorong Pokok	2 Unit
14	Jumlah Propeller	2 Unit
15	Kecepatan Ekonomis	12 Knots
16	Kecepatan Maksimal	16 Knots
17	Tangki Bahan Bakar	1.162.500 L
18	Tangki Harian	2.160 L
19	Tangki Air Tawar	900.000 L

2. Data Konsumsi Bahan Bakar Generator

Berdasarkan data operasional generator, diperoleh data penggunaan bahan bakar yang digunakan selama proses pembangkitan energi listrik. Data penggunaan listrik KRI Teluk Wondama 527 tersebut disajikan pada Tabel berikut:

Tabel 2 Data Konsumsi Bahan Bakar Generator

Caterpillar C18 Generator		Keseimbangan Beban Daya Listrik				
No.	Deskripsi	Persiapan Berlayar	Berlayar	Operasi	Sandar	Darurat
1	Beban Berkelanjutan (kW)	541.27	495.18	819.54	258.99	79.26
2	Beban Sementara (kW)	432.69	380.64	362.14	180.44	23.50
3	Beban sementara x faktor keberagaman (0,5)	216.35	190.32	181.07	90.22	11.75
4	Total Beban (kW)	757.62	685.51	1000.61	349.21	91.01
5	Kapasitas Generator (kW)	820	820	820	410	110
6	Daya Generator (kVA)	1.025	1.025	1.025	512.5	137.5
7	Load Factor (%)	92%	84%	122%	85%	83%
8	Generator yang Digunakan	2 Unit	2 unit	2 Unit	1 Unit	1 Em'cy
9	Konsumsi Bahan Bakar Generator (L/Jam)	146.37	120.92	256.35	62.33	33.29

3. Data Untuk Perencanaan

Data peralatan dan beban listrik diperlukan sebagai dasar perencanaan sistem kelistrikan KRI Teluk Wondama 527 sebagai berikut:

1. Data peralatan dan beban listrik sistem komunikasi dan navigasi.
2. Data peralatan dan beban listrik sistem pemompaan.
3. Data peralatan dan beban listrik sistem pendingin dan sirkulasi udara.
4. Data peralatan dan beban listrik sistem penerangan.
5. Data peralatan dan beban listrik peralatan bantu.

1) Data Peralatan Sistem Navigasi dan Komunikasi

Peralatan sistem navigasi dan komunikasi KRI Teluk Wondama 527 dikelompokkan sebagai berikut:

1. Peralatan Navigasi

Tabel 3 Peralatan Navigasi

No.	Deskripsi	Rating			
		Watt	Vs AC	PF	Vs DC
1	Gyro Compass	140	220	0.80	24
2	Magnet Compass	15	220	0.80	24
3	Speed Log	20	220	0.80	24
4	General Positioning System	100	220	0.80	24
5	Navigation Control Board	100	220	0.80	24
6	RFT Radar	600	220	0.80	84

2. Peralatan Komunikasi

Tabel 4 Peralatan Komunikasi

No.	Deskripsi	Rating			
		Watt	Vs AC	PF	Vs DC
1	HF - Tranceiver & Receiver	200	220	0.80	24
2	VHF – Tranceiver & Receiver	300	220	0.80	24
3	Handy Talkie	100	220	0.80	-
4	Horn	280	220	0.80	-
5	Alarm	240	220	0.80	-
6	Prayen	200	220	0.80	-

2) Data Peralatan Sistem Pemompaan

Peralatan sistem pemompaan KRI Teluk Wondama 527 dikelompokkan sebagai berikut:

1. Pompa Bahan Bakar

Tabel 5 Peralatan Pompa Bahan Bakar

No.	Deskripsi	Qty	Rating			
			kW	Eff	PF	Vs
1	Fresh Water Purifier	2	5.5	0.80	0.80	380
2	Fresh Water Transfer Pump	2	5.5	0.80	0.70	380
3	Fresh Water Priming Pump (St-by)	2	2.2	0.80	0.80	380
4	Fresh Water Pump for Main Engine	2	4	0.80	0.80	380

2. Pompa Minyak Lincir

Tabel 6 Peralatan Pompa Minyak Lincir

No.	Deskripsi	Qty	Rating			
			kW	Eff	PF	Vs
1	Lubrican Oil Purifier	1	2.2	0.80	0.80	380
2	Lubrican Oil Transfer Pump (Main Engine)	1	1.5	0.90	0.81	380
3	Lubrican Oil Pump for Main Engine (St-by)	2	30	0.80	0.80	380
4	Pre Lubrican Oil Pump (Main Engine)	2	4	0.90	0.80	380
5	Lubrican Oil Priming Pump (St-by)	2	30	0.80	0.80	380
6	Dirty Oil Pump	1	1.5	0.80	0.81	380

3. Pompa Air Laut

Tabel 7 Peralatan Pompa Air Laut

No.	Deskripsi	Qty	Rating			
			kW	Eff	PF	Vs
1	Sea Water Hydrophore	2	15	0.80	0.80	380
2	Bilge / Ballast Pump	2	37	0.80	0.85	380
3	Sea Water Cooling Pump for Air Condition	3	18.5	0.80	0.80	380
4	Sea Water Cooling Pump for Cold Storage	2	2.2	0.80	0.80	380
5	Sea Water Cool Pump for Main Engine	2	18.5	0.80	0.80	380
6	Bilge Pump	1	2.2	0.80	0.85	380
7	Fresh Water Generator	2	8.5	0.80	0.80	380
8	Oily Water Separator (OWS)	1	1.3	0.80	0.80	380

4. Pompa Air Tawar

Tabel 8 Peralatan Pompa Air Tawar

No.	Deskripsi	Qty	Rating			
			kW	Eff	PF	Vs
1	Fresh Water Hydrophore	2	5.5	0.80	0.80	380
2	Fresh Water Circulation Pump for A/C	3	15	0.80	0.75	380
3	ST-by H.T. Fresh Water Cooling Pump for Main Engine	2	11	0.80	0.80	380

4	St-by L.T. Fresh Water Cooling Pump for Main Engine	2	11	0.80	0.80	380
5	Pump for Cooling Water ECR Air Condition	2	2.2	0.80	0.85	380

5. Pompa Air Kotor

Tabel 9 Peralatan Pompa Air Kotor

No.	Deskripsi	Qty	Rating			
			kW	Eff	PF	Vs
1	Sewage Pump	2	2.2	0.80	0.80	380
2	Sewage Threatment Plan	1	19.4	0.80	0.80	380

3) Data Peralatan Sistem Penerangan

Peralatan sistem penerangan KRI Teluk Wondama 527 dikelompokkan sebagai berikut:

1. Peralatan Penerangan Luar

Tabel 10 Peralatan Penerangan Luar

No.	Deskripsi	Qty	Rating		
			Watt	PF	Vs
1	Flood Light	17	500	0.80	220
2	Navigation Light	1	350	0.80	220
3	Search Light	2	2000	0.80	220
4	F.L Pendant Light	203	20	0.80	220
5	Emergency lamp	118	10	-	220
6	Halogen Flood Light	4	1000	0.80	220
7	Head Master Light	2	120	0.80	220
8	Anchor Light	2	80	0.80	220
9	Stern Light	1	60	0.80	220

2. Peralatan Penerangan Dalam

Tabel 11 Peralatan Penerangan Dalam

No.	Deskripsi	Qty	Rating		
			Watt	PF	Vs
1	F.L Ceiling light	131	20	0.80	220
2	Emergency lamp	79	10	-	220
3	Engine Room Lighting	1	2500	0.80	220
4	Chart Table Light	1	40	0.80	220

4) Data Peralatan Sistem Pendingin dan Sirkulasi Udara

Peralatan sistem pendingin dan sirkulasi udara KRI Teluk Wondama 527 dikelompokkan sebagai berikut:

1. Peralatan Pendingin Khusus

No.	Deskripsi	Qty	Rating			
			kW	Eff	PF	Vs
1	SW Cooled AC Chiller	3	137	0.80	0.80	380
2	Booster Cooler / AC Split - Ammo Store	2	1.58	0.80	0.80	380
3	Heli Aftur Fuel Pump	1	5	0.80	0.80	380

2. Peralatan Ruangan Pendingin (Fresh Room)

Tabel 13 Peralatan Ruangan Pendingin

No.	Deskripsi	Qty	Rating			
			kW	Eff	PF	Vs
1	Evaporator Meat/Fish	1	4.4	0.80	0.80	380

	and Vegetable					
2	Cold Storage Chiller	2	6.9	0.80	0.80	380

3. Peralatan Sirkulasi Udara (Blower)

Tabel 14 Peralatan Sirkulasi Udara

No.	Deskripsi	Qty	Rating			
			kW	Eff	PF	Vs
1	Supply Fan for E/R	2	20	0.80	0.80	380
2	Exhaust Fan for E/R	2	9	0.80	0.85	380
3	Ventilation Fan for A/E	2	15	0.80	0.80	380
4	Exhaust Vent. Fan for Galley PA	1	0.37	0.80	0.80	380
5	Exhaust Vent. Fan for Galley Troop	1	1.5	0.80	0.80	380
6	Exhaust Vent. Fan for Komaliwan Room	1	0.5	0.80	0.80	380
7	Exhaust Vent. Fan for Laundry Rm	1	0.5	0.80	0.80	380
8	Vent. Fan for St. Gear Rm	1	0.5	0.80	0.80	380
9	Vent. Fan for Troop Lavatory	5	0.37	0.80	0.80	380
10	Vent. Fan for Troop Lavatory C deck	1	0.37	0.80	0.80	380
11	Vent. Fan for Mortuary Rm	1	0.37	0.80	0.80	380
12	Vent. Fan for Troop Lavatory C deck	1	0.37	0.80	0.80	380
13	Exhaust Vent. Fan for Prov. Store	1	5.5	0.80	0.80	380
14	Exhaust Vent. Fan for CO2 Rm	1	0.37	0.80	0.80	380
15	Exhaust Vent. Fan for Em'cy Genset Rm	1	1.1	0.80	0.80	380
16	Exhaust Vent. Fan for Troops Lavatory	4	0.37	0.80	0.80	380
17	Exhaust Vent. Fan for Tank Deck	6	70	0.80	0.80	380
18	Exhaust Vent. Fan GROUP 3	1	0.6	0.80	0.80	380
19	Exhaust Vent. Fan GROUP 4	1	1.1	0.80	0.80	380

4. Peralatan Pendingin Ruangan

Tabel 15 Peralatan Pendingin Ruangan

No.	Deskripsi	Qty	Rating			
			kW	Eff	PF	Vs
1	A.H.U (1)	1	160	0.80	0.80	380
2	A.H.U (2)	1	200	0.80	0.80	380
3	A.H.U (3)	1	80	0.80	0.80	380
4	A.H.U (4)	1	80	0.80	0.80	380
5	A.H.U (5)	1	80	0.80	0.80	380
6	A.H.U (6)	1	80	0.80	0.80	380
7	ECR Air Condition	1	3	-	0.80	380
8	AC Chiller	2	390	-	0.80	380

5) Data Peralatan Bantu

Peralatan Bantu KRI Teluk Wondama 527 dikelompokkan sebagai berikut:

1. Peratalan Khusus

Tabel 16 Peralatan Khusus

No.	Deskripsi	Qty	Rating			
			kW	Eff	PF	Vs
1	Hyd. Anchor Windlass Fore + Ramp Door	2	90	0.80	0.80	380
2	L.C.V.P Telasopic David	4	5.5	0.80	0.80	380
3	Hyd. Power Pack for St. Gear	2	22	0.80	0.80	380
4	Crane for Lifeboat	1	5.5	0.80	0.80	380
5	Hyd. Power Pack for Deck Crane	1	12	0.80	0.80	380
6	Hyd. Power Pack for Snatch Winch	1	45	0.80	0.80	380
7	Hyd. Power Pack for Turn Table	1	18	0.80	0.81	380
8	Hyd. Anchor Windlass After	1	18.5	0.80	0.80	380
9	Accommodation Ladder	2	1.5		0.80	380
10	Laundry Equipment	4	2.4	0.80	0.80	220

2. Peralatan Pemadan Kebakaran

Tabel 17 Peralatan Pemadam Kebakaran

No.	Deskripsi	Qty	Rating			
			kW	Eff	PF	Vs
1	GS & Fire Pump	2	75	0.80	0.80	380
2	Water Mist Pump	1	5.5	0.80	0.80	380
3	Em'cy Fire Pump	1	37	-	0.80	380
4	Sprinkler Pump	1	75	-	-	380

3. Peralatan Dapur

Tabel 18 Peralatan Dapur

No.	Deskripsi	Qty	Rating	
			kW	Vs
1	Electric Cooking Range (stove)	2	15	360
2	Electric Soup Boiler	3	8	360
3	Electric Rice Cooker	3	12	220
4	Refrigerator	2	0.5	220

4. Hasil Proteksi Pada Kapal

Sistem proteksi kelistrikan pada kapal perang di rancang sebagai jaringan pertahanan berlapis yang sangat tangguh untuk menjamin kelangsungan hidup kapal dalam situasi pertempuran. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem ini bekerja secara terintegrasi menggunakan kombinasi perangkat proteksi arus lebih dengan kapasitas dan peran yang terkoordinasi secara ketat dari hulu ke hilir sebagai berikut :

1) Air Circuit Breaker (ACB)

Proteksi yang terpasang pada kapal KRI teluk wondama 527 salah satunya Air Circuit Breaker, ACB di pasang sebagai garda terdepan untuk proteksi arus hubung singkat guna menjaga peralatan pada kapal. dengan arus nominal 850 A dengan kemampuan pemutus arus pendek 65 kA. Nilai ini sudah efisien dalam menjaga sistem kelistrikan kapal KRI Teluk Wondama 527.

2) Molded Case Circuit Breaker

Pada kapal perang MCCB merupakan sakelar pemutus otomatis kelas menengah yang seluruh mekanisme internalnya di bungkus rapat dalam casing isolator yang mampu menahan pas tinggi. MCCB terpasang setelah ACB pada panel distribusi yang ada pada kapal KRI teluk wondama 527 . Dengan arus nominal 400/300 A dengan kemampuan mendeteksi arus pendek sebesar 50 kA dan nilai ini telah efisien untuk menjaga sistem kelistrikan pada kapal KRI teluk wondama 527.

3) Minuature Circuit Breaker

Pada kapal perang, MCB bukan sekadar sakelar pembatas arus biasa seperti di instalasi rumah, melainkan komponen proteksi taktis tingkat akhir (hilir) yang dirancang dengan spesifikasi militer. MCB berfungsi sebagai benteng pertahanan terakhir untuk melindungi sistem navigasi, senjata, dan komunikasi dari kerusakan fatal akibat kegagalan listrik.

5. Perhitungan Load Factor Generator pada KRI Teluk Wondama 527

Nilai load faktor generator ini digunakan untuk menentukan kapasitas generator yang akan digunakan. Load faktor generator dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$LF = \frac{PB}{GO} \times 100\%$$

Dimana :

LF = Load Faktor

PB = Daya Total Beban

GO = Generator Output

a) Kondisi Kapal Persiapan Berlayar

PB= 757.62 kW

GO = 820 kW

$$LF = \frac{757.62}{820} \times 100\% \\ = 92\%$$

b) Kondisi Kapal Berlayar

PB= 685.51 kW

GO = 820 kW

$$LF = \frac{685.51}{820} \times 100\% \\ = 84\%$$

c) Kondisi Kapal Operasi

PB= 1000.61 kW

GO = 820 kW

$$LF = \frac{1000.61}{820} \times 100\% \\ = 122\%$$

d) Kondisi Kapal Sandar

PB= 349.21 kW

GO = 410 kW

$$LF = \frac{349.21}{410} \times 100\% \\ = 85\%$$

e) Kondisi Darurat

$$\begin{aligned} \text{PB} &= 91.01 \text{ kW} \\ \text{GO} &= 110 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LF} &= \frac{91.01}{110} \times 100\% \\ &= 83\% \end{aligned}$$

6. Penentuan Kapasitas Generator Utama KRI Teluk Wondama 527

Setelah dilakukan proses perhitungan terhadap masing-masing beban listrik yang terpasang di kapal, diperoleh besaran daya semu (kVA) pada setiap kondisi operasi kapal. Perhitungan ini mencakup seluruh variasi kondisi operasional, sehingga dapat memberikan gambaran yang komprehensif mengenai kebutuhan daya listrik pada saat kapal dalam keadaan sandar, persiapan berlayar, maupun saat berlayar. Berdasarkan hasil akumulasi total daya beban tersebut, selanjutnya dapat ditentukan jumlah generator yang diperlukan serta kapasitas nominal masing-masing generator agar mampu menyuplai kebutuhan daya secara optimal dan andal.

Dalam proses penentuan kapasitas generator, tidak hanya total daya beban yang menjadi pertimbangan, tetapi juga perlu diperhitungkan nilai Diversity Factor (Fd). Diversity Factor digunakan untuk menggambarkan tingkat keanekaragaman pemakaian beban, mengingat tidak semua peralatan listrik beroperasi secara bersamaan pada waktu yang sama. Pada perhitungan ini, digunakan nilai Fd sebesar 0,7 untuk kondisi kapal sandar, 0,7 pada kondisi persiapan berlayar, 0,6 pada kondisi berlayar, serta 0,6 pada kondisi kapal operasi. Penggunaan nilai tersebut dimaksudkan agar kapasitas generator yang direncanakan tetap efisien, namun tetap mampu menjamin kontinuitas dan keandalan sistem kelistrikan kapal.

Maka dapat dihitung sebagai berikut

- a) Kapasitas Generator Kondisi Sandar
 $= \text{Fd} \times \text{Total Beban Kondisi Sandar}$
 $= 0.7 \times 436,51 \text{ kVA}$
 $= 305,56 \text{ kVA}$
- b) Kapasitas Generator Kondisi Persiapan Berlayar
 $= \text{Fd} \times \text{Total Beban Kondisi Persiapan Berlayar}$
 $= 0.7 \times 947,02 \text{ kVA}$
 $= 662,91 \text{ kVA}$
- c) Kapasitas Generator Kondisi Berlayar
 $= \text{Fd} \times \text{Total Beban Kondisi Berlayar}$
 $= 0.6 \times 856,89 \text{ kVA}$
 $= 514,13 \text{ kVA}$
- d) Kapasitas Generator Kondisi Operasi
 $= \text{Fd} \times \text{Total Beban Kondisi Operasi}$
 $= 0.6 \times 1.250,77 \text{ kVA}$
 $= 750,46 \text{ kVA}$

Tabel 19 Hasil Perhitungan Beban Generator

No.	Deskripsi	Persiapan Berlayar	Berlayar	Operasi	Sandar
1	Total Beban (kW)	757.62	685.51	1000.61	349.21
2	Total Daya Semu (kVA)	947.02	856.89	1250.77	436.51
3	Diversity Factor (Fd)	0.7	0.6	0.6	0.7
4	Total Daya Semu (kVA) x Diversity Factor	662.91	514.13	750.46	305.56

Dari Perhitungan diatas maka beban minimum pada kapal 305,56 kVA dan beban maksimum 750,46 kVA, Jika beban maksimum adalah 80 % kapasitas generator, maka digunakan generator yang berkapasitas 900 kVA.

Jadi sistem kelistrikan KRI Teluk Wondama 527 menggunakan 3unit Diesel Generator dengan kapasitas sebesar 450 kVA, sedangkan yang terpasang saat ini dengan jumlah 3unit berkapasitas 512.5 kVA.

7. Penentuan Kapasitas Baterai Suplai Listrik Sistem Navigasi dan Komunikasi KRI Teluk Wondama 527

Tabel 20 Pemakaian Arus Listrik Sistem Navigasi dan Komunikasi

No.	Deskripsi	Rating		
		Watt	Vs DC	Amp
1	Gyro Compass	140	24	5.8
2	Magnet Compass	15	24	0.6
3	Speed Log	20	24	0.8
4	General Positioning System	12	24	0.5
5	Navigation Control Board	100	24	11.9
6	RFT Radar	300	24	7.6
7	HF - Tranceiver & Receiver	125	24	15
8	VHF – Tranceiver & Receiver	50	24	10

Karena tegangan DC yang digunakan untuk peralatan navigasi dan komunikasi hanya menggunakan tegangan 24 V maka kapasitas baterai dapat ditentukan sebagai berikut;

Tegangan 24 V dapat diperoleh dengan menggunakan 2unit baterai 12 V yang dirangkai secara seri. Total arus listrik pemakaian tegangan 24 V adalah 52.2 A.

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas Baterai} &= \text{Total Pemakaian Arus} \times 1 \text{ Jam} \\
 &= 52.2 \text{ A} \times 1 \text{ Jam} \\
 &= 52.2 \text{ Ah}
 \end{aligned}$$

Jadi kapasitas baterai yang diperlukan untuk peralatan navigasi dan komunikasi pada KRI Teluk Wondama 527 adalah 60 Ah. sedangkan yang terpasang saat ini berkapasitas 200 kVA dengan rincian masing-masing peralatan menggunakan 25 kVA.

8. Perhitungan Beban Vital KRI Teluk Wondama 527

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, total beban vital atau beban penting pada sistem kelistrikan kapal mencapai 113,76 kVA. Beban vital ini merupakan beban yang harus tetap tersuplai dalam kondisi darurat guna menjamin keselamatan operasional kapal, termasuk peralatan navigasi, komunikasi, sistem kontrol, serta perlengkapan keselamatan lainnya. Oleh karena itu, penentuan kapasitas generator darurat harus mempertimbangkan keandalan, faktor keamanan, serta kemungkinan adanya lonjakan beban saat pengoperasian awal (starting current).

Dengan total kebutuhan daya sebesar 113,76 kVA, maka secara perencanaan dibutuhkan minimal satu unit diesel generator darurat dengan kapasitas terpasang sekitar 120 kVA. Kapasitas ini dipilih dengan mempertimbangkan adanya cadangan daya (safety margin) agar generator tidak bekerja pada beban penuh secara terus-menerus, sehingga umur pakai peralatan dapat lebih optimal dan risiko gangguan operasional dapat diminimalkan.

Sementara itu, diesel generator darurat yang saat ini telah terpasang di kapal memiliki kapasitas sebesar 132 kVA. Jika dibandingkan dengan hasil perhitungan kebutuhan beban vital, kapasitas tersebut masih berada di atas nilai yang dibutuhkan. Dengan demikian, generator yang tersedia tidak hanya mampu memenuhi kebutuhan daya darurat, tetapi juga menyediakan margin daya tambahan yang cukup untuk mengantisipasi

perkembangan beban di masa mendatang atau kondisi operasional tertentu yang memerlukan daya lebih besar.

9. Perhitungan Penggunaan Bahan Bakar KRI Teluk Wondama 527

Dari data dapat diketahui penggunaan total beban pada masing masing kondisi kapal, sehingga dapat diketahui penggunaan bahan bakar pada generator dengan berbagai kondisi seperti persiapan berlayar, berlayar, operasi, sandar dan darurat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Konsumsi Bahan Bakar (liter/jam)} = 0.21 \times \text{Daya generator (KVA)} \times \text{BebAn (\%)} \times \text{waktu (jam)}$$

a) Kondisi Persiapan Berlayar

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi Bahan Bakar} &= 0.21 \times 757.62 \text{ kW} \times 92 \% \times 1 \text{ jam} \\ &= 146.37 \text{ L/Jam} \end{aligned}$$

b) Kondisi Berlayar

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi Bahan Bakar} &= 0.21 \times 685.51 \text{ kW} \times 84 \% \times 1 \text{ jam} \\ &= 120.92 \text{ L/Jam} \end{aligned}$$

c) Kondisi Operasi

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi Bahan Bakar} &= 0.21 \times 1000.61 \text{ kW} \times 122 \% \times 1 \text{ jam} \\ &= 256.35 \text{ L/Jam} \end{aligned}$$

d) Kondisi Sandar

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi Bahan Bakar} &= 0.21 \times 349.21 \text{ kW} \times 85 \% \times 1 \text{ jam} \\ &= 62.33 \text{ L/Jam} \end{aligned}$$

e) Kondisi Darurat

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi Bahan Bakar} &= 0.21 \times 191.01 \text{ kW} \times 83 \% \times 1 \text{ jam} \\ &= 33.29 \text{ L/Jam} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, maka dapat diketahui penggunaan bahan bakar dalam berbagai kondisi sesuai dengan pembebanan yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 21 Perhitungan Penggunaan Bahan Bakar

No.	Deskripsi	Persiapan Berlayar	Berlayar	Operasi	Sandar	Darurat
1	Total Beban (kW)	757.62	685.51	1000.61	349.21	91.01
2	Presentase Pembebanan (%)	92%	84%	122%	85%	83%
3	Penggunaan Bahan Bakar (L/Jam)	146.37	120.92	256.35	62.33	33.29

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, perhitungan teknis, serta evaluasi terhadap sistem kelistrikan pada kapal perang TNI AL jenis Landing Ship Tank (LST) KRI Teluk Wondama 527, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil identifikasi dan perhitungan terhadap seluruh peralatan listrik yang terdapat pada kapal, diperoleh bahwa total kebutuhan daya listrik berbeda pada setiap kondisi operasi kapal. Pada kondisi sandar kebutuhan daya listrik sebesar 436,51 kVA, pada kondisi persiapan berlayar sebesar 947,02 kVA, pada kondisi berlayar sebesar 856,89 kVA, dan pada kondisi operasi sebesar 1.250,77 kVA.
2. Dengan mempertimbangkan nilai diversity factor sebesar 0,7, maka total kebutuhan daya listrik kapal dapat dipenuhi secara optimal dengan penggunaan tiga unit generator dengan kapasitas masing-masing sebesar 450 kVA. Nilai diversity factor

tersebut menunjukkan bahwa tidak semua peralatan listrik bekerja secara bersamaan pada kapasitas maksimum.

3. Sistem pembangkit listrik utama yang terpasang pada KRI Teluk Wondama 527 terdiri dari tiga unit diesel generator dengan kapasitas masing-masing sebesar 512,5 kVA. Kapasitas generator yang terpasang tersebut lebih besar dibandingkan dengan kapasitas yang dibutuhkan berdasarkan hasil perhitungan teoritis, sehingga sistem kelistrikan kapal memiliki cadangan daya yang cukup untuk mengantisipasi peningkatan beban listrik pada kondisi operasi tertentu.
4. Total beban listrik yang termasuk dalam kategori beban vital yang harus tetap beroperasi pada saat kondisi darurat adalah sebesar 113,76 kVA. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, generator darurat yang dibutuhkan memiliki kapasitas sekitar 120 kVA.
5. Generator darurat yang terpasang pada kapal memiliki kapasitas sebesar 132 kVA, sehingga kapasitas tersebut telah memenuhi kebutuhan daya listrik untuk sistem vital kapal serta memberikan margin keamanan yang cukup dalam mendukung kelangsungan operasional peralatan penting kapal pada kondisi darurat.
6. Sistem penyedia daya cadangan untuk peralatan navigasi dan komunikasi menggunakan sistem baterai dengan tegangan 24 V. Berdasarkan perencanaan, kebutuhan daya dapat dipenuhi dengan dua unit baterai berkapasitas 60 Ah yang dirangkai secara seri. Namun yang terpasang saat ini memiliki kapasitas 200 kVA dengan rincian setiap peralatan menggunakan 25 kVA.
7. Secara keseluruhan, sistem pembangkit listrik dan distribusi daya pada KRI Teluk Wondama 527 telah dirancang dengan mempertimbangkan aspek keandalan, keamanan, serta ketersediaan cadangan daya, sehingga mampu mendukung operasional kapal secara efektif pada berbagai kondisi operasi.

Saran

Dari analisis yang sudah di lakukan, ada beberapa saran yang perlu di lakukan :

1. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat melakukan analisis yang lebih mendalam terhadap kinerja sistem distribusi tenaga listrik kapal, seperti analisis jatuh tegangan (voltage drop), rugi-rugi daya pada penghantar, serta keseimbangan beban antar fasa, sehingga dapat diketahui tingkat efisiensi distribusi energi listrik pada kapal.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai kinerja generator kapal, seperti analisis load factor generator, efisiensi generator pada berbagai tingkat beban, serta karakteristik konsumsi bahan bakar generator terhadap variasi beban listrik, sehingga dapat diperoleh sistem pembangkit listrik yang lebih efisien.
3. Penelitian selanjutnya juga dapat mengkaji lebih lanjut mengenai koordinasi sistem proteksi listrik pada kapal, khususnya antara MCB, MCCB, dan fuse pada panel distribusi utama dan panel distribusi lokal agar sistem proteksi dapat bekerja secara selektif dalam mengatasi gangguan kelistrikan.
4. Selain itu, pengembangan sistem manajemen daya listrik kapal berbasis Power Management System (PMS) juga dapat menjadi kajian penelitian berikutnya guna meningkatkan keandalan, efisiensi, serta keselamatan sistem kelistrikan kapal dalam mendukung operasional kapal perang.

DAFTAR PUSAKA

BKI. (t.t.).

BKI. (2016). Rules for electrical installations (Vol. IV). Biro Klasifikasi Indonesia.

Bolkiah, M. R., Prasetya, H., Sarigih, Y., & Santoso, D. B. (2022). PERBAIKAN FAKTOR DAYA OTOMATIS PADA BEBAN INDUKTIF DENGAN IMPLEMENTASI AIR COIL

- MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO. INFO-TEKNIK, 23(2), 127. <https://doi.org/10.20527/infotek.v23i2.14270>
- C-12-Yendi Esye-Analisa Perbaikan Faktor Daya Sistem Kelistrikan (1). (t.t.).
- Hariyati, R., Sukmajati, S., & Dwilingga, R. (2017). SISTEM KELISTRIKAN PADA KAPAL PERANG TNI AL KELAS FROSC KRI TELUK CELUKAN BAWANG 532. Energi & Kelistrikan, 9(1), 60–69. <https://doi.org/10.33322/energi.v9i1.59>
- Irsyam, M., Algusri, M., & Marpaung, L. P. (2023). ANALISA RUGI-RUGI DAYA (LOSSES POWER) PADA JARINGAN TEGANGAN RENDAH PT. MUSIMMAS BATAM. 6.
- Khoiriyah, L., & Mufit, C. (t.t.). Analisis Kebutuhan dan Distribusi Beban Listrik pada Ruang Akomodasi Kapal Mini LNG Carrier 10.000 DWT. 19(02).
- Suryatmo. (2014). Dasar—Dasar Teknik Listrik. Bina Adiaksara.
- Suyanto, A., Prasetyo, M. T., Eng, M., & Kiswanto, A. (t.t.). PERANCANGAN KEBUTUHAN DAYA LISTRIK PADA KAPAL PERINTIS 2000 GT DENGAN ELEKTRIC BALANCE BKI.
- Taylor, D. A. (1996). Introduction to marine engineering (2nd ed., rev). Butterworth Heinemann.
- Waskito, I. (t.t.). STUDI PERENCANAAN INSTALASI LISTRIK DI KAPAL PESIAR.
- Zhao, B., Han, F., Luo, Y., Lu, S., Ji, Y., & Wang, Z. (2026). Probabilistic Load Forecasting for Green Marine Shore Power Systems: Enabling Efficient Port Energy Utilization Through Monte Carlo Analysis. Journal of Marine Science and Engineering, 14(2), 213. <https://doi.org/10.3390/jmse14020213>
- Jemari.