

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Rancangan Penelitian

3.1.1. Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian yaitu di PT. Orela Shipyard yang terletak *di Head Office* dengan alamat Jl. WR. Supratman No. 23. DR. Soetomo, Kecamatan Tegalsari, Surabaya, Jawa Timur. Lokasi penelitian lainnya yang bersangkutan yaitu di Galangan PT. Orela Shipyard dengan alamat Jl, Raya Desa Ngemboh, Ujung Pangkah, Kabupaten Gresik, Jawa Timur dapat dilihat pada Gambar 3.1. dan Gambar 3.2.



Gambar 3.1. *Head Office* PT. Orela Shipyard
(Sumber: Google Maps, 2024)



Gambar 3.2. Galangan PT. Orela Shipyard
(Sumber: Orela Shipyard, 2024)

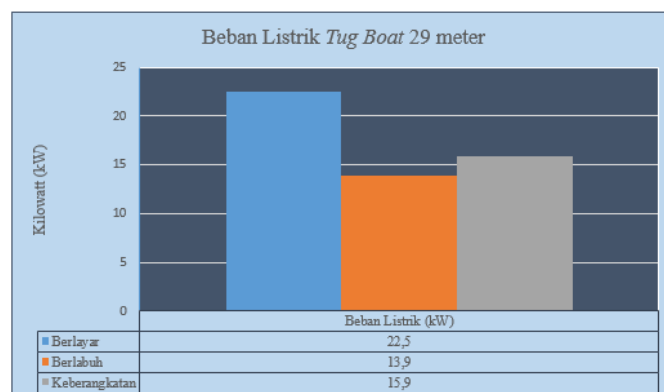
3.1.2. Objek Penelitian

Objek penelitian yaitu kapal laut jenis *Tug Boat* dengan nama Maharaja 2003 dengan memiliki panjang 29 meter yang dibuat oleh PT. Orela Shipyard di Galangan Gresik Ujung Pangkah Jawa Timur, Indonesia yang dapat dilihat pada Gambar 3.3. Kapal ini diperuntukan untuk membantu pengangkutan batu bara dan kapal besar bermaneuver di wilayah Gresik dengan beban listrik perkeadaan pada Gambar 3.4. di bawah ini.



Gambar 3.3. *Tug Boat* Maharaja 2003

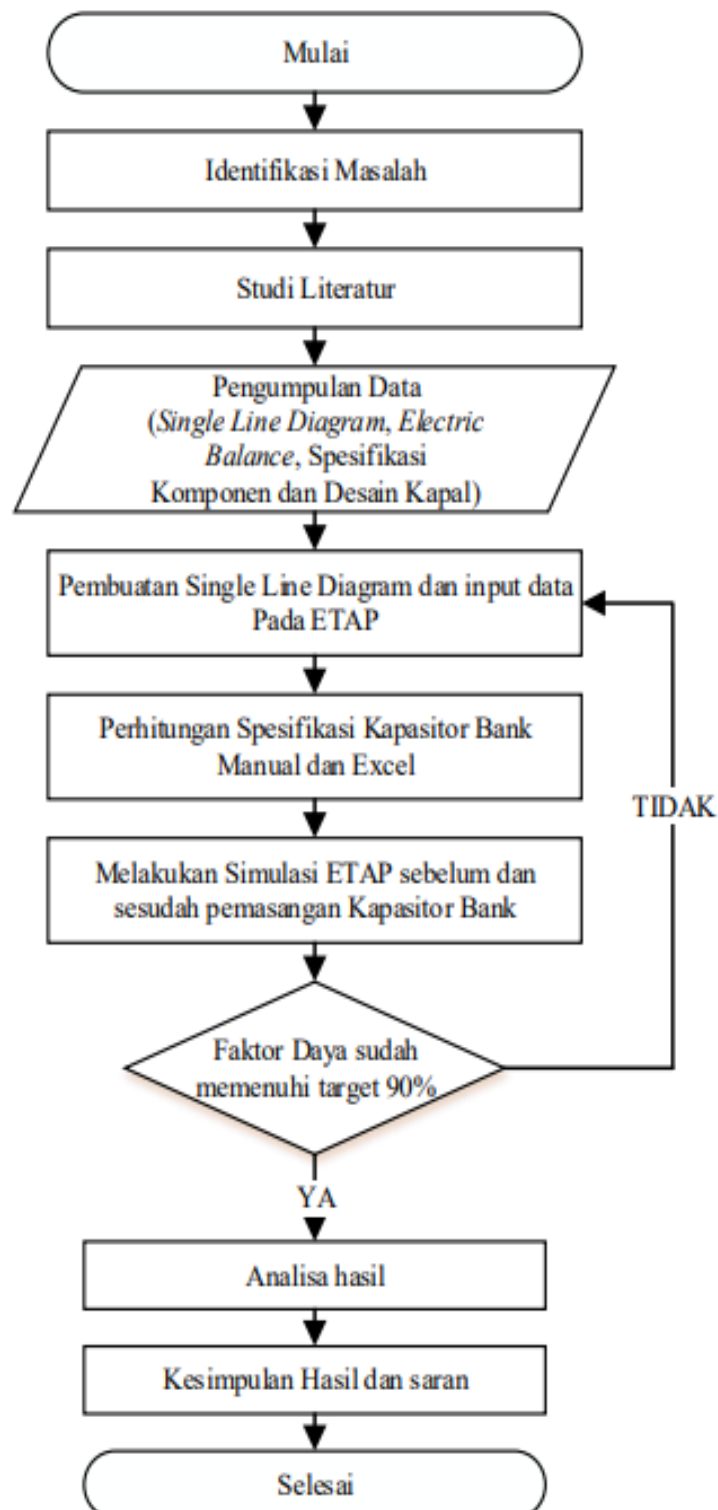
(Sumber: Orela Shipyard, 2024)



Gambar 3.4. *Beban Listrik Setiap keadaan*

(Sumber: Orela Shipyard, 2024)

3.2. Flowchart Penelitian



Gambar 3.5. Flowchart *Penelitian*

Tahap-tahap pelaksanaan penelitian ini di antara lain sebagai berikut:

3.2.1. Mulai Penelitian

Langkah pertama adalah memulai penelitian

3.2.2. Identifikasi Masalah

Pertama yang dilakukan adalah melakukan identifikasi masalah yang ada pada lokasi penelitian. Dibagian ini tujuan hasil yg didapat adalah mengetahui jenis kapal untuk penelitian dan masalah-masalah yang ada pada sistem kelistrikan kapal. Dalam penelitian kali ini yang dipilih jenis kapal tugboat. Setelah menentukan jenis kapal kemudian melakukan wawancara untuk mengetahui permasalahan yang ada.

3.2.3. Studi Literatur

Hal ini dilakukan untuk menambah serta meyakinkan penulis dalam pengujian ini dengan mempelajari beberapa jurnal terdahulu dan standar yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan, untuk mengetahui teori yang digunakan.

3.2.4. Pengumpulan Data

Pada proses pengumpulan data yaitu dengan melalui wawancara dan pengamatan pada kapal sejenisnya, serta meminta data perusahaan mengenai *Single Line Diagram*, *Electric Balance*, Spesifikasi Komponen, dan Desain Kapal.

3.2.5. Pembuatan *Single Line Diagram* dan Input data pada ETAP

Single line diagram yang sudah didapat di *redrawing*, dan *Electric Balance* diinputkan pada aplikasi ETAP (*Electrical Transient Analyzer Program*) untuk disumulasikan.

3.2.6. Perhitungan Spesifikasi Kapasitor Bank

Perhitungan ini dilakukan secara manual menggunakan rumus serta divalidasi oleh *excel* untuk memastikan perhitungan dilakukan dengan benar. Data hasil perhitungan diinputkan pada ETAP, dan Kapasitor Bank dipasang menggunakan metode *Global Compensation* serta menggunakan *Switched Capacitor*.

3.2.7. Simulasi Sebelum Dan Sesudah Pemasangan Kapasitor Bank.

Simulasi ini untuk mengetahui hasil dari *Single Line Diagram* dan data yang telah di inputkan pada ETAP, serta dapat diketahui Jatuh Tegangan dan Faktor Daya sesuai dengan standar yang ada.

3.2.8. Validasi Faktor Daya

Pada validasi ini dengan melihat hasil simulasi apakah sudah memenuhi targer faktor daya yang telah ditentukan, target optimalisasi faktor daya yang ditentukan yaitu 90%.

3.2.9. Analisa Hasil

Setelah hasil simulasi didapatkan maka dapat dilanjutkan analisis yang mencakup perbedaan penggunaan kapasitor dan tanpa kapasitor bank pada sistem kelistrikan.

3.2.10. Kesimpulan Hasil dan Saran

Pada bagian ini menentukan kesimpulan dari penelitian, serta memberikan saran untuk penelitian ini agar lebih baik.

3.2.11. Selesai

Langkah terakhir yaitu penelitian selesai.

3.3. Perhitungan Spesifikasi Kapasitor Bank

3.3.1. Menentukan parameter ukur

Parameter ukur yang digunakan dalam penelitian ini yaitu diantaranya adalah daya aktif, daya semu, dan daya reaktif serta faktor daya.

3.3.2. Menentukan Daya Semu

Pada tahap ini menggunakan Persamaan (2.10) dari segitiga daya, tetapi karena Arus belum diketahui maka dapat menggunakan rumus pada persamaan (2.5).

3.3.3. Menentukan Daya Reaktif

Menentukan daya reaktif dengan dengan Persamaan (2.12), tetapi dalam menentukan daya reaktif dapat juga menggunakan aturan segitiga daya yang merujuk pada Persamaan (2.13).

3.3.4. Optimalisasi Faktor Daya Metode Pertama

Pada tahap ini faktor daya ditingkatkan menggunakan kapasitor bank maka diperlukannya perhitungan Daya reaktif awal ketika faktor daya sesuai standar dengan Persamaan (2.13) dan Daya Reaktif Akhir untuk faktor daya yang diinginkan Persamaan (2.14) maka akan ditemukan daya reaktif yang dibutuhkan untuk optimalisasi faktor daya dengan Persamaan (2.15).

3.3.5. Optimalisasi Faktor Daya Metode kedua

Pada metode kedua ini menggunakan tabel kebenaran kompensasi faktor daya dengan menggunakan Persamaan (2.16).

3.4. Data Kapal *Tug Boat* 29 m

3.4.1. *Electric Balance Kapal Tug Boat* 29 meter

Tabel 3.1. Beban Listrik Kapal *Tug Boat* Maharaja 2003

(Sumber: Orela Shipyard, 2024)

No	EQUIPMENT	CAPACITY			DEMAND FACTOR (%) & POWER CONSUMPTION (KW)											
					CRUISING				HARBOUR/MOORING				DEPARTING			
		Input (kW)	No (Set)	Output (kW)	No in Use	L.F. %	Load (kW)		No in Use	L.F. %	Load (kW)		No in Use	L.F. %	Load (kW)	
I	<u>HULL AUXILIARIES</u>															
1	Anchor Windlass	5.50	1	5.50	1	30		1.65	1	40	2.20					
2	Steering Gear	3.70	1	3.70	1	80		2.96								
SUB TOTAL I				9.20			0.00	4.61			2.20	0.00			0.00	0.00

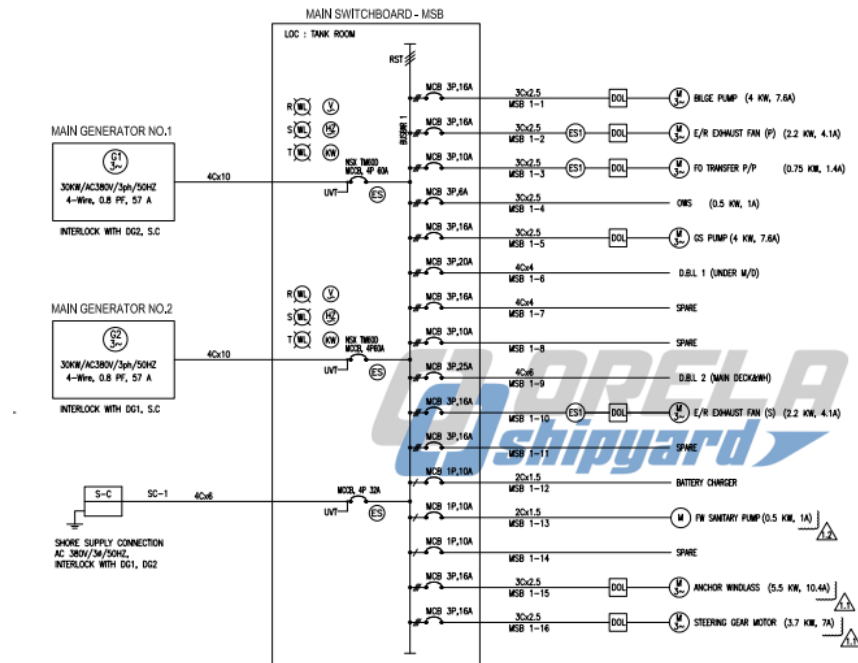
No	EQUIPMENT	CAPACITY			DEMAND FACTOR (%) & POWER CONSUMPTION (KW)											
					CRUISING				HARBOUR/MOORING				DEPARTING			
		Output (kW)	No (Set)	Input (kW)	No in Use	L.F. %	Load (kW)		No in Use	L.F. %	Load (kW)		No in Use	L.F. %	Load (kW)	
II	<u>ELECTRICITY</u>															
1	DBL 1 (Under Main Deck)	2.00	1	2.00	1	90	1.80		1	80	1.60		1	90	1.80	
2	DBL 2 (Accommodation Deck)	2.00	1	2.00	1	70	1.40		1	50	1.00		1	70	1.40	
5	Navigation Light	1.00	1	1.00	1	70	0.70		1	50	0.50		1	70	0.70	
6	Search Light	1.00	2	2.00	1	20	0.20		1	35	0.35		1	35	0.35	
7	Inter. Communication & PA	0.55	1	0.55	1	30	0.17		1	30	0.17		1	30	0.17	
8	Navcom system	1.50	1	1.50	1	50	0.75		1	30	0.45		1	30	0.45	
9	Radio System	0.30	1	0.30	1	50	0.15		1	30	0.09		1	50	0.15	
10	Flood Light	0.50	4	2.00	4	60	1.20		2	50	0.50		2	50	0.50	
SUB TOTAL II				11.35			6.37	0.00			4.66	0.00			5.52	0.00

No	EQUIPMENT	CAPACITY			DEMAND FACTOR (%) & POWER CONSUMPTION (KW)											
					CRUISING				HARBOUR/MOORING				DEPARTING			
		Output (kW)	No (Set)	Input (kW)	No in Use	L.F. %	Load (kW)		No in Use	L.F. %	Load (kW)		No in Use	L.F. %	Load (kW)	
III	<u>MACHINERY</u>															
1	Fire & G.S Pump	4.00	1	4.00	1	50	2.00		1	30	1.20		1	50	2.00	
2	Bilge & Ballast Pump	4.00	1	4.00	1	50	2.00		1	30	1.20		1	50	2.00	
3	FO Transfer Pump	0.75	1	0.75	1	40		0.30					1	40		0.30
4	FW Sanitary pump	0.50	1	0.50	1	60		0.30	1	30		0.15	1	60		0.30
5	Oily Water Separator	0.50	1	0.50	1	40		0.20	1	30		0.15				
SUB TOTAL III				9.75			4.00	0.80			2.40	0.30			4.00	0.60

No	EQUIPMENT	CAPACITY			DEMAND FACTOR (%) & POWER CONSUMPTION (KW)											
					CRUISING				HARBOUR/MOORING				DEPARTING			
		Output (kW)	No (Set)	Input (kW)	No in Use	L.F. %	Load (kW)		No in Use	L.F. %	Load (kW)		No in Use	L.F. %	Load (kW)	
IV	<u>VENTILATION</u>															
1	M/E Room Exhaust Fan	2.20	2	4.40	2	90	3.96		2	60	2.64		2	70	3.08	
2	Toilet Exhaust Fan	0.04	2	0.08	3	40	0.05		3	40	0.05		3	40	0.05	
3	AC Split for Wheelhouse	1.50	1	1.50	1	100	1.50		1	30	0.45		1	100	1.50	
4	AC Split for Crew Room	1.50	1	1.50	1	50	0.75		1	50	0.75		1	50	0.75	
5	AC Split for CE and Captain	1.00	1	1.00	1	50	0.50		1	50	0.50		1	50	0.50	
SUB TOTAL IV				8.43			6.76	0.00			4.39	0.00			5.88	0.00
GRAND TOTAL				38.78			17.12	5.41			13.64	0.30			15.39	0.60

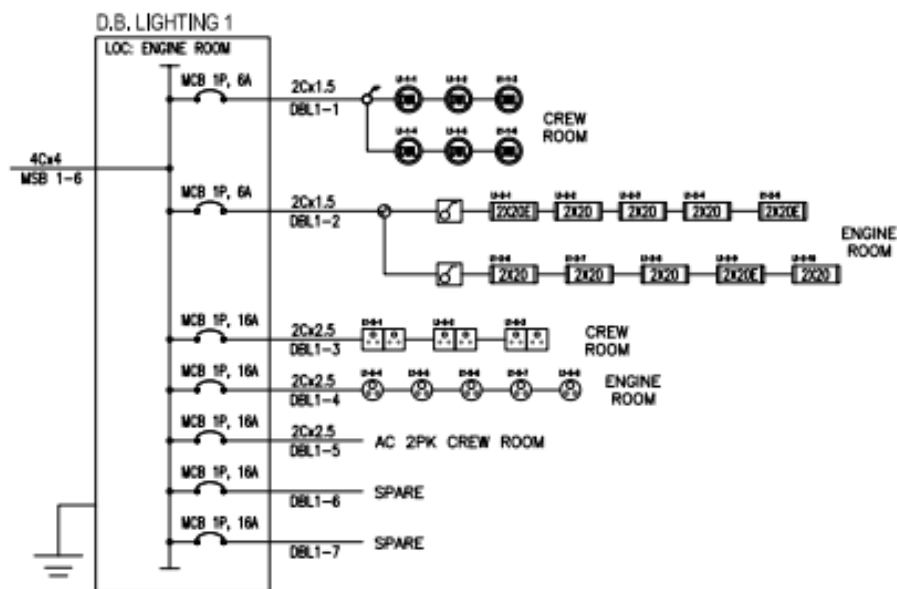
Designation		CRUISING	HARBOUR/MOORING	DEPARTING
a. INTERMITTENT LOAD				
a.1. Total Load (kW)		5.41	0.30	0.60
a.2. Diversity Factor		0.50	0.50	0.50
a.3. Necessary Power (kW) [a.1.*a.2.]		2.71	0.15	0.30
b. CONTINUOUS LOAD (Kw)		17.12	13.64	15.39
c. TOTAL LOAD (kW) [a.3.+b]		19.83	13.79	15.69
d. GENSET SERVICE (kW)				
Main Genset No.1 & 2 (@30 kW)		30	30	30
e. LOAD FACTOR GENSET (%) [c/d*100]		66.09	45.98	52.31
f. OPERATIONAL		1 D/G	1 D/G	1 D/G
g. STAND-BY		1 D/G	1 D/G	1 D/G

3.4.2. Single Line Diagram



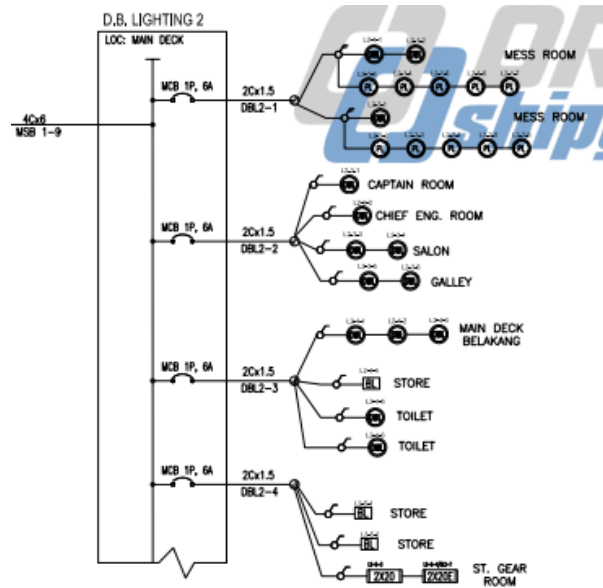
Gambar 3.6. SLD Main SwitchBoard

(Sumber: Orela Shipyard, 2024)

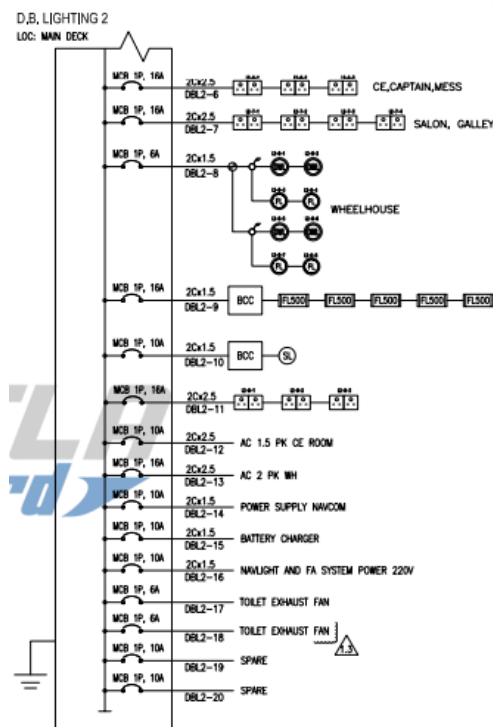


Gambar 3.7. SLD Distribution Board Lighting 1

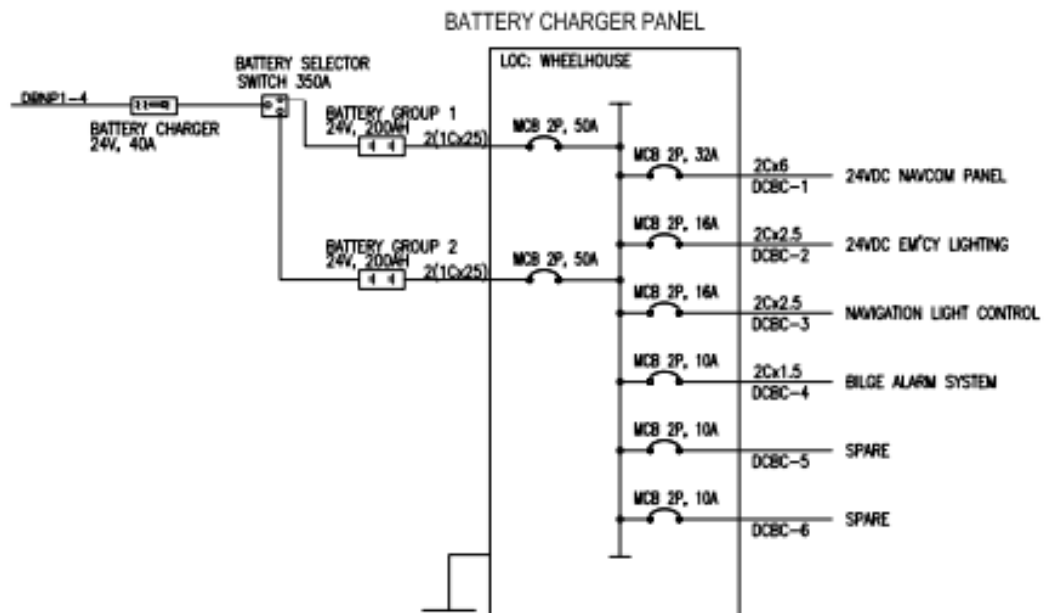
(Sumber: Orela Shipyard, 2024)



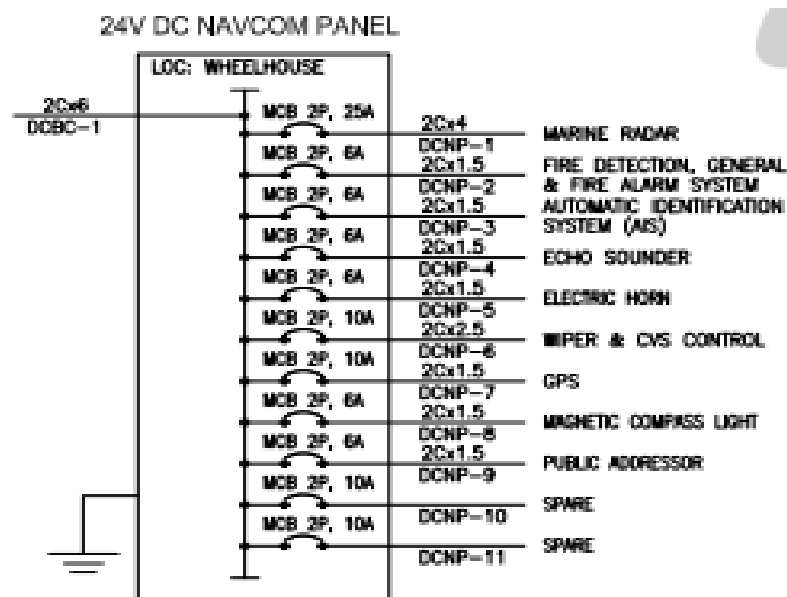
Gambar 3.8. SLD Distribution Board Lighting 2-1
(Sumber: Orela Shipyard, 2024)



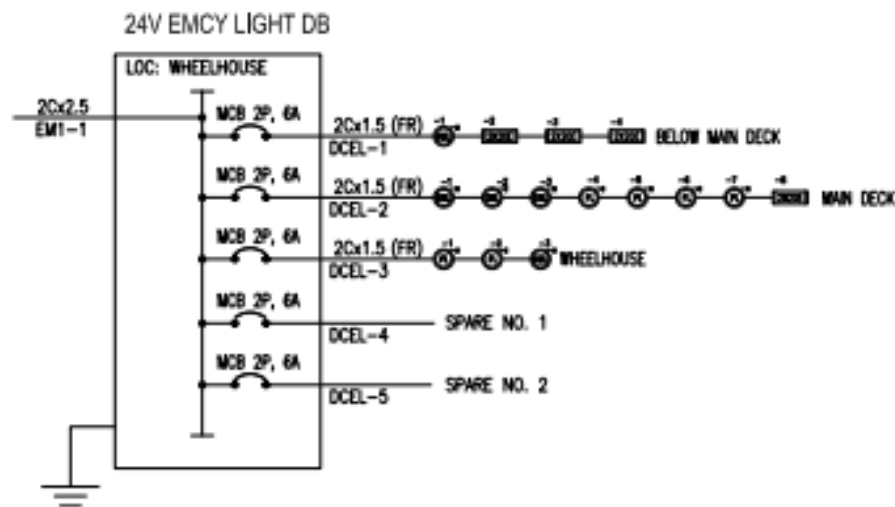
Gambar 3.9. SLD Distribution Board Lighting 2-2
(Sumber: Orela Shipyard, 2024)

Gambar 3.10. SLD *Battery Charger* Panel

(Sumber: Orela Shipyard, 2024)

Gambar 3.11. SLD DC *Navcom* Panel

(Sumber: Orela Shipyard, 2024)



Gambar 3.12. 24V *Emergency Light DB*

(Sumber: Orela Shipyard, 2024)

3.4.3. Spesifikasi Komponen

Berikut merupakan spesifikasi yang digunakan pada kapal *Tug Boat 29 m*.

a. Generator set

Generator set yang digunakan dengan merek WEICHAI, Model CCFJ30-W, *Power Factor 0,8, 3 Phase, Frequecy 50 Hz*, dan Kapasitas 30 kW.

b. Kabel

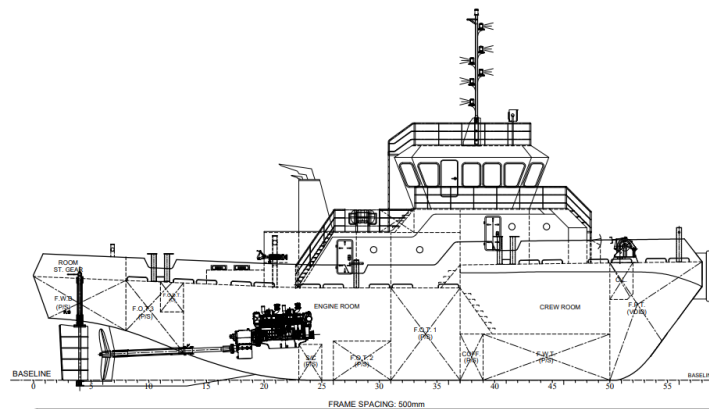
Kabel yang digunakan dengan tipe CJPF96/SC, *Armoured Marine Power and Control, Insulation XPLE* dengan luas penampang disesuaikan tercantum pada *Single Line Diagram*.

c. Motor Listrik

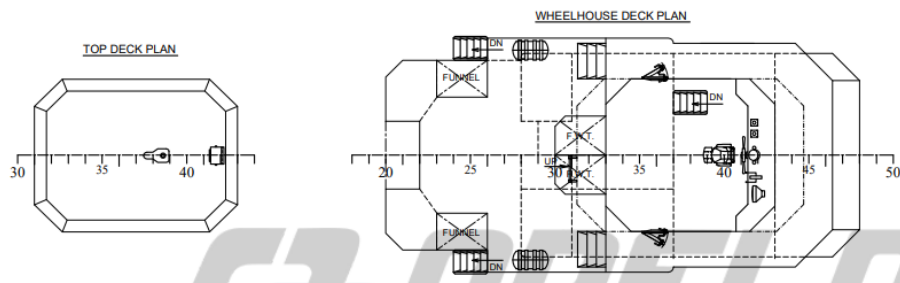
Motor Listrik yang digunakan dengan merek yang bervariasi diantaranya TECO, Calpeda, ABB, dan EUROSTOP, dengan kapasitas yang berbeda-beda.

3.4.4. Desain Kapal

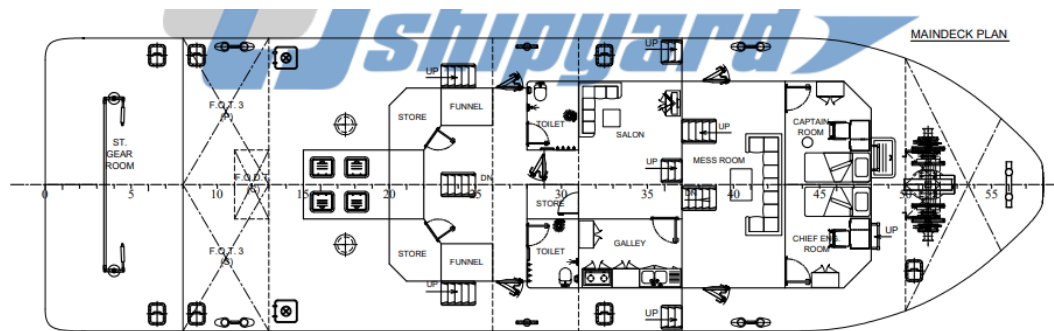
Kapal ini memiliki desain *layout* diantaranya yaitu desain kapal tampak samping kanan seperti pada Gambar 3.13. dan terdiri dari 4 (empat) *Deck*, yaitu *Top Deck* atau bagian paling atas pada kapal dan *Wheelhouse Deck Plan* atau anjungan kapal tempat nahkoda dan tim mengoperasikan kapal dapat dilihat pada Gambar 3.14., *Main Deck Plan* sering disebut bagian tengah kapal yang berisi ruangan-ruangan dapat dilihat pada gambar 3.15., dan *Bellow Main Deck Plan* atau bagian paling bawah kapal yang berisi peralatan pengoperasian kapal ditunjukkan pada Gambar 3.16.



Gambar 3.13. Tampak Samping Kanan Kapal *Tug Boat* 29 m
(Sumber: Orela Shipyard, 2024)

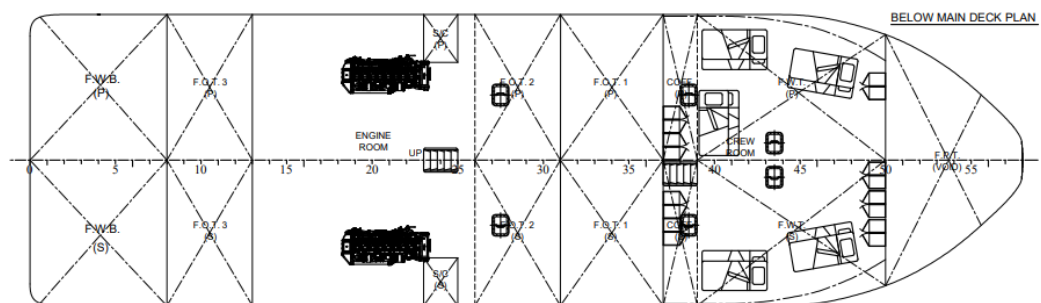


Gambar 3.14. *Top Deck Plan* dan *WheelHouse Deck Plan*
(Sumber: Orela Shipyard, 2024)



Gambar 3.15. Main Deck Plan

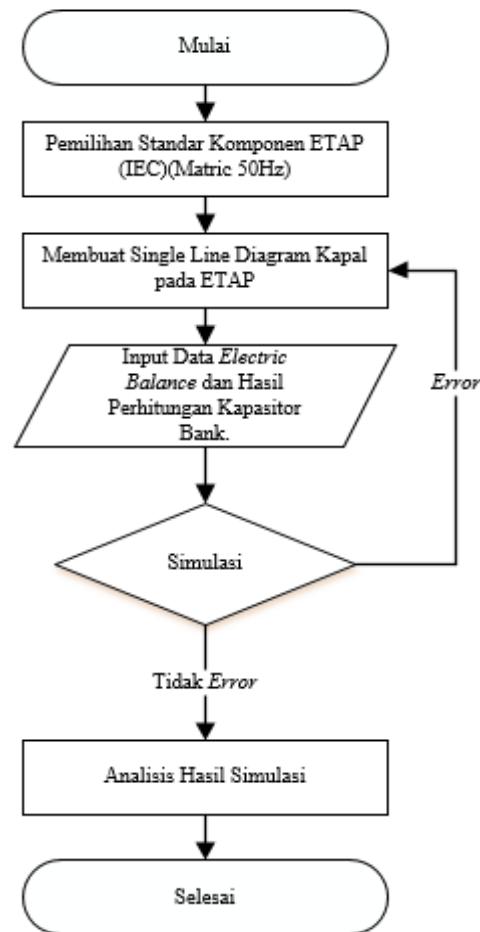
(Sumber: Orela Shipyard, 2024)



Gambar 3.16. Below Main Deck Plan

(Sumber: Orela Shipyard, 2024)

3.5. Flowchart Pemodelan ETAP



Gambar 3.17. *Flowchart* Pemodelan ETAP

3.5.1. Mulai

Langkah ini dengan menekan aplikasi ETAP (*Electrical Transient Analyzer Program*) pada *Device Laptop*.

3.5.2. Pemilihan Standar

Standar komponen yang terdapat pada ETAP memiliki 2 (dua) kategori yang digunakan yaitu *American National Standart Institute* (ANSI) dan *International Electrotechnical Commission* (IEC), pada penelitian ini menggunakan standar IEC merujuk pada pemakaian simbol komponen.

3.5.3. Membuat *Single Line Diagram*

Pembuatan ini dilakukan untuk mensimulasikan sistem kelistrikan pada kapal melalui *software* ETAP untuk mengetahui kualitas daya listrik kapal.

3.5.4. Input Data

Langkah ini dilakukan dengan memasukan data yang telah didapatkan pada etap, data yang diperlukan antara lain yaitu daya aktif (W), daya semu (VA), daya reaktif (VAR), tegangan (V), Arus (A), dan faktor daya, serta spesifikasi kabel.

3.5.5. Simulasi

Simulasi dilakukan pada ETAP dengan pengujian *Load Flow Analysis* memperhatikan Faktor Daya, Daya Listrik, Tegangan, Arus, pada setiap Bus dimulai pembangkit listrik kapal, sistem distribusi, dan beban-beban yang digunakan.

3.5.6. Analisis

Analisis pada ETAP dapat menggunakan beberapa metode *Load Flow Analysis* dengan metode pembacaan diantaranya menggunakan *Adaptive Newton-Raphson*, *Newton-Raphson*, dan *Fast-Decoupled*, Pada penelitian ini menggunakan analisis *Adaptive Newton-Raphson*.

3.5.7. Selesai

Pemodelan ETAP Selesai.

3.6. *Timeline Waktu Penelitian*

Tabel 3.2. *Timeline* waktu penelitian per-minggu

[illegible]