

TUGAS AKHIR

ANALISA ANGKUTAN KAPAL LNG UNTUK PLTMG (PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MESIN GAS) KEPULAUAN NIAS

**Diajukan untuk melengkapi tugas-tugas guna memenuhi persyaratan
mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Perkapalan**



Oleh :

Nama : Muhammad Muharram Raka Perdana

NIM : 2018310021

**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA
JAKARTA**

2023



**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA**

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa Jakarta Timur 13450
Telp. (021) 8649057, 8649060 Fax. (021) 8649052
Email: humas@unsada.ac.id Home page <http://www.unsada.ac.id>

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, menerangkan bahwa :

Nama : Muhammad Muharram Raka Perdana
N.I.M : 2018310021
Program Studi : Teknik Perkapalan
Judul Tugas Akhir :

**“ANALISA ANGKUTAN KAPAL LNG UNTUK PLTMG (PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA MESIN GAS) KEPULAUAN NIAS”**

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini adalah benar-benar asli karya cipta saya sendiri dan tidak mengandung bahan-bahan yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh pihak lain kecuali bagian-bagian tertentu yang saya ambil sebagai acuan dengan mengikuti kaidah penulisan Tugas Akhir yang benar.

Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya ilmiah yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir Tugas Akhir ini

Jakarta, 31 Mei 2023

Yang Menyatakan,



M. Muharram Raka P.
(201830021)



**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA**

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa Jakarta Timur 13450
Telp. (021) 8649057, 8649060 Fax. (021) 8649052
Email: humas@unsada.ac.id Home page <http://www.unsada.ac.id>

**LEMBAR PERMOHONAN SIDANG
SIDANG TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan di bawah ini, menerangkan bahwa :

Nama : Muhammad Muharram Raka Perdana

N.I.M : 2018310021

Program Studi : Teknik Perkapalan

Judul Tugas Akhir :

“Analisa Angkutan Kapal LNG Untuk PLTMG (Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas) Kepulauan Nias”

Bermaksud untuk mengajukan permohonan mengikuti Ujian Sidang Tugas Akhir dan telah menyelesaikan Tugas Akhir tersebut :

No.	Dosen Pembimbing	Disetujui Tanggal	Paraf
1.	Arif Fadillah, S.T., M.Eng., Ph.D	05 Agustus 2022	
2.	Putra Pratama, S.T., M.T.	5 Agustus 2022	

Jakarta, Agustus 2022

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Perkapalan

Koordinator Tugas Akhir Prodi TP

Shanty Manullang, S.Pi. M.Si.
NIDN 0330017703

Shanty Manullang, S.Pi. M.Si.
NIDN 0330017703

Dekan Fakultas Teknologi Kelautan

Y. Arya Dewanto, ST. MT.
NIDN 0310096801



**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA**

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa Jakarta Timur 13450

Telp. (021) 8649057, 8649060 Fax. (021) 8649052

Email: humas@unsada.ac.id Home page <http://www.unsada.ac.id>

FORM ASISTENSI LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : Muhammad Muharram Raka Perdana
N.I.M : 2018310021
Judul Tugas Akhir : Analisa Angkutan Kapal LNG untuk PLTMG (Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas) Kepulauan Nias

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	07 Juni 2022	✓ Pembacaan format penulisan	
		✓ leskopi 20 Jurnal + Resume	
		✓ lanjut bab I	
2.	09 Juni 2022	✓ Pembacaan format, 20 Jurnal	
		✓ pembacaan Bab I dan lanjut ke bab II	
3	13 Juni 2022	✓ Pembacaan dan leskopi bab I dan II lanjut ke bab III dan bab IV	
4	16 Juni 2022	✓ Pembacaan dan leskopi proyekti	

✓ Pelabelan Arus, PLTMG/PLTD dan proyekti, listrik listrikan
Dosen Pembimbing,
✓ bab I Analisa 2-lanjutan dan simulasi

(Arif Fadillah, S.T., M.Eng., Ph.D.)



**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA**

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa Jakarta Timur 13450

Telp. (021) 8649057, 8649060 Fax. (021) 8649052

Email: humas@unsada.ac.id Home page <http://www.unsada.ac.id>

FORM ASISTENSI LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : Muhammad Muharram Raka Perdana
N.I.M : 2018310021
Judul Tugas Akhir : Analisa Angkutan Kapal LNG untuk PLTMG (Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas) Kepulauan Nias

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
5	20 Juni 2022	✓ Pembacaan dan keystone' bh 'I, II, III, dan IV' khususnya ekonomi	
		✓ dan further analisis proyek penelitian kapal, supply-demand	
6.	23 Juni 2022	✓ Analisa supply demand di laut	
		✓ " " penelitian kapal dan " " biaya.	
7	27 Juni 2022	✓ keystone' dan perantara b2b IV	
		✓ Analisis 7 tahap 2 dan 3	

Dosen Pembimbing

(Arif Fadillah, S.T., M.Eng., Ph.D.)



**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA**

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa Jakarta Timur 13450
Telp. (021) 8649057, 8649060 Fax. (021) 8649052
Email: humas@unsada.ac.id Home page <http://www.unsada.ac.id>

FORM ASISTENSI LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : Muhammad Muharram Raka Perdana
N.I.M : 2018310021
Judul Tugas Akhir : Analisa Angkutan Kapal LNG untuk PLTMG (Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas) Kepulauan Nias

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
8.	30 Juni 2022	✓ lakukan analisis tugas 3 - Perhitungan kapal dan biaya dimensi	
9.	07 Juli 2022	✓ lakukan perhitungan tugas 3 ✓ " " " biaya ✓ lakukan perhitungan	
10.	14 Juli 2022	✓ Analisis tugas 3 dan perantara " " biaya dan perantara diperlihatkan	
11	21 Juli 2022	✓ Analisis finansial dan nilai kapal, Biaya logistik dari LNG. ✓ lakukan perhitungan, Nostre dan perbaikan fuel burner.	

Dosen Pembimbing,

(Arif Fadillah, S.T., M.Eng., Ph.D.)



**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA**

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa Jakarta Timur 13450

Telp. (021) 8649057, 8649060 Fax. (021) 8649052

Email: humas@unsada.ac.id Home page <http://www.unsada.ac.id>

FORM ASISTENSI LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : Muhammad Muharram Raka Perdana
N.I.M : 2018310021
Judul Tugas Akhir : Analisa Angkutan Kapal LNG untuk PLTMG (Pembangkit Listrik
Tenaga Mesin Gas) Kepulauan Nias

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
12	25 Juli 2022	✓ Pembantu analisis keakuratan dan Gunter LNG	
		✓ logika dan prosedur Abstract Dokumen pustaka / Diklat ini dll.	
13	27 Juli 2022	✓ logika analisis Gunter logika dan 3D.	
		✓ Rumpun Abstract / Diklat ini dan PPT.	
14	29 Juli 2022	← ————— Cudang —————	

Dosen Pembimbing,

(Arif Fadillah, S.T., M.Eng., Ph.D.)



**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA**




Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa Jakarta Timur 13450

Telp. (021) 8649057, 8649060 Fax. (021) 8649052


Email: humas@unsada.ac.id Home page <http://www.unsada.ac.id>

FORM ASISTENSI LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : Muhammad Muharram Raka Perdana
N.I.M : 2018310021
Judul Tugas Akhir : Analisa Angkutan Kapal LNG untuk PLTMG (Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas) Kepulauan Nias

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	23 Juni 2022	Tambahkan narasi pada tiap Bab & Sub Bab. Cek kembali format penulisan sesuai dengan pedoman penulisan	
2.	7. Juli 2022	# Cek tulisan tinjauan pustaka, Metodologi, # data BPS pada bab 1 ditampilkan. # Cek dan perbaiki flowchart di bab 3. #. Supply demand di bab 5. perbaiki	
3.	14. Juli 2022	# Perbaiki cycle time pada supply demand. # Hitung biaya, masukkan biaya gas pada office.	

Dosen Pembimbing,


(Putra Pratama, S.T., M.T.)



**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA**

Jl. Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa Jakarta Timur 13450

Telp. (021) 8649057, 8649060 Fax. (021) 8649052

Email: humas@unsada.ac.id Home page <http://www.unsada.ac.id>

FORM ASISTENSI LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : Muhammad Muharram Raka Perdana
N.I.M : 2018310021
Judul Tugas Akhir : Analisa Angkutan Kapal LNG untuk PLTMG (Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas) Kepulauan Nias

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
4	21 Juli 2022	# Perbaiki Cycle time kembali pada Sub Supply demand.	
		# Perbaiki Perhitungan biaya transportasi.	
5	27 Juli 2022	# Cek kembali daftar pustaka (masukan mardal)	
		# Cek kembali RFR / biaya transportasi. + biaya operasi.	
6	28 Juli 2022	# tambahkan Daftar Pustaka	
		# Perbaiki kesimpulan	
7	2 Agustus 2022	# Perbaiki PPT, Background gelas tulisan jangung gelas	
		# Ringkas Penjelasan pada analisa dan tabel diplan ngn.	
8	3 Agustus 2022	Siap diujikan	

Dosen Pembimbing,

(Putra Pratama, S.T., M.T.)



**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA**

Jl. Taman Malaka Selatan. Pondok Kelapa Jakarta Timur 13450
Telp. (021) 8649057, 8649060 Fax. (021) 8649052

Email: humas@unsada.ac.id Home page <http://www.unsada.ac.id>

SURAT KETERANGAN PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Memperhatikan ketentuan Sidang Tugas Akhir pada hari ^{KAMIS}, tanggal, bulan ^{AGUSTUS}, tahun ²⁰²², untuk mengadakan perbaikan sesuai dengan daftar data perbaikan, Maka :

Nama : Muhammad Muharram Raka Perdana

N.I.M : 2018310021

Jurusan : Teknik Perkapalan

**“ANALISA ANGKUTAN KAPAL LNG UNTUK PLTMG (PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA MESIN GAS) KEPULAUAN NIAS”**

No.	Dosen Penguji	Disetujui Tanggal	Paraf
1.	Augustinus Pusaka. S.T.,M.Si.	03 Mei 2023	
2.	Shanty Manullang S.Pi., M.Si	22 Januari 2023	
3.	Rizky Irvana S.T., M.T.	31 Januari 2023	

Jakarta, Januari 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

31/05/2023

(Arif Fadillah, S.T., M.Eng., Ph.D.)

Dosen Pembimbing II

6/6/2023

(Putra Pratama, S.T., M.T.)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknologi Kelautan

(Yoseph Arya Dewanto, S.T.,M.T.)

Ketua Jurusan Teknik Perkapalan

(Shanty Manullang, S.Pi.,M.Si.)

ABSTRAK

ANALISA ANGKUTAN KAPAL LNG UNTUK PLTMG (PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MESIN GAS) KEPULAUAN NIAS

Oleh:

Muhammad Muharram Raka Perdana

2018310021

Dalam rangka mendukung penurunan emisi berdasarkan Peraturan Menteri Nomor P.17/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2020, dan diversifikasi energi dalam penyediaan energi listrik dalam Keputusan Menteri ESDM No. 13 K Tahun 2020. Maka Perubahan diperlukan dari penggunaan HSD menjadi LNG untuk bahan bakar pembangkit listrik, perhitungan tersebut menggunakan metode konversi. Pulau Nias memiliki 2 eksisting PLTMG dengan dipasok dari Kilang Arun. kebutuhan listrik pada nias diperkirakan 254,282 MW dalam 10 tahun kedepan diproyeksikan dengan Metode Regresi Linear, Pulau Nias akan menjadi *Central Gas* untuk pembangkit listrik dipulau-nya dan sekitar-nya. Maka, pola pengiriman LNG akan menggunakan kapal, pemilihan kapal yang sesuai menggunakan metode AHP, untuk mendorong efisiensi. Perhitungan biaya dibutuhkan untuk pengiriman LNG dengan metode RFR. Perhitungan perencanaan dilakukan dengan dibagi dalam 3 tahap berupa saat ini, pengkonversian, dan 10 tahun mendatang. Penggunaan kapal untuk 2 tahap awal ini menggunakan kapal tipe *Supply Vessel*, sedangkan tahap selanjutnya menggunakan kapal tipe Micro LNG. Perhitungan biaya yang dikeluarkan pada setiap tahapnya ialah tahap 1 yaitu Rp17.075.493/ISO Tank, tahap 2 adalah Rp17.099.047/ISO Tank, dan tahap 3 adalah Rp6.605.212/ m³. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang dermaga yang akan digunakan pada PLTMG Nias untuk dapat menerima 2 jenis kapal yang berbeda, dan pendesainan *LNG Carrier* yang sesuai untuk tahap 3 berdasarkan kebutuhan yang ada.

Kata Kunci: Biaya Transportasi Laut, *ISO Tank*, Kapal, LNG, PLTMG Nias.

ABSTRACT

ANALYSIS OF LNG SHIP TRANSPORT FOR PLTMG (GAS ENGINE POWER PLANT) NIAS ISLANDS

By:

Muhammad Muharram Raka Perdana

2018310021

In order to support emission reduction based on Ministerial Regulation Number P.17/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2020, and energy diversification in the supply of electrical energy in the Minister of Energy and Mineral Resources Decree No. 13 K of 2020. Then a change is required from using HSD to LNG for power plant fuel, the calculation uses the conversion method. Nias Island has 2 existing PLTMG supplied by the Arun Refinery. the need for electricity in nias is estimated at 254,282 MW in the next 10 years, it's projected that using the Linear Regression Method, Nias Island will become Central Gas for electricity generation on the island and its surroundings. So, the pattern of shipping the lng will use ships, selecting the appropriate ships using the AHP method, to encourage efficiency. Cost calculation is required for LNG shipments using the RFR method. Planning calculations are carried out by dividing into 3 stages namely now, conversion, and 10 years in the future. The use of ships for the first 2 stages uses Supply Vessel type vessels, while the next stage uses Micro LNG type vessels. The calculation of the costs incurred at each stage is stage 1, which is Rp. 17,075,493/ISO Tank, stage 2 is Rp. 17,099,047/ISO Tank, and stage 3 is Rp. 6,605,212/m³. There needs to be further research on the jetty that will be used at the Nias PLTMG to be able to receive 2 different types of vessels, and the design of an appropriate LNG Carrier for phase 3 based on existing needs.

Keyword: ISO Tank, LNG, Nias PLTMG, Sea Transportation Cost, Ship.

PRAKATA

Tugas Akhir ini ditulis untuk mendapatkan gelar Sarjana Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada, Jakarta. Pokok bahasan dari tugas akhir ini berkaitan dengan kebutuhan LNG pada PLTMG Nias, *supply demand* LNG dan biaya transportasi yang dikeluarkan untuk membawa LNG dari Terminal Arun hingga PLTMG Nias.

Banyak dosen dan rekan yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini baik dengan menyediakan data, referensi, program, koreksi dan diskusi. Sehubungan dengan itu, diucapkan terima kasih kepada seluruh dosen Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada terutama Bapak Arif Fadillah, S.T.,M.Eng., Ph.D selaku pembimbing satu dan Bapak Putra Pratama, S.T..M.T. selaku pembimbing dua dalam pengerjaan tugas akhir ini. Serta kepada rekan-rekan Jurusan Teknik Perkapalan Angkatan 2018.

Terlepas dari semua upaya untuk menghindari kesalahan dalam rumus, penyusunan dan struktur kalimat atau tata bahasa, pada beberapa kalimat mungkin masih ditemukan dan diperlukan koreksi. Oleh karena itu diharapkan kritik dan saran dari semua pihak, agar Tugas Akhir ini dapat diperbaiki untuk ke depannya.

Besar harapan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat serta menginspirasi, khususnya bagi kemajuan dalam bidang perkapalan dan bagi Jurusan Teknik Perkapalan.

Jakarta, 5 Agustus 2022

M. Muharram Raka P
2018310021

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “ANALISA ANGKUTAN KAPAL PENGANGKUT LNG DALAM PENDISTRIBUSIAN UNTUK PLTMG (PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MESIN GAS) KEPULAUAN NIAS”. Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Strata I (S-1) adalah dengan menyelesaikan Tugas Akhir.

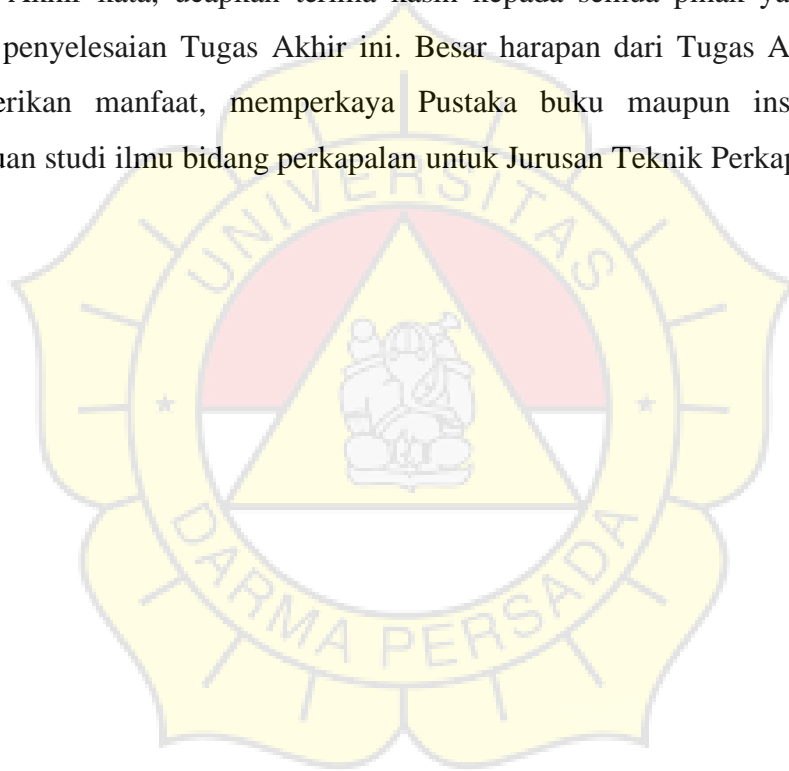
Dalam proses pengerjaan hingga penyelesaian Tugas Akhir ini, apresiasi serta ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan baik berupa bimbingan, moril, materi, motivasi, juga semangat dan waktu yang diluangkan sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, Tugas Akhir ini di dedikasikan sebagai ungkapan rasa syukur dan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, yang telah memberikan kesehatan, dan kekuatan serta rahmat-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
2. Orang Tua yang senantiasa memberikan doa, dukungan, motivasi dan kepercayaan yang besar untuk saya dapat menyelesaikan studi (S-1).
3. Bapak Yoseph Arya Dewanto, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada.
4. Bapak Arif Fadillah, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Wakil Dekan 1 dan Wakil Dekan 3 Fakultas Teknologi Kelautan, dan Pembimbing 1 Tugas Akhir yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Augustinus Pusaka, S.T., M.Si., selaku Wakil Dekan 2 Fakultas Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada.
6. Ibu Shanty Manullang, S.Pi., M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada dan penasehat akademik, yang selalu memberikan dukungan motivasi.
7. Bapak Putra Pratama, S.T., M.T., selaku Pembimbing 2 Tugas Akhir yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penulisan Tugas Akhir ini
8. Para dosen, dan dosen muda Fakultas Teknologi Kelautan yang telah memberikan arahan dan membantu dalam hal akademik, serta seluruh staf dan karyawan Fakultas Teknologi Kelautan.

9. Rekan – rekan Mahasiswa angkatan 2018 yang banyak membantu dan memberikan semangat.
10. Serta kepada semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu yang telah banyak membantu dalam penyusunan Tugas Akhir.

Terlepas dari semua itu, Tugas Akhir ini mungkin masih banyak kekurangan baik dalam penulisan maupun dalam penyampaian materi. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan untuk kesempurnaan dan hasil yang baik untuk kedepannya.

Akhir kata, ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Besar harapan dari Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat, memperkaya Pustaka buku maupun inspirasi, dalam kemajuan studi ilmu bidang perkapalan untuk Jurusan Teknik Perkapalan.



DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PRAKATA	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR SINGKATAN	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Maksud & Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Dasar Hukum (Peraturan dan Kebijakan).....	6
2.1.1 Internasional Maritime Dangerous Goods Code.....	6
2.1.2 <i>Marine Pollution</i>	6
2.1.3 <i>Det Norske Veritas - Germanischer Lloyd</i>	6
2.1.4 UU No. 17 TAHUN 2008.....	6
2.1.5 PP No. 31 TAHUN 2021.....	7
2.1.6 PM No. 16 TAHUN 2021.....	7
2.1.7 KM No. 13 TAHUN 2020 ESDM.....	7
2.2 Kebutuhan Listrik.....	7

2.3 PLTMG (Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas).....	8
2.3.1 Gas Alam Cair (<i>LNG</i>).....	8
2.3.2 Sumber Gas Alam di Indonesia.....	9
2.3.3 Kilang Gas LNG Arun.....	10
2.3.4 Lokasi PLTMG Nias.....	10
2.4 Distribusi LNG.....	11
2.4.1 Rantai Pasokan LNG (<i>Supply Chain LNG</i>).....	11
2.4.2 Bentuk Tanki Penyimpanan <i>LNG</i>	12
2.4.3 Jenis Penyaluran LNG.....	15
2.5 Kapal Pengangkut Gas Alam Cair.....	17
2.5.1 <i>LNG Carrier</i>	19
2.5.2 Kapal LCT.....	20
2.5.3 Kapal SPB (Self-Propelled Barge).....	21
2.5.4 Kapal <i>Supply</i>	21
2.6 <i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP).....	22
2.7 Perhitungan Biaya Transportasi.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Alur Pemikiran (Flowchart).....	25
3.2 Proses Pengerjaan.....	27
3.2.1 Identifikasi Masalah.....	27
3.2.2 Studi Literatur.....	27
3.2.3 Pengumpulan Data Awal.....	28
3.2.4 Pengolahan Data.....	28
3.3 Proyeksi Kebutuhan Listrik.....	28
3.3.1 Metode <i>Time Series</i>	29
3.3.2 Metode <i>Regresi Linear</i>	30
3.3.3 MAPE (<i>Mean Absolut Precentage Error</i>).....	31

3.4	Kebutuhan Gas Untuk Pembangkit Listrik.....	31
3.5	Pemilihan Kapal.....	32
3.5.1	Penyusunan Prioritas.....	32
3.5.2	<i>Eigen Value</i> dan <i>Eigen Vector</i>	34
3.5.3	Perhitungan Bobot Parsial dan Konsistensi Matriks.....	34
3.5.4	Uji Konsistensi Dan Rasio.....	35
3.6	Biaya Transportasi Metode RFR.....	36
3.6.1	Biaya Langsung.....	37
3.6.2	Biaya Tidak Langsung.....	42
BAB IV	DATA DAN INFORMASI.....	43
4.1	Kebutuhan Listrik Nias.....	43
4.2	Kebutuhan Energi Untuk Pembangkit Listrik.....	44
4.3	Lokasi Pasokan LNG PLTMG.....	46
4.4	ISO Tank Kontainer.....	48
4.5	Kapal Pengangkut LNG.....	49
4.5.1	Kapal <i>LNG Carrier</i>	49
4.5.2	Kapal LCT.....	50
4.5.3	Kapal <i>Supply</i>	50
4.6	Biaya Yang Digunakan.....	51
BAB V	ANALISA DATA	56
5.1	Proyeksi Kebutuhan Listrik Pulau Nias.....	56
5.2	Analisa Kebutuhan LNG.....	58
5.2.1	Kebutuhan LNG Tahap 1.....	58
5.2.2	Kebutuhan LNG Tahap 2.....	59
5.2.3	Kebutuhan LNG Tahap 3.....	62
5.3	Pemilihan Tipe Kapal.....	62
5.3.1	Kriteria Jumlah Muatan.....	65

5.3.2	Kriteria Bongkar Muat.....	66
5.3.3	Kriteria Jarak Pandang.....	67
5.3.4	Kriteria Kecepatan.....	68
5.3.5	Kriteria Harga Kapal.....	69
5.3.6	Pengambilan Keputusan Berdasarkan Skor.	69
5.4	<i>Supply Demand</i>	70
5.4.1	<i>Supply LNG Tahap 1</i>	71
5.4.2	<i>Supply LNG Tahap 2</i>	83
5.4.3	<i>Supply LNG Tahap 3</i>	92
5.5	Perhitungan Biaya Transportasi.	95
5.5.1	Tahap 1.....	100
5.5.2	Tahap 2.....	105
5.5.3	Tahap 3.....	108
5.6	Pengambilan Keputusan.....	109
5.6.1	Tahap 1.....	109
5.6.2	Tahap 2.....	110
5.6.3	Tahap 3.....	110
BAB VI PENUTUP		113
6.1	Kesimpulan.	113
6.2	Saran.	114
DAFTAR PUSTAKA		115
LAMPIRAN		120

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kapasitas Terpasang PLN Menurut Jenis Pembangkit Listrik.....	1
Gambar 2.1 Sebaran sumber Gas Bumi di Indonesia.	10
Gambar 2.2 Denah Pembangunan PLTMG Kepulauan Nias.....	11
Gambar 2.3 Skema Terminal Pencairan dan Regasifikasi LNG.	12
Gambar 2.4 <i>Membrane Tank</i>	15
Gambar 2.5 <i>Semi Membrane Tank</i>	15
Gambar 2.6 Ilustrasi Bongkat Muat Tipe <i>Ship to Ship</i>	16
Gambar 2.7 Ilustrasi Bongkat Muat Tipe <i>Shore to Ship</i>	16
Gambar 2.8 Ilustrasi Bongkat Muat Tipe <i>Truck to Ship</i>	17
Gambar 2.9 Ilustrasi Bongkat Muat Tipe <i>Tank Container</i>	17
Gambar 2.10 Al Thumama <i>LNG Carrier</i> , <i>Tank Capacity</i> 216.235 m ³	18
Gambar 2.11 Al Bidda <i>LNG Carrier</i> , <i>Tank Capacity</i> 137.339 m ³	18
Gambar 2.12 Coral Methane <i>LNG Carrier</i> , <i>Tank Capacity</i> 7.500 m ³	18
Gambar 2.13 <i>LNG Carrier Moss Spherical Tank</i> dan <i>Membrane Tank</i>	19
Gambar 2.14 <i>Landing Craft Tank (LCT)</i>	20
Gambar 2.15 <i>ISO Tank LNG</i>	21
Gambar 2.16 <i>Self propelled Barge (SPB)</i>	21
Gambar 2.17 <i>Supply Vessel</i>	22
Gambar 2.18 Struktur Analytic Hierarcy Process.	22
Gambar 3.1 <i>Flow Chart</i> Penelitian.....	25
Gambar 4.1 Peta Pulau Nias.....	43
Gambar 4.2 Kebutuhan Listrik Pulau Nias	44
Gambar 4.3 Pembangkit Listrik Penyuplai Listrik Pulau Nias.	45
Gambar 4.4 Bathimetri Daerah Dermaga PLTMG.....	46
Gambar 4.5 Alur Pelayaran Terminal Kilang Arun – Jetty PLTMG Nias.	46
Gambar 4.6 <i>ISO Tank</i>	48
Gambar 5.1 Perhitungan Dengan Mencoba 4 Metode.....	56
Gambar 5.2 Hasil analisa Proyeksi Kebutuhan Listrik 10 Tahun Mendatang	57
Gambar 5.3 Grafik Pemilihan Tipe Kapal.	63
Gambar 5.4 <i>SpiderChart</i> Pemilihan Kapal.	70
Gambar 5.5 <i>Plan A Supply Demand</i>	71
Gambar 5.6 <i>Cycle Times Plan A</i>	73

Gambar 5.7 <i>Plan B Supply Demand</i>	74
Gambar 5.8 <i>Cycle Times Plan B</i>	76
Gambar 5.9 <i>Plan C Supply Demand</i>	77
Gambar 5.10 <i>Cycle Times Plan C</i>	79
Gambar 5.11 <i>Plan D Supply Demand</i>	80
Gambar 5.12 <i>Cycle Times Plan D</i>	82
Gambar 5.13 <i>Plan A Tahap 2</i>	83
Gambar 5.14 <i>Cycle Times Plan A Tahap 2</i>	85
Gambar 5.15 <i>Plan B Tahap 2</i>	86
Gambar 5.16 <i>Cycle Times Plan B Tahap 2</i>	88
Gambar 5.17 <i>Plan C Tahap 2</i>	89
Gambar 5.18 <i>Cycle Times Plan C Tahap 2</i>	91
Gambar 5.19 <i>Plan Tahap 3</i>	92
Gambar 5.20 <i>Cycle Times Plan Tahap 3</i>	94
Gambar 5.21 Harga Kapal berdasarkan LOA Kapal.....	95
Gambar 5.22 Asumsi Kenaikan Biaya Gaji 10 Tahun Kedepan.....	96
Gambar 5.23 Peta Tahap 3 <i>Central Gas Pulau Nias</i>	111
Gambar 5.24 3D perkiraan tahap 3 pada Pulau Nias tampak laut.....	112
Gambar 5.25 3D perkiraan tahap 3 pada Pulau Nias tampak darat.....	112

DAFTAR SINGKATAN

AHP	: <i>Analytic Hierarchy Process</i>
BBTU	: <i>Billion British Thermal Unit</i>
BPS	: Badan Pusat Statistik
ESDM	: Energi dan Sumber Daya Mineral
FSRU	: <i>Floating Storage and Regasification Unit</i>
ft	: feet
HSD	: <i>High Speed Diesel</i>
IACS	: International Association of Classification Societies
IMDG	: Internasional Maritime Dangerous Goods
km ²	: kilometer persegi
LCT	: <i>Landing Craft Tank</i>
LNG	: <i>Liquefied Natural Gas</i>
m ³	: Meter Kubik
MARPOL	: Marine Pollution
MW	: Mega Watt
PLN	: Perusahaan Listrik Negara
PLTD	: Pembangkit Listrik Tenaga Diesel
PLTGU	: Pembangkit Listrik Tenaga Gas Dan Uap
PLTMG	: Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas
PLTU	: Pembangkit Listrik Tenaga Uap
SO ₂	: Sulfur Dioksida
SO _x	: Sulfur Oksida
SPB	: Self Propelled Barge
RFR	: <i>Required Freight Rate</i>
IMDG	: <i>Internatonal Maritime Dangerous Goods</i>
ABK	: Awak Buah Kapal
DNV-GL	: <i>Det Norske Veritas – Germanisher Lloyd</i>
TVP	: <i>Total Priority Value</i>
BBM	: Bahan Bakar Minyak
MAPE	: <i>Mean Absolut Precentage Error</i>
CR	: <i>Consistency Rasio</i>
CI	: <i>Consistency Indeks</i>
RI	: <i>Random Indeks</i>

CR	: <i>Capital Recovery</i>
P	: <i>Initial Investment</i>
RMS	: <i>Repair Maintance Supply</i>
PJU	: Penerangan Jalan Umum
L	: liter
mmscf	: <i>Million Standard Cubic Feet</i>
RUTPL	: Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik
PLN	: Perusahaan Listrik Negara
NM	: <i>Nautical Milles</i>
LPG	: <i>Liquified Petroleum Gas</i>



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi LNG di Indonesia.	9
Tabel 2.2 Jenis dan Fitur Tangki Penyimpanan LNG.	13
Tabel 3.1 Standar Nilai Perhitungan MAPE.	31
Tabel 3.2 Matriks Perbandingan Berpasangan.	33
Tabel 3.3 Skala Penilaian Elemen Hirarki.	33
Tabel 3.4 Nilai Indeks Random.	35
Tabel 4.1 Konsumsi Energi Pembangkit Listrik Pulau Nias.	44
Tabel 4.2 Konversi Muatan.	45
Tabel 4.3 Spesifikasi Fasilitas Dermaga Terminal Arun.	47
Tabel 4.4 Spesifikasi Fasilitas Kargo Dok.	47
Tabel 4.5 Spesifikasi ISO Tank.	48
Tabel 4.6 Data Kapal <i>LNG Carrier</i>	49
Tabel 4.7 Data Kapal LCT.	50
Tabel 4.8 Data Kapal <i>Supply</i>	51
Tabel 4.9 Daftar Harga Kapal <i>Supply Vessel</i>	51
Tabel 4.10 Daftar Harga Kapal <i>LNG Carrier</i>	52
Tabel 4.11 Harga ISO Tank.	53
Tabel 4.12 Harga Dispenser LNG.	53
Tabel 4.13 Harga HSD PT. Pertamina (Persero) Periode (15-30 Juni 2022).	54
Tabel 4.14 Harga MFO PT. Pertamina (Persero) Periode (15-30 Juni 2022).	54
Tabel 4.15 Biaya Gaji Nahkoda dan ABK.	55
Tabel 5.1 Rumus Persamaan Yang Digunakan.	56
Tabel 5.2 Pemilihan Metode Analisis Proyeksi.	57
Tabel 5.3 Proyeksi Kebutuhan Listrik.	58
Tabel 5.4 Bobot Nilai Numerik Untuk Alternatif Tipe Kapal.	63
Tabel 5.5 <i>Pair – Wise Comparison</i> Alternatif.	64
Tabel 5.6 Normalisasi <i>Pair – Wise Comparison</i> Alternatif.	64
Tabel 5.7 Perhitungan CI dan CR dari Tabel 5. 6.	64
Tabel 5.8 Bobot Nilai Numerik Untuk Kriteria Jumlah Muatan.	65
Tabel 5.9 <i>Pair – Wise Comparison</i> Kriteria Jumlah Muatan.	65
Tabel 5.10 Normalisasi <i>Pair – Wise Comparison</i> Kriteria Jumlah Muatan.	65
Tabel 5.11 Perhitungan CI dan CR dari Tabel 5. 10.	65

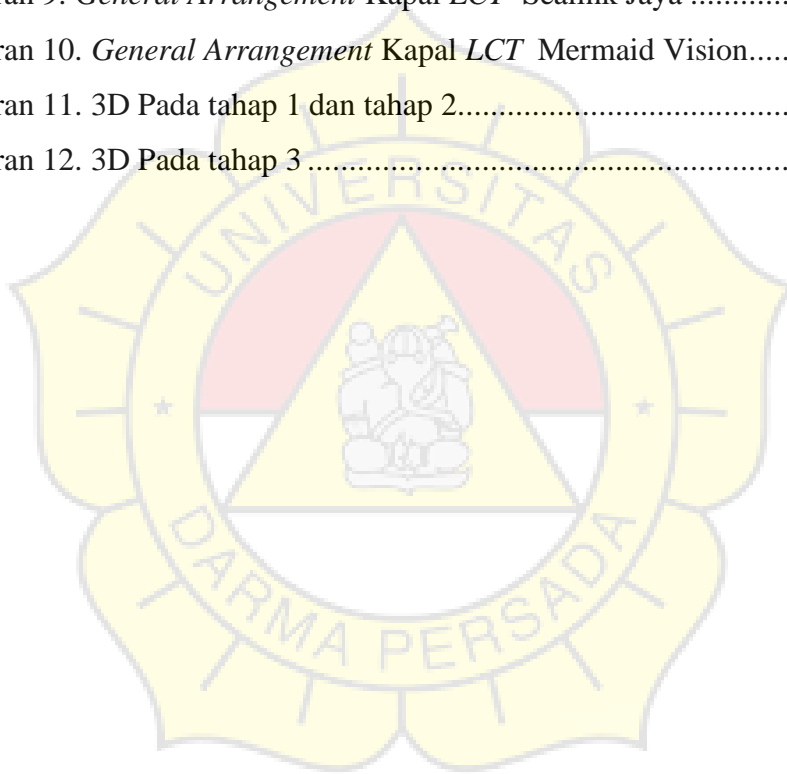
Tabel 5.12 Bobot Nilai Numerik Untuk Kriteria Bongkar Muat.	66
Tabel 5.13 <i>Pair – Wise Comparison</i> Kriteria Bongkar Muat.	66
Tabel 5.14 Normalisasi <i>Pair – Wise Comparison</i> Kriteria Bongkar Muat.	66
Tabel 5.15 Perhitungan CI dan CR dari Tabel 5. 14.....	66
Tabel 5.16 Bobot Nilai Numerik Untuk Kriteria Jarak Pandang.	67
Tabel 5.17 <i>Pair – Wise Comparison</i> Kriteria Jarak Pandang.	67
Tabel 5.18 Normalisasi <i>Pair – Wise Comparison</i> Kriteria Jarak Pandang.	67
Tabel 5.19 Perhitungan CI dan CR dari Tabel 5. 18.....	67
Tabel 5.20 Bobot Nilai Numerik Untuk Kriteria Kecepatan.....	68
Tabel 5.21 <i>Pair – Wise Comparison</i> Kriteria Kecepatan.	68
Tabel 5.22 Normalisasi <i>Pair – Wise Comparison</i> Kriteria Kecepatan.....	68
Tabel 5.23 Perhitungan CI dan CR dari Tabel 5. 22.....	68
Tabel 5.24 Bobot Nilai Numerik Untuk Kriteria Harga Kapal.	69
Tabel 5.25 <i>Pair – Wise Comparison</i> Kriteria Harga Kapal.....	69
Tabel 5.26 Normalisasi <i>Pair – Wise Comparison</i> Kriteria Harga Kapal.	69
Tabel 5.27 Perhitungan CI dan CR dari Tabel 5. 26.....	69
Tabel 5.28 <i>Overall Composite Weight</i>	70
Tabel 5.29 Estimasi Waktu Pelayaran <i>Plan A</i>	72
Tabel 5.30 Estimasi Waktu Pelayaran <i>Plan B</i>	75
Tabel 5.31 Estimasi Waktu Pelayaran <i>Plan C</i>	78
Tabel 5.32 Estimasi Waktu Pelayaran <i>Plan D</i>	81
Tabel 5.33 Estimasi Waktu Pelayaran <i>Plan A</i> Tahap 2.....	84
Tabel 5.34 Estimasi Waktu Pelayaran <i>Plan B</i> Tahap 2.....	87
Tabel 5.35 Estimasi Waktu Pelayaran <i>Plan C</i> Tahap 2.....	90
Tabel 5.36 Estimasi Waktu Pelayaran <i>Plan</i> Tahap 3.....	93
Tabel 5.37 Perhitungan Biaya Gaji ABK.....	95
Tabel 5.38 Perhitungan Biaya Gaji Office dan Operator.....	96
Tabel 5.39 Perhitungan Biaya Pakaian ABK.	97
Tabel 5.40 Perhitungan Biaya Makan ABK.....	98
Tabel 5.41 Perhitungan Biaya Kesehatan ABK.	99
Tabel 5.42 Perhitungan Biaya Kesehatan Office dan Operator.	99
Tabel 5.43 Perhitungan Biaya Transportasi Tahap 1 <i>Plan A</i>	100
Tabel 5.44 Perhitungan Biaya Transportasi Tahap 1 <i>Plan B</i>	101

Tabel 5.45 Perhitungan Biaya Transportasi Tahap 1 <i>Plan C</i>	102
Tabel 5.46 Perhitungan Biaya Transportasi Tahap 1 <i>Plan D</i>	103
Tabel 5.47 Perhitungan Biaya Transportasi Tahap 2 <i>Plan A</i>	105
Tabel 5.48 Perhitungan Biaya Transportasi Tahap 2 <i>Plan B</i>	106
Tabel 5.49 Perhitungan Biaya Transportasi Tahap 2 <i>Plan C</i>	107
Tabel 5.50 Perhitungan Biaya Transportasi Tahap 3.....	108
Tabel 5.51 Pengambilan Keputusan Tahap 1.....	109
Tabel 5.52 Pengambilan Keputusan Tahap 2.....	110
Tabel 5.53 Perkiraan Jarak Distribusi Tahap 3 Antar Pulau.....	110
Tabel 6.1 Kebutuhan LNG.....	113



DAFTAR LAMPIRAN

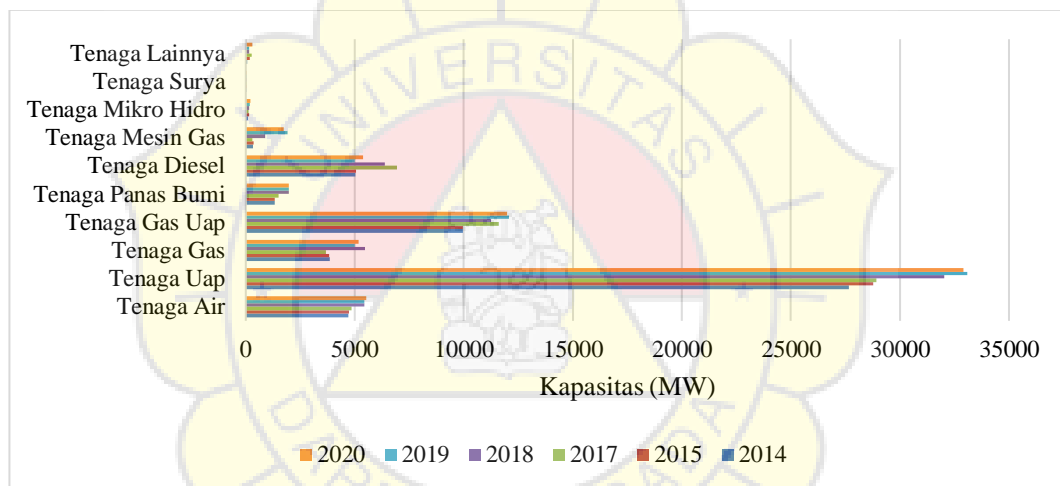
Lampiran 1. Dasar Hukum <i>Internasional Maritime Dangerous Goods Code</i>	120
Lampiran 2. Dasar Hukum <i>Marine Pollution</i>	123
Lampiran 3. Dasar Hukum <i>Det Norske Veritas - Germanischer Lloyd</i>	125
Lampiran 4. UU No. 17 TAHUN 2008	126
Lampiran 5. PP No. 31 TAHUN 2021	128
Lampiran 6. PM No. 16 TAHUN 2021	129
Lampiran 7. KM No. 13 TAHUN 2020 ESDM.....	131
Lampiran 8. <i>General Arrangement</i> Kapal LNG Carrier Spabunker Cuarenta ...	132
Lampiran 9. <i>General Arrangement</i> Kapal LCT Sealink Jaya	133
Lampiran 10. <i>General Arrangement</i> Kapal LCT Mermaid Vision.....	134
Lampiran 11. 3D Pada tahap 1 dan tahap 2.....	135
Lampiran 12. 3D Pada tahap 3	136



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.

Bahan baku yang dibutuhkan dalam menghasilkan listrik sangat beragam, mulai dari energi yang dihasilkan dari dalam bumi seperti batubara dan energi terbarukan seperti energi penggerak air. Listrik yang digunakan oleh masyarakat banyak, saat ini di kelola dan di suplai oleh perusahaan listrik negara dengan berbagai sumber bahan bakunya, data dari Badan Pusat Statistik (BPS) dari tahun 2014 – 2020 PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) menempati posisi pertama, kemudian disusul oleh PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap) dan PLTD (Pembangkit Listrik Tenaga Diesel).



Sumber: Energi, Badan Pusat Statistik (BPS) 2022.

Gambar 1.1 Kapasitas Terpasang PLN Menurut Jenis Pembangkit Listrik.

PLTU atau Pembangkit Listrik Tenaga Uap tahun 2018 menghasilkan listrik sebesar 32.026 MW, ditahun 2019 sebesar 32.095 MW dan ditahun 2020 ada kenaikan sedikit menjadi 32.920 MW. PLTU membutuhkan bahan baku untuk menghasilkan energi listrik dari Batubara. Meskipun menjadi penyuplai energi listrik terbesar, emisi yang dihasilkan dari pembakaran Batubara atau proses pekerjaan untuk menghasilkan energi listrik yaitu berupa Sulfur Oksida SO_x dan Sulfur dioksida SO_2 , yang mana hasil emisi tersebut ikut menyumbang terjadinya pemanasan *global*.

Untuk menurunkan hasil emisi sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan pada Nomor P.17/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2020 hingga 750

mg/Nm³ maka diperlukan bahan baku lain yang lebih ramah lingkungan berupa Gas, Gas memiliki parameter yang cukup rendah dalam parameter untuk baku mutunya. Dalam rangka mewujudkan diversifikasi energi dalam penyediaan energi listrik yang tertuang dalam Keputusan Menteri ESDM No. 13 K Tahun 2020 tentang “Gasifikasi Pembangkit Tenaga Listrik”. Oleh Karena Itu dalam mewujudkan percepatan pembangunan, gas menjadi hal yang sangat krusial perlu direncanakan secara komprehensif dan matang.

Kepulauan Nias, sebagai salah satu pulau terbesar di bagian pantai barat provinsi Sumatra Utara, dengan luas wilayah 4.771 km² dan memiliki jumlah penduduk ±1.000.000 jiwa. Gunung Sitoli salah satu kota yang ada di kepulauan Nias, untuk kebutuhan energi listrik bagi masyarakat diperoleh dari PLTMG atau Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas yang telah beroperasi sejak tahun 2019. Kapasitas pembangkit listrik di Kepulauan Nias ini sebesar 25 MW, mampu memenuhi kebutuhan listrik sampai 84% untuk Kepulauan Nias. Pembangkit listrik tersebut memiliki peranan penting bagi masyarakat untuk memenuhi kebutuhan energi listrik dari berbagai sektor mulai dari industri, bisnis dan rumah tangga.

Untuk memenuhi kebutuhan bahan baku gas yang diperlukan oleh PLTMG Nias, diperlukan pertimbangan dan analisis yang sesuai untuk mengoptimalkan transportasi laut atau kapal pengangkut gas (*LNG Carrier*) yang sesuai dengan keadaan geografis, efisien, efektif dan layak dari segi ekonomi. Pada Tugas Akhir ini akan dilakukan tinjauan analisis berupa jenis kapal yang akan direkomendasikan sesuai dengan kondisi geografis Kepulauan Nias, agar dapat menjadi angkutan yang sesuai dalam pemenuhan pasokan gas di PLTMG Kepulauan Nias.

Diperkirakan dalam 10 tahun mendatang kebutuhan listrik Pulau Nias akan sepenuhnya di suplai oleh Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas hingga harus dapat menyuplai sebesar 254,282 MW. Untuk penyuplaian LNG kapal yang digunakan menyesuaikan dengan tahapan yang ditentukan. Kebutuhan LNG dibagi menjadi 3 tahap yaitu; saat ini (Tahap 1), periode gasifikasi (Tahap 2), periode proyeksi 10 tahun mendatang (Tahap 3).

Tahapan 1 dengan kebutuhan LNG 85 m³/hari maka penyuplaian menggunakan *ISO Tank* dengan menggunakan kapal *Supply Vessel*, untuk tahapan

2 dengan kebutuhan LNG sebesar 495m³/hari maka penyuplaian menggunakan *ISO Tank* sama seperti tahap 1 kapal yang digunakan ialah kapal *Supply Vessel*, sedangkan untuk tahapan 3 dikarenakan kebutuhan listrik yang telah meningkat dan sejalan dengan kebutuhan LNG yaitu 1654,181 m³/hari, maka penyuplaian menggunakan kapal *LNG Carrier*.

Pulau Nias direncanakan akan menjadi pusat penyuplai gas bagi pulau yang ada disekitar Pulau Nias seperti Pulau Tanahmasa, Pulau Tanahbala, Pulau Pini, Sibolga, Pulau Siberut, Pulau Sipura dan sekitarnya. Hal ini terkait dengan tahap 3 dikarenakan telah menggunakan kapal LNG, sehingga kapal *Supply Vessel* yang telah digunakan pada tahap 1 dan 2 akan tetap digunakan pada tahap 3 sebagai penyuplai gas untuk pulau – pulau yang telah disebutkan tadi.

Perhitungan biaya transportasi menggunakan metode RFR sehingga didapat biaya untuk tahap 1 yaitu Rp17.075.493 per *ISO Tank*, dan untuk tahap 2 adalah Rp17.099.047 per *ISO Tank*, sedangkan untuk tahap 3 dikarenakan telah menggunakan *LNG Carrier* maka untuk per m³ adalah Rp6.605.212.

1.2 Rumusan Masalah.

Berdasarkan dari penjelasan latar belakang, dengan ini merumuskan suatu rumusan masalah yang akan di kaji yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana pasokan dan kebutuhan *LNG (Liquefied Natural Gas)* yang digunakan oleh PLTMG Kepulauan Nias?
2. Bagaimana menentukan jenis kapal yang tepat untuk distribusi *LNG* dari kilang gas Arun, Aceh menuju PLTMG Kepulauan Nias?
3. Bagaimana PLTMG Kepulauan Nias menjadi pusat penyuplai gas bagi Pulau disekitar Pulau Nias?
4. Bagaimana perhitungan biaya transportasi kapal yang akan beroperasi di Kepulauan Nias?

1.3 Maksud & Tujuan Penelitian.

Berdasarkan permasalahan tersebut, oenvelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui jumlah pasokan *LNG* dari kilang gas Arun, Aceh dan kebutuhan *LNG* dari PLTMG Kepulauan Nias.

2. Mengetahui kebutuhan LNG yang digunakan untuk mengoperasikan PLTMG sebagai pusat *Electricity* Kepulauan Nias 10 tahun mendatang.
3. Mendapatkan jenis kapal terbaik untuk melakukan distribusi LNG dari Terminal Kilang Arun, Aceh menuju PLTMG Kepulauan Nias.
4. Mengetahui nilai dari biaya transportasi dari kapal.

1.4 Batasan Masalah.

Pada penelitian ini untuk memudahkan penyelesaian masalah, perlu adanya batasan masalah. Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian hanya menjelaskan alur distribusi untuk penyaluran gas dari Terminal Kilang Arun, Aceh menggunakan kapal menuju PLTMG di Kepulauan Nias.
2. Penelitian tidak membahas mengenai mekanisme cara penyaluran distribusi gas-nya.
3. Penelitian hanya membandingkan jenis kapal yang sesuai untuk digunakan dalam pendistribusian, tidak mendesain keseluruhan kapal.

1.5 Sistematika Penulisan.

Sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut :

Bab I : PENDAHULUAN

Menjelaskan tentang latar belakang, dasar hukum, ruang lingkup, maksud dan tujuan, metode pembahasan, landasan teori dan sistematika penulisan.

Bab II : TINJAUAN PUSTAKA

Menjelaskan tentang hal yang berkaitan tentang Kepulauan Nias, Kebutuhan Listrik, Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas, Pengangkutan LNG, Kapal Pengangkut Gas Alam Cair, Kelayakan Ekonomi Kapal.

Bab III : METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan tentang metode yang dilakukan dalam penelitian guna menyelesaikan penelitian ini.

Bab IV : DATA DAN INFORMASI

Penggunaan data dan informasi yang di dapatkan sebagai bahan perhitungan dan analisa untuk bab selanjutnya dengan menggunakan metode yang di jelaskan pada metodologi penelitian.

Bab V : ANALISA DATA

Menghitung dan menganalisa data yang sudah di dapat untuk di jadikan hasil penelitian dan kesimpulan.

Bab VI : PENUTUP

Memaparkan kesimpulan dari hasil yang telah di analisa dan berisi saran untuk penelitian selanjutnya.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dasar Hukum (Peraturan dan Kebijakan).

Dasar hukum digunakan untuk memperkuat landasan penulisan dan penelitian sehingga penulisan berada dalam koridor yang tepat. Dasar hukum yang diambil dimulai dari peraturan internasional hingga pada keputusan menteri.

2.1.1 Internasional Maritime Dangerous Goods Code.

Pada peraturan ini menjelaskan tentang ketentuan umum dan jenis – jenis gas didefinisikan, pada vol.1 IMDG Chapter 2.2 tentang gas dimulai definisi, efek yang di timbulkan oleh gas , kondisi dalam transportasi membawa gas serta gas yang tidak dapat dilakukan untuk transportasi.

2.1.2 Marine Pollution.

Marine Pollution atau marpol yang digunakan dalam Tinjauan Pustaka ini adalah MARPOL ANNEX III tentang Peraturan Tentang Pencegahan Pencemaran Oleh Bahan Bahan Berbahaya Yang Diangkut Melalui Laut Dalam Bentuk Kemasan, dalam peraturan ini yang digunakan ialah persyaratan dari bahan dan bentuk kemasan yang digunakan untuk membawa gas alam cair. Selain itu, penyimpanan dan pembatasan kuantitas di jelaskan karena berkategori bahan berbahaya.

2.1.3 Det Norske Veritas - Germanischer Lloyd.

“(Det norske Veritas - Germanischer Llyod) Merupakan sebuah class kapal gabungan dari class DNV dan GL menjadi DNV-GL sejak tahun 2013 yang berkantor pusat di Norwegia. Dalam peraturan atau *Class* ini menjelaskan tentang kapal yang dapat membawa, penanganan, dan syarat umum untuk kapal yang akan beroperasi nantinya.

2.1.4 UU No. 17 TAHUN 2008.

Undang – Undang No. 17 Tahun 2008 menjelaskan tentang kegiatan angkutan laut khusus yang dilakukan oleh badan usaha dalam menunjang usaha pokoknya, dalam pasal 13, 44, 45 dan pasal 46 masing -masing menjabarkan

tentang barang khusus, barang berbahaya dan juga penanganan khusus dalam pengangkutan barang khusus dan barang berbahaya.

2.1.5 PP No. 31 TAHUN 2021.

Dalam PP No. 31 Tahun 2021, pasal 1 ayat 4 menjelaskan tentang angkutan laut khusus, dan pada ayat 14 dan 15 menjelaskan terminal khusus yang terletak pada daerah lingkungan kerja dan lingkungan kepentingan pelabuhan yang akan digunakan untuk kepentingan sendiri sesuai dengan usaha pokoknya.

2.1.6 PM No. 16 TAHUN 2021.

Dalam peraturan ini merupakan turunan dari peraturan internasional yaitu IMDG atau *Internasional Maritime Dangerous Goods Codes* yang menjelaskan tentang barang berbahaya, penanganan barang berbahaya, pengangkutan barang berbahaya, serta pemuatan barang berbahaya. Selain itu, dijelaskan juga dalam pasal 10 tentang penumpukan atau penyimpanan dari muatan barang berbahaya.

2.1.7 KM No. 13 TAHUN 2020 ESDM.

KM No.13 Tahun 2020 yang dikeluarkan oleh kementerian ESDM, menjelaskan tentang pelaksanaan penyediaan pasokan dan pembangunan dari infrastruktur yang akan melayani *Liquefied Natural Gas* (LNG), dan menunjuk PT. Pertamina sebagai penyedia pasokan dan pembangun infrastruktur, serta PT. Perusahaan Listrik Negera (PLN) untuk melaksanakan kegiatan gasifikasi dari pembangkit listrik yang ada.

2.2 Kebutuhan Listrik.

Ketersediaan energi listrik merupakan aspek yang sangat penting dan juga merupakan parameter yang mendukung keberhasilan pembangunan daerah. Ketersediaan listrik yang cukup dan tepat sasaran memudahkan pengembangan pembangunan lokal seperti industri, perdagangan, pelayanan publik, bahkan kualitas hidup masyarakat, sehingga listrik dapat diakses lebih banyak warga. Hal ini secara langsung maupun tidak langsung akan mempengaruhi pertumbuhan ekonomi dan tingkat kesejahteraan masyarakat. (Andro Cahyo Wibowo, 2015).

Kebutuhan energi listrik akan meningkat seiring dengan perkembangan ekonomi dan pertumbuhan penduduk di wilayah tersebut. Dengan meningkatnya

ekonomi lokal, demikian pula konsumsi energi listrik. Tentunya harus diantisipasi sedini mungkin agar pasokan energi listrik dapat disediakan dalam jumlah yang cukup dan dengan harga yang wajar. Selain pertumbuhan ekonomi, perkembangan energi listrik juga dipengaruhi oleh faktor pertumbuhan penduduk yang berkaitan dengan jumlah rumah tangga yang berlistrik. (Lukita, 2018).

2.3 PLTMG (Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas).

PLTMG merupakan Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas yang prinsip kerjanya dengan mengompresikan udara dan pemanasan udara dengan penambahan bahan bakar gas panas yang digunakan untuk memutar turbin sebagai penggerak mula pemutar generator pembangkit (Lestari, 2012). Dalam pengoperasiannya, PLTMG menggunakan dua bahan bakar (dual fuel) yaitu gas alam dan minyak diesel atau HSD (High Speed Diesel), oleh karena itu sistem bahan bakar PLTMG harus dapat mengakomodir kedua bahan bakar tersebut.

Bahan bakar diesel umumnya digunakan untuk dua fungsi: bahan bakar pilot dan bahan bakar utama. Bahan bakar diesel digunakan sebagai bahan bakar awal setiap kali mesin dicoba untuk dijalankan. Bahan bakar utama dapat dialihkan dari bahan bakar solar ke bahan bakar gas (*switch-over*). Oleh karena itu, mesin PLTMG tidak dapat berjalan 100% dengan bahan bakar solar.

2.3.1 Gas Alam Cair (LNG).

Gas alam, juga dikenal sebagai LNG atau gas alam cair (Methan-CH₄), diubah menjadi cairan dengan mendinginkan gas hingga minus 162 derajat Celcius pada tekanan atmosfer, mengubah volumenya menjadi 1/600 dari keadaan gas awalnya. Oleh karena itu, dengan menggunakan LNG tanker/LNG tanker dapat mengangkut LNG dalam jumlah besar secara efisien. (Putra, 2016).

LNG tidak berwarna, transparan, tidak berbau, tidak beracun, dan tidak mengandung sulfur oksida atau abu. Ini karena melalui proses penghilangan benda asing dan tidak terpakai, desulfurisasi, dehidrasi, dan pembersihan karbon dioksida. Setelah melewati gas seperti dijelaskan di atas, gas tersebut dicairkan dengan pendinginan hingga sekitar -162°C. (Putra, 2016).

LNG (*Liquefied Natural Gas*) atau Gas Alam Cair adalah gas alam yang telah diubah menjadi cairan. Hal ini dilakukan untuk menghemat ruang, karena 610 kaki kubik gas alam dapat diubah menjadi 1 kaki kubik gas alam cair (LNG). Mengkonversi gas alam menjadi LNG membuat kita lebih mudah untuk menyimpan dan lebih mudah untuk mengangkut disaat jaringan pipa tidak tersedia (Nurlindha, 2018). Dibawah ini ada beberapa kilang minyak dan gas di Indonesia dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini:

Tabel 2.1 Komposisi LNG di Indonesia.

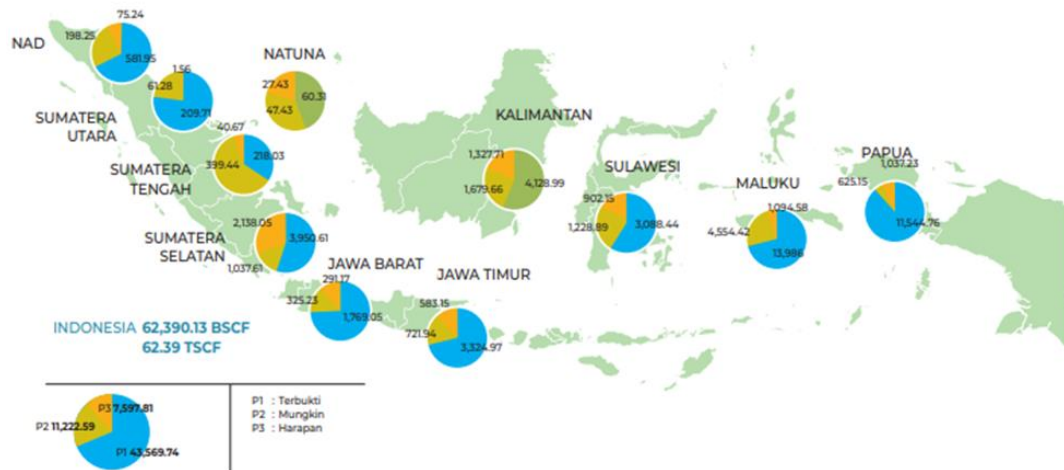
Asal	Nitrogen N2 %	Methane C1 %	Ethane C2 %	Propane C3 %	C4+ %	LNG Densiti Kg/m ³	Gas densiti kg/m ³ (n)	Expansion rasio m ³ (n) m ³ liq	Gas GCV MJ/m ³ (n)
Arun	0.2	90.7	6.2	2.0	1.0	457	0.803	569	43.9
Badak	0.0	91.2	5.5	2.4	0.9	456	0.801	568	43.9
Tangguh			2.9	0.5	0.2	432	0.744	580	41.0

Sumber: Internasional Gas Union.

2.3.2 Sumber Gas Alam di Indonesia.

Indonesia memiliki sumber cadangan gas alam yang tersebar diseluruh pulau. Ada yang dipulau Sumatera, Kalimantan, Papua, dan baru-baru ini ada dipulau Natuna. Untuk di pulau Sumatera ada di daerah Arun, Aceh, di pulau Kalimantan Timur ada didaerah Bontang, di Pulau Papua ada didaerah Teluk Bintuni, Tangguh.

Dalam memenuhi kebutuhan energi gas di PLTMG Kepulauan Nias maka diambilah sumber cadangan gas alam yang dekat dengan daerah Kepulauan Nias yaitu berada di daerah Arun, Aceh. Sumber gas alam yang terdapat didaerah kota Lhokseumawe yang dikelola oleh PT. Perusahaan Gas Negara (PGN). Saat ini, Kilang Arun memiliki empat unit tangki LNG dengan masing masing unit tangki 127.000 m³ sehingga total kapasitas yang ada mencapai 508.000 m³. Indonesia pada tahun 2018 menduduki peringkat ke-11 negara penghasil gas alam terbesar di dunia dengan total produksi 73,2 Juta m³. Dapat dilihat pada gambar 2.1 letak sebaran gas bumi di Indonesia



Sumber: Statistik Minyak dan Gas Bumi Semester I 2021.

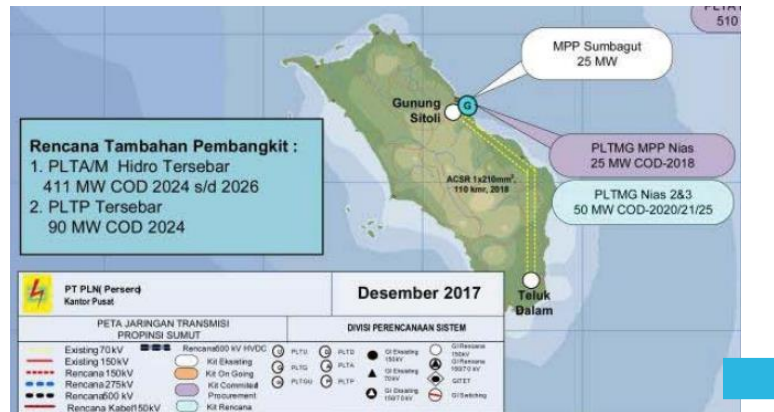
Gambar 2.1 Sebaran sumber Gas Bumi di Indonesia.

2.3.3 Kilang Gas LNG Arun.

PT. Perta Arun Gas merupakan perusahaan yang bergerak di bidang regasifikasi, dengan memiliki fasilitas yang dapat mencakup wilayah Aceh dan Sumatera bagian utara. Berlokasi di Lhokseumawe, Provinsi Aceh yang menghadap langsung ke Selat Malaka. Dengan kapasitas rata-rata *loading/discharge* 450 m³ per jam atau dapat mengisi sebanyak 11 ISO Tank berukuran 40 ft dalam 1 hari.

2.3.4 Lokasi PLTMG Nias.

Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG) sebagai penerima LNG di Nias berada didaerah Gunung Sitoli yaitu salah satu kota yang ada di Kepulauan Nias didalam Provinsi Sumatera Utara. PLTMG Nias ini dapat menghasilkan listrik sebesar 25 Megawatt untuk kebutuhan masyarakat yang ada di Kepulauan Nias.



Sumber: (RUPTL PLN, 2018-2027).

Gambar 2.2 Denah Pembangunan PLTMG Kepulauan Nias.

2.4 Distribusi LNG.

Agar LNG dapat digunakan oleh PLTMG maka diperlukan pendistribusian oleh pihak produsen, adapun yang perlu diperhatikan dalam hal ini ialah bagaimana rantai pasokan yang ada, bentuk penyimpanan yang digunakan dan jenis penyalurannya.

2.4.1 Rantai Pasokan LNG (*Supply Chain LNG*).

Ada beberapa tahap atau proses untuk mendistribusikan LNG menuju sampai pada konsumen (Pengguna). Proses itu dimulai dari produksi yang dilakukan di *Liquefaction Plant* hingga *LNG* terminal. Yaitu penjelasannya sebagai berikut:

1. Produksi dan *Liquefaction* (Pencairan).

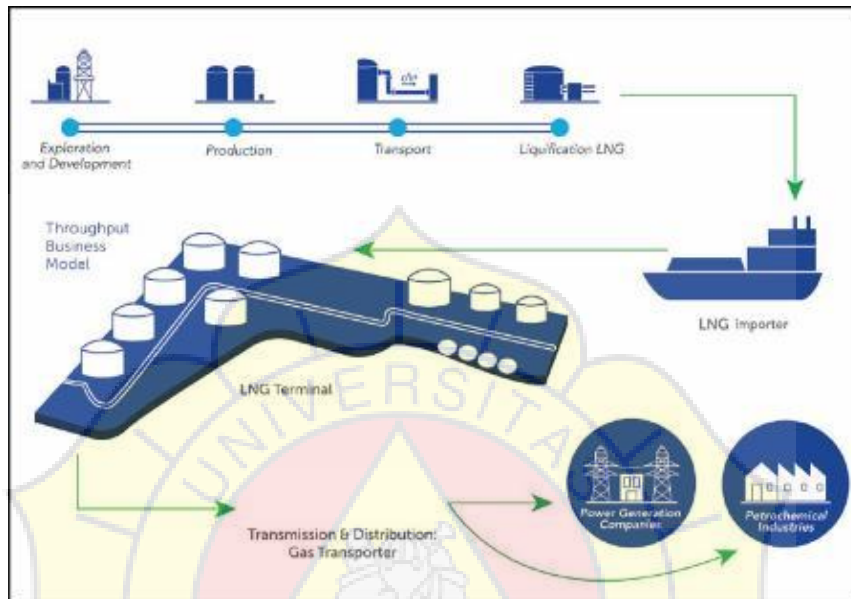
Di tahap ini gas alam diproduksi di ladang penghasil gas alam lalu dialirkan menuju *LNG Plant* untuk dikonversikan menjadi gas alam cair atau *LNG*. Dan biasanya ladang penghasil gas alam dengan *LNG Plant* ini berdekatan tempatnya.

2. Transportasi LNG.

Mengenai transportasi *LNG* ini memakai kapal-kapal pengangkut *LNG*/Tanker yang sudah dirancang khusus untuk pemuatan *LNG*. Dengan menggunakan *double hull* agar dapat mencegah kebocoran yang terjadi akibat kecelakaan. *LNG* dapat disimpan kedalam tangki dengan suhu -162 derajat celsius dengan berbagai model tangki seperti tangki membrane, tangki bola/kapsul, tangki prismatic.

3. Penyimpanan dan Regasifikasi.

Setelah dibawa dengan kapal *LNG Carrier*, LNG dipindahkan ke fasilitas penerimaan *LNG (Onshore Receiving Facilities)* untuk diregasifikasi yaitu proses dimana merubah gas alam cair (*LNG*) menjadi gas alam biasa sebelum dilanjutkan pengiriman gas kepada pengguna nantinya.



Sumber: geologinesia.com.

Gambar 2.3 Skema Terminal Pencairan dan Regasifikasi LNG.





2.4.2 Bentuk Tanki Penyimpanan LNG.

Pada tahun 1975 IMO mengadakan sidang kesembilan tentang pembangunan dan perlengkapan kapal pengangkut gas alam cair dalam tangki, yaitu A.328(IX). Peraturan ini menetapkan standar internasional untuk kapal pengangkut gas alam cair dalam jumlah besar. Peraturan ini dibuat wajib (entry into force) pada tahun 1986 dan biasa disebut sebagai IMO International Gas Carrier Code. Persyaratan Kode ini juga termasuk dalam aturan untuk kapal yang membawa gas alam cair yang dikeluarkan oleh klas yang digunakan oleh kapal.

Aturan ini mencakup pembatasan kerusakan tangki kargo jika terjadi tabrakan atau kecelakaan, kelangsungan hidup kapal, keselamatan, penanganan kargo, bahan bangunan, pengendalian lingkungan, keselamatan kebakaran, penggunaan ruang kargo untuk bahan bakar, dan sebagainya. Dan yang menarik dalam konteks pembuatan kapal dari Kode ini adalah bagian Peraturan Kargo, yang mendefinisikan jenis ruang muat. Salah satunya adalah lapisan luar yang

menahan dan melindungi lambung kapal. Karena efek penggetasan struktural dari suhu dingin pada kargo LNG, lapisan harus dilindungi untuk mencegah kebocoran dari struktur tangki utama. Jenis-jenis lapisan keamanan dalam adalah: (International Maritime Organization, 1993).

Tabel 2.2 Jenis dan Fitur Tangki Penyimpanan LNG.

Type	Independent tank Type A	Independent tank Type B	Independent tank Type C	Membrane
Shape				
Design Vapor Press.	<0.07MPa	<0.07MPa	High pressure	≤0.025MPa
Records of Gas carrier	Medium to Large LPG ship	Large LNG ship	Small LPG ship Small LNG ship	Large LNG ship
Records of Gas fuelled ship	Nil	Nil (under consideration)	Good	Nil
Features	<ul style="list-style-type: none"> •Good volume efficiency (Prismatic tank) •Complete secondary barrier 	<ul style="list-style-type: none"> •Volume efficiency Spherical: Low Prismatic: Good •Detail fatigue analysis required 	<ul style="list-style-type: none"> •Simple design & construction •Flexibility of work. pressure •Low volume efficiency 	<ul style="list-style-type: none"> •Good volume efficiency •Complete secondary barrier •Sloshing concern

Sumber: NKK, *Alternative Fuels and Energy Efficient* (2018).

Melihat tabel yang ada diatas ada 4 model tangki penyimpanan LNG, Yaitu Independent tank dengan Type A, B, dan C lalu terakhir ada membrane tank. Dalam aturan IACS (International Association of Classification Societies) memberikan penjelasan terkait dengan jenis tangki kapal gas lebih rinci yaitu sebagai berikut:

- Tangki Independen.

Tangki Independen bersifat *self supporting*. Artinya, tidak membentuk bagian lambung dan tidak menambah kekuatan lambung. Ada tiga jenis tangki independen: tangki independen tipe A, tangki independen tipe B dan tangki independen tipe C (IACS, 2016).

- Tangki Independen Tipe A

Tangki independen tipe A dirancang menggunakan teknik analisis struktur kapal masyarakat klasifikasi klasik. Tekanan uap desain P0 tangki ini kurang dari 0,07 N/mm² (0,7 bar) (IACS, 2016). Tangki independen tipe A biasanya digunakan oleh perusahaan pelayaran LPG. Gambar 2.17 adalah contoh tangki LPG yang menggunakan tangki independen prismatic tipe A.

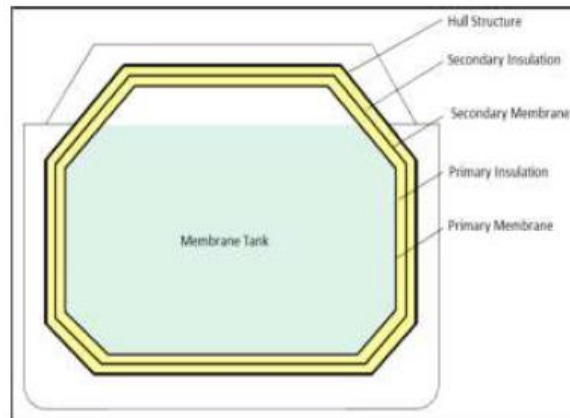
- Tangki Independen Tipe B.

Tangki Independen Tipe B dirancang menggunakan uji model, alat analisis, dan metode untuk menentukan tingkat tegangan, umur kelelahan, dan karakteristik perambatan retak. Tekanan uap desain P_0 tangki ini kurang dari $0,07 \text{ N/mm}^2$ (0,7 bar) (IACS, 2016). Tank independen Tipe B dikembangkan oleh Moss Rosenberg menggunakan Kugeltanks (tangki bulat) dan oleh Ishikawajima Heavy Industries (IHI) menggunakan tangki prismatik berdiri bebas. Tangki independen tipe B biasanya digunakan pada kapal pengangkut LNG

- Tangki independen tipe C

Tangki independen tipe C adalah tangki yang memenuhi kriteria bejana tekan dan memiliki desain tekanan uap minimal P_0 (IACS, 2016). Tangki independen Tipe C biasanya digunakan pada tanker LNG kecil dan kapal yang membawa LPG, etana, etilena, propilena, dan petrokimia lainnya.

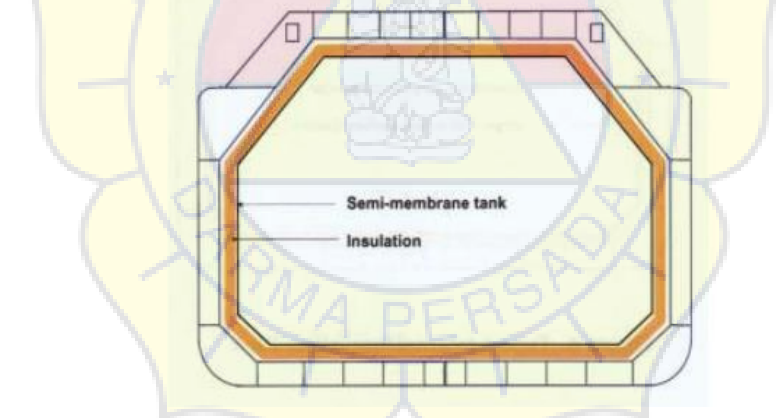
- Tangki membran adalah tangki tanpa penyangga yang terdiri dari lembaran tipis yang disangga oleh insulasi dari lambung yang berdekatan dengan struktur. Membran dirancang untuk mengkompensasi ekspansi atau distorsi termal dan lainnya tanpa perlu mengompresi membran. Tangki membran terutama digunakan pada kapal tanker LNG.



Sumber: IMO,1993

Gambar 2.4 *Membrane Tank*.

- Tangki Semi-Membran adalah tangki yang tidak didukung di bawah beban. Bagian datar tangki mendukung transmisi beban dan gaya dinamis melalui lambung, tetapi sudut dan tepi yang membulat tidak, yang dapat membatasi tangki yang dipompa dan Kempis. Tangki ini dirancang untuk transportasi LNG, tetapi digunakan untuk mengangkut sejumlah kecil kapal LPG.



Sumber: IMO,1993

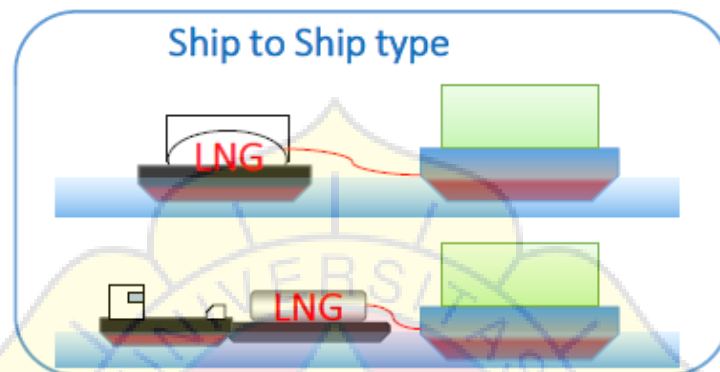
Gambar 2.5 *Semi Membrane Tank*.

2.4.3 Jenis Penyaluran LNG.

Ada berbagai macam model bongkar muat yang digunakan untuk penyaluran *LNG* sebelum sampai ke tujuan akhir yaitu pengguna atau masyarakat. Pada umumnya model tersebut banyak digunakan ketika proses transfer *LNG* berlangsung. Beberapa model tersebut di antara lain adalah:

1. Ship to Ship Type

Tipe *ship to ship* tidak menggunakan sistem tambat, sistem *ship-to-ship* yang biasa digunakan dalam proses bongkar muat, menggunakan tali yang ditembakkan dari pengangkut LNG ke FSRU kemudian melilitkan tali ke drum untuk mendapatkan selang fleksibel yang nantinya terhubung ke FSRU (Floating Storage Refification Unit). Pengangkut LNG berkapasitas lebih kecil umumnya menggunakan jenis peralatan ini untuk mempercepat waktu bongkar muat LNG. (Ryadenata, 2016).

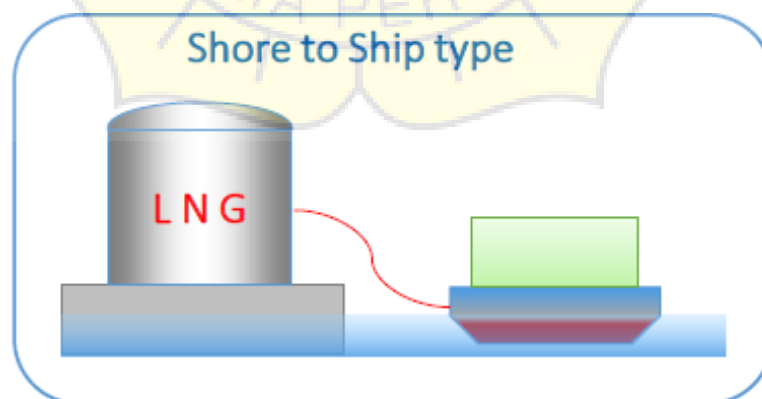


Sumber: NKK, *Alternative Fuels and Energy Efficient* (2018).

Gambar 2.6 Ilustrasi Bongkar Muat Tipe *Ship to Ship*.

2. Shore to Ship Type.

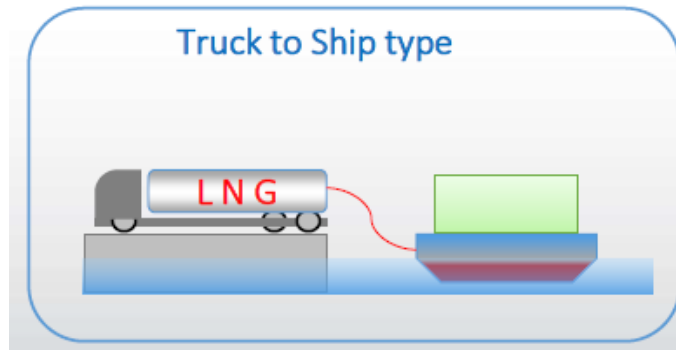
Tipe *Shore to Ship* adalah tipe penyaluran LNG yang disalurkan melalui (*Pipeline*) dari kapal LNG langsung dihubungkan ke *Storage Tank* LNG yang ada di Terminal penerima.



Sumber: NKK, *Alternative Fuels and Energy Efficient* (2018).

Gambar 2.7 Ilustrasi Bongkar Muat Tipe *Shore to Ship*.

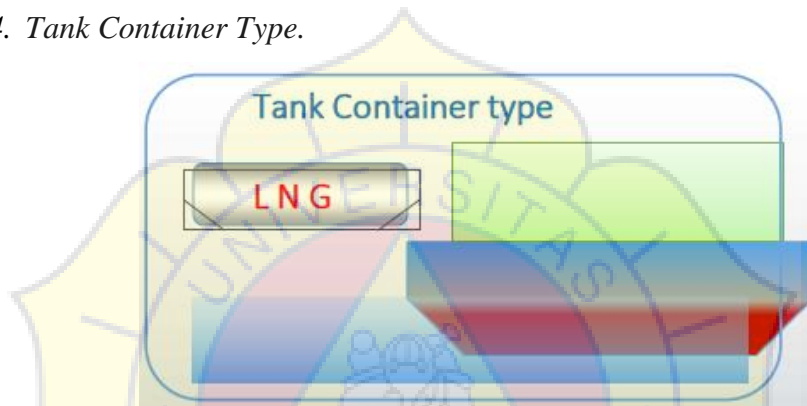
3. Truck to Ship Type.



Sumber: NKK, *Alternative Fuels and Energy Efficient* (2018).

Gambar 2.8 Ilustrasi Bongkat Muat Tipe Truck to Ship.

4. Tank Container Type.



Sumber: NKK, *Alternative Fuels and Energy Efficient* (2018)

Gambar 2.9 Ilustrasi Bongkat Muat Tipe Tank Container.

2.5 Kapal Pengangkut Gas Alam Cair.

Liquefied Natural Gas Carrier atau yang dikenal dengan sebutan *LNG Carrier* adalah kapal dengan wadah berdinding ganda yang dirancang khusus untuk mengangkut gas alam cair pada suhu rendah. Tanker LNG adalah jenis kapal tanker yang disesuaikan dengan kebutuhan likuidasi dan regasifikasi gas alam cair. (Wikipedia, 2022).

Ada beberapa jenis kapal pengangkut *LNG* yang sudah ada saat ini yaitu *LNG Carrier*, *Medium LNG*, *Mini LNG*. Untuk memenuhi kebutuhan pengangkutan *LNG* ini maka Kapal *LNG Carrier* ini dibagi menjadi beberapa kapasitas muat tangki yang menjadi standar pembagian kapasitas muat tangki sebagai berikut:

- Kelompok kapal sangat besar:
 - 200.000 m³
 - 160.000 m³



Sumber: fleetmon.com

Gambar 2.10 Al Thumama *LNG Carrier*, Tank Capacity 216.235 m³

- Kelompok kapal besar:
 - 145.000 m³
 - 138.000 m³
 - 125.000 m³



Sumber: fleetmon.com

Gambar 2.11 Al Bidda *LNG Carrier*, Tank Capacity 137.339 m³

- Kelompok kapal sedang (*Medium LNG*):
 - 20.000 m³
- Kelompok kapal kecil (*Mini LNG*):
 - < 20.000 m³



Sumber: fleetmon.com

Gambar 2.12 Coral Methane *LNG Carrier*, Tank Capacity 7.500 m³

Dibawah ini adalah beberapa jenis kapal LNG yang digunakan untuk memilih mana kapal yang tepat untuk melakukan distribusi *LNG* menuju pembangkit yang ada di Kepulauan Nias:

2.5.1 *LNG Carrier.*

LNG Carrier adalah transportasi pengangkut *LNG* yang banyak digunakan saat ini. Kapal tipe ini biasanya mempunyai kapasitas muat tangki yang besar untuk melayani pengangkutan *LNG* jarak jauh. Disisi lain dengan kapasitas muat tangki yang besar ini menyebabkan *draught* yang di miliki kapal tersebut tergolong cukup tinggi sehingga terbatas dalam mengangkut *LNG* yang berada dipulau dan daerah terpencil.

Kapal *LNG* umumnya menggunakan turbin uap sebagai mesin utama karena *LNG* di dalam tangki selalu menghasilkan *BOG (boiled-off gas)* saat suhu naik. Turbin uap digunakan sebagai mesin utama untuk menggunakan *BOG*. Selain itu, ciri khas kapal *LNG* adalah menggunakan baja ringan karena suhu *LNG* sangat rendah. Loading, unloading dan docking juga sangat hati-hati, karena *LNG* diklasifikasikan sebagai cairan kriogenik dan harus ditangani oleh mesin cairan khusus. (Ryadenata, 2016).



Sumber: *Reliability Engineering and System Safety 93* (2008)

Gambar 2.13 *LNG Carrier Moss Spherical Tank dan Membrane Tank.*

Pada kapal *LNG* yang menggunakan tipe tangki *Moss Spherical Tankers* itu memiliki tangki yang berbentuk bulat lalu untuk *membrane tank* ini memiliki tangki yang berbentuk prisma. Dan 2 model tangki ini umumnya dipakai untuk *LNG Carrier* yang berlayar dengan jarak jauh bisa antar negara dan benua.

2.5.2 Kapal LCT.

Landing Craft Tank (LCT) adalah jenis kapal yang awalnya dirancang untuk mengangkut kargo berat, bulldoser, ekskavator, truk, loader, dan alat berat lainnya. Selain itu, bahan bangunan besar seperti pipa besi, pelat baja, dan tangki air juga dapat diangkut oleh LCT, dan LCT digunakan untuk mengangkutnya lebih efisien daripada tongkang, terutama di pulau-pulau dan daerah terpencil. (Gafur, 2016).

Pada awalnya kapal LCT ini digunakan untuk keperluan militer yaitu membawa kendaraan taktis dan pasukan ke dalam pulau-pulau. Kapal ini mulai muncul pada saat Perang Dunia II dan digunakan oleh Angkatan Laut Inggris dan Amerika Serikat pada saat itu. AL Amerika Serikat kemudian menggunakannya untuk tujuan-tujuan lainnya selama Perang Korea dan Perang Vietnam. Selama Perang Dunia II, kapal-kapal ini biasanya dikenal dengan singkatan namanya, Kapal pendarat tank. (Wikipedia, 2019).



Sumber: maritimeworld.web.id

Gambar 2.14 *Landing Craft Tank* (LCT).

Pada prinsipnya kapal LCT ini memiliki geladak yang terbuka yang memungkinkan untuk membawa segala jenis kargo yang dapat dimuatnya. Seiring dengan berjalannya waktu kapal ini dikembangkan untuk bisa mengangkut LNG. LNG ini nantinya akan disimpan didalam ISO tank container agar dapat diangkut dengan mudah.

ISO tank kontainer adalah bejana IMO tipe-C yang dipasang dalam kerangka ukuran standar ISO dengan panjang 20, 30 atau 40 ft. Tangki juga dapat bertindak sebagai unit penyimpanan statis (Cahyo, 2021).



Sumber: pertagasniaga.pertamina.com

Gambar 2.15 ISO Tank LNG.

2.5.3 Kapal SPB (Self-Propelled Barge).

Kapal Self propelled Barge (SPB) adalah kapal berbentuk tongkang yang menggunakan tenaga pendorong sendiri. Kapal SPB ini mempunyai kemampuan maneuverability dan stabilitas yang lebih baik dibandingkan dengan tongkang dorong (tug barge), biaya pembangunannya secara signifikan lebih rendah dibanding dengan kapal jenis *bulk carrier* (Karana, 2016).



Sumber: zhouyangmarine.com

Gambar 2.16 Self propelled Barge (SPB).

Serupa dengan kapal LCT yang disebutkan di atas, kapal SPB juga perlu dilengkapi dengan wadah ISO Tank agar dapat mengangkut LNG ke pengguna. Wadah ISO Tank yang digunakan biasanya adalah tangki portabel yang dapat dipindahkan dari kapal ke pantai.

2.5.4 Kapal Supply.

Merupakan kapal yang dipergunakan untuk dapat mengangkut semua jenis peralatan yang dibutuhkan pada rig atau *offshore platform*. Memiliki ciri khas

berupa *wheelhouse* berada di bagian depan dengan cargo atau muatan dapat diletakan dibelakang bangunan utama kapal.

Serupa dengan kapal LCT yang disebutkan di atas, kapal *Supply* juga perlu dilengkapi dengan wadah ISO Tank agar dapat mengangkut LNG ke pengguna. Wadah ISO Tank yang digunakan biasanya adalah tangki portabel yang dapat dipindahkan dari kapal ke pantai.

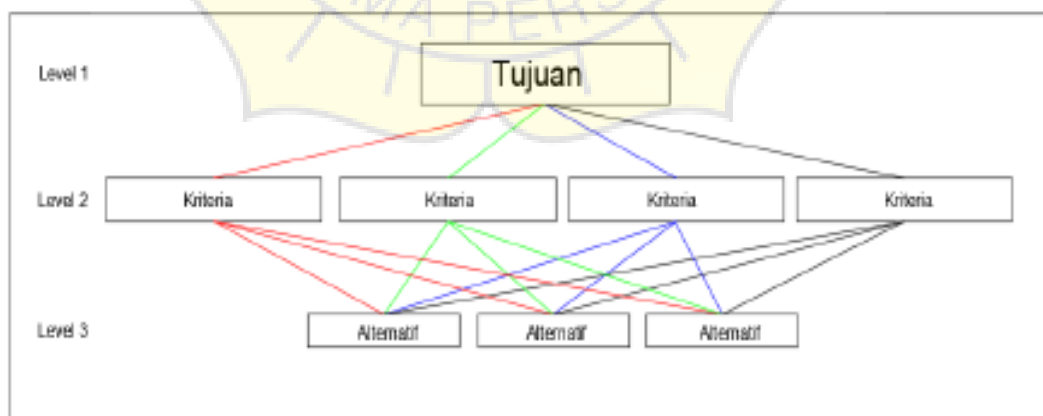


Sumber: mmaoffshore.com

Gambar 2.17 *Supply Vessel*.

2.6 Analytic Hierarchy Process (AHP).

Analytic Hierarchy Process (AHP) dikembangkan oleh Prof. Thomas L. Saaty pada tahun 1970, berfungsi membantu memecahkan masalah kompleks dimana data, informasi dan statistik sangat kecil. AHP merupakan bentuk model pengambilan keputusan multi kriteria, AHP merupakan metode pengambilan keputusan yang menggunakan beberapa kriteria dan alternatif yang dipilih berdasarkan semua kriteria yang terkait dengannya. (Salmon, 2019).



Sumber: (Saaty,1986)

Gambar 2.18 Struktur Analytic Hierarchy Process.

Penyusunan hirarki masalah dikarenakan untuk mendukung proses pengambilan keputusan, dengan mempertimbangkan semua faktor keputusan yang terlibat dalam sistem. Sebagian besar masalah sulit dipecahkan karena proses pemecahannya berlangsung tanpa memikirkan masalah sebagai suatu sistem dengan struktur tertentu. (Sipangkar, 2018)

A. Comparative Judgement.

Comparative judgement dilakukan dengan menilai kepentingan relatif dua item pada satu level dibandingkan dengan level di atasnya. Evaluasi ini penting untuk AHP karena mempengaruhi prioritas elemen. Hasil evaluasi ini lebih mudah dinyatakan dalam bentuk matriks perbandingan berpasangan, yaitu matriks perbandingan berpasangan yang berisi tingkat preferensi dari beberapa alternatif untuk setiap kriteria. Skala preferensi yang digunakan berkisar dari 1 untuk level terendah (Sama Pentingnya) hingga 9 untuk level tertinggi (Sangat Penting) (Sasongko, 2017).

B. Synthesis of Priority.

Synthesis of priority merupakan penilain ditingkat yang lebih darisebelumnya dimana dalam *Synthesis of priority* dicari *Local Proirity* atau *Total Priority Value (TPV)*. Sehingga untuk mendapatkan *Global Priority* harus dilakukan sintesis diantara *Local Priority*.

C. Logical Consistency.

Konsistensi logis adalah fitur penting dari AHP. Ini dicapai dengan menggabungkan semua vektor eigen yang diperoleh dari tingkat hierarki yang berbeda untuk mendapatkan vektor komposit berbobot..

2.7 Perhitungan Biaya Transportasi.

Pengoperasian sebuah kapal merupakan salah satu bentuk usaha yang menghasilkan produk berupa jasa transportasi. Untuk melakukan kegiatan tersebut, operator atau pemilik kapal yang terlibat harus mengorbankan banyak sumber daya. Sumber daya yang dikorbankan untuk operasional kapal adalah biaya operasional kapal. (Rahman, 2019).

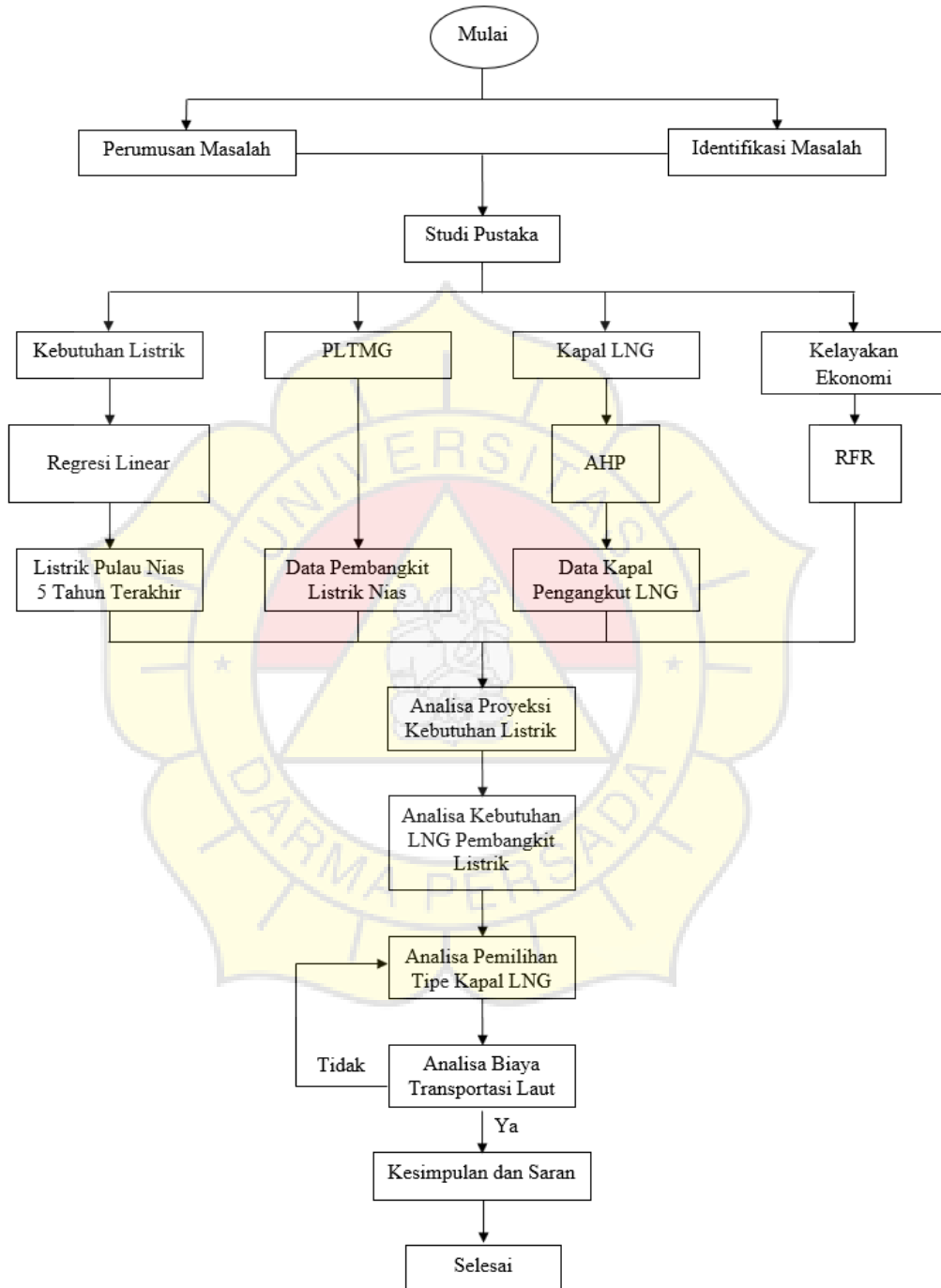
Elemen biaya terdiri dari biaya tetap dan biaya variabel serta biaya langsung dan tidak langsung. Intinya adalah untuk menemukan perbandingan antara kelompok biaya, seperti yang dijelaskan di bawah ini (Jinca, 1997):

- A. kelompok biaya tetap dan variabel. Skala klasifikasi biaya ini merupakan respon terhadap perubahan yang terjadi di tingkat pabrik/produksi. Setiap tingkat produksi memiliki elemen biaya yang nilainya berubah seiring dengan perubahan tingkat produksi.
- B. Kelompok biaya langsung dan tidak langsung, indikator yang digunakan dalam klasifikasi biaya ini, adalah dari sudut pandang operasional, terlepas dari apakah elemen biaya tersebut terkait langsung atau tidak langsung dengan proses produksi.



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alur Pemikiran (Flowchart).



Sumber: Data Pribadi

Gambar 3.1 *Flow Chart* Penelitian

Pada gambar 3.1 merupakan diagram *flow chart* alur pemikiran untuk penelitian Tugas Akhir ini dari mulai hingga pada selesai dilaksanakan. Penjelasan dari rangkaian kegiatan penelitian yang dilakukan seperti pada berikut ini:

1. Mulai :

pada tahap ini mempersiapkan penelitian dimulai dari penelitian yang akan diambil.

2. Perumusan Masalah:

dalam tahap ini menyusun permasalahan untuk dijadikan acuan penelitian.

3. Identifikasi Masalah:

dalam tahap ini membagi permasalahan yang dapat dianalisa dan yang membutuhkan dasar subject dasar untuk menganalisa permasalahan.

4. Studi Pustaka:

pada tahap ini mencari literatur dan metode yang sesuai dengan perumusan masalah dan identifikasi masalah yang akan digunakan seperti ;Kebutuhan Listrik, PLTMG, Kapal LNG, .

5. Analisa Proyeksi Kebutuhan Listrik:

dalam tahap ini menganalisa kebutuhan listrik pada Pulau Nias untuk 10 tahun mendatang agar dapat diketahui kebutuhan LNG.

6. Analisa Kebutuhan LNG Pembangkit Listrik:

dalam tahap ini Analisa didasari dari kebutuhan listrik yang ada termasuk hasil proyeksi.

7. Analisa Pemilihan Tipe Kapal LNG:

pada tahap ini analisa digunakan untuk mengetahui kapal tipe atau jenis apa yang baik digunakan untuk penyuplaian LNG ke PLTMG Nias.

8. Analisa Biaya Transportasi:

bagian ini menganalisa biaya yang digunakan untuk membawa atau menyuplai LNG ke Pulau Nias berdasarkan kebutuhan dan kapal yang digunakan.

9. Kesimpulan dan Saran:

dalam tahap ini menyimpulkan hasil analisa dan membuat saran untuk dapat dilakukan penelitian lebih lanjut.

10. Selesai:

dalam tahap ini penelitian telah selesai dilaksanakan.

3.2 Proses Pengerjaan.

Pada sub ini menjelaskan tentang tahapan pengerjaan yang dimulai dengan tahapan identifikasi masalah hingga pada analisa data.

3.2.1 Identifikasi Masalah.

Pada tahap ini awal ini dilakukan identifikasi masalah seperti:

1. Kurangnya infrastruktur sarana distribusi LNG dalam memasok kebutuhan industri dalam negeri.
2. Penggantian pasokan bahan bakar untuk PLTMG dari BBM dikonversi menjadi LNG.
3. Kelayakan ekonomi dari pemilihan kapal yang akan dibuat dalam pemenuhan pasokan PLTMG Nias.

3.2.2 Studi Literatur.

Pencarian literatur tentang masalah tugas akhir ini dilakukan selama fase ini. Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan dan teori yang relevan untuk tugas akhir. Ini dapat berupa penelitian sebelumnya untuk lebih memahami masalah dan perkembangan yang sedang berlangsung.. Studi yang dilakukan adalah:

1. Metode Pemilihan kapal LNG.

Proses yang dilakukan untuk memilih kapal LNG ini menggunakan metode AHP dan TOPSIS. Sebelumnya harus ditentukan terlebih dahulu alternatif dan kriteria yang mau dipakai. Maka kemudian dilakukan pemilihan alternatif yang paling dekat dari solusi ideal positif dan yang paling jauh dari solusi ideal negatif.

2. Metode Penyimpanan LNG.

Dapat diketahui bagaimana prosedur pemuatan LNG didalam atau diatas kapal. Sehingga bisa ditentukan volume ruang muat yang tepat.

3.2.3 Pengumpulan Data Awal.

Pada proses pengumpulan data Tugas Akhir ini dilakukan dengan proses pengumpulan data secara tidak langsung (Sekunder). Pengumpulan data ini mengambil data yang berkaitan dalam permasalahan Tugas Akhir ini. Yaitu data-data yang diperlukan sebagai berikut:

1. Data Konsumsi LNG di Kepulauan Nias.

Data yang didapatkan dari Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia (ESDM RI) mengenai kebutuhan gas alam cair. Data tersebut adalah data kebutuhan pasokan PLTMG dalam satuan (BBTU) *Billion British Thermal Units* diganti menjadi ukuran volume gas (m³).

2. Kondisi Perairan.

Provinsi Kepulauan Nias memiliki perairan yang cukup dangkal. Oleh Karena itu diperlukan data-data sekunder terkait dengan kedalaman pelabuhan.

3. Data Kapal yang beroperasi Penyuplai LNG.

Berbagai jenis kapal yang dapat digunakan untuk menyuplai LNG dengan tujuan dan pelabuhan tertentu, maka untuk mengoptimalkan kapal yang akan dibangun dan digunakan sebagai pengoptimalan berdasarkan jenis kapal yang akan dibangun.

3.2.4 Pengolahan Data.

Setelah mendapatkan data-data yang dibutuhkan maka kemudian dilakukan proses pengolahan data yaitu analisis data awal. Analisis ini berguna agar dapat mengetahui beberapa hal yaitu:

1. Payload
2. Proyeksi kebutuhan LNG saat Sentralisasi PLTMG Kepulauan Nias
3. Pemilihan jenis kapal
4. Menghitung biaya transportasi

3.3 Proyeksi Kebutuhan Listrik.

Dalam peroyeksi kebutuhan listrik, digunakan metode berupa deret berkala, trend linear dan pengukuran kesalahan dalam metode yang digunakan untuk mendapatkan perhitungan kebutuhan listrik dalam 10 tahun kedepan.

3.3.1 Metode *Time Series*.

Deret Berkala adalah data yang disusun dalam urutan kronologis yang menggambarkan evolusi suatu peristiwa atau aktivitas. Data historis ini dicatat untuk interval waktu satu tahun, satu semester, satu kuartal, satu kuartal, bulan, hari, atau satuan jam lainnya. Analisis deret waktu adalah metode kuantitatif untuk mengidentifikasi pola dalam data historis yang dikumpulkan secara berkala. Temukan pola dalam data masa lalu dan gunakan untuk memprediksi masa depan (Boedijoewono, 2001).

Variabel deret berkala dipengaruhi oleh empat gerakan atau perubahan yang disebut komponen-komponen deret berkala. Keempat komponen deret berkala tersebut adalah:

1. Tren Sekuler, yaitu gerakan yang berjangka panjang, lamban, seolah-olah alun ombak dan berkecenderungan menuju ke satu arah menaik atau menurun.
2. Variasi Musiman, yaitu gerak naik atau turun secara periodik dalam jangka waktu kurang dari satu tahun.
3. Variasi Siklis, yaitu gerak naik atau turun secara periodic didalam jangka waktu panjang, misalnya 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun, 25 tahun atau lebih.
4. Variasi Random, yaitu gerakan yang tidak teratur sama sekali.

Metode *time series* merupakan suatu metode peramalan yang menggunakan hasil prediksi yang dirangkai menurut pola hubungan antara variabel pencarian atau prediktor dan variabel waktu. Metode *time series* data trending memiliki beberapa metode peramalan: tren *linear*, tren *quadratic*, tren *exponential* dan tren *s-curve* (Purnama, 2021).

Tren *quadratic* merupakan model tren dengan nilai variabel bebas naik turun secara *linier* ketika data ditransformasikan ke dalam *scatterplot*. Tren sekunder meliputi tren yang memiliki pola linier dalam jangka pendek atau menengah dan menjadi *non-linier* dalam jangka panjang. Adapun rumus persamaan tren *quadratic* ditunjukkan sebagai berikut :

$$Y_t = a + bx + cx^2 \dots\dots\dots [3. 1]$$

Keterangan :

Y_t = Nilai tren pada periode tertentu.

a = Nilai tren pada periode dasar (nilai konstanta).

b, c = Perubahan tren setiap periode (nilai koefisien).

x, x^2 = Unit periode yang dihitung dari periode tertentu.

Perubahan nilai variabel bebas dari pola linier dalam jangka pendek dan menengah menjadi pola nonlinier dalam jangka panjang menjadikan metode tren kuadrat sangat cocok untuk peramalan jangka panjang..

3.3.2 Metode Regresi Linear.

Regresi linier adalah metode yang digunakan untuk mendeteksi ada tidaknya hubungan sebab akibat antara variabel kausal (X) dan variabel efek (Y). Ada dua jenis metode regresi linier: regresi linier sederhana dan regresi linier berganda (Purnama, 2021). Regresi linier sederhana adalah metode regresi yang menggunakan variabel X untuk melihat hubungan sebab akibat dengan variabel Y. Di bawah ini adalah persamaan regresi linier sederhana yang dinyatakan sebagai:

$$Y = a + bx \dots\dots\dots [3. 2]$$

Keterangan :

Y = Variabel Akibat (nilai yang diprediksikan).

a = Nilai konstanta regresi.

b = Nilai koefisien regresi.

x = Variabel faktor penyebab.

Metode *regresi linear* berganda merupakan metode regresi yang menggunakan dua atau bahkan lebih variabel X untuk memeriksa hubungan sebab akibat dengan variabel Y. Adapun persamaan regresi linear berganda ditunjukkan sebagai berikut :

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n \dots\dots\dots [3. 3]$$

Keterangan :

Y = Variabel Akibat (nilai yang diprediksikan)

a = Nilai konstanta regresi (nilai Y apabila $x_1, x_2, \dots, x_n = 0$)

b = Nilai koefisien regresi

x_1, x_2 = Variabel faktor penyebab

Metode regresi linier sangat baik dalam memprediksi nilai atau prediksi masa depan karena dapat mengidentifikasi pengaruh variabel kausal terhadap variabel efek. (Purnama, 2021).

3.3.3 MAPE (*Mean Absolut Precentage Error*).

MAPE (*Mean Absolut Precentage Error*) adalah perhitungan yang digunakan untuk menganalisis persentase akurasi metode atau kesalahan prediksi. Dengan menggunakan nilai aktual dari data atau deret seri sebagai pembanding, MAPE dapat mengetahui seberapa besar kesalahan prediksi metode tersebut. (Purnama, 2021). Berikut ini adalah rumus perhitungan MAPE:

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t + F_t}{A_t} \right| 100}{n} \dots\dots\dots [3. 4]$$

Keterangan:

A_t = Nilai aktual pada periode t

F_t = Nilai forecast pada periode t

Suatu metode peramalan dikatakan akurat jika nilai persen kesalahan perhitungan MAPE mendekati nol. Ada batasan dalam perhitungan MAPE yang menunjukkan apakah nilai MAPE layak atau tidak boleh digunakan.

Tabel 3.1 Standar Nilai Perhitungan MAPE.

Nilai MAPE	Keterangan
0-10 %	Kemampuan metode peramalan sangat baik
10-20 %	Kemampuan metode peramalan baik
20-50 %	Kemampuan metode peramalan layak digunakan
>50%	Kemampuan metode peramalan tidak dapat digunakan

Sumber: (Maricar, 2019).

3.4 Kebutuhan Gas Untuk Pembangkit Listrik.

Pengkonversian bahan bakar yang digunakan oleh pembangkit listrik tenaga diesel yang diubah menggunakan gas (Nizar, 2016). Maka kebutuhan bahan bakar

HSD di konversi menjadi jumlah dalam bentuk LNG dengan perhitungan sebagai berikut:

$$Q_{HSD} = LVH_{HSD} (MJ / kg) \times FC (KG) \dots\dots\dots [3. 5]$$

$$Q_{LNG} = Q_{HSD} (MJ) \times \text{Fuel Rasio} \dots\dots\dots [3. 6]$$

$$\text{LNG Consumption} = Q_{LNG} / LHV_{LNG}(MJ / kg) \dots\dots\dots [3. 7]$$

3.5 Pemilihan Kapal.

Dikembangkan oleh Prof. Thomas L. Saaty, seorang Guru Besar Matematika dari Universitas Pittsburgh pada tahun 1970, *Analytic Hierarchy Process* (AHP) merupakan metode yang digunakan dalam pengambilan keputusan yang melibatkan sejumlah kriteria dan alternatif yang dipilih berdasarkan pertimbangan semua kriteria terkait. *Analytic Hierarchy Process* (AHP) diekspresikan oleh hubungan hierarki searah antara tingkat keputusan. Elemen teratas dari hierarki adalah tujuan. Hirarki terurai menjadi kriteria yang lebih spesifik pada tingkat dan setiap kriteria mungkin terkait dengan beberapa subkriteria. *Analytic Hierarchy Process* (AHP) memisahkan masalah keputusan yang kompleks menjadi elemen-elemen dalam sistem hierarki yang disederhanakan.

Analytic Hierarchy Process (AHP) biasanya terdiri dari tiga tahap penyelesaian masalah yaitu, tahap dekomposisi bertujuan untuk membangun jaringan hierarki untuk mewakili masalah keputusan, dengan tingkat atas mewakili tujuan keseluruhan dan tingkat yang lebih rendah mewakili kriteria, subkriteria, dan alternatif. Dengan penilaian komparatif, pengguna diminta untuk membuat matriks perbandingan di setiap hierarki dengan membandingkan pasangan kriteria atau subkriteria (Cahyo, 2021).

3.5.1 Penyusunan Prioritas.

Menentukan susunan prioritas elemen adalah dengan menyusun perbandingan berpasangan yaitu membandingkan dalam bentuk berpasangan seluruh elemen untuk setiap subhierarki. Perbandingan tersebut ditransformasikan dalam bentuk matriks. Contoh, terdapat objek yang dinotasikan dengan (A1, A2,

..., An) yang akan dinilai berdasarkan pada nilai tingkat kepentingannya antara lain A_i dan A_j dipresentasikan dalam matriks perbandingan berpasangan.

Tabel 3.2 Matriks Perbandingan Berpasangan.

	A1	A2	An
A1	A11	A12	A1n
A2	A21	A22	A2N
....
Am	Am1	Am2	Amn

Sumber: (Saaty, 1994).

Nilai a_{11} adalah nilai perbandingan elemen A1 (baris) terhadap A1 (kolom) yang menyatakan hubungan:

1. Seberapa jauh tingkat kepentingan A1 (baris) terhadap kriteria C dibandingkan dengan A1 (kolom), atau
2. Seberapa jauh dominasi A_i (baris) terhadap A_i (kolom), atau
3. Seberapa banyak sifat kriteria C terdapat pada A1 (baris) dibandingkan dengan A1 (kolom).

Tabel 3.3 Skala Penilaian Elemen Hirarki.

Intensitas Kepentingan	Definisi Verbal	Penjelasan
1	Sama Pentingnya	Kedua elemen mempunyai pengaruh yang sama
3	Sedikit Lebih Penting	Penilaian sedikit memihak pada salah satu elemen dibandingkan pasangannya
5	Lebih Penting	Penilaian sangat memihak pada salah satu elemen dibandingkan pasangannya.
7	Sangat Penting	Salah satu elemen sangat berpengaruh dan dominasinya tampak secara nyata
9	Mutlak Lebih Penting	Bukti bahwa salah satu elemen lebih penting dari pasangannya sangat jelas.
2, 4, 6, 8,	Nilai Tengah Dari Penilaian Diatas	Nilai yang diberikan jika terdapat keraguan diantara dua penilaian
	Resiprokal	Jika perbandingan anatara elemen i terhadap j menghasilkan salah satu nilai diatas maka perbandingan antara elemen j terhadap i akan menghasilkan nilai kebalikan

Sumber: (Saaty, 1994).

Nilai numerik yang dikenakan untuk seluruh perbandingan diperoleh dari skala perbandingan 1 sampai 9 yang telah ditetapkan oleh Saaty. Model AHP didasarkan pada matriks perbandingan berpasangan, di mana elemen-elemen dari matriks tersebut merupakan pertimbangan pengambil keputusan. Seseorang mengevaluasi, mengakui, atau memperkirakan kemungkinan bahwa suatu objek atau peristiwa akan terjadi. Matriks ditemukan di semua tingkat hierarki struktur model AHP yang menguraikan masalah sepenuhnya.

3.5.2 *Eigen Value dan Eigen Vector.*

Jika pengambil keputusan memasukkan persepsi atau penilaian untuk setiap perbandingan antara kriteria yang berada dalam satu level (level) atau sebanding, maka pada setiap level (level) dibuat matriks perbandingan dan kriteria tersebut diprioritaskan atau paling penting. . Dalam AHP rata-rata tertimbang dihitung menggunakan rata-rata geometrik. Rata-rata geometrik merupakan hasil penilaian kelompok terhadap nilai-nilai yang diberikan oleh responden.

3.5.3 *Perhitungan Bobot Parsial dan Konsistensi Matriks.*

Perhitungan rasio konsistensi dan konsistensi matriks menggunakan rumus berikut ini (Saaty, 1994):

- Perhitungan Rasio Konsistensi =
(Matriks Perhitungan Rata-rata Pembobotan) x (Vektor Bobot tiap baris)
- Perhitungan Konsistensi Vektor =
(Rasio Konsistensi / Bobot Parsial tiap baris)
- Rata Rata Entri (Z_{maks}) =

$$Z_{maks} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Konsistensi Vektor}}{n} \dots\dots\dots [3. 8]$$

- *Consistency Indeks (CI)* =

$$CI = \frac{Z_{maks} - n}{n - 1} \dots\dots\dots [3. 9]$$

- *Consistency Rasio (CR)* =

$$CR = \frac{CI}{\text{Random Consistency Index}} \dots\dots\dots [3. 10]$$

3.5.4 Uji Konsistensi Dan Rasio.

Salah satu utama model AHP yang membedakannya dengan model pengambilan keputusan yang lainnya adalah tidak adanya syarat konsistensi mutlak. Pengumpulan pendapat antara satu faktor dengan faktor lainnya bersifat independen satu sama lain, yang dapat menimbulkan tanggapan yang tidak konsisten dari responden. Namun, terlalu banyak inkonsistensi juga tidak diinginkan. Jika tingkat inkonsistensinya tinggi, mungkin perlu mengulang wawancara dengan jumlah responden yang sama. (Saaty, 1994).

Apabila CI bernilai nol, maka matriks perbandingan berpasangan tersebut konsisten. Batas ke tidak konsistenan yang telah ditetapkan oleh Saaty ditentukan dengan menggunakan Rasio Konsistensi (CR), yaitu perbandingan indeks konsistensi dengan nilai Random Indeks (RI) yang didapatkan dari suatu eksperimen oleh Oak Ridge National Laboratory kemudian dikembangkan oleh Wharton School. Nilai ini bergantung pada ordo matriks n.

Tabel 3.4 Nilai Indeks Random.

Ukuran Matriks	Indeks Random (inkonsistensi)	Ukuran Matriks	Indeks Random (inkonsistensi)
1, 2	0,00	9	1,45
3	0,58	10	1,49
4	0,90	11	1,51
5	1,12	12	1,53
6	1,24	13	1,56
7	1,32	14	1,57
8	1,41	15	1,59

Sumber: (Saaty, 1994).

Jika matriks perbandingan berpasangan yang mengandung nilai CR kurang dari 0,100, pendapat yang bertentangan dari konstituen manusia (responden)

masih dapat diterima. Jika tidak, evaluasi harus diulang. Cara perhitungannya dapat dijelaskan secara rinci pada langkah-langkah berikut.

1. Sejumlah matriks perbandingan berpasangan dihasilkan oleh perbandingan antara kriteria yang dilakukan pada seluruh hierarki. Setiap matriks memiliki:
 - a. Satu kriteria yang menjadi acuan perbandingan antar kriteria pada tingkat hierarki yang lebih rendah.
 - b. Nilai pembobotan kriteria dibandingkan dengan kriteria tingkat yang lebih tinggi.
 - c. Nilai indeks konsistensi (CI) untuk matriks perbandingan berpasangan
 - d. Nilai indeks acak (RI) dari matriks perbandingan berpasangan.
2. Untuk setiap matriks perbandingan, kalikan nilai CI dengan bobot standar referensi. Menjumlahkan semua hasil perkalian memberi kita indeks konsistensi hierarkis (CI).
3. Untuk setiap matriks perbandingan, kalikan nilai RI dengan bobot referensi. Menjumlahkan semua hasil perkalian memberikan indeks hierarki acak (RI).
4. Nilai CR diperoleh dengan membagi CI dengan RI. Mirip dengan konsistensi matriks perbandingan berpasangan, strata dikatakan konsisten jika nilai CR kurang dari 10% .

3.6 Biaya Transportasi Metode RFR.

Menurut Watson, (1998) ada sejumlah kriteria ekonomi yang bisa digunakan untuk menilai kemungkinan keberhasilan suatu investasi atau keuntungan dari alternatif-alternatif yang lain. Kriteria ini berupa:

- Nilai waktu dari uang,
- Investasi menyeluruh,
- Perubahan dalam pendapatan dan pengeluaran yang bisa diharapkan sepanjang hidup,
- Fakta ekonomi di kehidupan seperti suku bunga, pajak, pinjaman, dan dana hibah.

Nilai waktu dari uang mewakili fakta bahwa sejumlah uang yang tersedia sekarang jauh lebih bernilai daripada jumlah yang sama dikemudian hari. Bunga merupakan hal mendasar dalam perhitungan apakah perlu meminjam atau tidak. Ini memperhitungkan fakta bahwa jika uang tunai yang tersedia digunakan, bunga yang sudah diperoleh hilang.

Required Freight Rate (RFR) merupakan Biaya yang dikeluarkan dalam proyek transportasi yang memindahkan kereta barang atau penumpang dari titik asal ke tujuan. Nilai RFR terutama ditentukan oleh produksi jasa transportasi. Kriteria RFR dapat digunakan untuk menilai kecukupan tarif yang berlaku atau sebagai dasar penentuan tarif yang ditawarkan kepada pengguna jasa yang diberikan kepada pengguna jasa angkutan. Menurut benford (1998, 36) bentuk umum persamaan *RFR* sebagai berikut

$$RFR = \frac{(CR \times P \times TTC)}{C} (i2-il) \dots\dots\dots [3. 11]$$

Dimana:

- RFR* = *Required Freight Rate*
- CR = (*Capital Recovery Factor*) biaya pengembalian modal
- P = (*Initial Investment*) Modal pengadaan kapal
- TTC = Jumlah dari biaya operasional dan biaya pelayaran kapal
- C = Jumlah muatan yang diangkut pada kapal dan *load* faktornya

3.6.1 Biaya Langsung.

A. Biaya Tetap.

Menurut Keputusan Menteri Perhubungan No. KM 58 Tahun 2003, biaya tetap terdiri dari:

1) Biaya Penyusutan Kapal (Depresiasi).

Biaya penyusutan kapal (depresiasi) termasuk modal merupakan bagian dari biaya yang harus dikeluarkan sehubungan dengan alokasi modal dalam penanaman modal. Penyusutan dapat dihitung dengan melakukan pembayaran rekapitalisasi sebanding dengan umur teknis kapal dan menghitung nilai sisa kapal sebagai nol. Metode linier

digunakan untuk menghitung biaya penyusutan tahunan (Misliah, 2000).

$$D = \frac{(I - L)}{N} \dots\dots\dots [3. 12]$$

Keterangan:

D : Depresiasi kapal.

I : Harga kapal.

L : Nilai residu (5% dari harga kapal dengan masa penyusutan 25 tahun untuk kapal baru dan 20 tahun untuk kapal bekas.

N : Masa penyusutan.

2) Biaya Bunga Modal.

$$BM = \frac{\frac{(n+1)}{2} (65\% \text{ Harga Kapal}) (\frac{\text{tingkat bunga}}{\text{tahun}})}{N} \dots\dots\dots [3. 13]$$

Keterangan:

N : Jangka waktu pinjaman.

Modal pinjaman dihitung 65% dari harga kapal, memiliki arti uang muka sebesar 35% (tergantung dari kebijakan Bank). Tingkat bunga didasarkan atas tingkat harga yang berlaku umum. (Rahman, 2019)

3) Biaya Asuransi.

Biaya asuransi merupakan biaya dibayarkan sebagai premi asuransi kelautan yang diserahkan kepada perusahaan asuransi untuk menutupi risiko transportasi. Semakin tinggi tingkat risiko, semakin tinggi pembayaran premi. Biaya ini tergantung pada premi untuk usia kapal dan harga untuk risiko yang dihitung berdasarkan kerusakan.

$$BA = \frac{3,06 \times 1\% \times \text{Investasi Kapal}}{N} \dots\dots\dots [3. 14]$$

Keterangan:

N : Usia Kapal.

4) Biaya Anak Buah Kapal.

Unsur biaya yang dikeluarkan sehubungan dengan bekerjanya manusia dalam sebuah kapal. Menurut Keputusan Menteri

Perhubungan Nomor 58 Tahun 2003, biaya anak buah kapal terdiri dari:

a. Gaji / Upah.

$$ABK = (\text{Total gaji ABK/bulan}) + (\text{Premi/bulan} \times 12) \dots\dots\dots [3. 15]$$

b. Tunjangan.

$$ABK = \text{Tunjangan rata-rata ABK / orang / tahun} \dots\dots\dots [3. 16]$$

5) Biaya Reparasi, Maintenance dan Supply (RMS).

Ini merupakan komponen biaya yang harus dikeluarkan sehubungan dengan keselamatan kapal pada umumnya dan keselamatan kapal pada khususnya. Ini semua diukur dengan dimensi laik laut kapal dalam hal aplikasi, kargo dan sistem kerja. Dimensi yang diperiksa meliputi struktur kapal, stabilitas kapal, lambung kapal, peralatan, dll. Adapun persamaan menghitung biaya RMS (Jinca, 2002):

$$B_{RMS^t} = (1 + T_{RMS})^T \times B_{RMS^1} \dots\dots\dots [3. 17]$$

Keterangan:

B_{RMS^t} : Biaya RMS pada tahun terhitung (ke-t) (Rp)

T_{RMS} : Pertambahan biaya RMS per tahun sebesar 7%

T : Tahun ke-t masa terhitung

B_{RMS^1} : Biaya RMS pada tahun pertama (Rp)

Jika umur kapal yang diperhitungkan adalah n tahun, maka RMS rata-rata per tahun untuk nilai sekarang dapat ditentukan dengan persamaan:

$$RMS_{PV} = F_{PV} \times \sum_{t=1}^n \left(\frac{B_{RMS^t}}{(1+d)^t} \right) \dots\dots\dots [3. 18]$$

$$F_{PV} = 1 \div \sum_{t=1}^n \left(\frac{1}{(1+d)^t} \right) \dots\dots\dots [3. 19]$$

Keterangan:

RMS_{PV} : Nilai sekarang rata-rata biaya RMS (Rp/tahun).

F_{PV} : Faktor nilai sekarang.

d : *Discoun rate* (%).

n : Jumlah tahun masa perhitungan

B. Biaya Tidak Tetap.

1) Biaya Bahan Bakar.

Komponen biaya yang harus dikeluarkan sehubungan dengan konsumsi bahan bakar yang diperlukan selama pengoperasian kapal. Konsumsi ini tergantung pada ukuran dan jenis mesin penggerak dan dipengaruhi oleh hari pelayaran. Meskipun ada hari pelabuhan yang sebenarnya, biaya ini relatif kecil untuk memenuhi kebutuhan mesin bantu kapal seperti penerangan, pompa dan pendinginan. Untuk menghitung biaya bahan bakar digunakan persamaan sebagai berikut :

$$W_{FOS} = ((pb_{ME} \times b_{ME}) + (Pb_{AE} \times b_{ME})) \times \frac{s}{VS} \times 10^{-6} \times Add \quad [3. 20]$$

$$W_{FOP} = ((Pb_{AE} \times b_{ME})) \times w_p \times 10^{-6} \times Add \dots\dots\dots [3. 21]$$

$$KB = (W_{FOS} + W_{FOP}) \times f \dots\dots\dots [3. 22]$$

$$BB = HB \times KB \dots\dots\dots [3. 23]$$

Keterangan:

- W_{FOS} : Berat bahan bakar saat berlayar
- W_{FOP} : Berat bahan bakar saat sandar
- Pb_{me} : Daya mesin utama
- Pb_{ae} : Daya mesin bantu
- B_{me} : Berat bahan bakar (196 ~ 209 gr/Kwh)
- S : Jarak pelayaran
- Add : Faktor cadangan (1,3 ~ 1,5)
- W_p : Waktu di pelabuhan (Jam)
- KB : Kebutuhan bahan bakar per tahun
- f : Frekuensi pelayaran dalam 1 tahun
- BB : Biaya bahan bakar per tahun
- HB : Harga bahan bakar

2) Biaya Minyak Pelumas.

Untuk penggantian reguler dan perjalanan bisnis ke mesin pemeliharaan. Jumlah pelumas yang dibutuhkan tergantung pada jenis dan besarnya gaya penggerak. Waktu penggantian biasanya dihitung secara merata selama 16 tahun teknis usia teknis kapal, tergantung pada jumlah jam penggunaan atau pengoperasian mesin, dan nilai sisa

kapal dihitung sebagai nol. Menurut (Phoels, 1979) besarnya konsumsi minyak pelumas dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$W_{LOS} = 0,04 \times W_{FOS} \dots\dots\dots [3. 24]$$

$$W_{LOP} = 0,04 \times W_{FOP} \dots\dots\dots [3. 25]$$

$$ML = (W_{LOS} + W_{LOP} + Add) \times f \dots\dots\dots [3. 26]$$

$$BL = HL \times ML \dots\dots\dots [3. 27]$$

Keterangan:

W_{LOS} : berat *lubricant oil* saat berlayar

W_{LOP} : berat *lubricant oil* saat sandar

ML : Konsumsi *lubricant oil* per tahun

f : Frekuensi pelayaran dalam 1 tahun

BL : Biaya *lubricant oil* per tahun

HL : Harga *lubricant oil*

3) Biaya Air Tawar.

Penggunaan air tawar di kapal digunakan untuk pendinginan mesin utama, mandi dan konsumsi. Menurut (Phoels, 1979) besarnya konsumsi air tawar dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

Air tawar untuk pendingin mesin utama:

$$W_{op} = (Pb_{me} \times (me \times \frac{S}{V})) \times 10^{-3} \dots\dots\dots [3. 28]$$

Air tawar untuk konsumsi dan mandi :

$$W_{fw} = P \times Z_{fw} \times \frac{t}{1000} \dots\dots\dots [3. 29]$$

Biaya pemakaian air tawar:

$$BAT = BAT_{PM} + BAT_{PB} \dots\dots\dots [3. 30]$$

Keterangan:

W_{op} : Berat air tawar untuk pendingin mesin utama

W_{fw} : Berat air tawar untuk konsumsi dan mandi

P : Jumlah anak buah kapal

T : Waktu 1 kali perjalanan

- Zfw : Konsumsi air minum + air cuci dan mandi
BAT : Biaya pemakaian air tawar selama 1 tahun
BAT_{PM} : Jumlah pemakaian air per-tahun
BAT_{PB} : Harga air per-liter

3.6.2 Biaya Tidak Langsung.

Biaya ini merupakan sekumpulan biaya yang dikeluarkan untuk keperluan administrasi yang tidak secara langsung mendukung biaya administrasi, pelatihan, kompensasi karyawan, pengawasan dan administrasi yang berlaku. Menurut (Jinca, 2002), besarnya biaya manajemen adalah sebesar 12% dari biaya-biaya awak kapal, RMS, dan asuransi dengan persamaan sebagai berikut:

$$BTM = 0,12 (BTAK + RM_{SPV} + BA_{PV}) \dots \dots \dots [3. 31]$$

$$BTAK = GATK + BKAKT + BAAK'T \dots \dots \dots [3. 32]$$

Keterangan

- BTM : Biaya tetap kegiatan manajemen (Rp/tahun)
BTAK : Biaya tetap awak kapal (Rp/tahun)
GAKT : Gaji anak buah kapal (Rp/tahun)
BAAK'T : Biaya konsumsi awak kapal (Rp/tahun)
RMS_{PV} : Rata – rata biaya RMS nilai saat ini (Rp/tahun)
BA_{PV} : Rata – rata biaya asuransi nilai saat ini (Rp/tahun)

Berdasarkan Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 58 Tahun 2003, besarnya biaya pengelolaan dan manajemen terdiri dari pembebanan biaya per kapal dihitung rata-rata 7% dari pendapatan kapal (berdasarkan pendapatan kapal periode sebelumnya).

BAB IV

DATA DAN INFORMASI

4.1 Kebutuhan Listrik Nias.

Sumatera Utara merupakan sebuah provinsi yang terletak di bagian utara pulau Sumatera dengan ibu kota-nya adalah Medan, dengan luas wilayah 72.981,23 km² terbagi atas 33 kabupaten dan berbatasan dengan Provinsi Banda Aceh pada bagian Barat, Selat Malaka pada bagian Utara, Provinsi Riau dan Provinsi Sumatera Barat pada bagian Timur dan Samudra Hindia pada bagian Selatan. Dengan jumlah penduduk 14.562.549 jiwa menjadikan provinsi dengan jumlah penduduk terbesar ke empat di Indonesia.

Pulau Nias merupakan pulau yang berada di sebelah barat daya pulau Sumatera dengan masuk kedalam provinsi Sumatera Utara. Memiliki luas wilayah 5.625 km² yang terbagi atas 5 kabupaten yaitu Kabupaten Nias, Kabupaten Nias Utara, Kabupaten Nias Selatan, Kabupaten Nias Barat dan Kota Gunungsitoli dengan jumlah penduduk pada tahun 2020 ialah 831.504 jiwa (Badan Pusat Statistik (BPS), 2022).



Sumber: Wikipedia.id

Gambar 4.1 Peta Pulau Nias.

Berdasar dari data PT. PLN (Persero), jumlah pelanggan pengguna listrik di Pulau Nias mencapai 69.504 pelanggan, dengan berbagai jenis pengguna listrik seperti rumah tangga, komersil, industri, sosial, kantor pemerintah, PJU dan layanan khusus. Pada tahun 2021, pelanggan membutuhkan daya listrik sebesar

135.214 MW. Pulau Nias memiliki beban puncak energi listrik sebesar 25,97 MW. Total daya tersebut dipenuhi dari PLTD Moawo, PLTD Teluk Dalam dan PLTD yang disewa oleh PT. PLN (Persero).



Sumber: PT. PLN (Persero) Wilayah Sumatera Utara

Gambar 4.2 Kebutuhan Listrik Pulau Nias

4.2 Kebutuhan Energi Untuk Pembangkit Listrik.

Pulau Nias di dukung dengan menggunakan 2 jenis pembangkit listrik yaitu PLTD dan PLTMG, untuk PLTD Pulau Nias memiliki kapasitas yang yang berbeda terdapat 4 PLTD yaitu PLTD 6,2 MW, PLTD 65,1 MW, PLTD 3,4 MW dan PLTD 8,2 MW. Selain 4 PLTD, untuk memenuhi kebutuhan listrik Pulau Nias, terdapat 2 PLTMG yaitu PLTMG MPP 25 MW, dan PLTMG 34 MW.

Tabel 4.1 Konsumsi Energi Pembangkit Listrik Pulau Nias.

Pembangkit Listrik	Kapasitas	Konsumsi Energi (Rata – Rata)	Konsumsi Energi (Maksimal)
PLTMG	34 MW	4,40 BBTUD	7,34 BBTUD
	25 MW	1,70 BBTUD	-
PLTD	65,1 MW	427,570 L	-
	8,2 MW	55,46 L	-
	6,2 MW	48,28 L	-
	3,4 MW	22,25 L	-

Sumber: RUTPL – PLN 2021, 2019.

Adapun pengkonversian dari energi listrik tersebut yang dapat dirubah agar dapat disamakan dalam jumlah kebutuhan energi yang dibutuhkan maka dapat

dilihat pada tabel 4.2 pengkonversian energi yang digunakan untuk menghitung kebutuhan gas sebagai berikut.

Tabel 4.2 Konversi Muatan

ITEM	JUMLAH	SATUAN
1 mmscf	1012,00	mmbtu
1 mmscf	0,000988	mmscf
1 mmscf	28317	m ³
1 m ³	0,0000353	mmscf
1 ton	0,049	mmscf
1 mmscf	20,54	ton
1 ton	52,00	mmbtu
1 bbtu	1000	mmbtu
1 mmbtu	0,02	ton
1 m ³	21,10	mmbtu
1 mmbtu	0,05	m ³
m ³ LNG	600,00	m ³ Gas
ρ LNG	0,5	ton/ m ³

Sumber: www.lngPlant.com

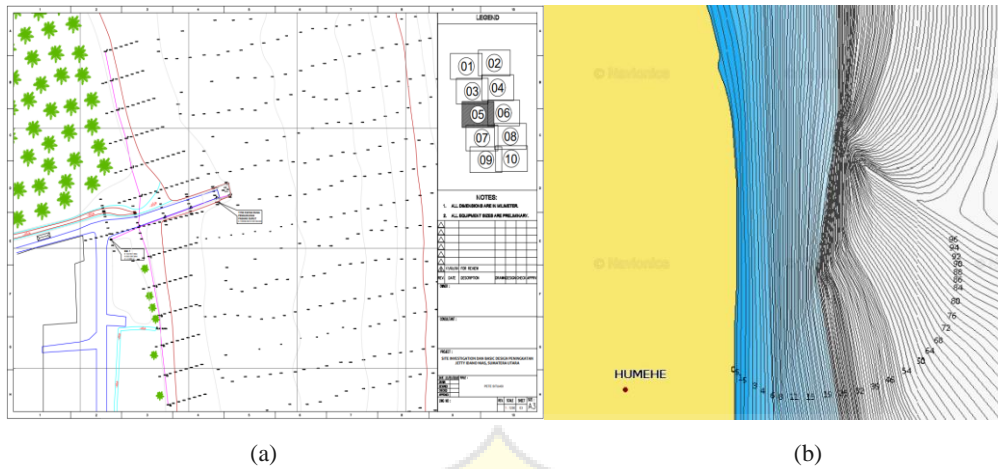


Sumber: RUPTL-PLN 2021

Gambar 4.3 Pembangkit Listrik Penyuplai Listrik Pulau Nias.

Dermaga jetty PLTMG Nias digunakan untuk proses bongkar muat ISO Tank dari kapal yang nantinya akan membawa ke PLTMG sebagai bahan bakar untuk pemrosesan gasifikasi. Dermaga ini di khususkan untuk akses bongkar muat

LNG dari kapal untuk PLTMG saja. Adapun dimensi dermaga ini ialah $90 \text{ m} \times 7 \text{ m}$, dengan bagian kepala $8 \text{ m} \times 10 \text{ m}$



Sumber: (a) Site Investigation dan Basic Design Peningkatan Jetty Idanoi Nias, (b) Navionics.

Gambar 4.4 Bathimetri Daerah Dermaga PLTMG.

4.3 Lokasi Pasokan LNG PLTMG.

Lokasi pasokan LNG telah di tunjuk oleh PT. Pertamina untuk melayani pembangkit listrik wilayah sumatera bagian utara ialah PT. Perta Arun Gas, Arun, Lhokseumawe, Aceh. Pendistribusian LNG untuk PLTMG akan menggunakan jalur lintas laut dengan menggunakan moda transportasi kapal, seperti pada gambar yang menunjukkan rute pelayaran Terminal Kilang Arun – Jetty PLTMG Nias, dengan memiliki jarak sejauh 447 NM atau 828 km.



Sumber: Nettpas Distance

Gambar 4.5 Alur Pelayaran Terminal Kilang Arun – Jetty PLTMG Nias.

PT. Perta Arun Gas memiliki fasilitas penunjang yang akan membantu proses bongkar dan muat LNG baik langsung pada kapal *LNG Carrier* ataupun menggunakan ISO Tank. Dapat dilihat pada Tabel 4.2 yang menunjukkan spesifikasi dan fasilitas dari dermaga yang beroperasi untuk bongkar muat LNG.

Tabel 4.3 Spesifikasi Fasilitas Dermaga Terminal Arun.

Keterangan	Dermaga 2	Dermaga 3
Panjang Tempat Labuh	3.778,88 m	380 m
L.O.A (Maks.)	290 m	290 m
Lebar	45 m	45 m
<i>Draught</i>	12,5 m	12,5 m
<i>Max. Deadweight</i>	100.000 M/T	100.000 M/T
Kedalaman Kolam Labuh	14 m	14 m
Jenis Kargo	LNG	LNG
Kecepatan Bongkar muat (min.)	450 m ³ /Jam	450 m ³ /Jam
Kecepatan Bongkar Muat (Maks.)	10.800 m ³ /Jam	10.000 m ³ /Jam
Lokasi Tempat Labuh	Sisi Utara	Sisi Selatan

Sumber: Site Information of PT.Pertamina

Pengisian atau bongkar muat menggunakan ISO Tank dapat dilakukan pada kargo dok setiap dermaga, adapun spesifikasi lokasi bongkar muat menggunakan ISO Tank dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.4 Spesifikasi Fasilitas Kargo Dok

Keterangan	Jumlah/Fasilitas
LNG Dispenser	1
Kecepatan Operasional	11 ISO Tank 40 feet / Hari 24 Jam
Fasilitas Pendukung	Truk Trailer Pengangkut Crane Telescopic dengan kapasitas angkut 60 Ton
<i>Draught</i> (T)	Sisi Timur : 6,3 m Sisi Barat : 7,0 m
	Stasiun Pengisian
Nozzel yang tersedia	1 Nozzel Pengisian
Kapasitas	11–12 ISO Tank Berukuran 40 Feet / Hari

Tingkat Penggunaan 1–2 ISO Tank Berukuran 40 Feet / Jam

Sumber: Site Information of PT.Pertamina

4.4 ISO Tank Kontainer.

Jenis kontainer yang Digunakan sebagai sarana untuk menyimpan serta mengangkut bahan kimia atau bahan berbahaya baik berupa gas maupun cair yang dapat di alirkan seperti amonia, BBM, etanol, LNG, LPG dan solar. ISO tank kontainer dibuat berdasarkan standar ISO (*Internasional Organization for Standardization*), dirancang untuk dapat membawa muatan dalam jumlah besar dan terbuat dari baja tahan karat dengan dilapisi pelindung berdasarkan jenis kargo yang dibawa. Terdapat pada gambar 4.5 ISO Tank dengan ukuran muatan yang berbeda.



Sumber: Luqian Energi Equipment .CO

Gambar 4.6 ISO Tank

Terdiri dari frame berbentuk persegi dengan tangki berbentuk silinder yang dilengkapi dengan *valve*, *safety valve*, *man hole*, dan indikator suhu. ISO Tank dibuat mengikuti standar ISO, oleh karena itu rangka tempat tangki berada mengikuti dimensi kontainer standar dapat dilihat pada tabel 4.2 Spesifikasi Iso Tank yang digunakan dengan panjang 6 m atau 12 m dengan lebar 2,4 m dan tinggi 2,5 m.

Tabel 4.5 Spesifikasi ISO Tank.

Item	Spesifikasi	
Model	ISO-T75 20 m ³	ISO-T75 45 m ³
Kapasitas	20.000 Liter	45.000 Liter
Tekanan Maks.	1.61 Mpa	1.61 Mpa
Berat Kotor	36.000 kg	53.000 kg

Berat Kosong	3.660 kg	5.560 kg
Maksimal Suhu Kargo	120°C	120°C
Dimensi	6,1 × 2,4 × 2,5 m	12,2 × 2,4 × 2,5 m

Sumber: Luqian Energu Equipment.CO

4.5 Kapal Pengangkut LNG.

Untuk membawa LNG dalam pemenuhan kebutuhan gas PLTMG dalam jangka waktu 1 minggu beroperasi, maka dibutuhkan kapal yang telah beroperasi untuk dapat menentukan jenis dan kapal apa yang terbaik.

4.5.1 Kapal LNG Carrier.

Kapal LNG yang dapat beroperasi sesuai dengan kedalaman yang ada berdasarkan data dermaga yang ada, maka pengumpulan data kapal yang telah berlayar adalah seperti pada tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.6 Data Kapal LNG Carrier.

No.	Nama Kapal	Dimensi Kapal				Kecepatan (Knots)
		L (m)	B (m)	H (m)	T (m)	
1	Alexandra Kosan	115,00	18,60	10,60	7,40	15,3
2	Angela	97,24	16,50	7,20	5,41	12,0
3	Annabella	119,90	18,20	9,50	7,71	18,2
4	Arimbi	103,00	18,00	7,82	5,00	13,0
5	B Gas Margrethe	99,98	17,20	7,80	6,06	16,0
6	B Gas Mariner	87,50	15,00	7,80	6,50	12,0
7	B Gas Master	87,00	15,00	7,80	6,50	15,0
8	B Gas Neptune	75,00	14,14	7,50	6,49	13,0
9	B Gas Venus	69,70	14,14	7,50	6,49	13,0
10	Belgravia	119,80	19,00	10,00	7,60	15,0
11	Bergen LNG	49,25	11,40	5,35	2,85	8,0
12	Brisote	87,00	14,80	7,00	4,45	12,5
18	Epic Cordova	96,00	15,00	7,02	5,51	14,8
13	Gas Arjuna	99,00	16,50	7,72	5,00	12,0
14	Gas Attaka	88,00	15,00	7,20	5,00	12,0
15	Gas Walio	158,00	26,00	15,70	8,35	16,5
16	Gas Widuri	158,00	26,00	15,70	8,35	16,5
17	Js Lekvar	99,85	17,41	11,70	7,06	13,5
19	Spabunker Cuarenta	75,13	16,25	7,00	6,20	12,0
20	Westminster	119,95	19,00	10,00	7,60	15,0

Sumber: Bureau Veritas.

4.5.2 Kapal LCT.

Kapal LCT digunakan untuk membawa muatan berupa LNG dengan menggunakan ISO Tank, LCT yang digunakan juga dapat memuat kendaraan berupa truk yang membawa ISO Tank, dengan wheelhouse yang berada dibelakang memungkinkan memudahkan bongkar muat ISO Tank yang dibawa oleh truk dengan membuka *ramp door* pada bagian haluan kapal dapat dilihat pada tabel 4.3 data kapal LCT.

Tabel 4.7 Data Kapal LCT

No.	Nama Kapal	Dimensi Kapal			Kecepatan (Knots)
		L (m)	B (m)	T (m)	
1	Bintang Samudra 2	58,00	14,00	2,40	4,9
2	Cahaya Jaya	69,00	13,00	2,50	3,7
3	Cipta Harapan 89	65,00	12,00	3,30	5,3
4	Cipta Harapan 99	65,00	12,00	2,60	8,2
5	Cipta Harapan IX	66,00	12,00	2,00	3,7
6	Cipta Jaya Harapan 10	75,00	15,00	3,70	4,6
7	Cipta Jaya Harapan 7	79,00	14,00	3,90	3,8
8	Cipta Jaya Harapan 9	72,00	13,00	3,20	4,5
9	Cipta Jaya Lestari	65,00	12,00	3,50	4,2
10	Cipta Jaya Perkasa	65,00	12,00	2,90	4,5
11	Dipasena Dua	66,00	13,00	2,00	4,4
12	LCT Herlin IV	72,00	12,00	3,50	2,9
13	LCT Jada	52,00	14,00	2,90	4,5
14	LCT MKS	62,00	14,00	2,50	4,7
15	LCT Perkasa Prima 18	75,00	14,00	3,20	4,5
16	LCT Perkasa Prima 7	75,00	14,00	3,30	4,8
17	LCT Perkasa Prima 88	84,00	16,00	3,30	4,7
18	Muara Kencana Indah	64,00	13,00	3,50	4,2
19	Muara Pasifik Indah	64,00	12,00	2,40	3,3
20	Sealink Jaya	45,50	10,90	2,40	11,0

Sumber: *Fleetmon*.

4.5.3 Kapal Supply.

Kapal *Supply* di gunakan untuk dapat membawa muatan berupa LNG dengan menggunakan ISO Tank sehingga dapat memenuhi kebutuhan PLTMG, dengan wheelhouse berada dibagian depan memungkinkan kapal memuat banyak ISO tank dan memungkinkan untuk memenuhi kebutuhan PLTMG selama 1 minggu, dapat dilihat pada Tabel 4.4 adalah data kapal *Supply*.

Tabel 4.8 Data Kapal *Supply*.

No.	Nama Kapal	Dimensi Kapal				Kecepatan (Knots)
		L (m)	B (m)	H (m)	T (m)	
1	Ad Jupiter II	115,00	18,60	10,60	7,40	13,5
2	Adnoc A03	65,75	16,00	6,00	5,07	13,0
3	Endeavour	70,25	16,00	6,00	4,50	12,5
4	Icon Valian	82,00	21,00	7,00	5,00	11,0
5	Ile De Molene	93,45	22,00	8,50	6,52	14,3
6	Ile D'ouessant	87,40	19,00	8,00	6,56	18,0
7	Jm Salam	70,20	16,00	6,50	5,50	13,0
8	Logindo Braveheart	58,70	14,60	5,50	4,50	13,5
9	Logindo Destiny	60,50	14,60	5,50	4,50	13,5
10	Mermaid Vision	67,80	15,00	6,10	5,00	14,0
11	Olympic Artemis	87,75	19,00	8,00	8,00	15,0
12	Resolution	70,00	16,00	6,50	5,40	13,0
13	Servewell Sincere	57,50	13,80	5,50	4,80	13,5
14	Surf Allamanda	100,20	21,00	8,02	6,35	12,0
15	Surf Perdana	78,25	17,20	7,80	6,30	14,0
16	Swiber Challenger	58,70	14,60	5,50	4,75	14,0
17	Tegas Tara	61,36	13,80	5,50	4,50	12,0
18	Two Lekir	59,25	14,95	6,10	4,96	13,5
19	Typhoon	72,00	16,00	7,03	5,81	14,5
20	Wind Of Pride	80,50	18,00	8,00	6,10	12,0

Sumber: *Bureau Veritas*.

4.6 Biaya Yang Digunakan.

Mengutip dari nautisnp.com dan horizon.com tentang harga kapal yang diperjual-belikan saat ini dapat dilihat pada Tabel 4.9 dan 4.10, adapun daftar yang ditawarkan pada laman tersebut menggunakan kurs dollar, maka dalam Tabel 4.9 telah terjadi pengkonversian kurs dari dollar ke rupiah dengan menggunakan konversi Rp. 15.026,55 pada tanggal 5 juli 2022, pukul 16.20 UTC. Berikut Tabel 4.9 tentang Daftar Harga Kapal *Supply Vessel*.

Tabel 4.9 Daftar Harga Kapal *Supply Vessel*.

Nama Kapal	Ukuran (m)			Tahun	Class	Harga Rupiah
	LOA	B	T			
NOR TIGERFISH	70	14,95	6,1	2007	ABS	Rp75.132.750.000,00
C-LEGACY	85,34	18,29	4	2004	ABS	Rp240.424.800.000,00

BOURBON HELIOS	73,2	16,5	5,63	2005	BV	Rp 22.539.825.000,00
NORMAND SIRA	79,67	16,4	7,4	2008	DNV- GL	Rp180.318.600.000,00
GEO MARITIMER	73,6	16	4,1	2010	DNV- GL	Rp 60.106.200.000,00
NORMAND VIBRANT	73,6	16	3,6	2008	DNV- GL	Rp 45.079.650.000,00
NORMAND TRYM	73,6	16	5,84	2006	DNV- GL	Rp 30.053.100.000,00
SEA TROUT	73,4	16,4	5	2008	DNV- GL	Rp 37.566.375.000,00
REM SUPPLIER	73,6	16	5,4	2010	DNV- GL	Rp 45.079.650.000,00
SK PRIDE	78,7	16	5,7	2014	DNV- GL	Rp112.699.125.000,00

Sumber: www.nautisnp.com, horizonship.com.

Tabel 4.10 Daftar Harga Kapal LNG Carrier.

Nama Kapal	Ukuran (m)			Tahun	Class	Harga Rupiah
	LOA	B	T			
DOUBLE HULL LPG GAS CARRIER STEAM TURBINE LNG TANKER	179	27	11	1995	IR	Rp135.238.950.000,00
CARRIER S63 LIQUIDS TANKER	277	43,45	26	2002	BV	Rp571.008.900.000,00
S112 LIQUIDS TANKER	99,8	14,2	7,1	2008	ZC	Rp48.836.287.500,00
S64 LIQUIDS TANKER	142,5	23	8,95	2007	CCS	Rp345.610.650.000,00
HUAXIANG 8	99	14,8	6,2	2007	ZC	Rp46.582.305.000,00
	125,8	22,7	6,77	2016	CCS	Rp796.407.150.000,00

Sumber: www.nautisnp.com, horizonship.com.

Berdasarkan laman indonesian.alibaba.com. tentang harga ISO Tank yang nantinya digunakan untuk menyimpan LNG, adapun daftar yang ditawarkan pada laman tersebut menggunakan kurs dollar, maka dalam Tabel 4.10 telah terjadi pengkonversian kurs dari dollar ke rupiah dengan menggunakan konversi Rp. 15.026,55 pada tanggal 5 juli 2022, pukul 16.20 UTC. Berikut Tabel 4.10 tentang Daftar Harga ISO Tank.

Tabel 4.11 Harga ISO Tank

Nama	Maker	Harga		Min. Pemesanan
		USD	Rupiah	
T75 ASME Standar LOX LIN LAR LCO2 ISO Tank 20 Feet	Shanghai Eternal Faith Industry Co.,Ltd	Rp	225.398.250,00	1 Buah
Tank Container ISO	Xinxiang Chengde Energy Technology Equipmnt Co.,Ltd	Rp	345.730.862,40	1 Buah
T75 Kualitas Tinggi UN Portable Cryogenic GB/Asma 40ft LNG ISO Tank Kontainer Tangki Penyimpanan Baja Tahan Karat	Shanghai Eternal Faith Industry Co.,Ltd	Rp	225.398.250,00	1 Buah
T75 20 'LNG Karbon Dioksida CO2 Kontainer Tangki ISO	LongTeng Industrial Co., Ltd	Rp	450.796.500,00	1 Buah

Sumber: indonesian.alibaba.com.

Berdasarkan laman indonesian.alibaba.com. tentang harga dispenser LNG yang nantinya digunakan untuk menyalurkan LNG dari tangki utama ke dalam ISO Tank, adapun daftar yang ditawarkan pada laman tersebut menggunakan kurs dollar, maka dalam Tabel 4.11 telah terjadi pengkonversian kurs dari dollar ke rupiah dengan menggunakan konversi Rp. 15.026,55 pada tanggal 5 juli 2022, pukul 16.20 UTC. Berikut Tabel 4.11 tentang Daftar Harga Dispenser LNG.

Tabel 4.12 Harga Disepenser LNG

No.	LNG Dispenser	Maker	Harga	
			USD	Rupiah
1	LNG Dispenser for <i>Liquid Natural Gas</i> From	Wenzhou Huiyang Energy Technology Co., Ltd	\$24.667	Rp370.659.908,85

Welldone Machine

2	Single-Nozzle LNG Dispenser for LNG Station (RT- LNG 112)	Wenzhou Bluesky Energy Technology Co., Ltd	\$22.000	Rp330.584.100,00
3	Haosheng 1nozzle High Quality Safety Stainless LNG Dispenser	Jiangyin Furen High-tech Co., Ltd	\$36.290	Rp545.313.499,50

Sumber: indonesian.alibaba.com.

Dalam pengoperasian kapal, bahan bakar merupakan hal penting untuk kapal agar dapat beroperasi. Di Indonesia, harga bahan bakar dibagi menjadi 4 berdasarkan wilayahnya termasuk bahan bakar untuk kapal. Pada tabel 4.12 dan 4.13 adalah harga bahan bakar yang digunakan pada kapal berdasarkan wilayah dan harga tersebut diambil pada periode 15 – 30 Juni 2022.

Tabel 4.13 Harga HSD PT. Pertamina (Persero) Periode (15-30 Juni 2022).

Keterangan	Harga Jual/KL
HSD Solar Industri Wilayah 1	Rp. 25.004,50
HSD Solar Industri Wilayah 2	Rp. 25.004,50
HSD Solar Industri Wilayah 3	Rp. 25.336,80
HSD Solar Industri Wilayah 4	Rp. 25.295,25

Sumber: bunkerbbm.com, PT Pertamina (persero).

Tabel 4.14 Harga MFO PT. Pertamina (Persero) Periode (15-30 Juni 2022).

Keterangan	Harga Jual / KL
MFO Solar Industri Wilayah 1	Rp. 17.400,00
MFO Solar Industri Wilayah 2	Rp. 17.400,00
MFO Solar Industri Wilayah 3	Rp. 17.400,00
MFO Solar Industri Wilayah 4	Rp. 17.400,00

Sumber: infohargabbm.com, PT Pertamina (persero).

Biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk memberi upah para ABK disesuaikan dengan peraturan pengupahan minimum pada PM 22 Tahun 2018 dengan dapat dilihat pada tabel 4.14 dibawah ini.

Tabel 4.15 Biaya Gaji Nahkoda dan ABK.

No.	Jabatan	Gaji Bulanan (Rp)	Cuti Pengganti Berlayar (Rp)	Total (Rp)
1	Nahkoda	Rp18.917.353	Rp5.675.206	Rp24.592.559
2	Mualim 1	Rp14.427.130	Rp4.328.139	Rp18.755.269
3	Mualim 2	Rp10.385.912	Rp3.115.774	Rp13.501.686
4	Mualim 3	Rp9.716.379	Rp2.914.914	Rp12.631.293
5	Serang	Rp6.295.516	Rp1.888.655	Rp8.184.171
6	Juru Mudi	Rp4.525.536	Rp1.357.661	Rp5.883.197
7	Kelasi	Rp4.315.317	Rp1.294.595	Rp5.609.912
8	KKM	Rp16.037.711	Rp4.811.313	Rp20.849.024
9	Masinis 1	Rp14.427.130	Rp1.328.139	Rp15.755.269
10	Masinis 2	Rp10.385.912	Rp3.115.774	Rp13.501.686
11	Masinis 3	Rp9.176.379	Rp2.752.914	Rp11.929.293
12	Mandor Mesin	Rp6.295.516	Rp1.888.655	Rp8.184.171
13	<i>Electrician</i>	Rp7.994.394	Rp2.398.318	Rp10.392.712
14	Juru Minyak	Rp4.525.536	Rp1.357.661	Rp5.883.197
15	Koki	Rp4.525.536	Rp1.357.661	Rp5.883.197
16	Pelayan	Rp4.315.317	Rp1.294.595	Rp5.609.912
17	<i>Super Cargo</i>	Rp6.923.312	Rp2.076.994	Rp9.000.306

Sumber: PM 22 Tahun 2018

BAB V

ANALISA DATA

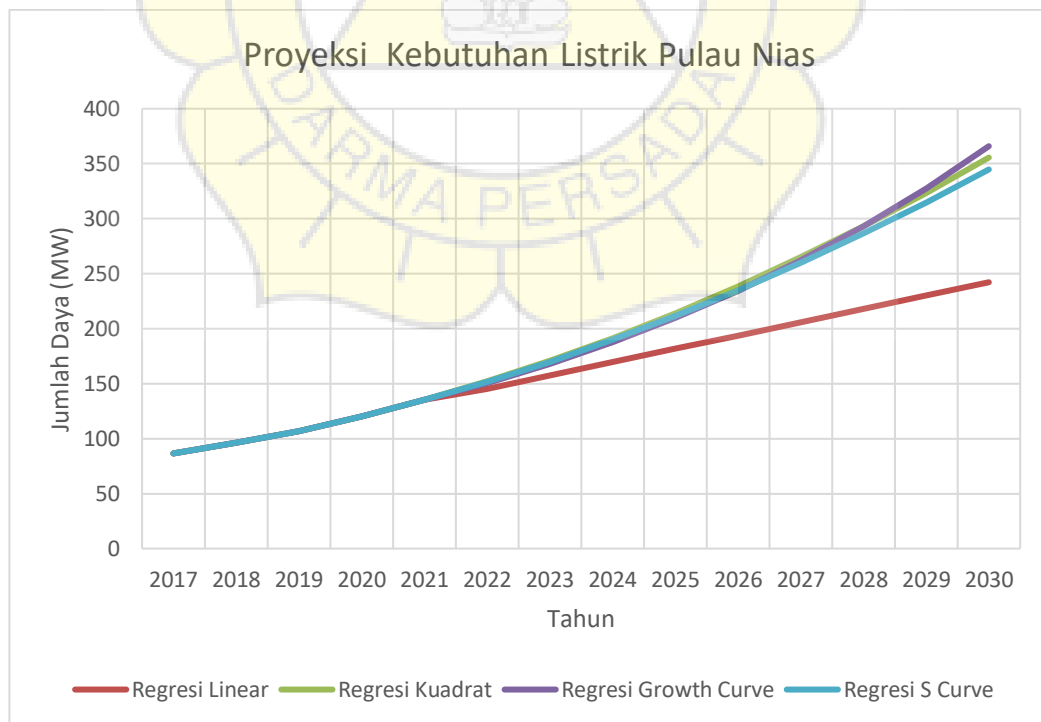
5.1 Proyeksi Kebutuhan Listrik Pulau Nias.

Berdasar pada gambar 4.2 pada bab 4 kebutuhan listrik selama 5 tahun terakhir Pulau Nias mengalami kenaikan. Untuk mengetahui kebutuhan pasokan listrik pada Pulau Nias perhitungan proyeksi. Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan proyeksi kebutuhan listrik terdapat pada Tabel 5.1 dan pada Gambar 5.1 terdapat hasil dari perhitungan dengan menggunakan persamaan yang ada.

Tabel 5.1 Rumus Persamaan Yang Digunakan.

Metode Proyeksi	Persamaan
Regresi Linear	$72,24 + 12,103 \times t$
Regresi Kuadrat	$79,41 + 6,385 \times t + 0,953 \times t^2$
Regresi <i>Growth Curve</i>	$77,1545 \times (1,11760^t)$
Regresi <i>S-Curve</i>	$(10^3)/(0,991524 + 12,5455 \times (0,874168^t))$

Sumber: Minitab.



Sumber: Data Hasil Olahan.

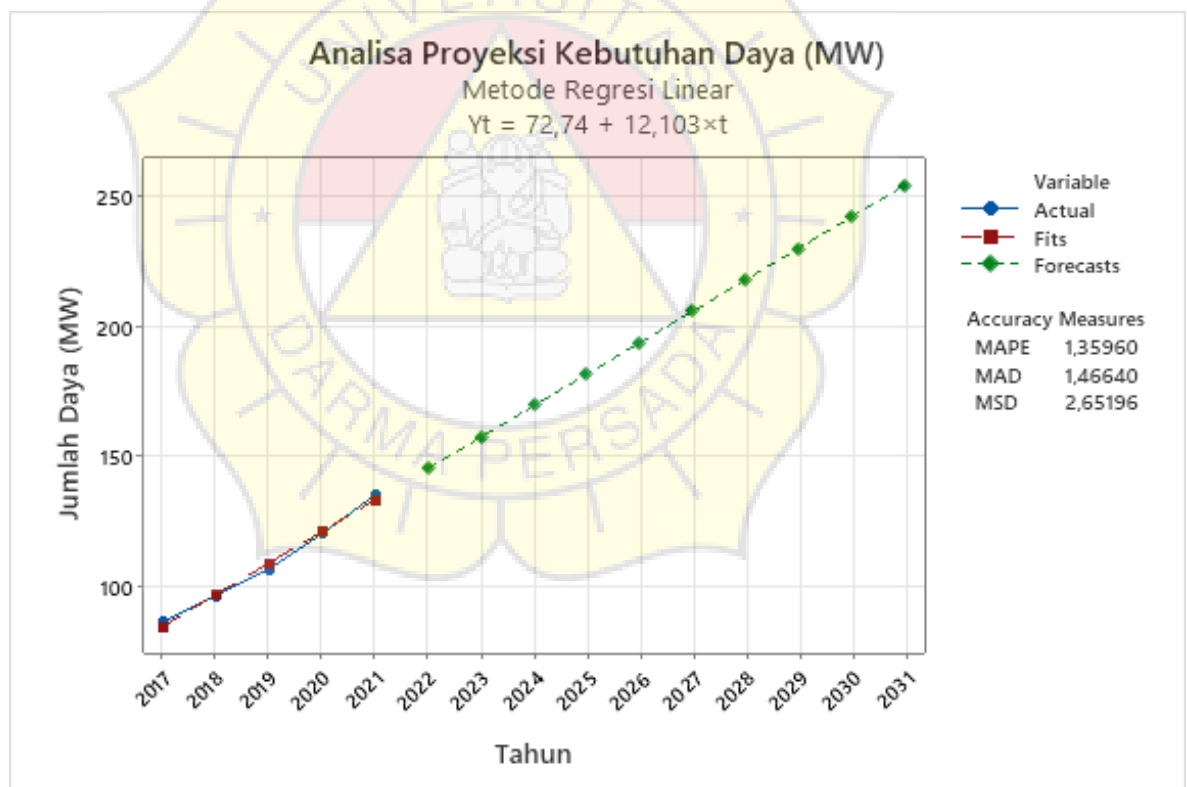
Gambar 5.1 Perhitungan Dengan Mencoba 4 Metode.

Tabel 5.2 Pemilihan Metode Analisis Proyeksi.

Ukuran Akurasi	Regresi Linear	Regresi Kuadrat	Regresi <i>Growth Curve</i>	Regresi S-Curve
MAPE	1,359	0,257	0,421	1,090
MAD	1,466	0,256	0,463	0,985
MSD	2,651	0,108	0,325	2,511

Sumber: Minitab.

Dengan melihat Gambar 5.1 dan Tabel 5.2 percobaan untuk menentukan metode yang digunakan dapat melihat proyeksi kebutuhan listrik. Maka didapati metode yang akan digunakan berdasar pada akurasi, dipilih dengan akurasi mendekati angka 1 yang memiliki arti metode tersebut baik digunakan dalam penggunaan proyeksi, maka dipilih metode Regresi Linear untuk mendapatkan proyeksi kebutuhan listrik selama 10 tahun kedepan.



Sumber: Perhitungan Pada Minitab.

Gambar 5.2 Hasil analisa Proyeksi Kebutuhan Listrik 10 Tahun Mendatang

Tabel 5.3 Proyeksi Kebutuhan Listrik

Periode Tahun	Proyeksi kebutuhan Listrik (MW)
2022	145,354
2023	157,457
2024	169,560
2025	181,664
2026	193,767
2027	205,870
2028	217,973
2029	230,076
2030	242,179
2031	254,282

Sumber: Perhitungan Pada Minitab.

5.2 Analisa Kebutuhan LNG.

Kebutuhan LNG Pulau Nias dibagi menjadi 3 tahap yaitu tahap 1 PLTMG Nias yang beroperasi saat ini; tahap 2 pengkonversian PLTD yang berawal menggunakan HSD diubah menjadi menggunakan LNG; dan tahap ke 3 menghitung kebutuhan LNG berdasarkan proyeksi beban listrik 10 tahun mendatang.

5.2.1 Kebutuhan LNG Tahap 1.

Berdasarkan data dari RUPTL – PLN 2019 dan 2021 yang terdapat pada tabel 4.1 mengenai konsumsi penggunaan LNG pada PLTMG Nias. Dapat di hitung kebutuhan LNG per hari untuk dapat menunjang proses penghasiian energi listrik pada PLTMG Nias. Perhitungan dibuat dalam volume rata-rata dan volume maksimum pada 2 PLTMG di Gunung Sitoli, Nias, adalah sebagai berikut:

5.2.1.1 PLTMG MPP Nias 34 MW.

$$\begin{aligned}\text{Volume rata-rata} &= 4,40 \text{ BBTUD} \times 1000 \\ &= 4400 \text{ MMBTU} \times 0,05 \text{ m}^3 \\ &= 220 \text{ m}^3 \text{ LNG} \longrightarrow 220.000 \text{ liter/hari} \\ &= 88 \text{ ton LNG/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 220 \text{ m}^3 \text{ LNG} \div 45 \text{ m}^3 \\ &= 4,89 \longrightarrow 5 \text{ ISO Tank 40 feet/hari} \end{aligned}$$

5.2.1.2 PLTMG MPP Nias 25 MW.

$$\begin{aligned} \text{Volume rata-rata} &= 1,70 \text{ BBTUD} \times 1000 \\ &= 1700 \text{ MMBTU} \times 0,05 \text{ m}^3 \\ &= 85 \text{ m}^3 \text{ LNG} \longrightarrow 85.000 \text{ liter/hari} \\ &= 34 \text{ ton LNG/hari} \\ &= 85 \text{ m}^3 \text{ LNG} \div 45 \text{ m}^3 \\ &= 1,89 \longrightarrow 2 \text{ ISO Tank 40 feet/hari} \end{aligned}$$

Maka kebutuhan ISO Tank pada 2 PLTMG Nias yang harus dipenuhi untuk setiap harinya ialah 7 ISO Tank, namun menghitung untuk *Supply* kembali maka perlu adanya cadangan selama 5 hari kedepan sehingga dibutuhkan LNG sebanyak:

- Volume rata – rata 35 ISO Tank berukuran 40 Feet, dengan cadangan sebanyak 1 ISO Tank.

5.2.2 Kebutuhan LNG Tahap 2

Berdasarkan data dari RUPTL – PLN 2019 dan 2021 yang terdapat pada tabel 4.1 mengenai konsumsi penggunaan energi pada Pembangkit Listrik di Nias. Dapat dihitung bila HSD sebagai sumber utama bahan bakar pembangkit listrik digantikan menjadi LNG per hari untuk dapat menunjang proses penghasilan energi listrik pada PLTMG Nias. Perhitungan dibuat dalam volume rata-rata pada PLTD di Gunung Sitoli, Nias, adalah sebagai berikut:

5.2.2.1 PLTD Nias 65 MW.

$$\begin{aligned} Q_{HSD} &= LVH_{HSD} (MJ / \text{kg}) \times \text{SFC} (\text{KG}) \\ &= 4,26 (MJ/ \text{kg}) \times (427,570 \text{ liter} \times (0,84 \text{ kg/l})) \\ &= 1.530,013 \text{ MJ} \\ Q_{LNG} &= Q_{HSD} (MJ) \times \text{Fuel Rasio} \\ &= 1.530,013 \text{ MJ} \times 0,5 \\ &= 3.060,026 \text{ MJ} \\ \text{LNG Consumption} &= Q_{LNG} / LHV_{LNG} (MJ / \text{kg}) \\ &= 3.060,026 \text{ MJ} / 46,17 \text{ MJ} / \text{kg} \\ &= 66,277 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume rata-rata} &= 66,277 \text{ kg} \longrightarrow 0,0663 \text{ ton} \\
 &= 0,0663 \text{ ton} \times 52,00 \text{ MMBTU} \\
 &= 3,4476 \text{ MMBTU} \\
 &= 0,1723 \text{ m}^3 \text{ LNG} \longrightarrow 172,3 \text{ liter/hari} \\
 &= 0,0689 \text{ ton LNG/hari} \\
 &= 0,172 \text{ m}^3 \text{ LNG} \div 45 \text{ m}^3 \\
 &= 0,086 \longrightarrow 1 \text{ ISO Tank 40 feet/hari}
 \end{aligned}$$

5.2.2.2 PLTD Nias 8,2 MW.

$$\begin{aligned}
 Q_{HSD} &= LVH_{HSD} (MJ / \text{kg}) \times \text{SFC (KG)} \\
 &= 4,26 (MJ / \text{kg}) \times (55,46 \text{ liter} \times (0,84 \text{ kg/l})) \\
 &= 198,458 \text{ MJ} \\
 Q_{LNG} &= Q_{HSD} (MJ) \times \text{Fuel Rasio} \\
 &= 198,458 \text{ MJ} \times 0,5 \\
 &= 99,229 \text{ MJ} \\
 \text{LNG Consumption} &= Q_{LNG} / LHV_{LNG} (MJ / \text{kg}) \\
 &= 99,229 \text{ MJ} / 46,17 \text{ MJ / kg} \\
 &= 2,149 \text{ kg} \\
 \text{Volume rata-rata} &= 2,149 \text{ kg} \longrightarrow 0,002149 \text{ ton} \\
 &= 0,002149 \text{ ton} \times 52,00 \text{ MMBTU} \\
 &= 0,1117 \text{ MMBTU} \\
 &= 0,00558 \text{ m}^3 \text{ LNG} \longrightarrow 5,5 \text{ liter/hari} \\
 &= 0,00223 \text{ ton LNG/hari} \\
 &= 0,00558 \text{ m}^3 \text{ LNG} \div 45 \text{ m}^3 \\
 &= 1,24 \times 10^{-4} \longrightarrow 1 \text{ ISO Tank 40 feet/hari}
 \end{aligned}$$

5.2.2.3 PLTD Nias 6,2 MW.

$$\begin{aligned}
 Q_{HSD} &= LVH_{HSD} (MJ / \text{kg}) \times \text{SFC (KG)} \\
 &= 4,26 (MJ / \text{kg}) \times (48,28 \text{ liter} \times (0,84 \text{ kg/l})) \\
 &= 172,765 \text{ MJ} \\
 Q_{LNG} &= Q_{HSD} (MJ) \times \text{Fuel Rasio} \\
 &= 172,765 \text{ MJ} \times 0,5 \\
 &= 86,383 \text{ MJ} \\
 \text{LNG Consumption} &= Q_{LNG} / LHV_{LNG} (MJ / \text{kg})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 86,383 \text{ MJ} / 46,17 \text{ MJ} / \text{kg} \\
 &= 1,871 \text{ kg} \\
 \text{Volume rata-rata} &= 1,871 \text{ kg} \longrightarrow 0,001871 \text{ ton} \\
 &= 0,001871 \text{ ton} \times 52,00 \text{ MMBTU} \\
 &= 0,0973 \text{ MMBTU} \\
 &= 0,004865 \text{ m}^3 \text{ LNG} \longrightarrow 4,865 \text{ liter/hari} \\
 &= 0,001946 \text{ ton LNG/hari} \\
 &= 0,004865 \text{ m}^3 \text{ LNG} \div 45 \text{ m}^3 \\
 &= 1.0811 \times 10^{-4} \longrightarrow 1 \text{ ISO Tank 40 feet/hari}
 \end{aligned}$$

5.2.2.4 PLTD Nias 3,4 MW.

$$\begin{aligned}
 Q_{HSD} &= LVH_{HSD} (\text{MJ} / \text{kg}) \times \text{SFC} (\text{KG}) \\
 &= 4,26 (\text{MJ} / \text{kg}) \times (22,25 \text{ liter} \times (0,84 \text{ kg/l})) \\
 &= 79,619 \text{ MJ} \\
 Q_{LNG} &= Q_{HSD} (\text{MJ}) \times \text{Fuel Rasio} \\
 &= 79,619 \text{ MJ} \times 0,5 \\
 &= 39,809 \text{ MJ} \\
 \text{LNG Consumption} &= Q_{LNG} / LHV_{LNG} (\text{MJ} / \text{kg}) \\
 &= 39,809 \text{ MJ} / 46,17 \text{ MJ} / \text{kg} \\
 &= 0,8622 \text{ kg} \\
 \text{Volume rata-rata} &= 0,8622 \text{ kg} \longrightarrow 0,0008622 \text{ ton} \\
 &= 0,0008622 \text{ ton} \times 52,00 \text{ MMBTU} \\
 &= 0,04483 \text{ MMBTU} \\
 &= 0,0022415 \text{ m}^3 \text{ LNG} \longrightarrow 2,2415 \text{ liter/hari} \\
 &= 0,00112 \text{ ton LNG/hari} \\
 &= 0,0022415 \text{ m}^3 \text{ LNG} \div 45 \text{ m}^3 \\
 &= 2.489 \times 10^{-5} \longrightarrow 1 \text{ ISO Tank 40 feet/hari}
 \end{aligned}$$

Maka kebutuhan ISO Tank pada 4 PLTD Nias yang harus dipenuhi untuk pergantian HSD menjadi LNG setiap harinya harus tersedia 11 ISO Tank, namun menghitung untuk *supply* kembali maka perlu adanya cadangan selama 3 hari kedepan sehingga dibutuhkan LNG sebanyak:

- Volume rata – rata 33 ISO Tank berukuran 40 Feet / hari dengan cadangan 3 ISO Tank.

5.2.3 Kebutuhan LNG Tahap 3.

Berdasar dari perhitungan proyeksi kebutuhan listrik 10 tahun mendatang pada sub 5.1 maka kebutuhan energi pada pembangkit listrik Pulau Nias dapat dihitung untuk penyediaan bahan bakar yang secara keseluruhan menggunakan LNG. Perhitungan dibuat dalam volume rata-rata LNG di Nias, adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Volume rata-rata} &= \frac{34 \text{ MW}}{220 \text{ m}^3/\text{hari}} \rightarrow 0,154 \text{ MW/m}^3/\text{hari} \\ &= \frac{254,282 \text{ MW}}{0,154 \text{ MW/m}^3/\text{hari}} \\ &= 1654,181 \text{ m}^3 \text{ LNG} \longrightarrow 1.654.181 \text{ liter/hari} \\ &= 698.064,382 \text{ ton LNG/hari} \\ &= 1654,181 \text{ m}^3 \text{ LNG} \div 45 \text{ m}^3 \\ &= 36,759 \longrightarrow 37 \text{ ISO tank 40 feet/hari}\end{aligned}$$

Maka kebutuhan ISO Tank pada tahap 3 Pulau Nias yang harus dipenuhi untuk dalam proyeksi 10 tahun mendatang dengan menggunakan LNG setiap harinya harus tersedia 37 ISO Tank atau 1654,181 m³ LNG/hari, namun menghitung untuk *supply* kembali maka perlu adanya cadangan selama 4 hari kedepan sehingga dibutuhkan LNG sebanyak:

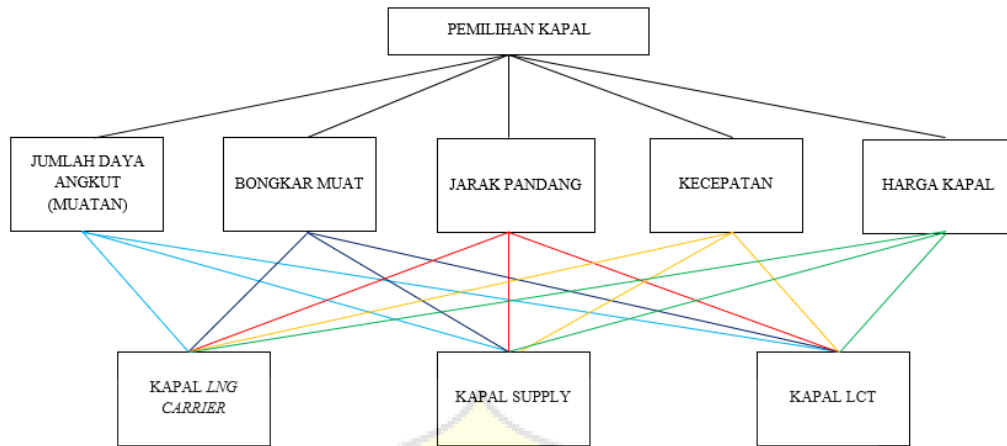
- Volume rata – rata 148 ISO Tank berukuran 40 Feet / hari.
- Volume rata – rata 6.616,724 m³ LNG/hari.

5.3 Pemilihan Tipe Kapal.

Penentuan kapal yang digunakan adalah menggunakan metode AHP seperti yang telah dijelaskan pada sub 3.5. Model AHP didasarkan pada *pair-wise comparison matrix*, dimana elemen - elemen pada matriks tersebut merupakan judgement dari decision maker. Seorang *decision maker* akan memberikan penilaian, mempersepsikan, ataupun memperkirakan kemungkinan dari suatu hal/peristiwa yang dihadapi.

Untuk mencari tipe kapal akan menggunakan metode AHP (Analytic Hierarchy Process), dengan kriteria jumlah daya angkut muatan pada kapal berdasarkan tipe, bongkar muat yang dilakukan kapal di pelabuhan, jarak pandang kapal, Kecepatan, dan harga kapal berdasarkan sub 4.6. Selain kriteria terdapat

alternatif tipe kapal yang di pilih yaitu Kapal *LNG Carrier*, Kapal *Supply* dan kapal LCT.



Sumber: Hasil Analisa

Gambar 5.3 Grafik Pemilihan Tipe Kapal.

Berikut merupakan langkah pertama dalam menentukan tipe kapal yaitu menentukan bobot untuk ketiga alternatif, mana yang paling penting. Ketiga alternatif tersebut memiliki nilainya masing - masing yang dalam terminologi AHP disebut *pair-wise comparison*,

Tabel 5.4 Bobot Nilai Numerik Untuk Alternatif Tipe Kapal.

Alternatif	Lebih Penting	Dari
Bongkar Muat	2	Muatan
Jarak Pandang	3	Muatan
Kecepatan	2	Muatan
Harga Kapal	5	Muatan
Jarak Pandang	5	Bongkar Muat
Kecepatan	2	Bongkar Muat
Harga Kapal	4	Bongkar Muat
Kecepatan	0,5	Jarak Pandang
Harga Kapal	3	Jarak Pandang
Harga Kapal	5	Kecepatan

Sumber: Data Hasil Olahan.

Tabel 5.5 *Pair – Wise Comparison* Alternatif.

Kriteria	Jumlah Muatan	Bongkar Muat	Jarak Pandang	Kecepatan	Harga Kapal
Jumlah Muatan	1	0,500	0,333	0,500	0,200
Bongkar Muat	2	1	0,200	0,500	0,250
Jarak Pandang	3	5	1	2,000	0,333
Kecepatan	2	2	1	1	0,200
Harga Kapal	5	4	3	5	1
Σ	13,000	12,500	5,033	9,000	1,983

Sumber: Data Hasil Olahan.

Tabel 5.6 Normalisasi *Pair – Wise Comparison* Alternatif.

Kriteria	Jumlah Muatan	Bongkar Muat	Jarak Pandang	Kecepatan	Harga Kapal	P Vector	Bobot
Jumlah Muatan	0,077	0,040	0,066	0,056	0,101	0,340	0,0679
Bongkar Muat	0,154	0,080	0,040	0,056	0,126	0,455	0,0910
Jarak Pandang	0,231	0,400	0,199	0,222	0,168	1,220	0,2439
Kecepatan	0,154	0,160	0,099	0,111	0,101	0,625	0,1250
Harga Kapal	0,385	0,320	0,596	0,556	0,504	2,360	0,4721
<i>Eigen Value</i>	0,882	1,137	1,227	1,125	0,936		

Sumber: Data Hasil Olahan.

Tabel 5.7 Perhitungan CI dan CR dari Tabel 5. 6

Keterangan	Σ
<i>Eigen Value</i>	5,310
<i>Consistency Indeks</i>	0,078
<i>Consistensi Rasio</i>	0,069

Sumber: Data Hasil Olahan.

Setelah dilakukan perhitungan *Priority Vector* menunjukkan nilai dari masing-masing alternatif, dalam hal ini Harga Kapal mendapat *Priority Vector* tertinggi/terpenting dengan nilai 2,360 dan Jumlah Muatan mendapat *Priority Vector* terendah dengan nilai 0,340. Jumlah *Consistency Ratio* (CR) 0,069, memenuhi jika bernilai $\leq 10\%$ atau 0,1. Kemudian melakukan *pair-wise comparison* untuk kriteria Jumlah Muatan dengan 3 alternatif yaitu Kapal LNG Carrier, Kapal Supply, dan Kapal LCT.

5.3.1 Kriteria Jumlah Muatan.

Tabel 5.8 Bobot Nilai Numerik Untuk Kriteria Jumlah Muatan.

Jumlah Muatan	Lebih Penting	Dari
LCT	0,2	LNG
<i>Supply Vessel</i>	3	LNG
<i>Supply Vessel</i>	4	LCT

Sumber: Data Hasil Olahan.

Tabel 5.9 *Pair – Wise Comparison* Kriteria Jumlah Muatan.

Jumlah Muatan	<i>LNG Carrier</i>	LCT	<i>Supply Vessel</i>
<i>LNG Carrier</i>	1,000	5,000	0,333
LCT	0,200	1,000	0,250
<i>Supply Vessel</i>	3,000	4,000	1,000
Jumlah	4,200	10,000	1,583

Sumber: Data Hasil Olahan.

Tabel 5.10 Normalisasi *Pair – Wise Comparison* Kriteria Jumlah Muatan.

Jumlah Muatan	<i>LNG Carrier</i>	LCT	<i>Supply Vessel</i>	P Vector	Bobot	E.V
<i>LNG Carrier</i>	0,238	0,500	0,211	0,949	0,316	1,328
LCT	0,048	0,100	0,158	0,306	0,102	1,018
<i>Supply Vessel</i>	0,714	0,400	0,632	1,746	0,582	0,921
Jumlah	1,000	1,000	1,000			3,268

Sumber: Data Hasil Olahan.

Tabel 5.11 Perhitungan CI dan CR dari Tabel 5. 10

Keterangan	Σ
Consistency Indeks	0,134
Consistensi Rasio	0,231

Sumber: Data Hasil Olahan.

Setelah dilakukan perhitungan *Priority Vector* menunjukkan nilai dari masing-masing alternatif, dalam hal ini Kapal *Supply* mendapat *Priority Vector* tertinggi/terpenting dengan nilai 0,582 dan Kapal LCT mendapat *Priority Vector* terendah dengan nilai 0,102. Jumlah *Consistency Ratio* (CR) 0,231. Kemudian melakukan *pair-wise comparison* untuk kriteria Bongkar Muat dengan 3 alternatif yaitu Kapal *LNG Carrier*, Kapal *Supply*, dan Kapal LCT.

5.3.2 Kriteria Bongkar Muat.

Tabel 5.12 Bobot Nilai Numerik Untuk Kriteria Bongkar Muat.

Bongkar Muat	Lebih Penting	Dari
LCT	0,2	LNG
<i>Supply Vessel</i>	0,8	LNG
<i>Supply Vessel</i>	5	LCT

Sumber: Data Hasil Olahan.

Tabel 5.13 *Pair – Wise Comparison* Kriteria Bongkar Muat.

Bongkar Muat	<i>LNG Carrier</i>	LCT	<i>Supply Vessel</i>
<i>LNG Carrier</i>	1,000	5,000	1,250
LCT	0,200	1,000	0,200
<i>Supply Vessel</i>	0,800	5,000	1,000
Jumlah	2,000	11,000	2,450

Sumber: Data Hasil Olahan.

Tabel 5.14 Normalisasi *Pair – Wise Comparison* Kriteria Bongkar Muat.

Bongkar Muat	<i>LNG Carrier</i>	LCT	<i>Supply Vessel</i>	P Vector	Bobot	E.V
<i>LNG Carrier</i>	0,500	0,455	0,510	1,465	0,488	0,976
LCT	0,100	0,091	0,082	0,273	0,091	0,999
<i>Supply Vessel</i>	0,400	0,455	0,408	1,263	0,421	1,031
Jumlah	1,000	1,000	1,000			3,007

Sumber: Data Hasil Olahan.

Tabel 5.15 Perhitungan CI dan CR dari Tabel 5. 14

Keterangan	Σ
Consistency Indeks	0,004
Consistensi Rasio	0,006

Sumber: Data Hasil Olahan.

Setelah dilakukan perhitungan *Priority Vector* menunjukkan nilai dari masing-masing alternatif, dalam hal ini Kapal *LNG Carrier* mendapat *Priority Vector* tertinggi/terpenting dengan nilai 0,488 dan Kapal LCT mendapat *Priority Vector* terendah dengan nilai 0,091. Jumlah *Consistency Ratio* (CR) 0,006. Kemudian melakukan *pair-wise comparison* untuk kriteria Jarak Pandang dengan 3 alternatif yaitu Kapal *LNG Carrier*, Kapal *Supply*, dan Kapal LCT.

5.3.3 Kriteria Jarak Pandang.

Tabel 5.16 Bobot Nilai Numerik Untuk Kriteria Jarak Pandang.

Jarak Pandang	Lebih Penting	Dari
LCT	0,2	LNG
<i>Supply Vessel</i>	3	LNG
<i>Supply Vessel</i>	5	LCT

Sumber: Data Hasil Olahan.

Tabel 5.17 *Pair – Wise Comparison* Kriteria Jarak Pandang.

Jarak Pandang	<i>LNG Carrier</i>	LCT	<i>Supply Vessel</i>
<i>LNG Carrier</i>	1,000	5,000	0,333
LCT	0,200	1,000	0,200
<i>Supply Vessel</i>	3,000	5,000	1,000
Jumlah	4,200	11,000	1,533

Sumber: Data Hasil Olahan.

Tabel 5.18 Normalisasi *Pair – Wise Comparison* Kriteria Jarak Pandang.

Jarak Pandang	<i>LNG Carrier</i>	LCT	<i>Supply Vessel</i>	P Vector	Bobot	E.V
<i>LNG Carrier</i>	0,238	0,455	0,217	0,910	0,303	1,274
LCT	0,048	0,091	0,130	0,269	0,090	0,986
<i>Supply Vessel</i>	0,714	0,455	0,652	1,821	0,607	0,931
Jumlah	1,000	1,000	1,000			3,191

Sumber: Data Hasil Olahan.

Tabel 5.19 Perhitungan CI dan CR dari Tabel 5. 18

Keterangan	Σ
Consistency Indeks	0,095
Consistensi Rasio	0,165

Sumber: Data Hasil Olahan.

Setelah dilakukan perhitungan *Priority Vector* menunjukkan nilai dari masing-masing alternatif, dalam hal ini Kapal *Supply* mendapat *Priority Vector* tertinggi/terpenting dengan nilai 0,677 dan Kapal LCT mendapat *Priority Vector* terendah dengan nilai 0,090. Jumlah *Consistency Ratio* (CR) 0,165. Kemudian melakukan *pair-wise comparison* untuk kriteria Kecepatan dengan 3 alternatif yaitu Kapal *LNG Carrier*, Kapal *Supply*, dan Kapal LCT.

5.3.4 Kriteria Kecepatan.

Tabel 5.20 Bobot Nilai Numerik Untuk Kriteria Kecepatan.

Kecepatan dan Stabilitas	Lebih Penting	Dari
LCT	2	LNG
Supply Vessel	0,2	LNG
Supply Vessel	0,4	LCT

Sumber: Data Hasil Olahan.

Tabel 5.21 *Pair – Wise Comparison* Kriteria Kecepatan.

Kecepatan	LNG Carrier	LCT	Supply Vessel
LNG Carrier	1,000	0,500	5,000
LCT	2,000	1,000	2,500
Supply Vessel	0,200	0,400	1,000
Jumlah	3,200	1,900	8,500

Sumber: Data Hasil Olahan.

Tabel 5.22 Normalisasi *Pair – Wise Comparison* Kriteria Kecepatan.

Kecepatan	LNG Carrier	LCT	Supply Vessel	P Vector	Bobot	E.V
LNG Carrier	0,313	0,263	0,588	1,164	0,388	1,241
LCT	0,625	0,526	0,294	1,445	0,482	0,915
Supply Vessel	0,063	0,211	0,118	0,391	0,130	1,107
Jumlah	1,000	1,000	1,000			3,264

Sumber: Data Hasil Olahan.

Tabel 5.23 Perhitungan CI dan CR dari Tabel 5. 22

Keterangan	Σ
Consistency Indeks	0,132
Consistensi Rasio	0,227

Sumber: Data Hasil Olahan.

Setelah dilakukan perhitungan *Priority Vector* menunjukkan nilai dari masing-masing alternatif, dalam hal ini Kapal LCT mendapat *Priority Vector* tertinggi/terpenting dengan nilai 0,482 dan Kapal Supply mendapat *Priority Vector* terendah dengan nilai 0,130. Jumlah *Consistency Ratio* (CR) 0,227. Kemudian melakukan *pair-wise comparison* untuk kriteria Harga Kapal dengan 3 alternatif yaitu Kapal LNG Carrier, Kapal Supply, dan Kapal LCT.

5.3.5 Kriteria Harga Kapal.

Tabel 5.24 Bobot Nilai Numerik Untuk Kriteria Harga Kapal.

Harga Kapal	Lebih Penting	Dari
LCT	3	LNG
<i>Supply Vessel</i>	5	LNG
<i>Supply Vessel</i>	4	LCT

Sumber: Data Hasil Olahan.

Tabel 5.25 *Pair – Wise Comparison* Kriteria Harga Kapal.

Harga Kapal	<i>LNG Carrier</i>	LCT	<i>Supply Vessel</i>
<i>LNG Carrier</i>	1,000	0,333	0,200
LCT	3,000	1,000	0,250
<i>Supply Vessel</i>	5,000	4,000	1,000
Jumlah	9,000	5,333	1,450

Sumber: Data Hasil Olahan.

Tabel 5.26 Normalisasi *Pair – Wise Comparison* Kriteria Harga Kapal.

Harga Kapal	<i>LNG Carrier</i>	LCT	<i>Supply Vessel</i>	P Vector	Bobot	E.V
<i>LNG Carrier</i>	0,111	0,063	0,138	0,312	0,104	0,935
LCT	0,333	0,188	0,172	0,693	0,231	1,232
<i>Supply Vessel</i>	0,556	0,750	0,690	1,995	0,665	0,964
Jumlah	1,000	1,000	1,000			3,131

Sumber: Data Hasil Olahan.

Tabel 5.27 Perhitungan CI dan CR dari Tabel 5. 26

Keterangan	Σ
Consistency Indeks	0,066
Consistensi Rasio	0,113

Sumber: Data Hasil Olahan.

Setelah dilakukan perhitungan *Priority Vector* menunjukkan nilai dari masing-masing alternatif, dalam hal ini Kapal *Supply* mendapat *Priority Vector* tertinggi/terpenting dengan nilai 0,665 dan Kapal *LNG Carrier* mendapat *Priority Vector* terendah dengan nilai 0,104. Jumlah *Consistency Ratio* (CR) 0,113.

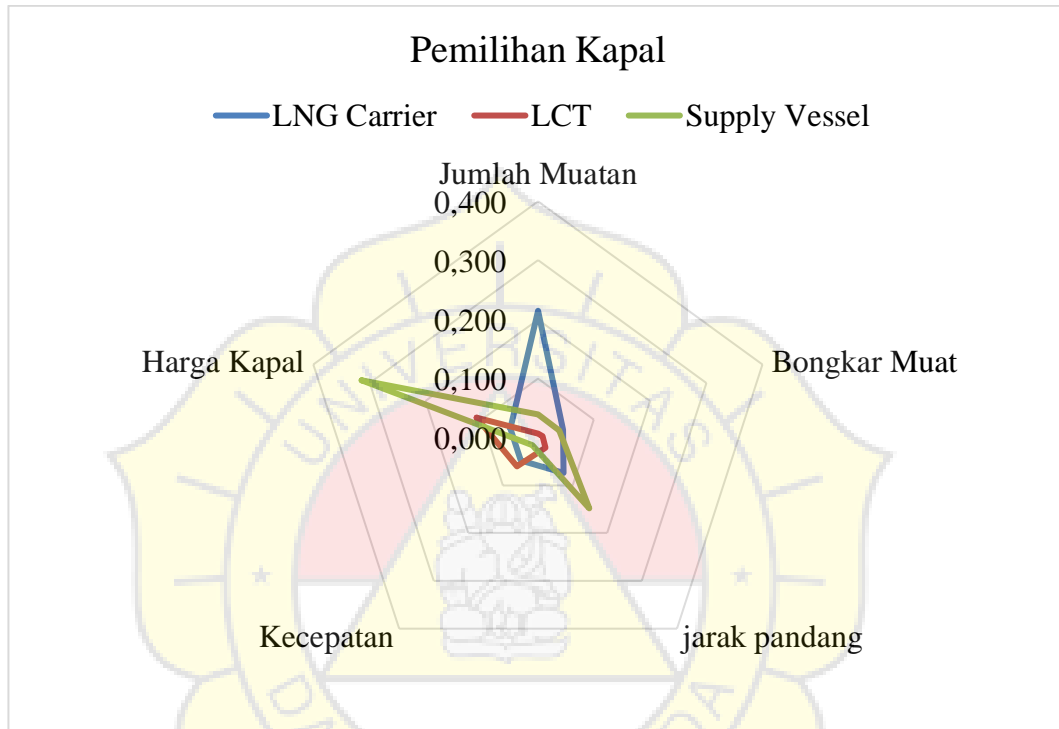
5.3.6 Pengambilan Keputusan Berdasarkan Skor.

Setelah mendapatkan bobot untuk kriteria dan skor untuk masing-masing kriteria bagi alternatif tipe kapal maka langkah terakhir adalah menghitung total skor alternatif tipe kapal. Untuk itu merangkum semua hasil penilaiannya tersebut dalam bentuk tabel yang disebut *Overall Composite Weight*, seperti berikut.

Tabel 5.28 Overall Composite Weight.

Kriteria	Jumlah Muatan	Bongkar Muat	Jarak Pandang	Kecepatan	Harga Kapal	Σ
Weight	0,068	0,091	0,244	0,125	0,472	
LNG Carrier	0,215	0,044	0,074	0,049	0,049	0,431
LCT	0,007	0,008	0,022	0,060	0,109	0,206
Supply Vessel	0,040	0,038	0,148	0,016	0,314	0,556

Sumber: Data Hasil Olahan.



Sumber: Data Hasil Olahan.

Gambar 5.4 SpiderChart Pemilihan Kapal.

Dari tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa Kapal *Supply* mempunyai skor yang paling tinggi yaitu 0,556, kemudian Kapal *LNG Carrier* dengan nilai 0,431 disusul Kapal *LCT* dengan skor 0,206. Maka dipilihlah Kapal *Supply* sebagai tipe kapal yang digunakan untuk membawa LNG untuk PLTMG Nias.

5.4 Supply Demand.

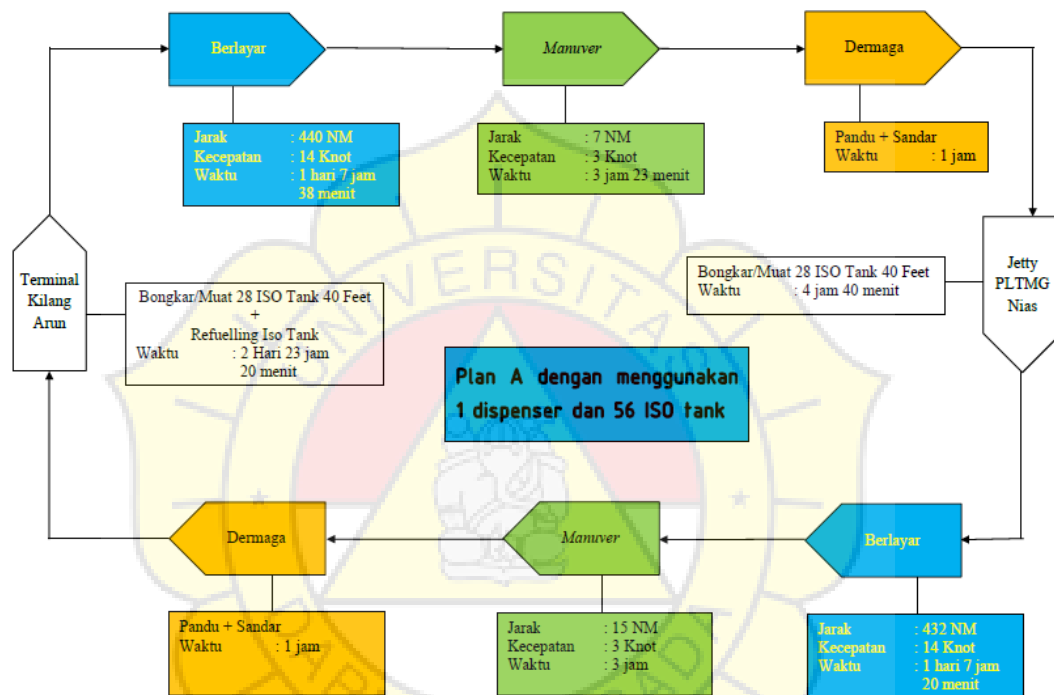
Untuk memenuhi kebutuhan pasokan listrik dibutuhkan transportasi yang dapat membawa LNG dengan tepat tanpa terjadi kekosongan sehingga mengurangi terjadinya potensi *black out* karena bahan bakar pembangkit tidak tersedia. Oleh karena itu waktu pelayaran berpengaruh dengan jumlah muatan

yang akan dibawa. Terdapat beberapa rencana yang disusun untuk mendapatkan waktu terbaik dan efisien dalam pelaksanaannya.

5.4.1 Supply LNG Tahap 1.

Dengan kebutuhan LNG sesuai dengan perhitungan pada sub 5.2.1, maka pemenuhan dengan kapal yang telah dipilih berdasarkan sub 5.3 perhitungan rencana *Supply* adalah sebagai berikut:

5.4.1.1 Plan A.



Sumber: Data Hasil Olahan.

Gambar 5.5 Plan A Supply Demand.

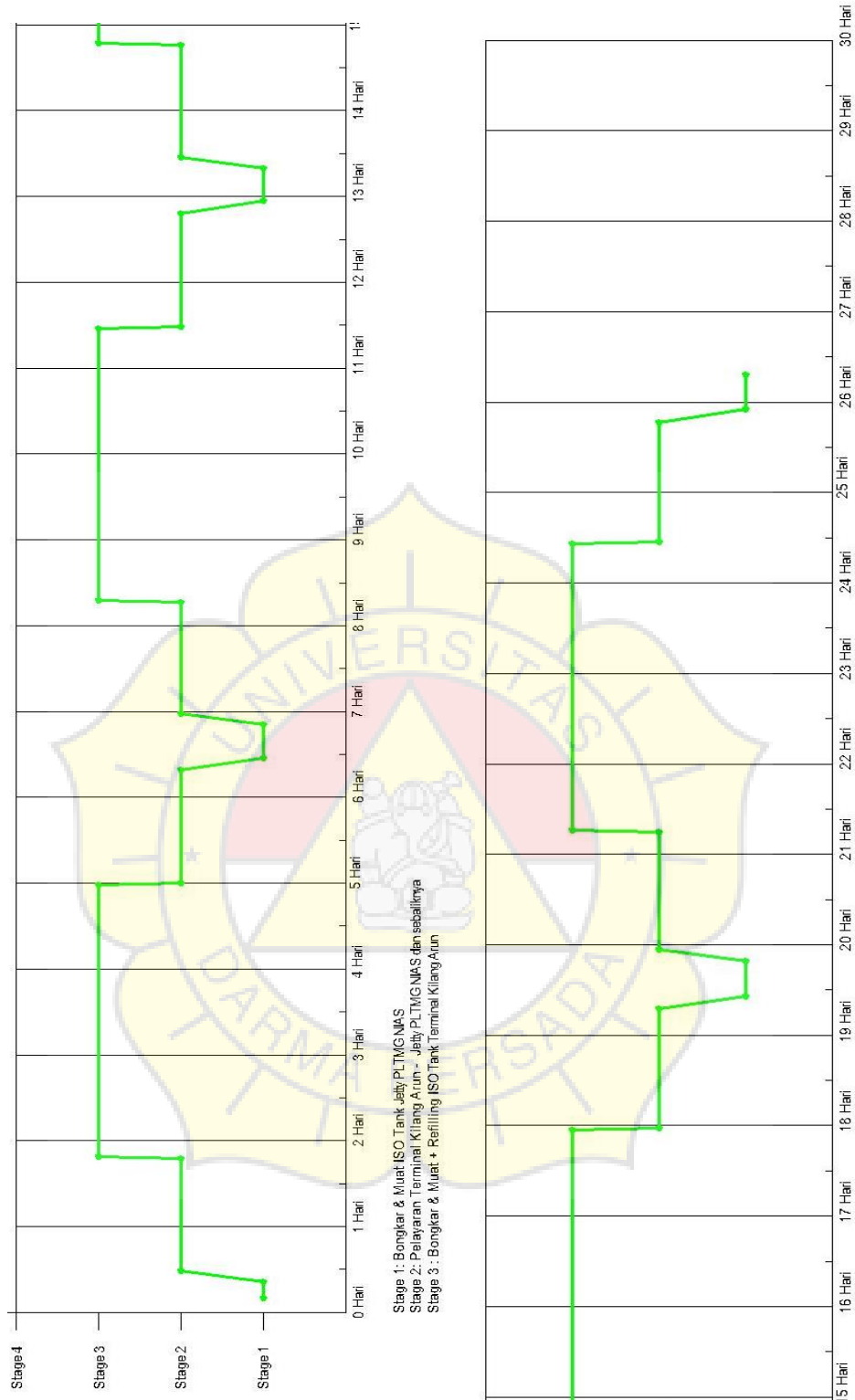
Perencanaan pelayaran pemenuhan kebutuhan LNG PLTMG Nias dengan menggunakan kapal *Supply*. Berdasarkan pada kondisi Terminal Kilang Arun lhokseumawe, terdapat 1 dispenser untuk pengisian LNG dan direncanakan untuk menggunakan ISO Tank berukuran 40 feet sebanyak 2×36 unit atau 72 ISO Tank dengan maksud 36 pertama isi dan digunakan pada PLTMG dan 28 kedua kosong dan melakukan refelling pada Terminal Kilang Arun.

Adapun untuk estimasi waktu yang dibutuhkan untuk *Plan A* ini dalam 1 kali perjalanan dapat dilihat pada tabel dari Terminal Kilang Arun – Jetty PLTMG Nias – Kilang Arun – Jetty PLTMG Nias.

Tabel 5.29 Estimasi Waktu Pelayaran *Plan A*

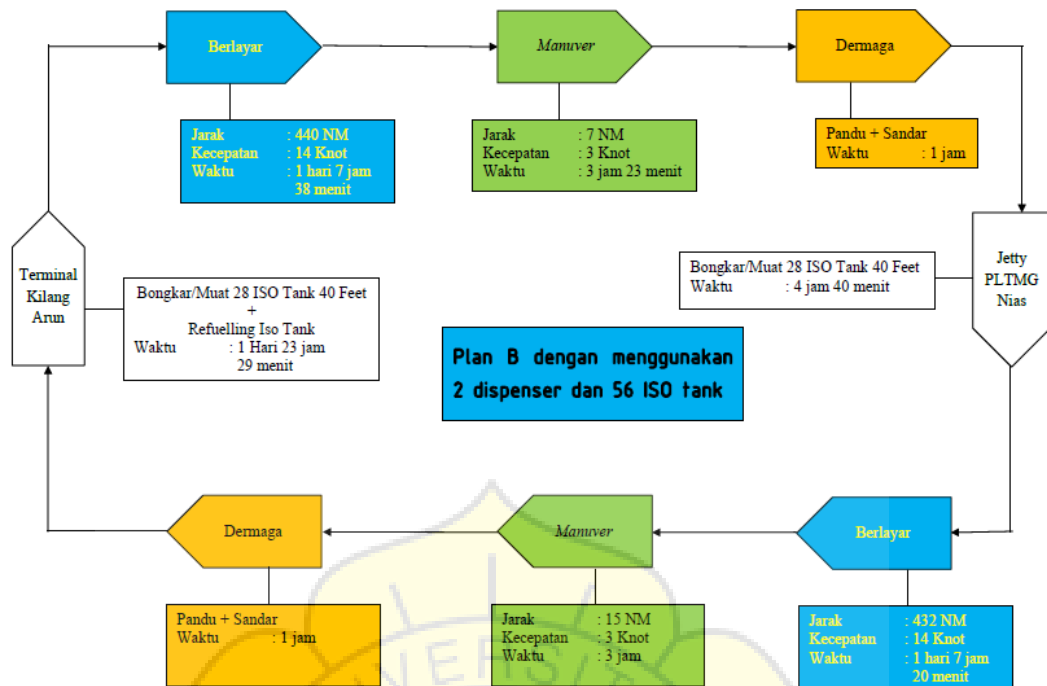
<i>Plan A</i>					
No.	Keterangan	Jarak (NM)	Kecepatan	Waktu dibutuhkan	ket.
TERMINAL KILANG ARUN - JETTY PLTMG NIAS					
1	Berlayar	440	14,02 Knot	1 Hari 7 Jam 38 Menit	-
2	Manuver	7	3 Knot	3 Jam 23 Menit	-
3	Dermaga	-	-	1 Jam	Pandu, Sandar & Tambat
4	Jetty PLTMG Nias	-	-	4 Jam 40 Menit	Bongkar
JETTY PLTMG NIAS - TERMINAL KILANG ARUN					
1	Jetty PLTMG Nias	-	-	4 Jam 40 Menit	Muat
2	Berlayar	432	14,02 Knot	1 hari 7 Jam 20 Menit	-
3	Manuver	15	3 Knot	3 Jam	-
4	Dermaga	-	-	1 Jam	Pandu, Sandar & Tambat
5	Terminal Kilang Arun	-	-	2 Hari 23 Jam 20 Menit	Bongkar + Refilling
TERMINAL KILANG ARUN - JETTY PLTMG NIAS					
1	Terminal Kilang Arun	-	-	4 Jam 40 Menit	-
2	Berlayar	440	14,02 Knot	1 Hari 7 Jam 38 Menit	-
3	Manuver	7	3 Knot	3 Jam 23 Menit	-
4	Dermaga	-	-	1 Jam	Pandu, Sandar & Tambat
5	Jetty PLTMG Nias	-	-	4 Jam 40 Menit	Bongkar
Total Waktu				8 Hari 5 Jam 22 Menit	

Sumber: Data Hasil Olahan.



Sumber: Data Hasil Olahan.
 Gambar 5.6 Cycle Times Plan A

5.4.1.2 *Plan B.*



Sumber: Data Hasil Olahan.

Gambar 5.7 *Plan B Supply Demand.*

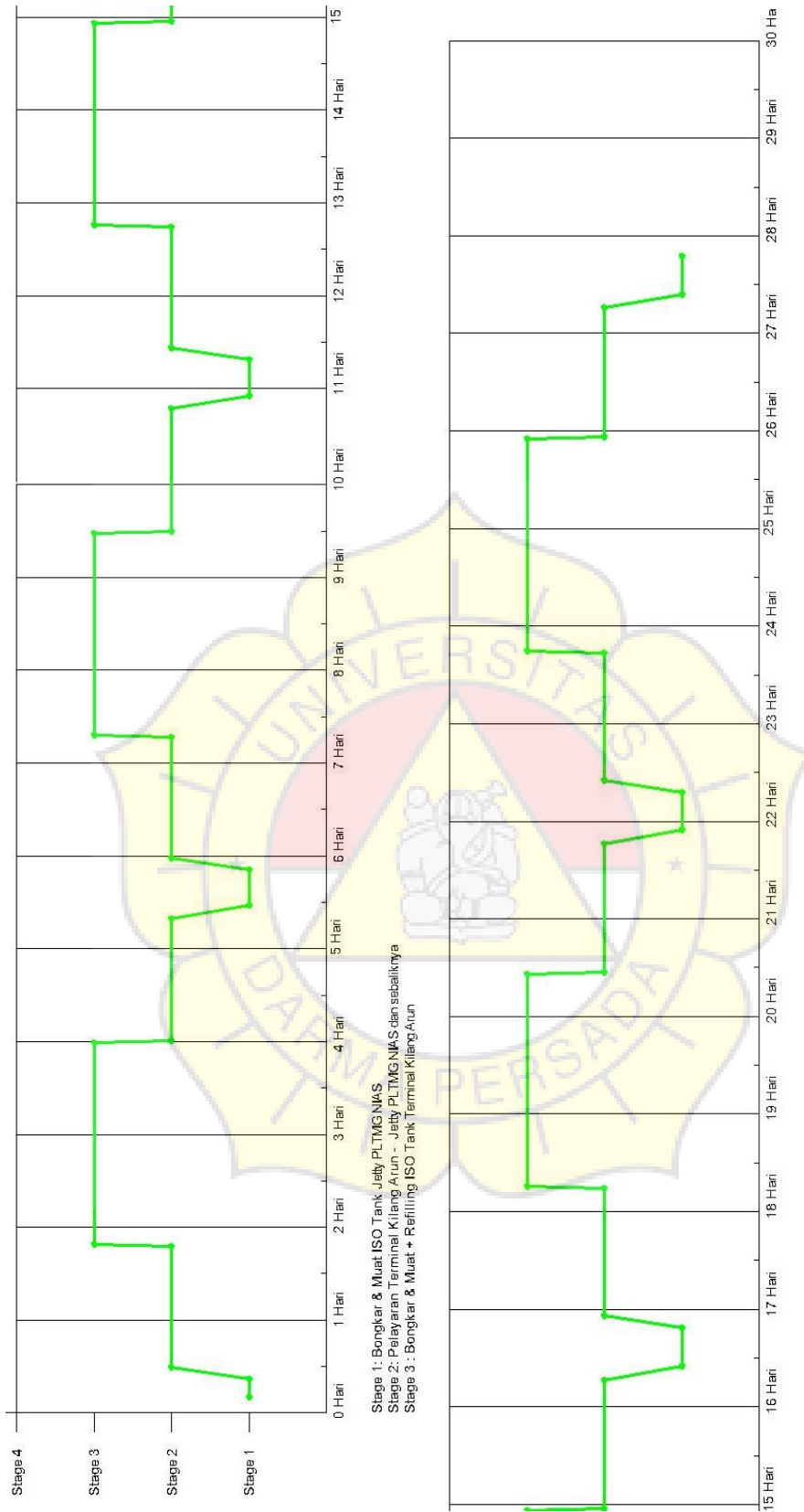
Perencanaan pelayaran pemenuhan kebutuhan LNG PLTMG Nias dengan menggunakan kapal *Supply*. Berdasarkan pada kondisi Terminal Kilang Arun lhokseumawe, pada *Plan B* terdapat perubahan dengan melakukan penambahan dispenser pengisian LNG berjumlah 1 buah sehingga terdapat 2 dispenser untuk pengisian LNG dan direncanakan untuk menggunakan ISO Tank berukuran 40 feet sebanyak 2×36 unit atau 72 ISO Tank dengan maksud 72 pertama isi dan digunakan pada PLTMG dan 72 kedua kosong dan melakukan refelling pada Terminal Kilang Arun.

Adapun untuk estimasi waktu yang dibutuhkan untuk *Plan B* ini dalam 1 kali perjalanan dapat dilihat pada tabel dari Terminal Kilang Arun – Jetty PLTMG Nias – Kilang Arun – Jetty PLTMG Nias.

Tabel 5.30 Estimasi Waktu Pelayaran *Plan B*

<i>Plan B</i>					
No.	Keterangan	Jarak (NM)	Kecepatan	Waktu dibutuhkan	ket.
TERMINAL KILANG ARUN - JETTY PLTMG NIAS					
1	Berlayar	440	14,02 Knot	1 Hari 7 Jam 38 Menit	-
2	Manuver	7	3 Knot	3 Jam 23 Menit	-
3	Dermaga	-	-	1 Jam	Pandu, Sandar & Tambat
4	Jetty PLTMG Nias	-	-	4 Jam 40 Menit	Bongkar
JETTY PLTMG NIAS - TERMINAL KILANG ARUN					
1	Jetty PLTMG Nias	-	-	4 Jam 40 Menit	Muat
2	Berlayar	432	14,02 Knot	1 hari 7 Jam 20 Menit	-
3	Manuver	15	3 Knot	3 Jam	-
4	Dermaga	-	-	1 Jam	Pandu, Sandar & Tambat
5	Terminal Kilang Arun	-	-	1 Hari 23 Jam 29 Menit	Bongkar + Refilling
TERMINAL KILANG ARUN - JETTY PLTMG NIAS					
1	Terminal Kilang Arun	-	-	4 Jam 40 Menit	-
2	Berlayar	440	14,02 Knot	1 Hari 7 Jam 38 Menit	-
3	Manuver	7	3 Knot	3 Jam 23 Menit	-
4	Dermaga	-	-	1 Jam	Pandu, Sandar & Tambat
5	Jetty PLTMG Nias	-	-	4 Jam 40 Menit	Bongkar
Total Waktu				7 Hari 5 Jam 31 Menit	

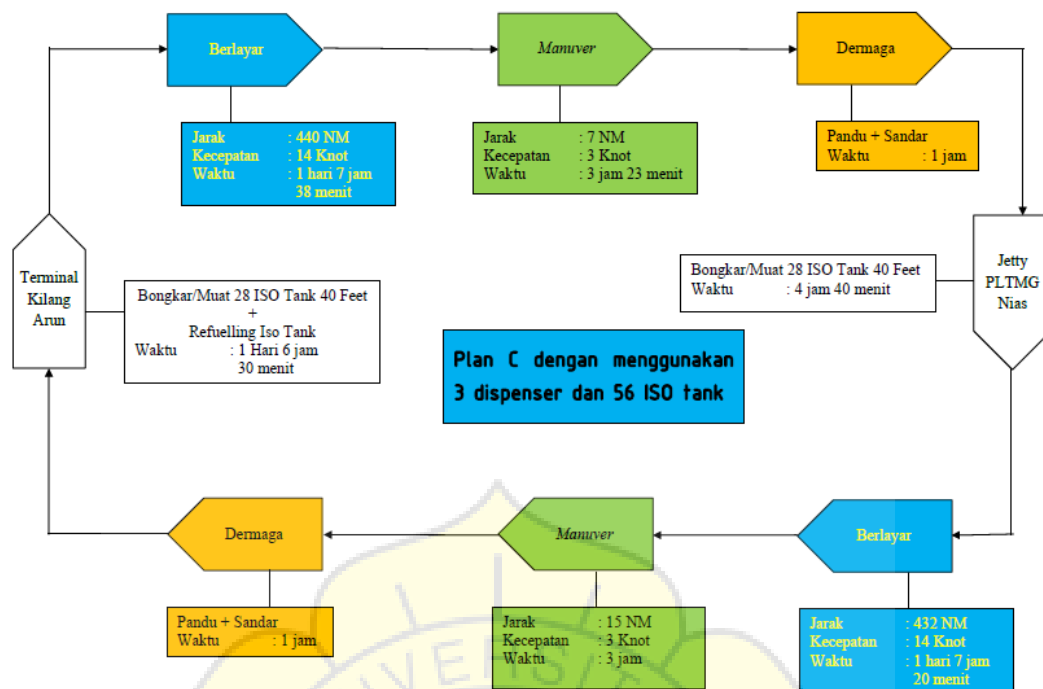
Sumber: Data Hasil Olahan.



Sumber: Data Hasil Olahan.

Gambar 5.8 Cycle Times Plan B.

5.4.1.3 Plan C.



Sumber: Data Hasil Olahan.

Gambar 5.9 Plan C Supply Demand.

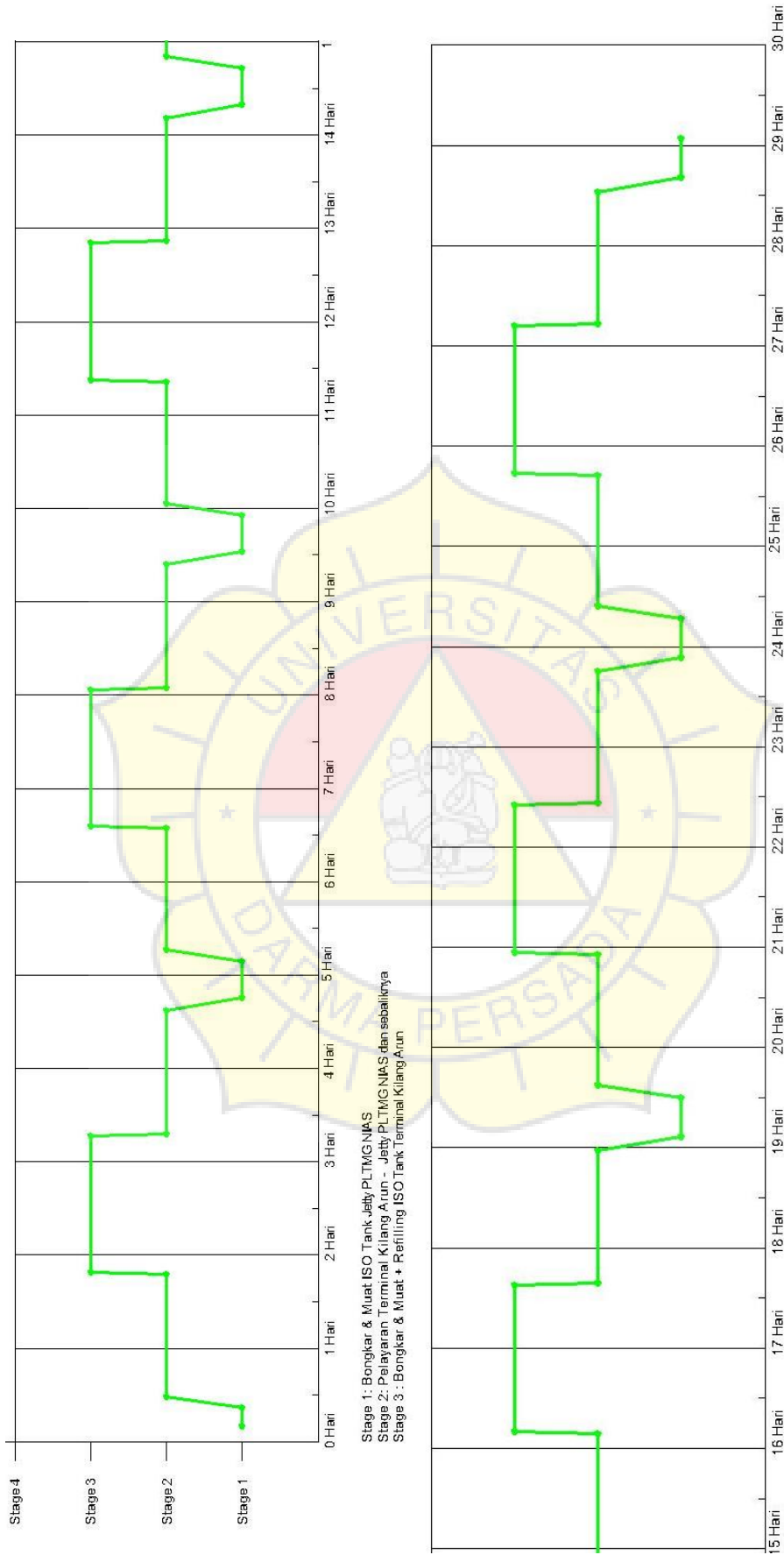
Perencanaan pelayaran pemenuhan kebutuhan LNG PLTMG Nias dengan menggunakan kapal *Supply*. Berdasarkan pada kondisi Terminal Kilang Arun lhokseumawe, pada *Plan C* terdapat perubahan dengan melakukan penambahan dispenser pengisian LNG berjumlah 2 buah sehingga terdapat 3 dispenser untuk pengisian LNG dan direncanakan untuk menggunakan ISO Tank berukuran 40 feet sebanyak 2×36 unit atau 72 ISO Tank dengan maksud 36 pertama isi dan digunakan pada PLTMG dan 36 kedua kosong dan melakukan refelling pada Terminal Kilang Arun.

Adapun untuk estimasi waktu yang dibutuhkan untuk *Plan C* ini dalam 1 kali perjalanan dapat dilihat pada tabel dari Terminal Kilang Arun – Jetty PLTMG Nias – Kilang Arun – Jetty PLTMG Nias.

Tabel 5.31 Estimasi Waktu Pelayaran *Plan C*

<i>Plan C</i>					
No.	Keterangan	Jarak (NM)	Kecepatan	Waktu dibutuhkan	ket.
TERMINAL KILANG ARUN - JETTY PLTMG NIAS					
1	Berlayar	440	14,02 Knot	1 Hari 7 Jam 38 Menit	-
2	Manuver	7	3 Knot	3 Jam 23 Menit	-
3	Dermaga	-	-	1 Jam	Pandu, Sandar & Tambat
4	Jetty PLTMG Nias	-	-	4 Jam 40 Menit	Bongkar
JETTY PLTMG NIAS - TERMINAL KILANG ARUN					
1	Jetty PLTMG Nias	-	-	4 Jam 40 Menit	Muat
2	Berlayar	432	14,02 Knot	1 hari 7 Jam 20 Menit	-
3	Manuver	15	3 Knot	3 Jam	-
4	Dermaga	-	-	1 Jam	Pandu, Sandar & Tambat
5	Terminal Kilang Arun	-	-	1 Hari 6 Jam 29 Menit	Bongkar + Refilling
TERMINAL KILANG ARUN - JETTY PLTMG NIAS					
1	Terminal Kilang Arun	-	-	4 Jam 40 Menit	-
2	Berlayar	440	14,02 Knot	1 Hari 7 Jam 38 Menit	-
3	Manuver	7	3 Knot	3 Jam 23 Menit	-
4	Dermaga	-	-	1 Jam	Pandu, Sandar & Tambat
5	Jetty PLTMG Nias	-	-	4 Jam 40 Menit	Bongkar
Total Waktu				6 Hari 12 Jam 32 Menit	

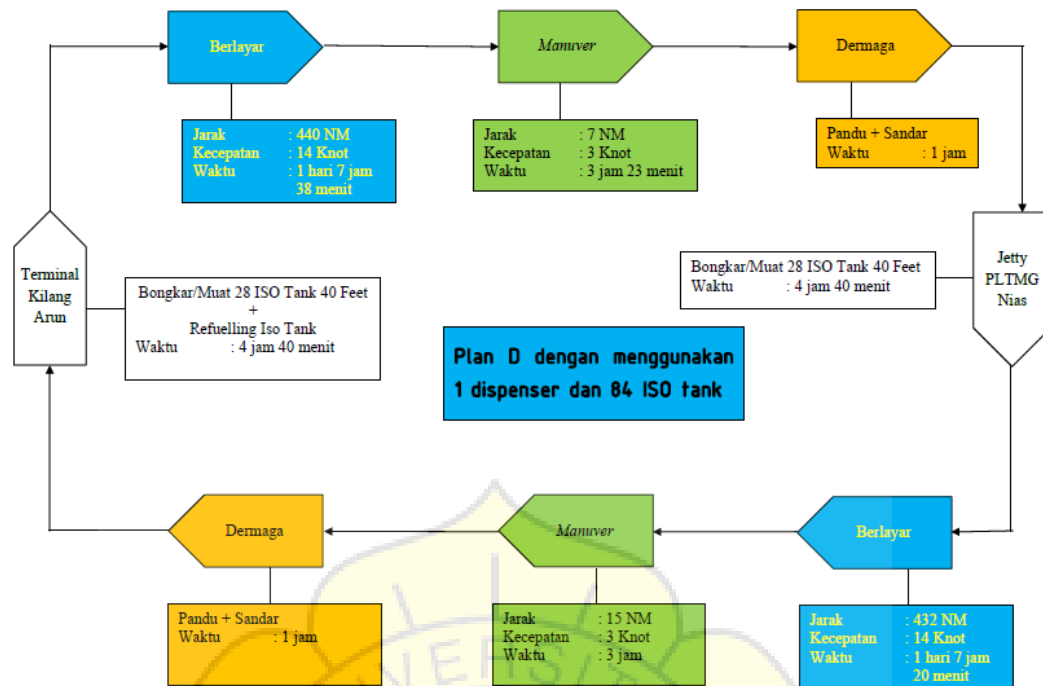
Sumber: Data Hasil Olahan.



Sumber: Data Hasil Olahan.

Gambar 5.10 Cycle Times Plan C.

5.4.1.4 *Plan D.*



Sumber: Data Hasil Olahan.

Gambar 5.11 *Plan D Supply Demand.*

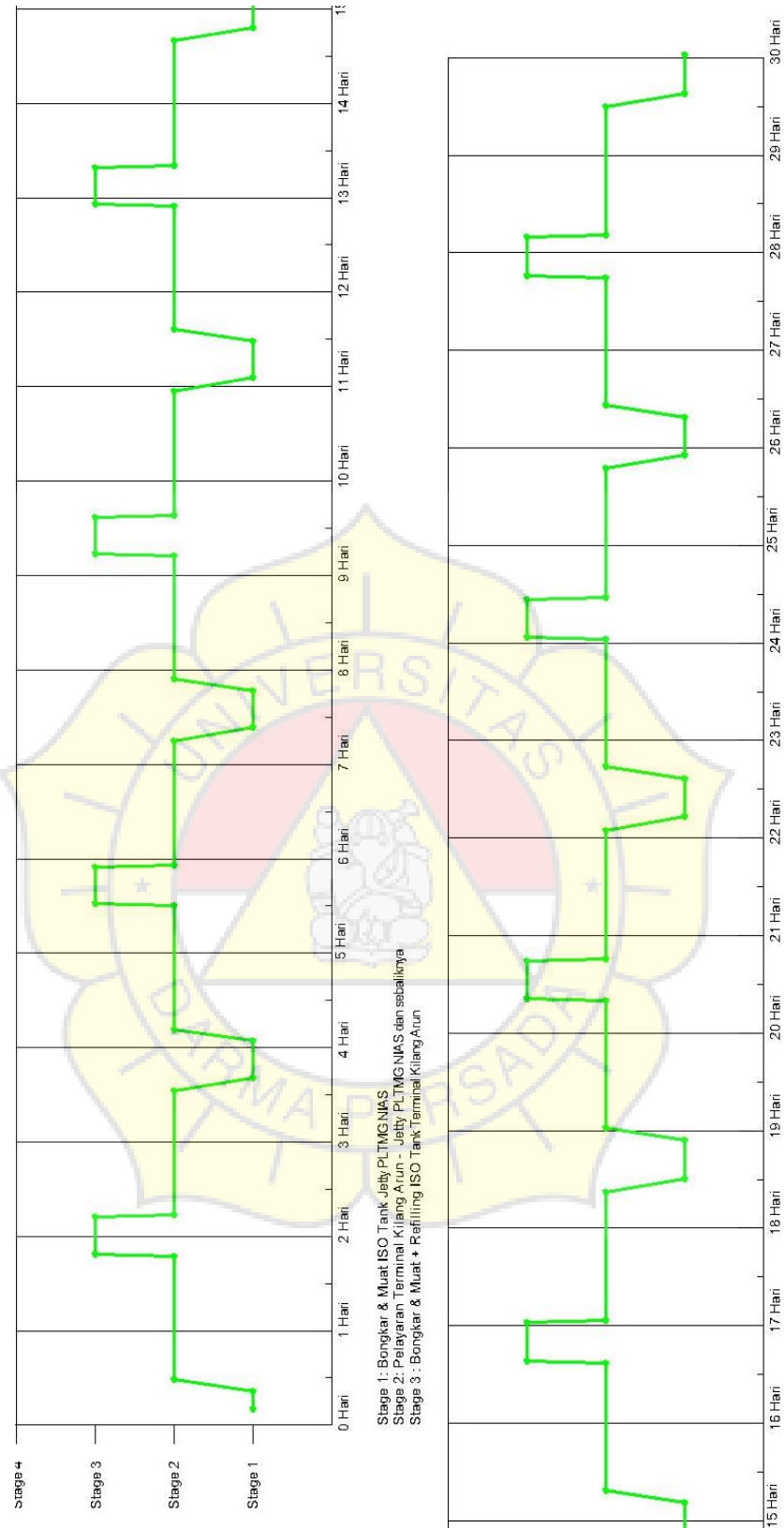
Perencanaan pelayaran pemenuhan kebutuhan LNG PLTMG Nias dengan menggunakan kapal *Supply*. Berdasarkan pada kondisi Terminal Kilang Arun lhokseumawe, pada *Plan D* terdapat perubahan dengan melakukan penambahan pada jumlah ISO tank, menjadi 3×28 unit atau 84 ISO Tank, untuk dispenser pengisian LNG berjumlah tetap terdapat 1 dispenser untuk pengisian LNG. Dengan jumlah 102 ISO Tank dimaksudkan 36 pertama isi dan digunakan pada PLTMG dan 36 kedua kosong dan 36 ketiga *stand by* pada Terminal Kilang Arun sehingga mengurangi waktu tunggu dari pengisian kembali.

Adapun untuk estimasi waktu yang dibutuhkan untuk *Plan D* ini dalam 1 kali perjalanan dapat dilihat pada tabel dari Terminal Kilang Arun – Jetty PLTMG Nias – Kilang Arun – Jetty PLTMG Nias.

Tabel 5.32 Estimasi Waktu Pelayaran *Plan D*

<i>Plan D</i>					
No.	Keterangan	Jarak (NM)	Kecepatan	Waktu dibutuhkan	ket.
TERMINAL KILANG ARUN - JETTY PLTMG NIAS					
1	Berlayar	440	14,02 Knot	1 Hari 7 Jam 38 Menit	-
2	Manuver	7	3 Knot	3 Jam 23 Menit	-
3	Dermaga	-	-	1 Jam	Pandu, Sandar & Tambat
4	Jetty PLTMG Nias	-	-	4 Jam 40 Menit	Bongkar
JETTY PLTMG NIAS - TERMINAL KILANG ARUN					
1	Jetty PLTMG Nias	-	-	4 Jam 40 Menit	Muat
2	Berlayar	432	14,02 Knot	1 hari 7 Jam 20 Menit	-
3	Manuver	15	3 Knot	3 Jam	-
4	Dermaga	-	-	1 Jam	Pandu, Sandar & Tambat
5	Terminal Kilang Arun	-	-	4 Jam 29 Menit	Bongkar + Refilling
TERMINAL KILANG ARUN - JETTY PLTMG NIAS					
1	Terminal Kilang Arun	-	-	4 Jam 40 Menit	-
2	Berlayar	440	14,02 Knot	1 Hari 7 Jam 38 Menit	-
3	Manuver	7	3 Knot	3 Jam 23 Menit	-
4	Dermaga	-	-	1 Jam	Pandu, Sandar & Tambat
5	Jetty PLTMG Nias	-	-	4 Jam 40 Menit	Bongkar
Total Waktu				5 Hari 14 Jam 41 Menit	

Sumber: Data Hasil Olahan.



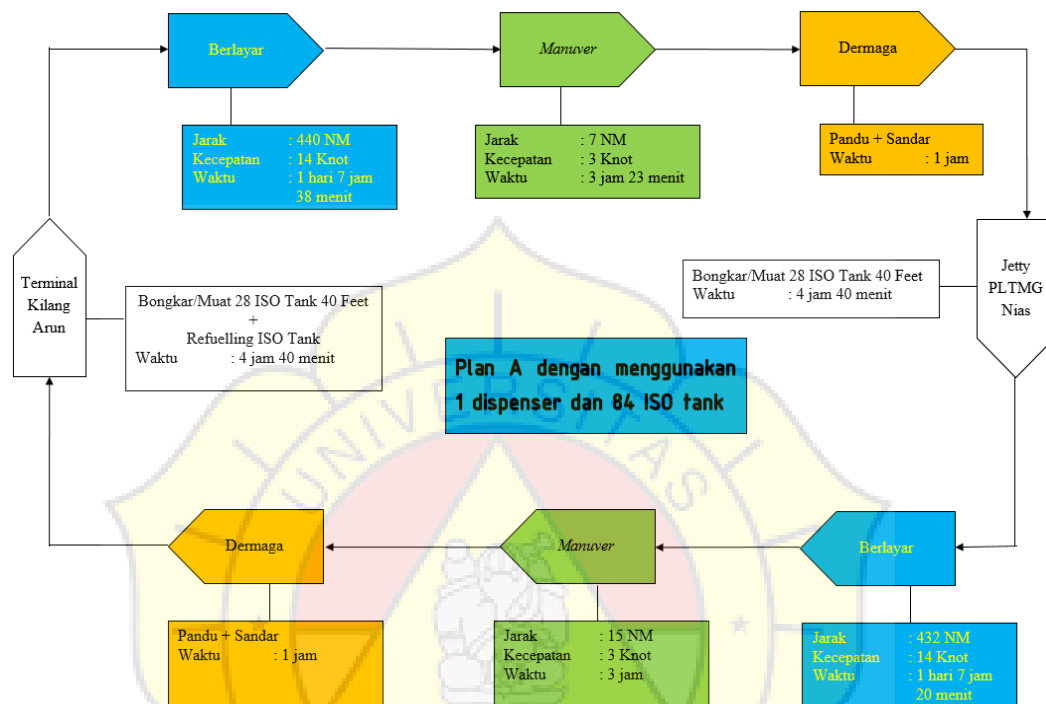
Sumber: Data Hasil Olahan.

Gambar 5.12 Cycle Times Plan D.

5.4.2 Supply LNG Tahap 2.

Dengan kebutuhan LNG sesuai dengan perhitungan pada sub 5.2.2, maka pemenuhan dengan kapal yang telah dipilih berdasarkan sub 5.3 perhitungan rencana *Supply* tahap 2 adalah sebagai berikut:

5.4.2.1 Plan A.



Sumber: Data Hasil Olahan.

Gambar 5.13 Plan A Tahap 2.

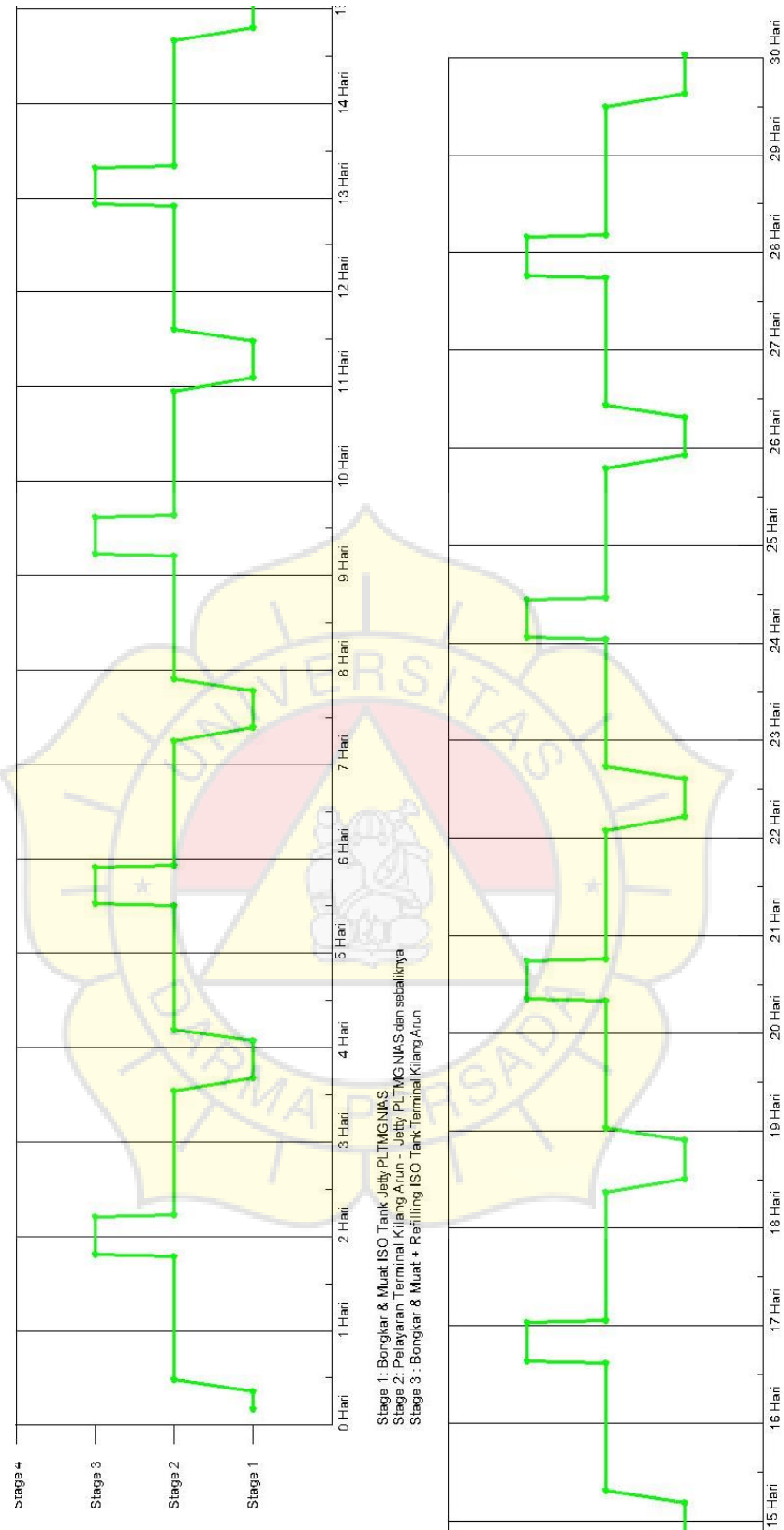
Perencanaan pelayaran pemenuhan kebutuhan LNG PLTMG Nias dengan menggunakan kapal *Supply*. Berdasarkan pada kondisi Terminal Kilang Arun lhokseumawe, pada *Plan A* tahap 2 terdapat perubahan dengan melakukan penambahan pada jumlah ISO tank, menjadi 3×28 unit atau 84 ISO Tank, untuk dispenser pengisian LNG berjumlah tetap terdapat 1 dispenser untuk pengisian LNG. Dengan jumlah 84 ISO Tank dimaksudkan 28 pertama isi dan digunakan pada PLTMG dan 28 kedua kosong dan 28 ketiga *stand by* pada Terminal Kilang Arun sehingga mengurangi waktu tunggu dari pengisian kembali.

Adapun untuk estimasi waktu yang dibutuhkan untuk *Plan A* ini dalam 1 kali perjalanan dapat dilihat pada tabel 5.34 dari Terminal Kilang Arun – Jetty PLTMG Nias – Kilang Arun – Jetty PLTMG Nias.

Tabel 5.33 Estimasi Waktu Pelayaran *Plan A* Tahap 2.

<i>Plan A</i>					
No.	Keterangan	Jarak (NM)	Kecepatan	Waktu Dibutuhkan	Ket.
JETTY PLTMG NIAS - TERMINAL KILANG ARUN					
1	Jetty Pltmg Nias	-	-	4 Jam 40 Menit	Muat
2	Berlayar	432	14,02	1 Hari 7 Jam 20 Menit	-
3	Manuver	15	3	3 Jam	-
4	Dermaga	-	-	1 Jam	Pandu, Sandar & Tambat Bongkar
5	Terminal Kilang Arun	-	-	4 Jam 40 Menit	+ Refilling
TERMINAL KILANG ARUN - JETTY PLTMG NIAS					
1	Terminal Kilang Arun	-	-	4 Jam 40 Menit	-
2	Berlayar	440	14,02	1 Hari 7 Jam 38 Menit	-
3	Manuver	7	3	3 Jam 23 Menit	-
4	Dermaga	-	-	1 Jam	Pandu, Sandar & Tambat Bongkar
5	Jetty Pltmg Nias	-	-	4 Jam 40 Menit	Bongkar
JETTY PLTMG NIAS - TERMINAL KILANG ARUN					
1	Jetty Pltmg Nias	-	-	4 Jam 40 Menit	Muat
2	Berlayar	432	14,02	1 Hari 7 Jam 20 Menit	-
3	Manuver	15	3	3 Jam	-
4	Dermaga	-	-	1 Jam	Pandu, Sandar & Tambat Bongkar
5	Terminal Kilang Arun	-	-	4 Jam 40 Menit	+ Refilling
Total Waktu				5 Hari 14 Jam 41 Menit	

Sumber: Data Hasil Olahan.



Sumber: Data Hasil Olahan.

Gambar 5.14 Cycle Times Plan A Tahap 2.

5.4.2.2 *Plan B*.



Sumber: Data Hasil Olahan.

Gambar 5.15 *Plan B* Tahap 2.

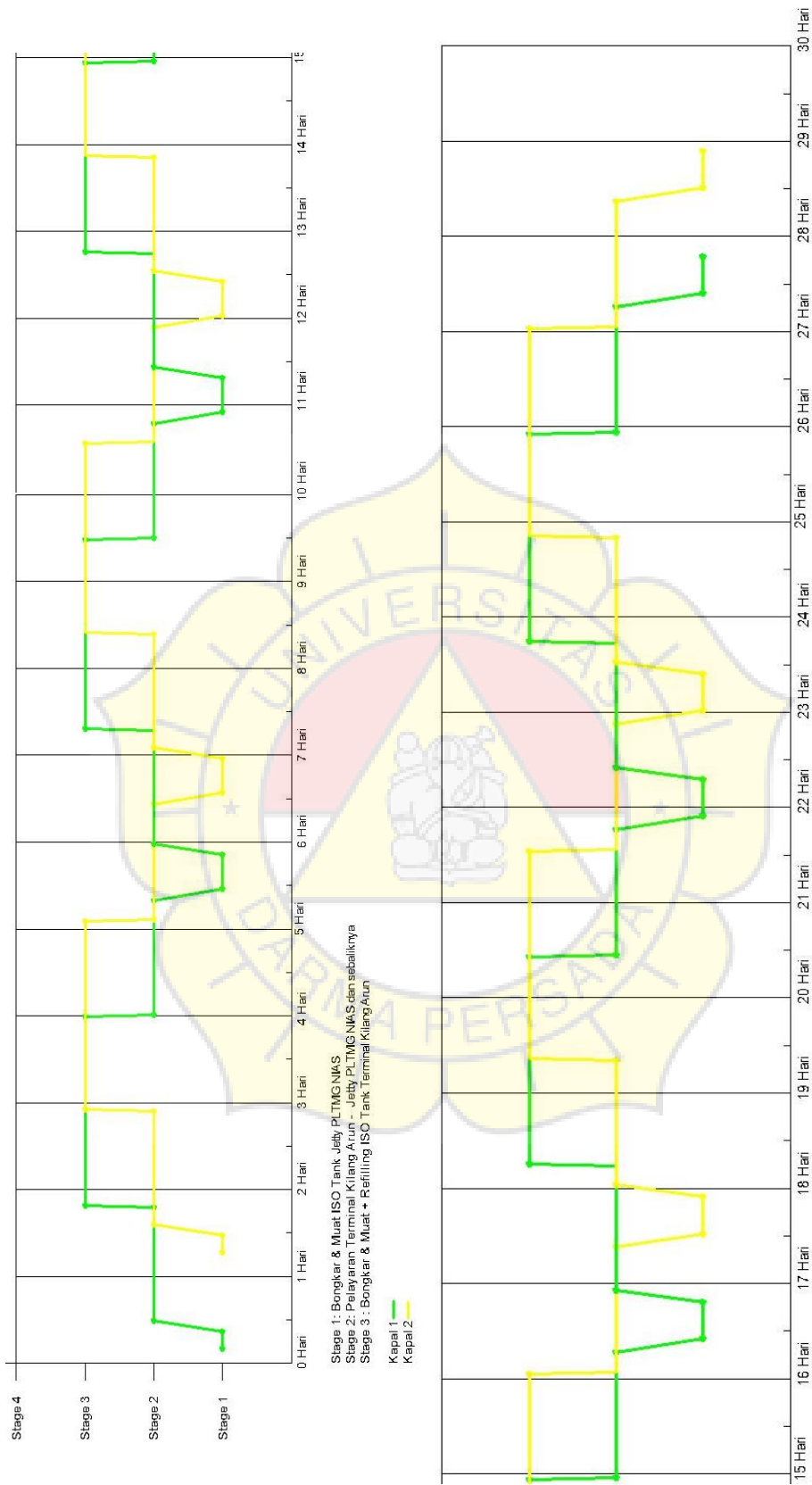
Perencanaan pelayaran pemenuhan kebutuhan LNG PLTMG Nias dengan menggunakan kapal *Supply*. Berdasarkan pada kondisi Terminal Kilang Arun lhokseumawe, pada *Plan B* tahap 2 terdapat perubahan dengan melakukan penambahan pada jumlah ISO tank, menjadi 2×36 unit atau 72 ISO Tank, untuk dispenser pengisian LNG berjumlah tetap terdapat 1 dispenser untuk pengisian LNG. Dengan jumlah 72 ISO Tank dengan maksud 36 pertama isi dan digunakan pada PLTMG dan 36 kedua kosong dan melakukan refelling pada Terminal Kilang Arun, serta penambahan 1 kapal sehingga mempercepat waktu pengiriman LNG.

Adapun untuk estimasi waktu yang dibutuhkan untuk *Plan B* ini dalam 1 kali perjalanan dapat dilihat pada tabel 5.35 dari Terminal Kilang Arun – Jetty PLTMG Nias – Kilang Arun – Jetty PLTMG Nias.

Tabel 5.34 Estimasi Waktu Pelayaran *Plan B* Tahap 2.

<i>Plan B</i>					
No.	Keterangan	Jarak (NM)	Kecepatan	Waktu Dibutuhkan	Ket.
JETTY PLTMG NIAS - TERMINAL KILANG ARUN					
1	Jetty PLTMG Nias	-	-	4 Jam 40 Menit	Muat
2	Berlayar	432	14,02	1 Hari 7 Jam 20 Menit	-
3	Manuver	15	3	3 Jam	-
4	Dermaga	-	-	1 Jam	Pandu, Sandar & Tambat
5	Terminal Kilang Arun	-	-	2 Hari 23 Jam 20 Menit	Bongkar + Refilling
TERMINAL KILANG ARUN - JETTY PLTMG NIAS					
1	Terminal Kilang Arun	-	-	4 Jam 40 Menit	-
2	Berlayar	440	14,02	1 Hari 7 Jam 38 Menit	-
3	Manuver	7	3	3 Jam 23 Menit	-
4	Dermaga	-	-	1 Jam	Pandu, Sandar & Tambat
5	Jetty PLTMG Nias	-	-	4 Jam 40 Menit	Bongkar
JETTY PLTMG NIAS - TERMINAL KILANG ARUN					
1	Jetty PLTMG Nias	-	-	4 Jam 40 Menit	Muat
2	Berlayar	432	14,02	1 Hari 7 Jam 20 Menit	-
3	Manuver	15	3	3 Jam	-
4	Dermaga	-	-	1 Jam	Pandu, Sandar & Tambat
5	Terminal Kilang Arun	-	-	2 Hari 23 Jam 20 Menit	Bongkar + Refilling
Total Waktu				8 Hari 5 Jam 22 Menit	

Sumber: Data Hasil Olahan.



Sumber: Data Hasil Olahan.

Gambar 5.16 Cycle Times Plan B Tahap 2.

5.4.2.3 Plan C.



Sumber: Data Hasil Olahan.

Gambar 5.17 Plan C Tahap 2.

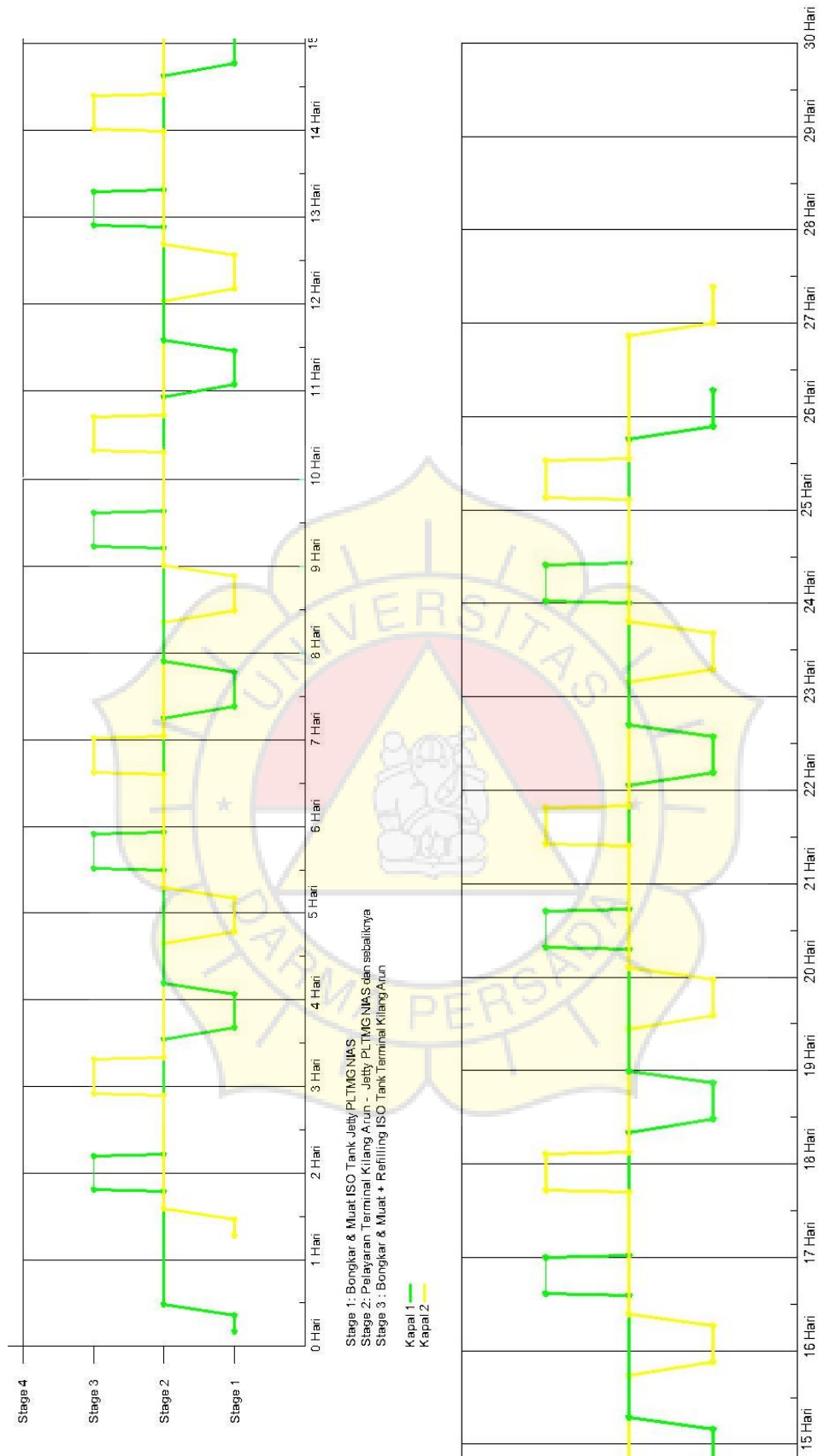
Perencanaan pelayaran pemenuhan kebutuhan LNG PLTMG Nias dengan menggunakan kapal *Supply*. Berdasarkan pada kondisi Terminal Kilang Arun lhokseumawe, pada *Plan C* tahap 2 terdapat perubahan dengan melakukan penambahan pada jumlah ISO tank, menjadi 2×36 unit atau 72 ISO Tank, untuk dispenser pengisian LNG terdapat penambahan 1 dispenser untuk pengisian LNG, sehingga terdapat 2 dispenser. Dengan jumlah 72 ISO Tank dengan maksud 36 pertama isi dan digunakan pada PLTMG dan 36 kedua kosong dan melakukan refelling pada Terminal Kilang Arun, serta penambahan 1 kapal sehingga mempercepat waktu pengiriman LNG.

Adapun untuk estimasi waktu yang dibutuhkan untuk *Plan C* ini dalam 1 kali perjalanan dapat dilihat pada tabel 5.36 dari Terminal Kilang Arun – Jetty PLTMG Nias – Kilang Arun – Jetty PLTMG Nias.

Tabel 5.35 Estimasi Waktu Pelayaran *Plan C* Tahap 2.

<i>Plan C</i>					
No.	Keterangan	Jarak (Nm)	Kecepatan	Waktu Dibutuhkan	Ket.
JETTY PLTMG NIAS - TERMINAL KILANG ARUN					
1	Jetty Pltmg Nias	-	-	4 Jam 40 Menit	Muat
2	Berlayar	432	14,02	1 Hari 7 Jam 20 Menit	-
3	Manuver	15	3	3 Jam	-
4	Dermaga	-	-	1 Jam	Pandu, Sandar & Tambat
5	Terminal Kilang Arun	-	-	1 Hari 23 Jam 29 Menit	Bongkar + Refilling
TERMINAL KILANG ARUN - JETTY PLTMG NIAS					
1	Terminal Kilang Arun	-	-	4 Jam 40 Menit	-
2	Berlayar	440	14,02	1 Hari 7 Jam 38 Menit	-
3	Manuver	7	3	3 Jam 23 Menit	-
4	Dermaga	-	-	1 Jam	Pandu, Sandar & Tambat
5	Jetty Pltmg Nias	-	-	4 Jam 40 Menit	Bongkar
JETTY PLTMG NIAS - TERMINAL KILANG ARUN					
1	Jetty Pltmg Nias	-	-	4 Jam 40 Menit	Muat
2	Berlayar	432	14,02	1 Hari 7 Jam 20 Menit	-
3	Manuver	15	3	3 Jam	-
4	Dermaga	-	-	1 Jam	Pandu, Sandar & Tambat
5	Terminal Kilang Arun	-	-	1 Hari 23 Jam 29 Menit	Bongkar + Refilling
Total Waktu				7 Hari 5 Jam 31 Menit	

Sumber: Data Hasil Olahan.

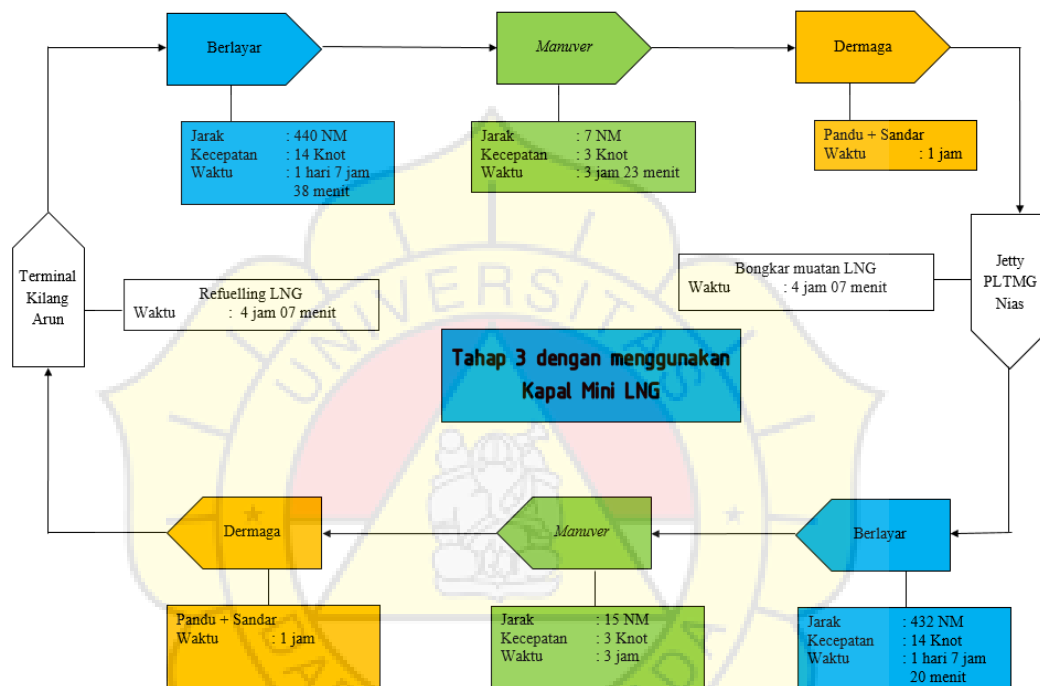


Sumber: Data Hasil Olahan.

Gambar 5.18 Cycle Times Plan C Tahap 2.

5.4.3 Supply LNG Tahap 3.

Dengan kebutuhan LNG sesuai dengan perhitungan pada sub 5.2.3 kebutuhan LNG semakin meningkat, maka pemenuhan dengan kapal yang telah dipilih berdasarkan sub 5.3 dengan menggunakan kapal *LNG Carrier* hal ini dipertimbangkan karena lebih efisien dalam membawa muatan yang cukup banyak terutama untuk penyuplaian LNG pada PLTMG Nias di tahap 3. Perhitungan rencana *Supply* tahap 3 adalah sebagai berikut:



Sumber: Data Hasil Olahan.

Gambar 5.19 *Plan* Tahap 3.

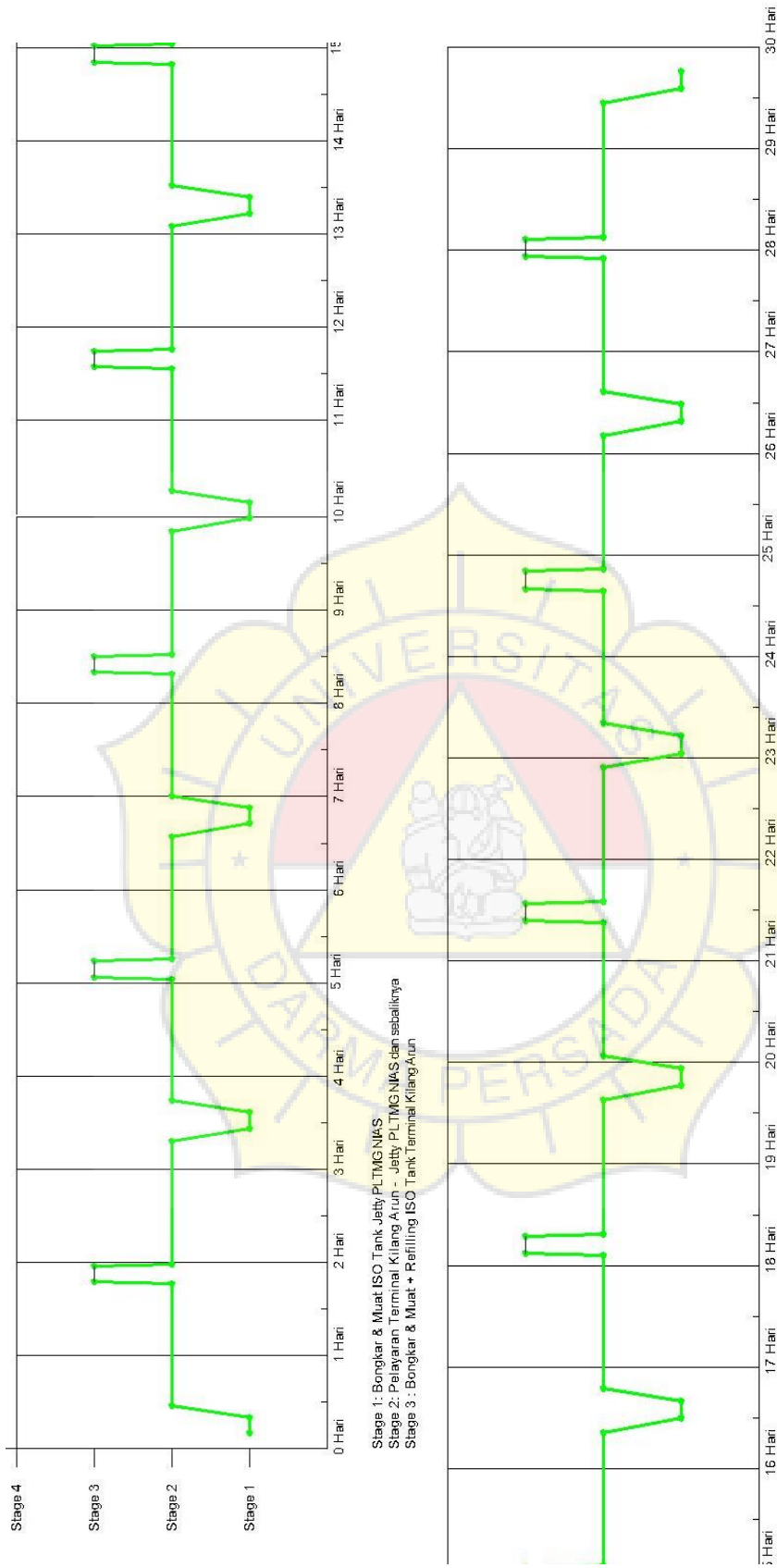
Berdasarkan pada kondisi Terminal Kilang Arun Ilokseumawe, pada *Plan* untuk tahap 3 terdapat perubahan dengan melakukan penggantian menggunakan kapal *Mini LNG Carrier*, hal tersebut berkaitan dengan jumlah muatan yang cukup banyak jika menggunakan ISO Tank, dan di asumsikan kebutuhan LNG yang meningkat sejalan dengan meningkatnya kebutuhan listrik di Pulau Nias. Dengan jumlah kebutuhan sebanyak 1654,181 m³ atau 37 ISO Tank per harinya menjadikan pemilihan kapal pada tahap 3 yaitu *Mini LNG Carrier*.

Adapun untuk estimasi waktu yang dibutuhkan untuk *Plan* tahap 3 ini dalam 1 kali perjalanan dapat dilihat pada tabel dari Terminal Kilang Arun – Jetty PLTMG Nias – Kilang Arun – Jetty PLTMG Nias.

Tabel 5.36 Estimasi Waktu Pelayaran *Plan* Tahap 3.

<i>Plan</i> Tahap 3					
No.	Keterangan	Jarak	Kecepatan	Waktu dibutuhkan	ket.
JETTY PLTMG NIAS - TERMINAL KILANG ARUN					
1	Jetty Pltmg Nias	-	-	4 Jam 07 Menit	Muat
2	Berlayar	432	14,02	1 hari 7 Jam 20 Menit	-
3	Manuver	15	3	3 Jam	-
4	Dermaga	-	-	1 Jam	Pandu, Sandar & Tambat
5	Terminal Kilang Arun	-	-	-	-
TERMINAL KILANG ARUN - JETTY PLTMG NIAS					
1	Terminal Kilang Arun	-	-	4 Jam 07 Menit	Refuelling
2	Berlayar	440	14,02	1 Hari 7 Jam 38 Menit	-
3	Manuver	7	3	3 Jam 23 Menit	-
4	Dermaga	-	-	1 Jam	Pandu, Sandar & Tambat
5	Jetty Pltmg Nias	-	-	-	-
JETTY PLTMG NIAS - TERMINAL KILANG ARUN					
1	Jetty PLTMG Nias	-	-	4 Jam 07 Menit	Bongkar
2	Berlayar	432	14,02	1 hari 7 Jam 20 Menit	-
3	Manuver	15	3	3 Jam	-
4	Dermaga	-	-	1 Jam	Pandu, Sandar & Tambat
5	Terminal Kilang Arun	-	-	-	-
Total Waktu				4 Hari 23 Jam 02 Menit	

Sumber: Data Hasil Olahan.



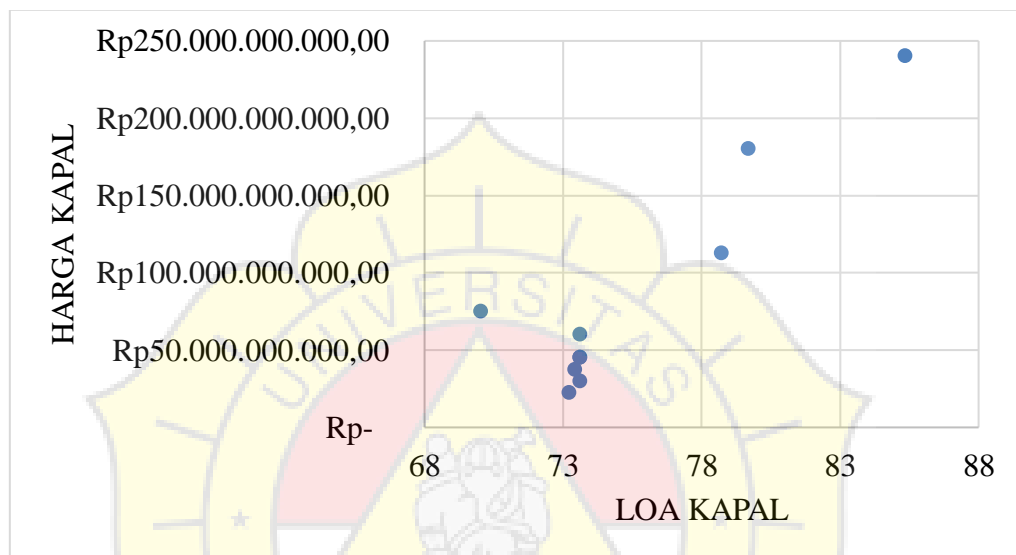
Sumber: Data Hasil Olahan.

Gambar 5.20 Cycle Times Plan Tahap 3

5.5 Perhitungan Biaya Transportasi.

Berdasarkan data pada Tabel 4.9 bahwa harga Kapal *Supply Vessel* yang sesuai untuk kebutuhan pengangkutan LNG ialah Kapal *C Legacy* dengan panjang kapal 4830 DWT, dan bila dihitung harga setiap panjang kapal 85,34 m, maka akan didapat :

$$\frac{Rp\ 240.424.800.000,00}{85,35} = Rp\ 49.777.391,30$$



Sumber: Data Hasil Olahan.

Gambar 5.21 Harga Kapal berdasarkan LOA Kapal

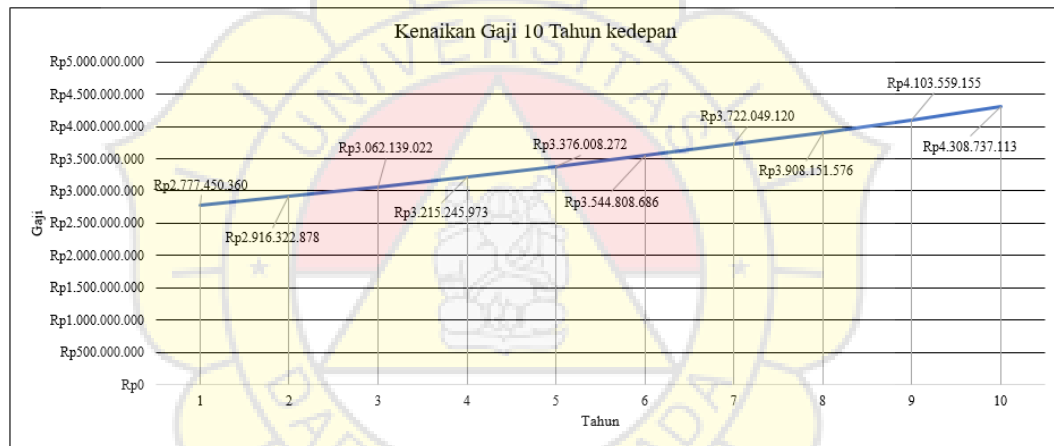
Tabel 5.37 Perhitungan Biaya Gaji ABK.

No.	Jabatan	Gaji Bulanan (Rp)	Cuti Pengganti Berlayar (Rp)	Tunjangan / Bulan (Rp)	Total per Tahun (Rp)
1	Nahkoda	Rp19.863.221	Rp5.958.966	Rp1.500.000	Rp327.866.243
2	Mualim 1	Rp15.148.487	Rp4.544.546	Rp1.500.000	Rp254.316.389
3	Mualim 2	Rp10.905.208	Rp3.271.563	Rp1.500.000	Rp188.121.244
4	Mualim 3	Rp10.202.198	Rp3.060.660	Rp1.500.000	Rp177.154.292
5	Serang	Rp6.610.292	Rp1.983.088	Rp1.500.000	Rp121.120.555
6	Juru Mudi	Rp4.751.813	Rp1.425.544	Rp1.500.000	Rp92.128.282
7	Kelasi	Rp4.531.083	Rp1.359.325	Rp1.500.000	Rp88.684.891
8	KKM	Rp16.839.597	Rp5.051.879	Rp1.500.000	Rp280.697.702
9	Masinis 1	Rp15.148.487	Rp1.394.546	Rp1.500.000	Rp216.516.389
10	Masinis 2	Rp10.905.208	Rp3.271.563	Rp1.500.000	Rp188.121.244
11	Masinis 3	Rp9.635.198	Rp2.890.560	Rp1.500.000	Rp168.309.092
12	Mandor	Rp6.610.292	Rp1.983.088	Rp1.500.000	Rp121.120.555

Mesin					
13	Electrician	Rp8.394.114	Rp2.518.234	Rp1.500.000	Rp148.948.171
14	Juru Minyak	Rp4.751.813	Rp1.425.544	Rp1.500.000	Rp92.128.282
15	Koki	Rp4.751.813	Rp1.425.544	Rp1.500.000	Rp92.128.282
16	Pelayan	Rp4.531.083	Rp1.359.325	Rp1.500.000	Rp88.684.891
17	Super Cargo	Rp7.269.478	Rp2.180.844	Rp1.500.000	Rp131.403.856
Total					Rp2.777.450.360

Sumber: PM 22 Tahun 2018

Biaya yang dikeluarkan untuk gaji ABK berdasarkan PM 22 Tahun 2018 dengan penambahan 5% untuk tahun ini, dan eskalasi kenaikan gaji untuk setiap tahunnya 5% sehingga untuk 10 tahun kedepan seperti dapat dilihat pada gambar 5.21 berikut ini.



Sumber: Data Hasil Olahan.

Gambar 5.22 Asumsi Kenaikan Biaya Gaji 10 Tahun Kedepan.

Biaya yang dikeluarkan selain untuk gaji ABK ialah untuk menggaji pihak office atau karyawan yang berada didarat, seperti manager, staff dan operator. Di asumsikan susunan pegawai dan gaji yang akan diterima seperti pada tabel 5.38.

Tabel 5.38 Perhitungan Biaya Gaji Office dan Operator.

No	Jabatan	Jumlah	Gaji Bulanan (Rp)	Total per Tahun (Rp)
1	Direktur Utama	1	Rp45.000.000	Rp540.000.000
2	Direktur Operasi	1	Rp45.000.000	Rp540.000.000
3	Direktur Keuangan	1	Rp45.000.000	Rp540.000.000
4	Divisi Usaha dan Operasi Armada	1	Rp45.000.000	Rp540.000.000
5	Divisi Pemeliharaan	1	Rp45.000.000	Rp540.000.000

Armada				
6	Divisi SDM & Umum	1	Rp45.000.000	Rp540.000.000
7	Divisi Keuangan	1	Rp45.000.000	Rp540.000.000
8	Staff Divisi Operasi	2	Rp40.000.000	Rp480.000.000
10	Staff Divisi Ship Managemen	3	Rp60.000.000	Rp720.000.000
11	Staff Divisi Perencanaan & Pemeliharaan	3	Rp60.000.000	Rp720.000.000
13	Staff Divisi SDM & Umum	3	Rp60.000.000	Rp720.000.000
14	Staff Divisi Akuntansi & Keuangan	4	Rp80.000.000	Rp960.000.000
15	Operasional Kru darat	6	Rp90.000.000	Rp1.080.000.000
16	Office Boy	4	Rp20.000.000	Rp240.000.000
Total			Rp725.000.000	Rp8.700.000.000

Sumber: Data Hasil Olahan

Baju yang digunakan untuk bekerja atau baju *coverall safety*, perusahaan harus dapat menyediakan pakaian yang seragam, dapat dilihat pada Tabel 5.41 biaya yang dikeluarkan untuk biaya pakaian untuk ABK dalam 1 tahun.

Tabel 5.39 Perhitungan Biaya Pakaian ABK.

No.	Jabatan	Harga Pakaian	Jumlah	Harga/Tahun
1	Nahkoda	Rp1.000.000	2	Rp2.000.000
2	Mualim 1	Rp1.000.000	2	Rp2.000.000
3	Mualim 2	Rp1.000.000	2	Rp2.000.000
4	Mualim 3	Rp1.000.000	2	Rp2.000.000
5	Serang	Rp1.000.000	2	Rp2.000.000
6	Juru Mudi	Rp1.000.000	2	Rp2.000.000
7	Kelasi	Rp1.000.000	2	Rp2.000.000
8	KKM	Rp1.000.000	2	Rp2.000.000
9	Masinis 1	Rp1.000.000	2	Rp2.000.000
10	Masinis 2	Rp1.000.000	2	Rp2.000.000
11	Masinis 3	Rp1.000.000	2	Rp2.000.000
12	Mandor Mesin	Rp1.000.000	2	Rp2.000.000
13	<i>Electrician</i>	Rp1.000.000	2	Rp2.000.000
14	Juru Minyak	Rp1.000.000	2	Rp2.000.000
15	Koki	Rp1.000.000	2	Rp2.000.000
16	Pelayan	Rp1.000.000	2	Rp2.000.000
17	<i>Super Cargo</i>	Rp1.000.000	2	Rp2.000.000
Total				Rp34.000.000

Sumber: Data Hasil Olahan.

Perhitungan biaya yang digunakan untuk makan ABK dalam 1 hari dapat dilihat pada Tabel 5.42 hal tersebut mencakup makanan yang tersedia untuk makan pada mess kapal. Adapun bahan baku makanan yang disediakan untuk 1 orang dalam 1 hari ialah beras, daging sapi atau ayam, sayuran, susu, minyak, telur dan buah – buahan.

Tabel 5.40 Perhitungan Biaya Makan ABK.

No.	Jabatan	Jumlah ABK	Biaya Makan / Hari	Biaya Makan / Bulan	Biaya Makan / Tahun
1	Nahkoda	1	Rp100.000	Rp3.000.000	Rp36.500.000
2	Mualim 1	1	Rp90.000	Rp2.700.000	Rp32.850.000
3	Mualim 2	1	Rp80.000	Rp2.400.000	Rp29.200.000
4	Mualim 3	1	Rp80.000	Rp2.400.000	Rp29.200.000
5	Serang	1	Rp70.000	Rp2.100.000	Rp25.550.000
6	Juru Mudi	1	Rp70.000	Rp2.100.000	Rp25.550.000
7	Kelasi	1	Rp60.000	Rp1.800.000	Rp21.900.000
8	KKM	1	Rp90.000	Rp2.700.000	Rp32.850.000
9	Masinis 1	1	Rp80.000	Rp2.400.000	Rp29.200.000
10	Masinis 2	1	Rp80.000	Rp2.400.000	Rp29.200.000
11	Masinis 3	1	Rp75.000	Rp2.250.000	Rp27.375.000
12	Mandor Mesin	1	Rp70.000	Rp2.100.000	Rp25.550.000
13	<i>Electrician</i>	1	Rp70.000	Rp2.100.000	Rp25.550.000
14	Juru Minyak	1	Rp70.000	Rp2.100.000	Rp25.550.000
15	Koki	1	Rp70.000	Rp2.100.000	Rp25.550.000
16	Pelayan	1	Rp60.000	Rp1.800.000	Rp21.900.000
17	<i>Super Cargo</i>	1	Rp65.000	Rp1.950.000	Rp23.725.000
	Total				Rp467.200.000

Sumber: Data Hasil Olahan.

Biaya kesehatan didasari dengan biaya yang dikeluarkan untuk asuransi negara yaitu BPJS, dengan berdasar dari PP 82 Tahun 2018 dimana pembayaran di kenakan 5% dari PPU setiap bulanny, dan biaya kesehatan menyesuaikan dengan asuransi kesehatan yang digunakan.

Tabel 5.41 Perhitungan Biaya Kesehatan ABK.

No.	Jabatan	Biaya Kesehatan DiTanggung ABK / Bulan	Biaya Kesehatan DiTanggung Perusahaan / Bulan	Biaya Iuran Kesehatan Kelas 1 / Bulan	Total / Tahun
1	Nahkoda	Rp491.851	Rp909.925	Rp150.000	Rp18.621.310
2	Mualim 1	Rp375.105	Rp693.945	Rp150.000	Rp14.628.604
3	Mualim 2	Rp270.034	Rp499.562	Rp150.000	Rp11.035.153
4	Mualim 3	Rp252.626	Rp467.358	Rp150.000	Rp10.439.804
5	Serang	Rp163.683	Rp302.814	Rp150.000	Rp7.397.973
6	Juru Mudi	Rp117.664	Rp217.678	Rp150.000	Rp5.824.107
7	Kelasi	Rp112.198	Rp207.567	Rp150.000	Rp5.637.180
8	KKM	Rp416.980	Rp771.414	Rp150.000	Rp16.060.732
9	Masinis 1	Rp315.105	Rp582.945	Rp150.000	Rp12.576.604
10	Masinis 2	Rp270.034	Rp499.562	Rp150.000	Rp11.035.153
11	Masinis 3	Rp238.586	Rp441.384	Rp150.000	Rp9.959.636
12	Mandor Mesin	Rp163.683	Rp302.814	Rp150.000	Rp7.397.973
13	Electrician	Rp207.854	Rp384.530	Rp150.000	Rp8.908.615
14	Juru Minyak	Rp117.664	Rp217.678	Rp150.000	Rp5.824.107
15	Koki	Rp117.664	Rp217.678	Rp150.000	Rp5.824.107
16	Pelayan	Rp112.198	Rp207.567	Rp150.000	Rp5.637.180
17	Super Cargo	Rp180.006	Rp333.011	Rp150.000	Rp7.956.209
Total					Rp164.764.448

Sumber: Data Hasil Olahan.

Tabel 5.42 Perhitungan Biaya Kesehatan Office dan Operator.

Jabatan	Biaya Kesehatan DiTanggung pribadi / Bulan	Biaya Kesehatan DiTanggung Perusahaan / Bulan	Biaya Iuran Kesehatan Kelas 1 / Bulan	Total / Tahun
Direktur Utama	Rp450.000	Rp1.800.000	Rp150.000	Rp28.800.000
Direktur Operasi	Rp450.000	Rp1.800.000	Rp150.000	Rp28.800.000
Direktur Keuangan	Rp450.000	Rp1.800.000	Rp150.000	Rp28.800.000
Divisi Usaha dan Operasi Armada	Rp450.000	Rp1.800.000	Rp150.000	Rp28.800.000
Divisi Pemeliharaan	Rp450.000	Rp1.800.000	Rp150.000	Rp28.800.000

Armada				
Divisi SDM & Umum	Rp450.000	Rp1.800.000	Rp150.000	Rp28.800.000
Divisi Keuangan	Rp450.000	Rp1.800.000	Rp150.000	Rp28.800.000
Staff Divisi Operasi	Rp400.000	Rp1.600.000	Rp150.000	Rp25.800.000
Staff Divisi Ship	Rp600.000	Rp2.400.000	Rp150.000	Rp37.800.000
Managemen Staff Divisi Perencanaan & Pemeliharaan	Rp600.000	Rp2.400.000	Rp150.000	Rp37.800.000
Staff Divisi SDM & Umum	Rp600.000	Rp2.400.000	Rp150.000	Rp37.800.000
Staff Divisi Akuntansi & Keuangan Operasional	Rp800.000	Rp3.200.000	Rp150.000	Rp49.800.000
Kru darat	Rp900.000	Rp3.600.000	Rp150.000	Rp55.800.000
Office Boy	Rp200.000	Rp800.000	Rp150.001	Rp13.800.012
		Total		Rp460.200.012

Sumber: Data Hasil Olahan.

Berikut adalah hasil rekapitulasi perhitungan biaya tetap dan biaya tidak tetap untuk biaya transportasi

5.5.1 Tahap 1.

Tabel 5.43 Perhitungan Biaya Transportasi Tahap 1 *Plan A*.

plan a Tahap 1			
	Demand / Tahun	2555	ISO Tank / Tahun
	Jumlah pelayaran / Tahun	49	m3 / Tahun
	Total Perjalanan / Tahun	327	kali Pelayaran
			Hari
	Item	Perhitungan	Biaya Di Tanggung Per Tahun
Investasi	Harga Kapal	Rp240.424.800.000	Rp24.042.480.000
	Asuransi	1% Harga Kapal (PM 22 Tahun 2018)	Rp240.424.800
	Bunga	(sub 3,5,1,1)	Rp945.470.526
	Pengadaan Iso Tank	Rp311.830.966	Rp2.245.182.952

	Biaya Depresiasi	(sub 3,5,1,1)	Rp2.284.035.600
	Total		Rp25.189.522.678
Operasional Sisi Darat	Office dan Kru darat	(sub 3,5,1,1)	Rp10.610.200.012
	Biaya BBM operasional crane	(sub 3,5,1,1)	Rp10.759.863
	Total		Rp10.620.959.875
Operasional	Biaya Bbm	(sub 3,5,1,1)	Rp358.874.985
	Biaya Air Tawar	(sub 3,5,1,1)	Rp401.996.000
	Biaya Perbaikan	(sub 3,5,1,1)	Rp2.415.000.000
	Biaya Abk	(sub 3,5,1,1)	Rp3.443.414.808
	Total		Rp6.619.285.793
<i>Voyage</i>	Biaya Pelabuhan	(PM 22 Tahun 2018) & (PP 15 Tahun 2016)	Rp156.665.250
	Biaya Pandu	(PM 22 Tahun 2018) & (PP 15 Tahun 2016)	Rp4.179.112
	Biaya Rambu	(PM 22 Tahun 2018) & (PP 15 Tahun 2016)	Rp2.984.100
	Total		Rp163.828.462
	total biaya keseluruhan		Rp40.348.413.856
	ACC		Rp43.567.701.928
	RFR		Rp17.051.938

Sumber: Data Hasil Olahan.

Sesuai dengan rencana tahap 1 *Plan A*, biaya keseluruhan yang dibutuhkan ialah sebesar Rp40.348.413.856, dengan besaran RFR untuk 1 buah ISO Tank pada tahap 1 *Plan A* ialah Rp17.051.938,00 atau Rp378.932,00 untuk setiap 1 m³. Perhitungan biaya *voyage* dihitung dalam 1 pelabuhan yaitu Terminal Kilang Arun.

Tabel 5.44 Perhitungan Biaya Transportasi Tahap 1 *Plan B*.

plan B Tahap 1		
Demand / Tahun	2555	ISO Tank / Tahun
Jumlah pelayaran / Tahun	111325	m3 / Tahun
Total Perjalanan / Tahun	49	kali Pelayaran
	327	Hari
Item	Perhitungan	Biaya Di Tanggung Per Tahun
Investasi	Harga Kapal	Rp240.424.800.000
	Asuransi	1% Harga Kapal (PM 22 Tahun 2018)
	Bunga	(sub 3,5,1,1)
		Rp240.424.800
		Rp945.470.526

	Pengadaan Iso Tank	Rp311.830.966	Rp2.245.182.952
	Biaya Depresiasi	(sub 3,5,1,1)	Rp2.284.035.600
			Total Rp25.189.522.678
Operasional Sisi Darat	Office dan Kru darat	(sub 3,5,1,1)	Rp10.610.200.012
	Biaya BBM operasional crane	(sub 3,5,1,1)	Rp10.759.863
		Total	Rp10.620.959.875
Operasional	Biaya Bbm	(sub 3,5,1,1)	Rp424.790.798
	Biaya Air Tawar	(sub 3,5,1,1)	Rp475.832.000
	Biaya Perbaikan	(sub 3,5,1,1)	Rp2.415.000.000
	Biaya Abk	(sub 3,5,1,1)	Rp3.443.414.808
		Total	Rp6.619.285.793
<i>Voyage</i>	Biaya Pelabuhan	(PM 22 Tahun 2018) & (PP 15 Tahun 2016)	Rp185.440.500
	Biaya Pandu	(PM 22 Tahun 2018) & (PP 15 Tahun 2016)	Rp4.946.704
	Biaya Rambu	(PM 22 Tahun 2018) & (PP 15 Tahun 2016)	Rp3.532.200
		Total	Rp193.919.404
		total biaya keseluruhan	Rp40.378.504.798
		ACC	Rp43.597.792.870
		RFR	Rp17.063.715

Sumber: Data Hasil Olahan.

Sesuai dengan rencana tahap 1 *Plan B*, biaya keseluruhan yang dibutuhkan ialah sebesar Rp40.378.504.798, dengan besaran RFR untuk 1 buah ISO Tank pada *Plan B* adalah Rp17.063.715,00 atau Rp379,194,00 untuk setiap 1 m³. Perhitungan biaya *voyage* dihitung dalam 1 pelabuhan yaitu Terminal Kilang Arun.

Tabel 5.45 Perhitungan Biaya Transportasi Tahap 1 *Plan C*.

Plan C tahap 1			
	Demand / Tahun	2555	ISO Tank / Tahun
		111325	m ³ / Tahun
	Jumlah pelayaran / Tahun	67	kali Pelayaran
	Total Perjalanan / Tahun	332	Hari
Item	Perhitungan	Biaya Di Tanggung Per Tahun	
Investasi	Harga Kapal	Rp240.424.800.000	Rp24.042.480.000

	Asuransi	1% Harga Kapal (PM 22 Tahun 2018)	Rp240.424.800
	Bunga	(sub 3,5,1,1)	Rp945.470.526
	Pengadaan Iso Tank	Rp311.830.966	Rp2.245.182.952
	Biaya Depresiasi	(sub 3,5,1,1)	Rp2.284.035.600
		Total	Rp25.189.522.678
Operasional Sisi Darat	Office dan Kru darat	(sub 3,5,1,1)	Rp10.610.200.012
	Biaya BBM operasional crane	(sub 3,5,1,1)	Rp10.759.863
		Total	Rp10.620.959.875
Operasional	Biaya Bbm	(sub 3,5,1,1)	Rp490.706.612
	Biaya Air Tawar	(sub 3,5,1,1)	Rp549.668.000
	Biaya Perbaikan	(sub 3,5,1,1)	Rp2.415.000.000
	Biaya Abk	(sub 3,5,1,1)	Rp3.443.414.808
		Total	Rp6.898.789.420
<i>Voyage</i>	Biaya Pelabuhan	(PM 22 Tahun 2018) & (PP 15 Tahun 2016)	Rp214.215.750
	Biaya Pandu	(PM 22 Tahun 2018) & (PP 15 Tahun 2016)	Rp5.714.296
	Biaya Rambu	(PM 22 Tahun 2018) & (PP 15 Tahun 2016)	Rp4.080.300
		Total	Rp224.010.346
		total biaya keseluruhan	Rp40.408.595.740
		ACC	Rp43.627.883.812
		RFR	Rp17.075.493

Sumber: Data Hasil Olahan.

Sesuai dengan rencana tahap 1 *Plan C*, biaya keseluruhan yang dibutuhkan ialah sebesar Rp40.408.595.740, dengan besaran RFR untuk 1 buah ISO Tank pada *Plan C* adalah Rp17.075.493,00 atau Rp379.455,00 untuk setiap 1 m³. Perhitungan biaya *voyage* dihitung dalam 1 pelabuhan yaitu Terminal Kilang Arun.

Tabel 5.46 Perhitungan Biaya Transportasi Tahap 1 *Plan D*.

plan d tahap 1		
Demand / Tahun	2555	ISO Tank / Tahun
	111325	m3 / Tahun
Jumlah pelayaran / Tahun	85	kali Pelayaran
Total Perjalanan / Tahun	260	Hari

	Item	Perhitungan	Biaya Di Tanggung Per Tahun
Investasi	Harga Kapal	Rp240.424.800.000	Rp24.042.480.000
	Asuransi	1% Harga Kapal (PM 22 Tahun 2018)	Rp240.424.800
	Bunga	(sub 3,5,1,1)	Rp945.470.526
	Pengadaan Iso Tank	Rp311.830.966	Rp3.367.774.428
	Biaya Depresiasi	(sub 3,5,1,1)	Rp2.284.035.600
	Total		Rp26.312.114.154
Operasional Sisi Darat	Office dan Kru darat	(sub 3,5,1,1)	Rp10.610.200.012
	Biaya BBM operasional crane	(sub 3,5,1,1)	Rp10.759.863
	Total		Rp10.620.959.875
Operasional	Biaya Bbm	(sub 3,5,1,1)	Rp622.538.239
	Biaya Air Tawar	(sub 3,5,1,1)	Rp697.340.000
	Biaya Perbaikan	(sub 3,5,1,1)	Rp2.415.000.000
	Biaya Abk	(sub 3,5,1,1)	Rp3.443.414.808
	Total		Rp7.178.293.047
Voyage	Biaya Pelabuhan	(PM 22 Tahun 2018) & (PP 15 Tahun 2016)	Rp271.766.250
	Biaya Pandu	(PM 22 Tahun 2018) & (PP 15 Tahun 2016)	Rp7.249.480
	Biaya Rambu	(PM 22 Tahun 2018) & (PP 15 Tahun 2016)	Rp5.176.500
	Total		Rp284.192.230
	total biaya keseluruhan		Rp40.468.777.624
	ACC		Rp43.688.065.696
	RFR		Rp17.099.047

Sumber: Data Hasil Olahan.

Sesuai dengan rencana tahap 1 *Plan D*, biaya keseluruhan yang dibutuhkan ialah sebesar Rp40.468.777.624, dengan besaran RFR untuk 1 buah ISO Tank pada *Plan D* adalah Rp17.099.047,00 atau Rp379.979,00 untuk setiap 1 m³. Perhitungan biaya *voyage* dihitung dalam 1 pelabuhan yaitu Terminal Kilang Arun.

5.5.2 Tahap 2.

Tabel 5.47 Perhitungan Biaya Transportasi Tahap 2 *Plan A*.

plan a tahap 2		
Demand / Tahun	2555	ISO Tank / Tahun
Jumlah pelayaran / Tahun	111325	m3 / Tahun
Total Perjalanan / Tahun	85	kali Pelayaran
	260	Hari
Item	Perhitungan	Biaya Di Tanggung Per Tahun
Investasi	Harga Kapal	Rp240.424.800.000
	Asuransi	1% Harga Kapal (PM 22 Tahun 2018)
	Bunga	(sub 3,5,1,1)
	Pengadaan Iso Tank	Rp311.830.966
	Biaya Depresiasi	(sub 3,5,1,1)
	Total	Rp26.312.114.154
Operasional Sisi Darat	Office dan Kru darat	(sub 3,5,1,1)
	Biaya BBM operasional crane	(sub 3,5,1,1)
	Total	Rp10.620.959.875
Operasional	Biaya Bbm	(sub 3,5,1,1)
	Biaya Air Tawar	(sub 3,5,1,1)
	Biaya Perbaikan	(sub 3,5,1,1)
	Biaya Abk	(sub 3,5,1,1)
	Total	Rp7.178.293.047
Voyage	Biaya Pelabuhan	(PM 22 Tahun 2018) & (PP 15 Tahun 2016)
	Biaya Pandu	(PM 22 Tahun 2018) & (PP 15 Tahun 2016)
	Biaya Rambu	(PM 22 Tahun 2018) & (PP 15 Tahun 2016)
	Total	Rp284.192.230
	total biaya keseluruhan	Rp40.468.777.624
	ACC	Rp43.688.065.696
	RFR	Rp17.099.047

Sumber: Data Hasil Olahan.

Sesuai dengan rencana tahap 2 *Plan A*, biaya keseluruhan yang dibutuhkan ialah sebesar Rp40.468.777.624, dengan besaran RFR pada *Plan A* tahap 2 adalah Rp17.099.047,00 atau Rp379.979,00 untuk setiap 1 m³. Perhitungan biaya *voyage* dihitung dalam 1 pelabuhan yaitu Terminal Kilang Arun.

Tabel 5.48 Perhitungan Biaya Transportasi Tahap 2 *Plan B*.

plan b tahap 2			
Demand / Tahun		2555	ISO Tank / Tahun
Jumlah pelayaran / Tahun		111325	m3 / Tahun
Total Perjalanan / Tahun		49	kali Pelayaran
		327	Hari
Item	Perhitungan	Biaya Di Tanggung Per Tahun	
Investasi	Harga Kapal	Rp240.424.800.000	Rp48.084.960.000
	Asuransi	1% Harga Kapal (PM 22 Tahun 2018)	Rp480.849.600
	Bunga	(sub 3,5,1,1)	Rp1.890.941.052
	Pengadaan Iso Tank	Rp311.830.966	Rp2.245.182.952
	Biaya Depresiasi	(sub 3,5,1,1)	Rp4.568.071.200
	Total		Rp48.133.862.404
Operasional Sisi Darat	Office dan Kru darat	(sub 3,5,1,1)	Rp10.610.200.012
	Biaya BBM operasional crane	(sub 3,5,1,1)	Rp10.759.863
	Total		Rp10.620.959.875
Operasional	Biaya Bbm	(sub 3,5,1,1)	Rp717.749.970
	Biaya Air Tawar	(sub 3,5,1,1)	Rp803.992.000
	Biaya Perbaikan	(sub 3,5,1,1)	Rp4.830.000.000
	Biaya Abk	(sub 3,5,1,1)	Rp6.886.829.616
	Total		Rp13.238.571.586
<i>Voyage</i>	Biaya Pelabuhan	(PM 22 Tahun 2018) & (PP 15 Tahun 2016)	Rp313.330.500
	Biaya Pandu	(PM 22 Tahun 2018) & (PP 15 Tahun 2016)	Rp8.358.224
	Biaya Rambu	(PM 22 Tahun 2018) & (PP 15 Tahun 2016)	Rp5.968.200
	Total		Rp327.656.924
	total biaya keseluruhan		Rp69.314.996.852
	ACC		Rp75.753.572.996
	RFR		Rp29.649.148

Sumber: Data Hasil Olahan.

Sesuai dengan rencana tahap 2 *Plan B*, biaya keseluruhan yang dibutuhkan ialah sebesar Rp69.314.996.852, dengan besaran RFR untuk 1 buah ISO Tank pada *Plan b* adalah Rp29.649.148,00 atau Rp658.870,00 untuk setiap 1 m³. Perhitungan biaya *voyage* dihitung dalam 1 pelabuhan yaitu Terminal Kilang Arun.

Tabel 5.49 Perhitungan Biaya Transportasi Tahap 2 *Plan C*.

plan c tahap 2			
Demand / Tahun		2555	ISO Tank / Tahun
Jumlah pelayaran / Tahun		111325	m3 / Tahun
Total Perjalanan / Tahun		58	kali Pelayaran
		295	Hari
Item	Perhitungan	Biaya Di Tanggung Per Tahun	
Investasi	Harga Kapal	Rp240.424.800.000	Rp48.084.960.000
	Asuransi	1% Harga Kapal (PM 22 Tahun 2018)	Rp480.849.600
	Bunga	(sub 3,5,1,1)	Rp1.890.941.052
	Pengadaan Iso Tank	Rp311.830.966	Rp336.777.442.848
	Biaya Depresiasi	(sub 3,5,1,1)	Rp4.568.071.200
	Total		Rp382.666.122.300
Operasional Sisi Darat	Office dan Kru darat	(sub 3,5,1,1)	Rp10.610.200.012
	Biaya BBM operasional crane	(sub 3,5,1,1)	Rp10.759.863
	Total		Rp10.620.959.875
Operasional	Biaya Bbm	(sub 3,5,1,1)	Rp849.581.597
	Biaya Air Tawar	(sub 3,5,1,1)	Rp951.664.000
	Biaya Perbaikan	(sub 3,5,1,1)	Rp4.830.000.000
	Biaya Abk	(sub 3,5,1,1)	Rp6.886.829.616
	Total		Rp13.518.075.213
<i>Voyage</i>	Biaya Pelabuhan	(PM 22 Tahun 2018) & (PP 15 Tahun 2016)	Rp370.881.000
	Biaya Pandu	(PM 22 Tahun 2018) & (PP 15 Tahun 2016)	Rp9.893.408
	Biaya Rambu	(PM 22 Tahun 2018) & (PP 15 Tahun 2016)	Rp7.064.400
	Total		Rp387.838.808
	total biaya keseluruhan		Rp69.375.178.736
	ACC		Rp75.813.754.880
	RFR		Rp29.672.702

Sumber: Data Hasil Olahan.

Sesuai dengan rencana tahap 2 *Plan C*, biaya keseluruhan yang dibutuhkan ialah sebesar Rp396.572.036.321, dengan besaran RFR untuk 1 buah ISO Tank pada *Plan C* adalah Rp157.734.095,00 atau Rp659.393,00 untuk setiap 1 m³. Perhitungan biaya *voyage* dihitung dalam 1 pelabuhan yaitu Terminal Kilang Arun.

5.5.3 Tahap 3.

Tabel 5.50 Perhitungan Biaya Transportasi Tahap 3.

tahap 3			
	Demand / Tahun	2555	ISO Tank / Tahun
	Jumlah pelayaran / Tahun	111325	m3 / Tahun
	Total Perjalanan / Tahun	87	kali Pelayaran
		329	Hari
	Item	Perhitungan	Biaya Di Tanggung Per Tahun
Investasi	Harga Kapal	Rp247.368.476.492	Rp24.736.847.649
	Asuransi	1% Harga Kapal (PM 22 Tahun 2018)	Rp247.368.476
	Bunga	(sub 3,5,1,1)	Rp972.776.534
	Pengadaan Iso Tank	Rp0	Rp0
	Biaya Depresiasi	(sub 3,5,1,1)	Rp2.350.000.527
	Total		Rp23.606.992.133
Operasional Sisi Darat	Office dan Kru darat	(sub 3,5,1,1)	Rp10.610.200.012
	Biaya BBM operasional crane	(sub 3,5,1,1)	Rp10.759.863
	Total		Rp10.620.959.875
Operasional	Biaya Bbm	(sub 3,5,1,1)	Rp232.038.759
	Biaya Air Tawar	(sub 3,5,1,1)	Rp713.748.000
	Biaya Perbaikan	(sub 3,5,1,1)	Rp1.236.842.382
	Biaya Abk	(sub 3,5,1,1)	Rp3.443.414.808
	Total		Rp5.626.043.950
Voyage	Biaya Pelabuhan	(PM 22 Tahun 2018) & (PP 15 Tahun 2016)	Rp700.289.100
	Biaya Pandu	(PM 22 Tahun 2018) & (PP 15 Tahun 2016)	Rp9.893.408
	Biaya Rambu	(PM 22 Tahun 2018) & (PP 15 Tahun 2016)	Rp13.338.840
	Total		Rp723.521.348
	total biaya keseluruhan		Rp40.392.601.532
	ACC		Rp43.704.865.432
	RFR		Rp6.605.212

Sumber: Data Hasil Olahan.

Sesuai dengan rencana tahap 3, biaya keseluruhan yang dibutuhkan ialah sebesar Rp40.392.601.532, dengan besaran RFR untuk 1 m³ pada Tahap 3 adalah Rp6.605.212. berdasarkan pada portal berita kontan.co.id kebijakan harga gas per MMBTU yang diberlakukan pemerintah adalah US\$6 sehingga bila dikalikan

dengan kebutuhan LNG pada tahap 3 adalah Rp3.709.945. Terdapat perbedaan harga dengan penetapan harga yang ditetapkan oleh pemerintah, hal tersebut dikarenakan adanya pengadaan atau pembelian kapal yang akan digunakan pada tahap 3 ini. Perhitungan biaya *voyage* dihitung dalam 1 pelabuhan yaitu Terminal Kilang Arun.

5.6 Pengambilan Keputusan.

Pemilihan rencana yang sesuai dengan tiap tahap berdasarkan perhitungan *Supply demand* pada sub bab 5.4 dan perhitungan biaya transportasi pada sub 5.5, maka pengambilan keputusan untuk rencana pada setiap tahapnya adalah sebagai berikut.

5.6.1 Tahap 1.

Dengan mempertimbangkan 4 rencana (*Plan*) yang telah dihitung pada sub – sub bab 5.4.1 Tahap 1 dan perhitungan biaya pada sub 5.5, sehingga disimpulkan *Plan* yang terbaik untuk tahap 1 dengan memperhatikan efisiensi dimulai dari biaya yang dikeluarkan, waktu yang dibutuhkan dan kapasitas yang tersedia untuk dapat diangkut.

Tabel 5.51 Pengambilan Keputusan Tahap 1.

<i>Plan</i> yang digunakan	Biaya	Waktu	Kapasitas	Jumlah
<i>Plan a</i>	★★★★★	★☆☆☆☆	★★☆☆☆	8
<i>Plan b</i>	★★★★☆	★★☆☆☆	★★★☆☆	10
<i>Plan c</i>	★★★★☆	★★★★★	★★★★★	11
<i>Plan d</i>	★★☆☆☆	★★★★★	★★★★★	10

Sumber: Data Hasil Olahan.

Keterangan :

★: menyatakan nilai 1

☆: Menyatakan nilai 0

Dengan berdasarkan tabel 5.33, dengan *Plan C* mendapatkan jumlah nilai tertinggi ialah 11, dan *Plan A* mendapatkan jumlah nilai terendah yaitu 8. Dengan mempertimbangkan hasil tersebut untuk tahap 1 maka digunakan *Plan C* dengan waktu dan kapasitas yang baik dan biaya yang cukup baik.

5.6.2 Tahap 2.

Dengan mempertimbangkan 3 rencana (*Plan*) yang telah dihitung pada sub – sub bab 5.4.2 Tahap 2 dan perhitungan biaya transportasi pada sub bab 5.5, sehingga disimpulkan *Plan* yang terbaik untuk tahap 2 dengan memperhatikan efisiensi dimulai dari biaya yang dikeluarkan, waktu yang dibutuhkan dan kapasitas yang tersedia untuk dapat diangkut.

Tabel 5.52 Pengambilan Keputusan Tahap 2.

<i>Plan</i> yang digunakan	Biaya	Waktu	Kapasitas	Jumlah
<i>Plan a</i>	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆	12
<i>Plan b</i>	★★☆☆☆	★★☆☆☆	★★☆☆☆	7
<i>Plan c</i>	★★☆☆☆	★★★★☆	★★★★☆	9

Sumber: Data Hasil Olahan.

Keterangan :

★: menyatakan nilai 1

☆: Menyatakan nilai 0

Dengan berdasarkan tabel 5.33, dengan *Plan C* mendapatkan jumlah nilai tertinggi ialah 11, dan *Plan A* mendapatkan jumlah nilai terendah yaitu 8. Dengan mempertimbangkan hasil tersebut untuk tahap 1 maka digunakan *Plan C* dengan waktu dan kapasitas yang baik dan biaya yang cukup baik.

5.6.3 Tahap 3.

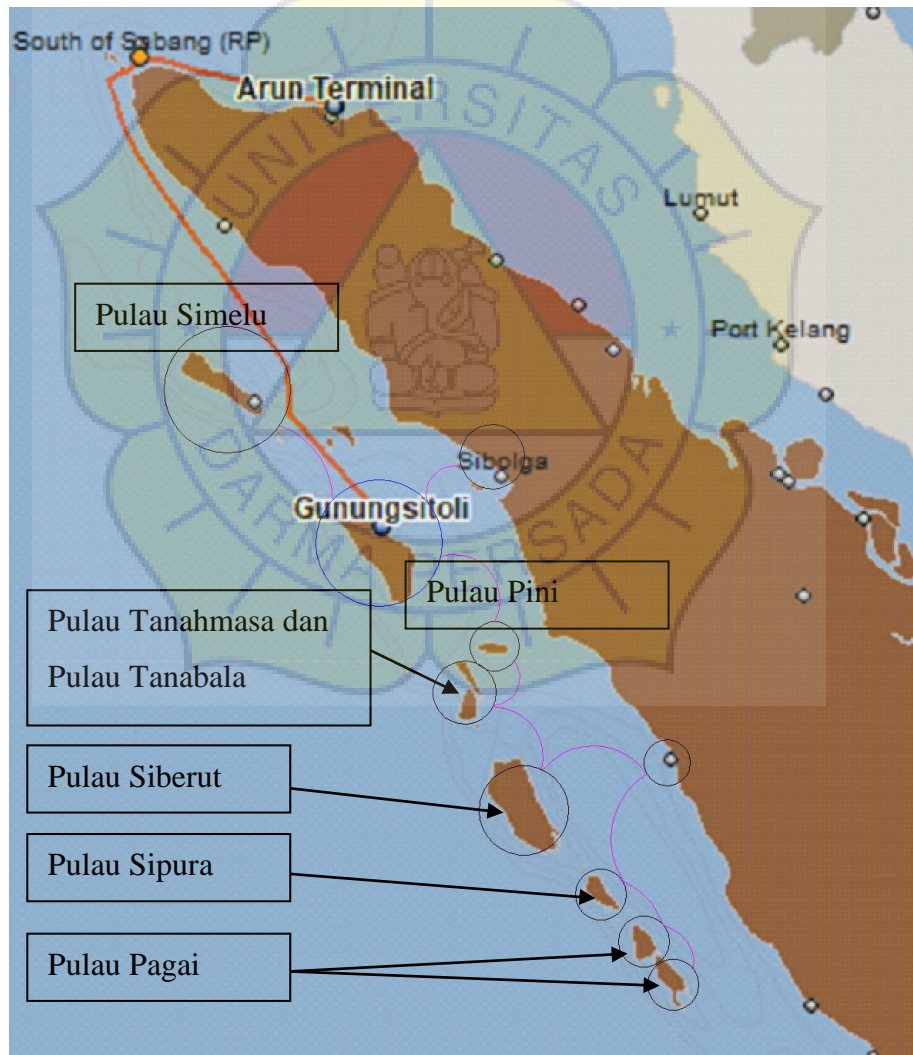
Pada tahap ini, di asumsikan dengan Pulau Nias menjadi central pemasok gas untuk pulau sekitarnya, sehingga menggunakan kapal berjenis *LNG Carrier* dan kapal yang digunakan pada tahap 1 dan 2 akan menjadi kapal penyuplai bagi pulau – pulau kecil dan sekitar Nias seperti Pulau Tanahmasa, Pulau Tanahbala, Pulau Pini, Sibolga, Pulau Siberut, Pulau Sipura dan sekitarnya. Adapun jarak dari Pulau Nias ke pulau – pulau sekitarnya dapat dilihat pada tabel 5.53 sebagai berikut:

Tabel 5.53 Perkiraan Jarak Distribusi Tahap 3 Antar Pulau.

Dari	Menuju	Jarak
Pulau Nias	Pulau Tanahmasa	95,3 Nm

Dari	Menuju	Jarak
Pulau Nias	Pulau Tanahbala	129,6 Nm
Pulau Nias	Pulau Pini	90,8 Nm
Pulau Nias	Sibolga	76,5 Nm
Pulau Nias	Pulau Siberut	164,6 Nm
Pulau Nias	Pulau Sipura	247,8 Nm
Pulau Nias	Pulau Simelu	143,5 Nm
Pulau Nias	Pulau Pagai	338,9 Nm

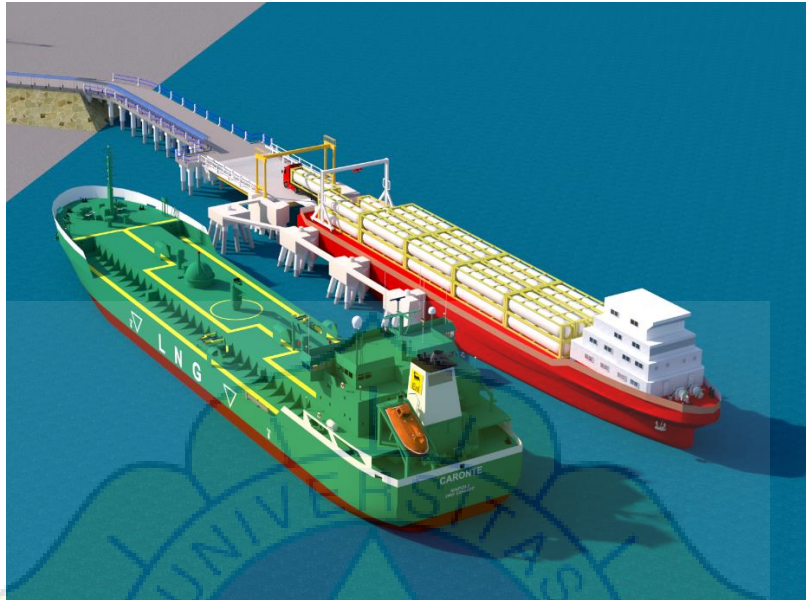
Sumber: Data Hasil Olahan.



Sumber: Data Hasil Olahan.

Gambar 5.23 Peta Tahap 3 *Central Gas* Pulau Nias.

Adapun gambar perkiraan yang akan digunakan sebagai *central gas* yang pada pulau nias dapat dilihat pada gambar 5.24 dan 5.25 yang dapat dijadikan penelitian lebih lanjut untuk penanganan pelabuhan dan pengembangan kapal LNG yang sesuai untuk penyuplai gas dari kilang Arun menuju Pulau Nias.



Sumber: Data Hasil Olahan.

Gambar 5.24 3D perkiraan tahap 3 pada Pulau Nias tampak laut.



Sumber: Data Hasil Olahan.

Gambar 5.25 3D perkiraan tahap 3 pada Pulau Nias tampak darat.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan.

1. Kebutuhan LNG Pulau Nias didasari oleh penggunaan pada Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG). Pada saat ini Pulau Nias memiliki 2 pembangkit bertenaga gas dengan masing – masing kapasitas daya 34 MW, dan 25 MW. Dalam kurun waktu 5 tahun kedepan akan dilakukan Gasifikasi dengan mengubah PLTD (Pembangkit Listrik Tenaga Diesel) yang menggunakan HSD akan diubah menggunakan LNG. Kebutuhan LNG dibagi menjadi 3 tahap yaitu; saat ini (Tahap 1), periode gasifikasi (Tahap 2), periode proyeksi 10 tahun mendatang (Tahap 3). Diproyeksikan kebutuhan listrik Pulau Nias adalah 254,282 MW. Sehingga LNG yang dibutuhkan dapat dilihat dalam tabel 6.1.

Tabel 6.1 Kebutuhan LNG

Tahapan	Kebutuhan LNG	
Tahap 1	85 m ³ / Hari	7 ISO Tank / Hari
Tahap 2	495 m ³ / Hari	11 ISO Tank / Hari
Tahap 3	1654,181 m ³ / Hari	37 ISO Tank / Hari

Sumber: Data Hasil Olahan.

Rantai pasokan yang digunakan dalam menyuplai gas ke PLTMG Nias menyesuaikan dengan tahapan yang ada dan jenis kapal berdasarkan poin 3 kesimpulan, dengan tahapan 1 rencana yang digunakan ialah *Plan C* dengan menggunakan 3 dispenser pengisian *LNG* dan 56 *ISO Tank*, untuk tahapan 2 rencana yang digunakan ialah *Plan A* dengan menggunakan 1 dispenser pengisian *LNG* dan 84 *ISO Tank*, sedangkan untuk tahapan 3 hanya terdapat 1 *Plan* dikarenakan waktu bongkar muat atau refilling gas menggunakan *loading/discharge arm* yang menjadikan proses berjalan cepat.

2. Kapal yang digunakan untuk membawa *LNG* disesuaikan dengan kebutuhan setiap tahap dan hasil perhitungan dalam pemilihan tipe kapal. Untuk kapal yang beroperasi pada tahap 1 dan 2 ialah kapal *Supply Vessel*, sedangkan untuk kapal yang beroperasi pada tahap 3 ialah kapal *LNG Carrier*.
3. Pulau Nias direncanakan akan menjadi pusat penyuplai gas bagi pulau yang ada disekitar Pulau Nias seperti Pulau Tanahmasa, Pulau Tanahbala, Pulau Pini, Sibolga, Pulau Siberut, Pulau Sipura dan sekitarnya. Hal ini terkait dengan tahap 3 dikarenakan telah menggunakan kapal *LNG*, sehingga kapal *Supply Vessel* yang telah digunakan pada tahap 1 dan 2 akan tetap digunakan pada tahap 3 sebagai penyuplai gas untuk pulau – pulau yang telah disebutkan tadi.
4. Biaya transportasi yang untuk tahap 1 yang terbaik adalah *Plan C* yaitu Rp17.075.493 per ISO Tank, dan untuk tahap 2 adalah *Plan A* yang terbaik adalah Rp17.099.047 per 1 ISO Tank, sedangkan untuk tahap 3 dikarenakan telah menggunakan *LNG Carrier* maka untuk per m³ adalah Rp6.605.212.

6.2 Saran.

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan *LNG Carrier* yang dapat memenuhi kebutuhan PLTMG Nias pada Tahap ke 3 atau saat PLTMG Nias menjadi Central gas untuk kepulauan sekitar Nias dari faktor kedalaman perairan dan tempat berlabuh pada dermaga PLTMG Nias sesuai dengan proyeksi tahap 3.
2. Perlu adanya penelitian tentang sarana dan prasarana pelabuhan yang memadai pada PLTMG Nias untuk dapat menerima 2 jenis kapal yang berbeda sesuai proyeksi 10 tahun mendatang.
3. Penelitian lebih lanjut mengenai perencanaan transportasi dengan penyuplaian *LNG* untuk pulau – pulau disekitar Pulau Nias, saat PLTMG Nias menjadi *central* gas seperti Pulau Tanahmasa, Pulau Tanahbala, Pulau Pini, Sibolga, Pulau Siberut, Pulau Sipura dan sekitarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrian, R. (2018). Analisa Teknis dan Ekonomis Pembangunan Galangan Kapal Pengangkut LNG Ukuran Kecil (Small Scale LNG Carrier) untuk perairan Indonesia. *Institut Teknologi Sepuluh November (ITS)*.
- Andi Cahyo, S. M. (2020). Kajian Teknis Kebutuhan Armada Kapal Untuk Sistem Logistik LNG Menggunakan ISO Tank Kontainer di Wilayah Maluku. *Jurnal Ilmiah Teknologi Maritim*.
- Andro Cahyo Wibowo, H. K. (2015). Analisis Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik Dengan Menggunakan Metode Simple Econometric. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Universitas Diponegoro*.
- Artana, K. B. (2016). Kajian Pemilihan Metode Distribusi LNG ke (Refiyanni, 2018)Pembangkit Listrik Tenaga Gas Bintuni. *Institut Teknologi Sepuluh November (ITS)*.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2022). *Jumlah Penduduk Sumatera Utara 2018-2020*. Medan: Badan Pusat Statistik (BPS).
- Boedijoewono, N. (2001). *Pengantar Statistik Ekonomi dan Perusahaan, Jilid 1*. Yogyakarta: UPP AMP YKPN.
- Cahyo, R. I. (2021). Tugas Akhir. *Perencanaan Kapal Bantu Rumah Sakit Untuk Daerah*.
- Class NK. (2018). *Alternative Fuels And Energy Efficiency For The Shipping Industry: An Overview Of Lng, Lpg And Methanol Fuelled Ships*. Panama: NKK.
- Det Norske Verital Germanischer Lloyd. (2018). *DNVGL-ST-0377 Shipboard lifting appliances*. Bærum: Det Norske Verital Germanischer Lloyd.
- E. Lisowski, W. C. (2011). Transport and Storage of LNG in Container Tanks, Vol. 18(3). *Journal of Kones Power Train and Transoirt*.

- Gafur, A. (2016). Studi Kelayakan Teknis dan Ekonomis Rantai Pasok Gas Alam ke Pembangkit Listrik di Kepulauan Kangean. *Institut Teknologi Sepuluh November*.
- Hakim, L. (2016). Penentuan Rute Pelayaran Terbaik Untuk Mendukung Program Tol Laut NKRI. *Jurnal Pendidikan Geografi*.
- International Maritime Organization. (1992). *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL)*. London: International Maritime Organization.
- International Maritime Organization. (1992). *Marine Pollution 73/78 Prevention of Pollution by Harmful Substances*.
- International Maritime Organization. (1993). *International Code For The Construction And Equipment Of Ships Carrying Liquefied Gases In Bulk: Icg Code [M]*. London: IMO.
- International Maritime Organization. (2018). *IMDG CODE (International Maritime Dangerous Goods Code) 2018 Edition*. London: International Maritime Organization.
- Jinca, M. Y. (1997). *Kumpulan Materi Perkuliahan Ekonomi Transportasi*. Makassar.
- Jinca, M. Y. (2002). *Transportasi Laut Kapal Layar Motor Phinisi*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Julianto, A. (2017). Desain Dual Fuel LNG Carrier Sebagai Sarana Distribusi LNG Di Perairan Kepulauan Riau. *Institut Teknologi Sepuluh November (ITS)*.
- Karana, S. (2016). Analisis Keselamatan Self Propelled Barge 6000 DWT Sebagai Sarana Transportasi Batubara. *BPPT. Serpong*.
- Keputusan Menteri Perhubungan Republik Indonesia. (2003). *KM 58 Tahun 2003*. Jakarta: Menteri Perhubungan Republik Indonesia.
- Lestari, K. R. (2012). Control System .

- Lukita, B. I. (2018). Analisis Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik Di Provinsi D.I Yogyakarta Menggunakan Metode Logika Fuzzy. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*.
- M. Pramudya Firdaus, S. (2018). Penentuan Ukuran Utama Kapal Penyeberangan Sebagai Sarana Transportasi Laut Rute Pulau Padang-Bengkalis. *Institut Teknologi Nasional (ITN)*.
- Maricar, M. A. (2019). Analisa Perbandingan Nilai Akurasi Moving Average Dan Exponential Smoothing Untuk Sistem Peramalan Pendapatan Pada Perusahaan XYZ. *Jurnal Sistem dan Informatika (JSI) 13.2*, 36-45.
- Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2020). *Keputusan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Nomor:13 K/13/MEM/2020*. Jakarta: Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- Menteri Hukum Dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia. (2008). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2008*. Jakarta: Menteri Hukum Dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia.
- Menteri Hukum Dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 31 Tahun 2021*. Jakarta: Menteri Hukum Dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia.
- Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia. (2020). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.17/MENLHK/SETJEN/Kum.1/8/2020*. Jakarta: Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia.
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 16 Tahun 2021*. Jakarta: Menteri Perhubungan Republik Indonesia.
- Mislihah. (2000). *Ekonomi Perencanaan Kapal*. Makasar: Universitas Hasanuddin.

- Nizar, A. M. (2016). Kajian Teknis dan Ekonomis Bunkering LNG untuk Pemenuhan Bahan Bakar Gas Kapal Pelni. *Jurnal Teknik ITS Vol. 5, No. 2*, 361-366.
- Nurlindha, S. (2018). Analisis Perencanaan Transportasi Pasokan Bahan Bakar Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG): Studi Kasus Kepulauan Bangka Belitung. *TUGAS AKHIR-MS 141501*.
- Purnama, M. W. (2021). Peramalan Kebutuhan Energi Listrik UID Jawa Timur Metode Time Series Berbasis Minitab V19. *Jurnal Teknik Elektro, 10(2)*, 485-495., 486-487.
- Putra, M. A. (2016). Desain Rantai Pasok Gas Alam Cair (LNG) Untuk Kebutuhan Pembangkit Listrik Di Indonesia Bagian Timur. *Jurnal Teknik Its Vol. 5, No. 2*, E75-E80.
- Putra, M. A. (2016). *Skripsi Desain Rantai Pasok Gas Alam Cair (LNG) Untuk Kebutuhan Pembangkit Listrik Indonesia Bagian Timur*. Surabaya: Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh November.
- Rahman, T. (2019). *Analisa Tarif Kapal Pelni Trayek Makassar - Bau-Bau*. Gowa: Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin.
- Refiyanni, M. (2018). Analisis Kelayakan Ekonomi Transportasi (studi kasus project package JBN 1 Construction road Kabupaten Aceh Barat Provinsi Aceh). *Jurnal Teknik Sipil dan Teknologi Konstruksi*.
- Rizky Torang Surya Siagian, M. S. (2015). Analisis Awal Kelayakan Ekonomi dan Finansial Dalam Perencanaan Monorel Kota Medan. *The 18th FSTPT International Symposium. Universitas Lampung. Bandar Lampung*.
- Ryadenata, R. S. (2016). Desain Rantai Pasok Dan Basic Design Kapal Lng Untuk Distribusi Lng Dari FSRU Lampung Menuju Pembangkit Di Kalimantan. *Institut Teknologi Sepuluh November (ITS)*.
- Saaty, T. L. (1994). Decision Making With The Analytic Hierarchy Process. *Int. J. Services Siences, Vol. 1*.

Salmon. (2019). Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) Pada Pemilihan Staf Laboratorium Komputer STMIK Widya Cipta Dharma Samarinda. *Sebatik STMIK WICIDA*.

Sapto Wahyudi, F. (2016). Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik Kabupaten Indragri Hulu Berdasarkan Beban Menggunakan Model Dkl 3.2. *Jurnal Teknik Elektro, Universitas Riau*.

Sasongko, A. (2017). Pemilihan Karyawan Baru Dengan Metode Ahp (Analytic Hierarchy Process). *Jurnal Informatika Mulawarman*, 88-93.

Sipangkar, D. I. (2018). Kajian Pemilihan Moda Transportasi Rute Bandara Kuala Namu – Medan. *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil Vol. 1 No.2*, 109-127.

Wikipedia. (2019, Juli 12). *LCT*. Diambil kembali dari id.wikipedia.org: https://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Kapal_pendarat_tank&oldid=15347259

Wikipedia. (2022, Juni 21). *Gas Alam Cair*. Diambil kembali dari id.wikipedia.org: https://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Gas_alam_cair&oldid=21270164

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dasar Hukum *Internasional Maritime Dangerous Goods Code*

IMDG Code Vol.1

Chapter 2.2 Gases

2.2.1 Pengertian dan Ketentuan Umum

1. Gas adalah suatu zat yang:

1. Gas adalah zat yang pada 50 °C memiliki tekanan uap lebih besar dari 300 kPa, atau

2. Sepenuhnya berbentuk gas pada 20°C pada tekanan standar 101,3 kPa.

2. Kondisi transportasi gas dijelaskan menurut keadaan fisiknya sebagai:

1. gas terkompresi gas yang bila dikemas di bawah tekanan untuk pengangkutan seluruhnya berbentuk gas pada -50°C kategori ini mencakup semua gas dengan suhu kritis kurang dari atau sama dengan -50°C.

2. gas cair gas yang ketika dikemas di bawah tekanan untuk transportasi sebagian cat pada suhu di atas -50°C Sebuah perbedaan dibuat antara gas cair bertekanan tinggi gas dengan suhu kritis antara C dan +65°C dan gas cair bertekanan rendah dengan suhu kritis diatas +65°C.

3. gas cair berpendingin: gas yang bila dikemas untuk pengangkutan menjadi cair sebagian karena suhunya yang rendah; atau

4. gas terlarut: gas yang bila dikemas di bawah tekanan untuk transportasi dilarutkan dalam pelarut fase cair;

5. gas teradsorpsi: gas yang ketika dikemas untuk transportasi teradsorpsi ke bahan berpori padat menghasilkan tekanan wadah internal kurang dari 101,3 kPa pada 20 °C dan kurang dari 300 kPa pada 50 °C

3. Kelas ini terdiri dari gas terkompresi, gas cair, gas terlarut, gas cair yang didinginkan, gas teradsorpsi, campuran satu atau lebih gas dengan satu atau lebih uap zat dari kelas lain, barang yang bermuatan gas dan aerosol.

4. Gas biasanya diangkut di bawah tekanan yang bervariasi dari tekanan tinggi dalam kasus gas terkompresi ke tekanan rendah dalam kasus gas didinginkan.
5. Menurut sifat kimia atau efek fisiologisnya, yang dapat sangat bervariasi, gas mungkin: mudah terbakar; tidak mudah terbakar; tidak beracun; beracun; pendukung pembakaran; korosif; atau mungkin memiliki dua atau lebih sifat ini secara bersamaan.
6. Beberapa gas bersifat inert secara kimiawi dan fisiologis. Gas seperti itu serta gas lainnya, yang biasanya diterima sebagai tidak beracun, akan tetap mencekik dalam konsentrasi tinggi.
7. Banyak gas dari kelas ini memiliki efek narkotika yang dapat terjadi pada konsentrasi yang relatif rendah atau dapat menghasilkan gas yang sangat beracun ketika terlibat dalam kebakaran.
8. Semua gas yang lebih berat dari udara akan menimbulkan potensi bahaya jika dibiarkan menumpuk di dasar ruang kargo.

2.2.2 Subdivisi.

dibagi lebih lanjut menurut bahaya utama gas selama pengangkutan:

1. Gas Mudah Terbakar.

Gas yang pada 20°C dan tekanan standar 101,3 kPa:

- dapat menyala jika dalam campuran 13% atau kurang volumenya dengan udara; atau
- memiliki jangkauan yang mudah terbakar dengan udara setidaknya 12 poin persentase terlepas dari batas mudah terbakar yang lebih rendah. Kemudahan terbakar harus ditentukan dengan pengujian atau perhitungan sesuai dengan metode yang diadopsi oleh Organisasi Internasional untuk Standardisasi (lihat ISO 10156:2010). Jika data yang tersedia tidak mencukupi untuk menggunakan metode ini, pengujian dengan metode sebanding yang diakui oleh otoritas kompeten nasional dapat digunakan.

2. Gas Yang Tidak Mudah Terbakar dan Tidak Beracun.

- Gas bersifat asphyxiant– gas yang mencairkan atau menggantikan oksigen secara normal di atmosfer; atau

- gas yang mengoksidasi gas yang dapat, umumnya dengan menyediakan oksigen, menyebabkan atau berkontribusi pada pembakaran bahan lain lebih dari yang dilakukan udara.

3. Gas yang bersifat beracun;

- Gas yang diketahui sangat beracun atau korosif bagi manusia sehingga dapat membahayakan kesehatan;
- Gas yang dianggap beracun atau korosif bagi manusia karena memiliki nilai LC50 sama dengan atau kurang dari 5.000 mL/m³ (ppm).

4. Gas dan campuran gas dengan bahaya yang terkait dengan lebih dari satu divisi didahulukan sebagai berikut:

- Gas yang bersifat beracun didahulukan dari semua kelas lainnya;
- Gas yang bersifat mudah terbakar lebih diutamakan daripada gas yang tidak mudah terbakar dan tidak beracun.

2.2.4 Gas yang tidak diterima untuk transportasi.

Gas kelas 2 yang tidak stabil secara kimia tidak boleh diterima untuk pengangkutan kecuali tindakan pencegahan yang diperlukan telah diambil untuk mencegah kemungkinan dekomposisi atau polimerisasi yang berbahaya dalam kondisi pengangkutan normal atau kecuali diangkat sesuai dengan ketentuan pengemasan khusus (r) dari instruksi pengemasan P200 (5) dari 4.1.4.1, sebagaimana berlaku. Untuk tindakan pencegahan yang diperlukan untuk mencegah polimerisasi, lihat ketentuan khusus 386 dari bab 3.3. Untuk tujuan ini perhatian khusus harus diberikan untuk memastikan bahwa wadah dan tangki tidak mengandung zat yang dapat menyebabkan reaksi ini.

Lampiran 2. Dasar Hukum *Marine Pollution*

MARPOL ANNEX III
PERATURAN TENTANG PENCEGAHAN PENCEMARAN OLEH
BAHAN BAHAN BERBAHAYA YANG DIANGKUT MELALUI LAUT
DALAM BENTUK KEMASAN

Peraturan 1 Penerapan:

1. Kecuali secara tegas ada ketentuan lain, peraturan Lampiran ini berlaku bagi semua kapal yang mengangkut bahan-bahan berbahaya dalam bentuk kemasan.
 - 1.1 Untuk maksud Lampiran ini, "bahan-bahan" adalah substansi yang diidentifikasi sebagai pencemar lingkungan laut dalam Kode Internasional mengenai Bahan-Bahan Berbahaya Maritim (IMDG Code).
 - 1.2 Petunjuk untuk mengidentifikasi bahan-bahan berbahaya dalam bentuk kemasan ada dalam apendiks dari lampiran ini.
 - 1.3 Untuk maksud lampiran ini, "bentuk kemasan" didefinisikan sebagai bentuk pengemasan yang dispesifikasikan untuk bahan-bahan berbahaya dalam IMDG Code.
2. Dilarang membawa bahan-bahan berbahaya kecuali sesuai dengan ketentuan lampiran ini.
3. Untuk melengkapi ketentuan lampiran ini, Pemerintah dari setiap Negara Pihak Konvensi wajib menerbitkan persyaratan yang rinci mengenai kemasan, tanda, label, dokumentasi, pemuatan, pembatasan kuantitas dan pengecualian untuk mencegah atau meminimalisasi pencemaran lingkungan laut oleh barang barang berbahaya.
4. Untuk maksud lampiran ini, kemasan kosong yang sudah digunakan sebelumnya untuk mengangkut bahan-bahan berbahaya wajib diperlakukan sebagai bahan-bahan berbahaya kecuali telah dilakukan pencegahan secara memadai untuk memastikan kemasan tersebut tidak terdapat bahan sisa yang membahayakan lingkungan laut.

5. Persyaratan Lampiran ini tidak berlaku bagi barang kebutuhan kapal dan perlengkapannya.

Peraturan 2 Pengemasan

Kemasan wajib memadai untuk meminimalisasi bahaya bagi lingkungan laut, dengan memperhatikan isi kemasan yang spesifik.

Peraturan 5 Penyimpanan

Bahan-bahan berbahaya wajib disimpan dan diamankan dengan benar sehingga dapat meminimalisasi bahaya terhadap lingkungan laut tanpa mempengaruhi keselamatan kapal dan orang-orang yang berada di atas kapal.

Peraturan 6 Pembatasan Kuantitas

Bahan berbahaya tertentu dapat, karena alasan ilmiah dan teknis, perlu dilarang untuk diangkut atau dibatasi jumlah yang dapat diangkut di atas satu kapal. Dalam hal membatasi jumlah, pertimbangan wajib diberikan terkait ukuran, konstruksi dan perlengkapan kapal, serta pengepakan dan sifat dasar dari bahan-bahan tersebut.

Peraturan 7 Pengecualian

1. Pembuangan bahan-bahan berbahaya yang diangkut dalam bentuk kemasan wajib dilarang, kecuali apabila diperlukan untuk maksud mengamankan keselamatan kapal atau penyelamatan jiwa di laut.
2. Tunduk pada ketentuan-ketentuan Konvensi ini, kebijakan-kebijakan tepat yang didasarkan pada sifat-sifat fisik, kimia dan biologis dari bahan-bahan berbahaya wajib diambil untuk mengatur pembersihan kebocoran di atas kapal, dengan syarat pemenuhan kebijakan-kebijakan tersebut tidak mengganggu keselamatan kapal dan orang-orang di atas kapal.

Lampiran 3. Dasar Hukum *Det Norske Veritas - Germanischer Lloyd*

(*Det norske Veritas - Germanischer Llyod*) Merupakan sebuah class kapal gabungan dari class DNV dan GL menjadi DNV-GL sejak tahun 2013 yang berkantor pusat di Norwegia. Lalu ada beberapa peraturan yang dipakai diantaranya adalah sebagai berikut:

- DNVGL-ST-0377 shipboard lifting appliances (edisi Oktober 2018)
Regulasi yang mengatur tentang alat pengangkat di atas kapal untuk penanganan beban didalam dan diluar kapal selama dipelabuhan dan didalam saat dilaut. Sehingga bisa dihitung bongkar muat ISO-Tank dengan Crane dari kapal ke Pelabuhan atau sebaliknya menggunakan peraturan ini
- Part 5 Ship Types Cht. 7 Liquefied Gas Tankers (edisi Januari 2017)
Standar peraturan ini mencakup daripada persyaratan umum kapal gas cair, kemampuan ketahanan kapal, pengaturan kapal, instalasi listrik dan sebagainya. Standar yang di atur dalam kode ini harus mengurangi risiko terhadap kapal awak (ABK) dan lingkungan. Pada kapal gas cair ini memiliki angkutan gas sifatnya mudah terbakar, toksisitas. korosifitas. dan reaktivitas. Kemungkinan bahaya akan muncul kapan saja meski dalam kondisi kriogenik atau tekanan.

Lampiran 4. UU No. 17 TAHUN 2008

Pasal 13

1. Kegiatan angkutan laut khusus dilakukan oleh badan usaha untuk menunjang usaha pokok untuk kepentingan sendiri dengan menggunakan kapal berbendera Indonesia yang memenuhi persyaratan kelaiklautan kapal dan diawaki oleh Awak Kapal berkewarganegaraan Indonesia.
2. Kegiatan angkutan laut khusus sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan berdasarkan izin operasi dari Pemerintah.
3. Kegiatan angkutan laut khusus sebagaimana dimaksud pada ayat (1) diselenggarakan dengan menggunakan kapal berbendera Indonesia yang laik laut dengan kondisi dan persyaratan kapal sesuai dengan jenis kegiatan usaha pokoknya.
4. Kegiatan angkutan laut khusus sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilarang mengangkut muatan atau barang milik pihak lain dan/atau mengangkut muatan atau barang umum kecuali dalam hal keadaan tertentu berdasarkan izin Pemerintah.
5. Keadaan tertentu sebagaimana dimaksud pada ayat (4) berupa:
 - a. tidak tersedianya kapal; dan
 - b. belum adanya perusahaan angkutan yang mampu melayani sebagian atau seluruh permintaan jasa angkutan yang ada.
6. Pelaksana kegiatan angkutan laut asing yang melakukan kegiatan angkutan laut khusus ke pelabuhan Indonesia yang terbuka bagi perdagangan luar negeri wajib menunjuk perusahaan angkutan laut nasional atau pelaksana kegiatan angkutan laut khusus sebagai agen umum.
7. Pelaksana kegiatan angkutan laut khusus hanya dapat menjadi agen bagi kapal yang melakukan kegiatan yang sejenis dengan usaha pokoknya.

Pasal 44

Pengangkutan barang khusus dan barang berbahaya wajib dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 45

1. Barang khusus sebagaimana dimaksud dalam Pasal 44 dapat berupa:
 - a. kayu gelondongan (*logs*);

- b. barang curah;
 - c. rel; dan
 - d. ternak.
2. Barang berbahaya sebagaimana dimaksud dalam Pasal 44 berbentuk:
- a. bahan cair;
 - b. bahan padat; dan
 - c. bahan gas.
3. Barang berbahaya sebagaimana dimaksud pada ayat (2) diklasifikasikan sebagai berikut:
- a. bahan atau barang peledak (*explosives*);
 - b. gas yang dimampatkan, dicairkan, atau dilarutkan dengan tekanan (*compressed gases, liquified or dissolved under pressure*);
 - c. cairan mudah menyala atau terbakar (*flammable liquids*);
 - d. bahan atau barang padat mudah menyala atau terbakar (*flammable solids*);
 - e. bahan atau barang pengoksidasi (*oxidizing substances*);
 - f. bahan atau barang beracun dan mudah menular (*toxic and infectious substances*);
 - g. bahan atau barang radioaktif (*radioactive material*);
 - h. bahan atau barang perusak (*corrosive substances*); dan
 - i. berbagai bahan atau zat berbahaya lainnya (*miscellaneous dangerous substances*).

Pasal 46

Pengangkutan barang berbahaya dan barang khusus sebagaimana dimaksud dalam Pasal 44 wajib memenuhi persyaratan:

- a. pengemasan, penumpukan, dan penyimpanan di pelabuhan, penanganan bongkar muat, serta penumpukan dan penyimpanan selama berada di kapal;
- b. keselamatan sesuai dengan peraturan dan standar, baik nasional maupun internasional bagi kapal khusus pengangkut barang berbahaya; dan
- c. pemberian tanda tertentu sesuai dengan barang berbahaya yang diangkut.

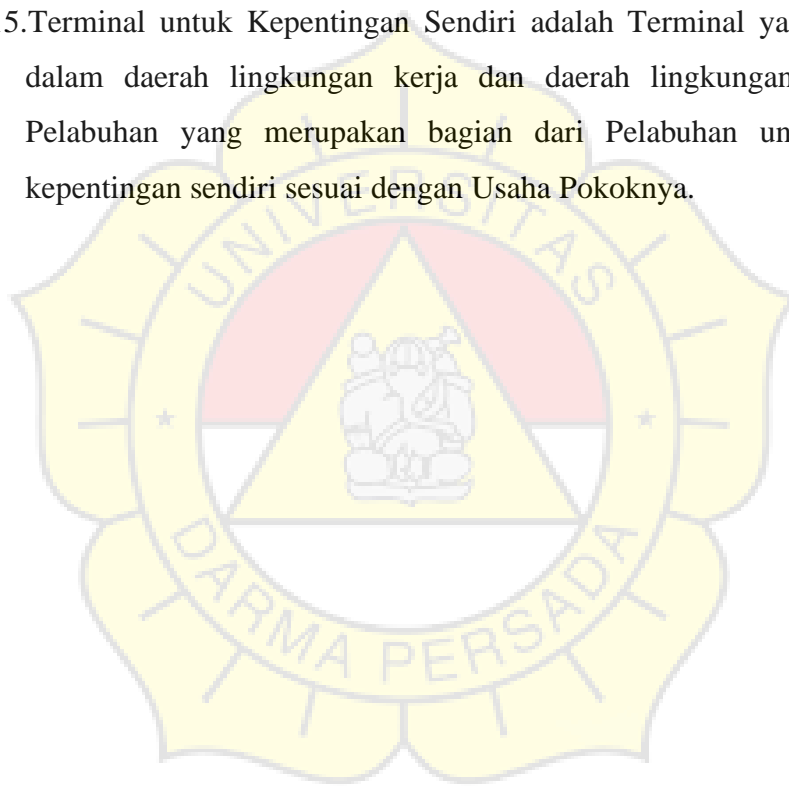
Lampiran 5. PP No. 31 TAHUN 2021

Pasal 1

4. Angkutan Laut Khusus adalah kegiatan angkutan untuk melayani kepentingan usaha sendiri dalam menunjang usaha pokoknya.

14. Terminal Khusus adalah Terminal yang terletak di luar daerah lingkungan kerja dan daerah lingkungan kepentingan Pelabuhan yang merupakan bagian dari Pelabuhan terdekat untuk melayani kepentingan sendiri sesuai dengan Usaha Pokoknya.

15. Terminal untuk Kepentingan Sendiri adalah Terminal yang terletak di dalam daerah lingkungan kerja dan daerah lingkungan kepentingan Pelabuhan yang merupakan bagian dari Pelabuhan untuk melayani kepentingan sendiri sesuai dengan Usaha Pokoknya.



Lampiran 6. PM No. 16 TAHUN 2021

Pasal 1

1. Barang Berbahaya adalah zat, bahan, dan/ atau benda yang dapat berpotensi membahayakan kesehatan, keselamatan, harta benda, dan lingkungan hidup, sebagaimana tercantum dalam International Maritime Dangerous Goods Code beserta perubahannya.
2. International Maritime Dangerous Goods Code yang selanjutnya disebut IMDG Code adalah koda maritim yang mengatur mengenai Penanganan Barang Berbahaya dan Pengangkutan Barang Berbahaya.
3. Penanganan Barang Berbahaya adalah semua kegiatan yang berkaitan dengan penumpukan, bongkar muat, termasuk pengujian dan pengendalian kemasan Barang Berbahaya.
4. Pengangkutan Barang Berbahaya adalah seluruh tahapan kegiatan yang berkaitan dengan pemuatan Barang Berbahaya dari atau ke Kapal.
5. Pengangkut Barang Berbahaya adalah Kapal dan/atau kendaraan untuk mengangkut Barang Berbahaya.
6. Pemuatan adalah kegiatan menaikkan dan menurunkan muatan dalam atau dari ruang muat atau tempat yang diizinkan untuk itu di atas Kapal.

Pasal 3

1. Barang Berbahaya berbentuk:
 - a. bahan cair;
 - b. bahan padat; dan
 - c. bahan gas.
2. Barang Berbahaya se bagaimana dimaksud pada ayat (1) berupa Barang Berbahaya dalam kemasan dan Barang Berbahaya selain dalam kemasan.

Pasal 4

1. Barang Berbahaya dalam kemasan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 diklasifikasikan sebagai berikut:
 - a. kelas 1 berupa bahan atau barang peledak;
 - b. kelas 2 berupa gas yang dimampatkan, dicairkan, atau dilarutkandengan tekanan;

- c. kelas 3 berupa cairan mudah menyala atau terbakar;
 - d. kelas 4 berupa bahan atau barang padat mudah menyala atau terbakar;
 - e. kelas 5 berupa bahan atau barang pengoksidasi;
 - f. kelas 6 berupa bahan atau barang beracun dan mudah menular;
 - g. kelas 7 berupa bahan atau barang radioaktif;
 - h. kelas 8 berupa bahan atau barang perusak; dan
 - i. kelas 9 berupa berbagai bahan atau zat berbahaya lainnya.
2. Divisi atas setiap kelas Barang Berbahaya dalam kemasan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) ditetapkan sesuai dengan ketentuan dalam IMDG Code beserta perubahannya.

Pasal 10

Barang Berbahaya yang akan dimuat ke atas Kapal atau yang telah dibongkar dari Kapal dapat disimpan pada tempat penumpukan atau penyimpanan Barang Berbahaya di Pelabuhan yang terpisah dari muatan lain, kecuali Barang Berbahaya kelas 1 dan kelas 7.

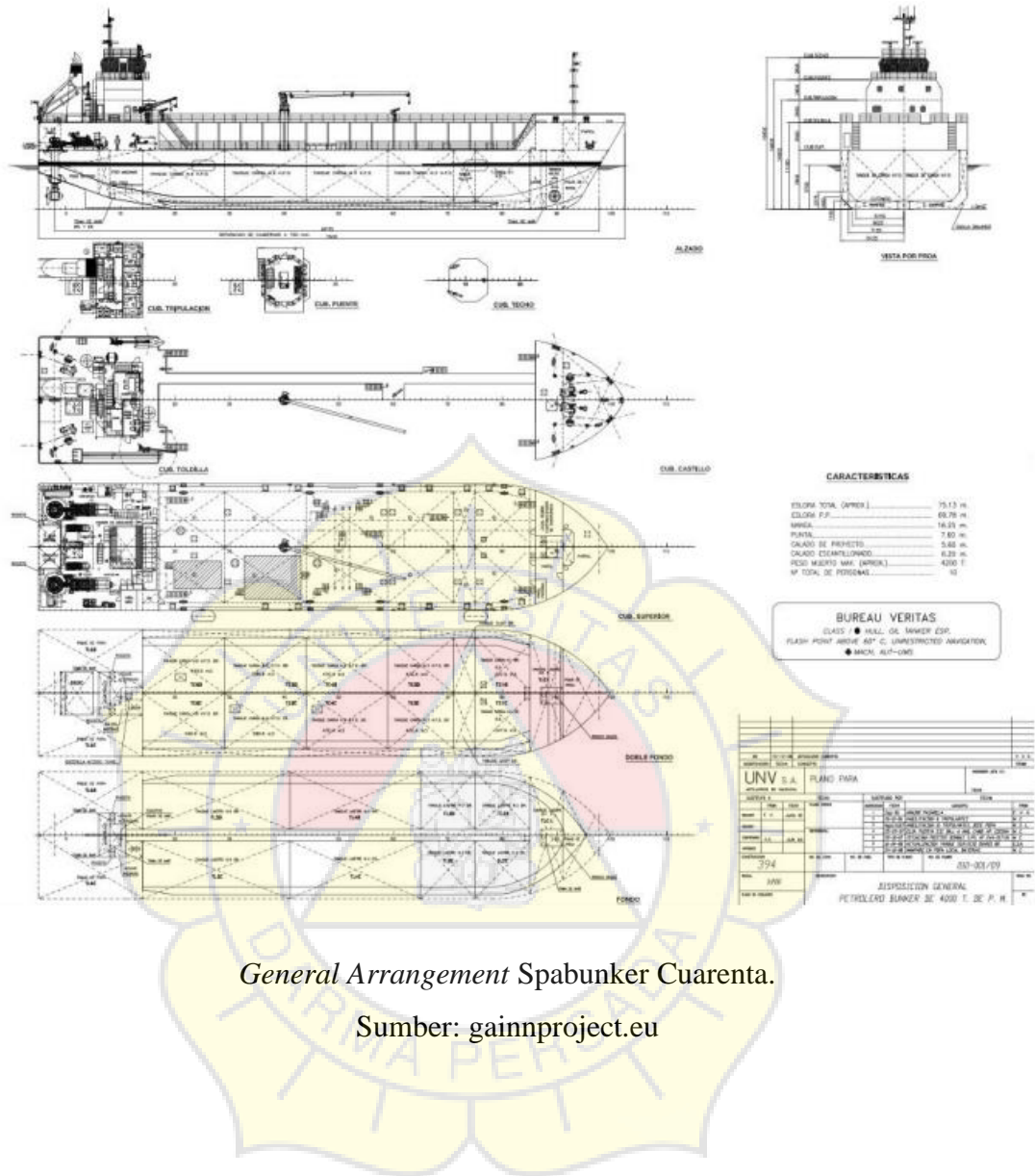
Pasal 18

1. Kapal yang mengangkut Barang Berbahaya dalam kemasan harus memenuhi persyaratan Pemuatan dan pemisahan Barang Berbahaya sesuai dengan ketentuan dalam IMDG Code beserta perubahannya.
2. Kapal sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus memiliki:
 - a. persyaratan khusus untuk kapal yang mengangkut barang berbahaya (Document of Compliance with the Special Requirement for Ships Carrying Dangerous Goods) sebagaimana diatur dalam Safety of Life at Sea 1974 Chapter 11-2 Regulation 19.4;
 - b. rencana Pemuatan Barang Berbahaya;
 - c. petunjuk pemisahan Barang Berbahaya; dan
 - d. daftar pemeriksaan Kapal atau Pelabuhan untuk Pemuatan Barang Berbahaya.

Lampiran 7. KM No. 13 TAHUN 2020 ESDM

- Menetapkan: Keputusan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral tentang penugasan pelaksanaan penyediaan pasokan dan pembangunan infrastruktur *Liquefied Natural Gas* (LNG), serta konversi penggunaan bahan bakar minyak dengan *Liquefied Natural Gas* (LNG) dalam penyediaan tenaga listrik.
- Kesatu: Menugaskan PT Pertamina (Persero) untuk melaksanakan penyediaan pasokan dan pembangunan infrastruktur *Liquefied Natural Gas* (LNG) dalam penyediaan tenaga listrik oleh PT Perusahaan Listrik Negara (Persero), pada setiap pembangkit tenaga listrik sebagaimana tercantum dalam Lampiran yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Keputusan Menteri ini.
- Kedua: Menugaskan PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) untuk melaksanakan kegiatan gasifikasi pembangkit tenaga listrik dan pembelian *Liquefied Natural Gas* (LNG) dari PT Pertamina (Persero) dalam rangka konversi penggunaan Bahan Bakar Minyak jenis *High Speed Diesel* dengan *Liquefied Natural Gas* (LNG).
- Ketiga: Dalam rangka percepatan penyelesaian pembangunan infrastruktur *Liquefied Natural Gas* (LNG) sebagaimana dimaksud dalam Diktum KESATU, PT Pertamina (Persero) dapat menunjuk anak perusahaan atau afliasinya yang telah memiliki pengalaman dalam perencanaan serta pembangunan infrastruktur untuk penerimaan, penyimpanan dan regasifikasi *Liquefied Natural Gas* (LNG).
- Keempat: Dalam melaksanakan penugasan penyediaan pasokan dan pembangunan infrastruktur *Liquefied Natural Gas* (LNG) untuk penyediaan tenaga listrik sebagaimana dimaksud dalam Diktum KESATU
- Kelima: Penugasan pembangunan infrastruktur *b*(LNG) sebagaimana dimaksud dalam Diktum KESATU dan penugasan untuk melaksanakan kegiatan gasifikasi pembangkit tenaga listrik sebagaimana dimaksud dalam Diktum KEDUA, diselesaikan dalam jangka waktu paling lambat 2 (dua) tahun sejak Keputusan Menteri ini ditetapkan.

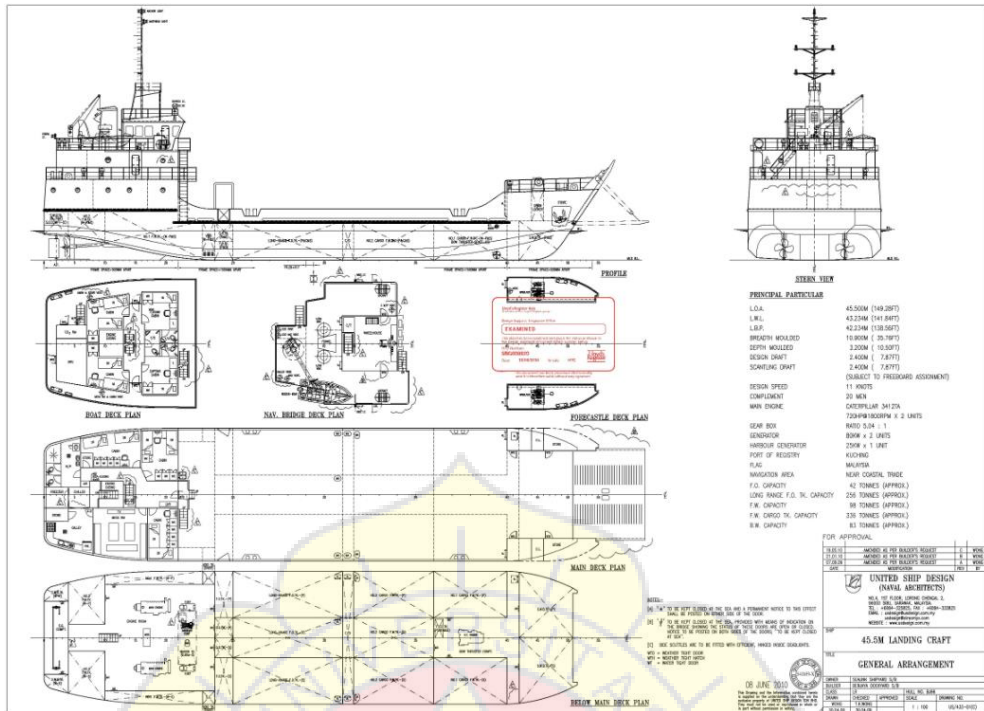
Lampiran 8. *General Arrangement Kapal LNG Carrier Spabunker Cuarenta*



General Arrangement Spabunker Cuarenta.

Sumber: gainnproject.eu

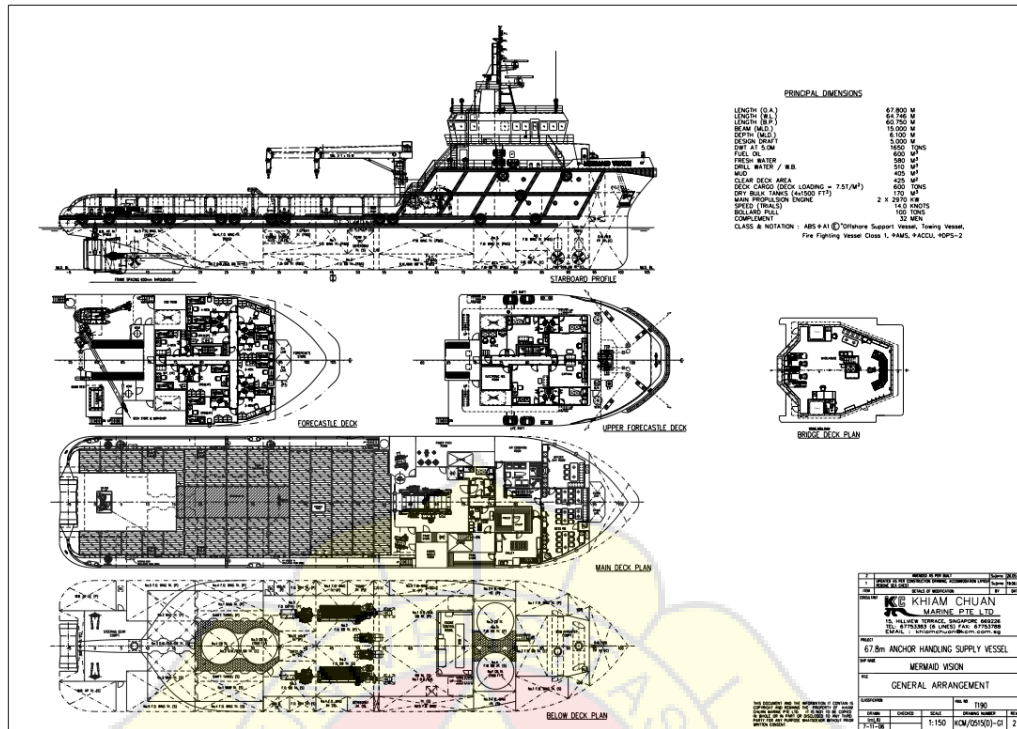
Lampiran 9. General Arrangement Kapal LCT Sealink Jaya



General Arrangement Sealink Jaya

Sumber: Sealink.com

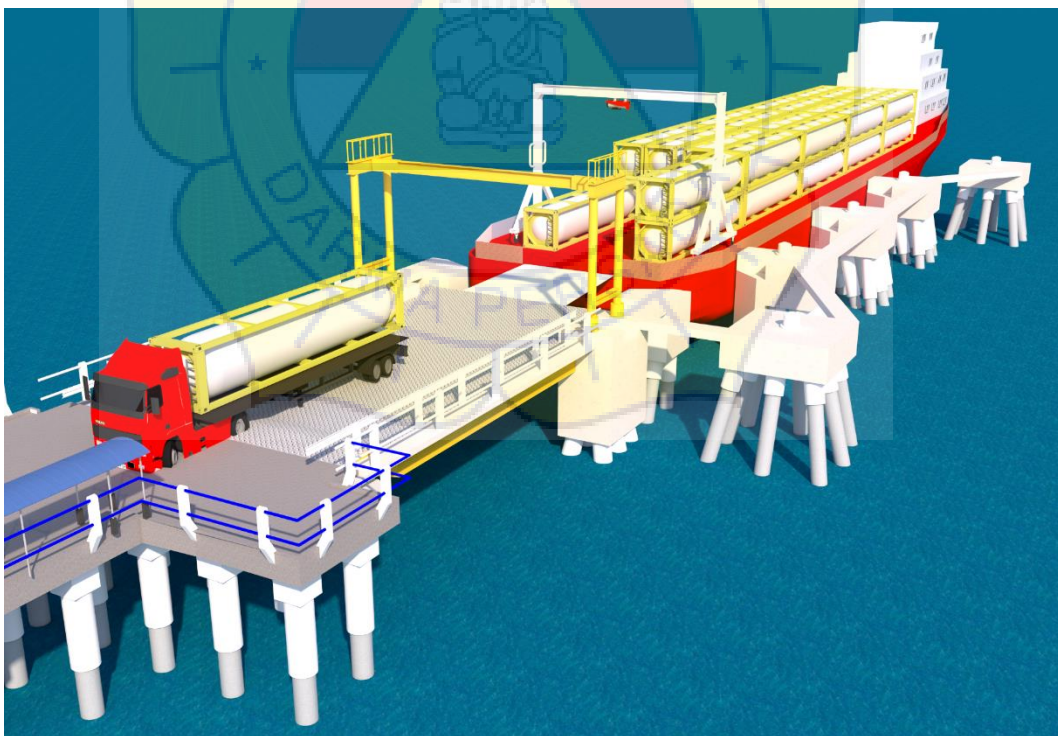
Lampiran 10. General Arrangement Kapal LCT Mermaid Vision



General Arrangement Mermaid Vision.

Sumber: mmaofshore.com

Lampiran 11. 3D Pada tahap 1 dan tahap 2



Lampiran 12. 3D Pada tahap 3



ANALISA ANGKUTAN KAPAL LNG UNTUK PLTMG (PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MESIN GAS) KEPULAUAN NIAS - M. Muharram Raka P

ORIGINALITY REPORT

21 %
SIMILARITY INDEX

20 %
INTERNET SOURCES

4 %
PUBLICATIONS

6 %
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.its.ac.id Internet Source	6 %
2	repository.unhas.ac.id Internet Source	2 %
3	repositori.umsu.ac.id Internet Source	1 %
4	ejournal.unesa.ac.id Internet Source	1 %
5	Submitted to Monash University Student Paper	<1 %
6	123dok.com Internet Source	<1 %
7	journal.umg.ac.id Internet Source	<1 %
8	docplayer.info Internet Source	<1 %

repositori.umsu.ac.id



9	Internet Source	<1 %
10	adoc.pub Internet Source	<1 %
11	digilib.unhas.ac.id Internet Source	<1 %
12	repository.pip-semarang.ac.id Internet Source	<1 %
13	ejurnal.bppt.go.id Internet Source	<1 %
14	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %
15	2nasfau.blogspot.com Internet Source	<1 %
16	talentaconfseries.usu.ac.id Internet Source	<1 %
17	repository.pelitabangsa.ac.id:8080 Internet Source	<1 %
18	www.slideshare.net Internet Source	<1 %
19	adoc.tips Internet Source	<1 %
20	id.m.wikipedia.org Internet Source	<1 %



21	repository.president.ac.id Internet Source	<1 %
22	download.garuda.ristekdikti.go.id Internet Source	<1 %
23	vdocuments.site Internet Source	<1 %
24	repository.stei.ac.id Internet Source	<1 %
25	eprints.umg.ac.id Internet Source	<1 %
26	repository.uin-suska.ac.id Internet Source	<1 %
27	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
28	Submitted to Universitas Diponegoro Student Paper	<1 %
29	asro.wordpress.com Internet Source	<1 %
30	media.neliti.com Internet Source	<1 %
31	jurnal.pnk.ac.id Internet Source	<1 %
32	id.scribd.com Internet Source	<1 %

33	journal.uny.ac.id Internet Source	<1 %
34	pdfcoffee.com Internet Source	<1 %
35	widuri.raharjo.info Internet Source	<1 %
36	www.esdm.go.id Internet Source	<1 %
37	Submitted to Catholic University of Parahyangan Student Paper	<1 %
38	eprints.undip.ac.id Internet Source	<1 %
39	dspace.uir.ac.id Internet Source	<1 %
40	id.123dok.com Internet Source	<1 %
41	pt.scribd.com Internet Source	<1 %
42	eprints.umm.ac.id Internet Source	<1 %
43	lib.ui.ac.id Internet Source	<1 %
44	Submitted to Surabaya University Student Paper	<1 %

<1 %

45

de.scribd.com

Internet Source

<1 %

46

gresma83.blogspot.com

Internet Source

<1 %

47

spanish.alibaba.com

Internet Source

<1 %

48

pojem.blogspot.com

Internet Source

<1 %

49

es.scribd.com

Internet Source

<1 %

50

etheses.uin-malang.ac.id

Internet Source

<1 %

51

haluansamudra.wordpress.com

Internet Source

<1 %

52

pustaka.unp.ac.id

Internet Source

<1 %

53

ejournal.undiksha.ac.id

Internet Source

<1 %

54

rajadin16.blogspot.com

Internet Source

<1 %

55

Agung Wahyu Hadiana. "SISTEM PENDUKUNG
KEPUTUSAN PEMBERIAN PENGHARGAAN

<1 %

UMKM SKALA MIKRO DI KABUPATEN
BANDUNG BARAT MENGGUNAKAN METODE
ANALYTIC HIERARCHY PROCESS", Informatics
and Digital Expert (INDEX), 2022

Publication

56

Submitted to Universitas Pancasila

Student Paper

<1 %

57

www.forda-mof.org

Internet Source

<1 %

58

Submitted to Binus University International

Student Paper

<1 %

59

Submitted to Sriwijaya University

Student Paper

<1 %

60

irceb.org

Internet Source

<1 %

61

repository.ukwms.ac.id

Internet Source

<1 %

62

Roy Tan, Harilaos N. Psaraftis, David Z.W. Wang. "The speed limit debate: Optimal speed concepts revisited under a multi-fuel regime", Transportation Research Part D: Transport and Environment, 2022

Publication

<1 %

63

Submitted to Universitas Brawijaya

Student Paper

<1 %

digilib.unimed.ac.id

64

Internet Source

<1 %

65

hukumtransportasi-ayusd.blogspot.com

Internet Source

<1 %

66

admin.ebimta.com

Internet Source

<1 %

67

jdih.kaltaraprov.go.id

Internet Source

<1 %

68

migas.esdm.go.id

Internet Source

<1 %

69

sumut.bps.go.id

Internet Source

<1 %

70

www.acehtrend.com

Internet Source

<1 %

71

docobook.com

Internet Source

<1 %

72

eltek.polinema.ac.id

Internet Source

<1 %

73

fgb.itb.ac.id

Internet Source

<1 %

74

knowledgecenter.ptpp.co.id

Internet Source

<1 %

75

ojs.unh.ac.id

Internet Source

<1 %

76	upcommons.upc.edu Internet Source	<1 %
77	www.coursehero.com Internet Source	<1 %
78	www.lamudi.co.id Internet Source	<1 %
79	www.scribd.com Internet Source	<1 %
80	Hidayat Hidayat, Rohmat Rohmat. "ANALISIS KERUSAKAN JEMBATAN TIMBANG UNIT 1 di PT.IGLAS GRESIK DENGAN MENGGUNAKAN METODE FMEA DAN LTA", JUSTI (Jurnal Sistem dan Teknik Industri), 2022 Publication	<1 %
81	aminbenahmed.blogspot.com Internet Source	<1 %
82	core.ac.uk Internet Source	<1 %
83	doku.pub Internet Source	<1 %
84	jurnal.usahidsolo.ac.id Internet Source	<1 %
85	katadata.co.id Internet Source	<1 %

86

kilaskementerian.kompas.com

Internet Source

<1 %

87

ojs.stiami.ac.id

Internet Source

<1 %

88

repository.ipb.ac.id

Internet Source

<1 %

89

repository.potensi-utama.ac.id

Internet Source

<1 %

90

stay-control.xyz

Internet Source

<1 %

91

www.digilib.its.ac.id

Internet Source

<1 %

92

www.infohargabbm.com

Internet Source

<1 %

93

www.researchgate.net

Internet Source

<1 %

94

ferdinandcollection.blogspot.com

Internet Source

<1 %

95

jurnalprodi.idu.ac.id

Internet Source

<1 %

96

eprints.walisongo.ac.id

Internet Source

<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off

