



TUGAS AKHIR - MS 141501

ANALISIS ZONASI DISTRIBUSI LNG UNTUK PASOKAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS (PLTG) : STUDI KASUS WILAYAH MALUKU DAN PAPUA

IQBAL RIZKY RIZALDI
N.R.P. 0441 14 400 00 013

Dosen Pembimbing
Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T

**DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



TUGAS AKHIR - MS 141501

**ANALISIS ZONASI DISTRIBUSI LNG UNTUK PASOKAN
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS (PLTG) : STUDI
KASUS WILAYAH MALUKU DAN PAPUA**

IQBAL RIZKY RIZALDI
N.R.P. 0441 14 400 00 013

Dosen Pembimbing
Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018



FINAL PROJECT - MS 141501

ZONING ANALYSIS OF LNG DISTRIBUTION FOR SUPPLY GAS POWER PLANT : A CASE STUDY MALUKU AND PAPUA AREA

IQBAL RIZKY RIZALDI
N.R.P. 0441 14 400 00 013

Supervisor
Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T

DEPARTMENT OF MARINE TRANSPORTATION ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS ZONASI DISTRIBUSI LNG UNTUK PASOKAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS (PLTG) : STUDI KASUS WILAYAH MALUKU DAN PAPUA

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

IQBAL RIZKY RIZALDI

N.R.P. 0441 14 400 00 013

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2


Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
NIP. 19690610 199512 1 001

Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T.
NIP. -

SURABAYA, JULI 2018

LEMBAR REVISI

ANALISIS ZONASI DISTRIBUSI LNG UNTUK PASOKAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GAS (PLTG) : STUDI KASUS WILAYAH MALUKU DAN PAPUA

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai hasil sidang Ujian Tugas Akhir

Tanggal 17 Juli 2018

Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

IQBAL RIZKY RIZALDI

N.R.P. 0441 14 400 00 013

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Dr. Eng. I.G.N. Sumanta Buana, S.T., M.Eng.
2. Irwan Tri Yunianto, S.T., M.T.
3. Ferdhi Zulkarnaen, S.T., M.Sc.

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.

Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T.



SURABAYA, JULI 2018

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa kami panjatkan kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul **“Analisis Zonasi Distribusi LNG Untuk Pasokan Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) : Studi Kasus Wilayah Maluku dan Papua”** dengan baik. Shalawat serta salam tak lupa penulis sampaikan pada junjungan Nabi Besar Muhammad Rasulullah SAW yang telah memberikan petunjuk jalan kebenaran bagi kita semua. Pada kesempatan ini, perkenankan penulis untuk menyampaikan ucapan terima kasih kepada Bapak Firmanto Hadi, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing pertama dan Ibu Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing kedua, yang dengan sabar telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, ilmu, dan arahan untuk proses penyelesaian Tugas Akhir ini. Selain itu penulis juga ingin mengucapkan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini antara lain:

1. Keluarga kecil penulis, Ibunda Sri Wahyuningsih beserta adik tercinta Iqlima Fisabilillah atas dukungan dan doa yang selalu mengalir tiada henti kepada penulis.
2. Bapak Ir. Tri Achmadi, Ph.D., selaku Ketua Departemen Teknik Transportasi Laut yang membimbing baik dalam hal akademik dan hal non-akademik.
3. Bapak Hasan Iqbal Nur, S.T., M.T., selaku Dosen Wali penulis selama masa perkuliahan yang telah meluangkan waktu, memberikan banyak ilmu, dan arahan kepada penulis.
4. Dosen-dosen Departemen Teknik Transportasi Laut yang membantu selama penggerjaan Tugas Akhir ini dan ilmu yang telah diberikan kepada kami.
5. Keluarga besar Terminal LNG di Pelabuhan Benoa, Bali yang telah membantu penulis dalam melakukan pengumpulan data penelitian.
6. Teman-teman DANFORTH yang memberikan dukungan dan semangat baik pada masa perkuliahan maupun pada saat penggerjaan Tugas Akhir.
7. Teman-teman NUSANTARA yang selalu memberikan semangat, candaan, dan bantuan.
8. Adik-adik angkatan 2015, 2016, dan 2017 yang selalu memberikan semangat.

9. Semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis sadar bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

**Analisis Zonasi Distribusi LNG Untuk Pasokan Pembangkit Listrik Tenaga Gas
(PLTG) : Studi Kasus Wilayah Maluku Dan Papua**

Nama Mahasiswa : Iqbal Rizky Rizaldi
N.R.P. : 0441 14 400 00 013
Departemen / Fakultas : Teknik Transportasi Laut / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : 1. Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
2. Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T.

ABSTRAK

Pada Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015-2019, program kelistrikan 35.000 MW bertujuan untuk memenuhi kebutuhan listrik nasional Indonesia. Hal ini akan berdampak signifikan bagi pertumbuhan ekonomi di daerah luar Pulau Jawa yang sebelumnya kekurangan suplai listrik. Sebagai bagian dari realisasi program tersebut, Perusahaan Listrik Negara (PLN) akan membangun kurang lebih 54 Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) di Wilayah Maluku dan Papua dengan kapasitas 1.000 MW dari yang direncanakan. Untuk itu, *Liquefied Natural Gas* (LNG) yang berasal dari Kilang Tangguh LNG diperlukan sebagai bahan bakar yang digunakan oleh PLTG tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk membentuk zonasi distribusi untuk pengiriman LNG dari kilang asal menuju PLTG yang akan dibangun di wilayah Maluku dan Papua kemudian dibandingkan dengan pengiriman langsung dari kilang asal. Untuk mencapai hasil, metode yang dipakai adalah *set-covering model* yang bertujuan untuk meminimalkan jumlah *hub* dengan batasan semua lokasi yang ada bisa terlayani. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat 6 zona dengan masing-masing *hub* dan tujuan akhir. Selain itu, ada 7 titik tujuan yang disuplai langsung dari kilang asal karena memiliki biaya satuan pengiriman yang lebih murah dibandingkan dengan disuplai dari *hub*. Kapasitas kapal yang terpilih baik untuk pengiriman melalui *hub* maupun langsung dari kilang adalah 2.512 m^3 , 2.536 m^3 , dan 18.928 m^3 . Jumlah kapal maksimal yang beroperasi dalam satu zona adalah dua kapal tergantung dari jumlah titik yang dilayani.

Kata kunci: biaya satuan, distribusi, LNG, set-covering, zonasi

Zoning Analysis of LNG Distribution For Supply Gas Power Plant : A Case Study

Maluku And Papua Area

Author : Iqbal Rizky Rizaldi
ID No. : 0441 14 400 00 013
Department / Faculty : Marine Transportation Engineering / Marine
Technology
Supervisors : 1. Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
2. Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T.

ABSTRACT

In the National Medium-Term Development Plan (RPJMN) 2015-2019, the 35,000 MW electricity program aims to meet Indonesia's national electricity needs. This will have significant impact on economic growth of region outside Java, previously suffer lack electricity supply. As part of the program's objective, State Electricity Company (PLN) will build approximately 54 Gas Power Plants (PLTG) in Maluku and Papua Areas with a capacity of 1,000 MW. Therefore, Liquefied Natural Gas (LNG) from Tangguh LNG is needed for powering plants. This Research aims to establish a distribution zoning for shipping LNG from its originating refineries to all plants. The result is then compared with direct shipments from its originating refineries. To achieve this, the method of set-covering model aiming at minimizing the number of hubs by the power plants to be covered. Result of the analysis shows that there are 6 zones, with each hub and destination. In addition, there are 7 corresponding destination supplied directly from the original refinery because it has a lower unit shipping cost compared that supplied from the hub. Capacity of selected vessels for both direct and zonal shipments is 2,512 m³, 2,536 m³, and 18,928 m³. The number of ship can be utilized in one zone is two depending of the power plants to be supplied.

Keywords: *unit cost, distribution, LNG, set-covering, zoning*

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| LEMBAR PENGESAHAN | i |
| LEMBAR REVISI..... | ii |
| KATA PENGANTAR..... | iii |
| ABSTRAK..... | v |
| ABSTRACT | vi |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xi |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| Bab 1. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2. Perumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Tujuan | 2 |
| 1.4. Manfaat | 2 |
| 1.5. Batasan Masalah | 3 |
| 1.6. Hipotesis | 3 |
| Bab 2. TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1. <i>Liquefied Natural Gas (LNG)</i> | 5 |
| 2.2. Pembangkit Listrik..... | 7 |
| 2.3. <i>Safety Stock</i> | 8 |
| 2.4. Pelabuhan..... | 8 |
| 2.4.1. Pelabuhan Umum | 9 |
| 2.4.2. Pelabuhan Khusus..... | 9 |
| 2.5. Zonasi..... | 10 |
| 2.6. <i>Hub and Spoke</i> | 11 |

| | |
|--|----|
| 2.7. Metode Optimasi | 12 |
| 2.7.1. <i>Objective Function</i> | 13 |
| 2.7.2. <i>Constraint</i> | 13 |
| 2.7.3. <i>Decision Variable</i> | 13 |
| 2.8. <i>Set-covering Model</i> | 13 |
| 2.9. <i>Shipping Cost</i> | 14 |
| 2.9.1. Biaya Modal (<i>Capital Cost</i>)..... | 14 |
| 2.9.2. Biaya Operasional (<i>Operating Cost</i>) | 15 |
| 2.9.3. Biaya Pelayaran (<i>Voyage Cost</i>) | 15 |
| 2.9.4. Biaya Bongkar Muat (<i>Cargo Handling Cost</i>)..... | 15 |
| 2.9.5. Biaya Pelabuhan (<i>Port Charge</i>)..... | 16 |
| 2.9.6. Total Biaya Transportasi Laut (<i>Total Cost</i>) | 16 |
| 2.10. <i>Shipping Charter</i> | 16 |
| 2.10.1. <i>Bareboat Charter</i> | 17 |
| 2.10.2. <i>Time Charter</i> | 18 |
| 2.10.3. <i>Voyage Charter</i> | 18 |
| 2.10.4. <i>Contract of Affreightment (COA)</i> | 18 |
| Bab 3. METODOLOGI PENELITIAN | 19 |
| 3.1. Diagram Alir | 19 |
| 3.1.1. Tahap Latar Belakang..... | 20 |
| 3.1.2. Tahap Studi Literatur | 20 |
| 3.1.3. Tahap Pengumpulan Data..... | 20 |
| 3.1.4. Tahap Menentukan Kriteria | 20 |
| 3.1.5. Tahap Perhitungan Biaya | 20 |
| 3.1.6. Tahap Optimasi..... | 21 |
| 3.1.7. Tahap Perbandingan Biaya | 21 |

| | |
|---|----|
| 3.1.8. Tahap Kesimpulan dan Saran | 21 |
| Bab 4. GAMBARAN UMUM | 23 |
| 4.1. Gambaran Umum Objek Penelitian | 23 |
| 4.2. Proses Distribusi LNG | 26 |
| 4.3. Kilang Asal | 27 |
| 4.4. Terminal Penerima..... | 28 |
| 4.5. Data Titik PLTG | 30 |
| 4.6. Time Charter Hire | 35 |
| 4.7. Data Kapal | 36 |
| 4.7.1. Kapal 1..... | 36 |
| 4.7.2. Kapal 2..... | 38 |
| 4.7.3. Kapal 3..... | 39 |
| 4.7.4. Kapal 4..... | 40 |
| 4.7.5. Kapal 5..... | 42 |
| 4.7.6. Kapal 6..... | 43 |
| Bab 5. ANALISIS DAN PEMBAHASAN | 45 |
| 5.1. Model Optimasi | 45 |
| 5.2. Perhitungan Operasional..... | 46 |
| 5.2.1. Asumsi Operasional..... | 46 |
| 5.2.2. Jarak Pelayaran | 47 |
| 5.2.3. Waktu Berlayar..... | 47 |
| 5.2.4. Waktu di Pelabuhan..... | 49 |
| 5.2.5. Total Waktu | 51 |
| 5.2.6. Frekuensi Kapal..... | 53 |
| 5.3. Perhitungan Biaya | 55 |
| 5.3.1. Asumsi Biaya..... | 55 |

| | | |
|--------|---|----|
| 5.3.2. | <i>Time Charter Hire</i> | 56 |
| 5.3.3. | Biaya Bahan Bakar | 56 |
| 5.3.4. | Biaya Jasa Kepelabuhanan..... | 59 |
| 5.3.5. | Biaya Penanganan Muatan..... | 62 |
| 5.3.6. | Biaya Penyimpanan | 63 |
| 5.3.7. | Biaya Regasifikasi | 63 |
| 5.3.8. | Biaya Investasi <i>Floating Storage Regasification Unit</i> | 64 |
| 5.3.9. | Perhitungan Unit Biaya..... | 65 |
| 5.4. | Zonasi | 68 |
| 5.4.1. | Definisi Zonasi | 68 |
| 5.4.2. | Langkah-Langkah Penentuan Zona | 69 |
| 5.4.3. | Skema Pengiriman | 76 |
| Bab 6. | KESIMPULAN DAN SARAN | 85 |
| 6.1. | Kesimpulan..... | 85 |
| 6.2. | Saran..... | 87 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 89 |
| | LAMPIRAN | 91 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 LNG Dalam Tanki Timbun | 5 |
| Gambar 2.2 <i>Floating Storage Unit</i> | 6 |
| Gambar 2.3 <i>Floating Regasification Unit</i> | 7 |
| Gambar 2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Gas..... | 7 |
| Gambar 2.5 Contoh dari <i>Safety Stock</i> | 8 |
| Gambar 2.6 Pelabuhan Jayapura | 9 |
| Gambar 2.7 LNG Jetty Tangguh LNG | 10 |
| Gambar 2.8 Contoh Zonasi dari PT. Pelabuhan Indonesia..... | 11 |
| Gambar 2.9 Sistem <i>Hub and Spoke</i> | 12 |
| Gambar 2.10 <i>Set-covering Model</i> Pemilihan <i>Hub</i> | 14 |
| Gambar 2.11 Sistem Sewa Kapal | 17 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian..... | 19 |
| Gambar 4.1 Peta Wilayah Maluku dan Papua | 23 |
| Gambar 4.2 Peta Provinsi Maluku..... | 24 |
| Gambar 4.3 Peta Provinsi Maluku Utara..... | 24 |
| Gambar 4.4 Peta Provinsi Papua | 25 |
| Gambar 4.5 Peta Provinsi Papua Barat..... | 25 |
| Gambar 4.6 Proses Distribusi LNG | 26 |
| Gambar 4.7 Lokasi Tangguh LNG | 27 |
| Gambar 4.8 Sebaran Titik Terminal Penerima..... | 28 |
| Gambar 4.9 Sebaran Titik PLTG di Provinsi Maluku | 30 |
| Gambar 4.10 Sebaran Titik PLTG di Maluku Utara | 31 |
| Gambar 4.11 Sebaran Titik PLTG di Provinsi Papua | 33 |
| Gambar 4.12 Sebaran Titik PLTG di Provinsi Papua Barat..... | 34 |
| Gambar 4.13 Grafik Regresi <i>Time Charter Hire</i> dengan <i>Payload</i> Kapal LNG | 36 |
| Gambar 4.14 Kapal <i>North Pioneer</i> | 36 |
| Gambar 4.15 Kapal <i>Kakurei Maru</i> | 38 |
| Gambar 4.16 Kapal <i>Akebono Maru</i> | 39 |
| Gambar 4.17 Kapal <i>Aman Sendai</i> | 40 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.18 Kapal <i>Surya Aki</i> | 42 |
| Gambar 4.19 Kapal <i>Triputra</i> | 43 |
| Gambar 5.1 Hasil Zonasi Keseluruhan | 77 |
| Gambar 5.2 Zona 1 Distribusi LNG | 77 |
| Gambar 5.3 Zona 2 Distribusi LNG | 78 |
| Gambar 5.4 Zona 3 Distribusi LNG | 78 |
| Gambar 5.5 Zona 4 Distribusi LNG | 79 |
| Gambar 5.6 Zona 5 Distribusi LNG | 79 |
| Gambar 5.7 Zona 6 Distribusi LNG | 80 |
| Gambar 5.8 Pengiriman Langsung Menuju Ambon | 81 |
| Gambar 5.9 Pengiriman Langsung Menuju Merauke..... | 81 |
| Gambar 5.10 Pengiriman Langsung Menuju Timika | 82 |
| Gambar 5.11 Pengiriman Langsung Menuju Bintuni | 82 |
| Gambar 5.12 Pengiriman Langsung Menuju Sorong | 83 |
| Gambar 5.13 Pengiriman Langsung Menuju Waisai | 83 |
| Gambar 5.14 Pengiriman Langsung Menuju Fakfak | 84 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 4.1 Terminal Penerima Kulur | 28 |
| Tabel 4.2 Kebutuhan LNG Terminal Penerima..... | 29 |
| Tabel 4.3 Rencana PLTG di Provinsi Maluku | 30 |
| Tabel 4.4 Rencana PLTG di Provinsi Maluku Utara..... | 32 |
| Tabel 4.5 Rencana PLTG di Provinsi Papua | 33 |
| Tabel 4.6 Rencana PLTG di Provinsi Papua Barat | 34 |
| Tabel 4.7 <i>Time Charter Hire</i> Berdasarkan Payload | 35 |
| Tabel 4.8 Spesifikasi Kapal <i>North Pioneer</i> | 37 |
| Tabel 4.9 Spesifikasi Kapal <i>Kakurei Maru</i> | 38 |
| Tabel 4.10 Spesifikasi Kapal <i>Akebono Maru</i> | 39 |
| Tabel 4.11 Spesifikasi Kapal <i>Aman Sendai</i> | 41 |
| Tabel 4.12 Spesifikasi Kapal <i>Surya Aki</i> | 42 |
| Tabel 4.13 Spesifikasi Kapal <i>Triputra</i> | 43 |
| Tabel 5.1 Asumsi Operasional..... | 46 |
| Tabel 5.2 Konversi LNG | 46 |
| Tabel 5.3 Jarak Antar Terminal Penerima..... | 47 |
| Tabel 5.4 Contoh Perhitungan Waktu Berlayar dari Kilang | 48 |
| Tabel 5.5 Contoh Perhitungan Waktu Berlayar Antar Titik..... | 48 |
| Tabel 5.6 Contoh Perhitungan Waktu Bongkar dan Muat dari Kilang | 50 |
| Tabel 5.7 Contoh Perhitungan Waktu Bongkar dan Muat Antar Titik | 50 |
| Tabel 5.8 Contoh Perhitungan Waktu di Pelabuhan dari Kilang | 51 |
| Tabel 5.9 Contoh Perhitungan Waktu di Pelabuhan Antar Titik..... | 51 |
| Tabel 5.10 Contoh Perhitungan Total Waktu Kapal dalam Jam dari Kilang | 52 |
| Tabel 5.11 Contoh Perhitungan Total Waktu Kapal dalam Jam Antar Titik | 52 |
| Tabel 5.12 Contoh Perhitungan Total Waktu dalam Hari dari Kilang | 52 |
| Tabel 5.13 Contoh Perhitungan Total Waktu Kapal dalam Hari Antar Titik..... | 52 |
| Tabel 5.14 Contoh Perhitungan Frekuensi per Kapal dari Kilang | 53 |
| Tabel 5.15 Contoh Perhitungan Frekuensi per Kapal Antar Titik..... | 54 |
| Tabel 5.16 Contoh Perhitungan Frekuensi Dibutuhkan dari Kilang | 54 |

| | |
|--|----|
| Tabel 5.17 Contoh Perhitungan Frekuensi Dibutuhkan Antar Titik..... | 54 |
| Tabel 5.18 Asumsi Biaya..... | 55 |
| Tabel 5.19 <i>Charter Rate</i> Kapal yang Tersedia | 56 |
| Tabel 5.20 Contoh Perhitungan Konsumsi BBM Mesin Utama dari Kilang | 57 |
| Tabel 5.21 Contoh Perhitungan Konsumsi BBM Mesin Utama Antar Titik..... | 57 |
| Tabel 5.22 Contoh Perhitungan Konsumsi BBM Mesin Bantu dari Kilang..... | 58 |
| Tabel 5.23 Contoh Perhitungan Konsumsi BBM Mesin Bantu Antar Titik..... | 58 |
| Tabel 5.24 Contoh Perhitungan Biaya Bahan Bakar per Tahun dari Kilang..... | 59 |
| Tabel 5.25 Contoh Perhitungan Biaya Bahan Bakar per Tahun Antar Titik | 59 |
| Tabel 5.26 Contoh Perhitungan Jasa Labuh per Kedatangan dari Kilang | 59 |
| Tabel 5.27 Contoh Perhitungan Jasa Labuh per Kedatangan Antar Titik | 59 |
| Tabel 5.28 Contoh Perhitungan Jasa Pandu per Kedatangan dari Kilang | 60 |
| Tabel 5.29 Contoh Perhitungan Jasa Pandu per Kedatangan Antar Titik..... | 60 |
| Tabel 5.30 Contoh Perhitungan Jasa Tunda per Kedatangan dari Kilang | 60 |
| Tabel 5.31 Contoh Perhitungan Jasa Tunda per Kedatangan Antar Titik | 60 |
| Tabel 5.32 Contoh Perhitungan Jasa Tambat per Kedatangan dari Kilang | 60 |
| Tabel 5.33 Contoh Perhitungan Jasa Tambat per Kedatangan Antar Titik | 61 |
| Tabel 5.34 Contoh Perhitungan Biaya Jasa Kepelabuhanan per Tahun dari Kilang | 61 |
| Tabel 5.35 Contoh Perhitungan Biaya Jasa Kepelabuhanan per Tahun Antar Titik | 61 |
| Tabel 5.36 Contoh Perhitungan Biaya Penanganan Muatan | 62 |
| Tabel 5.37 Contoh Perhitungan Biaya Penanganan Muatan | 62 |
| Tabel 5.38 Contoh Perhitungan Biaya Penyimpanan dari Kilang | 63 |
| Tabel 5.39 Contoh Perhitungan Biaya Penyimpanan Antar Titik | 63 |
| Tabel 5.40 Contoh Perhitungan Biaya Regasifikasi dari Kilang | 64 |
| Tabel 5.41 Contoh Perhitungan Biaya Regasifikasi Antar Titik | 64 |
| Tabel 5.42 Biaya Investasi FSRU..... | 65 |
| Tabel 5.43 Contoh Perhitungan Seluruh Biaya..... | 66 |
| Tabel 5.44 Contoh Perhitungan Total Biaya per Tahun dari Kilang | 67 |
| Tabel 5.45 Contoh Perhitungan Total Biaya per Tahun Antar Titik | 67 |
| Tabel 5.46 Contoh Perhitungan Biaya Satuan dari Kilang | 67 |
| Tabel 5.47 Contoh Perhitungan Biaya Satuan Antar Titik | 68 |
| Tabel 5.48 Contoh Pemilihan Kapal Berdasarkan <i>Unit Cost</i> | 69 |
| Tabel 5.49 Contoh Kriteria Terpenuhi atau Tidak..... | 71 |

| | |
|--|----|
| Tabel 5.50 Identifikasi <i>Unit Cost</i> Tujuan Akhir..... | 73 |
| Tabel 5.51 Pemilihan <i>Hub</i> Setiap Titik | 73 |
| Tabel 5.52 Perhitungan Biaya Pengiriman Langsung dari Kilang | 74 |
| Tabel 5.53 Perbandingan Biaya Antar <i>Unit Cost</i> Pengiriman LNG..... | 75 |

Bab 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pemadaman listrik yang dialami hampir setiap daerah saat ini disebabkan kekurangan pasokan listrik. Bila hal ini tidak mendapat perhatian khusus dan upaya terobosan yang luar biasa, maka krisis listrik bisa terjadi dalam 3-4 tahun kedepan. Kondisi ini bukan hanya kurang mendukung aktivitas masyarakat, tetapi juga dapat menurunkan daya saing industri dan menghambat pertumbuhan ekonomi nasional. Dengan memperhitungkan proyeksi pertumbuhan ekonomi 6-7% per tahun, dalam lima tahun ke depan dibutuhkan tambahan kapasitas listrik 35.000 MW atau 7.000 MW per tahun. Program kelistrikan ini menjadi program yang dikukuhkan dalam dokumen Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015-2019. Program 35.000 MW adalah proyek pemerintah untuk membangun pembangkit listrik mencapai 35.000 MW hingga 2019. Program 35 ribu MW ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakat Indonesia dari Sabang sampai Merauke. Hal ini tentu akan berdampak signifikan bagi pertumbuhan ekonomi di luar Jawa, yang sebelumnya kekurangan suplai listrik.

Sebagai bagian dari realisasi program tersebut, PLN akan membangun kurang lebih 54 Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) di Regional Maluku dan Papua untuk pemenuhan jatah pembangunan 1000 MW dari total keseluruhan 35.000 MW. Perusahaan Listrik Negara akan memprioritaskan pembangunan pembangkit listrik di wilayah Indonesia Timur. Gas merupakan sumber energi yang tepat untuk mengoperasikan pembangkit listrik di Maluku dan Papua, yang sudah ada tidak diubah dan tetap beroperasi, yang belum beroperasi akan dikaji untuk dialihkan ke gas. Penggunaan gas di wilayah timur lebih efisien, sebab terdapat sumber gas yang cukup besar yakni di Tangguh atau Bontang.

Papua dengan mega proyek LNG Tangguh di Teluk Bintuni, Papua Barat, menampung gas alam yang berasal dari beberapa Blok di sekitar Teluk Bintuni, seperti Blok Berau, Blok Wiriagar dan Blok Muturi menempati urutan kedua terbesar penyumbang gas alam setelah Blok Mahakam di Kalimantan Timur. Dengan kapasitas produksi LNG Tangguh saat ini dengan 2 kilang atau train sebesar 7,6 juta ton per tahun. Dengan proyek

train 3 yang akan beroperasi 2020, akan ada tambahan kapasitas 3,8 juta ton sehingga kapasitas total akan menjadi 11,4 juta ton gas alam cair per tahun.

Dalam proses pengirimannya, terdapat 4 aspek yang saling terkait satu sama lain, yaitu produksi, *Plant LNG*, transportasi (pipa atau kapal tanker), penyimpanan dan regasifikasi. Wilayah Maluku dan Papua adalah daerah yang umumnya tidak dilalui jaringan pipa gas karena merupakan wilayah kepulauan dengan banyak pulau-pulau kecil yang tersebar sehingga tidak mungkin seluruh wilayah akan disambung dengan jaringan pipa melintasi lautan, karena dipastikan akan membutuhkan dana yang sangat besar. Selain itu pembangkit yang akan dibangun PLN di kedua wilayah tersebut merupakan pembangkit dengan kapasitas kecil berkisar antara 15 sampai 50 MW karena kebutuhannya tidak sebesar di wilayah Sumatera dan Jawa sehingga membutuhkan pasokan gas yang tidak banyak pula. Untuk daerah seperti ini, distribusi gas lebih efisien menggunakan Kapal Tanker LNG.

Pada tugas akhir ini akan dilakukan pembuatan model zonasi distribusi dengan hasil zona pengiriman sekaligus pelabuhan *hub* dan pelabuhan tujuan akhir untuk muatan LNG sebagai salah satu alternatif solusi untuk pengiriman LNG dari 1 kilang menuju banyak tujuan Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG).

1.2. Perumusan Masalah

Setelah menjabarkan permasalahan dalam sub bab sebelumnya, masalah dalam Tugas Akhir ini dapat dirumuskan sebagai berikut.

1. Bagaimana zonasi untuk distribusi LNG di Wilayah Maluku dan Papua?
2. Bagaimana pola operasi distribusi LNG di Wilayah Maluku dan Papua?

1.3. Tujuan

Setelah dapat merumuskan masalah, tujuan yang ingin dicapai dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui zonasi untuk distribusi LNG di Wilayah Maluku dan Papua.
2. Mengetahui pola operasi distribusi LNG di Wilayah Maluku dan Papua.

1.4. Manfaat

Manfaat yang ingin dicapai dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan masukan bagi perusahaan untuk perencanaan distribusi LNG untuk Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) dengan biaya termurah.
2. Dapat mengetahui zona-zona yang terpilih dari hasil *running model*.

3. Dapat mengetahui setiap titik sebaiknya disuplai langsung dari kilang atau melewati *hub* terlebih dahulu.

1.5. Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah yang digunakan dalam Tugas Akhir ini agar dapat terfokus dan tidak menyimpang dengan tujuan yang diinginkan adalah:

1. Pola operasi kapal adalah *port-to-port* yaitu *port-to-port* dari kilang menuju pelabuhan *hub* dan *port-to-port* dari pelabuhan *hub* menuju tujuan akhir
2. Semua titik pelabuhan pada perhitungan diasumsikan bisa menjadi pelabuhan *hub*
3. Perhitungan distribusi ini hanya dari kilang asal menuju pelabuhan *hub* dan terminal penerima saja
4. Kebutuhan bahan bakar dari Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG) diasumsikan 100% LNG
5. Satu titik hanya di-*cover* oleh satu *hub*
6. Setiap titik bisa disuplai langsung dari kilang maupun melewati *hub* terlebih dahulu

1.6. Hipotesis

Pada distribusi LNG ini karena menggunakan satu asal kilang dan banyak tujuan Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) perlu menggunakan zonasi untuk pendistribusianya karena lebih efektif dari sisi biaya.

Bab 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Liquefied Natural Gas (LNG)*

LNG atau *liquefied natural gas* merupakan gas yang didominasi oleh metana dan etana yang didinginkan hingga menjadi cair pada suhu antara -150 C sampai -200 C. Hal ini dilakukan untuk menghemat ruang, karena 610 kaki kubik gas alam dapat diubah menjadi 1 kaki kubik LNG. Mengkonversi gas alam menjadi LNG membuat lebih mudah untuk disimpan dan lebih mudah untuk diangkut. Proses pendinginan (*refrigeration process*) digunakan untuk mengkondensasi gas alam menjadi LNG dengan pendinginan sampai minus 260 derajat Fahrenheit. Proses pendinginan ini biasanya disertai dengan proses menghilangkan air, karbondioksida, hidrogen sulfida dan bahan atau unsur pengotor lainnya.

Untuk mempertahankan suhu rendah selama penyimpanan dan transportasi, LNG harus ditempatkan ke dalam tangki kriogenik (*cryogenic tanks*). Tangki Kriogenik ini merupakan tangki penyimpanan gas yang besar yang terisolasi dan dilengkapi dengan unit pendingin. Ketika pengiriman LNG mencapai tujuan atau bila LNG sedang dikeluarkan dari penyimpanan, maka LNG wajib di regasifikasi. Tujuan proses regasifikasi adalah untuk memanaskan LNG, sehingga memungkinkan LNG akan menguap kembali menjadi gas alam. Regasifikasi biasanya dilakukan di fasilitas di mana gas dapat ditempatkan ke dalam penyimpanan atau langsung ke pipa untuk transportasi.



Sumber : www.nssmc.com

Gambar 2.1 LNG Dalam Tanki Timbun

Pengembangan dan pemanfaatan LNG memerlukan infrastruktur yang lebih kompleks. Dari sisi hulu, pengembangan LNG tidak hanya memerlukan fasilitas produksi biasa, tetapi memerlukan kilang yang mampu mencairkan gas tersebut sampai suhu minus 150-200 C. Fasilitas pendingin dan tanki kriogenik ini membutuhkan investasi yang sangat besar. Sementara di sisi hilir, pemanfaatan LNG memerlukan fasilitas untuk mengubah LNG menjadi gas kembali, yang disebut dengan *LNG regasification terminal*.

a. Penyimpanan

Setelah LNG dikirim dari asal menuju pelabuhan tujuan atau bisa disebut dengan terminal penerima, akan disimpan terlebih dahulu di *Floating Storage Unit* (FSU). Selama di tanki penyimpanan ini LNG akan selalu didinginkan sebab jika tidak didinginkan akan menguap dan akan berkurang jumlahnya. Dari situlah muncul biaya penyimpanan untuk menjaga LNG agar tetap menjadi cair. Biasanya biaya penyimpanan dalam bentuk satuan \$/MMBTU.



Sumber : www.porttechnology.org dan harianbhirawa.com

Gambar 2.2 *Floating Storage Unit*

b. Regasifikasi

Regasifikasi adalah proses pengubahan bentuk dari LNG menjadi Gas Alam kembali karena pada terminal muat Gas Alam dicairkan terlebih dahulu. Ketika LNG sudah sampai di pelabuhan tujuan dan sudah ditampung di *Floating Storage Unit* (FSU), akan disalurkan lagi menuju *Floating Regasification Unit* (FRU). Di FRU inilah LNG yang awalnya cair akan diuapkan kembali menjadi gas. Karena memang kebutuhan dari Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) adalah dalam bentuk gas dan satuannya adalah *Million Metric British Thermal Unit* (MMBTU).



Sumber : www.tradewindsnews.com dan bali.tribunnews.com

Gambar 2.3 Floating Regasification Unit

2.2. Pembangkit Listrik



Sumber : waspada.co.id dan achmadjaelani89.wordpress.com

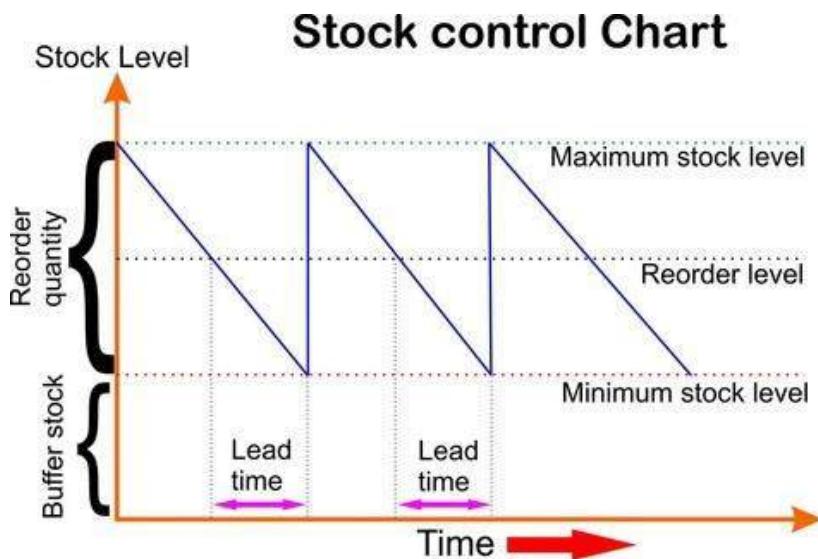
Gambar 2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Gas

Pembangkit listrik adalah suatu alat yang dapat membangkitkan dan memproduksi tegangan listrik dengan cara mengubah suatu energi tertentu menjadi energi listrik selain itu, pembangkit listrik bisa disebut juga dengan semua mesin yang mengubah tenaga gerak, cahaya dan minyak bumi atau benda kimia lainnya menjadi tenaga listrik. Pembangkit listrik di Indonesia telah diatur sepenuhnya oleh Perusahaan Listrik Negara dimana terdapat beberapa jenis pembangkit yang tersedia di Indonesia diantaranya adalah Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG), Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), dan Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU).

Pada penelitian ini penggunaan LNG digunakan sebagai sumber energi bagi PLTG di wilayah Maluku dan Papua, dimana kebutuhan daya dari setiap pembangkit yang ada pada masing – masing wilayah dalam bentuk Watt akan dikonversikan kedalam bentuk m^3 LNG. Tujuan dari konversi tersebut adalah untuk mengetahui berapa nilai kebutuhan LNG yang harus disuplai dari kilang LNG atau LNG Plant yang sudah ditentukan menuju tiap – tiap pembangkit di wilayah Maluku dan Papua.

2.3. Safety Stock

Safety stock atau stok pengaman adalah persediaan yang diadakan untuk mencegah terjadinya kekurangan persediaan ketika permintaan tidak pasti atau karena faktor yang menentukan besarnya persediaan ini adalah penggunaan bahan baku rata-rata selama periode tertentu sebelum barang yang dipesan datang dan waktu tunggu yang bervariasi. Persediaan pengaman berfungsi untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan barang, misalnya karena penggunaan barang yang lebih besar dari perkiraan semula atau keterlambatan dalam penerimaan barang yang dipesan. Dalam Tugas Akhir ini *safety stock* akan digunakan sebagai salah satu kriteria untuk penentuan zona-zona.



Sumber : www.manutencaoemfoco.com.br

Gambar 2.5 Contoh dari Safety Stock

Dari gambar diatas dapat kita ambil kesimpulan bahwa pada penyimpanan terdapat batas minimal yang harus dipenuhi. Maka dari itu pada tugas ini akan dipakai sebagai kriteria untuk menentukan apakah kapal yang terpilih pada rute tertentu dan *demand* tertentu bisa meng-cover untuk *safety stock* atau tidak.

2.4. Pelabuhan

Pelabuhan bisa disebut sebuah fasilitas di ujung samudera, sungai, atau danau untuk menerima kapal dan memindahkan barang kargo maupun penumpang ke dalamnya. Pelabuhan biasanya memiliki alat-alat yang dirancang khusus untuk memuat dan membongkar muatan kapal-kapal yang berlabuh. Menurut Peraturan Pemerintah RI No. 69 Tahun 2001 yang mengatur tentang kepelabuhan dan fungsi serta penyelenggarannya, pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan peraitan disekitarnya dengan batas

batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi. Menurut jenis pelayanannya terdapat 2 (dua) jenis pelabuhan, yaitu:

2.4.1. Pelabuhan Umum

Pelabuhan umum adalah pelabuhan yang diselenggarakan untuk kepentingan masyarakat umum. Penyelenggaraan pelabuhan umum dilakukan oleh pemerintah dan pelaksanaannya dapat dilimpahkan kepada badan usaha yang didirikan dengan maksud dan tujuan tersebut.



Sumber : www.harnas.co dan www.maps.google.com

Gambar 2.6 Pelabuhan Jayapura

Gambar diatas adalah salah satu contoh pelabuhan umum yaitu Pelabuhan Jayapura yang dioperasikan oleh PT. Pelabuhan Indonesia IV.

2.4.2. Pelabuhan Khusus

Pelabuhan khusus adalah pelabuhan yang dikelola untuk kepentingan sendiri guna menunjang kebutuhan kegiatan tertentu. Badan pengelola pelabuhan khusus adalah pemerintah atau Badan Usaha Indonesia yang memiliki izin untuk mengelola pelabuhan khusus. Guna mendalami karakteristik kapal, maka terdapat beberapa ragam faktor penentu, baik dari segi material, fungsi dan operasi dari kapal, yaitu antara lain:

- a. Bahan material kapal yang dipakai: baja, kayu, fero semen, *fiberglass*, dsb.
- b. Fungsi kapal sebagai: kapal penumpang, kapal barang umum, kapal curah, kapal peti kemas, kapal tanker, kapal tunda, kapal ikan, dsb.

- c. Sistem dan penggerak kapal: mekanik, semi otomatik, otomatik, diesel sebagai kekuatan penggerak utama dsb.
- d. Daerah operasi kapal: jarak dekat/sedang, jauh, disesuaikan pula dengan keadaan perairan laut.



Sumber : www.maps.google.com dan www.bp.com/in_id

Gambar 2.7 LNG Jetty Tangguh LNG

Gambar diatas adalah contoh dari pelabuhan khusus yaitu pelabuhan khusus milik Tangguh LNG yang dioperasikan oleh Tangguh LNG sendiri.

2.5. Zonasi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, zonasi merupakan pembagian atau pemecahan suatu areal menjadi beberapa bagian, sesuai dengan fungsi dan tujuan pengelolaan. Zona adalah kawasan atau area yang memiliki fungsi dan karakteristik lingkungan yang spesifik, maka zona dipastikan memiliki suatu identitas atau ciri yang berbeda dari area lain di sekitarnya. Seperti halnya PT. Pelabuhan Indonesia, harus dibagi menjadi 4 wilayah operasi dengan tujuan pemerataan. Dalam penelitian ini akan dilakukan perancangan zonasi yang dilakukan dengan cara perhitungan dengan biaya sebagai faktor utama.



Sumber : www.pinterest.de

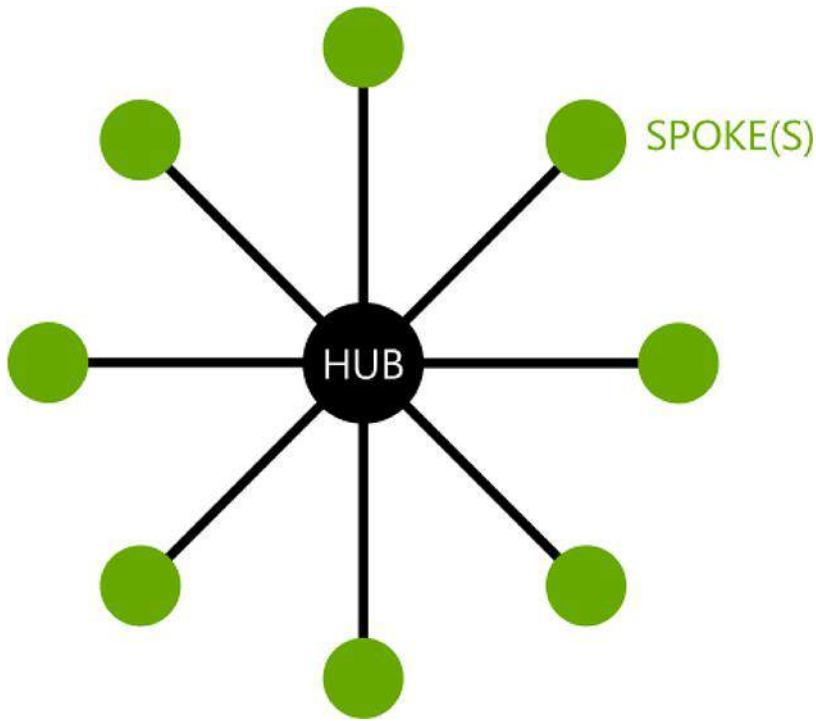
Gambar 2.8 Contoh Zonasi dari PT. Pelabuhan Indonesia

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa Pelabuhan Indonesia dibagi menjadi 4 (empat) wilayah operasi, yaitu Pelabuhan Indonesia (PELINDO) I, PELINDO II, PELINDO III, dan PELINDO IV. PELINDO I pusat terletak di Belawan, PELINDO II pusat terletak di Tanjung Priok, PELINDO III pusat terletak di Tanjung Perak, dan PELINDO IV pusat terletak di Makassar.

2.6. Hub and Spoke

Konsep hub and spoke ini membagi pelabuhan ke dalam dua klasifikasi. Ada yang disebut *Hub* (Pengumpul) dan ada pula yang disebut *Spoke* (Pengumpan). *Hub* adalah sebuah pelabuhan yang menjadi pusat dari sebuah kawasan atau regional. Sedangkan *spoke* adalah pelabuhan selain hub yang berada di satu kawasan. Pelabuhan pengumpul adalah pelabuhan yang fungsi pokoknya melayani kegiatan angkutan laut dalam negeri, alih muat angkutan laut dalam negeri dalam jumlah menengah, dan sebagai tempat asal tujuan penumpang dan/atau barang, serta angkutan penyeberangan dengan jangkauan pelayanan antarprovinsi.

Menurut Peraturan Pemerintah No. 61 Tahun 2009 pelabuhan pengumpan adalah pelabuhan yang fungsi pokoknya melayani kegiatan angkutan laut dalam negeri, alih muat angkutan laut dalam negeri dalam jumlah terbatas, merupakan pengumpan bagi pelabuhan utama dan pelabuhan pengumpul, dan sebagai tempat asal tujuan penumpang dan/atau barang, serta angkutan penyeberangan dengan jangkauan pelayanan dalam provinsi.



Sumber : www.container-logic.com

Gambar 2.9 Sistem *Hub and Spoke*

2.7. Metode Optimasi

Optimasi berasal dari kata optimalisasi. Namun, seiring perkembangan zaman, kata optimasi lebih sering digunakan daripada optimalisasi. Secara umum permasalahan optimasi biasanya terdiri dari dua tujuan, yaitu memaksimalkan dan meminimumkan. Pengertian dari optimasi sendiri adalah suatu proses untuk memaksimumkan atau memminimumkan fungsi objektif dengan mempertimbangkan batas-batasnya. Optimasi banyak memberi manfaat dalam mengambil keputusan dan dapat diterapkan dalam berbagai bidang ilmu baik ilmu teknik, ekonomi, kepolisian, politik, sosial, dan lain sebagainya.

Dalam perkembangannya, berbagai *software* optimasi bermunculan untuk mempercepat dan memudahkan proses suatu penyelesaian masalah. Semakin cepat proses dan hasilnya spesifik maka semakin baik performa software tersebut. Ada hal yang perlu diperhatikan bahwa untuk menyelesaikan suatu permasalahan alangkah lebih mudah jika mengubah permasalahan tersebut kedalam model matematis terlebih dahulu. Keberhasilan penerapan teknik optimasi, paling tidak memerlukan tiga syarat, yaitu kemampuan membuat model, matematika dari permasalahan yang dihadapi, pengetahuan teknik optimasi, dan pengetahuan akan program computer.

2.7.1. Objective Function

Objective function merupakan ekspresi matematis untuk mendeskripsikan hubungan dari parameter optimisasi atau hasil sebuah operasi yang menggunakan parameter optimisasi sebagai masukan. Terdapat pilihan untuk *objective function* yaitu dimaksimalkan atau diminimalkan. Dimaksimalkan jika *objective function* adalah *profit* atau keuntungan yang akan didapatkan. Diminimalkan jika *objective function* adalah biaya atau pengeluaran yang harus dikeluarkan.

2.7.2. Constraint

Constraint adalah sebuah batasan dimana suatu variabel itu harus dibatasi. Misalkan akan menggunakan variabel keputusan pemilihan sesuatu yang harus didefinisikan iya atau tidak (1 atau 0), maka variabel keputusan itu sendiri harus mempunyai *constraint binary* agar angka yang keluar ketika *running model* sesuai dengan fungsinya.

2.7.3. Decision Variable

Decision variable atau bisa juga disebut variabel keputusan merupakan sebuah variabel yang dapat berubah sesuai dengan *objective function* yang akan diminimalkan atau dimaksimalkan dan dibatasi oleh *constraint*.

2.8. Set-covering Model

Set-covering model adalah salah satu model lokasi. Pada *set-covering model*, setiap anggota harus di-*cover* oleh anggota lain. Tujuan dari *set-covering model* adalah untuk meminimalkan jumlah anggota yang dibutuhkan untuk meng-*cover* (L. Winston & Albright, 2009). Pada tugas ini metode *set-covering model* ini digunakan untuk meminimalisasi jumlah pelabuhan pengumpul yang dibutuhkan untuk melayani/meng-*cover* setiap daerah yang mempunyai kebutuhan LNG. Berikut adalah formula matematis dari *set-covering model*.

$$\text{Min} = \sum_{i=1}^n x_i \quad (2.1)$$

$$\text{Subject to} = \sum_{j=N_j}^n x_j \geq 1 \quad (2.2)$$

$$x_i \in \{0,1\}$$

Decision Variable:

$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{jika terpilih} \\ 0, & \text{jika tidak terpilih} \end{cases} \quad (2.3)$$

Dimana:

I : *Hub*

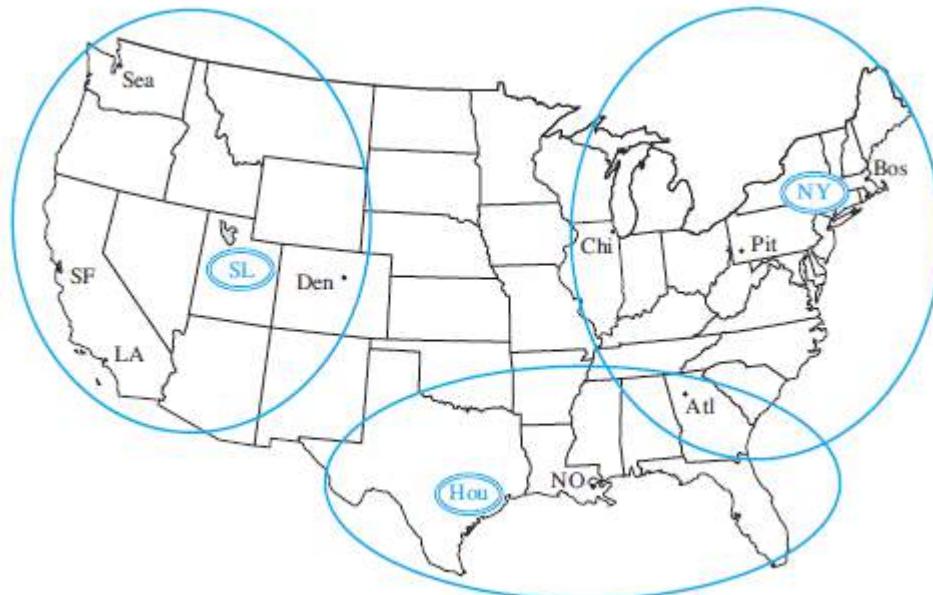
J : Tujuan Akhir

x_i : Pemilihan *Hub*

N_j : $\{j \mid s_{ij} \geq s_c\}$

s_{ij} : Jarak dari i ke j

s_c : Jarak Pemenuhan



Sumber : (L. Winston & Albright, 2009)

Gambar 2.10 Set-covering Model Pemilihan *Hub*

2.9. *Shipping Cost*

Biaya Transportasi Laut dalam pelayaran digunakan untuk menghitung besarnya biaya-biaya yang timbul akibat pengoperasian kapal (Wijnolst & Wergeland, 1997). Pada pelayaran tidak terdapat *standart cost classification* yang digunakan secara internasional, sehingga digunakan pendekatan untuk mengklasifikasikannya. Sehingga untuk klasifikasi biaya-biaya tersebut meliputi biaya modal, biaya operasional, biaya pelayaran, biaya bongkar muat dan biaya pelabuhan. Biaya-biaya ini perlu diklasifikasikan dan dihitung agar dapat memperkirakan tingkat kebutuhan pembiayaan kapal.

2.9.1. Biaya Modal (*Capital Cost*)

Capital cost adalah harga kapal pada saat dibangun atau dibeli. Biaya modal disertakan dalam kalkulasi biaya untuk menutup pembayaran bunga pinjaman dan

pengembalian modal tergantung bagaimana pengadaan kapal tersebut. Pengembalian nilai kapital ini direfleksikan sebagai pembayaran tahunan.

2.9.2. Biaya Operasional (*Operating Cost*)

Operating cost (biaya operasi kapal) merupakan biaya yang berhubungan dengan beberapa aspek operasional yang bersangkutan terhadap pengoperasian kapal untuk siap berlayar. *Operating cost* terdiri dari biaya tetap dan biaya tidak tetap yang bergantung pada kondisi kapal yang sebenarnya saat berlayar. Biaya tetap dari sebuah kapal merupakan biaya yang harus dikeluarkan oleh pemilik kapal (*shipowner*) untuk kapal siap berlayar yang terdiri dari beberapa element yaitu : gaji kru, biaya reparasi, biaya asuransi, biaya kebutuhan kapal saat berlayar, dan lain sebagainya. (Rizaldi & Lailiah, 2017)

2.9.3. Biaya Pelayaran (*Voyage Cost*)

Biaya pelayaran atau dalam Bahasa Inggris disebut *voyage cost* adalah biaya variabel yang dikeluarkan oleh kapal untuk kebutuhan selama pelayaran. Konsumsi bahan bakar kapal tergantung pada beberapa variabel seperti ukuran kapal, bentuk dan kondisi lambung, pelayaran bermuatan atau ballast, kecepatan kapal, cuaca, jenis dan kapasitas mesin induk dan motor bantu, dan kualitas bahan bakar. Biaya bahan bakar tergantung pada konsumsi harian bahan bakar selama berlayar di laut dan di pelabuhan serta harga bahan bakar. Jenis bahan bakar yang dipakai ada 2 macam yaitu *Marine Fuel Oil* (MFO) untuk mesin utama dan *High Speed Diesel* (HSD) untuk mesin bantu. Untuk perumusannya sebagai berikut.

2.9.4. Biaya Bongkar Muat (*Cargo Handling Cost*)

Biaya bongkar muat mempengaruhi biaya pelayaran yang harus dikeluarkan oleh pihak perusahaan pelayaran. Adapun kegiatan yang dilakukan dalam kegiatan bongkar muat pada umumnya berupa *stevedoring*, *cargodoring*, *receiving/delivery*. Kegiatan tersebut dilaksanakan oleh perusahaan bongkar muat (PBM) sesuai dengan Keputusan Menteri Perhubungan Nomor: KM 14 Tahun 2002 Tentang Penyelengaraan dan Pengusahaan Bongkar Muat barang dari dan ke kapal, adapun istilah dalam kegiatan bongkar muat dijelaskan sebagai berikut:

- a. *Stevedoring* adalah pekerjaan membongkar barang dari kapal ke dermaga/truk/tongkang atau sebaliknya sampai dengan tersusun dalam palka kapal dengan menggunakan derek kapal atau derek darat

- b. *Cargodoring* adalah pekerjaan melepaskan barang dari tali/jala-jala di deramaga dan mengangkut dari dermaga ke gudang/lapangan penumpukan barang selanjutnya menyusun di gudang/lapangan penumpukan dan sebaliknya
- c. *Receiving/delivery* adalah pekerjaan memindahkan barang dari timbunan/tempat penumpukan di gudang/lapangan penumpukan dan menyerahkan sampai tersusun diatas kendaraan di pintu gudang/lapangan atau sebaliknya
- d. Perusahaan Bongkar Muat adalah badan hukum Indonesia yang khusus didirikan untuk menyelenggarakan dan mengusahakan kegiatan bongkar muat barang dari dan ke kapal
- e. Tenaga Kerja Bongkar Muat adalah semua tenaga kerja yang terdaftar pada pelabuhan setempat yang melakukan pekerjaan bongkar muat di pelabuhan

2.9.5. Biaya Pelabuhan (*Port Charge*)

Pada saat kapal berada dipelabuhan biaya-biaya yang dikeluarkan meliputi *port dues* dan *services charges*. *Port dues* adalah biaya yang dikenakan atas penggunaan fasilitas pelabuhan berupa fasilitas dermaga, tambatan, kolam labuh, dan infrastruktur lainnya yang besarannya tergantung *volume cargo*, berat *cargo*, *gross tonnage* dan *net tonnage*.

2.9.6. Total Biaya Transportasi Laut (*Total Cost*)

Total biaya untuk biaya transportasi laut adalah penjumlahan dari seluruh komponen biaya, sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$TC = CC + OC + VC + CHC + PC \quad (2.4)$$

Dimana:

- TC : *Total Cost*
- CC : *Capital Cost*
- OC : *Operating Cost*
- VC : *Voyage Cost*
- CHC : *Cargo Handling Cost*
- PC : *Port Charge*

2.10. *Shipping Charter*

Untuk pengadaan kapal, memang bisa dilakukan dengan cara membangun baru. Namun jika dari perusahaan tidak menginginkan untuk membangun kapal baru, bisa dilakukan sewa kapal dari perusahaan penyewa kapal.

| 1. Voyage Charter <i>Master instructed by:-</i> Owner | 2. Time charter <i>Master instructed by:-</i> Owner for ship and charterer for cargo | 3. Bare boat <i>Master appointed by:-</i> Charterer |
|---|---|---|
| <i>Revenue depends on:</i> Quantity of cargo & rate per unit of cargo | <i>Revenue depends on:</i> Hire rate, duration and off-hire time | <i>Revenue depends on:</i> Hire rate & duration |
| Costs paid by owner: | Costs paid by owner: | Costs paid by owner: |
| 1. Capital costs Capital Brokerage | 1. Capital costs Capital Brokerage | 1. Capital costs Capital Brokerage |
| 2. Operating costs Wages Provisions Maintenance Repairs Stores & supplies Lube oil Water Insurance Overheads | 2. Operating costs Wages Provisions Maintenance Repairs Stores & supplies Lube oil Water Insurance Overheads | 2. Operating costs Wages Provisions Maintenance Repairs Stores & supplies Lube oil Water Insurance Overheads |
| 3. Port costs Port charges Stevadoring charges Cleaning holds Cargo claims | | Voyage costs: note that under time-charter and bare boat contracts these costs are paid by the charterer |
| 4. Bunkers, etc Canal transit dues Bunker fuel | | |
| 4. Contract of Affreightment (COA): cost profile same as voyage charter | | |

Sumber : (Stopford, 2009)

Gambar 2.11 Sistem Sewa Kapal

Gambar diatas menjelaskan bahwa masing-masing dari sistem sewa kapal ada biaya yang harus ditanggung oleh pemilik kapal dan ada biaya yang harus ditanggung oleh penyewa kapal. Untuk lebih lengkapnya akan dijelaskan sebagai berikut.

2.10.1. Bareboat Charter

Jika perusahaan ingin mengoperasikan kapal secara penuh, namun tidak ingin memiliki kapal, *bareboat charter* adalah solusi paling tepat. *Bareboat charter* adalah sistem sewa kapal dimana kapal disewa dalam keadaan kosong tanpa kru dan ABK. Pemilik kapal hanya menanggung biaya kapital (*capital cost*). Sementara perusahaan penyewa kapal akan menanggung seluruh biaya operasional (*operating cost*), biaya pelayaran (*voyage cost*), biaya jasa kepelabuhanan (*port charges*), dan biaya bongkar muat (*cargo handling cost*) (Stopford, 2009).

2.10.2. Time Charter

Time charter adalah sistem sewa kapal dimana kapal disewa lengkap dengan kru dan ABK. Pemilik kapal akan menanggung biaya kapital (*capital cost*) dan biaya operasional (*operational cost*). Sedangkan penyewa kapal akan menanggung biaya pelayaran (*voyage cost*), biaya jasa kepelabuhanan (*port charges*), dan biaya bongkar muat (*cargo handling cost*) (Stopford, 2009).

2.10.3. Voyage Charter

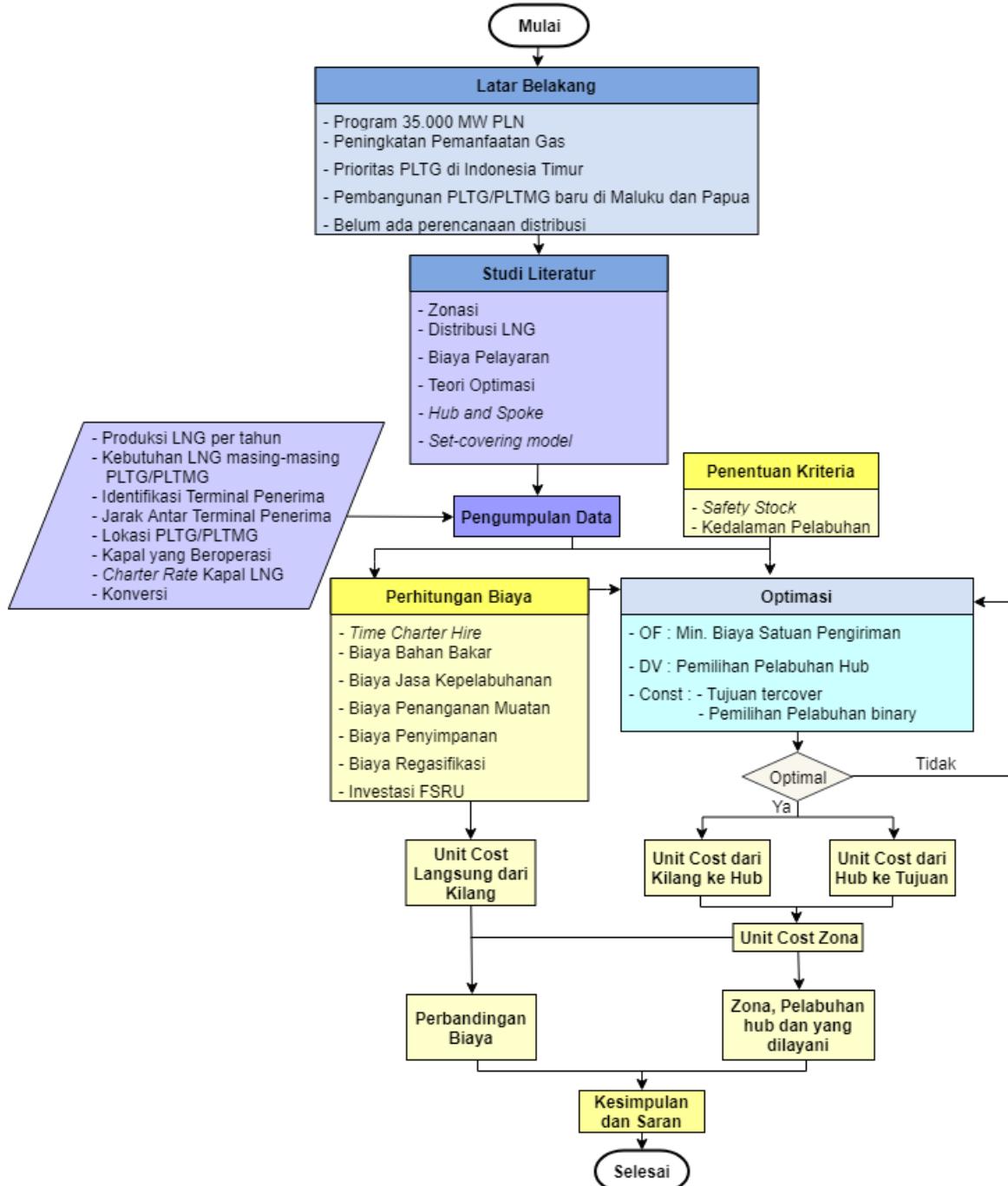
Voyage charter adalah sistem sewa kapal dimana kapal disewa untuk satu atau beberapa *voyage* tertentu dengan tarif tetap per satuan (ton, m³, TEU). Jadi penyewa akan membayar sejumlah barang yang akan dikirimkan dikalikan dengan tarif tetap per satuan yang telah ditetapkan (Stopford, 2009).

2.10.4. Contract of Affreighment (COA)

Contract of Affreighment adalah sebuah kontrak antara pemilik kapal dan penyewa dimana pemilik kapal menyediakan tonnase, dan penyewa menyediakan muatan dari tempat tertentu ke tempat lain dengan periode tertentu (Honan, 2008). Pada dasarnya sistem sewa ini sama dengan *voyage charter*, tetapi pihak penyewa tidak menentukan kapal yang akan digunakan.

Bab 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.1.1. Tahap Latar Belakang

Pada tahap ini dilakukan identifikasi latar belakang yang diangkat dalam Tugas Akhir ini. Latar belakang meliputi adanya program 35.000 MW, peningkatan pemanfaatan gas, prioritas pembangunan PLTG di wilayah Indonesia Timur, dan belum ada perencanaan distribusi LNG.

3.1.2. Tahap Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan studi literatur yang terkait dengan permasalahan tugas ini. Materi-materi yang dijadikan sebagai tinjauan pustaka adalah zonasi, distribusi LNG, biaya pelayaran, teori optimasi, *hub and spoke*, dan *set-covering model*.

3.1.3. Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data dengan menggunakan metode pengumpulan data secara langsung (primer) dan secara tidak langsung (sekunder). Pengumpulan data ini dilakukan dengan mengambil data terkait permasalahan dalam Tugas Akhir ini yaitu Produksi LNG per tahun, Kebutuhan LNG masing-masing PLTG/PLTMG, Identifikasi Terminal Penerima, Jarak Antar Terminal Penerima, Lokasi PLTG/PLTMG, Kapal yang beroperasi, *Time Charter Hire*, dan konversi untuk LNG.

3.1.4. Tahap Menentukan Kriteria

Pada tahap ini ditentukan kriteria sebagai patokan untuk menentukan sebuah pelabuhan *hub* tersebut bisa menyuplai pelabuhan tujuan akhir atau tidak. Kriteria yang pertama adalah *safety stock*. Dimana kapal yang terpilih untuk rute tertentu, bisa atau tidak kapal yang terpilih tersebut menyuplai dengan *stock* LNG di penyimpanan tidak sampai kurang dari *safety stock*. Kriteria yang kedua adalah kedalaman pelabuhan. Apabila kedalaman pelabuhan yang terpilih menjadi *hub* mempunyai sarat yang hampir sama dengan pelabuhan tujuan, maka bisa dikatakan sebagai satu zona dan pelabuhan *hub* tersebut bisa menyuplai pelabuhan tujuan tersebut.

3.1.5. Tahap Perhitungan Biaya

Pada tahap ini biaya akan dihitung dengan dua komponen utama yaitu biaya tetap (*fixed cost*) dan biaya variabel (*variable cost*). Dimana biaya tetap adalah menggunakan *Time Charter Hire* karena kapal yang akan digunakan adalah kapal sewa dengan sistem *time charter*. Sedangkan biaya variabel meliputi biaya bahan bakar, biaya jasa kepelabuhanan,

biaya penanganan muatan, biaya penyimpanan, biaya regasifikasi, dan investasi *Floating Storage Regasification Unit* (FSRU).

3.1.6. Tahap Optimasi

Pada tahap ini dilakukan optimasi untuk menentukan zonasi untuk distribusi LNG bisa dengan menggunakan Solver dari Microsoft Excel. Dengan meminimalkan biaya satuan pengiriman LNG dan variabel keputusan adalah pemilihan pelabuhan *hub* buka atau tidak dengan batasan pelabuhan tujuan akhir ter-cover dan pemilihan pelabuhan *hub* tersebut adalah *binary*. *Binary* adalah pilihan jika 1 artinya, dan jika 0 artinya tidak.

3.1.7. Tahap Perbandingan Biaya

Pada tahap ini akan dibandingkan biaya satuan pengiriman dari kilang asal menuju pelabuhan tujuan akhir. Biaya satuan yang pertama adalah biaya satuan ketika pengiriman melewati pelabuhan *hub* terlebih dahulu. Sedangkan biaya satuan yang kedua adalah biaya satuan ketika pengiriman langsung dari kilang menuju tujuan akhir.

3.1.8. Tahap Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dilakukan sebuah penarikan kesimpulan yang dapat menjawab semua permasalahan pada penelitian ini dan penulisan saran terhadap pihak-pihak terkait sebagai sesuatu yang dipertimbangkan.

Bab 4. GAMBARAN UMUM

4.1. Gambaran Umum Objek Penelitian

Lokasi yang dijadikan studi kasus dalam penggerjaan tugas akhir ini dilakukan di Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) di Wilayah Maluku dan Papua. Maluku dan Papua adalah termasuk dalam wilayah Indonesia bagian timur dan masuk zona Waktu Indonesia Timur (WIT). Maluku sendiri dibagi menjadi Provinsi Maluku dan Provinsi Maluku Utara. Sedangkan Papua dibagi menjadi Provinsi Papua dan Provinsi Papua Barat.

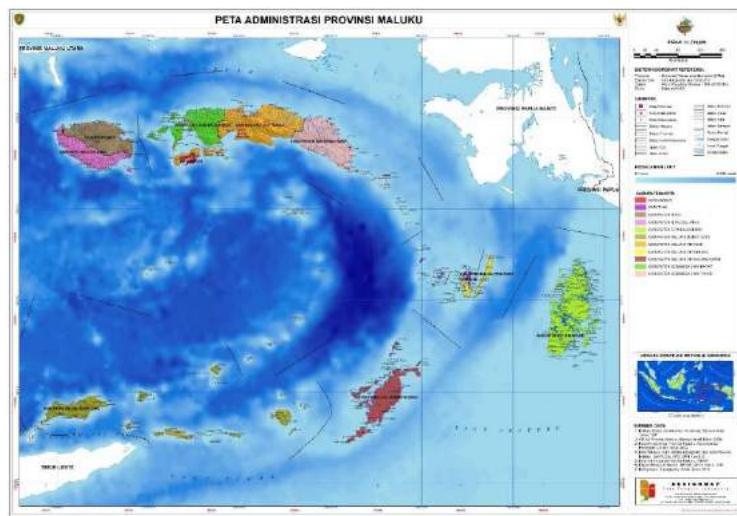


Sumber : <https://www.google.co.id/maps>

Gambar 4.1 Peta Wilayah Maluku dan Papua

a) Provinsi Maluku

Provinsi Maluku merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang berbentuk kepulauan. Dua pulau utama yang juga merupakan dua pulau terbesar di Provinsi Maluku ini adalah Pulau Seram dan Pulau Buru. Provinsi Maluku ini kemudian dimekarkan menjadi 2 provinsi yakni Provinsi Maluku dan Provinsi Maluku Utara berdasarkan Dasar Hukum UU No. 46 Tahun 1999. Provinsi Maluku terletak pada $2^{\circ}30' - 9^{\circ}$ lintang selatan dan $124^{\circ} - 136^{\circ}$ bujur timur dan berbatasan di sebelah utara dengan Laut Seram, di sebelah selatan dengan Lautan Indonesia dan Laut Arafuru, di sebelah timur dengan Pulau Irian, dan di sebelah barat dengan Pulau Sulawesi.



Sumber : petatematikindo.wordpress.com

Gambar 4.2 Peta Provinsi Maluku

b) Provinsi Maluku Utara

Provinsi Maluku Utara merupakan daerah hasil pemekaran dari Provinsi Maluku yang resmi berpisah pada tanggal 12 Oktober 1999. Tanggal 4 Oktober 1999 ditetapkan sebagai Hari Jadi Provinsi Maluku Utara. Ibukota Provinsi Maluku Utara adalah Kota Ternate. Provinsi Maluku Utara berada diantara 3° Lintang Utara sampai 3° Lintang Selatan dan $124^{\circ} - 129^{\circ}$ Bujur Timur dan berbatasan di sebelah timur dengan Laut Halmahera, di sebelah barat dengan Laut Maluku, di sebelah utara dengan Samudera Pasifik, dan di sebelah selatan dengan Laut Seram.



Sumber : dekondaglu.kemendag.go.id/index/provinsi/82

Gambar 4.3 Peta Provinsi Maluku Utara

c) Provinsi Papua

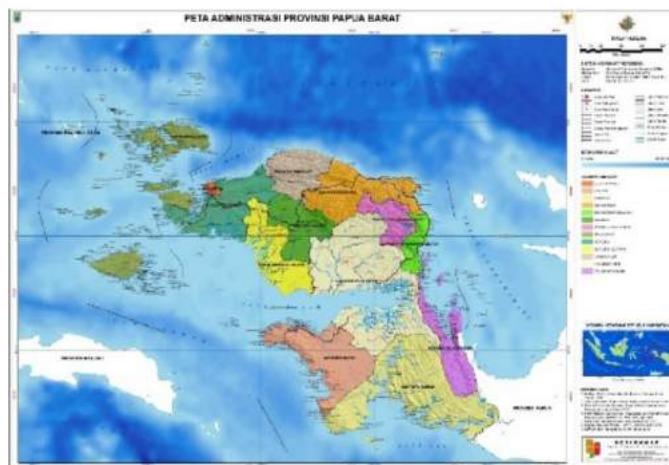
Provinsi Papua adalah salah satu provinsi yang terletak di Pulau Papua, tepatnya di bagian Barat Pulau Papua. Provinsi yang sebelumnya disebut dengan Provinsi Irian Jaya di zaman Orde Baru ini dimekarkan menjadi dua provinsi pada tahun 2003 yaitu menjadi Provinsi Papua dan Provinsi Papua Barat.



Sumber : petatematikindo.wordpress.com

Gambar 4.4 Peta Provinsi Papua

d) Provinsi Papua Barat



Sumber : petatematikindo.wordpress.com

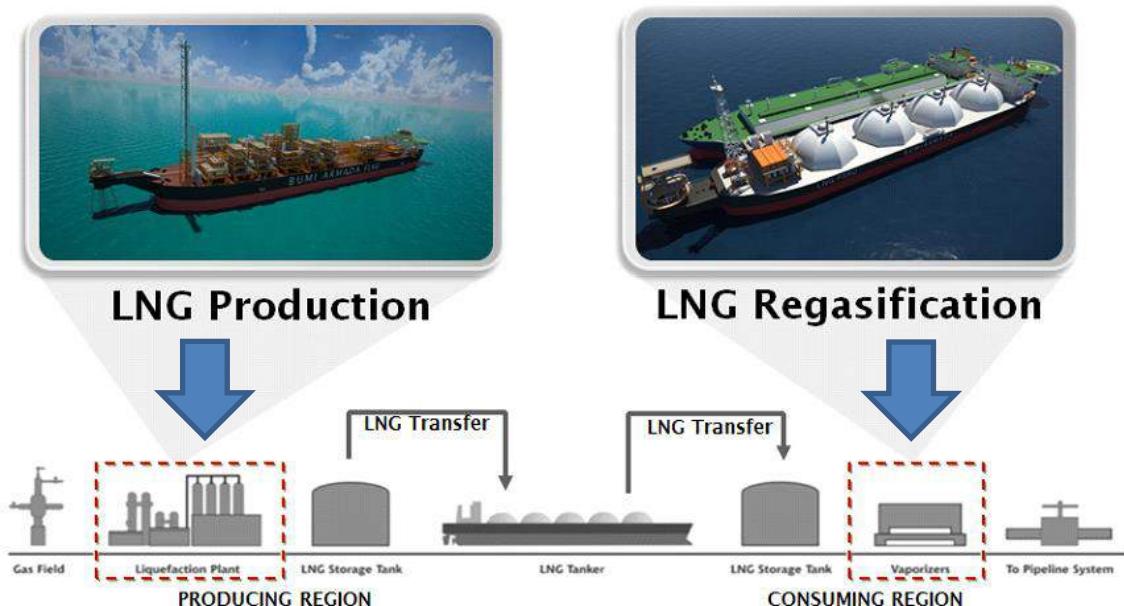
Gambar 4.5 Peta Provinsi Papua Barat

Provinsi Papua Barat adalah salah satu Provinsi yang terletak di Pulau Papua, tepatnya di bagian yang paling barat Pulau Papua. Secara Geografis, Provinsi Papua Barat berada di lokasi $0^{\circ} - 4^{\circ}$ Lintang Selatan dan $124^{\circ} - 132^{\circ}$ Bujur Timur dan berbatasan di sebelah timur dengan Provinsi Papua, di sebelah barat dengan Laut Seram dan Provinsi Maluku, di sebelah selatan dengan Laut Banda, dan di sebelah utara dengan Samudera Pasifik.

4.2. Proses Distribusi LNG

LNG *supply chain* atau rantai pasok LNG memiliki 4 segmen yang saling tergantung satu sama lain, antara lain produksi, *liquefaction* / pencairan, transportasi LNG, dan penyimpanan dan regasifikasi. Ada empat kawasan produksi gas alam di Indonesia dimana produksi gas dikumpulkan dan disalurkan menuju kilang pencair gas alam untuk diubah menjadi LNG. Kapal merupakan salah satu media transportasi laut yang dapat mengangkut LNG maupun gas. Kapal digunakan dikarenakan pembangunan saluran pipa tidak dapat dilakukan pada wilayah yang akan dilalui oleh pipa, dan juga dari sisi ekonomi atau terlalu dalamnya wilayah perairan yang akan dilewati oleh saluran pipa.

Selain itu terminal penerimaan LNG merupakan salah satu dari rangkaian rantai suplai LNG. Proses kerja pada terminal penerima LNG yaitu menerima gas alam cair dari kapal khusus LNG *carrier*, menyimpan cairan dalam tangki penyimpanan khusus, dilakukan proses *vaporizer* LNG, dan kemudian menyalurkan gas alam ke dalam pipa distribusi. Lokasi terminal penerimaan harus memenuhi berbagai kriteria termasuk di dalamnya dari segi keselamatan, keamanan, adanya akses terhadap laut, kedekatan dengan jaringan distribusi gas, serta luas area yang memadai untuk menjamin jarak yang aman dari aktifitas manusia di sekitarnya. Terminal penerima juga harus memenuhi persyaratan lingkungan.



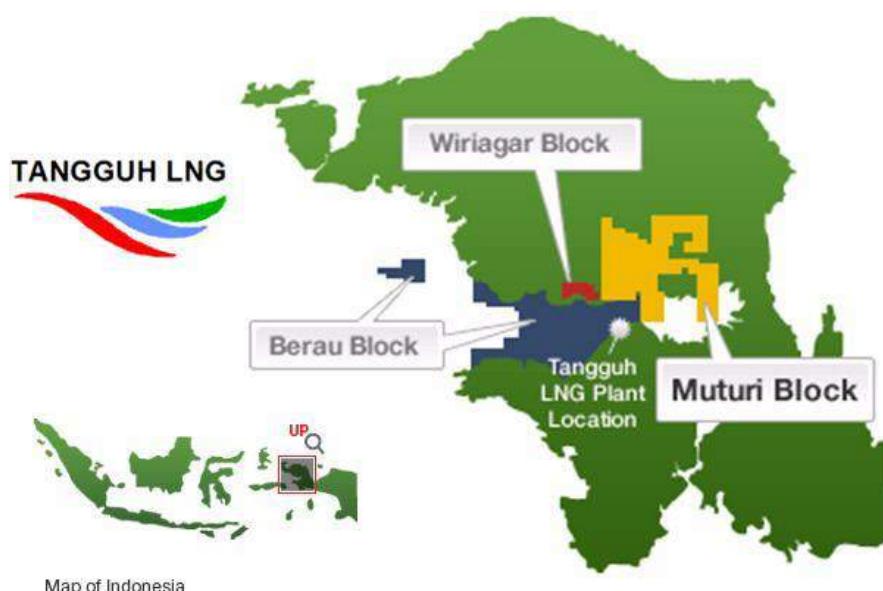
Sumber : www.bumiarmada.com

Gambar 4.6 Proses Distribusi LNG

4.3. Kilang Asal

Kilang yang akan digunakan sebagai penyuplai dari Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) adalah kilang Tangguh LNG yang berlokasi di Teluk Bintuni, Provinsi Papua Barat. Tangguh LNG merupakan suatu pengembangan unitisasi dari enam lapangan gas terunitisasi yang terletak di wilayah Kontrak Kerja Sama (KKS) Wiriagar, Berau dan Muturi di Teluk Bintuni, Papua Barat. Tangguh mulai berproduksi pada tahun 2009, hanya empat tahun setelah memperoleh persetujuan dari Pemerintah.

Kini Tangguh beroperasi sesuai kapasitas terpasangnya, dan pekerjaan sedang berlangsung untuk mengembangkan Tangguh dengan penambahan satu kilang LNG baru (*Train 3*). Kapasitas produksi LNG Tangguh saat ini dengan 2 kilang atau train sebesar 7,6 juta ton per tahun. Dengan proyek *train 3* yang akan beroperasi 2020, akan ada tambahan kapasitas 3,8 juta ton sehingga kapasitas total akan menjadi 11,4 juta ton gas alam cair per tahun.

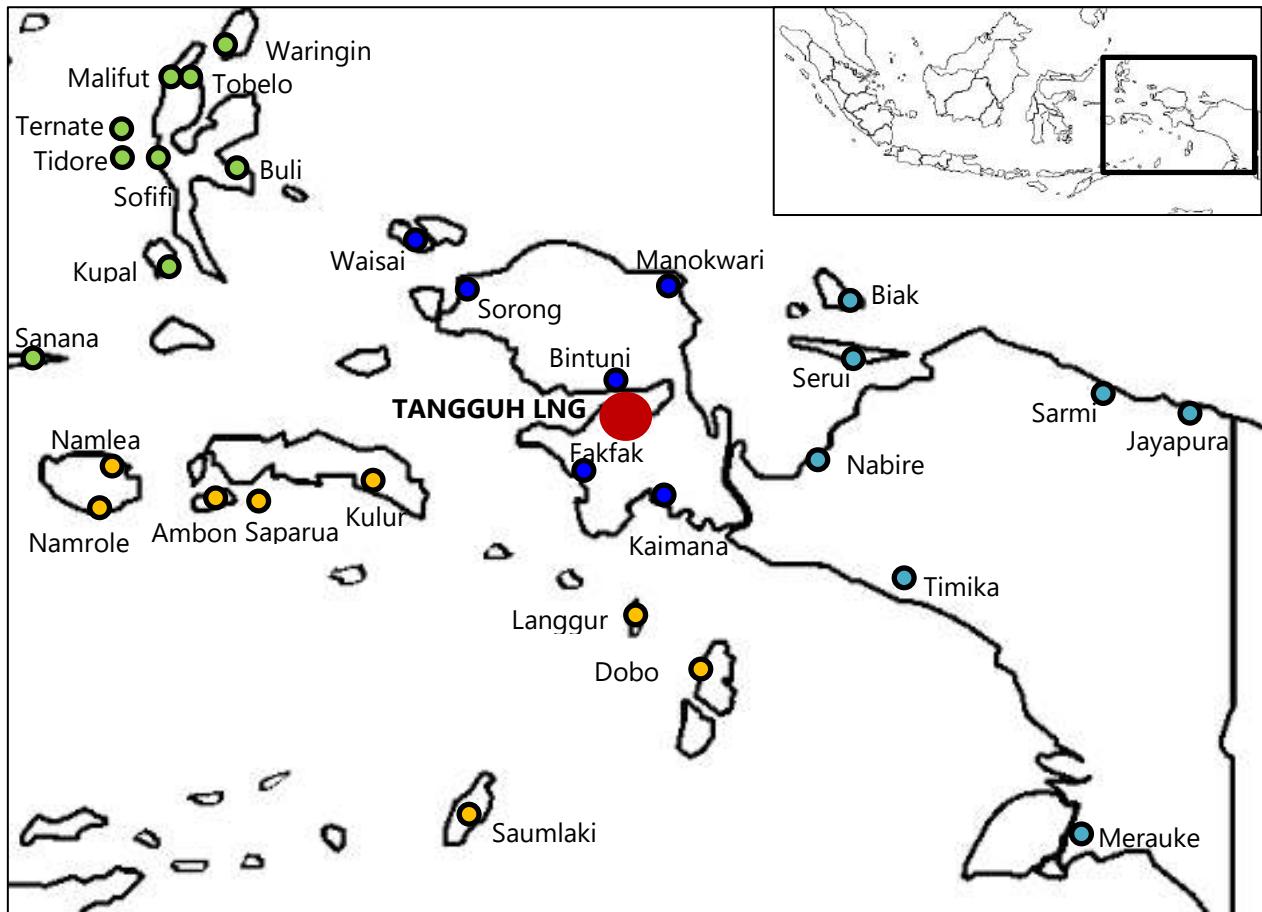


Sumber : www.bp.com

Gambar 4.7 Lokasi Tangguh LNG

Dengan adanya Tangguh LNG di Provinsi Papua Barat yang digunakan sebagai kilang asal untuk pengiriman LNG menuju Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) menjadi sesuatu yang sangat tepat karena memang PLTG-PLTG yang akan disuplai berlokasi di Wilayah Maluku dan Papua. Untuk spesifikasi dari *LNG Jetty* Tangguh LNG sendiri adalah memiliki kedalaman sebesar 12 m. Sementara untuk kecepatan muat atau *loading rate* sekitar 1.000 m³ setiap jam nya.

4.4. Terminal Penerima



Gambar 4.8 Sebaran Titik Terminal Penerima

Selanjutnya untuk terminal penerima muatan LNG sebelum masuk ke Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) berjumlah 30 titik. PLTG-PLTG yang letaknya berdekatan akan menerima muatan dari terminal penerima yang sama. Misalnya terdapat 4 PLTG dalam satu kota maka terminal penerima akan dibuat satu saja. Juga jika dalam satu pulau kecil terdapat 4 PLTG juga akan dibangun satu terminal penerima saja. Untuk jumlah muatan yang akan dibongkar pada terminal penerima ini akan dijumlahkan sesuai dengan PLTG yang akan disuplai oleh terminal penerima ini.

Tabel 4.1 Terminal Penerima Kulur

| No | PLTG | Kapasitas Produksi (MW) | Lokasi | Terminal Penerima |
|----|-------------|-------------------------|----------|-------------------|
| 1 | Bula | 10 | P. Seram | Pel. Kulur |
| 2 | Seram | 20 | P. Seram | |
| 3 | Seram 2 | 20 | P. Seram | |
| 4 | Seram Utara | 20 | P. Seram | |

Sebagai contoh tabel diatas terdapat 4 PLTG dalam satu pulau namun beda tempat atau beda kota, maka hanya akan dibangun satu terminal penerima karena jaraknya

berdekatan dalam satu pulau kecil. Juga kebutuhan LNG dari terminal penerima ini akan dijumlahkan sejumlah PLTG yang akan disuplai oleh terminal penerima itu sendiri. Seperti pada tabel diatas maka Terminal Penerima Kulur akan membutuhkan LNG untuk daya sebesar 70 *Megawatt* didapatkan dari penjumlahan semua PLTG yang akan disuplai dari Terminal Penerima Kulur.

Tabel 4.2 Kebutuhan LNG Terminal Penerima

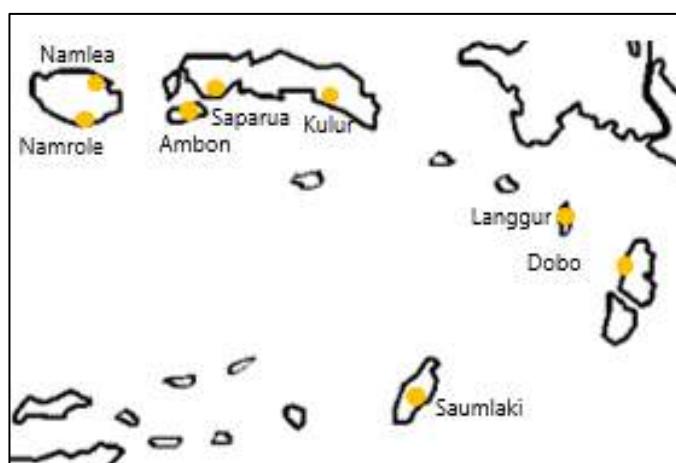
| No | Terminal Penerima | Kode | Kebutuhan Gas (Juta-MMBTU/tahun) | LWS (m) |
|----|-----------------------|------|-------------------------------------|---------|
| 1 | Ambon | AMB | 5,98 | 10 |
| 2 | Watdek, Langgur | LGR | 1,49 | 8 |
| 3 | Kulur | KLR | 2,09 | 8 |
| 4 | Namlea | NML | 0,59 | 8 |
| 5 | Namrole | NMR | 0,29 | 8 |
| 6 | Saumlaki | SML | 0,59 | 10 |
| 7 | Dobo | DB | 0,59 | 10 |
| 8 | Saparua | SPR | 0,15 | 8 |
| 9 | Ahmad Yani, Ternate | TNT | 1,79 | 8 |
| 10 | Sofifi | SFF | 0,29 | 8 |
| 11 | Tobelo | TBL | 0,89 | 10 |
| 12 | Malifut | MLF | 0,75 | 8 |
| 13 | Buli, Halmahera Timur | BL | 0,29 | 9 |
| 14 | Kupal, Bacan | KPL | 0,59 | 8 |
| 15 | Sanana | SNN | 0,45 | 8 |
| 16 | Waringin, Morotai | WRG | 0,29 | 8 |
| 17 | Trikora Tidore | TDR | 2,09 | 8 |
| 18 | Jayapura | JYP | 8,67 | 10 |
| 19 | Nabire | NBR | 1,19 | 8 |
| 20 | Sarmi | SRM | 0,15 | 9 |
| 21 | Pomako, Timika | TMK | 2,69 | 9 |
| 22 | Merauke | MRK | 1,79 | 12 |
| 23 | Biak | BK | 2,24 | 8 |
| 24 | Serui | SRI | 0,89 | 8 |
| 25 | Manokwari | MNW | 1,79 | 8 |
| 26 | Kaimana | KMN | 0,59 | 8 |
| 27 | Fak Fak | FF | 0,59 | 8 |
| 28 | Sorong | SRG | 5,98 | 10 |
| 29 | Bintuni | BTN | 0,29 | 8 |
| 30 | Waisai, Raja Ampat | WSI | 0,29 | 8 |

Tabel diatas menjelaskan bahwa masing-masing terminal penerima mempunyai kebutuhan gas (LNG) dari total kebutuhan masing-masing PLTG yang akan disuplai dari terminal penerima tersebut.

4.5. Data Titik PLTG

Setelah terminal penerima, akan dibahas hal yang lebih spesifik lagi yaitu tentang data masing-masing titik Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG). Jumlah dari PLTG di masing-masing kota berbeda. Ada yang hanya satu saja, dua bahkan sampai lima PLTG dalam satu kota. Seperti telah dibahas pada subbab sebelumnya masing-masing PLTG yang lokasinya berdekatan atau dalam satu pulau kecil maka akan disuplai oleh satu terminal penerima.

a) Provinsi Maluku



Gambar 4.9 Sebaran Titik PLTG di Provinsi Maluku

Dari gambar diatas, terlihat bahwa sebaran titik PLTG yang ada di Maluku adalah Namrole, Namlea, Ambon, Seram, Seram Utara, Saparua, Bula, Langgur, Dobo, dan Saumlaki. Untuk lebih detail tentang masing-masing PLTG bisa dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.3 Rencana PLTG di Provinsi Maluku

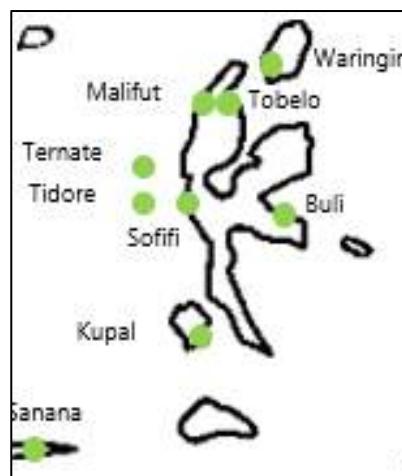
| No | PLTG | Kapasitas Produksi (MW) | Lokasi | Terminal Penerima |
|----|-----------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 | Langgur | 20 | Maluku Tenggara | Pel. Watdek, Langgur |
| 2 | Langgur 2 | 10 | Maluku Tenggara | |
| 3 | Langgur 3 | 10 | Maluku Tenggara | |
| 4 | Langgur 4 | 10 | Maluku Tenggara | |
| 5 | Saumlaki | 10 | Maluku Tenggara Barat | Pel. Saumlaki |

| No | PLTG | Kapasitas Produksi (MW) | Lokasi | Terminal Penerima |
|----|-------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|
| 6 | Saumlaki | 10 | Maluku Tenggara Barat | Pel. Yos Sudarso, Ambon |
| 7 | Ambon | 40 | P. Ambon | |
| 8 | Ambon 3 | 30 | P. Ambon | |
| 9 | Ambon 2 | 100 | P. Ambon | |
| 10 | Ambon | 30 | P. Ambon | |
| 11 | Namlea | 10 | P. Buru | Pel. Namlea |
| 12 | Namlea 2 | 10 | P. Buru | |
| 13 | Namrole | 10 | P. Buru | Pel. Namrole |
| 14 | Saparua | 5 | P. Saparua | Pel. Saparua |
| 15 | Bula | 10 | P. Seram | Pel. Kulur |
| 16 | Seram | 20 | P. Seram | |
| 17 | Seram 2 | 20 | P. Seram | |
| 18 | Seram Utara | 20 | P. Seram | |
| 19 | Dobo | 10 | P. Warmar | Pel. Dobo |
| 20 | Dobo 2 | 10 | P. Warmar | |

Sumber : RUPTL PLN 2017-2022

Pada Provinsi Maluku terdapat 20 PLTG yang akan dibangun pada masing-masing kota. Dapat dilihat pada bahwa di Langgur akan dibangun 4 PLTG dengan kebutuhan 20, 10, 10, dan 10 MW untuk menyuplai listrik di daerah tersebut. Dari 4 PLTG Langgur ini akan disuplai oleh satu terminal penerima yaitu Terminal Penerima Langgur.

b) Provinsi Maluku Utara



Gambar 4.10 Sebaran Titik PLTG di Maluku Utara

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa sebarann titik PLTG yang ada di Provinsi Maluku Utara adalah Bacan, Maba, Malifut, Sofifi, Tobelo, Morotai, Sanana, Ternate, dan Tidore. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.4 Rencana PLTG di Provinsi Maluku Utara

| No | PLTG | Kapasitas Produksi (MW) | Lokasi | Terminal Penerima |
|----|-----------|-------------------------|--------------|----------------------------|
| 1 | Bacan | 10 | P. Batjan | Pel. Kupal, Bacan |
| 2 | Bacan 2 | 10 | P. Batjan | |
| 3 | Maba | 10 | P. Halmahera | Pel. Buli, Halmahera Timur |
| 4 | Malifut | 5 | P. Halmahera | |
| 5 | Malifut 2 | 20 | P. Halmahera | Pel. Malifut |
| 6 | Sofifi | 10 | P. Halmahera | |
| 7 | Tobelo | 10 | P. Halmahera | Pel. Tobelo |
| 8 | Tobelo 2 | 20 | P. Halmahera | |
| 9 | Morotai | 10 | P. Morotai | Pel. Waringin |
| 10 | Sanana | 10 | P. Sulabes | |
| 11 | Sanana 2 | 5 | P. Sulabes | Pel. Sanana |
| 12 | Ternate | 30 | P. Ternate | |
| 13 | Ternate 2 | 10 | P. Ternate | Pel. Ahmad Yani, Ternate |
| 14 | Ternate 2 | 20 | P. Ternate | |
| 15 | Tidore | 20 | P. Tidore | Pel. Trikora, Tidore |
| 16 | Tidore 2 | 50 | P. Tidore | |

Sumber : RUPTL PLN 2017-2022

Pada Provinsi Maluku Utara ada 16 PLTG yang akan dibangun sesuai dengan masing-masing kebutuhan LNG sesuai dengan daya yang sudah disediakan. Dapat dilihat pada tabel diatas bahwa di Malifut akan dibangun 2 PLTG dengan kebutuhan 5 MW dan 20 MW untuk menyuplai listrik di daerah tersebut. Dari 2 PLTG ini akan disuplai oleh satu terminal penerima yaitu terminal penerima Malifut. Dan juga dapat dilihat pada PLTG Maba, PLTG tersebut akan disuplai oleh terminal penerima Buli yang terletak di Halmahera Timur.

c) Provinsi Papua



Gambar 4.11 Sebaran Titik PLTG di Provinsi Papua

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa sebarann titik PLTG yang ada di Provinsi Papua adalah Biak, Jayapura, Merauke, Nabire, Timika, Sarmi, dan Serui. Untuk lebih detail tentang daya dan lokasi dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.5 Rencana PLTG di Provinsi Papua

| No | PLTG | Kapasitas Produksi (MW) | Lokasi | Terminal Penerima |
|----|------------|-------------------------|------------|---------------------|
| 1 | Biak | 15 | P. Supiori | Pel. Biak |
| 2 | Biak 2 | 20 | P. Supiori | |
| 3 | Biak 3 | 40 | P. Supiori | |
| 4 | Jayapura | 50 | P. Papua | Pel. Jayapura |
| 5 | Jayapura 2 | 100 | P. Papua | |
| 6 | Jayapura 3 | 100 | P. Papua | |
| 7 | Jayapura 4 | 40 | P. Papua | |
| 8 | Jayapura 5 | 50 | P. Papua | |
| 9 | Merauke | 20 | P. Papua | Pel. Merauke |
| 10 | Merauke 2 | 20 | P. Papua | |
| 11 | Merauke 3 | 20 | P. Papua | |
| 12 | Nabire | 20 | P. Papua | Pel. Nabire |
| 13 | Nabire 2 | 10 | P. Papua | |
| 14 | Nabire 2 | 10 | P. Papua | |
| 15 | Timika | 10 | P. Papua | Pel. Pomako, Timika |
| 16 | Timika 2 | 30 | P. Papua | |
| 17 | Timika 2 | 10 | P. Papua | |
| 18 | Timika 3 | 20 | P. Papua | |

| No | PLTG | Kapasitas Produksi (MW) | Lokasi | Terminal Penerima |
|----|----------|-------------------------|----------|-------------------|
| 19 | Timika 4 | 20 | P. Papua | |
| 20 | Sarmi | 5 | P. Papua | Pel. Sarmi |
| 21 | Serui 1 | 10 | P. Japen | |
| 22 | Serui 2 | 10 | P. Japen | |
| 23 | Serui 3 | 10 | P. Japen | Pel. Serui |

Sumber : RUPTL PLN 2017-2022

Pada Provinsi Papua terdapat 23 PLTG yang akan dibangun dengan masing-masing kebutuhan LNG sesuai dengan daya yang disediakan. Dapat dilihat pada tabel diatas bahwa di Timika akan dibangun 5 PLTG sekaligus dengan masing-masing daya yaitu 10 MW, 30 MW, 10 MW, 20 MW, dan 20 MW untuk menyuplai listrik di daerah tersebut. Dari kelima PLTG tersebut akan disuplai oleh satu terminal penerima yaitu Terminal Penerima Timika.

d) Provinsi Papua Barat



Gambar 4.12 Sebaran Titik PLTG di Provinsi Papua Barat

Tabel 4.6 Rencana PLTG di Provinsi Papua Barat

| No | PLTG | Kapasitas Produksi (MW) | Lokasi | Terminal Penerima |
|----|-------------|-------------------------|----------|-------------------|
| 1 | Bintuni | 10 | P. Papua | Pel. Bintuni |
| 2 | Fak-Fak | 10 | P. Papua | |
| 3 | Fak-Fak | 10 | P. Papua | Pel. Fak-Fak |
| 4 | Kaimana | 10 | P. Papua | |
| 5 | Kaimana 2 | 10 | P. Papua | Pel. Kaimana |
| 6 | Manokwari 2 | 20 | P. Papua | |
| 7 | Manokwari 3 | 20 | P. Papua | Pel. Manokwari |
| 8 | Manokwari | 20 | P. Papua | |
| 9 | Sorong | 30 | P. Papua | |
| 10 | Sorong 4 | 20 | P. Papua | Pel. Sorong |
| 11 | Sorong 2 | 100 | P. Papua | |

| No | PLTG | Kapasitas Produksi (MW) | Lokasi | Terminal Penerima |
|----|------------|-------------------------|----------|-------------------|
| 12 | Sorong 3 | 50 | P. Papua | |
| 13 | Raja Ampat | 10 | P. Papua | Pel. Waisai |

Sumber : RUPTL PLN 2017-2022

Pada Provinsi Papua Barat akan dibangun 13 PLTG dengan masing-masing kebutuhan LNG sesuai dengan daya yang disediakan. Dapat dilihat pada tabel diatas bahwa di Sorong akan 4 PLTG dengan masing-masing daya sebesar 30 MW, 20 MW, 100 MW, dan 50 MW. Dari keempat PLTG tersebut akan disuplai oleh satu terminal penerima saja yaitu Terminal Penerima Sorong.

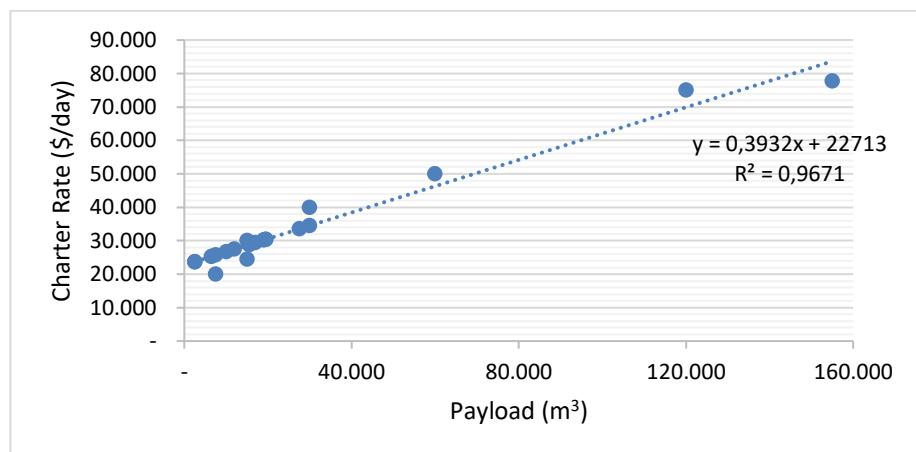
4.6. Time Charter Hire

Time charter hire adalah biaya sewa yang harus dibayarkan oleh penyewa kapal terhadap pemilik kapal. Sebelum itu terdapat *charter rate* dengan satuan per hari berdasarkan dengan *payload* kapal. Dibawah ini adalah data *charter rate* per hari sesuai dengan *payload* kapal yang beroperasi.

Tabel 4.7 *Time Charter Hire* Berdasarkan Payload

| Kapal | Payload (m ³) | Charter Rate (\$/hari) | Charter Rate (Jt-Rp/hari) |
|-------|---------------------------|------------------------|---------------------------|
| 1 | 2,500 | 23,696 | 337 |
| 2 | 2,536 | 23,710 | 337 |
| 3 | 6,500 | 25,269 | 359 |
| 4 | 7,500 | 20,000 | 284 |
| 5 | 7,551 | 25,682 | 365 |
| 6 | 10,000 | 26,645 | 379 |
| 7 | 12,000 | 27,431 | 390 |
| 8 | 15,000 | 24,500 | 348 |
| 9 | 15,600 | 28,847 | 410 |
| 10 | 17,000 | 29,397 | 418 |
| 11 | 18,928 | 30,155 | 428 |
| 12 | 19,475 | 30,370 | 431 |
| 13 | 19,531 | 30,392 | 432 |
| 14 | 27,500 | 33,526 | 477 |
| 15 | 30,000 | 34,509 | 491 |
| 16 | 60,000 | 50,000 | 710 |
| 17 | 120,000 | 75,000 | 1,065 |
| 18 | 155,000 | 77,750 | 1,104 |

Dari tabel diatas, dapat diketahui bahwa semakin besar *payload* kapal maka *charter rate* juga akan semakin mahal. Dari data *payload* dan *charter rate* diatas juga bisa didapatkan hasil regresi untuk menentukan nantinya kapal yang akan dihitung *charter rate*-nya adalah sebagai berikut.



Gambar 4.13 Grafik Regresi *Time Charter Hire* dengan *Payload* Kapal LNG

Dari grafik diatas didapatkan persamaan $y = 0,3932x + 22713$ dengan R^2 sebesar 0,9671 yang berarti sebaran data sangat akurat. Persamaan tersebut akan dipakai untuk mencari *charter rate* kapal yang digunakan dalam perhitungan ini pada bab selanjutnya.

4.7. Data Kapal

Pada studi kasus Tugas Akhir ini terdapat 6 buah *LNG Carrier* sebagai alternatif kapal yang akan dipilih pada masing-masing rute. Data kapal yang akan dipakai adalah sebagai berikut.

4.7.1. Kapal 1



Sumber : vesseltracker.com

Gambar 4.14 Kapal *North Pioneer*

Kapal *North Pioneer* ini adalah Kapal Tanker LNG dengan kapasitas yang cukup kecil bila dibandingkan dengan kapal-kapal LNG yang beroperasi di dunia. Kapal ini terdaftar di klasifikasi *Nippon Kaiji Kyokai (ClassNK)* dan dibangun pada tahun 2005.

Tabel 4.8 Spesifikasi Kapal *North Pioneer*

| Nomor Kapal | | 1 |
|-------------|--------|---------------|
| Nama Kapal | | North Pioneer |
| Tipe Kapal | | Tanker LNG |
| Klasifikasi | | ClassNK |
| Bendera | | Jepang |
| Tahun | | 2005 |
| LoA | m | 89.23 |
| LPP | m | 83.75 |
| Lebar | m | 15.3 |
| Tinggi | m | 7.2 |
| Sarat | m | 4.3 |
| Payload | m^3 | 2,512 |
| GRT | GT | 3,056 |
| Kecepatan | knot | 15 |
| Mesin Utama | | |
| Daya | kW | 2,206 |
| Jumlah | unit | 1 |
| Mesin Bantu | | |
| Daya | kW | 1031.2 |
| Jumlah | unit | 4 |
| SFOC | gr/kWh | 179 |

Dapat dilihat pada tabel diatas bahwa *payload* kapal hanya $2.500\ m^3$. Bila dibandingkan dengan kapal-kapal LNG lain yang beroperasi di dunia yang bisa mencapai $50.000\ m^3$, kapal ini sangatlah kecil. Kapal ini mempunyai *Length of All* (LOA) sebesar 89,23 m, *Length Between Perpendicular* (LPP) sebesar 83,75 m, Lebar (B) sebesar 15,3 m, Tinggi (H) sebesar 7,2 m, dan sarat (T) sebesar 4,3 m. Sementara itu untuk *Gross Tonnage* (GT) adalah sebesar 3.056 GT dan mempunyai kecepatan dinas 15 knot. Kapal ini mempunyai 1 buah mesin utama dengan daya sebesar 2.206 *kiloWatt* (kW) dan mempunyai 4 mesin bantu dengan masing-masing daya sebesar 1.031 kW.

4.7.2. Kapal 2



Sumber : vesselfinder.com

Gambar 4.15 Kapal *Kakurei Maru*

Hampir sama dengan kapal sebelumnya, kapal *Kakurei Maru* ini adalah kapal yang termasuk kecil jika dikatakan sebagai kapal LNG. Kapal ini terdaftar di klasifikasi *Nippon Kaiji Kyokai (ClassNK)*, dibangun pada tahun 2008 dan berbendera Jepang.

Tabel 4.9 Spesifikasi Kapal *Kakurei Maru*

| Nomor Kapal | | 2 |
|-------------|----------------|--------------|
| Nama Kapal | | Kakurei Maru |
| Tipe Kapal | | Tanker LNG |
| Klasifikasi | | ClassNK |
| Bendera | | Jepang |
| Tahun | | 2008 |
| LoA | m | 86.29 |
| LPP | m | 81.16 |
| Lebar | m | 15.1 |
| Tinggi | m | 7 |
| Sarat | m | 4.31 |
| Payload | m ³ | 2,536 |
| GRT | GT | 2,952 |
| Kecepatan | knot | 14.5 |
| Mesin Utama | | |
| Daya | kW | 2,059 |
| Jumlah | unit | 1 |
| Mesin Bantu | | |
| Daya | kW | 880 |
| Jumlah | unit | 4 |

| Nomor Kapal | | 2 |
|-------------|--------|-----|
| SFOC | gr/kWh | 179 |

Dapat dilihat pada tabel diatas bahwa *payload* kapal hanya 2.536 m^3 . Bila dibandingkan dengan kapal-kapal LNG lain yang beroperasi di dunia yang bisa mencapai 50.000 m^3 , kapal ini sangatlah kecil. Kapal ini mempunyai *Length of All* (LOA) sebesar 86,29 m, *Length Between Perpendicular* (LPP) sebesar 81,16 m, Lebar (B) sebesar 15,1 m, Tinggi (H) sebesar 7 m, dan sarat (T) sebesar 4,31 m.

Sementara itu untuk *Gross Tonnage* (GT) kapal ini adalah sebesar 2.952 GT dan mempunyai kecepatan dinas 14,5 knot. Kapal ini mempunyai 1 buah mesin utama dengan daya sebesar 2.059 kW dan mempunyai 4 mesin bantu dengan masing-masing daya sebesar 880 kW.

4.7.3. Kapal 3



Sumber : marinetraffic.com

Gambar 4.16 Kapal Akebono Maru

Kapal *Akebono Maru* ini adalah kapal Tanker LNG yang berbendera Jepang, terdaftar di klasifikasi *Nippon Kaiji Kyokai*, dan dibangun pada Tahun 2011.

Tabel 4.10 Spesifikasi Kapal *Akebono Maru*

| Nomor Kapal | | 3 |
|-------------|---|--------------|
| Nama Kapal | | Akebono Maru |
| Tipe Kapal | | Tanker LNG |
| Klasifikasi | | ClassNK |
| Bendera | | Jepang |
| Tahun | | 2011 |
| LoA | m | 99.37 |
| LPP | m | 93.93 |
| Lebar | m | 17.2 |

| Nomor Kapal | | 3 |
|-------------|--------|-------|
| Tinggi | m | 7.8 |
| Sarat | m | 4.61 |
| Payload | m^3 | 3,587 |
| GRT | GT | 4,505 |
| Kecepatan | knot | 16 |
| Mesin Utama | | |
| Daya | kW | 2,942 |
| Jumlah | unit | 1 |
| Mesin Bantu | | |
| Daya | kW | 1280 |
| Jumlah | unit | 4 |
| SFOC | gr/kWh | 179 |

Dapat dilihat pada tabel diatas bahwa *payload* kapal adalah $3.857 m^3$. Kapal ini mempunyai *Length of All* (LOA) sebesar 99,37 m, *Length Between Perpendicular* (LPP) sebesar 93,93 m, Lebar (B) sebesar 17,2 m, Tinggi (H) sebesar 7,8 m, dan sarat (T) sebesar 4,61 m. Sementara itu untuk *Gross Tonnage* (GT) kapal ini adalah sebesar 4.505 GT dan mempunyai kecepatan dinas 16 knot. Kapal ini mempunyai 1 buah mesin utama dengan daya sebesar 2.942 kW dan mempunyai 4 mesin bantu dengan masing-masing daya sebesar 1.280 kW.

4.7.4. Kapal 4



Sumber : vesselfinder.com

Gambar 4.17 Kapal Aman Sendai

Kapal *Aman Sendai* ini adalah kapal berbendera Malaysia yang dibangun pada Tahun 1997 dan terdaftar di klasifikasi *Nippon Kaiji Kyokai*.

Tabel 4.11 Spesifikasi Kapal *Aman Sendai*

| Nomor Kapal | | 4 |
|-------------|--------|-------------|
| Nama Kapal | | Aman Sendai |
| Tipe Kapal | | Tanker LNG |
| Klasifikasi | | ClassNK |
| Bendera | | Malaysia |
| Tahun | | 1997 |
| LoA | m | 130 |
| LPP | m | 125 |
| Lebar | m | 25.7 |
| Tinggi | m | 16.6 |
| Sarat | m | 7.11 |
| Payload | m^3 | 18,928 |
| GRT | GT | 16,336 |
| Kecepatan | knot | 15.5 |
| Mesin Utama | | |
| Daya | kW | 5,516 |
| Jumlah | unit | 1 |
| Mesin Bantu | | |
| Daya | kW | 3,139 |
| Jumlah | unit | 3 |
| SFOC | gr/kWh | 179 |

Dapat dilihat pada tabel diatas bahwa *payload* kapal adalah $18.928 m^3$. Kapal ini mempunyai *Length of All* (LOA) sebesar 130 m, *Length Between Perpendicular* (LPP) sebesar 125 m, Lebar (B) sebesar 25,7 m, Tinggi (H) sebesar 16,6 m, dan sarat (T) sebesar 7,11 m. Sementara itu untuk *Gross Tonnage* (GT) kapal ini adalah sebesar 16.336 GT dan mempunyai kecepatan dinas 15,5 knot. Kapal ini mempunyai 1 buah mesin utama dengan daya sebesar 5.516 kW dan mempunyai 3 mesin bantu dengan masing-masing daya sebesar 3.139 kW.

4.7.5. Kapal 5



Sumber : marinetraffic.com

Gambar 4.18 Kapal *Surya Aki*

Kapal *Surya Aki* ini adalah kapal berbendera Bahamas yang dibangun pada Tahun 1996 dan terdaftar di klasifikasi *Nippon Kaiji Kyokai*.

Tabel 4.12 Spesifikasi Kapal *Surya Aki*

| Nomor Kapal | | 5 |
|-------------|-------|------------|
| Nama Kapal | | Surya Aki |
| Tipe Kapal | | Tanker LNG |
| Klasifikasi | | ClassNK |
| Bendera | | Bahamas |
| Tahun | | 1996 |
| LoA | m | 151 |
| LPP | m | 140.41 |
| Lebar | m | 28 |
| Tinggi | m | 16 |
| Sarat | m | 7.6 |
| Payload | m^3 | 19,538 |
| GRT | GT | 20,519 |
| Kecepatan | knot | 19.5 |
| Mesin Utama | | |
| Daya | kW | 8,825 |
| Jumlah | unit | 1 |

| Nomor Kapal | | 5 |
|-------------|--------|------|
| Mesin Bantu | | |
| Daya | kW | 4016 |
| Jumlah | unit | 4 |
| SFOC | gr/kWh | 179 |

Tabel diatas menunjukkan bahwa *payload* kapal adalah 19.538 m^3 . Kapal ini mempunyai *Length of All* (LOA) sebesar 151 m, *Length Between Perpendicular* (LPP) sebesar 140,41 m, Lebar (B) sebesar 28 m, Tinggi (H) sebesar 16 m, dan sarat (T) sebesar 7,6 m. Sementara itu untuk *Gross Tonnage* (GT) kapal ini adalah sebesar 20.519 GT dan mempunyai kecepatan dinas 19,5 knot. Kapal ini mempunyai 1 buah mesin utama dengan daya sebesar 8.825 kW dan mempunyai 3 mesin bantu dengan masing-masing daya sebesar 4.016 kW.

4.7.6. Kapal 6



Sumber : marinetraffic.com

Gambar 4.19 Kapal Triputra

Kapal Triputra ini adalah dulunya bernama Kapal Surya Satsuma. Kapal Triputra ini adalah salah satu kapal LNG dengan kapasitas yang bisa dibilang kecil bila dibandingkan dengan kapal-kapal LNG yang beroperasi di dunia. Kapal ini berbendera Indonesia dan beroperasi di Indonesia serta digunakan untuk menyuplai Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) di Bali dan disuplai dari Badak LNG di Bontang. Kapal Triputra ini dibangun pada Tahun 2000 dan terdaftar pada klasifikasi *Nippon Kaiji Kyokai*.

Tabel 4.13 Spesifikasi Kapal Triputra

| Nomor Kapal | | 6 |
|-------------|------------|---|
| Nama Kapal | Triputra | |
| Tipe Kapal | Tanker LNG | |
| Klasifikasi | ClassNK | |

| Nomor Kapal | | 6 |
|-------------|--------|-----------|
| Bendera | | Indonesia |
| Tahun | | 2000 |
| LoA | m | 151.03 |
| LPP | m | 145.17 |
| Lebar | m | 28 |
| Tinggi | m | 16 |
| Sarat | m | 7.06 |
| Payload | m^3 | 23,097 |
| GRT | GT | 20,017 |
| Kecepatan | knot | 17 |
| Mesin Utama | | |
| Daya | kW | 7,796 |
| Jumlah | unit | 1 |
| Mesin Bantu | | |
| Daya | kW | 4040 |
| Jumlah | unit | 4 |
| SFOC | gr/kWh | 179 |

Tabel diatas menunjukkan bahwa *payload* kapal Triputra adalah 23.097 m^3 . Kapal ini mempunyai *Length of All* (LOA) sebesar 151.03 m, *Length Between Perpendicular* (LPP) sebesar 145.17 m, Lebar (B) sebesar 28 m, Tinggi (H) sebesar 16 m, dan sarat (T) sebesar 7,06 m. Sementara itu untuk *Gross Tonnage* (GT) kapal ini adalah sebesar 20.017 GT dan mempunyai kecepatan dinas 17 knot. Kapal ini mempunyai 1 buah mesin utama dengan daya sebesar 7.796 kW dan mempunyai 3 mesin bantu dengan masing-masing daya sebesar 4.040 kW.

Bab 5. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1. Model Optimasi

Model optimasi yang dikembangkan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini adalah bertujuan untuk meminimalkan *unit cost* dan jumlah titik *hub* namun dapat memenuhi semua *demand* titik PLTG (ter-cover). Rumus matematis akan dijelaskan sebagai berikut.

$$\text{Min} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (x_j \times \frac{c_{ij}}{d_j}) + \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n (x_j \times k_{jk} \times \frac{c_{jk}}{d_k}) \quad (5.1)$$

$$\text{Subject to} = \sum_{k=1}^n x_k \geq 1 \quad (5.2)$$
$$x_j \in \{0,1\}$$

Decision Variable:

$$x_j = \begin{cases} 1, & \text{hub terpilih} \\ 0, & \text{hub tidak terpilih} \end{cases} \quad (5.3)$$

Dimana :

i : Kilang

j : Pelabuhan *Hub*

k : Pelabuhan Tujuan

c_{ij} : *Total Cost* dari i ke j

d_j : *Demand* dari j

d_k : *Demand* dari k

x_k : Jumlah *hub* yang melayani pelabuhan tujuan

k_{jk} : Kriteria *hub* dan tujuan

x_j : Pemilihan pelabuhan *hub*

Tujuan dari optimasi ini adalah untuk meminimalkan biaya satuan dari asal ke tujuan dengan variabel keputusan adalah pemilihan pelabuhan *hub* dan dengan batasan bahwa semua pelabuhan tujuan harus terpenuhi permintaannya (ter-cover) dan pemilihan

pelabuhan hub adalah *binary* yaitu pilihan antara 1 atau 0. Jika 1 maka dibuka pelabuhan *hub*, dan jika 0 maka tidak dibuka pelabuhan *hub*.

5.2. Perhitungan Operasional

Pada perhitungan operasional ini akan dijelaskan perhitungan dari waktu berlayar (*seatime*), waktu di pelabuhan (*port time*), total waktu kapal (*total time*), frekuensi per kapal (*frequency by trip*), frekuensi dibutuhkan (*frequency by cargo*). Pada perhitungan ini, ada 6 kapal yang akan dihitung dan nantinya akan dipilih kapal dengan biaya satuan yang paling minimal. Perhitungan ini dibagi menjadi 2 (dua), yaitu perhitungan operasional dari kilang asal menuju pelabuhan *hub* yang terpilih dan perhitungan operasional dari pelabuhan *hub* menuju pelabuhan tujuan akhir.

5.2.1. Asumsi Operasional

Dalam melakukan perhitungan perhitungan operasional dari kapal, digunakan beberapa asumsi sebagai berikut

Tabel 5.1 Asumsi Operasional

| Asumsi Operasional | | |
|--------------------------|-------|---------------------|
| AT WT IT | 5 | jam |
| Commision Days | 330 | hari/tahun |
| Kecepatan Muat | 1.000 | m ³ /jam |
| Kecepatan Bongkar | 850 | m ³ /jam |
| Safety Stock | 3 | hari |

Asumsi waktu tunggu kapal ini digunakan untuk menambah *port time* karena *port time* adalah total dari waktu tunggu kapal ditambah dengan total waktu bongkar atau total waktu muat. Waktu kapal beroperasi atau *commision days* ini bertujuan untuk mencari frekuensi per kapal per tahunnya (*frequency by trip*). Kecepatan muat LNG yaitu kecepatan yang dimiliki oleh alat muat dari pelabuhan muat. Kecepatan bongkar LNG yaitu kecepatan yang dimiliki oleh alat bongkar dari kapal. Lalu *safety stock* digunakan untuk kriteria pemilihan zona.

Tabel 5.2 Konversi LNG

| Konversi | | | |
|------------------------|---|------------|----------------|
| 1 MW | = | 3.41 | MMBTU/jam |
| 1 MMBTU | = | 0.047 | m ³ |
| 1 m³ | = | 21.28 | MMBTU |
| 1 m³ | = | 0.00003531 | MMSCF |

| Konversi | | | |
|-----------------------------|---|------------|----------------------|
| 1 MMSCF | = | 28,320.50 | m ³ |
| 1 MMSCF | = | 1 | BBTU |
| 1 MMSCFD | = | 28,252.14 | m ³ /hari |
| 1 MMSCFD | = | 1,177.17 | ton/jam |
| 1 m³/hari | = | 0.00003540 | MMSCFD |

Sumber : www.translatorscafe.com

Konversi diatas adalah konversi untuk LNG karena memang untuk setiap kegiatan atau setiap bagian mempunyai satuan yang berbeda-beda. Seperti kebutuhan dari Pembangkit Listrik akan menggunakan satuan MMBTU. Namun untuk pengiriman kapal menggunakan satuan m³. Untuk MMSCFD dipakai sebagai satuan aliran berapa *cubic feet* per hari nya.

5.2.2. Jarak Pelayaran

Jarak adalah panjang antara pelabuhan asal dan pelabuhan tujuan. Jarak ini akan digunakan dalam perhitungan waktu berlayar, konsumsi bahan bakar, dan biaya bahan bakar. Dibawah ini adalah contoh matriks jarak antara kilang asal dan jarak antar titik terminal penerima.

Tabel 5.3 Jarak Antar Terminal Penerima

| Jarak (Nm) | TLNG | AMB | LGR | KLR | NML | NMR | SML |
|---------------|------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|
| TLNG | | 401 | 273 | 323 | 378 | 427 | 435 |
| AMB | 401 | | 347.7 | 50 | 81 | 92 | 336 |
| LGR | 273 | 348 | | 305 | 391 | 400 | 187 |
| KLR | 323 | 50 | 305 | | 97 | 113 | 335 |
| NML | 378 | 81 | 391 | 97 | | 65 | 387 |
| NMR | 427 | 92 | 400 | 113 | 65 | | 375 |
| SML | 435 | 336 | 187 | 335 | 387 | 375 | |

5.2.3. Waktu Berlayar

Waktu berlayar atau *seatime* adalah waktu kapal selama berlayar di laut. Waktu ini diperoleh dari hasil pembagian jarak dibagi dengan kecepatan kapal. Untuk lebih jelasnya akan dirumuskan sebagai berikut.

$$ST = \frac{S}{Vs} \quad (5.4)$$

Dimana:

ST : *Seatime* (jam)

s : Jarak (Nm)

Vs : Kecepatan Dinas (knot)

Kecepatan masing-masing kapal yang digunakan berbeda-beda sesuai dengan jenisnya. *Seatime* akan berpengaruh pada konsumsi bahan bakar selama perjalanan ditambah lagi biaya terbesar dalam transportasi laut adalah biaya konsumsi bahan bakar. Sebagai contoh perhitungan dari waktu berlayar kapal dari kilang asal (TLNG) menuju ke Ambon (AMB). Jarak antara TLNG dengan AMB adalah 401 Nm. Kemudian kecepatan kapal yang terpilih adalah 14,6 knot. Lalu dapat diambil waktu berlayar dari TLNG menuju AMB adalah 401 Nm dibagi 14,6 knot dan didapatkan angka 47,14 jam. Dari contoh perhitungan diatas, maka hasil untuk semua titik dapat dilihat pada tabel dibawah. Dibawah ini akan dijelaskan contoh perhitungan waktu berlayar dari kilang asal menuju semua titik yang berpotensi menjadi pelabuhan *hub*. Namun karena keterbatasan ruang, akan ditunjukkan dari kilang asal menuju 5 (lima) titik saja.

Tabel 5.4 Contoh Perhitungan Waktu Berlayar dari Kilang

| <i>Sea Time</i> (jam) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| TLNG | 47.14 | 32.14 | 38.05 | 44.47 | 50.18 |

Tabel diatas menjelaskan bahwa waktu berlayar dari kilang asal menuju Ambon adalah 47,14 jam, dari kilang asal menuju Terminal Penerima Langgur adalah 32,14 jam, dari kilang asal menuju Terminal Penerima Kulur adalah 38,05 jam, dari kilang asal menuju Terminal Penerima Namlea adalah 44,47 jam, dan dari kilang asal menuju Terminal Penerima Namrole adalah 50,18 jam. Selanjutnya akan dibahas dibawah ini contoh perhitungan waktu berlayar dari kapal untuk matriks 10 titik saja dari 30 titik.

Tabel 5.5 Contoh Perhitungan Waktu Berlayar Antar Titik

| <i>Sea Time</i> (jam) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR | SML | DB | SPR | TNT |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| AMB | | 40.91 | 5.84 | 9.53 | 10.80 | 39.53 | 47.18 | 37.92 | 37.61 |
| LGR | 40.91 | | 35.89 | 46.06 | 47.01 | 22.04 | 13.66 | 35.07 | 67.97 |
| KLR | 5.84 | 35.89 | | 11.43 | 13.34 | 39.39 | 43.20 | 1.97 | 37.67 |
| NML | 9.53 | 46.06 | 11.43 | | 7.69 | 45.55 | 54.00 | 12.58 | 30.30 |
| NMR | 10.80 | 47.01 | 13.34 | 7.69 | | 44.09 | 54.95 | 14.80 | 37.29 |
| SML | 39.53 | 22.04 | 39.39 | 45.55 | 44.09 | | 27.44 | 37.23 | 73.50 |
| DB | 47.18 | 13.66 | 43.20 | 54.00 | 54.95 | 27.44 | | 42.88 | 69.69 |
| SPR | 37.92 | 35.07 | 1.97 | 12.58 | 14.80 | 37.23 | 42.88 | | 39.89 |
| TNT | 37.61 | 67.97 | 37.67 | 30.30 | 37.29 | 73.50 | 69.69 | 39.89 | |

Pada tabel diatas adalah matriks asal dan tujuan. Asal berada di sebelah kiri dan tujuan berada di sebelah atas. Angka diatas didapatkan dari pembagian antara jarak antar titik dibagi dengan kecepatan dinas kapal yang terpilih.

5.2.4. Waktu di Pelabuhan

Waktu di pelabuhan atau *port time* adalah waktu kapal selama di pelabuhan yang terdiri dari *Approaching Time* (AT), *Waiting Time* (WT), *Idle Time* (IT), dan *Effective Time* (ET). Untuk AT, WT, dan IT sudah masuk dalam asumsi, sedangkan untuk ET adalah hasil pembagian antara *payload* kapal dibagi dengan produktivitas bongkar atau muat. Jika melakukan proses muat, maka produktivitas yang dipakai adalah produktivitas pelabuhan karena yang dipakai adalah pompa pelabuhan. Namun jika melakukan proses bongkar, maka produktivitas yang dipakai adalah produktivitas bongkar kapal.

1) Waktu Bongkar dan Muat

Waktu bongkar dan muat atau bisa juga disebut *Effective Time* adalah penjumlahan dari waktu muat di pelabuhan asal dan waktu bongkar di pelabuhan tujuan. Waktu muat didapatkan dari *payload* kapal dibagi dengan produktivitas muat dari alat muat pelabuhan. Untuk kecepatan muat dari pelabuhan sudah diasumsikan pada asumsi operasional, yaitu 1.000 m^3 setiap jamnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada rumus dibawah ini.

$$ET = WM + WB \quad (5.5)$$

$$WM = \frac{P}{KM} \quad (5.6)$$

$$WB = \frac{P}{KB} \quad (5.7)$$

Dimana :

ET : Waktu Bongkar dan Muat (jam)

WM : Waktu Muat (jam)

WB : Waktu Bongkar (jam)

P : *Payload* (m^3)

KM : Kecepatan Muat (m^3/jam)

KB : Kecepatan Bongkar (m^3/jam)

Sesuai dengan rumus diatas, berikut adalah hasil perhitungan dari waktu bongkar dan waktu muat untuk semua pelabuhan.

Tabel 5.6 Contoh Perhitungan Waktu Bongkar dan Muat dari Kilang

| Bongkar/Muat (jam) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| TLNG | 50.27 | 50.27 | 50.27 | 50.27 | 50.27 |

Diatas adalah salah satu contoh perhitungan waktu muat dari kilang asal dan waktu bongkar di masing-masing titik. Terlihat bahwa angkanya sama karena memang kecepatan muat sama-sama dari kilang asal dan kecepatan bongkar dari kapal diasumsikan sama semua untuk semua kapal.

Tabel 5.7 Contoh Perhitungan Waktu Bongkar dan Muat Antar Titik

| B/M (jam) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR | SML | DB | SPR | TNT | SFF |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| AMB | | 51.18 | 51.18 | 51.18 | 51.18 | 51.18 | 51.18 | 51.18 | 51.18 | 51.18 |
| LGR | 50.89 | | 50.89 | 50.89 | 50.89 | 50.89 | 50.89 | 50.89 | 50.89 | 50.89 |
| KLR | 51.06 | 51.06 | | 51.06 | 51.06 | 51.06 | 51.06 | 51.06 | 51.06 | 51.06 |
| NML | 52.64 | 52.64 | 52.64 | | 52.64 | 52.64 | 52.64 | 52.64 | 52.64 | 52.64 |
| NMR | 51.72 | 51.72 | 51.72 | 51.72 | | 51.72 | 51.72 | 51.72 | 51.72 | 51.72 |
| SML | 50.48 | 50.48 | 50.48 | 50.48 | 50.48 | | 50.48 | 50.48 | 50.48 | 50.48 |
| DB | 52.06 | 52.06 | 52.06 | 52.06 | 52.06 | 52.06 | | 52.06 | 52.06 | 52.06 |
| SPR | 51.28 | 51.28 | 51.28 | 51.28 | 51.28 | 51.28 | 51.28 | | 51.28 | 51.28 |
| TNT | 51.31 | 51.31 | 51.31 | 51.31 | 51.31 | 51.31 | 51.31 | 51.31 | | 51.31 |
| SFF | 52.61 | 52.61 | 52.61 | 52.61 | 52.61 | 52.61 | 52.61 | 52.61 | 52.61 | |

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa angka-angka tersebut didapatkan dari pembagian antara *payload* kapal dengan produktivitas bongkar dan muat. Ketika proses muat, *payload* kapal dibagi dengan produktivitas pelabuhan. Begitu juga sebaliknya ketika proses bongkar, *payload* kapal dibagi dengan produktivitas bongkar dari kapal.

2) Waktu Total di Pelabuhan

Waktu di total di pelabuhan didapatkan dari penjumlahan antara waktu bongkar muat ditambah dengan AT WT IT yang telah diasumsikan pada subbab sebelumnya. Untuk lebih jelasnya dirumuskan sebagai berikut.

$$PT = ET + AT \cdot WT \cdot IT \quad (5.8)$$

Dimana:

PT : *Port Time* (jam)

ET : *Effective Time* (jam)

AT : *Approaching Time* (jam)

WT : Waiting Time (jam)

IT : Idle Time (jam)

Sesuai dengan rumus diatas, didapatkan hasil perhitungan waktu di pelabuhan untuk semua rute yang ada dan bisa dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 5.8 Contoh Perhitungan Waktu di Pelabuhan dari Kilang

| Port Time (jam) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| TLNG | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 |

Tabel diatas adalah salah satu contoh perhitungan total waktu di pelabuhan asal dan pelabuhan tujuan. Didapatkan dari penjumlahan waktu muat dan waktu bongkar ditambahkan dengan asumsi *Approaching Time* (AT), *Waiting Time* (WT), dan *Idle Time* (IT) yang telah dijelaskan pada subbab sebelumnya yaitu 5 jam.

Tabel 5.9 Contoh Perhitungan Waktu di Pelabuhan Antar Titik

| Port Time (jam) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| AMB | | 55.27 | 55.27 | 55.27 | 55.27 |
| LGR | 55.27 | | 55.27 | 55.27 | 55.27 |
| KLR | 55.27 | 55.27 | | 55.27 | 55.27 |
| NML | 55.27 | 55.27 | 55.27 | | 55.27 |
| NMR | 55.27 | 55.27 | 55.27 | 55.27 | |

Tabel diatas menunjukkan bahwa sesuai dengan angka asumsi yang sama untuk semua pelabuhan mengakibatkan waktu di pelabuhan untuk pelabuhan asal dan pelabuhan tujuan menjadi sama.

5.2.5. Total Waktu

Total waktu didapatkan dari waktu berlayar ditambahkan dengan waktu di pelabuhan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada rumus berikut.

$$TT = ST + PT \quad (5.9)$$

Dimana:

TT : Total Time (jam)

ST : Sea Time (jam)

PT : Port Time (jam)

Sesuai dengan rumus diatas, maka dapat menghasilkan hasil perhitungan dari total waktu kapal dalam satuan jam pada tabel dibawah ini.

Tabel 5.10 Contoh Perhitungan Total Waktu Kapal dalam Jam dari Kilang

| Total Time (jam/R.trip) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|----------------------------|--------|-------|-------|-------|--------|
| TLNG | 102.41 | 87.41 | 93.32 | 99.74 | 105.45 |

Total waktu didapatkan dari penjumlahan antara waktu berlayar (*seasetime*) dengan waktu di pelabuhan (*port time*). Bisa juga disebut sebagai waktu pulang pergi kapal dari pelabuhan asal menuju pelabuhan tujuan.

Tabel 5.11 Contoh Perhitungan Total Waktu Kapal dalam Jam Antar Titik

| Total Time/R.trip (jam) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR | SML | DB | SPR | TNT |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| AMB | 137.09 | 66.96 | 74.33 | 76.87 | 134.33 | 149.62 | 131.12 | 130.48 | |
| LGR | 137.09 | 127.05 | 147.38 | 149.29 | 99.36 | 82.59 | 125.40 | 191.21 | |
| KLR | 66.96 | 127.05 | 78.14 | 81.95 | 134.04 | 141.66 | 59.21 | 130.61 | |
| NML | 74.33 | 147.38 | 78.14 | 70.64 | 146.36 | 163.26 | 80.43 | 115.87 | |
| NMR | 76.87 | 149.29 | 81.95 | 70.64 | 143.44 | 165.17 | 84.87 | 129.85 | |
| SML | 134.33 | 99.36 | 134.04 | 146.36 | 143.44 | 110.15 | 129.72 | 202.27 | |
| DB | 149.62 | 82.59 | 141.66 | 163.26 | 165.17 | 110.15 | 141.03 | 194.64 | |
| SPR | 131.12 | 125.40 | 59.21 | 80.43 | 84.87 | 129.72 | 141.03 | 135.06 | |
| TNT | 130.48 | 191.21 | 130.61 | 115.87 | 129.85 | 202.27 | 194.64 | 135.06 | |

Hampir sama juga dengan tabel sebelumnya bahwa tabel diatas adalah total waktu kapal selama di pelabuhan dan juga selama kapal berlayar. Setelah didapatkan total waktu kapal dalam satuan jam, kemudian dibagi dengan 24 jam dalam sehari sehingga total waktu akan menjadi satuan hari. Untuk contoh perhitungannya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5.12 Contoh Perhitungan Total Waktu dalam Hari dari Kilang

| Total Time (hari/R.trip) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|--------------------------|------|------|------|------|------|
| TLNG | 4.27 | 3.64 | 3.89 | 4.16 | 4.39 |

Kemudian tabel diatas didapatkan dari total waktu dalam jam dibagi dengan 1 hari terdapat 24 jam. Dimana kemudian total waktu dalam hari ini akan digunakan untuk mencari frekuensi per kapal per tahun.

Tabel 5.13 Contoh Perhitungan Total Waktu Kapal dalam Hari Antar Titik

| Total Time/R.trip (hari) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|--------------------------|------|------|------|------|-----|
| AMB | 5.71 | 2.79 | 3.10 | 3.20 | |
| LGR | 5.71 | 5.29 | 6.14 | 6.22 | |
| KLR | 2.79 | 5.29 | 3.26 | 3.41 | |

| Total Time/R.trip (hari) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|--------------------------|------|------|------|------|------|
| NML | 3.10 | 6.14 | 3.26 | | 2.94 |
| NMR | 3.20 | 6.22 | 3.41 | 2.94 | |

Tabel diatas menjelaskan bahwa total waktu yang dibutuhkan untuk kapal pulang pergi dari pelabuhan asal ke pelabuhan tujuan dalam satuan jam dibagi dengan 24 karena 1 hari terdapat 24 jam.

5.2.6. Frekuensi Kapal

Frekuensi kapal dibedakan menjadi dua yaitu frekuensi per kapal (*frequency by trip*) dan frekuensi yang dibutuhkan (*frequency by cargo*). Frekuensi per kapal yaitu frekuensi kapal dapat melakukan operasi selama *commision days*. Operasi yang dimaksud disini yaitu kegiatan kapal berlayar dari asal hingga kembali lagi ke asal (RTD). Sedangkan, frekuensi yang dibutuhkan yaitu frekuensi kapal dapat melakukan operasi selama *demand* (permintaan) dapat terangkut semua dengan payload kapal yang ada. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada rumus dibawah ini.

$$FBT = \frac{CD}{TT} \quad (5.10)$$

$$FBC = \frac{D}{P} \quad (5.11)$$

Dimana:

FBT : Frekuensi per kapal (kali)

FBC : Frekuensi Dibutuhkan (kali)

CD : Hari Kerja Kapal (hari/tahun)

TT : Total Time (hari/*Roundtrip*)

D : *Demand* (m³)

P : *Payload* Kapal (m³)

Sesuai dengan rumus diatas, maka didapatkan hasil untuk perhitungan frekuensi dibutuhkan dan frekuensi per kapal pada tabel dibawah ini.

Tabel 5.14 Contoh Perhitungan Frekuensi per Kapal dari Kilang

| Frekuensi Per Kapal | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| TLNG | 78 | 91 | 85 | 80 | 76 |

Tabel 5.15 Contoh Perhitungan Frekuensi per Kapal Antar Titik

| Frekuensi per kapal / tahun | AMB | LGR | KLR | NML | NMR | SML | DB | SPR | TNT | SFF |
|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| AMB | 58 | 117 | 106 | 102 | 59 | 53 | 60 | 61 | 61 | |
| LGR | 58 | 63 | 54 | 53 | 80 | 96 | 63 | 42 | 42 | |
| KLR | 117 | 62 | 101 | 96 | 59 | 56 | 133 | 61 | 61 | |
| NML | 104 | 53 | 99 | 109 | 54 | 48 | 96 | 67 | 67 | |
| NMR | 102 | 53 | 95 | 110 | 55 | 48 | 92 | 61 | 60 | |
| SML | 59 | 80 | 59 | 55 | 56 | 72 | 61 | 40 | 39 | |
| DB | 53 | 94 | 56 | 48 | 48 | 71 | 56 | 41 | 41 | |
| SPR | 60 | 63 | 132 | 98 | 93 | 61 | 56 | 59 | 58 | |
| TNT | 61 | 42 | 61 | 68 | 61 | 39 | 41 | 59 | 135 | |
| SFF | 60 | 41 | 60 | 67 | 60 | 39 | 41 | 58 | 132 | |

Tabel diatas menjelaskan bahwa setiap tahunnya kapal dapat berlayar selama berapa kali dalam 1 tahun didapatkan dari *commision days* dibagi dengan *total time/roundtrip* dalam satuan hari. *Commision days* sudah dijelaskan pada sub bab sebelumnya diasumsikan 330 hari.

Tabel 5.16 Contoh Perhitungan Frekuensi Dibutuhkan dari Kilang

| Frekuensi Dibutuhkan / tahun | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| TLNG | 0 | 0 | 0 | 32 | 0 |

Tabel 5.17 Contoh Perhitungan Frekuensi Dibutuhkan Antar Titik

| Frekuensi dibutuhkan / tahun | AMB | LGR | KLR | NML | NMR | SML | DB | SPR | TNT | SFF |
|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|
| AMB | 4 | 5 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | |
| LGR | 13 | 5 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | |
| KLR | 13 | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | |
| NML | 13 | 4 | 5 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | |
| NMR | 13 | 4 | 5 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | |
| SML | 13 | 4 | 5 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | |
| DB | 13 | 4 | 5 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | |
| SPR | 13 | 4 | 5 | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | |
| TNT | 13 | 4 | 5 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | |
| SFF | 13 | 4 | 5 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | |

Frekuensi yang dibutuhkan ini didapatkan dari *demand* per tahun dari masing-masing tujuan dibagi dengan *payload* kapal yang digunakan. Untuk mengetahui agar bisa memenuhi *demand* dari tujuan dibutuhkan berapa kali pulang pergi suatu kapal dengan *payload* tertentu.

5.3. Perhitungan Biaya

Perlu diketahui bahwa perhitungan biaya ini ada terbagi menjadi biaya tetap (*fix cost*) dan biaya variabel (*variable cost*). Biaya tetap terdiri dari biaya kapital (*capital cost*) dan biaya operasional (*operational cost*). Namun karena pengadaan kapal adalah sewa dengan sistem *time charter*, maka biaya tetap akan digantikan oleh *time charter hire* (TCH).

5.3.1. Asumsi Biaya

Tabel 5.18 Asumsi Biaya

| Asumsi Biaya | | |
|--------------------------------|---------|---------------------|
| Kurs | 14,200 | \$/Rp |
| Harga MFO | 8,900 | Rp/liter |
| Harga HSD | 11,750 | Rp/liter |
| Biaya Penanganan Muatan | 1,000 | m ³ /jam |
| Biaya Penyimpanan | 11,360 | Rp/m ³ |
| Biaya Regasifikasi | 9,940 | Rp/m ³ |
| Jasa Labuh | 73 | Rp/GT/Gerakan |
| Pandu Tetap | 500,000 | Rp/kapal |
| Pandu Variabel | 5 | Rp/GT/Gerakan |
| Tunda Tetap | 800,000 | Rp/kapal/gerakan |
| Tunda Variabel | 20 | Rp/GT/Gerakan |
| Tambat | 68 | Rp/GT |
| Rule of Thumbs FSRU | 0.6 | \$/MMSCFD |
| Rate | 12 | % |
| Umur Ekonomis FSRU | 20 | tahun |

Asumsi-asumsi diatas adalah berdasarkan dari yang sudah ada di kondisi eksisting. Misalkan kurs dari dollar ke Rupiah didapatkan dari kondisi eksisting. Untuk harga MFO dan HSD didapatkan dari perusahaan minyak dan gas. Untuk biaya penanganan muatan, biaya penyimpanan, dan biaya regasifikasi didapatkan dari hasil pengamatan yang dijadikan sebagai acuan. Kemudian untuk jasa kepelabuhanan didapatkan dari pelabuhan yang memang berada di daerah sesuai dengan studi kasus dari Tugas Akhir ini. Untuk *rule of thumbs* FSRU adalah sebuah angka untuk menentukan berapa biaya yang dikeluarkan untuk investasi FSRU. *Rate* dan umur ekonomis FSRU akan digunakan untuk mencari biaya per tahun dari investasi FSRU.

5.3.2. Time Charter Hire

Time charter hire adalah biaya sewa kapal dalam satuan waktu sesuai dengan ukuran kapal yang akan disewa. Biasanya satuan *time charter hire* adalah $$/day$. Pada bab sebelumnya telah muncul angka *charter rate* dengan satuan $$/hari$. Dari angka itu didapatkan regresi untuk mencari *charter rate* sesuai dengan payload. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada rumus sebagai berikut.

Tabel 5.19 *Charter Rate* Kapal yang Tersedia

| No | Nama Kapal | Payload (m ³) | Charter Rate (\$/hari) | Charter Rate (Jt-Rp/hari) | Charter Rate (Jt-Rp/tahun) |
|----|---------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 1 | North Pioneer | 2,512 | 23,701 | 336 | 122,840 |
| 2 | Kakurei Maru | 2,536 | 23,710 | 336 | 122,889 |
| 3 | Akebono Maru | 3,587 | 24,123 | 342 | 125,031 |
| 4 | Aman Sendai | 18,928 | 30,155 | 428 | 156,294 |
| 5 | Surya Aki | 19,538 | 30,395 | 431 | 157,537 |
| 6 | Triputra | 23,097 | 31,794 | 451 | 164,790 |

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa setelah didapatkan regresi dari bab sebelumnya dan dikalikan dengan payload maka didapatkan *charter rate* per hari. Karena masih dalam satuan *dollar* (\$), harus dikalikan dengan kurs dollar ke rupiah agar menjadi satuan rupiah (Rp). Setelah itu dikalikan dengan 365 hari dalam 1 tahun karena sistem sewa *time charter* adalah kapal disewa dalam jangka waktu tertentu dan pemilik kapal akan menerima biaya sewa dalam 1 tahun penuh entah kapal akan digunakan atau tidak oleh penyewa kapal.

5.3.3. Biaya Bahan Bakar

Sebelum menentukan biaya konsumsi dari bahan bakar selama kapal melakukan pelayaran dan saat berlabuh, terlebih dahulu harus mengetahui spesifikasi mesin dari kapal yang telah disediakan. Biaya bahan bakar merupakan perkalian biaya satuan dari bahan bakar dan konsumsi bahan bakar. Konsumsi bahan bakar sendiri didapatkan dari perkalian antara *Specific Fuel Oil Consumption* (SFOC), daya mesin, dan waktu mesin digunakan.

Apabila mesin utama, maka waktu yang digunakan adalah waktu berlayar (*seatime*) saja. Sedangkan mesin bantu, waktu yang digunakan adalah total waktu kapal (*total time*) karena mesin bantu akan menyala terus meskipun sedang di pelabuhan. Bahan bakar yang digunakan untuk mesin utama adalah jenis MFO dengan harga Rp 8.900/liter dan jenis bahan

bakar yang digunakan untuk mesin bantu adalah HSD dengan harga Rp 11.750/liter. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada rumus sebagai berikut.

$$FOC = SFOC \times DM \times JM \times t \quad (5.12)$$

Dimana:

FOC : Konsumsi Bahan Bakar (ton)

SFOC : *Specific Fuel Oil Consumption* (gr/kW.jam)

DM : Daya Mesin (kW)

JM : Jumlah Mesin (buah)

t : Waktu (jam)

Sesuai dengan rumus diatas didapatkan hasil perhitungan konsumsi bahan bakar dalam satuan ton untuk semua rute adalah sebagai berikut.

Tabel 5.20 Contoh Perhitungan Konsumsi BBM Mesin Utama dari Kilang

| Konsumsi ME (ton) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| TLNG | 66 | 45 | 53 | 62 | 70 |

Tabel 5.21 Contoh Perhitungan Konsumsi BBM Mesin Utama Antar Titik

| Konsumsi ME (ton) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR | SML | DB | SPR | TNT |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|
| AMB | 57.09 | 8.16 | 13.30 | 15.07 | 55.16 | 65.83 | 52.92 | 52.48 | |
| LGR | 57.09 | 50.09 | 64.27 | 65.60 | 30.76 | 19.06 | 48.93 | 94.85 | |
| KLR | 8.16 | 50.09 | 15.96 | 18.62 | 54.96 | 60.28 | 2.75 | 52.57 | |
| NML | 13.30 | 64.27 | 15.96 | 10.73 | 63.56 | 75.35 | 17.55 | 42.28 | |
| NMR | 15.07 | 65.60 | 18.62 | 10.73 | 61.52 | 76.68 | 20.65 | 52.04 | |
| SML | 55.16 | 30.76 | 54.96 | 63.56 | 61.52 | 38.30 | 51.95 | 102.56 | |
| DB | 65.83 | 19.06 | 60.28 | 75.35 | 76.68 | 38.30 | 59.84 | 97.25 | |
| SPR | 52.92 | 48.93 | 2.75 | 17.55 | 20.65 | 51.95 | 59.84 | | 55.67 |
| TNT | 52.48 | 94.85 | 52.57 | 42.28 | 52.04 | 102.56 | 97.25 | 55.67 | |

Tabel diatas menunjukkan bahwa perhitungan konsumsi bahan bakar dari mesin utama yang didapatkan dari *specific fuel oil consumption* (SFOC) dari setiap mesin kemudian dikalikan dengan daya mesin tersebut dikalikan dengan jumlahnya dan dikalikan lagi dengan waktu berlayar (*seatime*) saja. Karena mesin utama hanya menyala ketika kapal berlayar, ketika kapal di pelabuhan mesin utama tidak menyala.

Tabel 5.22 Contoh Perhitungan Konsumsi BBM Mesin Bantu dari Kilang

| Konsumsi AE (ton) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| TLNG | 148 | 126 | 135 | 144 | 153 |

Tabel 5.23 Contoh Perhitungan Konsumsi BBM Mesin Bantu Antar Titik

| Konsumsi AE (ton) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR | SML | DB | SPR | TNT |
|-------------------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-----|
| AMB | 8.32 | 4.09 | 4.53 | 4.69 | 8.15 | 9.07 | 7.96 | 7.92 | |
| LGR | 8.30 | 7.69 | 8.92 | 9.03 | 6.02 | 5.01 | 7.59 | 11.56 | |
| KLR | 4.08 | 7.70 | 4.76 | 4.99 | 8.13 | 8.58 | 3.62 | 7.92 | |
| NML | 4.62 | 9.02 | 4.85 | 4.40 | 8.96 | 9.98 | 4.99 | 7.13 | |
| NMR | 4.72 | 9.08 | 5.03 | 4.34 | 8.73 | 10.04 | 5.20 | 7.91 | |
| SML | 8.11 | 6.00 | 8.09 | 8.83 | 8.66 | 6.65 | 7.83 | 12.20 | |
| DB | 9.12 | 5.08 | 8.65 | 9.95 | 10.06 | 6.75 | 8.61 | 11.84 | |
| SPR | 7.96 | 7.62 | 3.63 | 4.91 | 5.18 | 7.88 | 8.56 | 8.20 | |
| TNT | 7.93 | 11.59 | 7.93 | 7.05 | 7.89 | 12.25 | 11.79 | 8.20 | |

Tabel diatas adalah tabel dimana konsumsi bahan bakar untuk mesin bantu yang didapatkan dari perkalian antara *specific fuel oil consumption* (SFOC) dari setiap mesin, daya mesin itu sendiri, jumlah mesin, dan dikalikan lagi dengan total waktu kapal berlayar dan total waktu kapal di pelabuhan. Karena mesin bantu akan tetap menyala meskipun kapal sedang berada di pelabuhan. Perlu diketahui konsumsi bahan bakar ini adalah untuk satu kali *roundtrip*.

Setelah diketahui konsumsi bahan bakar dalam satuan berat, kemudian akan dihitung biaya bahan bakar dengan cara perkalian antara konsumsi bahan bakar dan harga satuan bahan bakar. Tapi sebelum itu harus dibagi terlebih dahulu dengan massa jenis bahan bakar karena harga bahan bakar dalam satuan volume sedangkan konsumsi bahan bakar dalam satuan ton. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada rumus sebagai berikut.

$$FC = \left(\frac{FOC}{MJ} \right) \times HBB \times FBC \quad (5.13)$$

Dimana:

FC : Biaya Bahan Bakar (Rp/tahun)

FOC : Konsumsi Bahan Bakar (ton)

MJ : Massa Jenis Bahan Bakar (liter/ton)

HBB : Harga Bahan Bakar (Rp/liter)

FBC : Frekuensi Dibutuhkan (kali/tahun)

Sesuai dengan rumus diatas, dapat didapatkan perhitungan untuk biaya bahan bakar untuk semua rute yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5.24 Contoh Perhitungan Biaya Bahan Bakar per Tahun dari Kilang

| <i>Fuel Cost (Jt-Rp/tahun)</i> | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|--------------------------------|-----|-----|-----|---------|-----|
| TLNG | - | - | - | 265,724 | - |

Tabel 5.25 Contoh Perhitungan Biaya Bahan Bakar per Tahun Antar Titik

| <i>Fuel Cost (Jt-Rp/tahun)</i> | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|--------------------------------|--------|-------|-------|-------|-----|
| AMB | 5,193 | 1,128 | 676 | 377 | |
| LGR | 16,877 | 5,723 | 2,911 | 1,484 | |
| KLR | 2,935 | 4,579 | 793 | 455 | |
| NML | 4,400 | 5,822 | 1,983 | 282 | |
| NMR | 4,905 | 5,939 | 2,275 | 564 | |

Tabel diatas menunjukkan bahwa biaya bahan bakar per tahun didapatkan dari biaya bahan bakar per *roundtrip* dikalikan dengan frekuensi kapal dan juga dengan harga bahan bakar sesuai dengan bahan bakarnya. Mesin utama menggunakan MFO dan mesin bantu menggunakan HSD. Karena harga satuan MFO dan HSD adalah per liter dan hasil perhitungan konsumsi dalam satuan ton, harus dibagi terlebih dahulu dengan massa jenis masing-masing bahan bakar.

5.3.4. Biaya Jasa Kepelabuhanan

Biaya jasa kepelabuhanan atau *port charge* terdiri dari biaya tambat, biaya labuh, biaya pandu dan biaya tunda. Tarif pelabuhan untuk ke-30 titik diasumsikan sama dengan tarif pelabuhan di wilayah PT. Pelabuhan Indonesia IV (Persero). Untuk perhitungan jasa labuh didapatkan dari tarif labuh dikalikan dengan kedatangan kapal yang diwakili oleh frekuensi per kapal.

Tabel 5.26 Contoh Perhitungan Jasa Labuh per Kedatangan dari Kilang

| <i>Jasa Labuh (Jt-Rp/call)</i> | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|--------------------------------|-----|-----|------|------|-----|
| TLNG | 2,9 | 2,9 | 2,94 | 2,98 | 2,9 |

Tabel 5.27 Contoh Perhitungan Jasa Labuh per Kedatangan Antar Titik

| <i>Jasa Labuh (Jt-Rp/call)</i> | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|--------------------------------|------|------|------|------|-----|
| AMB | 2,90 | 2,94 | 2,98 | 2,90 | |
| LGR | 2,90 | 2,88 | 2,92 | 2,84 | |
| KLR | 2,94 | 2,88 | 2,96 | 2,88 | |

| Jasa Labuh (Jt-Rp/call) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|-------------------------|------|------|------|------|------|
| NML | 2,98 | 2,92 | 2,96 | | 2,92 |
| NMR | 2,90 | 2,84 | 2,88 | 2,92 | |

Tabel diatas menjelaskan bahwa biaya jasa labuh didalam tabel tersebut adalah penjumlahan dari biaya jasa labuh pelabuhan asal dan pelabuhan tujuan. Untuk jasa pandu didapatkan dari jasa pandu tetap ditambahkan jasa pandu variabel.

Tabel 5.28 Contoh Perhitungan Jasa Pandu per Kedatangan dari Kilang

| Jasa Pandu (Jt-Rp/call) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|-------------------------|------|------|------|------|------|
| TLNG | 1,15 | 1,14 | 1,13 | 1,17 | 1,14 |

Tabel 5.29 Contoh Perhitungan Jasa Pandu per Kedatangan Antar Titik

| Jasa Pandu (Jt-Rp/call) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|-------------------------|------|------|------|------|------|
| AMB | | 1,17 | 1,16 | 1,2 | 1,18 |
| LGR | 1,17 | | 1,15 | 1,19 | 1,17 |
| KLR | 1,16 | 1,15 | | 1,18 | 1,16 |
| NML | 1,2 | 1,19 | 1,18 | | 1,19 |
| NMR | 1,18 | 1,17 | 1,16 | 1,19 | |

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa jasa pandu total adalah didapatkan dari jasa pandu dari pelabuhan asal dan pelabuhan tujuan. Kemudian jasa tunda didapatkan dari biaya tetap tunda ditambahkan dengan biaya variabel tunda.

Tabel 5.30 Contoh Perhitungan Jasa Tunda per Kedatangan dari Kilang

| Jasa Tunda (Jt-Rp/call) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|-------------------------|------|------|------|------|------|
| TLNG | 2,43 | 2,38 | 2,40 | 2,42 | 2,38 |

Tabel 5.31 Contoh Perhitungan Jasa Tunda per Kedatangan Antar Titik

| Jasa Tunda (Jt-Rp/call) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|-------------------------|------|------|------|------|------|
| AMB | | 2,41 | 2,43 | 2,45 | 2,41 |
| LGR | 2,41 | | 2,38 | 2,40 | 2,36 |
| KLR | 2,43 | 2,38 | | 2,42 | 2,39 |
| NML | 2,45 | 2,40 | 2,42 | | 2,41 |
| NMR | 2,41 | 2,36 | 2,39 | 2,41 | |

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa jasa tunda total didapatkan dari jasa tunda pelabuhan asal dan pelabuhan tujuan. Kemudian akan dihitung jasa tambat, yang didapatkan dari tarif jasa tambat dikalikan dengan GT kapal.

Tabel 5.32 Contoh Perhitungan Jasa Tambat per Kedatangan dari Kilang

| Jasa Tambat (Jt-Rp/call) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|--------------------------|------|------|------|------|------|
| TLNG | 2,76 | 2,76 | 2,74 | 2,76 | 2,72 |

Tabel 5.33 Contoh Perhitungan Jasa Tambat per Kedatangan Antar Titik

| Jasa Tambat (Jt-Rp/call) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|--------------------------|------|------|------|------|------|
| AMB | 2,76 | 2,74 | 2,76 | 2,72 | |
| LGR | 2,76 | 2,74 | 2,74 | 2,76 | 2,72 |
| KLR | 2,74 | 2,74 | | 2,74 | 2,70 |
| NML | 2,76 | 2,76 | 2,74 | | 2,72 |
| NMR | 2,72 | 2,72 | 2,7 | 2,72 | |

Dari tabel diatas diketahui bahwa jasa tambat total adalah penjumlahan dari jasa tambat pelabuhan asal dan jasa tambat pelabuhan tujuan. Dibawah ini adalah rumus dari total biaya jasa kepelabuhanan per tahun

$$PC = JL + JP + JTU + JTA \quad (5.14)$$

Dimana:

PC : Port Charges (Rp/tahun)

JL : Jasa Labuh

JP : Jasa Pandu

JTU : Jasa Tunda

JTA : Jasa Tambat

Sesuai dengan rumus diatas, maka akan didapatkan hasil perhitungan biaya jasa kepelabuhanan untuk semua rute yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5.34 Contoh Perhitungan Biaya Jasa Kepelabuhanan per Tahun dari Kilang

| Port Charge (Jt-Rp/tahun) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| TLNG | - | - | - | 747 | - |

Tabel 5.35 Contoh Perhitungan Biaya Jasa Kepelabuhanan per Tahun Antar Titik

| Port Charge (Jt-Rp/tahun) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|---------------------------|-------|------|------|------|-----|
| AMB | 37,01 | 46,4 | 18,8 | 9,2 | |
| LGR | 120,3 | 45,8 | 18,5 | 9,1 | |
| KLR | 120,7 | 36,6 | 18,6 | 9,1 | |
| NML | 122,2 | 37,1 | 46,5 | | 9,2 |
| NMR | 119,9 | 36,4 | 46,6 | 18,5 | |

Setelah diketahui semua komponen biaya pelabuhan, maka dijumlahkan kemudian dikalikan dengan frekuensi kapal karena komponen biaya pelabuhan masih dalam satuan per kedatangan.

5.3.5. Biaya Penanganan Muatan

Biaya penanganan muatan atau *cargo handling cost* adalah biaya yang dikeluarkan dari bongkar atau muat muatan dari kapal ke pelabuhan atau dari pelabuhan ke kapal. Agar lebih mudah untuk memahami perhitungan biaya penanganan muatan, dapat dilihat pada rumus dibawah ini.

$$CHC = P \times FBC \times Ko \times TCHC \quad (5.15)$$

Dimana:

CHC : Biaya Penanganan Muatan (Rp/tahun)

P : *Payload* kapal (m^3)

FBC : Frekuensi Dibutuhkan (kali/tahun)

Ko : Konversi (MMBTU/ m^3)

TCHC : Tarif Penanganan Muatan (Rp/MMBTU)

Didapatkan dari biaya penanganan muatan per MMBTU nya dikalikan dengan muatan yang akan dikirimkan dalam 1 tahun. Untuk perhitungan dari kilang menuju pelabuhan *hub* dan jika ditemukan ada angka nol, berarti dapat disimpulkan bahwa tujuan tersebut tidak menjadi pelabuhan *hub*.

Tabel 5.36 Contoh Perhitungan Biaya Penanganan Muatan

| CHC (Jt-Rp/ tahun) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|--------------------|-----|-----|-----|-------|-----|
| TLNG | - | - | - | 1,847 | - |

Tabel 5.37 Contoh Perhitungan Biaya Penanganan Muatan

| CHC (Jt-Rp/tahun) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|-------------------|-------|------|-------|------|------|
| AMB | | 92,3 | 115,4 | 46,1 | 23,1 |
| LGR | 300,2 | | 115,4 | 46,1 | 23,1 |
| KLR | 300,2 | 92,3 | | 46,1 | 23,1 |
| NML | 300,2 | 92,3 | 115,4 | | 23,1 |
| NMR | 300,2 | 92,3 | 115,4 | 46,1 | |

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa biaya penanganan muatan didapatkan dari pelabuhan muat saja karena ketika bongkar menggunakan alat bongkar dari kapal dan tidak mengeluarkan biaya.

5.3.6. Biaya Penyimpanan

Biaya penyimpanan didapatkan dari tarif penyimpanan (Rp/MMBTU) dikalikan dengan muatan yang akan dikirimkan dalam 1 tahun (*demand*). Biaya penyimpanan ini memang dikhkususkan untuk muatan LNG karena memang LNG harus disimpan terlebih dahulu sebelum diregasifikasi.

$$SC = P \times FBC \times Ko \times TSC \quad (5.16)$$

Dimana:

SC : Biaya Penyimpanan (Rp/tahun)

P : *Payload* (m³)

FBC : Frekuensi Dibutuhkan (kali/tahun)

Ko : Konversi (MMBTU/m³)

TSC : Tarif Penyimpanan (Rp/MMBTU)

Sesuai dengan rumus diatas, didapatkan angka untuk biaya penyimpanan semua pelabuhan tujuan pada tabel dibawah in.

Tabel 5.38 Contoh Perhitungan Biaya Penyimpanan dari Kilang

| <i>Storage Cost</i> (Jt-Rp/tahun) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|------|------|
| TLNG | 67,91 | 16,97 | 23,76 | 6,79 | 3,39 |

Tabel 5.39 Contoh Perhitungan Biaya Penyimpanan Antar Titik

| <i>Storage Cost</i> (Jt-Rp/tahun) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|
| AMB | | 22,330 | 27,912 | 11,165 | 5,582 |
| LGR | 72,573 | | 27,912 | 11,165 | 5,582 |
| KLR | 72,573 | 22,330 | | 11,165 | 5,582 |
| NML | 72,573 | 22,330 | 27,912 | | 5,582 |
| NMR | 72,573 | 22,330 | 27,912 | 11,165 | |

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa untuk tujuan, semua hasil perhitungannya adalah sama karena memang biaya penyimpanan hanya muncul di pelabuhan tujuan saja.

5.3.7. Biaya Regasifikasi

Biaya regasifikasi didapatkan dari tarif penyimpanan (Rp/MMBTU) dikalikan dengan muatan yang akan dikirimkan dalam 1 tahun (*demand*). Biaya regasifikasi ini juga dikhkususkan untuk muatan LNG karena jika sebagai bahan bakar untuk Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) harus dalam bentuk gas kembali.

Tabel 5.40 Contoh Perhitungan Biaya Regasifikasi dari Kilang

| Biaya Regasifikasi (Jt-Rp/tahun) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|----------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|
| TLNG | 59,422 | 14,855 | 20,797 | 5,942 | 2,971 |

Tabel 5.41 Contoh Perhitungan Biaya Regasifikasi Antar Titik

| Biaya Regasifikasi (Jt-Rp/tahun) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|----------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|
| AMB | | 14,855 | 20,797 | 5,942 | 2,971 |
| LGR | 59,422 | | 20,797 | 5,942 | 2,971 |
| KLR | 59,422 | 14,855 | | 5,942 | 2,971 |
| NML | 59,422 | 14,855 | 20,797 | | 2,971 |
| NMR | 59,422 | 14,855 | 20,797 | 5,942 | |

Dari tabel diatas juga dapat diambil kesimpulan bahwa biaya untuk regasifikasi sama semua untuk tujuan karena biaya regasifikasi hanya muncul di pelabuhan tujuan.

5.3.8. Biaya Investasi *Floating Storage Regasification Unit*

Biaya investasi *Floating Storage Regasification Unit* (FSRU) didapatkan dari angka asumsi *rule of thumb* yang telah disediakan pada subbab sebelumnya dikalikan dengan kapasitas FSRU yang akan dibangun sesuai dengan *demand*. Untuk kapasitas FSRU yang akan dibangun didapatkan dari *demand* per hari ditambahkan dengan *safety stock* yaitu 3 hari. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada rumus sebagai berikut.

$$FS = \left(\frac{d}{365} \right) + (SS \times \left(\frac{d}{365} \right)) \quad (5.17)$$

$$BFS = \frac{FS}{Ko} \times ROT \quad (5.18)$$

$$BFSA = BFS \left(\frac{r(1+r)^N}{(1+r)^N - 1} \right) \quad (5.19)$$

Dimana:

FS : Kapasitas *Storage* (m^3)

d : *Demand* ($m^3/tahun$)

SS : *Safety Stock* (3 hari)

BFS : Biaya FSRU (Rp)

Ko : Konversi (MMSCFD/ m^3)

ROT : *Rule of Thumb* (Rp/MMSCFD)

BFSA : Biaya FSRU (Rp/tahun)

r : *rate* (%)

N : Umur Ekonomis FSRU (tahun)

Oleh karena semua biaya sebelumnya menggunakan satuan Rupiah per tahun, untuk biaya investasi FSRU ini juga perlu menggunakan Rupiah per tahun. Untuk mencari biaya investasi FSRU dengan satuan Rupiah per tahun dengan asumsi umur ekonomis 20 tahun dan *rate* sebesar 12 % maka didapatkan angka Rupiah per tahun untuk FSRU.

Tabel 5.42 Biaya Investasi FSRU

| Keterangan | Satuan | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|----------------|----------------------|--------|--------|--------|-------|-------|
| Storage | m ³ /hari | 3,079 | 769 | 1,077 | 307 | 153 |
| Storage | MMSCFD | 0.109 | 0.027 | 0.038 | 0.011 | 0.005 |
| FSRU | Jt-Rp | 928,56 | 232,14 | 324,99 | 92,85 | 46,42 |
| FSRU | Jt-Rp/tahun | 124,31 | 31,08 | 43,51 | 12,43 | 6,21 |

Dapat dilihat pada tabel diatas bahwa biaya yang dikeluarkan untuk investasi FSRU adalah sebanding dengan seberapa besar kapasitas FSRU yang akan disediakan.

5.3.9. Perhitungan Unit Biaya

Perlu diketahui bahwa satuan yang dipakai dalam perhitungan biaya ini adalah Rupiah/m³. Ini menunjukkan bahwa biaya satuan yang harus dibayar untuk pengiriman LNG ini didasarkan pada muatan yang dikirimkan dari asal sampai dengan tujuan akhir dan juga dengan jarak antara asal sampai dengan tujuan akhir. Untuk perumusannya dapat dilihat sebagai berikut.

$$TC = TCH + FC + PC + SC + RC + BFSA \quad (5.20)$$

$$UC = \frac{TC}{D} \quad (5.21)$$

Dimana:

TCH : *Time Charter Hire* (Rp/tahun)

FC : Biaya Bahan Bakar (Rp/tahun)

PC : *Port Charges* (Rp/tahun)

SC : Biaya Penyimpanan (Rp/tahun)

RC : Biaya Regasifikasi (Rp/tahun)

BFSA : Biaya FSRU (Rp/tahun)

UC : Biaya Satuan (Rp/m³)

TC : Total Cost (Rp/tahun)

D : Demand ($m^3/tahun$)

Sesuai dengan rumus diatas, dapat dilihat pada tabel dibawah untuk perhitungan biaya satuan untuk semua rute. Sebelum itu harus menghitung biaya total yang didapatkan dari penjumlahan *time charter hire*, biaya bahan bakar, biaya jasa kepelabuhanan, biaya penanganan muatan, biaya penyimpanan, dan biaya regasifikasi.

Tabel 5.43 Contoh Perhitungan Seluruh Biaya

| TLNG - SPR | Satuan | Nilai |
|--------------------------------|----------------------------|----------------|
| Perhitungan Operasional | | |
| Seatime | Jam | 37.29 |
| Bongkar/Muat | Jam | 50.27 |
| Port Time | Jam | 55 |
| <i>Total Time</i> | Jam/R.trip | 92.56 |
| Total Time | Hari/R.trip | 3.86 |
| Frekuensi Per Kapal | Kali/tahun | 86 |
| Frekuensi Dibutuhkan | Kali/tahun | 31 |
| Perhitungan Biaya | | |
| Time Charter Hire | Jt-Rp/tahun | 164,790 |
| Konsumsi ME | Ton | 52 |
| Konsumsi AE | Ton | 134 |
| Biaya Bahan Bakar | Jt-Rp/R.trip | 2,967 |
| Biaya Bahan Bakar | Jt-Rp/tahun | 91,995 |
| Jasa Labuh | Jt-Rp/call | 2,9 |
| Jasa Pandu | Jt-Rp/call | 1,1 |
| Jasa Tunda | Jt-Rp/call | 2,4 |
| Jasa Tambat | Jt-Rp/call | 2,7 |
| Biaya Jasa Pelabuhan | Jt-Rp/tahun | 287 |
| Biaya Penanganan Muatan | Jt-Rp/tahun | 716 |
| Biaya Penyimpanan | Jt-Rp/tahun | 168,079 |
| Biaya Regasifikasi | Jt-Rp/tahun | 1,485 |
| FSRU | Jt-Rp/tahun | 307 |
| Total Cost | Jt-Rp/tahun | 427,663 |
| Unit Cost | Rp/m^3 | 614,989 |

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa untuk mendapatkan *unit cost* diperlukan perhitungan biaya yang diawali dengan perhitungan operasional meliputi waktu berlayar (*seatime*) dan waktu di pelabuhan. Kemudian setelah didapatkan total waktu untuk sekali *roundtrip* didapatkan frekuensi untuk mengetahui berapa kali dalam 1 tahun kapal dapat beroperasi. Kemudian untuk perhitungan biaya diawali dari *Time Charter Hire* karena kapal yang akan digunakan adalah kapal sewa dengan sistem sewa *Time Charter*. Lalu menghitung biaya bahan bakar, biaya jasa kepelabuhanan, biaya penanganan muatan, biaya

penyimpanan, biaya regasifikasi, dan biaya investasi FSRU. Setelah biaya-biaya tersebut diketahui kemudian dijumlahkan menjadi *Total Cost* per tahunnya. Kemudian dibagi dengan *demand* masing-masing titik dan didapatkan *unit cost*.

Tabel 5.44 Contoh Perhitungan Total Biaya per Tahun dari Kilang

| Total Cost (Jt-Rp/tahun) | SML | DB | SPR | TNT | SFF |
|---------------------------------|-----|----|---------|-----|---------|
| TLNG | - | - | 427,663 | - | 385,718 |

Tabel 5.45 Contoh Perhitungan Total Biaya per Tahun Antar Titik

| Total Cost (Jt-Rp/tahun) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|---------------------------------|---------|---------|---------|---------|-----|
| AMB | 207,330 | 214,835 | 182,552 | 173,760 | |
| LGR | 314,208 | 219,43 | 184,886 | 174,867 | |
| KLR | 300,267 | 206,715 | 182,768 | 173,837 | |
| NML | 301,733 | 207,959 | 215,69 | 173,665 | |
| NMR | 302,236 | 208,075 | 215,981 | 182,539 | |

a. Dari Kilang Menuju Pelabuhan *Hub*

$$UCT = x_j \times \frac{c_{ij}}{d_j} \quad (5.22)$$

$$dj = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n x_j \times k_{jk} \times d_k \quad (5.23)$$

Dimana:

UCT : Biaya Satuan Terpilih (Rp/m³)

c_{ij} : *Total Cost* dari i ke j

d_j : *Demand* Pelabuhan *Hub* (m³/tahun)

d_j : *Demand* Tujuan Akhir (m³/tahun)

x_j : Pemilihan Pelabuhan *Hub*

k_{jk} : Kriteria *hub* dan tujuan

Sesuai dengan rumus diatas, maka dapat didapatkan perhitungan biaya satuan untuk semua rute sebagai berikut.

Tabel 5.46 Contoh Perhitungan Biaya Satuan dari Kilang

| Unit Cost (Jt-Rp/m³) | SML | DB | SPR | TNT | WRG |
|--|-----|----|-------------|-----|-------------|
| TLNG | - | - | 0,67 | - | 0,86 |

b. Dari Pelabuhan *Hub* Menuju Tujuan Akhir

$$UCT = x_j \times k_{jk} \times UC \quad (5.24)$$

Dimana:

UCT : Biaya Satuan Terpilih (Rp/m³)

UC : Biaya Satuan (Rp/m³)

x_j : Pemilihan Pelabuhan *Hub*

k_{jk} : Kriteria *hub* dan tujuan

Sesuai dengan rumus diatas, maka dapat didapatkan perhitungan biaya satuan untuk semua rute sebagai berikut.

Tabel 5.47 Contoh Perhitungan Biaya Satuan Antar Titik

| Unit Cost (Jt-Rp/m³) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|
| AMB | | 2,95 | 2,18 | 6,50 | 12,36 |
| LGR | 1,11 | | 2,23 | 6,58 | 12,44 |
| KLR | 1,06 | 2,94 | | 6,50 | 12,37 |
| NML | 1,07 | 2,96 | 2,19 | | 12,36 |
| NMR | 1,07 | 2,96 | 2,19 | 6,49 | |

5.4. Zonasi

Pada subbab zonasi ini akan dijelaskan tentang definisi zonasi itu sendiri bagaimana, kemudian langkah-langkah untuk penentuan zonasi tersebut, lalu kriteria yang digunakan sebagai syarat dari zonasi, perbandingan biaya ketika dikirim langsung dan ketika lewat zona terlebih dahulu, dan identifikasi setiap titik tujuan akhir.

5.4.1. Definisi Zonasi

Zonasi adalah suatu alternatif solusi untuk distribusi suatu barang atau muatan. Perlu diketahui bahwa pada Tugas Akhir ini membahas pendistribusian LNG yang mana terdapat 30 titik terminal penerima yang akan disalurkan ke PLTG dan 1 kilang asal. Zonasi akan dilakukan dengan menentukan pelabuhan mana yang akan menjadi pelabuhan *hub* dan juga menentukan pelabuhan mana yang akan disuplai oleh pelabuhan *hub* tersebut dengan pendekatan *set-covering model*. Beriringan dengan pembuatan model untuk zonasi, dibuat juga perhitungan biaya distribusi ketika masing-masing titik terminal penerima disuplai langsung oleh kilang. Setelah itu dilakukan perbandingan antara biaya satuan ketika melewati *hub* terlebih dahulu dan biaya satuan ketika disuplai langsung dari kilang. Kemudian diidentifikasi setiap titik apakah lebih baik disuplai langsung dari kilang atau melewati *hub* terlebih dahulu.

5.4.2. Langkah-Langkah Penentuan Zona

Langkah-langkah yang digunakan untuk menentukan zona dari distribusi LNG pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

- 1) Menghitung semua biaya sampai dengan biaya satuan untuk semua rute dari masing-masing titik dan juga dari kilang menuju semua titik untuk semua kapal yang tersedia
- 2) Melakukan pemilihan kapal untuk masing-masing rute

Setelah semua biaya satuan (*unit cost*) untuk semua rute sudah diketahui dan sudah dihitung untuk semua kapal, maka akan dilakukan pemilihan kapal berdasarkan *unit cost* yang termurah dengan menggunakan fungsi *MIN* pada *Microsoft Excel*.

Tabel 5.48 Contoh Pemilihan Kapal Berdasarkan *Unit Cost*

| Kapal | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| AMB | | 2 | 2 | 1 | 1 |
| LGR | 3 | | 2 | 2 | 2 |
| KLR | 2 | 2 | | 1 | 1 |
| NML | 2 | 2 | 2 | | 1 |
| NMR | 2 | 2 | 2 | 1 | |

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa misalkan untuk rute AMB-LGR dipilih kapal nomor 2 dengan kapasitas yang sesuai dengan nomor kapal karena memang kapal nomor 2 memiliki biaya satuan paling murah dibandingkan dengan kapal yang lainnya.

- 3) Menentukan kriteria sebagai syarat untuk penentuan zona

Untuk melakukan zonasi atau *clustering*, maka harus ada yang namanya kriteria untuk mengelompokkan sesuatu yang akan dikelompokkan sebagai satu zona atau satu *cluster*. Pada Tugas Akhir ini kriteria bertujuan untuk mengetahui apakah salah satu dari titik-titik terminal penerima yang akan menjadi pelabuhan *hub* bisa melayani titik terminal penerima yang lainnya. Nantinya akan diketahui setiap titik akan bisa dilayani oleh titik yang mana saja ketika titik yang akan melayani menjadi pelabuhan hub. Adapun kriteria yang digunakan dalam penentuan zonasi ini adalah

- Kapal yang terpilih harus bisa memenuhi kebutuhan per hari dari masing-masing titik terminal penerima ditambah dengan *safety stock*. Untuk *safety stock* diasumsikan dalam jumlah hari. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada rumus dibawah ini.

$$Kriteria\ 1 = \begin{cases} 1, & \left(\frac{d}{365} + \left(SS \times \frac{d}{365} \right) \right) \leq \left(\frac{P}{TT} \right) \\ 0, & \left(\frac{d}{365} + \left(SS \times \frac{d}{365} \right) \right) > \left(\frac{P}{TT} \right) \end{cases} \quad (5.25)$$

Dimana:

d : *Demand* (m^3/tahun)

SS : *Safety Stock* (hari)

P : *Payload* kapal (m^3)

TT : *Total Time* (hari/*roundtrip*)

- Kedalaman pelabuhan antara pelabuhan asal dan pelabuhan tujuan. Maksudnya adalah ketika kedalaman pelabuhan asal dikurangi dengan 2 dan ditambah dengan 2, kedalaman pelabuhan tujuan termasuk dalam batasan tersebut. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada rumus dibawah ini.

$$\text{Kriteria 2} = \begin{cases} 1, & T_j - 2 \leq T_k \leq T_j + 2 \\ 0, & T_j - 2 > T_k \cap T_k > T_j + 2 \end{cases} \quad (5.26)$$

Dimana:

T_j : Sarat pelabuhan *hub*

T_k : Sarat pelabuhan tujuan

Apabila digabung kedua kriteria diatas bisa dilihat pada rumus dibawah ini.

$$k_{jk} = \begin{cases} 1, & \left(\left(\frac{d}{365} + \left(SS \times \frac{d}{365} \right) \right) \leq \left(\frac{P}{TT} \right) \right) \cap \left(T_j - 2 \leq T_k \leq T_j + 2 \right) \\ 0, & \left(\left(\frac{d}{365} + \left(SS \times \frac{d}{365} \right) \right) > \left(\frac{P}{TT} \right) \right) \cap \left(T_j - 2 > T_k \cap T_k > T_j + 2 \right) \end{cases} \quad (5.27)$$

Dimana:

d : *Demand* (m^3/tahun)

SS : *Safety Stock* (hari)

P : *Payload* kapal (m^3)

TT : *Total Time* (hari/*roundtrip*)

T_j : Sarat pelabuhan *hub*

T_k : Sarat pelabuhan tujuan

Tabel 5.49 Contoh Kriteria Terpenuhi atau Tidak

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | | |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | | |
| 5 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | | |
| 6 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | | |
| 7 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | | |
| 8 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | | |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| 13 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | | |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 16 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 17 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| 19 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| 21 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | | |
| 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 23 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| 24 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | |

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 26 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 27 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 28 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 29 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | |
| 30 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |

Karena keterbatasan tempat, maka untuk titik-titik terminal penerima dilambangkan dengan angka dan sudah dijelaskan pada subbab sebelumnya. Tabel diatas menjelaskan bahwa jika titik 1 yaitu titik AMB menjadi pelabuhan *hub*, maka AMB akan bisa menyuplai (3) KLR, (4) NML, dan (5) NMR. Begitu juga dengan (2) LGR, ketika LGR menjadi pelabuhan *hub*, maka LGR akan bisa menyuplai SML, NML, dan NMR.

4) Membuat model untuk optimasi pemilihan *hub*

Pada proses pembuatan model ini digunakan metode dari *set-covering model*, dengan meminimalkan penjumlahan biaya satuan dari kilang menuju *hub* dan biaya satuan dari *hub* menuju tujuan akhir dan menjadikan pemilihan *hub* sebagai *Decision Variable* serta 2 batasan yaitu semua tujuan harus ter-*cover* dan pemilihan *hub* adalah *binary*.

5) Menghitung biaya satuan ketika melewati *hub* terlebih dahulu

Biaya satuan pengiriman ketika melewati *hub* terlebih dahulu didapatkan dari penjumlahan antara biaya satuan dari kilang menuju *hub* dan dari *hub* menuju tujuan akhir. Untuk perhitungan biaya keseluruhan sampai dengan biaya satuan telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya.

6) Mengidentifikasi setiap titik akan disuplai oleh *hub* yang mana

Setelah diketahui kapal mana yang terpilih dengan biaya satuan paling murah, kemudian akan diidentifikasi di setiap titik. Setiap titik berpotensi untuk disuplai lebih dari satu *hub* karena memang berdasarkan kriteria, setiap titik bisa saja disuplai oleh lebih dari satu *hub*. Karena pada Tugas Akhir ini dibatasi setiap titik hanya di-*cover* oleh satu *hub* saja, maka *hub* yang akan dipilih adalah *hub* dengan biaya satuan paling minimal. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5.50 Identifikasi *Unit Cost* Tujuan Akhir

| <i>Unit Cost (Jt-Rp/m³)</i> | NML |
|--|------------|
| SPR | 4,89 |
| TNT | - |
| WRG | 5,03 |
| NBR | 5,16 |
| BK | 5,14 |
| KMN | 5,06 |

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa titik NML, bisa disuplai oleh SPR, WRG, NBR, BK, dan KMN karena memang kelima titik tersebut terpilih menjadi *hub*. Sedangkan titik TNT tidak terpilih sebagai *hub*. Setelah itu akan dipilih *hub* yang akan menyuplai titik NML ini dengan *unit cost* termurah yaitu *hub* SPR.

Tabel 5.51 Pemilihan *Hub* Setiap Titik

| Titik | <i>Unit Cost (Jt-Rp/m³)</i> | Hub |
|--------------|--|------------|
| AMB | 1,07 | KMN |
| LGR | 2,27 | KMN |

| Titik | Unit Cost (Jt-Rp/m³) | Hub |
|--------------|--|------------|
| KLR | 1,72 | SPR |
| NML | 4,89 | SPR |
| NMR | 9,28 | SPR |
| SML | 4,99 | SPR |
| DB | 4,91 | KMN |
| SPR | - | SPR |
| TNT | 1,97 | WRG |
| SFF | 9,28 | WRG |
| TBL | 3,39 | WRG |
| MLF | 3,99 | WRG |
| BL | 9,28 | WRG |
| KPL | 4,95 | WRG |
| SNN | 6,41 | SPR |
| WRG | - | WRG |
| TDR | 1,76 | WRG |
| JYP | - | JYP |
| NBR | - | NBR |
| SRM | 18,03 | JYP |
| TMK | 1,83 | NBR |
| MRK | 2,57 | JYP |
| BK | - | BK |
| SRI | 3,42 | NBR |
| MNW | 1,98 | BK |
| KMN | - | KMN |
| FF | 4,96 | SPR |
| SRG | 1,07 | SPR |
| BTN | 9,38 | KMN |
| WSI | 9,34 | WRG |

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa semua titik akan disuplai oleh *hub* dengan *unit cost* paling murah. Setelah diketahui *hub* mana yang akan menyuplai titik mana maka akan dibuat zona untuk distribusi LNG ini.

- 7) Menghitung biaya satuan ketika masing-masing titik terminal penerima disuplai langsung dari kilang

Tabel 5.52 Perhitungan Biaya Pengiriman Langsung dari Kilang

| TLNG | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|
| Frekuensi Dibutuhkan | 13 | 4 | 5 | 2 | 1 |
| Jumlah Kapal (Unit) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Time Charter Hire (Jt-Rp/tahun) | 164,790 | 164,790 | 164,790 | 164,790 | 164,790 |

| TLNG | AMB | LGR | KLR | NML | NMR |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|
| Biaya Bahan Bakar (Jt-Rp/tahun) | 51,472 | 12,659 | 16,498 | 7,253 | 3,880 |
| Biasa Jasa Pelabuhan (Jt-Rp/tahun) | 121,07 | 36,7 | 46,1 | 18,6 | 9,1 |
| Biaya Penanganan Muatan (Jt-Rp/tahun) | 300,2 | 92,3 | 115,4 | 46,1 | 23,09 |
| Biaya Penyimpanan (Jt-Rp/tahun) | 72,573 | 22,330 | 27,912 | 11,165 | 5,582 |
| Biaya Regasifikasi (Jt-Rp/tahun) | 63,502 | 19,539 | 24,423 | 9,769 | 4,884 |
| Biaya Total (Jt-Rp/tahun) | 352,884 | 219,480 | 233,831 | 193,055 | 179,177 |
| Unit Cost (Jt-Rp/m³) | 1,26 | 3,12 | 2,38 | 6,87 | 12,75 |

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa *unit cost* masing-masing pengiriman akan sangat dipengaruhi oleh masing-masing *demand* dari masing-masing titik. Semakin besar *demand* maka akan semakin murah juga *unit cost*-nya.

- 8) Melakukan perbandingan biaya antara biaya satuan pengiriman ketika melewati *hub* terlebih dahulu dan biaya satuan pengiriman ketika disuplai langsung dari kilang

Perbandingan biaya jika masing-masing titik disuplai dengan cara dikirim langsung dari kilang dengan kapal yang mempunyai biaya terminimal dan jika disuplai dengan cara dari kilang menuju pelabuhan *hub* terlebih dahulu baru kemudian dikirim lagi dari pelabuhan *hub* menuju tujuan akhir tersebut. Perbandingan ini adalah perbandingan unit biaya dari kedua kondisi tersebut untuk masing-masing titik.

Tabel 5.53 Perbandingan Biaya Antar *Unit Cost* Pengiriman LNG

| Titik | <i>Unit Cost Zona</i> (Jt-Rp/m ³) | <i>Unit Cost Langsung</i> (Jt-Rp/m ³) |
|-------|--|--|
| AMB | 1,79 | 1,15 |
| LGR | 3,01 | 3,12 |
| KLR | 2,38 | 2,38 |
| NML | 5,57 | 6,87 |
| NMR | 9,95 | 12,75 |
| SML | 5,67 | 6,91 |
| DB | 5,64 | 6,85 |
| SPR | 0,67 | 18,27 |
| TNT | 2,83 | 2,67 |
| SFF | 10,14 | 12,81 |
| TBL | 4,24 | 4,61 |
| MLF | 4,84 | 5,54 |

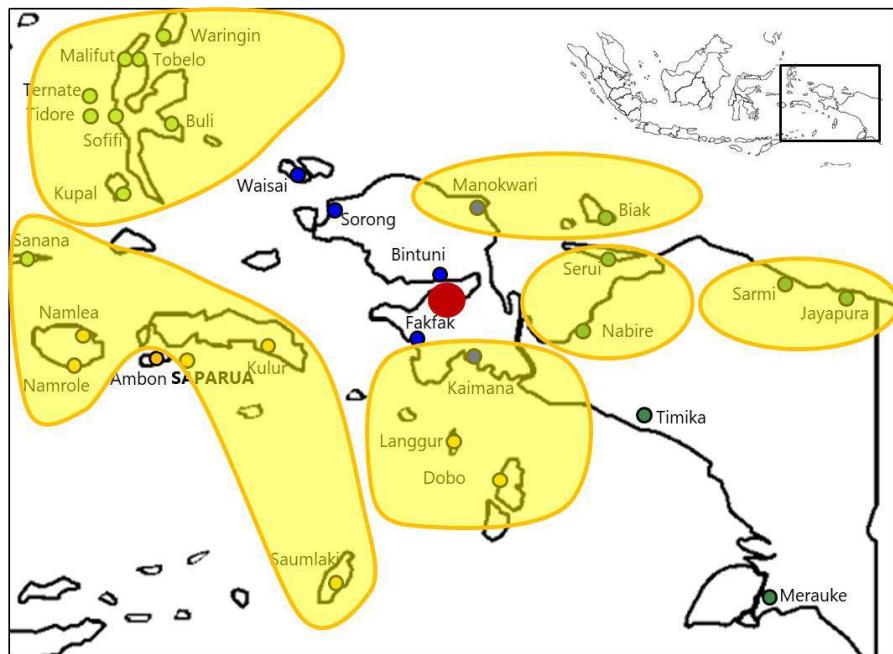
| Titik | Unit Cost Zona (Jt-Rp/m³) | Unit Cost Langsung (Jt-Rp/m³) |
|--------------|---|---|
| BL | 10,13 | 12,74 |
| KPL | 5,81 | 6,88 |
| SNN | 7,08 | 8,51 |
| WRG | 0,85 | 9,63 |
| TDR | 2,62 | 2,44 |
| JYP | 0,99 | 1,19 |
| NBR | 1,19 | 3,18 |
| SRM | 19,02 | 25,84 |
| TMK | 3,02 | 1,86 |
| MRK | 3,57 | 2,62 |
| BK | 1,38 | 2,16 |
| SRI | 4,61 | 4,66 |
| MNW | 3,36 | 2,66 |
| KMN | 0,72 | 5,11 |
| FF | 5,63 | 4,98 |
| SRG | 1,74 | 1,11 |
| BTN | 10,11 | 9,27 |
| WSI | 10,19 | 9,46 |

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa ada yang lebih murah lewat *hub* terlebih dahulu, ada yang lebih murah langsung dari kilang. Untuk yang lebih murah dengan pengiriman langsung dari kilang adalah titik Ambon, Timika, Merauke, Fakfak, Bintuni, Sorong, dan Waisai. Sedangkan untuk pengiriman yang lebih murah melalui *hub* terlebih dahulu adalah Langgur, Kulur, Namlea, Namrole, Saumlaki, Dobo, Saparua, Ternate, Sofifi, Tobelo, Malifut, Buli, Kupal, Sanana, Waringin, Tidore, Jayapura, Nabire, Sarmi, Biak, Serui, Manokwari, dan Kaimana. Untuk titik dengan biaya satuan lebih murah melalui pengiriman langsung dari kilang, maka akan disuplai langsung dari kilang dan juga untuk titik dengan biaya satuan lebih murah lewat *hub*, maka pengiriman akan dilakukan melalui *hub* terlebih dahulu.

5.4.3. Skema Pengiriman

Dari hasil perbandingan biaya antara biaya satuan pengiriman melewati *hub* terlebih dahulu dan biaya satuan pengiriman langsung dari kilang, maka akan didapat dua skema pengiriman yaitu pengiriman melalui zona terlebih dahulu dan pengiriman langsung dari kilang.

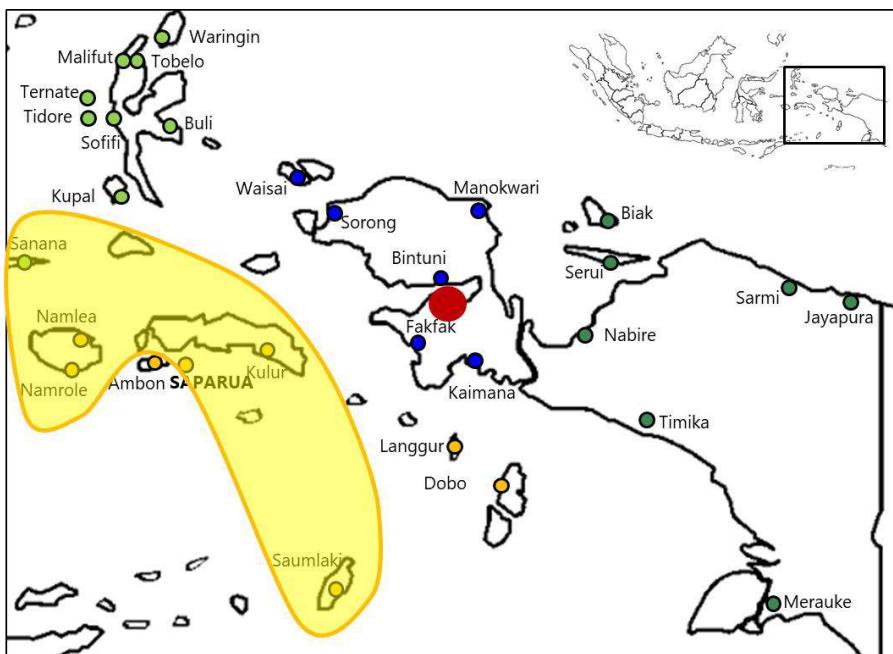
a) Melalui zona



Gambar 5.1 Hasil Zonasi Keseluruhan

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa terdapat 6 zona yang terpilih berdasarkan hasil *running model* dan juga analisis perbandingan biaya ketika disuplai langsung dari kilang dengan melalui *hub* terlebih dahulu.

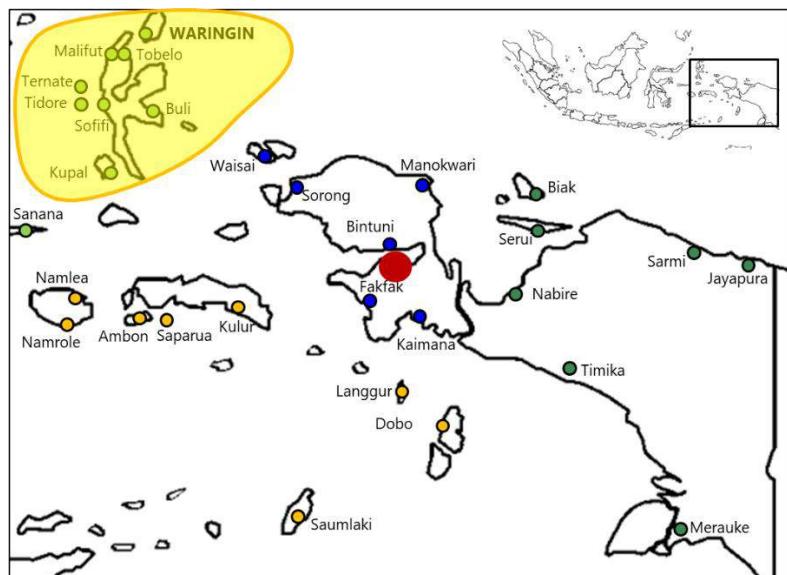
- Zona 1



Gambar 5.2 Zona 1 Distribusi LNG

Untuk zona 1, yang terpilih sebagai pelabuhan *hub* adalah Saparua dan akan menyuplai Namlea, Namrole, Kulur, dan Saumlaki. Jumlah kapal yang dibutuhkan adalah 1 kapal dengan kapasitas 2.536 m^3 dan 1 kapal dengan kapasitas 2.512 m^3 .

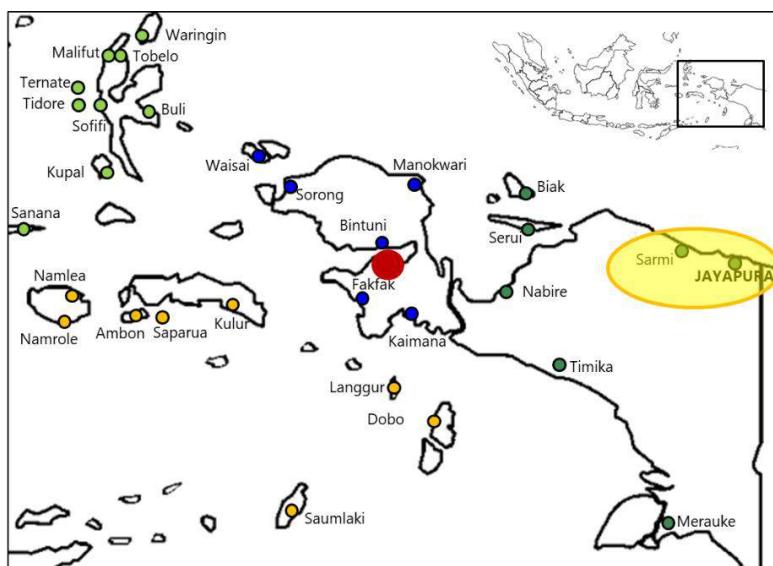
- Zona 2



Gambar 5.3 Zona 2 Distribusi LNG

Untuk zona 2, yang terpilih sebagai pelabuhan *hub* adalah Waringin dan akan menyuplai Ternate, Sofifi, Tobelo, Malifut, Buli, Kupal dan Tidore. Jumlah kapal yang dibutuhkan adalah 1 kapal dengan kapasitas 2.536 m^3 dan 1 kapal dengan kapasitas 2.512 m^3 .

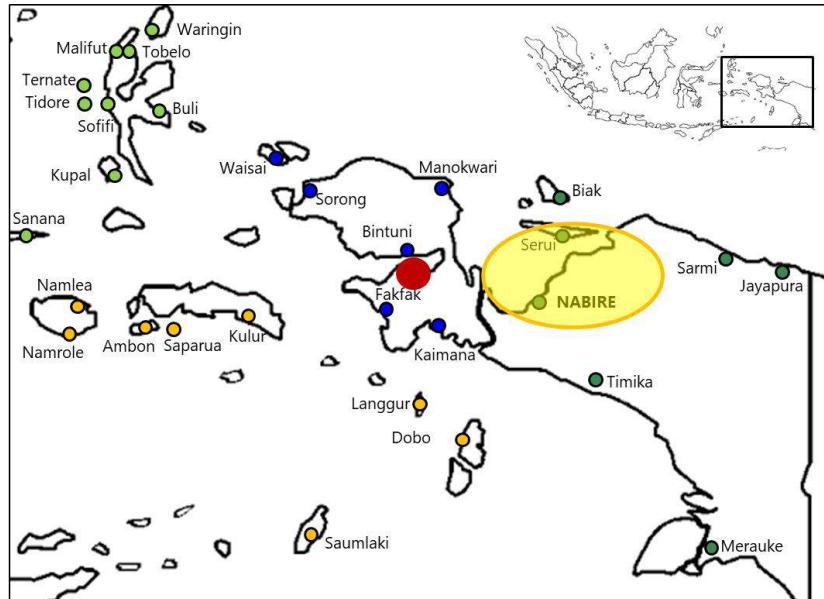
- Zona 3



Gambar 5.4 Zona 3 Distribusi LNG

Untuk zona 3, yang terpilih sebagai pelabuhan *hub* adalah Jayapura dan akan menyuplai Sarmi. Jumlah kapal yang dibutuhkan adalah 1 kapal dengan kapasitas 2.512 m^3 .

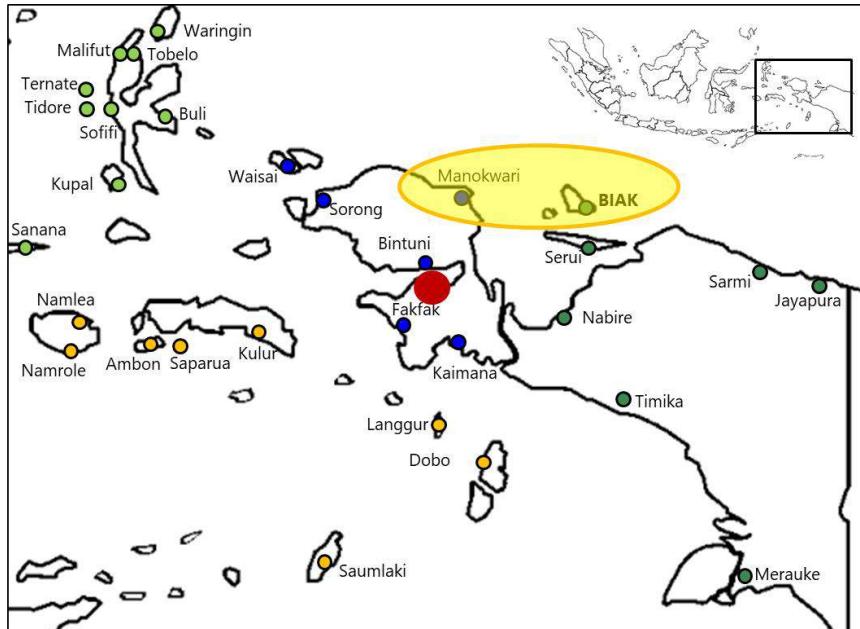
- Zona 4



Gambar 5.5 Zona 4 Distribusi LNG

Untuk zona 4, yang terpilih sebagai pelabuhan *hub* adalah Nabire dan akan menyuplai Serui. Jumlah kapal yang dibutuhkan adalah 1 kapal dengan kapasitas 2.512 m^3 .

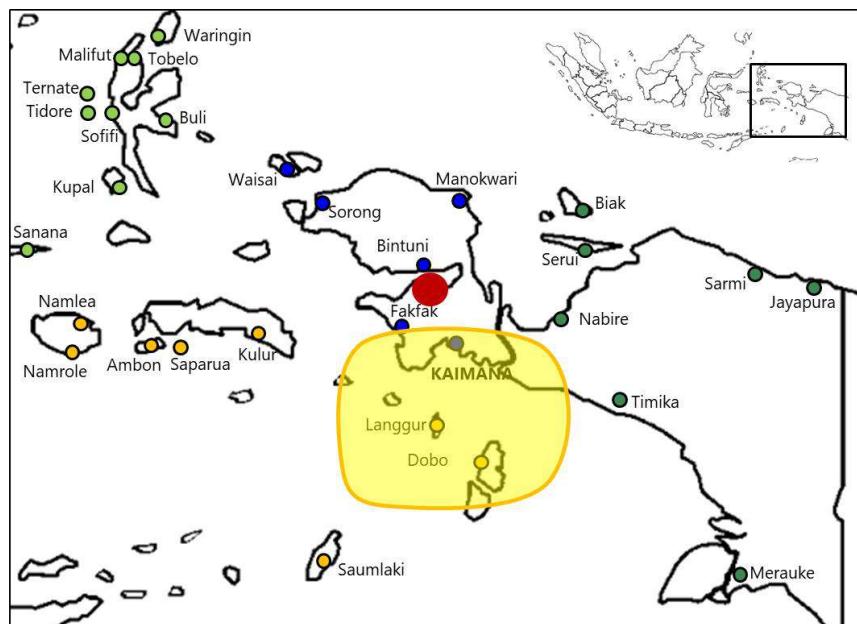
- Zona 5



Gambar 5.6 Zona 5 Distribusi LNG

Untuk zona 5, yang terpilih sebagai pelabuhan *hub* adalah Biak dan akan menyuplai Manokwari. Jumlah kapal yang dibutuhkan adalah 1 kapal dengan kapasitas 2.536 m^3 .

- Zona 6

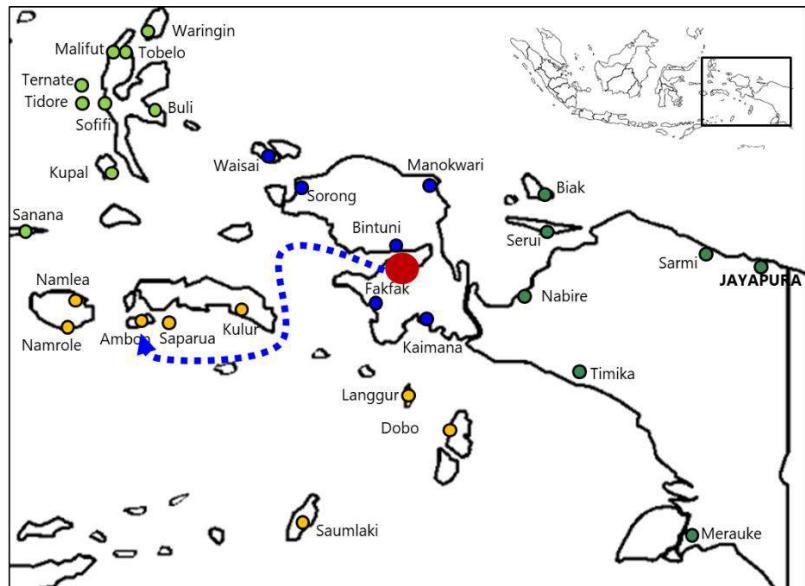


Gambar 5.7 Zona 6 Distribusi LNG

Untuk zona 6, yang terpilih sebagai pelabuhan *hub* adalah Kaimana dan akan menyuplai Langgur dan Dobo. Jumlah kapal yang dibutuhkan adalah 1 kapal dengan kapasitas 2.536 m^3 dan 1 kapal dengan kapasitas 2.512 m^3 .

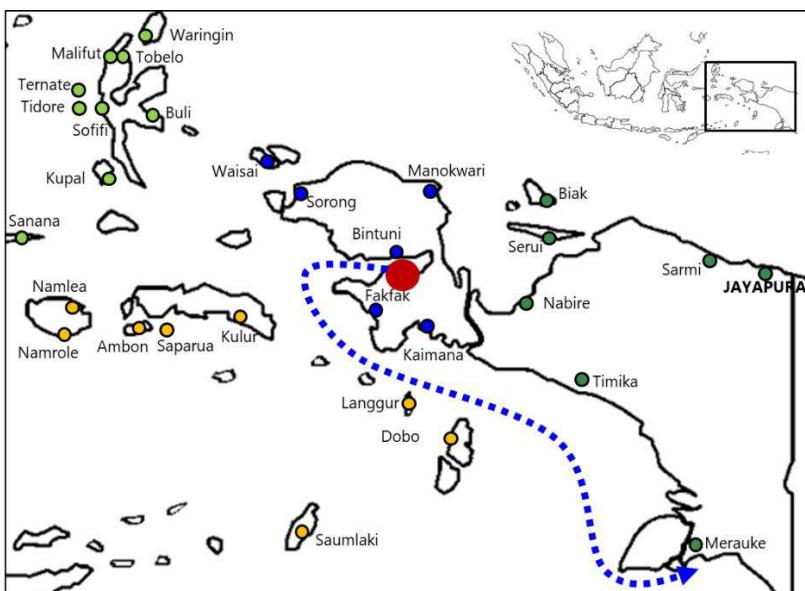
b) Langsung dari kilang

Setelah dilakukan identifikasi per titik, dihasilkan bahwa ada titik dengan biaya satuan pengiriman langsung dari kilang lebih murah daripada melewati *hub* terlebih dahulu. Titik-titik dengan pengiriman lebih murah melalui langsung adalah Ambon, Timika, Merauke, Fakfak, Bintuni, Sorong, dan Waisai.



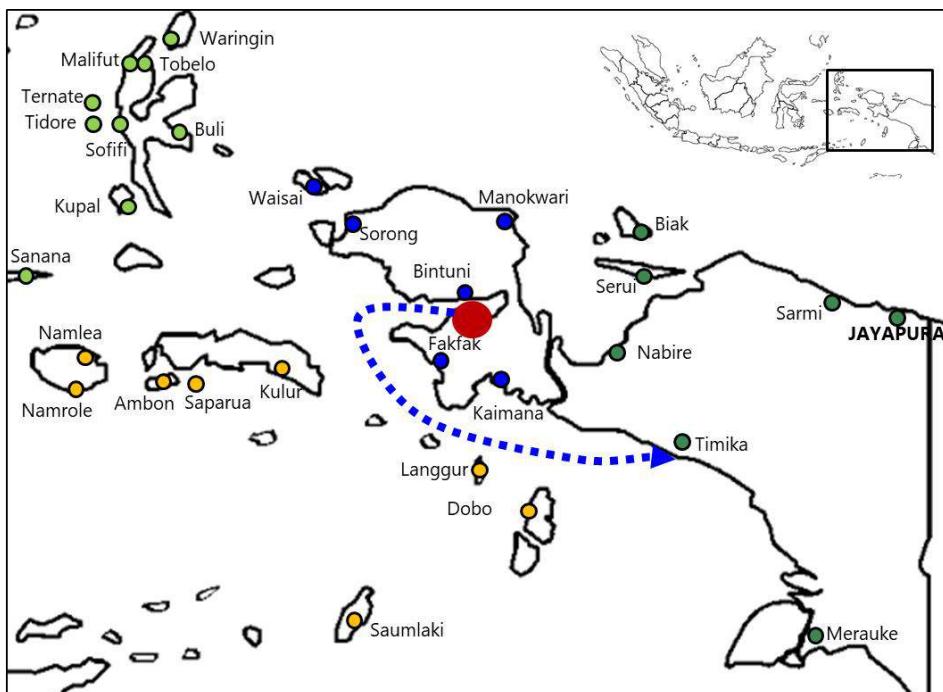
Gambar 5.8 Pengiriman Langsung Menuju Ambon

Setelah dibandingkan antara biaya satuan melewati *hub* dengan langsung dari kilang, didapatkan lebih murah melalui langsung dari kilang. Untuk pengiriman LNG dari kilang asal menuju Ambon terpilih kapal dengan kapasitas 18.928 m^3 sebanyak 1 kapal.



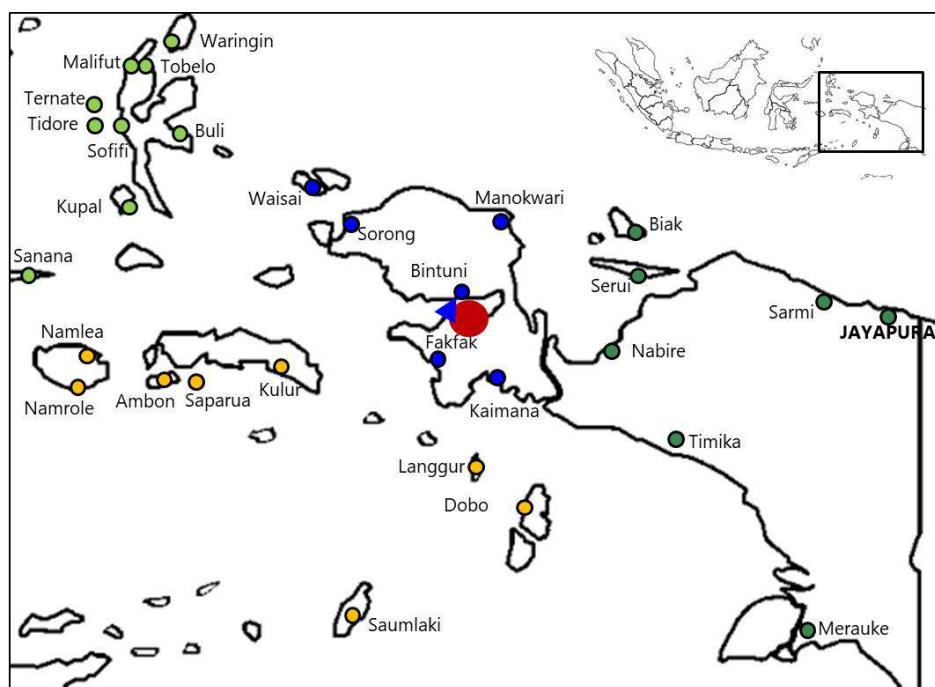
Gambar 5.9 Pengiriman Langsung Menuju Merauke

Untuk pengiriman LNG dari kilang asal langsung menuju Merauke terpilih kapal dengan kapasitas 18.928 m^3 sebanyak 1 kapal.



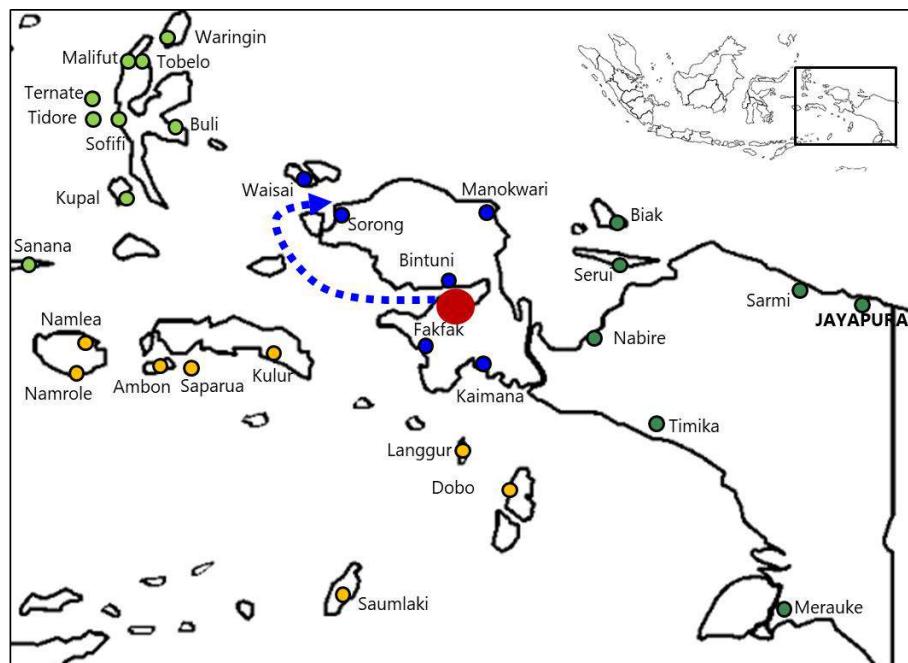
Gambar 5.10 Pengiriman Langsung Menuju Timika

Untuk pengiriman LNG dari kilang asal langsung menuju Timika terpilih kapal dengan kapasitas 18.928 m^3 sebanyak 1 kapal.



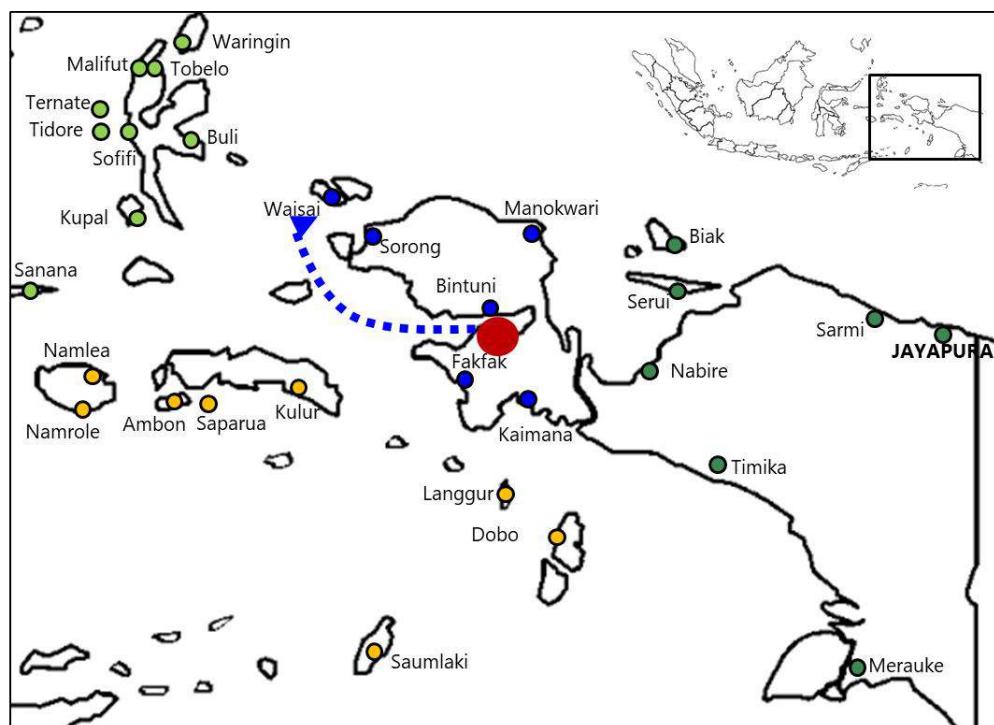
Gambar 5.11 Pengiriman Langsung Menuju Bintuni

Untuk pengiriman LNG dari kilang asal langsung menuju Bintuni terpilih kapal dengan kapasitas 2.512 m^3 sebanyak 1 kapal.



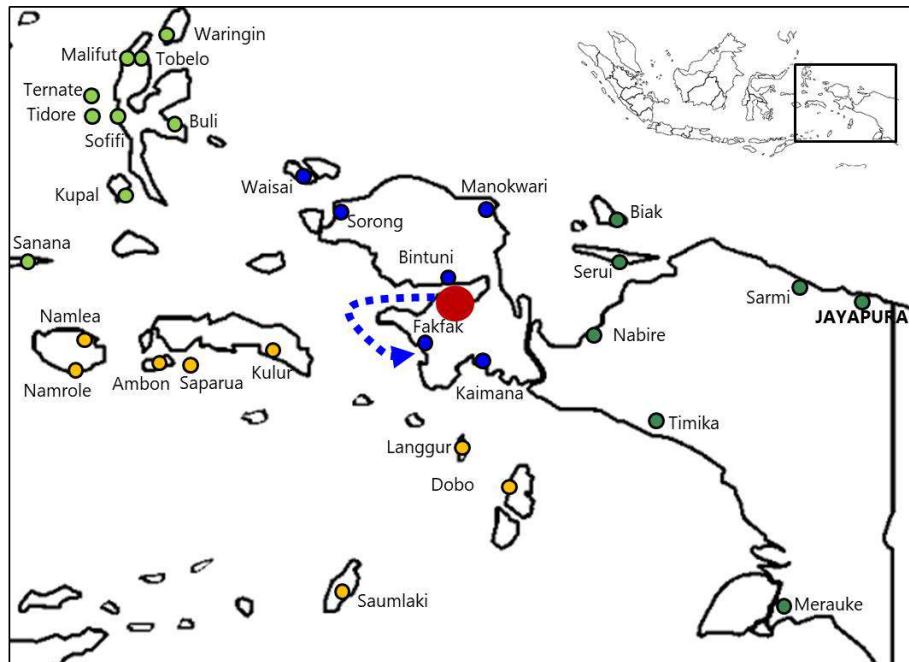
Gambar 5.12 Pengiriman Langsung Menuju Sorong

Untuk pengiriman LNG dari kilang asal langsung menuju Sorong terpilih kapal dengan kapasitas 18.928 m^3 sebanyak 1 kapal



Gambar 5.13 Pengiriman Langsung Menuju Waisai

Untuk pengiriman LNG dari kilang asal langsung menuju Waisai terpilih kapal dengan kapasitas 2.536 m^3 sebanyak 1 kapal



Gambar 5.14 Pengiriman Langsung Menuju Fakfak

Untuk pengiriman LNG dari kilang asal langsung menuju Fakfak terpilih kapal dengan kapasitas 2.536 m^3 sebanyak 1 kapal

Bab 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Zona untuk distribusi LNG di Wilayah Maluku dan Papua yang terpilih ada 6 zona sebagai berikut.
 - Zona 1 meliputi Saparua, Kulur, Namlea, Namrole, dan Saumlaki
 - Zona 2 meliputi Waringin, Ternate, Sofifi, Tobelo, Malifut, Buli, Kupal, dan Tidore
 - Zona 3 meliputi Jayapura dan Sarmi
 - Zona 4 meliputi Nabire dan Serui
 - Zona 5 meliputi Biak dan Manokwari
 - Zona 6 meliputi Kaimana, Langgur, dan Dobo
2. Pola operasi distribusi LNG di Wilayah Maluku dan Papua adalah sebagai berikut
 - Pengiriman lewat *hub* terlebih dahulu
 - 1) Zona 1, *hub* Saparua dengan kapasitas kapal yang terpilih adalah 2.536 m^3 sebanyak 1 kapal dan 2.512 m^3 sebanyak 1 kapal dengan pola operasi sebagai berikut.
 - Kulur dengan frekuensi 39 kali per tahun dan RTD-nya 0,6 hari
 - Namlea dengan frekuensi 12 kali per tahun dan RTD-nya 1,6 hari
 - Namrole dengan frekuensi 6 kali per tahun dan RTD-nya 1,9 hari
 - Saumlaki dengan frekuensi 12 kali per tahun dan RTD-nya 4,1 hari
 - 2) Zona 2, *hub* Waringin dengan kapasitas kapal yang terpilih adalah 2.536 m^3 sebanyak 1 kapal dan 2.512 m^3 sebanyak 1 kapal dengan pola operasi sebagai berikut.
 - Ternate dengan frekuensi 34 kali per tahun dan RTD-nya 1,8 hari
 - Sofifi dengan frekuensi 6 kali per tahun dan RTD-nya 1,9 hari
 - Tobelo dengan frekuensi 17 kali per tahun dan RTD-nya 0,8 hari

- Malifut dengan frekuensi 14 kali per tahun dan RTD-nya 1,2 hari
 - Buli dengan frekuensi 6 kali per tahun dan RTD-nya 1,7 hari
 - Kupal dengan frekuensi 12 kali per tahun dan RTD-nya 2,9 hari
 - Tidore dengan frekuensi 39 kali per tahun dan RTD-nya 1,9 hari
- 3) Zona 3, *hub* Jayapura dengan kapasitas kapal yang terpilih adalah 2.512 m^3 sebanyak 1 kapal dengan pola operasi sebagai berikut
- Sarmi dengan frekuensi 3 kali per tahun dan RTD-nya 1,9 hari
- 4) Zona 4, *hub* Nabire dengan kapasitas kapal yang terpilih adalah 2.512 m^3 sebanyak 1 kapal dengan pola operasi sebagai berikut
- Serui dengan frekuensi 17 kali per tahun dan RTD-nya 1,5 hari
- 5) Zona 5, *hub* Biak dengan kapasitas kapal yang terpilih adalah 2.536 m^3 sebanyak 1 kapal dengan pola operasi sebagai berikut
- Manokwari dengan frekuensi 34 kali per tahun dan RTD-nya 1,89 hari
- 6) Zona 6, *hub* Kaimana dengan kapasitas kapal yang terpilih adalah 2.512 m^3 sebanyak 1 kapal dan 2.536 m^3 sebanyak 1 kapal dengan pola operasi sebagai berikut
- Langgur dengan frekuensi 28 kali per tahun dan RTD-nya 2,09 hari
 - Dobo dengan frekuensi 12 kali per tahun dan RTD-nya 1,9 hari
- Pengiriman langsung dari kilang asal menuju titik yang terpilih untuk disuplai langsung dari kilang dengan pola operasi sebagai berikut.
- 1) Ambon dengan kapasitas kapal 18.928 m^3 sebanyak 1 kapal, frekuensi 15 kali per tahun, dan RTD-nya 4,5 hari
 - 2) Merauke dengan kapasitas kapal 18.928 m^3 sebanyak 1 kapal, frekuensi 5 kali per tahun, dan RTD-nya 6,7 hari
 - 3) Timika dengan kapasitas kapal 18.928 m^3 sebanyak 1 kapal, frekuensi 7 kali per tahun, dan RTD-nya 4,7 hari
 - 4) Bintuni dengan kapasitas kapal 2.512 m^3 sebanyak 1 kapal, frekuensi 6 kali per tahun, dan RTD-nya 0,5 hari
 - 5) Sorong dengan kapasitas kapal 18.928 m^3 sebanyak 1 kapal, frekuensi 15 kali per tahun, dan RTD-nya 3,5 hari
 - 6) Waisai dengan kapasitas kapal 2.536 m^3 sebanyak 1 kapal, frekuensi 6 kali per tahun, dan RTD-nya 2,1 hari

- 7) Fakfak dengan kapasitas kapal 2.536 m^3 sebanyak 1 kapal, frekuensi 12 kali per tahun, dan RTD-nya 1,2 hari

6.2. Saran

1. Untuk penelitian berikutnya bisa sekaligus sampai menghitung biaya distribusi dari terminal penerima sampai dengan PLTG.
2. Untuk penelitian berikutnya bisa ditambahkan dengan mencari kapal dengan kapasitas yang lebih bervariasi lagi yang digunakan dalam perhitungan agar hasil menjadi lebih presisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aspirasi. (2017, September 13). *Liquefied Natural Gas (LNG)*. Retrieved Juli 01, 2018, from Aspirasi: <http://kumpulanstudi-aspirasi.com/migas/liquefied-natural-gas-lng/>
- BP. (2018). *Tangguh LNG*. Retrieved Juli 05, 2018, from BP Indonesia: https://www.bp.com/in_id/indonesia/bp-di-indonesia/tangguh-lng.html
- Container-Logic. (2017, Oktober 12). *What Happened to Hub & Spoke*. Retrieved Juli 06, 2018, from Container Logic: <https://www.container-logic.com/single-post/2017/10/12/What-Happened-to-Hub-Spoke>
- E-Grafis. (2017). *Peta Papua*. Retrieved Juli 06, 2018, from Egrafis: <http://www.egrafis.com/gambar/peta-provinsi-papua-lengkap-28-kabupaten-1-kota-sejarah>
- Fajrin, M. H. (2015, Oktober 20). *Hub and Spoke vs Point to Point*. Dipetik Februari 19, 2018, dari Fajrin Wordpress: <https://mhfajrin.wordpress.com/2015/10/20/hub-and-spoke-vs-point-to-point/>
- Harian Bhirawa. (2016, April 19). *Pelindo III Siap Layani Bongkar Muat Energi Hijau*. Retrieved Juli 06, 2018, from Bhirawa Online: <http://harianbhirawa.com/2016/04/pelindo-iii-siap-layani-bongkar-muat-energi-hijau/>
- Harian Nasional. (2016, Februari 29). *Perluasan Pelabuhan Jayapura Mendesak*. Retrieved Juli 05, 2018, from HARIAN NASIONAL: <http://www.harnas.co/2016/02/29/perluasan-pelabuhan-jayapura-mendesak>
- KATADATA. (2017, Maret 17). *PLN Prioritaskan Pembangkit Listrik Tenaga Gas di Papua dan Maluku*. Dipetik Januari 2018, 24, dari KATADATA NEWS AND RESEARCH: <https://katadata.co.id/berita/2017/03/17/pln-prioritaskan-pembangkit-listrik-tenaga-gas-di-papua-dan-maluku>
- Kementerian Dalam Negeri. (2018, Juli 02). Retrieved from Kementerian Dalam Negeri: www.kemendagri.go.id

- Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. (2015). *Maluku Utara*. Retrieved Juli 06, 2018, from DEKONSENTRASI: <http://dekondaglu.kemendag.go.id/index/provinsi/82>
- L. Winston, W., & Albright, S. C. (2009). *Practical Management Science Revised Third Edition*. Mason, OH, United States of America: South-Western Cengage Learning.
- Liputan 6. (2017, Februari 09). *Membelah Teluk Bintuni Menuju Kilang LNG Tangguh di Papua*. Dipetik Januari 24, 2018, dari Liputan 6: <http://bisnis.liputan6.com/read/2851513/membelah-teluk-bintuni-menuju-kilang-lng-tangguh-di-papua>
- Listrik.org. (2017, Maret 31). *Program Pembangkit Listrik 35000 MW*. Dipetik Januari 24, 2018, dari Listrik.org: <http://listrik.org/pln/program-35000-mw/>
- NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION. (2016). *Oil and Natural Gas*. Retrieved Juli 05, 2018, from Nippon Steel & Sumitomo Metal: http://www.nssmc.com/en/product/use/resource/gas_oil/index.html
- Pemerintah Provinsi Maluku. (2016, Oktober 14). *Letak Geografis Provinsi Maluku*. Retrieved Juli 02, 2018, from Situs Resmi Pemerintah Provinsi Maluku: <http://www.malukuprov.go.id/index.php/selayang-pandang/2016-10-06-01-18-19>
- Perusahaan Listrik Negara. (2017). *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik*. Jakarta: Perusahaan Listrik Negara.
- Rizaldi, I. R., & Lailiah, I. (2017). *Perencanaan Transportasi Laut Mie Instan : Studi Kasus Banjarmasin - Surabaya, Banjarmasin - Semarang, Banjarmasin - Makassar*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Stopford, M. (2009). *Maritime Economics 3rd*. New York: Routledge.
- Tribun Bali. (2016, Juni 13). *Mini Terminal LNG Benoa Pertama di Indonesia dan Asia Tenggara*. Retrieved Juli 06, 2018, from Tribun-Bali.com: <http://bali.tribunnews.com/2016/06/13/mini-terminal-lng-benoa-pertama-di-indonesia-dan-asia-tenggara>
- Uodome, Y. (2013). *LNG TRANSPORTATION BASED ON A HUB-AND-SPOKE SYSTEM*. Osaka: Osaka Gas Co., Ltd.

LAMPIRAN

Lampiran 1 *Unit Cost* Masing-masing kapal

Lampiran 2 Jarak Antar Terminal Penerima

Lampiran 1 *Unit Cost* Masing-Masing Kapal

Kapal Triputra

| Unit Cost (Rp/m3) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR | SML | DB | SPR |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|
| AMB | - | 2,951,640 | 2,184,638 | 6,500,795 | 12,368,624 | 6,566,100 | 6,582,753 | 24,643,444 |
| LGR | 1,118,303 | - | 2,231,358 | 6,580,310 | 12,447,447 | 6,528,020 | 6,509,770 | 24,630,979 |
| KLR | 1,068,682 | 2,942,895 | - | 6,504,938 | 12,374,150 | 6,565,779 | 6,574,082 | 24,486,875 |
| NML | 1,073,901 | 2,960,604 | 2,193,333 | - | 12,361,850 | 6,579,202 | 6,597,601 | 24,533,083 |
| NMR | 1,075,691 | 2,962,253 | 2,196,287 | 6,496,774 | - | 6,576,009 | 6,599,664 | 24,542,739 |
| SML | 1,116,349 | 2,918,772 | 2,236,790 | 6,579,202 | 12,441,084 | - | 6,539,780 | 24,640,382 |
| DB | 1,127,174 | 2,904,172 | 2,242,721 | 6,597,601 | 12,464,739 | 6,539,780 | - | 24,665,010 |
| SPR | 1,114,083 | 2,941,460 | 2,178,611 | 6,507,432 | 12,377,336 | 6,561,081 | 6,573,395 | - |
| TNT | 1,113,631 | 2,998,769 | 2,234,126 | 6,546,015 | 12,426,291 | 6,640,048 | 6,631,755 | 24,652,008 |
| SFF | 1,113,815 | 2,999,439 | 2,234,329 | 6,546,990 | 12,427,266 | 6,641,023 | 6,630,656 | 24,653,129 |
| TBL | 1,136,552 | 3,026,648 | 2,259,512 | 6,580,725 | 12,461,001 | 6,675,726 | 6,667,019 | 24,722,536 |
| MLF | 1,145,366 | 3,035,615 | 2,267,419 | 6,592,071 | 12,472,624 | 6,686,519 | 6,678,088 | 24,745,228 |
| BL | 1,121,900 | 3,044,905 | 2,274,726 | 6,602,993 | 12,483,822 | 6,697,717 | 6,689,424 | 24,766,794 |
| KPL | 1,098,171 | 2,976,423 | 2,218,026 | 6,523,198 | 12,401,676 | 6,617,231 | 6,614,055 | 24,605,822 |
| SNN | 1,089,630 | 2,985,937 | 2,210,123 | 6,509,229 | 12,388,122 | 6,604,230 | 6,625,534 | 24,586,182 |
| WRG | 1,132,776 | 2,996,553 | 2,257,536 | 6,577,267 | 12,458,511 | 6,671,438 | 6,637,144 | 24,713,405 |
| TDR | 1,112,196 | 2,966,687 | 2,233,636 | 6,546,020 | 12,426,711 | 6,640,053 | 6,628,856 | 24,650,912 |
| JYP | 2,361,232 | 3,080,866 | 2,354,844 | 6,712,668 | 12,590,455 | 6,765,211 | 6,741,428 | 24,980,060 |
| NBR | 1,175,478 | 3,028,863 | 2,308,117 | 6,648,495 | 12,525,313 | 6,700,899 | 6,677,531 | 24,845,627 |
| SRM | 1,195,254 | 3,054,308 | 2,331,132 | 6,678,918 | 12,556,567 | 6,731,738 | 6,708,923 | 24,908,411 |
| TMK | 1,150,492 | 2,937,921 | 2,267,915 | 6,633,703 | 12,501,394 | 6,584,871 | 6,527,205 | 24,736,660 |
| MRK | 1,201,552 | 2,987,710 | 2,324,717 | 6,713,088 | 12,580,502 | 6,621,106 | 6,604,100 | 24,898,195 |
| BK | 1,165,591 | 3,018,907 | 2,297,548 | 6,636,603 | 12,512,177 | 6,689,146 | 6,663,842 | 24,816,312 |
| SRI | 1,168,287 | 3,023,774 | 2,302,783 | 6,643,378 | 12,519,920 | 6,695,783 | 6,669,511 | 24,831,799 |
| MNW | 1,147,159 | 2,995,889 | 2,277,787 | 6,608,661 | 12,483,820 | 6,659,821 | 6,634,102 | 24,760,428 |
| KMN | 1,120,914 | 2,910,037 | 2,236,301 | 6,592,901 | 12,456,719 | 6,569,793 | 6,513,233 | 24,643,161 |
| FF | 1,107,158 | 2,917,226 | 2,220,592 | 6,564,684 | 12,437,077 | 6,567,854 | 6,533,698 | 24,602,771 |
| SRG | 1,116,871 | 2,955,403 | 2,243,614 | 6,556,808 | 12,433,074 | 6,605,479 | 6,584,462 | 24,663,915 |
| BTN | 1,127,653 | 2,945,217 | 2,239,854 | 6,584,045 | 12,462,938 | 6,598,416 | 6,569,931 | 24,655,322 |
| WSI | 1,115,071 | 2,957,834 | 2,242,426 | 6,554,453 | 12,430,442 | 6,607,964 | 6,585,841 | 24,665,290 |

Kapal Triputra (lanjutan)

| Unit Cost (Rp/m3) | TNT | SFF | TBL | MLF | BL | KPL | SNN | WRG |
|-------------------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|
| AMB | 2,490,230 | 12,427,277 | 4,468,765 | 5,330,978 | 12,439,714 | 6,538,133 | 8,330,690 | 12,456,447 |
| LGR | 2,534,296 | 12,493,929 | 4,512,554 | 5,381,645 | 12,550,762 | 6,600,083 | 8,388,678 | 12,490,322 |
| KLR | 2,490,318 | 12,427,409 | 4,469,037 | 5,329,314 | 12,483,965 | 6,539,509 | 8,332,991 | 12,459,898 |
| NML | 2,479,628 | 12,412,066 | 4,457,794 | 5,316,043 | 12,468,068 | 6,523,198 | 8,320,180 | 12,442,342 |
| NMR | 2,489,762 | 12,427,266 | 4,467,928 | 5,328,425 | 12,483,822 | 6,536,601 | 8,329,392 | 12,458,511 |
| SML | 2,542,317 | 12,506,099 | 4,521,128 | 5,391,602 | 12,562,793 | 6,617,231 | 8,383,514 | 12,536,514 |
| DB | 2,536,789 | 12,495,731 | 4,515,323 | 5,384,857 | 12,554,500 | 6,614,055 | 8,397,717 | 12,502,220 |
| SPR | 2,493,548 | 12,432,531 | 4,472,083 | 5,333,190 | 12,489,363 | 6,543,801 | 8,336,682 | 12,462,669 |
| TNT | - | 12,347,887 | 4,414,086 | 5,263,594 | 12,402,506 | 6,504,520 | 8,335,297 | 12,376,227 |
| SFF | 2,437,493 | - | 4,414,829 | 5,264,374 | 12,404,035 | 6,504,804 | 8,336,223 | 12,377,479 |
| TBL | 2,459,061 | 12,381,353 | - | 5,235,599 | 12,372,077 | 6,541,029 | 8,360,373 | 12,352,575 |
| MLF | 2,466,625 | 12,392,560 | 4,398,321 | - | 12,378,997 | 6,552,928 | 8,368,214 | 12,363,506 |
| BL | 2,473,906 | 12,404,035 | 4,408,645 | 5,253,524 | - | 6,535,083 | 8,355,210 | 12,374,151 |
| KPL | 2,451,966 | 12,369,880 | 4,431,330 | 5,284,729 | 12,400,159 | - | 8,322,391 | 12,400,433 |
| SNN | 2,470,221 | 12,398,369 | 4,450,323 | 5,307,410 | 12,426,850 | 6,512,544 | - | 12,425,603 |
| WRG | 2,456,386 | 12,377,479 | 4,395,643 | 5,241,130 | 12,374,151 | 6,535,357 | 8,354,379 | - |
| TDR | 2,437,215 | 12,347,062 | 4,415,104 | 5,265,147 | 12,406,522 | 6,503,004 | 8,333,640 | 12,377,339 |
| JYP | 2,593,308 | 12,578,712 | 4,533,118 | 5,400,568 | 12,549,521 | 6,699,249 | 8,461,981 | 12,557,956 |
| NBR | 2,549,972 | 12,514,124 | 4,487,662 | 5,349,340 | 12,485,071 | 6,634,522 | 8,418,369 | 12,497,239 |
| SRM | 2,571,914 | 12,545,239 | 4,509,235 | 5,374,232 | 12,515,633 | 6,665,084 | 8,438,928 | 12,524,759 |
| TMK | 2,556,523 | 12,524,365 | 4,515,142 | 5,381,099 | 12,514,397 | 6,644,487 | 8,419,111 | 12,531,406 |
| MRK | 2,611,290 | 12,605,686 | 4,568,157 | 5,445,934 | 12,597,102 | 6,726,084 | 8,473,417 | 12,613,004 |
| BK | 2,541,676 | 12,503,753 | 4,480,379 | 5,339,826 | 12,470,413 | 6,622,492 | 8,410,441 | 12,480,784 |
| SRI | 2,545,916 | 12,510,529 | 4,484,804 | 5,345,025 | 12,477,604 | 6,628,023 | 8,414,866 | 12,487,006 |
| MNW | 2,522,310 | 12,475,120 | 4,461,014 | 5,316,588 | 12,442,333 | 6,592,199 | 8,390,983 | 12,451,597 |
| KMN | 2,527,938 | 12,479,413 | 4,483,330 | 5,341,044 | 12,467,925 | 6,597,184 | 8,388,037 | 12,484,104 |
| FF | 2,506,085 | 12,447,463 | 4,460,462 | 5,314,377 | 12,434,176 | 6,566,340 | 8,366,921 | 12,450,079 |
| SRG | 2,489,125 | 12,424,650 | 4,439,169 | 5,286,723 | 12,404,449 | 6,542,974 | 8,356,876 | 12,418,415 |
| BTN | 2,517,055 | 12,465,163 | 4,469,497 | 5,324,887 | 12,448,143 | 6,583,073 | 8,382,225 | 12,462,801 |
| WSI | 2,486,356 | 12,420,082 | 4,430,960 | 5,280,302 | 12,393,657 | 6,537,992 | 8,355,121 | 12,406,656 |

Kapal Triputra (lanjutan)

| Unit Cost (Rp/m3) | TDR | JYP | NBR | SRM | TMK | MRK | BK | SRI |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| AMB | 2,232,455 | 2,357,657 | 3,579,515 | 24,893,202 | 1,876,361 | 2,580,406 | 2,152,518 | 4,501,313 |
| LGR | 2,252,601 | 1,022,121 | 3,585,939 | 24,913,099 | 1,831,915 | 2,525,080 | 2,160,073 | 4,510,159 |
| KLR | 2,233,636 | 1,022,380 | 3,585,941 | 24,913,934 | 1,870,180 | 2,574,870 | 2,158,507 | 4,509,423 |
| NML | 2,222,676 | 1,010,968 | 3,573,085 | 24,876,056 | 1,886,412 | 2,591,011 | 2,149,016 | 4,499,563 |
| NMR | 2,233,830 | 1,018,858 | 3,581,892 | 24,901,202 | 1,888,156 | 2,592,570 | 2,156,015 | 4,507,207 |
| SML | 2,289,843 | 1,043,581 | 3,612,388 | 24,981,695 | 1,853,858 | 2,529,689 | 2,184,044 | 4,534,499 |
| DB | 2,281,845 | 1,028,819 | 3,594,863 | 24,936,066 | 1,815,413 | 2,518,352 | 2,167,175 | 4,516,984 |
| SPR | 2,237,195 | 1,022,297 | 3,584,492 | 24,908,411 | 1,870,090 | 2,575,611 | 2,157,311 | 4,508,504 |
| TNT | 2,177,230 | 1,013,367 | 3,575,362 | 24,887,106 | 1,904,848 | 2,611,290 | 2,150,671 | 4,500,941 |
| SFF | 2,176,938 | 1,011,569 | 3,573,500 | 24,878,546 | 1,903,470 | 2,609,359 | 2,150,399 | 4,500,946 |
| TBL | 2,201,727 | 999,201 | 3,555,859 | 24,833,992 | 1,908,442 | 2,613,132 | 2,134,349 | 4,484,804 |
| MLF | 2,210,127 | 1,001,694 | 3,561,983 | 24,847,833 | 1,912,871 | 2,618,575 | 2,139,147 | 4,489,510 |
| BL | 2,219,410 | 993,451 | 3,551,711 | 24,819,334 | 1,896,825 | 2,603,636 | 2,128,172 | 4,478,996 |
| KPL | 2,191,951 | 1,002,639 | 3,562,606 | 24,848,388 | 1,893,601 | 2,599,675 | 2,139,609 | 4,489,326 |
| SNN | 2,210,819 | 1,016,717 | 3,579,098 | 24,892,920 | 1,902,360 | 2,608,341 | 2,154,360 | 4,504,815 |
| WRG | 2,198,564 | 998,686 | 3,560,837 | 24,837,586 | 1,908,164 | 2,614,238 | 2,135,086 | 4,485,264 |
| TDR | - | 1,011,224 | 3,573,498 | 24,876,328 | 1,906,511 | 2,612,492 | 2,146,894 | 4,498,547 |
| JYP | 2,342,006 | - | 3,520,491 | 24,546,057 | 1,972,616 | 2,677,952 | 2,096,273 | 4,442,026 |
| NBR | 2,296,266 | 927,610 | - | 24,603,586 | 1,930,110 | 2,635,999 | 2,070,547 | 4,406,619 |
| SRM | 2,317,701 | 887,606 | 3,493,727 | - | 1,951,960 | 2,657,204 | 2,073,865 | 4,419,433 |
| TMK | 2,306,841 | 1,042,214 | 3,611,151 | 24,982,268 | - | 2,504,249 | 2,181,377 | 4,531,648 |
| MRK | 2,365,027 | 1,092,174 | 3,672,142 | 25,142,974 | 1,852,574 | - | 2,239,648 | 4,589,734 |
| BK | 2,285,105 | 914,650 | 3,475,889 | 24,565,973 | 1,920,707 | 2,630,653 | - | 4,409,479 |
| SRI | 2,291,130 | 914,391 | 3,464,686 | 24,564,588 | 1,924,947 | 2,634,709 | 2,063,449 | - |
| MNW | 2,265,739 | 934,304 | 3,479,412 | 24,630,687 | 1,901,434 | 2,519,548 | 2,066,304 | 4,416,206 |
| KMN | 2,270,485 | 1,014,313 | 3,575,986 | 24,886,557 | 1,819,932 | 2,539,836 | 2,153,069 | 4,502,141 |
| FF | 2,247,664 | 993,022 | 3,550,778 | 24,818,507 | 1,839,569 | 2,549,792 | 2,129,003 | 4,479,365 |
| SRG | 2,230,282 | 965,557 | 3,517,280 | 24,728,902 | 1,866,773 | 2,577,733 | 2,099,411 | 4,449,497 |
| BTN | 2,259,319 | 1,001,176 | 3,560,008 | 24,840,355 | 1,863,263 | 2,574,316 | 2,136,746 | 4,487,109 |
| WSI | 2,226,032 | 966,585 | 3,519,559 | 24,735,809 | 1,874,423 | 2,585,752 | 2,101,345 | 4,452,076 |

Kapal Triputra (lanjutan)

| Unit Cost (Rp/m ³) | MNW | KMN | FF | SRG | BTN | WSI |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| AMB | 2,524,618 | 6,573,122 | 6,551,959 | 1,116,871 | 12,448,565 | 12,429,208 |
| LGR | 2,531,896 | 6,517,101 | 6,526,088 | 1,121,360 | 12,426,152 | 12,441,923 |
| KLR | 2,531,068 | 6,565,094 | 6,543,101 | 1,122,351 | 12,435,144 | 12,438,745 |
| NML | 2,521,393 | 6,592,901 | 6,564,684 | 1,110,310 | 12,449,120 | 12,419,529 |
| NMR | 2,528,115 | 6,591,643 | 6,572,002 | 1,117,583 | 12,462,938 | 12,430,442 |
| SML | 2,555,499 | 6,569,793 | 6,567,854 | 1,141,946 | 12,463,492 | 12,473,040 |
| DB | 2,538,353 | 6,513,233 | 6,533,698 | 1,128,285 | 12,435,007 | 12,450,917 |
| SPR | 2,529,688 | 6,562,471 | 6,542,276 | 1,120,736 | 12,433,627 | 12,438,611 |
| TNT | 2,522,310 | 6,618,479 | 6,585,699 | 1,112,553 | 12,467,231 | 12,421,181 |
| SFF | 2,522,315 | 6,614,338 | 6,582,387 | 1,112,108 | 12,465,163 | 12,420,082 |
| TBL | 2,505,988 | 6,619,030 | 6,584,728 | 1,107,696 | 12,463,355 | 12,405,550 |
| MLF | 2,510,786 | 6,623,322 | 6,589,989 | 1,109,408 | 12,468,201 | 12,412,471 |
| BL | 2,500,457 | 6,602,849 | 6,569,101 | 1,098,977 | 12,448,143 | 12,393,657 |
| KPL | 2,510,418 | 6,597,184 | 6,566,340 | 1,101,318 | 12,448,148 | 12,403,067 |
| SNN | 2,525,907 | 6,611,014 | 6,579,340 | 1,115,161 | 12,467,371 | 12,426,716 |
| WRG | 2,506,633 | 6,619,028 | 6,585,003 | 1,108,055 | 12,462,801 | 12,406,656 |
| TDR | 2,519,824 | 6,612,952 | 6,581,002 | 1,110,219 | 12,462,395 | 12,415,793 |
| JYP | 2,508,388 | 6,718,057 | 6,683,755 | 1,164,064 | 12,561,968 | 12,506,237 |
| NBR | 2,464,684 | 6,652,362 | 6,618,752 | 1,121,542 | 12,496,134 | 12,442,202 |
| SRM | 2,486,441 | 6,684,169 | 6,650,144 | 1,141,856 | 12,526,143 | 12,473,870 |
| TMK | 2,553,109 | 6,533,983 | 6,563,438 | 1,141,143 | 12,464,055 | 12,480,795 |
| MRK | 2,519,548 | 6,636,326 | 6,651,259 | 1,198,946 | 12,553,121 | 12,570,275 |
| BK | 2,457,309 | 6,642,683 | 6,606,583 | 1,113,812 | 12,483,275 | 12,430,172 |
| SRI | 2,461,181 | 6,647,246 | 6,613,082 | 1,117,767 | 12,489,773 | 12,437,224 |
| MNW | - | 6,611,007 | 6,576,705 | 1,095,200 | 12,454,641 | 12,400,432 |
| KMN | 2,522,957 | - | 6,575,605 | 1,094,215 | 12,453,402 | 12,400,715 |
| FF | 2,500,089 | 6,575,605 | - | 1,112,552 | 12,417,579 | 12,434,457 |
| SRG | 2,471,327 | 6,532,048 | 6,560,258 | - | 12,381,905 | 12,401,549 |
| BTN | 2,508,662 | 6,588,327 | 6,552,504 | 1,084,324 | - | 12,416,338 |
| WSI | 2,472,523 | 6,535,639 | 6,569,382 | 1,097,092 | 12,416,338 | - |

| Unit Cost (Rp/m ³) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR | SML | DB | SPR |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|
| TLNG | 1,255,955 | 3,124,615 | 2,377,799 | 6,871,064 | 12,754,230 | 6,915,021 | 6,853,611 | 25,427,563 |

| Unit Cost (Rp/m ³) | TNT | SFF | TBL | MLF | BL | KPL | SNN | WRG |
|-----------------------------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|
| TLNG | 2,672,152 | 12,810,080 | 4,605,510 | 5,536,478 | 12,740,764 | 6,878,600 | 8,507,664 | 12,773,247 |

| Unit Cost (Rp/m ³) | TDR | JYP | NBR | SRM | TMK | MRK | BK | SRI |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| TLNG | 2,441,545 | 1,186,339 | 3,784,850 | 25,837,046 | 1,997,453 | 2,754,699 | 2,302,078 | 4,664,083 |

| Unit Cost (Rp/m ³) | MNW | KMN | FF | SRG | BTN | WSI |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| TLNG | 2,660,301 | 6,821,020 | 6,748,638 | 1,203,498 | 12,567,534 | 12,675,525 |

Kapal North Pioneer

| Unit Cost (Rp/m ³) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR | SML | DB | SPR |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| AMB | - | 2,367,351 | 1,734,981 | 4,887,107 | 9,264,477 | 5,013,778 | 5,046,078 | 18,123,056 |
| LGR | 1,492,948 | - | 1,855,801 | 5,041,329 | 9,417,357 | 4,939,922 | 4,904,524 | 18,110,969 |
| KLR | 917,557 | 2,347,566 | - | 4,895,146 | 9,275,198 | 5,013,160 | 5,029,264 | 17,971,224 |
| NML | 932,083 | 2,387,628 | 1,757,459 | - | 9,251,330 | 5,039,185 | 5,074,869 | 18,016,025 |
| NMR | 937,080 | 2,391,373 | 1,765,113 | 4,879,315 | - | 5,033,005 | 5,078,883 | 18,025,403 |
| SML | 1,487,510 | 2,292,982 | 1,869,853 | 5,039,185 | 9,405,020 | - | 4,962,734 | 18,120,091 |
| DB | 1,517,657 | 2,259,943 | 1,885,190 | 5,074,869 | 9,450,898 | 4,962,734 | - | 18,143,973 |
| SPR | 1,481,194 | 2,344,315 | 1,719,394 | 4,899,979 | 9,281,373 | 5,004,045 | 5,027,927 | - |
| TNT | 1,479,936 | 2,473,995 | 1,862,960 | 4,974,812 | 9,376,324 | 5,157,204 | 5,141,119 | 18,131,362 |
| SFF | 1,480,444 | 2,475,504 | 1,863,479 | 4,976,698 | 9,378,209 | 5,159,090 | 5,138,981 | 18,132,443 |
| TBL | 1,543,774 | 2,537,081 | 1,928,612 | 5,042,137 | 9,443,648 | 5,226,406 | 5,209,516 | 18,199,760 |
| MLF | 2,005,520 | 2,557,370 | 1,949,059 | 5,064,143 | 9,466,191 | 5,247,339 | 5,230,986 | 18,221,766 |
| BL | 1,502,964 | 2,578,389 | 1,967,952 | 5,085,322 | 9,487,906 | 5,269,055 | 5,252,969 | 18,242,677 |
| KPL | 1,436,879 | 2,423,427 | 1,821,324 | 4,930,558 | 9,328,582 | 5,112,949 | 5,106,789 | 18,086,571 |
| SNN | 975,890 | 2,444,954 | 1,800,883 | 4,903,461 | 9,302,290 | 5,087,730 | 5,129,048 | 18,067,522 |
| WRG | 1,533,259 | 2,468,985 | 1,923,503 | 5,035,431 | 9,438,820 | 5,218,091 | 5,151,577 | 18,190,908 |
| TDR | 1,475,938 | 2,401,399 | 1,861,691 | 4,974,820 | 9,377,137 | 5,157,212 | 5,135,494 | 18,130,298 |
| JYP | 9,441,885 | 2,659,759 | 3,424,287 | 5,298,040 | 9,694,723 | 5,399,960 | 5,353,831 | 18,449,494 |
| NBR | 2,089,384 | 2,542,092 | 3,303,453 | 5,173,578 | 9,568,384 | 5,275,230 | 5,229,906 | 18,319,131 |
| SRM | 2,581,664 | 2,599,674 | 3,362,976 | 5,232,591 | 9,629,006 | 5,335,047 | 5,290,797 | 18,380,021 |
| TMK | 2,019,788 | 2,336,302 | 1,950,334 | 5,144,881 | 9,521,982 | 5,050,180 | 4,938,333 | 18,213,448 |
| MRK | 2,599,193 | 2,448,963 | 3,346,375 | 5,298,851 | 9,675,416 | 5,120,459 | 5,087,475 | 18,370,100 |
| BK | 2,061,844 | 2,519,560 | 2,026,970 | 5,150,509 | 9,542,901 | 5,252,429 | 5,203,350 | 18,290,697 |
| SRI | 2,069,354 | 2,530,574 | 2,040,509 | 5,163,652 | 9,557,921 | 5,265,303 | 5,214,347 | 18,305,717 |
| MNW | 2,010,518 | 2,467,483 | 1,975,874 | 5,096,322 | 9,487,908 | 5,195,559 | 5,145,676 | 18,236,509 |
| KMN | 1,500,213 | 2,273,206 | 1,868,579 | 5,065,744 | 9,435,334 | 5,020,936 | 4,911,235 | 18,122,777 |
| FF | 1,461,912 | 2,289,483 | 1,827,963 | 5,011,026 | 9,397,247 | 5,017,184 | 4,950,937 | 18,083,617 |
| SRG | 1,488,958 | 2,375,863 | 1,887,494 | 4,995,744 | 9,389,477 | 5,090,153 | 5,049,389 | 18,142,906 |
| BTN | 1,518,990 | 2,352,820 | 1,877,775 | 5,048,576 | 9,447,405 | 5,076,461 | 5,021,213 | 18,134,578 |
| WSI | 1,483,941 | 2,381,362 | 1,884,419 | 4,991,174 | 9,384,369 | 5,094,971 | 5,052,062 | 18,144,237 |

Kapal North Pioneer (lanjutan)

| Unit Cost (Rp/m3) | TNT | SFF | TBL | MLF | BL | KPL | SNN | WRG |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| AMB | 2,067,557 | 9,378,223 | 3,589,493 | 4,191,528 | 9,402,351 | 4,959,531 | 6,391,382 | 9,434,810 |
| LGR | 2,188,637 | 9,507,498 | 3,709,813 | 4,306,176 | 9,617,732 | 5,079,686 | 6,560,088 | 9,500,513 |
| KLR | 2,067,803 | 9,378,482 | 3,590,245 | 4,187,765 | 9,488,180 | 4,962,204 | 6,398,079 | 9,441,508 |
| NML | 2,038,420 | 9,348,713 | 3,559,343 | 4,157,727 | 9,457,338 | 4,930,558 | 6,360,799 | 9,407,447 |
| NMR | 2,066,278 | 9,378,209 | 3,587,201 | 4,185,757 | 9,487,906 | 4,956,566 | 6,387,613 | 9,438,820 |
| SML | 2,210,679 | 9,531,105 | 3,733,375 | 4,328,710 | 9,641,070 | 5,112,949 | 6,545,069 | 9,590,107 |
| DB | 2,195,488 | 9,510,996 | 3,717,424 | 4,313,447 | 9,624,985 | 5,106,789 | 6,586,387 | 9,523,592 |
| SPR | 2,076,674 | 9,388,413 | 3,598,610 | 4,196,532 | 9,498,646 | 4,970,525 | 6,408,814 | 9,446,877 |
| TNT | - | 9,224,243 | 3,439,255 | 4,039,051 | 9,330,185 | 4,894,339 | 6,404,784 | 9,279,221 |
| SFF | 1,922,647 | - | 3,441,289 | 4,040,811 | 9,333,144 | 4,894,883 | 6,407,474 | 9,281,644 |
| TBL | 1,981,917 | 9,289,154 | - | 3,975,707 | 9,271,169 | 4,965,150 | 6,477,742 | 9,233,349 |
| MLF | 2,002,700 | 9,310,892 | 3,395,941 | - | 9,284,591 | 4,988,229 | 6,500,553 | 9,254,550 |
| BL | 2,022,703 | 9,333,144 | 3,424,303 | 4,016,264 | - | 4,953,615 | 6,462,719 | 9,275,193 |
| KPL | 1,962,418 | 9,266,898 | 3,486,634 | 4,086,874 | 9,325,630 | - | 6,367,236 | 9,326,168 |
| SNN | 2,012,575 | 9,322,151 | 3,538,817 | 4,138,193 | 9,377,396 | 4,909,897 | - | 9,374,984 |
| WRG | 1,974,570 | 9,281,644 | 3,388,584 | 3,988,226 | 9,275,193 | 4,954,153 | 6,460,307 | - |
| TDR | 1,921,887 | 9,222,642 | 3,442,050 | 4,042,564 | 9,337,972 | 4,891,396 | 6,399,964 | 9,281,376 |
| JYP | 3,808,117 | 9,671,935 | 3,766,313 | 4,348,993 | 9,615,323 | 5,272,019 | 6,773,345 | 9,631,688 |
| NBR | 2,231,712 | 9,546,668 | 3,641,419 | 4,233,079 | 9,490,325 | 5,146,485 | 6,646,469 | 9,513,932 |
| SRM | 2,292,006 | 9,607,022 | 3,700,700 | 4,289,409 | 9,549,606 | 5,205,766 | 6,706,286 | 9,567,311 |
| TMK | 2,249,702 | 9,566,522 | 3,716,917 | 4,304,935 | 9,547,195 | 5,165,802 | 6,648,619 | 9,580,191 |
| MRK | 3,857,524 | 9,724,248 | 3,862,587 | 4,451,644 | 9,707,603 | 5,324,064 | 6,806,612 | 9,738,453 |
| BK | 2,208,911 | 9,526,550 | 3,621,405 | 4,211,548 | 9,461,891 | 5,123,147 | 6,623,400 | 9,482,011 |
| SRI | 2,220,563 | 9,539,692 | 3,633,564 | 4,223,313 | 9,475,838 | 5,133,876 | 6,636,274 | 9,494,080 |
| MNW | 2,155,707 | 9,471,021 | 3,568,201 | 4,158,970 | 9,407,435 | 5,064,400 | 6,566,798 | 9,425,409 |
| KMN | 2,171,162 | 9,479,338 | 3,629,510 | 4,214,300 | 9,457,061 | 5,074,057 | 6,558,216 | 9,488,447 |
| FF | 2,111,124 | 9,417,377 | 3,566,685 | 4,153,967 | 9,391,613 | 5,014,243 | 6,496,792 | 9,422,463 |
| SRG | 2,064,517 | 9,373,126 | 3,508,171 | 4,091,384 | 9,333,949 | 4,968,918 | 6,467,562 | 9,361,044 |
| BTN | 2,141,267 | 9,451,709 | 3,591,509 | 4,177,747 | 9,418,702 | 5,046,697 | 6,541,316 | 9,447,137 |
| WSI | 2,056,907 | 9,364,264 | 3,485,615 | 4,076,854 | 9,313,017 | 4,959,252 | 6,462,455 | 9,338,233 |

Kapal North Pioneer (lanjutan)

| Unit Cost (Rp/m3) | TDR | JYP | NBR | SRM | TMK | MRK | BK | SRI |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| AMB | 1,858,634 | 9,691,356 | 2,978,944 | 18,365,271 | 1,685,650 | 2,315,326 | 1,916,111 | 3,678,924 |
| LGR | 1,910,733 | 2,722,645 | 2,994,866 | 18,384,568 | 1,563,526 | 2,163,308 | 3,102,495 | 3,703,229 |
| KLR | 1,861,691 | 2,723,407 | 2,994,873 | 18,385,381 | 1,668,669 | 2,300,118 | 1,932,376 | 3,701,210 |
| NML | 1,833,339 | 2,689,991 | 2,963,003 | 18,348,637 | 2,684,820 | 3,801,795 | 1,906,594 | 3,674,108 |
| NMR | 1,862,197 | 2,713,099 | 2,984,843 | 18,373,037 | 2,689,624 | 3,806,092 | 1,925,611 | 3,695,125 |
| SML | 2,007,046 | 3,086,986 | 3,060,419 | 18,451,093 | 1,623,822 | 2,175,976 | 3,167,590 | 3,770,112 |
| DB | 1,986,361 | 2,742,255 | 3,016,984 | 18,406,843 | 1,518,189 | 2,144,824 | 3,121,783 | 3,721,986 |
| SPR | 1,870,893 | 2,723,160 | 2,991,279 | 18,380,021 | 1,668,420 | 2,302,149 | 1,929,126 | 3,698,681 |
| TNT | 1,715,819 | 2,697,021 | 2,968,652 | 18,359,360 | 2,735,482 | 3,857,524 | 1,911,095 | 3,677,902 |
| SFF | 1,715,060 | 2,691,751 | 2,964,032 | 18,351,053 | 2,731,689 | 3,852,211 | 1,910,351 | 3,677,909 |
| TBL | 1,779,171 | 2,354,037 | 2,920,320 | 18,307,855 | 2,745,358 | 3,862,587 | 1,866,778 | 3,633,564 |
| MLF | 1,800,895 | 2,361,334 | 2,935,497 | 18,321,277 | 2,757,528 | 3,877,544 | 1,879,806 | 3,646,494 |
| BL | 1,824,898 | 2,337,200 | 2,910,037 | 18,293,636 | 2,713,436 | 3,836,492 | 1,850,003 | 3,617,603 |
| KPL | 1,753,888 | 2,364,097 | 2,937,038 | 18,321,812 | 2,704,579 | 3,825,608 | 1,881,056 | 3,645,986 |
| SNN | 1,802,678 | 2,706,821 | 2,977,907 | 18,364,994 | 2,728,642 | 3,849,417 | 1,921,109 | 3,688,542 |
| WRG | 1,770,996 | 2,352,530 | 2,932,660 | 18,311,342 | 2,744,599 | 3,865,627 | 1,868,781 | 3,634,831 |
| TDR | - | 2,690,746 | 2,964,033 | 18,348,907 | 2,740,050 | 3,860,825 | 1,900,838 | 3,671,323 |
| JYP | 3,391,083 | - | 2,832,664 | 18,028,619 | 2,921,684 | 4,040,686 | 1,763,383 | 3,516,018 |
| NBR | 2,023,656 | 1,541,435 | - | 18,084,414 | 2,804,896 | 3,925,418 | 1,693,534 | 3,418,737 |
| SRM | 3,328,240 | 821,301 | 2,766,343 | - | 2,864,937 | 3,983,686 | 1,702,547 | 3,453,951 |
| TMK | 3,300,142 | 3,082,974 | 3,057,343 | 18,451,639 | - | 2,106,064 | 3,160,338 | 3,762,267 |
| MRK | 3,450,612 | 3,530,739 | 3,208,496 | 18,607,487 | 1,620,284 | - | 3,318,565 | 3,921,870 |
| BK | 1,994,788 | 1,201,973 | 2,722,128 | 18,047,934 | 2,779,056 | 3,910,725 | - | 3,426,590 |
| SRI | 2,010,371 | 1,201,218 | 2,694,364 | 18,046,591 | 2,790,708 | 3,921,870 | 1,674,255 | - |
| MNW | 1,944,714 | 1,561,032 | 2,730,865 | 18,110,699 | 2,726,105 | 2,148,111 | 1,682,015 | 3,445,081 |
| KMN | 1,956,977 | 2,699,783 | 2,970,192 | 18,358,822 | 1,530,597 | 2,203,846 | 1,917,602 | 3,681,193 |
| FF | 1,897,967 | 2,335,950 | 2,907,729 | 18,292,838 | 1,584,561 | 2,231,210 | 1,852,261 | 3,618,622 |
| SRG | 1,853,013 | 1,954,028 | 2,824,705 | 18,205,936 | 1,659,303 | 2,307,979 | 1,771,904 | 3,536,547 |
| BTN | 1,928,109 | 2,359,818 | 2,930,604 | 18,314,025 | 1,649,665 | 2,298,594 | 1,873,288 | 3,639,899 |
| WSI | 1,842,018 | 1,957,034 | 2,830,351 | 18,212,632 | 1,680,320 | 3,787,348 | 1,777,152 | 3,543,631 |

Kapal North Pioneer (lanjutan)

| Unit Cost (Rp/m ³) | MNW | KMN | FF | SRG | BTN | WSI |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| AMB | 2,162,049 | 5,027,389 | 4,986,351 | 1,488,958 | 9,419,521 | 9,381,969 |
| LGR | 2,182,048 | 4,918,734 | 4,936,174 | 1,501,460 | 9,376,050 | 9,406,631 |
| KLR | 2,179,775 | 5,011,822 | 4,969,175 | 1,504,221 | 9,393,494 | 9,400,469 |
| NML | 2,153,180 | 5,065,744 | 5,011,026 | 1,470,678 | 9,420,591 | 9,363,189 |
| NMR | 2,171,664 | 5,063,319 | 5,025,232 | 1,490,948 | 9,447,405 | 9,384,369 |
| SML | 2,246,904 | 5,020,936 | 5,017,184 | 1,558,794 | 9,448,476 | 9,466,986 |
| DB | 2,199,792 | 4,911,235 | 4,950,937 | 1,520,747 | 9,393,228 | 9,424,077 |
| SPR | 2,175,980 | 5,006,730 | 4,967,571 | 1,499,720 | 9,390,548 | 9,400,206 |
| TNT | 2,155,707 | 5,115,362 | 5,051,792 | 1,476,931 | 9,455,724 | 9,366,401 |
| SFF | 2,155,714 | 5,107,322 | 5,045,362 | 1,475,687 | 9,451,709 | 9,364,264 |
| TBL | 2,110,863 | 5,116,431 | 5,049,910 | 1,463,409 | 9,448,210 | 9,336,087 |
| MLF | 2,124,046 | 5,124,757 | 5,060,114 | 1,468,175 | 9,457,609 | 9,349,509 |
| BL | 2,095,661 | 5,085,046 | 5,019,598 | 1,439,122 | 9,418,702 | 9,313,017 |
| KPL | 2,123,031 | 5,074,057 | 5,014,243 | 1,445,641 | 9,418,712 | 9,331,267 |
| SNN | 2,165,588 | 5,100,877 | 5,039,453 | 1,484,192 | 9,455,993 | 9,377,132 |
| WRG | 2,112,637 | 5,116,431 | 5,050,447 | 1,464,410 | 9,447,137 | 9,338,233 |
| TDR | 2,148,875 | 5,104,640 | 5,042,680 | 1,470,430 | 9,446,344 | 9,355,948 |
| JYP | 2,117,452 | 5,308,493 | 5,241,973 | 2,057,587 | 9,639,467 | 9,531,368 |
| NBR | 1,997,371 | 5,181,081 | 5,115,901 | 1,501,968 | 9,511,787 | 9,407,174 |
| SRM | 2,057,159 | 5,242,776 | 5,176,792 | 1,558,548 | 9,569,995 | 9,468,601 |
| TMK | 2,240,326 | 4,951,471 | 5,008,609 | 1,556,549 | 9,449,559 | 9,482,017 |
| MRK | 2,148,111 | 5,149,969 | 5,178,942 | 2,591,932 | 9,622,306 | 9,655,569 |
| BK | 1,977,104 | 5,162,304 | 5,092,296 | 1,480,436 | 9,486,840 | 9,383,837 |
| SRI | 1,987,743 | 5,171,154 | 5,104,902 | 1,491,451 | 9,499,446 | 9,397,516 |
| MNW | - | 5,100,874 | 5,034,353 | 991,408 | 9,431,311 | 9,326,163 |
| KMN | 2,157,479 | - | 5,032,208 | 988,655 | 9,428,898 | 9,326,700 |
| FF | 2,094,654 | 5,032,208 | - | 1,476,933 | 9,359,427 | 9,392,154 |
| SRG | 2,015,620 | 4,947,721 | 5,002,445 | - | 9,290,229 | 9,328,320 |
| BTN | 2,118,211 | 5,056,883 | 4,987,412 | 961,116 | - | 9,357,011 |
| WSI | 2,018,904 | 4,954,685 | 5,020,138 | 996,667 | 9,357,011 | - |

| Unit Cost (Rp/m ³) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR | SML | DB | SPR |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| TLNG | 1,704,699 | 2,480,331 | 2,012,686 | 5,217,251 | 9,623,127 | 5,299,507 | 5,184,605 | 18,291,885 |

| Unit Cost (Rp/m ³) | TNT | SFF | TBL | MLF | BL | KPL | SNN | WRG |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| TLNG | 2,378,427 | 9,727,611 | 3,778,335 | 4,372,845 | 9,597,923 | 5,231,357 | 6,721,620 | 9,658,706 |

| Unit Cost (Rp/m ³) | TNT | SFF | TBL | MLF | BL | KPL | SNN | WRG |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| TLNG | 2,378,427 | 9,727,611 | 3,778,335 | 4,372,845 | 9,597,923 | 5,231,357 | 6,721,620 | 9,658,706 |

| Unit Cost (Rp/m ³) | TDR | JYP | NBR | SRM | TMK | MRK | BK | SRI |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| TLNG | 2,171,711 | 2,442,035 | 3,229,654 | 18,674,970 | 1,831,613 | 2,597,221 | 2,130,954 | 3,933,586 |

| Unit Cost (Rp/m ³) | MNW | KMN | FF | SRG | BTN | WSI |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| TLNG | 2,347,018 | 5,123,617 | 4,988,197 | 1,126,564 | 9,273,808 | 9,475,855 |

Kapal Kakurei Maru

| Unit Cost (Rp/m ³) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR | SML | DB | SPR |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| AMB | - | 2,360,885 | 1,729,471 | 4,888,851 | 9,267,651 | 5,008,182 | 5,038,610 | 18,123,075 |
| LGR | 1,482,567 | - | 1,840,444 | 5,034,136 | 9,411,672 | 4,938,605 | 4,905,258 | 18,111,687 |
| KLR | 916,171 | 2,342,245 | - | 4,896,424 | 9,277,751 | 5,007,599 | 5,022,770 | 17,980,040 |
| NML | 929,733 | 2,379,986 | 1,750,117 | - | 9,255,266 | 5,032,116 | 5,065,733 | 18,022,245 |
| NMR | 934,399 | 2,383,514 | 1,757,147 | 4,881,510 | - | 5,026,294 | 5,069,514 | 18,031,080 |
| SML | 1,477,490 | 2,290,823 | 1,853,351 | 5,032,116 | 9,400,050 | - | 4,960,095 | 18,120,281 |
| DB | 1,505,636 | 2,259,700 | 1,867,439 | 5,065,733 | 9,443,270 | 4,960,095 | - | 18,142,780 |
| SPR | 1,471,593 | 2,339,183 | 1,715,154 | 4,900,977 | 9,283,568 | 4,999,013 | 5,021,511 | - |
| TNT | 1,470,418 | 2,461,348 | 1,847,020 | 4,971,474 | 9,373,017 | 5,143,297 | 5,128,144 | 18,130,899 |
| SFF | 1,470,893 | 2,462,771 | 1,847,497 | 4,973,250 | 9,374,793 | 5,145,073 | 5,126,130 | 18,131,918 |
| TBL | 1,530,020 | 2,520,779 | 1,907,321 | 5,034,897 | 9,436,440 | 5,208,489 | 5,192,578 | 18,195,333 |
| MLF | 1,990,312 | 2,539,893 | 1,926,103 | 5,055,629 | 9,457,677 | 5,228,210 | 5,212,804 | 18,216,065 |
| BL | 1,491,918 | 2,559,693 | 1,943,456 | 5,075,580 | 9,478,133 | 5,248,666 | 5,233,513 | 18,235,763 |
| KPL | 1,430,219 | 2,413,711 | 1,808,777 | 4,929,784 | 9,328,041 | 5,101,606 | 5,095,803 | 18,088,703 |
| SNN | 970,633 | 2,433,990 | 1,790,002 | 4,904,257 | 9,303,273 | 5,077,848 | 5,116,773 | 18,070,758 |
| WRG | 1,520,203 | 2,456,628 | 1,902,629 | 5,028,580 | 9,431,892 | 5,200,656 | 5,137,996 | 18,186,995 |
| TDR | 1,466,686 | 2,392,959 | 1,845,855 | 4,971,482 | 9,373,783 | 5,143,305 | 5,122,845 | 18,129,897 |
| JYP | 9,312,637 | 2,636,348 | 3,383,403 | 5,275,973 | 9,672,967 | 5,371,986 | 5,328,531 | 18,430,597 |
| NBR | 2,068,611 | 2,525,500 | 3,272,416 | 5,158,723 | 9,553,948 | 5,254,484 | 5,211,787 | 18,307,788 |
| SRM | 2,557,410 | 2,579,746 | 3,327,089 | 5,214,316 | 9,611,058 | 5,310,835 | 5,269,149 | 18,365,150 |
| TMK | 2,003,633 | 2,331,634 | 1,927,274 | 5,131,688 | 9,510,235 | 5,042,474 | 4,937,108 | 18,208,229 |
| MRK | 2,573,776 | 2,437,767 | 3,311,841 | 5,276,736 | 9,654,778 | 5,108,681 | 5,077,608 | 18,355,804 |
| BK | 2,042,899 | 2,504,273 | 1,997,664 | 5,136,990 | 9,529,941 | 5,233,004 | 5,186,769 | 18,281,001 |
| SRI | 2,049,910 | 2,514,649 | 2,010,099 | 5,149,371 | 9,544,091 | 5,245,132 | 5,197,129 | 18,295,151 |
| MNW | 1,994,978 | 2,455,213 | 1,950,732 | 5,085,943 | 9,478,136 | 5,179,429 | 5,132,437 | 18,229,954 |
| KMN | 1,489,350 | 2,272,194 | 1,852,181 | 5,057,136 | 9,428,608 | 5,014,924 | 4,911,580 | 18,122,811 |
| FF | 1,453,590 | 2,287,528 | 1,814,875 | 5,005,589 | 9,392,728 | 5,011,390 | 4,948,982 | 18,085,920 |
| SRG | 1,478,842 | 2,368,903 | 1,869,555 | 4,991,193 | 9,385,408 | 5,080,131 | 5,041,730 | 18,141,774 |
| BTN | 1,506,881 | 2,347,194 | 1,860,628 | 5,040,963 | 9,439,979 | 5,067,232 | 5,015,186 | 18,133,929 |
| WSI | 1,474,157 | 2,374,082 | 1,866,730 | 4,986,887 | 9,380,596 | 5,084,670 | 5,044,247 | 18,143,027 |

Kapal Kakurei Maru (lanjutan)

| Unit Cost (Rp/m3) | TNT | SFF | TBL | MLF | BL | KPL | SNN | WRG |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| AMB | 2,061,652 | 9,374,806 | 3,580,426 | 4,181,391 | 9,397,536 | 4,957,078 | 6,390,986 | 9,428,115 |
| LGR | 2,175,716 | 9,496,590 | 3,693,773 | 4,289,395 | 9,600,436 | 5,070,270 | 6,549,916 | 9,490,009 |
| KLR | 2,061,883 | 9,375,051 | 3,581,134 | 4,177,845 | 9,478,391 | 4,959,596 | 6,397,295 | 9,434,424 |
| NML | 2,034,204 | 9,347,006 | 3,552,022 | 4,149,548 | 9,449,336 | 4,929,784 | 6,362,175 | 9,402,336 |
| NMR | 2,060,447 | 9,374,793 | 3,578,265 | 4,175,954 | 9,478,133 | 4,954,285 | 6,387,435 | 9,431,892 |
| SML | 2,196,481 | 9,518,829 | 3,715,970 | 4,310,624 | 9,622,422 | 5,101,606 | 6,535,767 | 9,574,412 |
| DB | 2,182,170 | 9,499,886 | 3,700,943 | 4,296,245 | 9,607,269 | 5,095,803 | 6,574,691 | 9,511,752 |
| SPR | 2,070,241 | 9,384,406 | 3,589,014 | 4,186,105 | 9,488,251 | 4,967,435 | 6,407,408 | 9,439,482 |
| TNT | - | 9,229,749 | 3,438,892 | 4,037,749 | 9,329,551 | 4,895,663 | 6,403,612 | 9,281,541 |
| SFF | 1,925,138 | - | 3,440,809 | 4,039,407 | 9,332,339 | 4,896,176 | 6,406,146 | 9,283,823 |
| TBL | 1,980,974 | 9,290,898 | - | 3,978,075 | 9,273,954 | 4,962,372 | 6,472,341 | 9,238,326 |
| MLF | 2,000,553 | 9,311,377 | 3,398,088 | - | 9,286,599 | 4,984,114 | 6,493,831 | 9,258,299 |
| BL | 2,019,396 | 9,332,339 | 3,424,807 | 4,016,282 | - | 4,951,504 | 6,458,189 | 9,277,745 |
| KPL | 1,962,605 | 9,269,932 | 3,483,526 | 4,082,801 | 9,325,260 | - | 6,368,239 | 9,325,768 |
| SNN | 2,009,855 | 9,321,983 | 3,532,685 | 4,131,146 | 9,374,026 | 4,910,320 | - | 9,371,754 |
| WRG | 1,974,053 | 9,283,823 | 3,391,158 | 3,989,868 | 9,277,745 | 4,952,012 | 6,455,917 | - |
| TDR | 1,924,423 | 9,228,241 | 3,441,525 | 4,041,058 | 9,336,888 | 4,892,892 | 6,399,071 | 9,283,571 |
| JYP | 3,786,381 | 9,651,499 | 3,746,999 | 4,329,731 | 9,598,167 | 5,251,460 | 6,750,816 | 9,613,584 |
| NBR | 2,216,295 | 9,533,491 | 3,629,342 | 4,220,534 | 9,480,412 | 5,133,199 | 6,631,292 | 9,502,651 |
| SRM | 2,273,095 | 9,590,348 | 3,685,188 | 4,273,600 | 9,536,258 | 5,189,045 | 6,687,644 | 9,552,938 |
| TMK | 2,233,243 | 9,552,194 | 3,700,466 | 4,288,226 | 9,533,987 | 5,151,397 | 6,633,317 | 9,565,071 |
| MRK | 3,832,925 | 9,700,781 | 3,837,695 | 4,426,435 | 9,685,101 | 5,300,489 | 6,782,156 | 9,714,163 |
| BK | 2,194,815 | 9,514,539 | 3,610,488 | 4,200,250 | 9,453,626 | 5,111,214 | 6,609,560 | 9,472,580 |
| SRI | 2,205,792 | 9,526,919 | 3,621,942 | 4,211,334 | 9,466,765 | 5,121,321 | 6,621,688 | 9,483,950 |
| MNW | 2,144,694 | 9,462,227 | 3,560,367 | 4,150,719 | 9,402,325 | 5,055,870 | 6,556,238 | 9,419,258 |
| KMN | 2,159,253 | 9,470,062 | 3,618,123 | 4,202,843 | 9,449,075 | 5,064,968 | 6,548,152 | 9,478,643 |
| FF | 2,102,694 | 9,411,692 | 3,558,939 | 4,146,006 | 9,387,420 | 5,008,620 | 6,490,288 | 9,416,482 |
| SRG | 2,058,788 | 9,370,004 | 3,503,816 | 4,087,050 | 9,333,098 | 4,965,922 | 6,462,752 | 9,358,622 |
| BTN | 2,131,091 | 9,444,034 | 3,582,324 | 4,168,408 | 9,412,939 | 5,039,193 | 6,532,232 | 9,439,727 |
| WSI | 2,051,619 | 9,361,656 | 3,482,566 | 4,073,361 | 9,313,377 | 4,956,815 | 6,457,940 | 9,337,133 |

Kapal Kakurei Maru (lanjutan)

| Unit Cost (Rp/m3) | TDR | JYP | NBR | SRM | TMK | MRK | BK | SRI |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| AMB | 1,843,047 | 9,252,963 | 2,962,986 | 18,351,255 | 1,663,932 | 3,752,983 | 1,901,781 | 3,664,674 |
| LGR | 1,890,900 | 2,690,858 | 2,977,985 | 18,369,433 | 1,551,140 | 2,151,854 | 3,087,441 | 3,687,570 |
| KLR | 1,845,855 | 2,691,567 | 2,977,992 | 18,370,199 | 1,648,248 | 2,280,737 | 3,083,439 | 3,685,669 |
| NML | 1,819,813 | 2,660,474 | 2,947,968 | 18,335,585 | 2,661,379 | 3,780,426 | 1,892,816 | 3,660,137 |
| NMR | 1,846,320 | 2,681,976 | 2,968,543 | 18,358,570 | 2,665,815 | 3,784,474 | 1,910,731 | 3,679,936 |
| SML | 1,979,363 | 3,050,952 | 3,039,739 | 18,432,104 | 1,606,828 | 2,163,789 | 3,148,764 | 3,750,578 |
| DB | 1,960,365 | 2,709,105 | 2,998,821 | 18,390,417 | 1,509,267 | 2,134,442 | 3,105,611 | 3,705,241 |
| SPR | 1,854,307 | 2,691,337 | 2,974,606 | 18,365,150 | 1,648,019 | 2,282,651 | 1,914,042 | 3,683,287 |
| TNT | 1,711,870 | 2,667,015 | 2,953,290 | 18,345,686 | 2,708,169 | 3,832,925 | 1,897,055 | 3,663,711 |
| SFF | 1,711,173 | 2,662,112 | 2,948,938 | 18,337,860 | 2,704,666 | 3,827,921 | 1,896,355 | 3,663,718 |
| TBL | 1,770,059 | 2,326,793 | 2,907,759 | 18,297,165 | 2,717,291 | 3,837,695 | 1,855,306 | 3,621,942 |
| MLF | 1,790,014 | 2,333,583 | 2,922,057 | 18,309,810 | 2,728,531 | 3,851,785 | 1,867,580 | 3,634,124 |
| BL | 1,812,060 | 2,311,126 | 2,898,071 | 18,283,770 | 2,687,808 | 3,813,112 | 1,839,503 | 3,606,905 |
| KPL | 1,746,837 | 2,336,154 | 2,923,508 | 18,310,313 | 2,679,628 | 3,802,859 | 1,868,758 | 3,633,644 |
| SNN | 1,791,651 | 2,676,134 | 2,962,008 | 18,350,993 | 2,701,852 | 3,825,288 | 1,906,490 | 3,673,735 |
| WRG | 1,762,551 | 2,325,391 | 2,919,383 | 18,300,450 | 2,716,589 | 3,840,559 | 1,857,194 | 3,623,136 |
| TDR | - | 2,661,177 | 2,948,939 | 18,335,839 | 2,712,388 | 3,836,035 | 1,887,393 | 3,657,513 |
| JYP | 3,352,905 | - | 2,825,182 | 18,034,109 | 2,880,142 | 4,005,474 | 1,757,902 | 3,511,207 |
| NBR | 1,994,621 | 1,528,516 | - | 18,086,672 | 2,772,279 | 3,896,886 | 1,692,101 | 3,419,563 |
| SRM | 3,295,184 | 816,280 | 2,762,704 | - | 2,827,732 | 3,951,777 | 1,700,592 | 3,452,737 |
| TMK | 2,019,731 | 3,047,220 | 3,036,842 | 18,432,618 | - | 2,097,928 | 3,141,932 | 3,743,188 |
| MRK | 3,407,583 | 3,786,578 | 3,179,237 | 18,579,435 | 1,603,561 | - | 3,290,990 | 3,893,543 |
| BK | 1,968,105 | 1,191,571 | 2,721,051 | 18,052,304 | 2,748,413 | 3,883,044 | - | 3,426,961 |
| SRI | 1,982,417 | 1,190,869 | 2,694,895 | 18,051,040 | 2,759,175 | 3,893,543 | 1,673,939 | - |
| MNW | 1,922,112 | 1,546,751 | 2,729,281 | 18,111,433 | 2,699,509 | 2,137,538 | 1,681,249 | 3,444,381 |
| KMN | 1,933,375 | 2,669,585 | 2,954,741 | 18,345,179 | 1,520,726 | 2,190,044 | 1,903,185 | 3,666,812 |
| FF | 1,879,175 | 2,309,963 | 2,895,897 | 18,283,018 | 1,570,567 | 2,215,822 | 1,841,631 | 3,607,866 |
| SRG | 1,837,884 | 1,933,510 | 2,817,684 | 18,201,152 | 1,639,598 | 2,288,143 | 1,765,930 | 3,530,548 |
| BTN | 1,906,860 | 2,332,172 | 2,917,447 | 18,302,978 | 1,630,696 | 2,279,302 | 1,861,440 | 3,627,910 |
| WSI | 1,827,785 | 1,936,306 | 2,823,002 | 18,207,460 | 1,659,009 | 3,766,815 | 1,770,874 | 3,537,221 |

Kapal Kakurei Maru (lanjutan)

| Unit Cost (Rp/m ³) | MNW | KMN | FF | SRG | BTN | WSI |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| AMB | 2,150,669 | 5,021,004 | 4,982,344 | 1,478,842 | 9,413,712 | 9,378,335 |
| LGR | 2,169,508 | 4,918,645 | 4,935,074 | 1,490,514 | 9,372,758 | 9,401,567 |
| KLR | 2,167,368 | 5,006,339 | 4,966,163 | 1,493,092 | 9,389,192 | 9,395,763 |
| NML | 2,142,313 | 5,057,136 | 5,005,589 | 1,461,775 | 9,414,719 | 9,360,643 |
| NMR | 2,159,726 | 5,054,852 | 5,018,972 | 1,480,699 | 9,439,979 | 9,380,596 |
| SML | 2,230,606 | 5,014,924 | 5,011,390 | 1,981,419 | 9,440,988 | 9,458,426 |
| DB | 2,186,224 | 4,911,580 | 4,948,982 | 1,508,522 | 9,388,942 | 9,418,003 |
| SPR | 2,163,792 | 5,001,542 | 4,964,652 | 1,488,889 | 9,386,417 | 9,395,515 |
| TNT | 2,144,694 | 5,103,879 | 5,043,993 | 1,467,613 | 9,447,816 | 9,363,669 |
| SFF | 2,144,701 | 5,096,306 | 5,037,936 | 1,466,451 | 9,444,034 | 9,361,656 |
| TBL | 2,102,448 | 5,104,886 | 5,042,220 | 1,454,987 | 9,440,737 | 9,335,111 |
| MLF | 2,114,868 | 5,112,730 | 5,051,833 | 1,459,438 | 9,449,592 | 9,347,756 |
| BL | 2,088,127 | 5,075,319 | 5,013,664 | 1,432,313 | 9,412,939 | 9,313,377 |
| KPL | 2,113,912 | 5,064,968 | 5,008,620 | 1,438,399 | 9,412,949 | 9,330,571 |
| SNN | 2,154,002 | 5,090,234 | 5,032,369 | 1,474,392 | 9,448,070 | 9,373,778 |
| WRG | 2,104,119 | 5,104,887 | 5,042,726 | 1,455,923 | 9,439,727 | 9,337,133 |
| TDR | 2,138,258 | 5,093,779 | 5,035,409 | 1,461,543 | 9,438,980 | 9,353,822 |
| JYP | 2,108,655 | 5,285,820 | 5,223,154 | 2,038,923 | 9,620,913 | 9,519,077 |
| NBR | 1,995,533 | 5,165,790 | 5,104,388 | 1,490,988 | 9,500,630 | 9,402,080 |
| SRM | 2,051,856 | 5,223,910 | 5,161,750 | 1,981,190 | 9,555,466 | 9,459,947 |
| TMK | 2,224,410 | 4,949,485 | 5,003,313 | 1,541,947 | 9,442,008 | 9,472,586 |
| MRK | 2,137,538 | 5,136,481 | 5,163,776 | 2,566,997 | 9,604,746 | 9,636,081 |
| BK | 1,976,440 | 5,148,101 | 5,082,150 | 1,470,885 | 9,477,129 | 9,380,094 |
| SRI | 1,986,462 | 5,156,439 | 5,094,025 | 1,481,169 | 9,489,005 | 9,392,981 |
| MNW | - | 5,090,230 | 5,027,565 | 985,122 | 9,424,818 | 9,325,762 |
| KMN | 2,146,363 | - | 5,025,544 | 982,552 | 9,422,544 | 9,326,268 |
| FF | 2,087,179 | 5,025,544 | - | 1,467,614 | 9,357,099 | 9,387,929 |
| SRG | 2,012,724 | 4,945,952 | 4,997,505 | - | 9,291,911 | 9,327,795 |
| BTN | 2,109,370 | 5,048,788 | 4,983,343 | 956,839 | - | 9,354,822 |
| WSI | 2,015,817 | 4,952,512 | 5,014,173 | 990,032 | 9,354,822 | - |

| Unit Cost (Rp/m ³) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR | SML | DB | SPR |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| TLNG | 1,669,071 | 2,460,640 | 1,972,399 | 5,191,896 | 9,596,619 | 5,267,124 | 5,162,039 | 18,275,290 |

| Unit Cost (Rp/m ³) | TNT | SFF | TBL | MLF | BL | KPL | SNN | WRG |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| TLNG | 2,342,927 | 9,692,178 | 3,748,321 | 4,341,574 | 9,573,569 | 5,204,797 | 6,692,827 | 9,629,159 |

| Unit Cost (Rp/m ³) | TDR | JYP | NBR | SRM | TMK | MRK | BK | SRI |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| TLNG | 2,114,203 | 2,364,807 | 3,184,600 | 18,625,648 | 1,784,884 | 2,543,029 | 2,091,078 | 3,890,309 |

| Unit Cost (Rp/m ³) | MNW | KMN | FF | SRG | BTN | WSI |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| TLNG | 2,314,201 | 5,106,261 | 4,982,410 | 1,103,953 | 9,277,143 | 9,461,929 |

Kapal Akebono Maru

| Unit Cost (Rp/m ³) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR | SML | DB | SPR |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| AMB | - | 2,385,323 | 1,753,876 | 4,945,356 | 9,399,784 | 5,050,479 | 5,077,285 | 18,394,823 |
| LGR | 1,045,410 | - | 1,859,160 | 5,073,346 | 9,526,661 | 4,989,187 | 4,959,809 | 18,384,792 |
| KLR | 924,069 | 2,367,730 | - | 4,952,027 | 9,408,681 | 5,049,966 | 5,063,330 | 18,268,816 |
| NML | 936,825 | 2,403,354 | 1,773,465 | - | 9,388,875 | 5,071,566 | 5,101,181 | 18,305,998 |
| NMR | 941,211 | 2,406,682 | 1,780,133 | 4,938,888 | - | 5,066,435 | 5,104,509 | 18,313,779 |
| SML | 1,040,634 | 2,319,195 | 1,871,404 | 5,071,566 | 9,516,422 | - | 5,008,117 | 18,392,362 |
| DB | 1,512,103 | 2,289,817 | 1,884,769 | 5,101,181 | 9,554,496 | 5,008,117 | - | 18,412,182 |
| SPR | 1,035,088 | 2,364,840 | 1,740,294 | 4,956,038 | 9,413,806 | 5,042,402 | 5,062,222 | - |
| TNT | 1,033,984 | 2,480,150 | 1,865,398 | 5,018,143 | 9,492,607 | 5,169,510 | 5,156,160 | 18,401,717 |
| SFF | 1,034,431 | 2,481,493 | 1,865,851 | 5,019,709 | 9,494,172 | 5,171,075 | 5,154,387 | 18,402,614 |
| TBL | 1,535,036 | 2,536,245 | 1,922,607 | 5,074,016 | 9,548,480 | 5,226,941 | 5,212,924 | 18,458,480 |
| MLF | 1,556,588 | 2,554,285 | 1,940,424 | 5,092,279 | 9,567,187 | 5,244,313 | 5,230,741 | 18,476,742 |
| BL | 1,499,203 | 2,572,976 | 1,956,889 | 5,109,856 | 9,585,210 | 5,262,336 | 5,248,987 | 18,494,098 |
| KPL | 996,177 | 2,435,186 | 1,829,116 | 4,981,416 | 9,452,985 | 5,132,782 | 5,127,670 | 18,364,544 |
| SNN | 975,290 | 2,454,328 | 1,811,304 | 4,958,929 | 9,431,166 | 5,111,854 | 5,146,144 | 18,348,735 |
| WRG | 1,525,804 | 2,475,694 | 1,918,155 | 5,068,451 | 9,544,473 | 5,220,040 | 5,164,839 | 18,451,133 |
| TDR | 1,030,473 | 2,415,598 | 1,864,292 | 5,018,150 | 9,493,281 | 5,169,517 | 5,151,492 | 18,400,833 |
| JYP | 6,655,615 | 2,645,329 | 2,137,433 | 5,286,393 | 9,756,850 | 5,370,976 | 5,332,693 | 18,665,737 |
| NBR | 1,630,227 | 2,540,700 | 2,032,136 | 5,183,100 | 9,651,998 | 5,267,460 | 5,229,845 | 18,557,546 |
| SRM | 2,123,588 | 2,591,901 | 2,084,005 | 5,232,074 | 9,702,308 | 5,317,102 | 5,280,378 | 18,608,079 |
| TMK | 1,569,118 | 2,357,716 | 1,941,537 | 5,159,285 | 9,613,491 | 5,080,691 | 4,987,868 | 18,469,841 |
| MRK | 2,138,981 | 2,457,893 | 2,069,540 | 5,287,066 | 9,740,826 | 5,139,016 | 5,111,642 | 18,599,848 |
| BK | 1,606,046 | 2,520,666 | 2,008,317 | 5,163,956 | 9,630,851 | 5,248,538 | 5,207,807 | 18,533,950 |
| SRI | 1,612,640 | 2,530,460 | 2,020,115 | 5,174,863 | 9,643,316 | 5,259,223 | 5,216,933 | 18,546,415 |
| MNW | 1,560,977 | 2,474,358 | 1,963,791 | 5,118,984 | 9,585,211 | 5,201,340 | 5,159,941 | 18,488,978 |
| KMN | 1,496,789 | 2,301,612 | 1,870,295 | 5,093,609 | 9,541,581 | 5,056,421 | 4,965,379 | 18,394,592 |
| FF | 1,018,157 | 2,316,083 | 1,834,900 | 5,048,197 | 9,509,971 | 5,053,306 | 4,998,327 | 18,362,092 |
| SRG | 1,041,906 | 2,392,892 | 1,886,777 | 5,035,515 | 9,503,523 | 5,113,864 | 5,080,034 | 18,411,297 |
| BTN | 1,513,274 | 2,372,402 | 1,878,308 | 5,079,360 | 9,551,597 | 5,102,500 | 5,056,649 | 18,404,385 |
| WSI | 1,037,502 | 2,397,782 | 1,884,098 | 5,031,723 | 9,499,285 | 5,117,863 | 5,082,252 | 18,412,402 |

Kapal Akebono Maru (lanjutan)

| Unit Cost (Rp/m3) | TNT | SFF | TBL | MLF | BL | KPL | SNN | WRG |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| AMB | 2,077,087 | 9,494,184 | 3,617,179 | 4,232,335 | 9,514,208 | 5,005,459 | 6,467,637 | 9,541,145 |
| LGR | 2,183,484 | 9,601,471 | 3,722,908 | 4,334,280 | 9,692,955 | 5,105,178 | 6,607,648 | 9,595,673 |
| KLR | 2,077,302 | 9,494,399 | 3,617,840 | 4,228,989 | 9,585,438 | 5,007,678 | 6,473,195 | 9,546,703 |
| NML | 2,051,485 | 9,469,695 | 3,590,687 | 4,202,281 | 9,559,843 | 4,981,416 | 6,442,258 | 9,518,437 |
| NMR | 2,075,962 | 9,494,172 | 3,615,164 | 4,227,203 | 9,585,210 | 5,002,998 | 6,464,509 | 9,544,473 |
| SML | 2,202,852 | 9,621,062 | 3,743,612 | 4,354,316 | 9,712,323 | 5,132,782 | 6,595,183 | 9,670,027 |
| DB | 2,189,502 | 9,604,373 | 3,729,595 | 4,340,744 | 9,698,973 | 5,127,670 | 6,629,473 | 9,614,825 |
| SPR | 2,085,099 | 9,502,641 | 3,625,191 | 4,236,785 | 9,594,124 | 5,014,584 | 6,482,104 | 9,551,160 |
| TNT | - | 9,366,396 | 3,485,161 | 4,096,755 | 9,454,317 | 4,951,356 | 6,478,760 | 9,412,021 |
| SFF | 1,949,751 | - | 3,486,950 | 4,098,321 | 9,456,774 | 4,951,809 | 6,480,993 | 9,414,032 |
| TBL | 2,001,833 | 9,420,265 | - | 4,040,431 | 9,405,339 | 5,010,123 | 6,539,308 | 9,373,951 |
| MLF | 2,020,095 | 9,438,305 | 3,447,099 | - | 9,416,478 | 5,029,276 | 6,558,238 | 9,391,546 |
| BL | 2,037,673 | 9,456,774 | 3,472,023 | 4,076,494 | - | 5,000,550 | 6,526,841 | 9,408,678 |
| KPL | 1,984,699 | 9,401,796 | 3,526,794 | 4,139,279 | 9,450,537 | - | 6,447,598 | 9,450,983 |
| SNN | 2,028,773 | 9,447,651 | 3,572,650 | 4,184,912 | 9,493,499 | 4,964,269 | - | 9,491,496 |
| WRG | 1,995,377 | 9,414,032 | 3,440,635 | 4,051,562 | 9,408,678 | 5,000,996 | 6,524,838 | - |
| TDR | 1,949,083 | 9,365,067 | 3,487,617 | 4,099,879 | 9,460,780 | 4,948,914 | 6,474,760 | 9,413,809 |
| JYP | 2,325,962 | 9,737,939 | 3,772,556 | 4,372,352 | 9,690,956 | 5,264,797 | 6,784,632 | 9,704,536 |
| NBR | 2,221,333 | 9,633,978 | 3,662,808 | 4,269,282 | 9,587,218 | 5,160,614 | 6,679,335 | 9,606,809 |
| SRM | 2,274,315 | 9,684,066 | 3,714,898 | 4,319,369 | 9,636,415 | 5,209,811 | 6,728,978 | 9,651,108 |
| TMK | 2,237,144 | 9,650,456 | 3,729,151 | 4,333,177 | 9,634,417 | 5,176,647 | 6,681,121 | 9,661,799 |
| MRK | 2,369,377 | 9,781,354 | 3,857,155 | 4,463,629 | 9,767,541 | 5,307,989 | 6,812,241 | 9,793,142 |
| BK | 2,201,299 | 9,617,283 | 3,645,222 | 4,250,137 | 9,563,622 | 5,141,247 | 6,660,191 | 9,580,318 |
| SRI | 2,211,538 | 9,628,190 | 3,655,906 | 4,260,599 | 9,575,196 | 5,150,150 | 6,670,875 | 9,590,335 |
| MNW | 2,154,546 | 9,571,198 | 3,598,469 | 4,203,385 | 9,518,427 | 5,092,491 | 6,613,216 | 9,533,343 |
| KMN | 2,168,128 | 9,578,102 | 3,652,344 | 4,252,585 | 9,559,614 | 5,100,507 | 6,606,095 | 9,585,660 |
| FF | 2,115,370 | 9,526,679 | 3,597,137 | 4,198,936 | 9,505,296 | 5,050,865 | 6,555,117 | 9,530,898 |
| SRG | 2,074,416 | 9,489,955 | 3,545,720 | 4,143,289 | 9,457,441 | 5,013,251 | 6,530,860 | 9,479,926 |
| BTN | 2,141,858 | 9,555,171 | 3,618,950 | 4,220,082 | 9,527,778 | 5,077,799 | 6,592,068 | 9,551,375 |
| WSI | 2,067,730 | 9,482,601 | 3,525,900 | 4,130,370 | 9,440,070 | 5,005,229 | 6,526,622 | 9,460,996 |

Kapal Akebono Maru (lanjutan)

| Unit Cost (Rp/m3) | TDR | JYP | NBR | SRM | TMK | MRK | BK | SRI |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| AMB | 1,861,628 | 6,799,490 | 2,971,910 | 18,595,838 | 1,673,921 | 2,294,809 | 1,909,093 | 3,695,765 |
| LGR | 1,907,028 | 2,081,651 | 2,985,699 | 18,611,853 | 1,566,607 | 2,161,227 | 1,927,334 | 3,717,123 |
| KLR | 1,864,292 | 2,082,313 | 2,985,705 | 18,612,527 | 1,658,998 | 2,281,445 | 1,923,556 | 3,715,348 |
| NML | 1,839,588 | 2,053,222 | 2,958,107 | 18,582,035 | 1,698,184 | 2,320,408 | 1,900,632 | 3,691,534 |
| NMR | 1,864,733 | 2,073,339 | 2,977,018 | 18,602,282 | 1,702,403 | 2,324,182 | 1,917,540 | 3,710,000 |
| SML | 1,990,955 | 2,443,242 | 3,042,467 | 18,667,062 | 1,619,590 | 2,172,358 | 1,985,215 | 3,775,894 |
| DB | 1,972,930 | 2,098,724 | 3,004,852 | 18,630,338 | 1,526,767 | 2,144,984 | 1,944,484 | 3,733,604 |
| SPR | 1,872,311 | 2,082,099 | 2,982,593 | 18,608,079 | 1,658,780 | 2,283,230 | 1,920,666 | 3,713,126 |
| TNT | 1,737,179 | 2,059,342 | 2,962,998 | 18,590,933 | 1,742,701 | 2,369,377 | 1,904,633 | 3,694,867 |
| SFF | 1,736,518 | 2,054,754 | 2,958,998 | 18,584,039 | 1,739,369 | 2,364,710 | 1,903,973 | 3,694,874 |
| TBL | 1,792,384 | 2,023,240 | 2,921,143 | 18,548,187 | 1,751,379 | 2,373,826 | 1,865,227 | 3,655,906 |
| MLF | 1,811,314 | 2,029,593 | 2,934,286 | 18,559,326 | 1,762,073 | 2,386,968 | 1,876,811 | 3,667,267 |
| BL | 1,832,231 | 2,008,582 | 2,912,238 | 18,536,388 | 1,723,329 | 2,350,896 | 1,850,311 | 3,641,881 |
| KPL | 1,770,352 | 2,031,999 | 2,935,620 | 18,559,771 | 1,715,546 | 2,341,332 | 1,877,923 | 3,666,821 |
| SNN | 1,812,869 | 2,067,875 | 2,971,013 | 18,595,609 | 1,736,691 | 2,362,254 | 1,913,539 | 3,704,218 |
| WRG | 1,785,260 | 2,021,927 | 2,931,829 | 18,551,081 | 1,750,712 | 2,376,497 | 1,867,008 | 3,657,019 |
| TDR | - | 2,053,879 | 2,958,998 | 18,582,258 | 1,746,715 | 2,372,278 | 1,895,513 | 3,689,086 |
| JYP | 2,108,499 | - | 2,845,234 | 18,316,449 | 2,895,208 | 4,013,655 | 1,773,290 | 3,552,616 |
| NBR | 2,005,429 | 1,226,992 | - | 18,362,753 | 2,792,583 | 2,429,037 | 1,711,181 | 3,467,132 |
| SRM | 2,053,735 | 818,146 | 2,787,799 | - | 2,845,342 | 2,480,238 | 1,719,194 | 3,498,075 |
| TMK | 2,029,253 | 2,439,751 | 3,039,804 | 18,667,517 | - | 2,110,926 | 1,978,768 | 3,769,002 |
| MRK | 2,160,373 | 2,873,974 | 3,170,702 | 18,796,856 | 1,616,483 | - | 3,306,124 | 3,909,249 |
| BK | 1,980,274 | 1,193,958 | 2,749,511 | 18,332,478 | 1,780,991 | 2,416,127 | - | 3,474,034 |
| SRI | 1,993,852 | 1,193,300 | 2,725,467 | 18,331,364 | 1,791,230 | 2,425,920 | 1,694,039 | - |
| MNW | 1,936,638 | 1,244,054 | 2,757,076 | 18,384,566 | 1,734,461 | 2,147,872 | 1,700,938 | 3,490,281 |
| KMN | 1,947,326 | 2,061,748 | 2,964,333 | 18,590,487 | 1,537,672 | 2,196,850 | 1,910,421 | 3,697,760 |
| FF | 1,895,903 | 2,007,492 | 2,910,239 | 18,535,725 | 1,585,090 | 2,220,893 | 1,852,319 | 3,642,775 |
| SRG | 1,856,730 | 1,630,595 | 2,838,342 | 18,463,605 | 1,650,769 | 2,288,353 | 1,780,867 | 3,570,655 |
| BTN | 1,922,169 | 2,028,273 | 2,930,048 | 18,553,308 | 1,642,299 | 2,280,106 | 1,871,016 | 3,661,472 |
| WSI | 1,847,150 | 1,633,213 | 2,843,231 | 18,469,163 | 1,669,238 | 2,307,713 | 1,785,534 | 3,576,881 |

Kapal Akebono Maru (lanjutan)

| Unit Cost (Rp/m ³) | MNW | KMN | FF | SRG | BTN | WSI |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| AMB | 2,160,119 | 5,061,776 | 5,027,717 | 1,041,906 | 9,528,457 | 9,497,294 |
| LGR | 2,177,693 | 4,971,604 | 4,986,075 | 1,497,883 | 9,492,381 | 9,517,761 |
| KLR | 2,175,695 | 5,048,857 | 5,013,462 | 1,500,307 | 9,506,856 | 9,512,647 |
| NML | 2,152,326 | 5,093,609 | 5,048,197 | 1,025,857 | 9,529,346 | 9,481,709 |
| NMR | 2,168,566 | 5,091,595 | 5,059,984 | 1,043,653 | 9,551,597 | 9,499,285 |
| SML | 2,234,683 | 5,056,421 | 5,053,306 | 1,548,225 | 9,552,487 | 9,567,850 |
| DB | 2,193,284 | 4,965,379 | 4,998,327 | 1,514,818 | 9,506,636 | 9,532,239 |
| SPR | 2,172,360 | 5,044,632 | 5,012,132 | 1,496,354 | 9,504,412 | 9,512,429 |
| TNT | 2,154,546 | 5,134,786 | 5,082,027 | 1,031,346 | 9,558,502 | 9,484,374 |
| SFF | 2,154,553 | 5,128,115 | 5,076,692 | 1,030,254 | 9,555,171 | 9,482,601 |
| TBL | 2,115,140 | 5,135,673 | 5,080,466 | 1,019,472 | 9,552,266 | 9,459,215 |
| MLF | 2,126,724 | 5,142,583 | 5,088,933 | 1,023,657 | 9,560,066 | 9,470,354 |
| BL | 2,101,783 | 5,109,627 | 5,055,310 | 998,148 | 9,527,778 | 9,440,070 |
| KPL | 2,125,833 | 5,100,507 | 5,050,865 | 1,003,871 | 9,527,786 | 9,455,216 |
| SNN | 2,163,229 | 5,122,766 | 5,071,788 | 1,037,723 | 9,558,726 | 9,493,280 |
| WRG | 2,116,698 | 5,135,673 | 5,080,911 | 1,020,351 | 9,551,375 | 9,460,996 |
| TDR | 2,148,542 | 5,125,888 | 5,074,465 | 1,025,637 | 9,550,717 | 9,475,699 |
| JYP | 2,120,931 | 5,295,068 | 5,239,861 | 1,602,308 | 9,710,993 | 9,621,282 |
| NBR | 2,015,412 | 5,189,326 | 5,135,232 | 1,498,328 | 9,605,029 | 9,518,212 |
| SRM | 2,067,948 | 5,240,527 | 5,185,765 | 1,548,009 | 9,653,335 | 9,569,189 |
| TMK | 2,228,904 | 4,998,773 | 5,046,191 | 1,546,256 | 9,553,387 | 9,580,326 |
| MRK | 2,147,872 | 5,163,508 | 5,187,551 | 2,132,606 | 9,696,751 | 9,724,357 |
| BK | 1,997,603 | 5,173,744 | 5,115,642 | 1,034,424 | 9,584,326 | 9,498,844 |
| SRI | 2,006,952 | 5,181,089 | 5,126,104 | 1,044,095 | 9,594,788 | 9,510,197 |
| MNW | - | 5,122,762 | 5,067,554 | 988,915 | 9,538,241 | 9,450,979 |
| KMN | 2,156,104 | - | 5,065,776 | 986,500 | 9,536,240 | 9,451,427 |
| FF | 2,100,896 | 5,065,776 | - | 1,031,347 | 9,478,584 | 9,505,746 |
| SRG | 2,031,448 | 4,995,660 | 5,041,074 | - | 9,421,157 | 9,452,771 |
| BTN | 2,121,597 | 5,086,254 | 5,028,597 | 962,317 | - | 9,476,580 |
| WSI | 2,034,334 | 5,001,440 | 5,055,759 | 993,535 | 9,476,580 | - |

| Unit Cost (Rp/m ³) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR | SML | DB | SPR |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| TLNG | 1,229,653 | 2,488,819 | 1,994,793 | 5,208,641 | 9,686,065 | 5,275,296 | 5,182,185 | 18,525,042 |

| Unit Cost (Rp/m ³) | TNT | SFF | TBL | MLF | BL | KPL | SNN | WRG |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| TLNG | 2,347,335 | 9,770,737 | 3,781,388 | 4,393,585 | 9,665,642 | 5,220,071 | 6,730,081 | 9,714,897 |

| Unit Cost (Rp/m ³) | TDR | JYP | NBR | SRM | TMK | MRK | BK | SRI |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| TLNG | 2,130,104 | 2,043,838 | 3,181,185 | 18,835,476 | 1,800,524 | 2,535,067 | 2,098,272 | 3,914,597 |

| Unit Cost (Rp/m ³) | MNW | KMN | FF | SRG | BTN | WSI |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| TLNG | 2,320,385 | 5,132,765 | 5,023,025 | 1,108,819 | 9,402,993 | 9,566,724 |

Kapal Aman Sendai

| Unit Cost (Rp/m ³) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR | SML | DB | SPR |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|
| AMB | - | 2,754,771 | 2,091,776 | 6,119,675 | 11,684,469 | 6,169,532 | 6,182,248 | 23,247,193 |
| LGR | 1,066,104 | - | 2,134,578 | 6,180,381 | 11,744,647 | 6,140,459 | 6,126,526 | 23,237,675 |
| KLR | 1,022,391 | 2,748,094 | - | 6,122,838 | 11,688,687 | 6,169,287 | 6,175,627 | 23,127,656 |
| NML | 1,026,989 | 2,761,615 | 2,099,741 | - | 11,679,296 | 6,179,536 | 6,193,584 | 23,162,936 |
| NMR | 1,028,566 | 2,762,874 | 2,102,448 | 6,116,604 | - | 6,177,097 | 6,195,157 | 23,170,307 |
| SML | 1,064,383 | 2,729,677 | 2,139,555 | 6,179,536 | 11,739,789 | - | 6,149,438 | 23,244,854 |
| DB | 1,073,919 | 2,718,530 | 2,144,990 | 6,193,584 | 11,757,849 | 6,149,438 | - | 23,263,658 |
| SPR | 1,062,386 | 2,746,999 | 2,086,254 | 6,124,742 | 11,691,119 | 6,165,701 | 6,175,103 | - |
| TNT | 1,061,988 | 2,790,753 | 2,137,115 | 6,154,198 | 11,728,495 | 6,225,989 | 6,219,658 | 23,253,731 |
| SFF | 1,062,151 | 2,791,264 | 2,137,301 | 6,154,943 | 11,729,240 | 6,226,735 | 6,218,820 | 23,254,588 |
| TBL | 1,082,180 | 2,812,037 | 2,160,373 | 6,180,699 | 11,754,995 | 6,253,229 | 6,246,581 | 23,307,576 |
| MLF | 1,089,944 | 2,818,883 | 2,167,617 | 6,189,362 | 11,763,869 | 6,261,469 | 6,255,033 | 23,324,902 |
| BL | 1,069,272 | 2,825,976 | 2,174,311 | 6,197,699 | 11,772,418 | 6,270,018 | 6,263,687 | 23,341,366 |
| KPL | 1,048,369 | 2,773,692 | 2,122,365 | 6,136,779 | 11,709,703 | 6,208,570 | 6,206,146 | 23,218,469 |
| SNN | 1,040,845 | 2,780,956 | 2,115,124 | 6,126,114 | 11,699,354 | 6,198,644 | 6,214,909 | 23,203,474 |
| WRG | 1,078,853 | 2,789,061 | 2,158,562 | 6,178,058 | 11,753,094 | 6,249,955 | 6,223,773 | 23,300,606 |
| TDR | 1,060,724 | 2,766,259 | 2,136,666 | 6,154,202 | 11,728,816 | 6,225,994 | 6,217,445 | 23,252,895 |
| JYP | 2,756,904 | 2,853,431 | 2,247,713 | 6,281,434 | 11,853,830 | 6,321,548 | 6,303,391 | 23,504,190 |
| NBR | 1,116,471 | 2,813,728 | 2,204,902 | 6,232,439 | 11,804,096 | 6,272,448 | 6,254,608 | 23,401,554 |
| SRM | 1,133,892 | 2,833,155 | 2,225,988 | 6,255,667 | 11,827,957 | 6,295,992 | 6,278,574 | 23,449,487 |
| TMK | 1,094,460 | 2,744,297 | 2,168,072 | 6,221,146 | 11,785,834 | 6,183,864 | 6,139,837 | 23,318,360 |
| MRK | 1,139,441 | 2,782,309 | 2,220,112 | 6,281,754 | 11,846,231 | 6,211,528 | 6,198,545 | 23,441,688 |
| BK | 1,107,762 | 2,806,127 | 2,195,220 | 6,223,360 | 11,794,067 | 6,263,475 | 6,244,156 | 23,379,173 |
| SRI | 1,110,136 | 2,809,843 | 2,200,016 | 6,228,533 | 11,799,978 | 6,268,542 | 6,248,484 | 23,390,996 |
| MNW | 1,091,524 | 2,788,554 | 2,177,115 | 6,202,027 | 11,772,417 | 6,241,085 | 6,221,450 | 23,336,506 |
| KMN | 1,068,404 | 2,723,008 | 2,139,107 | 6,189,995 | 11,751,726 | 6,172,352 | 6,129,170 | 23,246,976 |
| FF | 1,056,286 | 2,728,497 | 2,124,715 | 6,168,452 | 11,736,730 | 6,170,871 | 6,144,795 | 23,216,140 |
| SRG | 1,064,843 | 2,757,644 | 2,145,808 | 6,162,440 | 11,733,674 | 6,199,597 | 6,183,552 | 23,262,822 |
| BTN | 1,074,340 | 2,749,867 | 2,142,362 | 6,183,233 | 11,756,474 | 6,194,205 | 6,172,458 | 23,256,260 |
| WSI | 1,063,256 | 2,759,500 | 2,144,719 | 6,160,641 | 11,731,664 | 6,201,494 | 6,184,605 | 23,263,871 |

Kapal Aman Sendai (lanjutan)

| Unit Cost (Rp/m3) | TNT | SFF | TBL | MLF | BL | KPL | SNN | WRG |
|-------------------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|
| AMB | 2,392,592 | 11,729,249 | 4,339,032 | 5,005,278 | 11,738,744 | 6,148,181 | 8,113,555 | 11,751,519 |
| LGR | 2,434,646 | 11,780,135 | 4,389,179 | 5,043,960 | 11,823,525 | 6,195,478 | 8,202,099 | 11,777,381 |
| KLR | 2,392,676 | 11,729,349 | 4,339,343 | 5,004,007 | 11,772,527 | 6,149,232 | 8,117,068 | 11,754,153 |
| NML | 2,382,475 | 11,717,635 | 4,326,468 | 4,993,876 | 11,760,391 | 6,136,779 | 8,097,508 | 11,740,750 |
| NMR | 2,392,145 | 11,729,240 | 4,338,073 | 5,003,328 | 11,772,418 | 6,147,011 | 8,111,573 | 11,753,094 |
| SML | 2,442,301 | 11,789,427 | 4,398,998 | 5,051,562 | 11,832,710 | 6,208,570 | 8,194,214 | 11,812,647 |
| DB | 2,437,025 | 11,781,512 | 4,392,350 | 5,046,413 | 11,826,379 | 6,206,146 | 8,215,901 | 11,786,465 |
| SPR | 2,395,759 | 11,733,260 | 4,342,831 | 5,006,966 | 11,776,649 | 6,152,509 | 8,122,704 | 11,756,269 |
| TNT | - | 11,668,636 | 4,276,413 | 4,953,832 | 11,710,336 | 6,122,519 | 8,120,589 | 11,690,273 |
| SFF | 2,342,263 | - | 4,277,264 | 4,954,428 | 11,711,504 | 6,122,736 | 8,122,004 | 11,691,229 |
| TBL | 2,362,846 | 11,694,186 | - | 4,932,458 | 11,687,104 | 6,150,392 | 8,158,879 | 11,672,214 |
| MLF | 2,370,065 | 11,702,744 | 4,258,359 | - | 11,692,388 | 6,159,477 | 8,170,852 | 11,680,561 |
| BL | 2,377,013 | 11,711,504 | 4,270,182 | 4,946,143 | - | 6,145,852 | 8,150,996 | 11,688,687 |
| KPL | 2,356,075 | 11,685,428 | 4,296,161 | 4,969,968 | 11,708,544 | - | 8,100,882 | 11,708,753 |
| SNN | 2,373,496 | 11,707,178 | 4,317,911 | 4,987,284 | 11,728,922 | 6,128,645 | - | 11,727,970 |
| WRG | 2,360,293 | 11,691,229 | 4,255,292 | 4,936,681 | 11,688,687 | 6,146,062 | 8,149,727 | - |
| TDR | 2,341,997 | 11,668,007 | 4,277,579 | 4,955,018 | 11,713,402 | 6,121,361 | 8,118,060 | 11,691,122 |
| JYP | 2,490,963 | 11,844,865 | 4,412,729 | 5,058,408 | 11,822,578 | 6,271,189 | 8,314,029 | 11,829,017 |
| NBR | 2,449,606 | 11,795,553 | 4,360,672 | 5,019,296 | 11,773,372 | 6,221,771 | 8,247,435 | 11,782,662 |
| SRM | 2,470,546 | 11,819,309 | 4,385,378 | 5,038,301 | 11,796,705 | 6,245,105 | 8,278,828 | 11,803,673 |
| TMK | 2,455,858 | 11,803,372 | 4,392,143 | 5,043,544 | 11,795,762 | 6,229,379 | 8,248,569 | 11,808,748 |
| MRK | 2,508,125 | 11,865,459 | 4,452,857 | 5,093,044 | 11,858,905 | 6,291,677 | 8,331,491 | 11,871,046 |
| BK | 2,441,688 | 11,787,636 | 4,352,333 | 5,012,033 | 11,762,181 | 6,212,587 | 8,235,330 | 11,770,099 |
| SRI | 2,445,735 | 11,792,809 | 4,357,400 | 5,016,002 | 11,767,671 | 6,216,809 | 8,242,086 | 11,774,849 |
| MNW | 2,423,207 | 11,765,775 | 4,330,155 | 4,994,291 | 11,740,743 | 6,189,459 | 8,205,619 | 11,747,815 |
| KMN | 2,428,578 | 11,769,053 | 4,355,712 | 5,012,963 | 11,760,281 | 6,193,265 | 8,201,120 | 11,772,634 |
| FF | 2,407,723 | 11,744,660 | 4,329,524 | 4,992,603 | 11,734,515 | 6,169,716 | 8,168,877 | 11,746,656 |
| SRG | 2,391,537 | 11,727,243 | 4,305,138 | 4,971,490 | 11,711,820 | 6,151,877 | 8,153,540 | 11,722,483 |
| BTN | 2,418,192 | 11,758,174 | 4,339,870 | 5,000,627 | 11,745,178 | 6,182,491 | 8,192,245 | 11,756,369 |
| WSI | 2,388,894 | 11,723,756 | 4,295,737 | 4,966,588 | 11,703,580 | 6,148,073 | 8,150,860 | 11,713,504 |

Kapal Aman Sendai (lanjutan)

| Unit Cost (Rp/m3) | TDR | JYP | NBR | SRM | TMK | MRK | BK | SRI |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| AMB | 2,135,584 | 2,632,703 | 3,341,548 | 23,437,876 | 1,786,428 | 2,478,651 | 2,057,514 | 4,376,307 |
| LGR | 2,154,041 | 990,449 | 3,346,452 | 23,453,066 | 1,746,838 | 2,425,851 | 2,064,435 | 4,386,436 |
| KLR | 2,136,666 | 990,691 | 3,346,454 | 23,453,704 | 1,780,922 | 2,473,368 | 2,063,001 | 4,385,594 |
| NML | 2,126,626 | 980,042 | 3,336,639 | 23,424,785 | 1,795,381 | 2,488,771 | 2,054,305 | 4,374,302 |
| NMR | 2,136,844 | 987,404 | 3,343,363 | 23,443,982 | 1,796,933 | 2,490,259 | 2,060,717 | 4,383,056 |
| SML | 2,188,161 | 1,010,474 | 3,366,646 | 23,505,436 | 1,766,383 | 2,430,250 | 2,086,397 | 4,414,311 |
| DB | 2,180,834 | 996,700 | 3,353,266 | 23,470,601 | 1,732,141 | 2,419,430 | 2,070,942 | 4,394,253 |
| SPR | 2,139,927 | 990,614 | 3,345,348 | 23,449,487 | 1,780,843 | 2,474,075 | 2,061,906 | 4,384,541 |
| TNT | 2,084,988 | 982,281 | 3,338,377 | 23,433,221 | 1,811,801 | 2,508,125 | 2,055,821 | 4,375,880 |
| SFF | 2,084,722 | 980,603 | 3,336,956 | 23,426,686 | 1,810,574 | 2,506,282 | 2,055,573 | 4,375,886 |
| TBL | 2,107,432 | 969,062 | 3,323,487 | 23,392,670 | 1,815,002 | 2,509,882 | 2,040,868 | 4,357,400 |
| MLF | 2,115,128 | 971,389 | 3,328,163 | 23,403,238 | 1,818,948 | 2,515,078 | 2,045,264 | 4,362,789 |
| BL | 2,123,632 | 963,696 | 3,320,320 | 23,381,479 | 1,804,655 | 2,500,820 | 2,035,209 | 4,350,748 |
| KPL | 2,098,476 | 972,270 | 3,328,638 | 23,403,661 | 1,801,784 | 2,497,040 | 2,045,687 | 4,362,579 |
| SNN | 2,115,762 | 985,406 | 3,341,229 | 23,437,660 | 1,809,586 | 2,505,311 | 2,059,202 | 4,380,317 |
| WRG | 2,104,535 | 968,581 | 3,327,288 | 23,395,413 | 1,814,755 | 2,510,937 | 2,041,543 | 4,357,927 |
| TDR | - | 980,282 | 3,336,955 | 23,424,993 | 1,813,283 | 2,509,272 | 2,052,361 | 4,373,139 |
| JYP | 2,235,951 | - | 3,296,485 | 23,172,839 | 1,872,164 | 2,571,743 | 2,005,984 | 4,308,410 |
| NBR | 2,194,046 | 902,258 | - | 23,216,761 | 1,834,303 | 2,531,705 | 1,982,415 | 4,267,862 |
| SRM | 2,213,684 | 864,929 | 3,276,051 | - | 1,853,765 | 2,551,942 | 1,985,454 | 4,282,537 |
| TMK | 2,203,735 | 1,009,199 | 3,365,702 | 23,505,875 | - | 2,405,971 | 2,083,954 | 4,411,046 |
| MRK | 2,257,042 | 1,439,452 | 3,412,266 | 23,628,570 | 1,765,240 | - | 2,137,340 | 4,477,567 |
| BK | 2,183,821 | 890,164 | 3,262,433 | 23,188,045 | 1,825,928 | 2,526,604 | - | 4,271,137 |
| SRI | 2,189,340 | 889,923 | 3,253,879 | 23,186,987 | 1,829,704 | 2,530,474 | 1,975,911 | - |
| MNW | 2,166,078 | 908,504 | 3,265,122 | 23,237,452 | 1,808,760 | 2,420,571 | 1,978,527 | 4,278,841 |
| KMN | 2,170,426 | 983,163 | 3,338,853 | 23,432,802 | 1,736,166 | 2,439,933 | 2,058,019 | 4,377,254 |
| FF | 2,149,518 | 963,296 | 3,319,608 | 23,380,847 | 1,753,656 | 2,449,434 | 2,035,970 | 4,351,172 |
| SRG | 2,133,594 | 937,668 | 3,294,034 | 23,312,438 | 1,777,888 | 2,476,100 | 2,008,859 | 4,316,967 |
| BTN | 2,160,196 | 970,905 | 3,326,655 | 23,397,527 | 1,774,761 | 2,472,838 | 2,043,064 | 4,360,040 |
| WSI | 2,129,699 | 938,627 | 3,295,773 | 23,317,710 | 1,784,702 | 2,483,753 | 2,010,630 | 4,319,920 |

Kapal Aman Sendai (lanjutan)

| Unit Cost (Rp/m ³) | MNW | KMN | FF | SRG | BTN | WSI |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| AMB | 2,425,410 | 6,174,894 | 6,158,737 | 1,064,843 | 11,745,501 | 11,730,723 |
| LGR | 2,432,355 | 6,132,123 | 6,138,984 | 1,068,797 | 11,728,388 | 11,740,430 |
| KLR | 2,431,565 | 6,168,765 | 6,151,974 | 1,069,670 | 11,735,254 | 11,738,003 |
| NML | 2,422,332 | 6,189,995 | 6,168,452 | 1,059,063 | 11,745,925 | 11,723,333 |
| NMR | 2,428,747 | 6,189,034 | 6,174,038 | 1,065,470 | 11,756,474 | 11,731,664 |
| SML | 2,454,880 | 6,172,352 | 6,170,871 | 1,086,931 | 11,756,897 | 11,764,186 |
| DB | 2,438,518 | 6,129,170 | 6,144,795 | 1,074,897 | 11,735,150 | 11,747,296 |
| SPR | 2,430,248 | 6,166,762 | 6,151,344 | 1,068,247 | 11,734,096 | 11,737,901 |
| TNT | 2,423,207 | 6,209,523 | 6,184,496 | 1,061,038 | 11,759,751 | 11,724,594 |
| SFF | 2,423,212 | 6,206,361 | 6,181,968 | 1,060,647 | 11,758,174 | 11,723,756 |
| TBL | 2,407,630 | 6,209,943 | 6,183,754 | 1,056,760 | 11,756,792 | 11,712,660 |
| MLF | 2,412,210 | 6,213,220 | 6,187,771 | 1,058,268 | 11,760,493 | 11,717,944 |
| BL | 2,402,351 | 6,197,589 | 6,171,823 | 1,049,079 | 11,745,178 | 11,703,580 |
| KPL | 2,411,858 | 6,193,265 | 6,169,716 | 1,051,141 | 11,745,183 | 11,710,765 |
| SNN | 2,426,640 | 6,203,823 | 6,179,641 | 1,063,336 | 11,759,859 | 11,728,820 |
| WRG | 2,408,246 | 6,209,942 | 6,183,964 | 1,057,076 | 11,756,369 | 11,713,504 |
| TDR | 2,420,835 | 6,205,303 | 6,180,910 | 1,058,982 | 11,756,060 | 11,720,480 |
| JYP | 2,409,921 | 6,285,548 | 6,259,359 | 1,106,416 | 11,832,081 | 11,789,532 |
| NBR | 2,368,212 | 6,235,391 | 6,209,731 | 1,068,957 | 11,781,819 | 11,740,643 |
| SRM | 2,388,976 | 6,259,675 | 6,233,698 | 1,086,853 | 11,804,729 | 11,764,821 |
| TMK | 2,452,600 | 6,145,012 | 6,167,500 | 1,086,225 | 11,757,327 | 11,770,108 |
| MRK | 2,420,571 | 6,223,148 | 6,234,550 | 1,137,145 | 11,825,327 | 11,838,424 |
| BK | 2,361,174 | 6,228,002 | 6,200,441 | 1,062,148 | 11,772,001 | 11,731,458 |
| SRI | 2,364,869 | 6,231,485 | 6,205,402 | 1,065,631 | 11,776,962 | 11,736,842 |
| MNW | - | 6,203,818 | 6,177,629 | 1,045,752 | 11,750,139 | 11,708,752 |
| KMN | 2,423,824 | - | 6,176,789 | 1,044,884 | 11,749,194 | 11,708,969 |
| FF | 2,402,000 | 6,176,789 | - | 1,061,038 | 11,721,844 | 11,734,730 |
| SRG | 2,374,552 | 6,143,535 | 6,165,073 | - | 11,694,608 | 11,709,606 |
| BTN | 2,410,182 | 6,186,502 | 6,159,152 | 1,036,170 | - | 11,720,896 |
| WSI | 2,375,693 | 6,146,277 | 6,172,038 | 1,047,419 | 11,720,896 | - |

| Unit Cost (Rp/m ³) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR | SML | DB | SPR |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|
| TLNG | 1,153,464 | 2,829,714 | 2,243,011 | 6,341,871 | 11,917,491 | 6,373,286 | 6,329,396 | 23,777,039 |

| Unit Cost (Rp/m ³) | TNT | SFF | TBL | MLF | BL | KPL | SNN | WRG |
|-----------------------------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|
| TLNG | 2,545,002 | 11,957,409 | 4,514,069 | 5,101,844 | 11,907,866 | 6,347,257 | 8,479,632 | 11,931,083 |

| Unit Cost (Rp/m ³) | TDR | JYP | NBR | SRM | TMK | MRK | BK | SRI |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| TLNG | 2,297,684 | 1,112,229 | 3,435,675 | 24,069,702 | 1,861,705 | 2,618,749 | 2,164,495 | 4,576,863 |

| Unit Cost (Rp/m ³) | MNW | KMN | FF | SRG | BTN | WSI |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| TLNG | 2,534,414 | 6,306,103 | 6,254,370 | 1,110,204 | 11,784,056 | 11,861,239 |

Kapal Surya Aki

| Unit Cost (Rp/m ³) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR | SML | DB | SPR |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|
| AMB | - | 2,797,404 | 2,116,953 | 6,180,285 | 11,789,919 | 6,244,294 | 6,260,617 | 23,483,692 |
| LGR | 1,093,904 | - | 2,171,905 | 6,258,222 | 11,867,179 | 6,206,969 | 6,189,081 | 23,471,474 |
| KLR | 1,037,785 | 2,788,832 | - | 6,184,345 | 11,795,335 | 6,243,979 | 6,252,118 | 23,330,227 |
| NML | 1,043,688 | 2,806,190 | 2,127,180 | - | 11,783,279 | 6,257,137 | 6,275,171 | 23,375,520 |
| NMR | 1,045,712 | 2,807,806 | 2,130,654 | 6,176,343 | - | 6,254,006 | 6,277,192 | 23,384,983 |
| SML | 1,091,695 | 2,765,187 | 2,178,295 | 6,257,137 | 11,860,942 | - | 6,218,496 | 23,480,690 |
| DB | 1,103,937 | 2,750,876 | 2,185,271 | 6,275,171 | 11,884,128 | 6,218,496 | - | 23,504,830 |
| SPR | 1,089,131 | 2,787,425 | 2,109,864 | 6,186,790 | 11,798,458 | 6,239,375 | 6,251,445 | - |
| TNT | 1,088,620 | 2,843,598 | 2,175,161 | 6,224,607 | 11,846,442 | 6,316,775 | 6,308,647 | 23,492,086 |
| SFF | 1,088,829 | 2,844,255 | 2,175,400 | 6,225,564 | 11,847,398 | 6,317,732 | 6,307,570 | 23,493,186 |
| TBL | 1,114,544 | 2,870,924 | 2,205,020 | 6,258,629 | 11,880,464 | 6,351,746 | 6,343,211 | 23,561,215 |
| MLF | 1,124,511 | 2,879,713 | 2,214,321 | 6,269,751 | 11,891,856 | 6,362,325 | 6,354,062 | 23,583,457 |
| BL | 1,097,972 | 2,888,819 | 2,222,915 | 6,280,455 | 11,902,832 | 6,373,301 | 6,365,173 | 23,604,596 |
| KPL | 1,071,136 | 2,821,694 | 2,156,225 | 6,202,243 | 11,822,316 | 6,294,411 | 6,291,299 | 23,446,816 |
| SNN | 1,061,477 | 2,831,020 | 2,146,929 | 6,188,551 | 11,809,030 | 6,281,668 | 6,302,549 | 23,427,565 |
| WRG | 1,110,273 | 2,841,426 | 2,202,695 | 6,255,239 | 11,878,023 | 6,347,543 | 6,313,930 | 23,552,265 |
| TDR | 1,086,997 | 2,812,152 | 2,174,585 | 6,224,612 | 11,846,854 | 6,316,780 | 6,305,805 | 23,491,012 |
| JYP | 2,396,989 | 2,924,067 | 2,317,150 | 6,387,957 | 12,007,351 | 6,439,457 | 6,416,146 | 23,813,634 |
| NBR | 1,158,568 | 2,873,095 | 2,262,189 | 6,325,055 | 11,943,501 | 6,376,420 | 6,353,516 | 23,681,866 |
| SRM | 1,180,933 | 2,898,035 | 2,289,260 | 6,354,875 | 11,974,135 | 6,406,647 | 6,384,285 | 23,743,405 |
| TMK | 1,130,309 | 2,783,957 | 2,214,904 | 6,310,557 | 11,920,056 | 6,262,693 | 6,206,170 | 23,575,059 |
| MRK | 1,188,057 | 2,832,758 | 2,281,715 | 6,388,368 | 11,997,596 | 6,298,209 | 6,281,541 | 23,733,392 |
| BK | 1,147,386 | 2,863,336 | 2,249,758 | 6,313,399 | 11,930,625 | 6,364,900 | 6,340,098 | 23,653,132 |
| SRI | 1,150,435 | 2,868,107 | 2,255,915 | 6,320,040 | 11,938,215 | 6,371,405 | 6,345,654 | 23,668,312 |
| MNW | 1,126,540 | 2,840,775 | 2,226,515 | 6,286,011 | 11,902,830 | 6,336,156 | 6,310,947 | 23,598,356 |
| KMN | 1,096,857 | 2,756,625 | 2,177,719 | 6,270,564 | 11,876,267 | 6,247,914 | 6,192,475 | 23,483,414 |
| FF | 1,081,299 | 2,763,672 | 2,159,242 | 6,242,907 | 11,857,014 | 6,246,013 | 6,212,535 | 23,443,825 |
| SRG | 1,092,285 | 2,801,092 | 2,186,321 | 6,235,187 | 11,853,091 | 6,282,892 | 6,262,292 | 23,503,757 |
| BTN | 1,104,479 | 2,791,107 | 2,181,898 | 6,261,883 | 11,882,362 | 6,275,969 | 6,248,049 | 23,495,333 |
| WSI | 1,090,249 | 2,803,474 | 2,184,924 | 6,232,879 | 11,850,511 | 6,285,328 | 6,263,644 | 23,505,104 |

Kapal Surya Aki (lanjutan)

| Unit Cost (Rp/m3) | TNT | SFF | TBL | MLF | BL | KPL | SNN | WRG |
|-------------------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|
| AMB | 2,432,016 | 11,847,409 | 4,405,780 | 5,072,826 | 11,859,600 | 6,216,882 | 8,201,360 | 11,876,000 |
| LGR | 2,486,006 | 11,912,740 | 4,470,162 | 5,122,487 | 11,968,445 | 6,277,603 | 8,315,037 | 11,909,203 |
| KLR | 2,432,124 | 11,847,538 | 4,406,180 | 5,071,194 | 11,902,972 | 6,218,231 | 8,205,870 | 11,879,383 |
| NML | 2,419,026 | 11,832,500 | 4,389,651 | 5,058,187 | 11,887,392 | 6,202,243 | 8,180,758 | 11,862,175 |
| NMR | 2,431,442 | 11,847,398 | 4,404,549 | 5,070,323 | 11,902,832 | 6,215,379 | 8,198,815 | 11,878,023 |
| SML | 2,495,833 | 11,924,668 | 4,482,768 | 5,132,247 | 11,980,237 | 6,294,411 | 8,304,914 | 11,954,479 |
| DB | 2,489,060 | 11,914,506 | 4,474,233 | 5,125,636 | 11,972,109 | 6,291,299 | 8,332,755 | 11,920,866 |
| SPR | 2,436,081 | 11,852,559 | 4,410,658 | 5,074,993 | 11,908,264 | 6,222,438 | 8,213,106 | 11,882,099 |
| TNT | - | 11,769,593 | 4,325,388 | 5,006,777 | 11,823,129 | 6,183,936 | 8,210,390 | 11,797,371 |
| SFF | 2,367,401 | - | 4,326,481 | 5,007,542 | 11,824,628 | 6,184,214 | 8,212,207 | 11,798,599 |
| TBL | 2,393,827 | 11,802,395 | - | 4,979,338 | 11,793,303 | 6,219,720 | 8,259,549 | 11,774,187 |
| MLF | 2,403,094 | 11,813,381 | 4,302,210 | - | 11,800,087 | 6,231,383 | 8,274,919 | 11,784,902 |
| BL | 2,412,015 | 11,824,628 | 4,317,389 | 4,996,907 | - | 6,213,892 | 8,249,428 | 11,795,335 |
| KPL | 2,385,134 | 11,791,150 | 4,350,741 | 5,027,493 | 11,820,828 | - | 8,185,090 | 11,821,097 |
| SNN | 2,407,500 | 11,819,075 | 4,378,666 | 5,049,724 | 11,846,990 | 6,191,801 | - | 11,845,768 |
| WRG | 2,390,550 | 11,798,599 | 4,298,272 | 4,984,759 | 11,795,335 | 6,214,161 | 8,247,799 | - |
| TDR | 2,367,061 | 11,768,785 | 4,326,885 | 5,008,300 | 11,827,066 | 6,182,450 | 8,207,144 | 11,798,461 |
| JYP | 2,558,308 | 11,995,842 | 4,500,396 | 5,141,035 | 11,967,229 | 6,374,803 | 8,458,735 | 11,975,496 |
| NBR | 2,505,212 | 11,932,534 | 4,433,563 | 5,090,823 | 11,904,057 | 6,311,360 | 8,373,240 | 11,915,984 |
| SRM | 2,532,096 | 11,963,032 | 4,465,281 | 5,115,221 | 11,934,013 | 6,341,316 | 8,413,543 | 11,942,957 |
| TMK | 2,513,239 | 11,942,572 | 4,473,967 | 5,121,952 | 11,932,802 | 6,321,127 | 8,374,695 | 11,949,474 |
| MRK | 2,580,340 | 12,022,281 | 4,551,913 | 5,185,502 | 12,013,866 | 6,401,106 | 8,481,154 | 12,029,453 |
| BK | 2,495,047 | 11,922,369 | 4,422,857 | 5,081,498 | 11,889,690 | 6,299,568 | 8,357,699 | 11,899,855 |
| SRI | 2,500,243 | 11,929,010 | 4,429,362 | 5,086,594 | 11,896,738 | 6,304,989 | 8,366,373 | 11,905,953 |
| MNW | 2,471,320 | 11,894,303 | 4,394,384 | 5,058,720 | 11,862,166 | 6,269,876 | 8,319,555 | 11,871,246 |
| KMN | 2,478,216 | 11,898,512 | 4,427,195 | 5,082,692 | 11,887,251 | 6,274,762 | 8,313,779 | 11,903,109 |
| FF | 2,451,441 | 11,867,194 | 4,393,573 | 5,056,554 | 11,854,171 | 6,244,529 | 8,272,384 | 11,869,758 |
| SRG | 2,430,661 | 11,844,835 | 4,362,267 | 5,029,448 | 11,825,033 | 6,221,627 | 8,252,693 | 11,838,723 |
| BTN | 2,464,882 | 11,884,544 | 4,406,856 | 5,066,855 | 11,867,861 | 6,260,930 | 8,302,385 | 11,882,228 |
| WSI | 2,427,269 | 11,840,357 | 4,350,198 | 5,023,154 | 11,814,456 | 6,216,743 | 8,249,253 | 11,827,196 |

Kapal Surya Aki (lanjutan)

| Unit Cost (Rp/m3) | TDR | JYP | NBR | SRM | TMK | MRK | BK | SRI |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| AMB | 2,173,196 | 2,398,980 | 3,401,342 | 23,728,497 | 1,828,849 | 2,542,501 | 2,106,859 | 4,453,635 |
| LGR | 2,196,892 | 1,023,469 | 3,407,639 | 23,747,999 | 1,778,022 | 2,474,714 | 2,115,745 | 4,466,640 |
| KLR | 2,174,585 | 1,023,765 | 3,407,641 | 23,748,818 | 1,821,780 | 2,535,718 | 2,113,903 | 4,465,558 |
| NML | 2,161,694 | 1,010,716 | 3,395,040 | 23,711,691 | 1,840,343 | 2,555,494 | 2,102,740 | 4,451,062 |
| NMR | 2,174,813 | 1,019,737 | 3,403,672 | 23,736,337 | 1,842,336 | 2,557,403 | 2,110,972 | 4,462,300 |
| SML | 2,240,696 | 1,048,009 | 3,433,564 | 23,815,235 | 1,803,115 | 2,480,362 | 2,143,940 | 4,502,427 |
| DB | 2,231,289 | 1,031,129 | 3,416,386 | 23,770,511 | 1,759,153 | 2,466,471 | 2,124,099 | 4,476,676 |
| SPR | 2,178,772 | 1,023,671 | 3,406,221 | 23,743,405 | 1,821,678 | 2,536,625 | 2,112,497 | 4,464,207 |
| TNT | 2,108,239 | 1,013,459 | 3,397,271 | 23,722,522 | 1,861,424 | 2,580,340 | 2,104,686 | 4,453,088 |
| SFF | 2,107,897 | 1,011,403 | 3,395,447 | 23,714,132 | 1,859,848 | 2,577,974 | 2,104,367 | 4,453,095 |
| TBL | 2,137,053 | 997,260 | 3,378,155 | 23,670,461 | 1,865,533 | 2,582,597 | 2,085,489 | 4,429,362 |
| MLF | 2,146,934 | 1,000,111 | 3,384,158 | 23,684,028 | 1,870,598 | 2,589,266 | 2,091,132 | 4,436,281 |
| BL | 2,157,852 | 990,684 | 3,374,089 | 23,656,093 | 1,852,249 | 2,570,962 | 2,078,223 | 4,420,823 |
| KPL | 2,125,555 | 1,001,191 | 3,384,769 | 23,684,572 | 1,848,563 | 2,566,109 | 2,091,675 | 4,436,011 |
| SNN | 2,147,747 | 1,017,289 | 3,400,933 | 23,728,220 | 1,858,579 | 2,576,727 | 2,109,026 | 4,458,784 |
| WRG | 2,133,333 | 996,670 | 3,383,035 | 23,673,983 | 1,865,216 | 2,583,952 | 2,086,355 | 4,430,039 |
| TDR | - | 1,011,009 | 3,395,445 | 23,711,958 | 1,863,326 | 2,581,813 | 2,100,244 | 4,449,568 |
| JYP | 2,302,051 | - | 3,343,489 | 23,388,235 | 1,938,919 | 2,662,015 | 2,040,703 | 4,366,467 |
| NBR | 2,248,251 | 915,393 | - | 23,444,623 | 1,890,312 | 2,610,614 | 2,010,445 | 4,314,410 |
| SRM | 2,273,463 | 869,647 | 3,317,255 | - | 1,915,298 | 2,636,594 | 2,014,347 | 4,333,250 |
| TMK | 2,260,690 | 1,046,446 | 3,432,352 | 23,815,797 | - | 2,449,192 | 2,140,804 | 4,498,235 |
| MRK | 2,329,128 | 1,103,577 | 3,492,133 | 23,973,317 | 1,801,647 | - | 2,209,342 | 4,583,637 |
| BK | 2,235,123 | 900,572 | 3,299,772 | 23,407,756 | 1,879,560 | 2,604,064 | - | 4,318,615 |
| SRI | 2,242,210 | 900,277 | 3,288,790 | 23,406,398 | 1,884,408 | 2,609,033 | 2,002,095 | - |
| MNW | 2,212,345 | 923,048 | 3,303,224 | 23,471,187 | 1,857,519 | 2,467,936 | 2,005,454 | 4,328,505 |
| KMN | 2,217,927 | 1,014,540 | 3,397,883 | 23,721,984 | 1,764,320 | 2,492,794 | 2,107,508 | 4,454,852 |
| FF | 2,191,084 | 990,194 | 3,373,175 | 23,655,282 | 1,786,775 | 2,504,991 | 2,079,200 | 4,421,366 |
| SRG | 2,170,641 | 958,787 | 3,340,342 | 23,567,455 | 1,817,884 | 2,539,226 | 2,044,395 | 4,377,452 |
| BTN | 2,204,793 | 999,518 | 3,382,222 | 23,676,697 | 1,813,871 | 2,535,039 | 2,088,308 | 4,432,751 |
| WSI | 2,165,641 | 959,962 | 3,342,575 | 23,574,225 | 1,826,632 | 2,549,051 | 2,046,669 | 4,381,244 |

Kapal Surya Aki (lanjutan)

| Unit Cost (Rp/m³) | MNW | KMN | FF | SRG | BTN | WSI |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| AMB | 2,474,149 | 6,251,177 | 6,230,433 | 1,092,285 | 11,868,275 | 11,849,302 |
| LGR | 2,483,065 | 6,196,267 | 6,205,075 | 1,097,362 | 11,846,305 | 11,861,764 |
| KLR | 2,482,051 | 6,243,308 | 6,221,751 | 1,098,482 | 11,855,119 | 11,858,649 |
| NML | 2,470,197 | 6,270,564 | 6,242,907 | 1,084,865 | 11,868,819 | 11,839,815 |
| NMR | 2,478,432 | 6,269,331 | 6,250,078 | 1,093,090 | 11,882,362 | 11,850,511 |
| SML | 2,511,984 | 6,247,914 | 6,246,013 | 1,120,644 | 11,882,905 | 11,892,264 |
| DB | 2,490,977 | 6,192,475 | 6,212,535 | 1,105,194 | 11,854,985 | 11,870,580 |
| SPR | 2,480,360 | 6,240,737 | 6,220,942 | 1,096,656 | 11,853,633 | 11,858,518 |
| TNT | 2,471,320 | 6,295,635 | 6,263,504 | 1,087,401 | 11,886,570 | 11,841,434 |
| SFF | 2,471,326 | 6,291,576 | 6,260,258 | 1,086,898 | 11,884,544 | 11,840,357 |
| TBL | 2,451,323 | 6,296,174 | 6,262,552 | 1,081,909 | 11,882,771 | 11,826,113 |
| MLF | 2,457,201 | 6,300,382 | 6,267,709 | 1,083,844 | 11,887,521 | 11,832,896 |
| BL | 2,444,546 | 6,280,315 | 6,247,235 | 1,072,047 | 11,867,861 | 11,814,456 |
| KPL | 2,456,750 | 6,274,762 | 6,244,529 | 1,074,695 | 11,867,866 | 11,823,679 |
| SNN | 2,475,728 | 6,288,317 | 6,257,271 | 1,090,352 | 11,886,708 | 11,846,859 |
| WRG | 2,452,112 | 6,296,173 | 6,262,822 | 1,082,314 | 11,882,228 | 11,827,196 |
| TDR | 2,468,274 | 6,290,218 | 6,258,900 | 1,084,762 | 11,881,830 | 11,836,152 |
| JYP | 2,454,263 | 6,393,238 | 6,359,616 | 1,145,658 | 11,979,429 | 11,924,804 |
| NBR | 2,400,715 | 6,328,846 | 6,295,902 | 1,097,567 | 11,914,901 | 11,862,038 |
| SRM | 2,427,373 | 6,360,022 | 6,326,671 | 1,120,543 | 11,944,314 | 11,893,078 |
| TMK | 2,509,055 | 6,212,814 | 6,241,685 | 1,119,736 | 11,883,458 | 11,899,866 |
| MRK | 2,467,936 | 6,313,128 | 6,327,765 | 1,185,109 | 11,970,758 | 11,987,572 |
| BK | 2,391,680 | 6,319,359 | 6,283,975 | 1,088,825 | 11,902,296 | 11,850,247 |
| SRI | 2,396,424 | 6,323,831 | 6,290,345 | 1,093,298 | 11,908,666 | 11,857,159 |
| MNW | - | 6,288,310 | 6,254,689 | 1,067,776 | 11,874,230 | 11,821,096 |
| KMN | 2,472,113 | - | 6,253,611 | 1,066,662 | 11,873,016 | 11,821,374 |
| FF | 2,444,095 | 6,253,611 | - | 1,087,400 | 11,837,903 | 11,854,447 |
| SRG | 2,408,855 | 6,210,917 | 6,238,568 | - | 11,802,937 | 11,822,191 |
| BTN | 2,454,599 | 6,266,080 | 6,230,967 | 1,055,475 | - | 11,836,687 |
| WSI | 2,410,321 | 6,214,438 | 6,247,511 | 1,069,916 | 11,836,687 | - |

| Unit Cost (Rp/m³) | AMB | LGR | KLR | NML | NMR | SML | DB | SPR |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|
| TLNG | 1,228,509 | 2,912,681 | 2,327,411 | 6,475,009 | 12,098,895 | 6,516,198 | 6,458,654 | 24,121,960 |

| Unit Cost (Rp/m³) | TNT | SFF | TBL | MLF | BL | KPL | SNN | WRG |
|----------------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|
| TLNG | 2,646,702 | 12,151,230 | 4,640,682 | 5,217,145 | 12,086,277 | 6,482,070 | 8,664,600 | 12,116,715 |

| Unit Cost (Rp/m³) | TDR | JYP | NBR | SRM | TMK | MRK | BK | SRI |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| TLNG | 2,399,092 | 1,187,350 | 3,546,192 | 24,505,665 | 1,946,720 | 2,743,390 | 2,265,351 | 4,723,010 |

| Unit Cost (Rp/m ³) | MNW | KMN | FF | SRG | BTN | WSI |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| TLNG | 2,632,820 | 6,428,114 | 6,360,288 | 1,171,792 | 11,923,951 | 12,025,145 |

Lampiran 2 Jarak Antar Terminal Penerima

| Jarak (Nm) | TLNG | AMB | LGR | KLR | NML | NMR | SML | DB | SPR | TNT | SFF |
|------------|------|------|-------|-----|-----|-----|------|------|-----|------|------|
| TLNG | 0 | 488 | 351 | 374 | 431 | 474 | 537 | 388 | 377 | 599 | 610 |
| AMB | 488 | 0 | 347.7 | 50 | 81 | 92 | 336 | 401 | 54 | 320 | 321 |
| LGR | 351 | 348 | 0 | 305 | 391 | 400 | 187 | 116 | 298 | 578 | 581 |
| KLR | 374 | 50 | 305 | 0 | 97 | 113 | 335 | 367 | 17 | 320 | 321 |
| NML | 431 | 81 | 391 | 97 | 0 | 65 | 387 | 459 | 107 | 258 | 261 |
| NMR | 474 | 92 | 400 | 113 | 65 | 0 | 375 | 467 | 126 | 317 | 321 |
| SML | 537 | 336 | 187 | 335 | 387 | 375 | 0 | 233 | 316 | 625 | 629 |
| DB | 388 | 401 | 116 | 367 | 459 | 467 | 233 | 0 | 364 | 592 | 588 |
| SPR | 377 | 54 | 298 | 17 | 107 | 126 | 316 | 364 | 0 | 339 | 341 |
| TNT | 599 | 320 | 578 | 320 | 258 | 317 | 625 | 592 | 339 | 0 | 11 |
| SFF | 610 | 321 | 581 | 321 | 261 | 321 | 629 | 588 | 341 | 11 | 0 |
| TBL | 520 | 457 | 714 | 459 | 393 | 452 | 764 | 730 | 477 | 137 | 141 |
| MLF | 550 | 510 | 758 | 502 | 437 | 498 | 806 | 773 | 521 | 181 | 185 |
| BL | 442 | 369 | 803 | 542 | 480 | 542 | 850 | 817 | 563 | 224 | 230 |
| KPL | 449 | 227 | 469 | 232 | 168 | 221 | 536 | 523 | 249 | 96 | 97 |
| SNN | 491 | 175 | 515 | 189 | 114 | 168 | 485 | 568 | 211 | 202 | 208 |
| WRG | 520 | 435 | 567 | 448 | 380 | 443 | 747 | 613 | 459 | 121 | 126 |
| TDR | 590 | 311 | 421 | 317 | 258 | 319 | 625 | 581 | 337 | 9 | 8 |
| JYP | 1044 | 4290 | 978 | 980 | 908 | 958 | 1113 | 1021 | 979 | 923 | 912 |
| NBR | 746 | 691 | 725 | 725 | 658 | 704 | 862 | 771 | 717 | 670 | 660 |
| SRM | 873 | 810 | 849 | 850 | 776 | 826 | 983 | 894 | 840 | 798 | 781 |
| TMK | 515 | 541 | 281 | 505 | 600 | 610 | 409 | 184 | 504 | 708 | 700 |
| MRK | 899 | 848 | 524 | 815 | 910 | 919 | 551 | 484 | 820 | 1029 | 1017 |
| BK | 675 | 632 | 676 | 667 | 611 | 652 | 816 | 718 | 660 | 621 | 619 |
| SRI | 733 | 648 | 700 | 695 | 638 | 683 | 842 | 740 | 690 | 646 | 646 |
| MNW | 556 | 521 | 564 | 559 | 502 | 542 | 702 | 602 | 551 | 508 | 508 |
| KMN | 309 | 363 | 145 | 332 | 441 | 436 | 350 | 130 | 322 | 540 | 524 |
| FF | 134 | 281 | 180 | 246 | 330 | 359 | 343 | 210 | 243 | 413 | 400 |
| SRG | 292 | 339 | 366 | 372 | 300 | 343 | 490 | 408 | 362 | 313 | 310 |
| BTN | 22 | 404 | 316 | 352 | 406 | 460 | 462 | 351 | 346 | 477 | 469 |
| WSI | 284 | 328 | 378 | 366 | 290 | 333 | 499 | 413 | 365 | 297 | 293 |

Jarak Antar Terminal Penerima (lanjutan)

| Jarak (Nm) | TBL | MLF | BL | KPL | SNN | WRG | TDR | JYP | NBR | SRM |
|------------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| TLNG | 520 | 550 | 442 | 449 | 491 | 520 | 590 | 1044 | 746 | 873 |
| AMB | 457 | 510 | 369 | 227 | 175 | 435 | 311 | 4290 | 691 | 810 |
| LGR | 714 | 758 | 803 | 469 | 515 | 567 | 421 | 978 | 725 | 849 |
| KLR | 459 | 502 | 542 | 232 | 189 | 448 | 317 | 980 | 725 | 850 |
| NML | 393 | 437 | 480 | 168 | 114 | 380 | 258 | 908 | 658 | 776 |
| NMR | 452 | 498 | 542 | 221 | 168 | 443 | 319 | 958 | 704 | 826 |
| SML | 764 | 806 | 850 | 536 | 485 | 747 | 625 | 1113 | 862 | 983 |
| DB | 730 | 773 | 817 | 523 | 568 | 613 | 581 | 1021 | 771 | 894 |
| SPR | 477 | 521 | 563 | 249 | 211 | 459 | 337 | 979 | 717 | 840 |
| TNT | 137 | 181 | 224 | 96 | 202 | 121 | 9 | 923 | 670 | 798 |
| SFF | 141 | 185 | 230 | 97 | 208 | 126 | 8 | 912 | 660 | 781 |
| TBL | 0 | 45 | 105 | 238 | 349 | 29 | 143 | 834 | 568 | 694 |
| MLF | 45 | 0 | 132 | 285 | 395 | 72 | 189 | 850 | 600 | 721 |
| BL | 105 | 132 | 0 | 215 | 319 | 113 | 240 | 798 | 546 | 666 |
| KPL | 238 | 285 | 215 | 0 | 127 | 216 | 90 | 856 | 603 | 722 |
| SNN | 349 | 395 | 319 | 127 | 0 | 314 | 193 | 944 | 689 | 809 |
| WRG | 29 | 72 | 113 | 216 | 314 | 0 | 126 | 831 | 594 | 701 |
| TDR | 143 | 189 | 240 | 90 | 193 | 126 | 0 | 910 | 660 | 777 |
| JYP | 834 | 850 | 798 | 856 | 944 | 831 | 910 | 0 | 384 | 132 |
| NBR | 568 | 600 | 546 | 603 | 689 | 594 | 660 | 384 | 0 | 245 |
| SRM | 694 | 721 | 666 | 722 | 809 | 701 | 777 | 132 | 245 | 0 |
| TMK | 729 | 755 | 661 | 642 | 693 | 727 | 718 | 1105 | 856 | 984 |
| MRK | 1039 | 1071 | 984 | 961 | 1011 | 1046 | 1036 | 1419 | 1173 | 1298 |
| BK | 525 | 553 | 489 | 556 | 643 | 530 | 599 | 302 | 152 | 171 |
| SRI | 551 | 579 | 517 | 578 | 668 | 554 | 632 | 301 | 93 | 168 |
| MNW | 412 | 440 | 380 | 438 | 529 | 416 | 493 | 426 | 170 | 298 |
| KMN | 543 | 559 | 479 | 457 | 511 | 543 | 519 | 929 | 673 | 797 |
| FF | 409 | 429 | 348 | 337 | 388 | 410 | 394 | 795 | 542 | 664 |
| SRG | 284 | 294 | 232 | 246 | 329 | 286 | 299 | 623 | 367 | 489 |
| BTN | 462 | 481 | 402 | 402 | 477 | 460 | 458 | 847 | 590 | 707 |
| WSI | 236 | 263 | 190 | 226 | 319 | 240 | 276 | 629 | 379 | 503 |

Jarak Antar Terminal Penerima (lanjutan)

| Jarak (Nm) | TMK | MRK | BK | SRI | MNW | KMN | FF | SRG | BTN | WSI |
|------------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TLNG | 515 | 899 | 675 | 733 | 556 | 309 | 134 | 292 | 22 | 284 |
| AMB | 541 | 848 | 632 | 648 | 521 | 363 | 281 | 339 | 404 | 328 |
| LGR | 281 | 524 | 676 | 700 | 564 | 145 | 180 | 366 | 316 | 378 |
| KLR | 505 | 815 | 667 | 695 | 559 | 332 | 246 | 372 | 352 | 366 |
| NML | 600 | 910 | 611 | 638 | 502 | 441 | 330 | 300 | 406 | 290 |
| NMR | 610 | 919 | 652 | 683 | 542 | 436 | 359 | 343 | 460 | 333 |
| SML | 409 | 551 | 816 | 842 | 702 | 350 | 343 | 490 | 462 | 499 |
| DB | 184 | 484 | 718 | 740 | 602 | 130 | 210 | 408 | 351 | 413 |
| SPR | 504 | 820 | 660 | 690 | 551 | 322 | 243 | 362 | 346 | 365 |
| TNT | 708 | 1029 | 621 | 646 | 508 | 540 | 413 | 313 | 477 | 297 |
| SFF | 700 | 1017 | 619 | 646 | 508 | 524 | 400 | 310 | 469 | 293 |
| TBL | 729 | 1039 | 525 | 551 | 412 | 543 | 409 | 284 | 462 | 236 |
| MLF | 755 | 1071 | 553 | 579 | 440 | 559 | 429 | 294 | 481 | 263 |
| BL | 661 | 984 | 489 | 517 | 380 | 479 | 348 | 232 | 402 | 190 |
| KPL | 642 | 961 | 556 | 578 | 438 | 457 | 337 | 246 | 402 | 226 |
| SNN | 693 | 1011 | 643 | 668 | 529 | 511 | 388 | 329 | 477 | 319 |
| WRG | 727 | 1046 | 530 | 554 | 416 | 543 | 410 | 286 | 460 | 240 |
| TDR | 718 | 1036 | 599 | 632 | 493 | 519 | 394 | 299 | 458 | 276 |
| JYP | 1105 | 1419 | 302 | 301 | 426 | 929 | 795 | 623 | 847 | 629 |
| NBR | 856 | 1173 | 152 | 93 | 170 | 673 | 542 | 367 | 590 | 379 |
| SRM | 984 | 1298 | 171 | 168 | 298 | 797 | 664 | 489 | 707 | 503 |
| TMK | 0 | 402 | 801 | 826 | 688 | 211 | 326 | 485 | 464 | 530 |
| MRK | 402 | 0 | 1142 | 1166 | 491 | 610 | 668 | 832 | 812 | 879 |
| BK | 801 | 1142 | 0 | 110 | 127 | 635 | 494 | 321 | 539 | 332 |
| SRI | 826 | 1166 | 110 | 0 | 150 | 653 | 519 | 344 | 565 | 360 |
| MNW | 688 | 491 | 127 | 150 | 0 | 511 | 377 | 209 | 428 | 216 |
| KMN | 211 | 610 | 635 | 653 | 511 | 0 | 373 | 203 | 327 | 437 |
| FF | 326 | 668 | 494 | 519 | 377 | 373 | 0 | 313 | 283 | 349 |
| SRG | 485 | 832 | 321 | 344 | 209 | 203 | 313 | 0 | 144 | 220 |
| BTN | 464 | 812 | 539 | 565 | 428 | 327 | 283 | 144 | 0 | 278 |
| WSI | 530 | 879 | 332 | 360 | 216 | 437 | 349 | 220 | 278 | 0 |

Jarak Antar Terminal Penerima (lanjutan)

| | SRI | MNW | KMN | FF | SRG | BTN | WSI |
|-------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|
| TLNG | 582.6134 | 435.205 | 237.581 | 110.691 | 225.702 | 41.5767 | 242.981 |
| AMB | 647.9482 | 521.058 | 363.391 | 280.778 | 339.093 | 403.888 | 328.294 |
| LGR | 699.784 | 563.7149 | 144.708 | 179.806 | 366.091 | 316.415 | 377.97 |
| KLR | 695.4644 | 558.8553 | 332.073 | 246.22 | 372.03 | 351.512 | 365.551 |
| NML | 637.689 | 502.16 | 440.605 | 330.454 | 299.676 | 406.048 | 290.497 |
| NMR | 682.5054 | 541.5767 | 435.745 | 359.071 | 343.413 | 460.043 | 333.153 |
| SML | 842.3326 | 701.9438 | 350.432 | 342.873 | 489.741 | 462.203 | 499.46 |
| DB | 739.7408 | 601.5119 | 129.59 | 209.503 | 407.667 | 350.972 | 413.067 |
| SPR | 690.0648 | 550.7559 | 321.814 | 242.981 | 362.311 | 345.572 | 365.011 |
| TNT | 645.7883 | 507.559 | 540.4968 | 412.527 | 313.175 | 476.782 | 296.976 |
| SFF | 645.7883 | 507.559 | 524.298 | 399.568 | 310.475 | 468.683 | 292.657 |
| TBL | 551.2959 | 411.987 | 542.6566 | 408.747 | 284.017 | 461.663 | 235.961 |
| MLF | 578.8337 | 440.065 | 559.3952 | 429.266 | 294.276 | 480.562 | 262.959 |
| BL | 517.279 | 379.59 | 479.482 | 347.732 | 231.641 | 402.268 | 189.525 |
| KPL | 577.7538 | 437.905 | 457.343 | 336.933 | 245.68 | 402.268 | 226.242 |
| SNN | 668.4665 | 528.618 | 511.339 | 387.689 | 328.834 | 477.322 | 318.575 |
| WRG | 553.9957 | 415.767 | 542.6566 | 409.827 | 286.177 | 459.503 | 240.281 |
| TDR | 631.7495 | 492.981 | 518.898 | 394.168 | 299.136 | 457.883 | 275.918 |
| JYP | 300.756 | 426.026 | 929.2657 | 795.3564 | 622.5702 | 846.6523 | 629.0497 |
| NBR | 93.4125 | 170.086 | 672.7862 | 541.5767 | 367.171 | 589.6328 | 379.05 |
| SRM | 168.467 | 297.516 | 796.9762 | 664.1469 | 489.201 | 706.8035 | 502.7 |
| TMK | 825.594 | 687.905 | 210.583 | 325.594 | 484.881 | 464.363 | 529.698 |
| MRK | 1165.767 | 491.361 | 610.1512 | 668.4665 | 832.0734 | 812.095 | 879.0497 |
| BK | 110.151 | 126.89 | 634.9892 | 494.06 | 320.734 | 539.417 | 332.073 |
| SRI | 0 | 149.568 | 652.8078 | 519.438 | 344.492 | 564.7948 | 359.611 |
| MNW | 149.568 | 0 | 511.339 | 377.43 | 208.963 | 427.646 | 215.983 |
| KMN | 652.8078 | 511.339 | 0 | 373.11 | 203.024 | 422.786 | 217.063 |
| FF | 519.438 | 377.43 | 373.11 | 0 | 313.175 | 282.937 | 348.812 |
| SRG | 344.492 | 208.963 | 203.024 | 313.175 | 0 | 143.629 | 220.302 |
| BTN | 564.7948 | 427.646 | 422.786 | 282.937 | 143.629 | 0 | 278.078 |
| WSI | 359.611 | 215.983 | 217.063 | 348.812 | 220.302 | 278.078 | 0 |

BIODATA PENULIS



Nama lengkap penulis adalah Iqbal Rizky Rizaldi, dilahirkan di Madiun, Jawa Timur pada tanggal 22 Desember 1999. Penulis adalah anak sulung dari 2 bersaudara. Orang tua penulis Ayahanda Alm. Drs. H. Tjatur Endah Waskito dan Ibunda Hj. Sri Wahyuningsih, S.H. Penulis telah menempuh pendidikan formal dimulai dari RA Nurul Ulum Sidorejo, Madiun 2003 - 2004, MI Nurul Ulum Sidorejo, Madiun 2004 - 2010 , SMP Negeri 1 Madiun 2010 - 2012, berlanjut ke SMA Negeri 2 Madiun 2012 - 2014, dan pada tahun 2014 Penulis diterima di Departemen Teknik Transportasi Laut, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan NRP 4414.100.013 melalui jalur SNMPTN. Selama masa perkuliahan, penulis aktif dalam organisasi, menjabat sebagai staff Departemen Syiar Lembaga Dakwah Kampus Jama'ah Masjid Manarul Ilmi ITS (2015/2016), staff BSO Seatrans Lembaga Dakwah Jurusan As-Safiinah (2015/2016), berlanjut sebagai Sekretaris Umum Lembaga Dakwah Jurusan As-Safiinah (2016/2017). Bagi pembaca yang ingin menghubungi penulis bisa melalui alamat email: iqbal.riz14@gmail.com.