



TUGAS AKHIR - MS141501

**OPTIMALISASI SISTEM PENGIRIMAN *PRODUCT OIL*
UNTUK WILAYAH KEPULAUAN:
STUDI KASUS NUSA TENGGARA BARAT**

**Putra Alhamda
NRP. 4412 100 035**

DOSEN PEMBIMBING

**Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA.
Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T.**

**JURUSAN TRANSPORTASI LAUT
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016**



TUGAS AKHIR - MS141501

**OPTIMALISASI SISTEM PENGIRIMAN *PRODUCT OIL*
UNTUK WILAYAH KEPULAUAN:
STUDI KASUS NUSA TENGGARA BARAT**

**Putra Alhamda
NRP. 4412 100 035**

DOSEN PEMBIMBING
Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA.
Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T.

**JURUSAN TRANSPORTASI LAUT
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016**



FINAL PROJECT - MS141501

OPTIMIZATION SYSTEM OF *PRODUCT OIL* SHIPMENT FOR ISLAND REGION: CASE STUDY NUSA TENGGARA BARAT

**Putra Alhamda
NRP. 4412 100 035**

SUPERVISORS :

**Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA.
Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T.**

**DEPARTMENT OF MARINE TRANSPORTATION
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2016**

LEMBAR PENGESAHAN

OPTIMALISASI SISTEM PENGIRIMAN *PRODUCT OIL* UNTUK WILAYAH KEPULAUAN : STUDI KASUS NUSA TENGGARA BARAT

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Keahlian Transportasi Laut – Logistik Maritim

Program S1 Jurusan Transportasi Laut

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

PUTRA ALHAMDA

NRP : 4412 100 035

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing I

Achmad Mustakim, S.T., M.T., M.Ba.

NIP : 19880605 199512 1 001

Dosen Pembimbing II

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

NIP : -

SURABAYA, JULI 2016



LEMBAR REVISI

OPTIMALISASI SISTEM PENGIRIMAN *PRODUCT OIL* UNTUK WILAYAH KEPULAUAN : STUDI KASUS NUSA TENGGARA BARAT

TUGAS AKHIR

Direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir

Tanggal 22 Juni 2016

Bidang Keahlian Transportasi Laut – Logistik Maritim

Program S1 Jurusan Transportasi Laut

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

PUTRA ALHAMDA

NRP : 4412 100 035

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

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

2. Siti Dwi Lazuardi, S.T., M.Sc.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

1. Achmad Mustakim, S.T., M.T., M.BA.

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

SURABAYA, 18 JULI 2016

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “**Optimalisasi Sistem Pengiriman Product Oil: Studi Kasus Nusa Tenggara Barat**” 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 kali ini, perkenankan penulis untuk menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Bapak Achmad Mustakim, S.T., M.T., M.BA.. selaku dosen pembimbing I dan Ibu Pratiwi Wuryaningrum, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing II yang dengan sabar telah meluangkan waktu memberikan bimbingan, ilmu dan arahan dalam proses penyelesaian penelitian ini.
2. Bapak Firmanto Hadi, S.T., M.Sc. selaku dosen wali penulis yang telah meluangkan waktu, memberikan banyak ilmu, yang sangat membantu dan membimbing selama proses penggerjaan penelitian ini.
3. Ir. Tri Achmadi, Ph.D. selaku Ketua Jurusan Transportasi Laut yang membimbing baik dalam hal akademik dan non-akademik.
4. Dr. Ing. Setyo Nugroho, Ir. Murjito, M.Sc.Eng sebagai dosen pengajar Jurusan Transportasi Laut yang memberikan banyak ilmu selama masa perkuliahan.
5. Dosen-dosen Jurusan Transportasi Laut yang membantu selama penggerjaan penelitian ini Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T., Irwan Tri Yunianto, S.T., M.T., Siti Dwi Lazuardi, S.T., M.Sc, Christino Boyke S.P, S.T., M.T., Hasan Iqbal Nur, S.T., M.T.
6. Kedua orang tua penulis Ayahanda Masril dan Ibunda Sri Wati beserta kakak Reza Primayanti dan Septari Yosianti yang selalu memberikan doa, semangat dan dukungan kepada penulis.
7. Izzatul Lailiah yang selalu menyemangati, mendukung, dan selalu sabar selama penulis mengerjakan penelitian ini.
8. Keluarga besar Terminal Transit BBM Manggis, PT. Pertamina Persero Karangasem, Bali yang telah membantu penulis dalam melakukan pengumpulan data penelitian.
9. Teman-teman Siluman Tawas alias Tim Penyapu Ranjau alias penghuni Lab. Telematika yang merupakan teman seperjuangan dalam mengerjakan penelitian yang selalu memberikan semangat, candaan dan bantuan.

10. Teman-teman “FORECASTLE” pada umumnya dan teman-teman “SEATRANS 2012” khususnya yang memberikan dukungan baik pada masa perkuliahan maupun pada saat penelitian.
11. Adik-adik Jurusan Transportasi Laut angkatan 2013, 2014, dan 2015 yang selalu ceria dan memberikan semangat.
12. Semua pihak yang telah 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 2016

Putra Alhamda

**OPTIMALISASI SISTEM PENGIRIMAN *PRODUCT OIL*
UNTUK WILAYAH KEPULAUAN:
STUDI KASUS NUSA TENGGARA BARAT**

Nama Mahasiswa : Putra Alhamda
NRP : 4412 100 035
Jurusan / Fakultas : Transportasi Laut / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : 1. Achmad Mustakim, S.T., M.T., M.BA.
2. Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T.

ABSTRAK

Kebutuhan akan *product oil* terus meningkat seiring meningkatnya mobilisasi di berbagai daerah tak terkecuali di Nusa Tenggara Barat. Pemerintah harus berpikir ulang mengingat penyebaran *demand* yang tidak merata dan mengingat *product oil* yang tidak bisa dicampur di dalam ruang muat. Saat ini pengiriman *product oil* ke wilayah Nusa Tenggara Barat dilakukan dengan menggunakan kapal tanker. Permasalahannya adalah apakah moda yang digunakan saat ini sudah paling optimum atau moda lain mampu menghasilkan *unit cost* yang lebih optimum. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan perhitungan *unit cost* berdasarkan biaya yang dikeluarkan untuk melakukan pengiriman *Product Oil* dari Terminal Transit BBM Manggis menuju Depot BBM Ampenan, Badas, dan Bima dengan menggunakan kapal tanker dan kapal *container*. Variabel yang paling berpengaruh adalah ukuran utama kapal dan yang berpengaruh terhadap ukuran utama adalah jumlah barang yang diangkut. Penggunaan metode optimasi dengan tujuan mencari *unit cost* minimum dengan batasan-batasan yang ada, metode optimasi menghasilkan *unit cost* kapal tanker sebesar Rp. 203,587.70 per KL yang 12% lebih murah dari kapal *container* Rp. 231,964.04 per KL. Biaya investasi pelabuhan merupakan komponen paling berpengaruh terhadap *unit cost*. Jika biaya investasi pelabuhan peti kemas diturunkan sebesar 17% maka *unit cost* yang dihasilkan oleh kapal *container* turun menjadi Rp. 196,802.35 per kilo liter atau lebih murah 3.3% dari kapal tanker.

Kata kunci : *Product Oil, Nusa Tenggara Barat, Optimasi, Kapal Container, Kapal Tanker*

OPTIMIZATION OF PRODUCT OIL SHIPMENT SYSTEM FOR ISLAND REGION:

CASE STUDY NUSA TENGGARA BARAT

Author : Putra Alhamda
ID No. : 4412 100 035
Dept. / Faculty : Marine Transportation / Marine Technology
Supervisors : 1. Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA.
 2. Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T.

ABSTRACT

Demand for products oil continues to increase by increasing mobilization in various areas including in Nusa Tenggara Barat. The government should rethink considering the uneven spread of demand and given product oil that can not be mixed in the load space. Currently product oil deliveries to West Nusa Tenggara carried by tanker. The issue is whether the mode in use today has been the most optimum or other modes are able to produce a more optimum unit costs. The purpose of this study is to perform the calculation of unit cost based on the cost incurred to make delivery of the product oil from Transit Terminal Product Oil Manggis towards Ampenan, Badas, and Bima using tankers and container ships. The most influential variable is the size of the main vessel and the effect on the primary measure is the amount of goods transported. The use of optimization methods in order to find the minimum unit cost of the constraints that exist, the optimization method produces tankers unit cost of Rp. 203,587.70 per KL, its 12% less than container unit cost Rp. 231,964.04 per KL. The investment cost is a component of the most influential is port cost. If the container port investment costs decreased by 17%, then the unit cost generated by container ships dropped to Rp. 196,802.35 per kilo liter or 3.3% less than tanker unit cost.

Keywords: *Product Oil, Nusa Tenggara Barat, Optimization, Container Ships, Tankers*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Hipotesis.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Distribusi <i>Product Oil</i>	5
2.1.1 Pengertian Bahan Bakar Minyak (BBM)	5
2.1.2 Distribusi Bahan Bakar Minyak (BBM)	5
2.2 <i>Product Oil</i>	7
2.2.1 Premium (<i>Gasoline</i>).....	7
2.2.2 Minyak Tanah (<i>Kerosene</i>)	7
2.2.3 Solar (<i>Diesel Oil</i>)	8
2.3 Alternatif Kemasan.....	8
2.3.1 Curah.....	8
2.3.2 ISO-Tank <i>Container</i>	8

2.4	Alternatif Moda Transportasi Laut.....	11
2.4.1	Kapal Tanker.....	11
2.4.2	Kapal Petikemas (<i>Container Ship</i>).....	13
2.5	Manajemen Rantai Pasok <i>Product Oil</i>	14
2.5.1	Pengertian Manajemen Rantai Pasok.....	14
2.5.2	Ruang Lingkup Manajemen Rantai Pasok.....	15
2.6	Pelabuhan Khusus	16
2.6.1	Pengertian Pelabuhan Khusus	16
2.6.2	Pelabuhan Curah Cair	16
2.6.3	Pelabuhan Petikemas.....	17
2.7	Teori Optimasi.....	18
2.8	Biaya Transportasi Laut	19
2.9	<i>Shipping Business</i>	20
2.10	Penelitian Terdahulu.....	21
2.10.1	Model Transportasi Laut Untuk Mendukung Manajemen Rantai Pasok: Studi Kasus Komoditas Ayam Beku dari Surabaya ke Indonesia Timur (Fitroh Annur Isnantoyo, 2016)....	21
2.10.2	Manajemen Rantai Pasok Angkutan Susu Sapi dan Produk Turunannya Melalui Jalur Transportasi Laut (Ade Junifar, 2015).....	21
2.10.3	Model Transportasi Multimoda Logistik Pala: Studi Kasus Ambon-Rotterdam (M.Yasir, 2015)	22
	BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	23
3.1.1	Tahap Identifikasi Permasalahan	24
3.1.2	Tahap Studi Literatur	24
3.1.3	Tahap Pengumpulan Data	24
3.1.4	Tahap Pengolahan Data	24

3.1.5	Tahap Analisis Data dan Pembahasan	24
3.1.6	Kesimpulan dan Saran	25
3.2	Diagram Alir Perhitungan	26
3.3	Model Matematis.....	27
3.3.1	Model Matematis Kapal Tanker	27
3.3.2	Model Matematis Kapal <i>Container</i>	29
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		33
4.1	Tinjauan Objek Penelitian	33
4.1.1	Terminal Transit BBM Manggis.....	33
4.1.2	Pelabuhan Ampenan – Badas – Bima	39
4.1.3	Armada BBM Eksisting	41
4.1.4	Matriks Jarak Pelabuhan Asal dan Tujuan.....	42
4.2	Volume Kebutuhan <i>Product Oil</i> di Ampenan – Badas – Bima	43
4.3	Data dan Asumsi Perhitungan	46
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN PENGIRIMAN <i>PRODUCT OIL</i>		49
5.1	Rute Pengiriman <i>Product Oil</i>	49
5.2	Skenario Pengiriman <i>Product Oil</i> Menggunakan Kapal Tanker.....	50
5.2.1	Kapal Tanker Pembanding.....	50
5.2.2	Ukuran Utama Kapal Tanker	51
5.2.3	Perhitungan Ruang Muat Kapal	53
5.2.4	Analisis Biaya Pengiriman Moda Tanker	55
5.3	<i>Total Cost</i> dan <i>Unit Cost</i> Kapal Tanker	66
5.4	Skenario Pengiriman <i>Product Oil</i> Menggunakan Kapal <i>Container</i>	67
5.4.1	Kapal <i>Container</i> Pembanding	67
5.4.2	Ukuran Utama Kapal <i>Container</i>	68

5.4.3	Analisis Biaya Pengiriman Moda Container	71
5.5	<i>Total Cost</i> dan <i>Unit Cost</i> Kapal Container	83
5.6	Analisis Sensitivitas <i>Unit Cost</i>	84
5.6.1	Analisis Biaya Pengiriman <i>Product Oil</i> Menggunakan Kapal Container Baru	87
5.6.2	Total Cost dan <i>Unit Cost</i> Kapal Container Baru	97
	BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	101
6.1	Kesimpulan.....	101
6.2	Saran	102
	DAFTAR PUSTAKA	103
	LAMPIRAN	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pola Distribusi BBM Indonesia	1
Gambar 2. Lokasi Refinery Unit di Indonesia.....	6
Gambar 3. Jalur Distribusi Produk Kilang	6
Gambar 4. ISO-Tank <i>Container</i> IMO-1	9
Gambar 5. ISO-Tank <i>Container</i> IMO-2	9
Gambar 6. ISO-Tank <i>Container</i> IMO-5	10
Gambar 7. ISO-Tank <i>Container</i> IMO-7	10
Gambar 8. Kapal Tanker	12
Gambar 9. Sekat Pada Kapal Tanker.....	12
Gambar 10. Kapal <i>Container</i>	13
Gambar 11. Manajemen Rantai Pasok BBM.....	15
Gambar 12. Desain Konseptual Pelabuhan Curah Cair.....	17
Gambar 13. Layout Terminal Peti Kemas	18
Gambar 14. Diagram Alir Penelitian Tugas Akhir.....	23
Gambar 15. Diagram Alir Perhitungan Tugas Akhir.....	26
Gambar 16. Peta Pelabuhan Supply dan Demand	33
Gambar 17. Peta Supply BBM menuju TBBM Manggis	34
Gambar 18. Peta Pelabuhan Manggis.....	34
Gambar 19. Layout Terminal Taransit BBM Manggis Eksisting.....	35
Gambar 20. Tangki Timbun Terminal Transit BBM Manggis.....	38
Gambar 21. Peta Pelabuhan Ampenan	40
Gambar 22. Peta Pelabuhan Badas	41
Gambar 23. Peta Pelabuhan Bima	41
Gambar 24. Proporsi Permintaan <i>Product Oil</i> di Ampenan-Badas-Bima	44
Gambar 25. Grafik Permintaan Masing-masing <i>Product Oil</i> di Ampenan	44
Gambar 26. Grafik Permintaan <i>Product Oil</i> di Badas	45
Gambar 27. Grafik Permintaan <i>Product Oil</i> di Bima	45
Gambar 28. Grafik Permintaan <i>Product Oil</i> di Setiap Depot.....	46
Gambar 29. Skenario Rute Pengiriman <i>Product Oil</i>	49
Gambar 30. Grafik Hubungan DWT Kapal dengan Panjang Kapal.....	51
Gambar 31. Grafik Hubungan DWT Kapal dengan Lebar Kapal	52
Gambar 32. Grafik Regresi DWT dengan Tinggi Kapal	52
Gambar 33. Grafik Regresi DWT dengan Sarat Kapal	53
Gambar 34. Diagram Perbandingan Biaya Sewa Kapal	57

Gambar 35. Diagram Biaya Operasional Pelabuhan Curah Cair	66
Gambar 36. Diagram Biaya Kapal Tanker dan Pelabuhan Curah Cair	67
Gambar 37. Grafik Hubungan Kapasitas (TEUs) dengan panjang kapal	69
Gambar 38. Grafik Hubungan Kapasitas (TEUs) dengan Lebar Kapal	69
Gambar 39. Grafik Hubungan Kapasitas (TEUs) dengan Tinggi Kapal	70
Gambar 40. Grafik Hubungan Kapasitas (TEUs) dengan Sarat Kapal.....	70
Gambar 41. Diagram Perbandingan Biaya Sewa Kapital dan Operasional.....	73
Gambar 42. Diagram Biaya Operasional Pelabuhan Peti Kemas.....	82
Gambar 43. Diagram Biaya Kapal Peti Kemas dan Pelabuhan Peti Kemas.....	83
Gambar 44. Diagram Perbandingan <i>Unit Cost</i>	84
Gambar 45. Diagram Perbandingan Biaya Pengiriman Moda Kapal <i>Container</i> dan Moda Kapal Tanker....	85
Gambar 46. Analisis Sensitivitas Pengurangan Biaya Investasi Pelabuhan Petikemas terhadap <i>Unit Cost</i> ...	86
Gambar 47. Diagram Biaya Operasional Pelabuhan Peti Kemas Baru	97
Gambar 48. Diagram Perbandingan Biaya Pengiriman Moda Kapal <i>Container</i> dan Moda Kapal Tanker....	98
Gambar 49. Diagram Perbandingan <i>Unit Cost</i> setelah Perhitungan <i>Container</i> Baru.....	99

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tabel Berat dan Dimensi ISO-Tank <i>Container</i>	11
Tabel 2. Kapasitas dan Ketahanan Stok Tangki	35
Tabel 3. Fasilitas Dermaga TBBM Manggis	36
Tabel 4. Jenis dan Kapasitas Pompa TBBM Manggis.....	37
Tabel 5. Kapasitas Masing-masing Tangki Timbun	38
Tabel 6. Sarat Maksimum dan Kedalaman Maksimum Pelabuhan	39
Tabel 7. Data Kapal yang Beroperasi di UPMS V	41
Tabel 8. Rata-rata <i>Effective Load Factor</i>	42
Tabel 9. Tabel Jarak antar Pelabuhan	43
Tabel 10. Kebutuhan <i>Product Oil</i> masing-masing Daerah per Tahun.....	43
Tabel 11. Satuan Biaya Investasi Pelabuhan Curah Cair Tahun 2016.....	46
Tabel 12. Satuan Biaya Investasi Pelabuhan Peti Kemas Tahun 2016.....	47
Tabel 13. Asumsi Perhitungan Penelitian	48
Tabel 14. Data Kapal Pembanding Tanker	50
Tabel 15. Hasil Kombinasi <i>Product Oil</i>	54
Tabel 16. Jumlah Kelebihan dan Kekurangan Pengiriman.....	55
Tabel 17. Volume Produk Terkirim.....	55
Tabel 18. Biaya Kerugian Pengiriman BBM	55
Tabel 19. Biaya Kapital Kapal Tanker.....	56
Tabel 20. Biaya Operasional Kapal Tanker	57
Tabel 21. Daftar Investasi Fasilitas Pelabuhan Manggis	59
Tabel 22. Daftar Investasi Pelabuhan Ampenan	60
Tabel 23. Daftar Investasi Pelabuhan Badas.....	60
Tabel 24. Daftar Investasi Pelabuhan Bima	61
Tabel 25. Gaji Pegawai Per Pelabuhan Per Bulan	62
Tabel 26. Biaya Perawatan dan Asuransi Pelabuhan Manggis	62
Tabel 27. Biaya Perawatan dan Asuransi Pelabuhan Ampenan	63
Tabel 28. Biaya Perawatan dan Asuransi Pelabuhan Badas	63
Tabel 29. Biaya Perawatan dan Asuransi Pelabuhan Bima	64
Tabel 30. Biaya Pemakaian Pompa dan <i>Loading Arm</i> Pelabuhan Manggis	64
Tabel 31. Biaya Pemakaian Pompa dan <i>Loading Arm</i> Pelabuhan Ampenan	64

Tabel 32. Biaya Pemakaian Pompa dan <i>Loading Arm</i> Pelabuhan Badas	65
Tabel 33. Biaya Pemakaian Pompa dan <i>Loading Arm</i> Pelabuhan Bima	65
Tabel 34. Tabel Biaya Kapital dan Operasional Kapal Tanker dan Pelabuhan Curah Cair	66
Tabel 35. Kapal <i>Container</i> Pembanding.....	68
Tabel 36. Tabel Biaya Pembangunan Kapal <i>Container</i>	71
Tabel 37. Biaya Operasional Kapal Peti Kemas	72
Tabel 38. Daftar Investasi Fasilitas Pelabuhan Peti Kemas Manggis.....	75
Tabel 39. Daftar Investasi Pelabuhan Peti Kemas Ampenan.....	76
Tabel 40. Daftar Investasi Pelabuhan Peti Kemas Badas	76
Tabel 41. Daftar Investasi Pelabuhan Bima.....	77
Tabel 42. Gaji Pegawai Per Pelabuhan	78
Tabel 43. Biaya Perawatan dan Asuransi Pelabuhan Manggis	78
Tabel 44. Biaya Perawatan dan Asuransi Pelabuhan Ampenan	79
Tabel 45. Biaya Perawatan dan Asuransi Pelabuhan Badas	79
Tabel 46. Biaya Perawatan dan Asuransi Pelabuhan Bima	79
Tabel 47. Biaya Pemakaian Alat Bongkar Muat Pelabuhan Manggis	80
Tabel 48. Biaya Pemakaian Alat Bongkar Muat Pelabuhan Ampenan	80
Tabel 49. Biaya Pemakaian Alat Bongkar Muat Pelabuhan Badas	81
Tabel 50. Biaya Pemakaian Alat Bongkar Muat Pelabuhan Bima	81
Tabel 51. Tabel Biaya Kapital dan Operasional Kapal Tanker dan Pelabuhan Curah Cair	83
Tabel 52. Tabel Biaya Kapital Kapal <i>Container</i> Baru.....	87
Tabel 53. Biaya Operasional Kapal <i>Container</i> Baru	87
Tabel 54. Daftar Investasi Fasilitas Pelabuhan Manggis	89
Tabel 55. Darftar Investasi Pelabuhan Ampenan.....	90
Tabel 56. Daftar Investasi Pelabuhan Badas.....	91
Tabel 57. Daftar Investasi Pelabuhan Bima.....	92
Tabel 58. Gaji Pegawai Per Pelabuhan	92
Tabel 59. Biaya Perawatan dan Asuransi Pelabuhan Manggis	93
Tabel 60. Biaya Perawatan dan Asuransi Pelabuhan Ampenan	93
Tabel 61. Biaya Perawatan dan Asuransi Pelabuhan Badas	93
Tabel 62. Biaya Perawatan dan Asuransi Pelabuhan Bima	94
Tabel 63. Biaya Pemakaian Alat Bongkar Muat Pelabuhan Manggis	94
Tabel 64. Biaya Pemakaian Alat Bongkar Muat Pelabuhan Ampenan	95

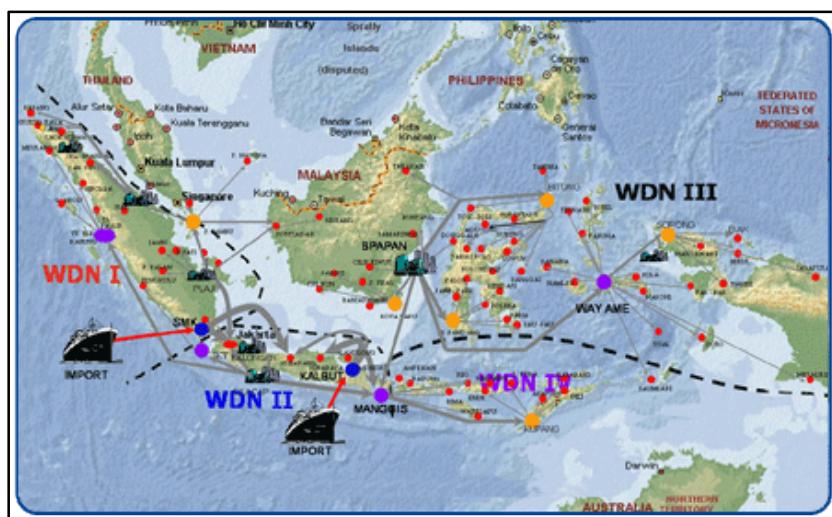
Tabel 65. Biaya Pemakaian Alat Bongkar Muat Pelabuhan Badas	95
Tabel 66. Biaya Pemakaian Alat Bongkar Muat Pelabuhan Bima	96
Tabel 67. Tabel Biaya Kapital dan Operasional Kapal Kapal dan Pelabuhan Peti Kemas	97

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan dan teknologi di Indonesia, Bahan Bakar Minyak merupakan salah satu kebutuhan dasar yang tidak dipisahkan dari sektor industri maupun transportasi yang kebutuhannya terus meningkat setiap tahunnya. Tingginya mobilitas saat ini menyebabkan arus transportasi yang meningkat dan sangat dibutuhkan. Untuk itu perusahaan pelayaran pengirim minyak sebagai pihak pengelola dan pelaksana dalam mengusahakan pemenuhan kebutuhan masyarakat terhadap bahan bakar minyak harus mampu mengatur alokasi kebutuhan, persediaan, dan distribusi bahan bakar minyak ke seluruh Indonesia dengan optimal. Direktur Utama PT. Pertamina mengklaim bahwa pola distribusi Bahan Bakar Minyak di Indonesia adalah yang paling sulit di dunia karena terdiri dari lautan yang luas dan sangat banyak pulau sehingga pola distribusi cukup rumit seperti yang ada pada Gambar 1 (*detikfinance.com* 2012).



Sumber : BPH Migas Indonesia

Gambar 1. Pola Distribusi BBM Indonesia

Salah satu cara yang digunakan negara saat ini untuk mempermudah pola distribusi bahan bakar minyak ke seluruh Indonesia adalah dengan melakukan pembagian zona wilayah (*zoning region*) pengiriman dari dan ke region tertentu. Surabaya membawahi Terminal BBM Unit Regional V yang terdiri dari Jawa Timur, Bali, Nusa Tenggara Barat (NTB) dan Nusa Tenggara Timur (NTT).

Untuk Nusa Tenggara Barat terdapat Depot Ampenan yang bertugas melayani SPBU di wilayah NTB bagian barat. BBM depot Ampenan sendiri mendapatkan supply dari Terminal Transit BBM Manggis dan Terminal BBM Surabaya. Untuk pendistribusian BBM di Nusa Tenggara Barat sendiri cukup sulit karena geografis dari Nusa Tenggara Barat yang memiliki pulau terpisah pisah serta persebaran demand di tiap pulau tersebut dengan angka yang fluktuatif namun harus tetap dipenuhi agar tidak terjadi lonjakan harga Bahan Bakar Minyak di Nusa Tenggara Barat. Dalam hal ini, perlu dilakukan pengambilan data *demand* di masing-masing Depot BBM dan kuota BBM untuk masing-masing Depot Ampenan, Badas, dan Bima sehingga dapat dilakukan perhitungan untuk penggunaan alat angkut atau moda yang sesuai dan efisien untuk melayani distribusi *Product Oil* di Nusa Tenggara Barat

Selain itu pihak penyalur bahan bakar minyak di region ini belum menggunakan pola operasi kapal sehingga kapal yang disewa digunakan tanpa pola operasi untuk meminimalisir biaya. Sehingga biaya yang dikeluarkan oleh piak penyalur masih relatif tinggi akibat tidak adanya pola operasi kapal untuk pendistribusian *Product Oil* di wilayah ini. Selain itu kapal jenis lain bisa memiliki biaya pengiriman yang lebih murah untuk pengiriman *Product Oil* setiap kilo liter, sehingga harga dari produk yang dikirim bisa lebih murah di pasaran. Saat ini pihak pengirim rata-rata banyak yang menggunakan moda kapal tanker dengan membangun *dedicated port* untuk kepentingan pengiriman. Rata-rata kapal yang digunakan adalah *small tanker* dan *general purpose* untuk pengiriman dari terminal transit.

Hal yang perlu diperhatikan adalah masihkah kapal tanker berperan sebagai moda pengangkut *Product Oil* paling minimum mengingat kapal petikemas yang *trend*-nya setiap tahun semakin meningkat dan mampu mengalahkan kapal *general cargo* untuk melakukan pengiriman barang berbagai dengan jenis. Untuk itu diperlukan sebuah model yang mampu mengitung moda apa dan dengan fasilitas pelabuhan seperti apa yang mampu menghasilkan *minimum Unit Cost*, sehingga bisa didapatkan *output* jenis kapal, ukuran, fasilitas pelabuhan serta biaya yang harus dikeluarkan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana sistem distribusi *Product Oil* di Nusa Tenggara Barat saat ini?
2. Moda transportasi laut jenis apa yang menghasilkan *Unit Cost* yang lebih murah antara moda kapal tanker dan moda kapal *Container*?

3. Pada saat apakah *Unit Cost* dari moda yang terpilih mampu disaingi oleh moda yang tidak terpilih?
4. Moda transportasi laut jenis apa yang paling optimum yang harus digunakan untuk melayani distribusi *Product Oil* ke Nusa Tenggara Barat?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui sistem distribusi *Product Oil* di Nusa Tenggara Barat saat ini.
2. Mengetahui moda transportasi laut jenis apa yang menghasilkan *Unit Cost* yang lebih murah antara kapal tanker dan *Container*.
3. Mengetahui cara untuk menyaingi *Unit Cost* dari moda terpilih dan menggunakan moda tersebut untuk pengiriman *Product Oil*.
4. Mengetahui moda transportasi laut jenis apa yang paling optimum yang harus digunakan untuk melayani distribusi *Product Oil* ke Nusa Tenggara Barat.

1.4 Batasan Masalah

1. Komoditi yang akan diteliti adalah *Product Oil* jenis Premium, Solar, dan Kerosene.
2. Daerah yang diteliti adalah daerah *supply* di Terminal Manggis Bali dan Depot daerah tujuan di Ampenan, Badas, dan Bima.
3. Alternatif bentuk kemasan yang digunakan adalah Curah (*Tanker*) dan ISO-Tank.
4. Alternatif jenis moda yang digunakan adalah Kapal Tanker dan Kapal *Container*.
5. Data yang dipakai adalah data *demand* tahunan yang didapatkan dari hasil *survey* di Terminal Transit BBM Manggis.
6. Pelabuhan yang melakukan pengiriman saat ini dianggap belum ada agar kedua moda (tanker dan *Container*) dapat bersaing mulai dari awal proses pengiriman dan peralatan bongkar muat yang belum tersedia.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Mengetahui sistem pengiriman *Product Oil* yang optimal dengan moda dan fasilitas pelabuhan yang menghasilkan *Unit Cost* yang lebih murah.
2. Bagi pembaca dan mahasiswa dapat dijadikan sebagai referensi dalam pemilihan moda dan kemasan dalam pengiriman *Product Oil*.
3. Bagi perusahaan distributor dapat menjadi masukan atau diterapkan dengan tujuan meminimalkan biaya distribusi dan mempercepat proses pengiriman serta mempermudah *handling Product Oil*.

1.6 Hipotesis

Pola distribusi pengiriman *Product Oil* menggunakan ISO-Tank menggunakan kapal *Container* akan memberikan biaya paling minimum dibandingkan pengiriman curah cair dengan moda kapal tanker. Pengiriman dapat dilakukan lebih cepat karena menggunakan alat bongkar muat yang lebih cepat. Selain itu biaya operasional alat yang digunakan akan lebih murah karena umur ekonomis yang lebih tinggi dibandingkan peralatan yang digunakan pada kapal tanker. Dari biaya sewa kapal atau *capital cost* juga lebih murah karena biaya pembangunan kapal *Container* lebih murah dari kapal tanker.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Distribusi *Product Oil*

Distribusi merupakan proses pemindahan barang-barang dari tempat produksi keberbagai tempat atau daerah yang membutuhkan. Distribusi akan mencakup perencanaan, pelaksanaan dan pengawasan arus bahan dengan memperoleh produk akhir dari tempat produksi dengan memperoleh keuntungan (Kotler, 2005). Sebagian besar perusahaan menyatakan bahwa tujuan distribusi adalah membawa barang dalam jumlah tepat, pada waktu yang tepat, dan dengan biaya serendah mungkin.

2.1.1 Pengertian Bahan Bakar Minyak (BBM)

BBM (Bahan Bakar Minyak) adalah jenis bahan bakar (*fuel*) yang dihasilkan dari pengilangan (*refining*) minyak mentah (*crude oil*). Minyak mentah dari perut bumi diolah dalam pengilangan (*refinery*) terlebih dulu untuk menghasilkan produk-produk minyak (*oil products*), yang termasuk di dalamnya adalah BBM (Pertamina, 2015). Produk BBM terdiri dari:

1. Premium
2. Minyak tanah (Kerosine)
3. Solar
4. HSD
5. Pertadex
6. Pertamax
7. Pertamax Plus

2.1.2 Distribusi Bahan Bakar Minyak (BBM)

Dalam mendistribusikan Bahan Bakar Minyak (BBM) ke seluruh wilayah Indonesia, tersedia beberapa unit pengilangan (*Refinery Unit*) yang terpadat pada gambar 2. Dari unit pengilangan tersebut, terbagi menjadi beberapa jalur distribusi pada gambar 3. Beberapa unit pengilangan yang sudah ada di Indonesia saat ini yaitu:

- RU – I Pangkalan Brandan : kapasitas produksi mencapai 5.000 BPSD
- RU – II Dumai dan Sungai Pakning : kapasitas produksi mencapai 170.000 BPSD
- RU – III Plaju dan Sungai Gerong : kapasitas produksi mencapai 133.700 BPSD
- RU – IV Cilacap : kapasitas produksi mencapai 300.000 BPSD
- RU – V Balikpapan : kapasitas produksi mencapai 253.000 BPSD

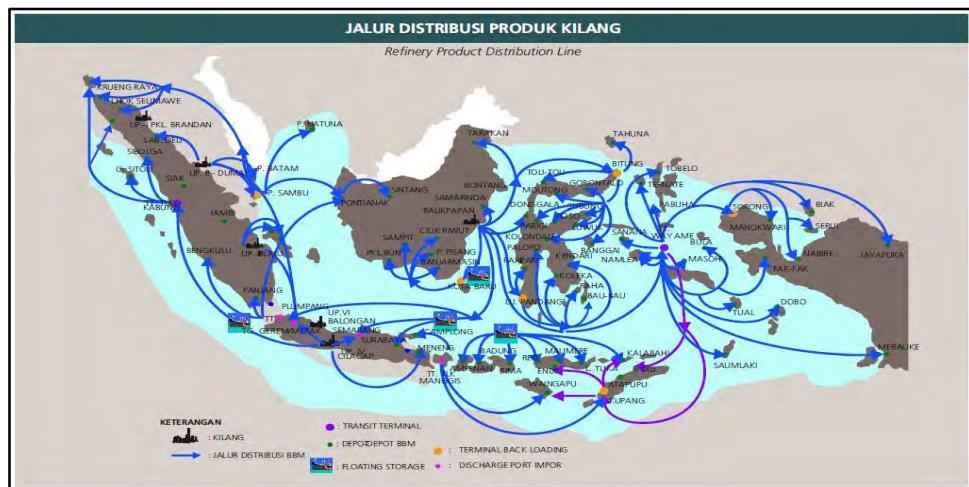
- RU – VI Balongan : kapasitas produksi mencapai 125.000 BPSD
 - RU – VII Kasim – Sorong : kapasitas produksi mencapai 10.000 BPSD



Sumber : (*Laporan Tahunan PT Pertamina, 2007*)

Gambar 2. Lokasi Refinery Unit di Indonesia

Gambar 2.1 menjelaskan bahwa sebagian besar RU yang ada di Indonesia berada pada wilayah bagian barat Indonesia.



Sumber : (*Laporan Tahunan PT Pertamina, 2007*)

Gambar 3. Jalur Distribusi Produk Kilang

Gambar 2.2 Menjelaskan jalur distribusi produk yang dihasilkan oleh kilang-kilang minyak di Indonesia yang bergerak menuju depot dan terminal transit BBM untuk memenuhi kebutuhan BBM Indonesia.

2.2 Product Oil

Product Oil adalah produk minyak bumi yang berasal dari minyak mentah (minyak bumi) yang kemudian diproses di kilang minyak. Tidak seperti petrokimia, yang merupakan kumpulan senyawa kimia biasanya murni didefinisikan dengan baik, produk minyak bumi adalah campuran kompleks. Mayoritas minyak bumi diubah menjadi produk minyak bumi, yang mencakup beberapa kelas bahan bakar.

2.2.1 Premium (*Gasoline*)

Premium merupakan salah satu hasil dari pengolahan minyak bumi, komponen utama yang terdapat pada premium adalah oktana dan n-heptana. Sebagai bahan bakar kendaraan bermotor, kualitas premium ditentukan oleh karakteristik jumlah oktan, bilangan oktan pada premium menunjukkan seberapa besar tenaga yang diberikan terhadap mesin sebelum premium tersebut terbakar habis serta mewakili karakteristik anti *knocking* (ketukan) yang terjadi pada mesin, jadi semakin tinggi jumlah oktan maka semakin tinggi juga kualitas premium tersebut.

Pemasaran gasoline di Indonesia terdiri dari beberapa jenis, seperti Premium dengan oktan 88, Pertalite dengan oktan 90 dan Pertamax 92, berarti bisa dikatakan kualitas pembakaran pada Pertamax lebih tinggi jika dibandingkan dengan Premium, baik itu dari segi energi yang diberikan dan anti ketukan pada mesin. Untuk menambah jumlah oktan pada premium, bisa dilakukan dengan menambahkan zat yang disebut dengan TEL (*tetra ethyl lead*) dan MTBE (*metyl tertiary butyl eter*) namun kedua zat ini mengandung racun dan timbal dan tentunya berbahaya bagi manusia maka senyawa tersebut telah diganti dengan etanol yang tentunya lebih ramah lingkungan.

2.2.2 Minyak Tanah (*Kerosene*)

Minyak tanah atau *kerosene* merupakan cairan hidrokarbon yang tak berwarna dan mudah terbakar dan memiliki titik didih antara 200 °C dan 300 °C. Minyak tanah disebut juga parafin oleh beberapa daerah di Indonesia. Minyak tanah banyak digunakan untuk lampu minyak dan kompor, namun perkembangan minyak tanah saat ini banyak digunakan sebagai bahan bakar mesin jet. *Kerosene* dikenal sebagai RP-1 digunakan sebagai bahan bakar roket terkini. Pada proses pembakarannya menggunakan oksigen cair. *Kerosine* didestilasi langsung dari minyak mentah dan memerlukan pengendalian khusus dalam sebuah unit *merox* atau *hydrotreater* untuk mengurangi kadar belerang dan korosi. Kerosene dapat juga diproduksi oleh *hydrocracker*, yang digunakan untuk meningkatkan bagian dari minyak mentah yang cocok

untuk bahan bakar minyak. Minyak tanah sifatnya berada antara minyak gas dan bensin. Sifat fisik minyak tanah memiliki titik didih $175\text{-}284^{\circ}\text{C}$ dan berat jenis $0,7\text{-}0,83$. Minyak bumi biasanya mengandung 5-25% minyak tanah, sedangkan dalam minyak tanah mengandung senyawa-senyawa seperti parafin, naften, aromatik, dan senyawa belerang. Jumlah kandungan komponen senyawa dalam minyak tanah akan mempengaruhi sifat-sifat minyak tanah.

2.2.3 Solar (*Diesel Oil*)

Solar pada umumnya digunakan pembakaran mesin diesel, fraksi ini diperoleh dari proses destilasi pada suhu 200°C - 300°C . Sifat umum pada solar yaitu tidak berwarna atau sedikit kekuning-kuningan, tidak mudah menguap pada temperatur normal, memiliki kandungan sulfur yang lebih tinggi jika dibanding dengan premium dan kerosene, selain itu solar juga memiliki titik nyala antara 40°C - 100°C . Kualitas solar ditentukan dengan syarat seperti kinerja solar hanya menimbulkan sedikit *knocking*, mudah terbakar, kekentalan tinggi, kandungan sulfur (sekecil mungkin) dan stabil (tidak berubah dalam segi kualitas dan bentuk saat disimpan). Bahan bakar ini dibedakan dari segi bilangan *cetane*, yaitu bilangan yang menunjukkan kemampuan pembakaran bahan bakar diesel serta kemampuan mengontrol jumlah ketukan yang terjadi pada mesin, semakin tinggi bilangan *cetane* pada solar maka semakin tinggi pula kualitas solar tersebut.

2.3 Alternatif Kemasan

2.3.1 Curah

Curah adalah salah satu opsi pengiriman bahan bakar minyak *Product Oil* tanpa kemasan. Dalam hal ini bahan bakar langsung dikirim menggunakan kapal tanker dari daerah asal ke daerah tujuan tanpa menggunakan kemasan. Sesampainya di daerah tujuan muatan dapat langsung dimuat ke truk tangki atau di *discharge* ke *storage* di pelabuhan. Tergantung pelabuhan yang dituju memiliki tangki timbun atau langsung membongkar muatan ke truk. Alat bongkar muat yang dipakai jika menggunakan alternatif ini adalah pompa bongkar dan muat untuk kapal tanker.

2.3.2 ISO-Tank Container

ISO-Tank Container adalah *Container* yang berbentuk tank (tangki) yang memiliki ukuran standar yang sudah tertentu dan digunakan untuk memuat cargo cair dan gas. *ISO-Tank Container* memiliki berbagai jenis tergantung muatan yang akan dipindahkan. *ISO-Tank Container* memiliki kapasitas 21.000 liter hingga 24.000 liter. Berikut adalah jenis-jenis *ISO-Tank Container* sesuai kriteria IMO dan jenis zat cair yang dapat diangkut :

a. ISO-Tank Container IMO-I dirancang untuk pengangkutan :

- Cairan dengan titik nyala kurang dari 0°C
- Bahan yang dapat terbakar secara spontan
- Kargo yang berbahaya
- Cairan dengan tekanan penahanan total tidak lebih dari tekanan kerja maksimum allowable tangki (4 bar atau 58 psi IMO-1 / T11)



Gambar 4. ISO-Tank Container IMO-1

b. ISO-Tank Container IMO-2

- Container ini dirancang untuk pengangkutan kargo cair yang Non-Dangerous Good
- Cairan dengan titik nyala 0°C sampai 61°C
- Cairan dengan tekanan penahanan total tidak lebih dari tekanan kerja maksimum allowable tangki (1.75 bar atau 25 psi IMO-1 / T11)
- Kargo tingkat racun dan karat yang rendah



Gambar 5. ISO-Tank Container IMO-2

c. ISO-Tank Container IMO-5



Gambar 6. ISO-Tank Container IMO-5

- Unit ini dirancang untuk pengangkutan kargo gas seperti butana , R 22 , R 134 , R 404

d. ISO-Tank Container IMO-7



Gambar 7. ISO-Tank Container IMO-7

- Unit ini dirancang untuk pengangkutan kargo gas
- Memiliki sistem yang lebih rumit

Berikut adalah dimensi dan berat dari ISO-Tank Container :

Tabel 1. Tabel Berat dan Dimensi ISO-Tank Container

Frame Dimensions and Weight		
Max Gross Weight	36000 kg	79366 lbs
Tare Weight ($\pm 3\%$ Tolerance)	3840 kg	8466 lbs
Length	6058 mm	20 ft
Width	2438 mm	8 ft
Height	2591 mm	8ft 6in
Tank Dimensions		
Internal Diameter	2321.5 mm	91.398 in
Seam to Seam	5030 mm	198.031 in
Shell Minimum Thickness	4.437 mm	0.1747 in
Shell Order Thickness	4.7 mm	0.185 in

Sumber : www.tankspan.com/pdf/specs

2.4 Alternatif Moda Transportasi Laut

2.4.1 Kapal Tanker

Kapal tanker merupakan kapal pengangkut muatan curah cair seperti bahan kimia, bahan bakar minyak, bahan bakar gas cair. Kapal tanker dirancang khusus dengan standar *safety* yang lebih tinggi karena mengangkut muatan yang berbahaya. Kapal tanker juga terdiri dari beberapa kompartemen yang dapat diisi dengan jenis muatan yang berbeda pula. Selain berdasarkan jenis, kapal tanker juga dapat dibedakan berdasarkan ukurannya. Berikut adalah jenis kapal tanker berdasarkan ukurannya :

- Coastal Tanker adalah kapal tanker dengan DWT < 50.000 ton
- Aframax Tanker adalah kapal tanker dengan DWT 50.001 - 80.000 ton
- Suezmax Tanker adalah kapal tanker dengan DWT 80.001 - 160.000 ton
- Very Large Crude Carrier (VLCC) adalah kapal tanker dengan DWT 160.001 – 300.000 ton
- Ultra Large Crude Carrier (ULCC) adalah kapal tanker dengan DWT > 300.000 ton

Saat ini kapal yang digunakan untuk mengirim BBM ke Ampenan adalah kapal M.T Kurau Pertamina dengan DWT 7.500 ton. Kapal ini menyuplai BBM dari Terminal Manggis, Bali ke Depot Ampenan, Mataram. Gambar 2.7 dibawah merupakan salah satu contoh kapal tanker yang sedang berlayar di laut lepas.



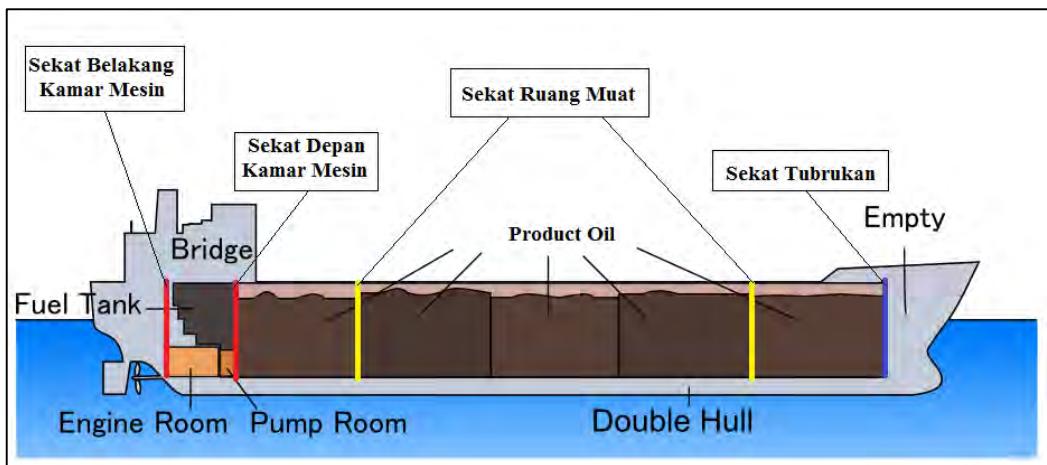
Gambar 8. Kapal Tanker

Menurut BKI Volume II Tahun 2006 tentang pembagian ruang muat kapal tanker adalah :

Pada suatu kapal harus mempunyai sekat tubrukan, sekat belakang kamar mesin dari sekat lintang kedap air pada tiap-tiap ujung kamar mesin. Pada kapal dengan instalasi mesin buritan, sekat belakang kamar mesin. Termasuk sekat- sekat yang dimaksudkan dalam lain-lain. Pada umumnya jumlah sekat kedap air tergantung pada panjang kapal yang tidak boleh kurang dari :

- $Length\ of\ Perpendicular\ (LPP) \leq 65\ m$ maka harus memiliki minimal 3 sekat
- $65\ m \leq Length\ of\ Perpendicular\ (LPP) \leq 85\ m$ maka harus memiliki minimal 4 sekat
- $Length\ of\ Perpendicular \geq 85\ m$ maka harus memiliki 4 sekat ditambah 1 sekat dan seterusnya setiap penambahan panjang 10 m

Gambar 2.8 berikut adalah contoh sekat yang dimaksud dalam peraturan BKI Volume II tahun 2006



Gambar 9. Sekat Pada Kapal Tanker

2.4.2 Kapal Petikemas (*Container Ship*)

Kapal *Container* adalah kapal yang digunakan untuk mengangkut muatan petikemas dalam ukuran standar. Kapal petikemas mulai menjadi *trend* pengangkutan karena petikemas cukup aman untuk menyimpan barang yang akan dikirim. Selain itu kemudahan dalam melakukan bongkar muat dan penumpukan barang juga sangat berpengaruh terhadap meningkatnya *trend* penggunaan kapal *Container*. Alat bongkar muat petikemas yang digunakan pada pelabuhan biasanya adalah *Container Crane* dan selanjutnya dapat dimuat di berbagai moda lain seperti truk dan kereta api. Kapal *Container* bisa mengangkut berbagai jenis muatan yang dipisah tergantung jenis dari komoditi yang diangkut dan dipisah sesuai dengan jenis *Container*.



Gambar 10. Kapal *Container*

Persoalan transportasi membahas masalah pendistribusian suatu komoditas atau produk dari sejumlah sumber (*supply*) kepada sejumlah tujuan (*destination, demand*) dengan tujuan

meminimumkan biaya pengangkutan yang terjadi. Ciri-ciri khusus persoalan transportasi ini adalah:

1. Terdapat sejumlah sumber dan sejumlah tujuan tertentu
2. Kuantitas komoditas atau barang yang didistribusikan dari setiap sumber dan yang diminta oleh setiap sumber dan yang diminta oleh setiap tujuan, besarnya tertentu
3. Komoditas yang dikirim atau diangkut dari suatu sumber ke suatu tujuan, besarnya sesuai dengan permintaan dan atau kapasitas sumber
4. Ongkos pengangkutan komoditas dari suatu sumber ke suatu tujuan, besarnya tertentu tergantung pada variabel tertentu

2.5 Manajemen Rantai Pasok *Product Oil*

2.5.1 Pengertian Manajemen Rantai Pasok

Manajemen rantai pasok (*supply-chain management*) adalah pengintegrasian aktivitas pengadaan bahan dan pelayanan, pengubahan menjadi barang setengah jadi dan produk akhir, serta pengiriman ke pelanggan. Tujuannya adalah untuk membangun sebuah rantai pemasok yang memusatkan perhatian untuk memaksimalkan nilai bagi pelanggan. Kunci bagi manajemen rantai pasokan yang efektif adalah menjadikan para pemasok sebagai “mitra” dalam strategi perusahaan untuk memenui pasar yang selalu berubah (Heizer and Render, 2005)

Supply Chain Management adalah suatu sistem tempat organisasi menyalurkan barang produksi dan jasanya kepada para pelanggannya. Rantai ini juga merupakan jaringan dari berbagai organisasi yang saling berhubungan dan mempunyai tujuan yang sama, yaitu sebaik mungkin menyelenggarakan pengadaan atau barang tersebut, istilah *supply chain* meliputi juga proses perubahan barang tersebut, misalnya dari barang mentah menjadi barang jadi. Manajemen rantai pasok merupakan integrasi aktivitas-aktivitas yang berasal dari pengadaan barang dan jasa, mengubah bahan baku menjadi barang dalam proses dan barang jadi, serta mengantarkan barang-barang tersebut kepada para pelanggannya dengan cara yang efisien. Dalam definisi tersebut, secara umum pemahaman rantai pasok akan mengandung makna terjadinya aliran material dari awal sampai ke konsumen dengan memperhatikan faktor ketepatan waktu, biaya, dan jumlah produknya. Dalam definisi operasional pengertian rantai pasok terdapat tiga aspek yang perlu diperhatikan yaitu berikut ini.

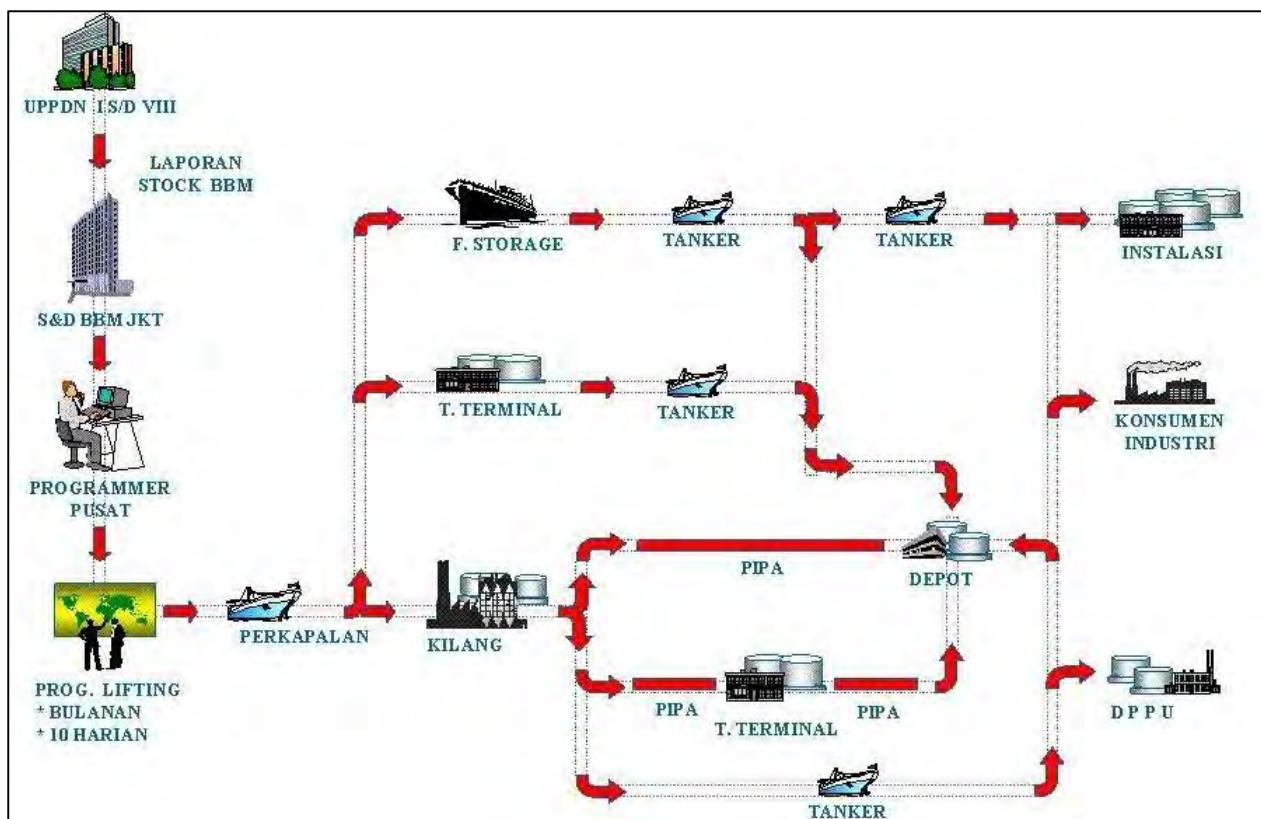
1. Manajemen Rantai Pasok adalah suatu pendekatan yang digunakan untuk mencapai pengintegrasian yang efisien dari supplier, manufacturer, distributor, retailer, dan customer.
2. Manajemen Rantai Pasok mempunyai dampak terhadap pengendalian biaya.
3. Manajemen Rantai Pasok mempunyai peranan penting dalam meningkatkan kualitas pelayanan perusahaan kepada pelanggan.

Untuk mengelola aliran barang dan jasa dalam rantai pasok, pertama-tama yang harus diketahui adalah gambaran sesungguhnya dan lengkap mengenai seluruh mata rantai yang ada, mulai dari yang pertama sampai yang terakhir. Misalnya, rantai pasok dari pabrik kertas adalah dimulai dari hutan kayu sebagai penghasil bahan baku, bahan penolong, peralatan, dan pemasok lain yang terlibat. Di samping itu, perlu juga diketahui berbagai sifat pergerakan rantai pasok untuk berbagai persediaan. Maksud dari persediaan adalah beberapa jenis barang yang disimpan di gudang yang mempunyai sifat pergerakan yang agak berbeda satu sama lain sehingga panjang-pendeknya rantai pasok juga berbeda tergantung dari metode pemenuhan bahan baku maupun metode inventory yang dipilih oleh pelaku bisnisnya

2.5.2 Ruang Lingkup Manajemen Rantai Pasok

Supply Chain Management melaksanakan kegiatan aliran barang yang meliputi perencanaan, produksi, penyimpanan, transportasi, dan distribusi, mulai dari titik awal bahan baku (hulu) sampai ke titik pemakaian (hilir). *Supply Chain Management* memiliki ruang lingkup yang luas meliputi pengelolaan pengadaan bahan baku, pemilihan supplier, proses produksi, pengangkutan, penyimpanan dan distribusi dengan didukung oleh elemen-elemen manajemen terkait.

Ada 7 (Tujuh) mata rantai yang merupakan jaringan *Supply Chain Management*, yaitu *Supplier, Manufacture, Warehouse, Transportation, Distributor*, dan *Customer*. Sedangkan elemen-elemen pendukung *Supply Chain Management* terdiri dari 9 (sembilan) yang meliputi *Procurement, Logistik (Transportasi, Pergudangan, Distribusi), Inventory (Persediaan), Demand Forecasting, Supplier, Production, Information, Quality* dan *Customer*.



Sumber : Pertamina Hilir 2008

Gambar 11. Manajemen Rantai Pasok BBM

2.6 Pelabuhan Khusus

2.6.1 Pengertian Pelabuhan Khusus

Pelabuhan khusus adalah pelabuhan yang penggunaannya untuk kegiatan sektor prindustrian, pertambangan, dan pertanian yang pembangunan dan pengoperasian nya dilakukan oleh instansi yang bersangkutan untuk bongkar muat bahan baku dan hasil produksinya, yang tidak dapat ditampung oleh pelabuhan yang dibuka untuk umum.

Untuk pelaksanaan di pelabuhan khusus terdiri dari instansi-instansi dan unit-unit kerja yang tugasnya berkaitan dengan lalu lintas kapal dan barang sesuai dengan sifat pelabuhan khusus yang bersangkutan. Instansi dan unit kerja pelaksana dii pelabuhan khusus adalah pelaksana pelabuhan khusus yang merupakan instansi pelaksana yang mengoperasikan pelabuhan khusus. Unit-unit pelaksana teknis instansi pemerintah bidang perhubungan laut yaitu kesyahbandaran, navigasi dan lalu lintas angkutan laut dan instansi pemerintah lainnya. Pembangunan pelabuhan khusus dibangun atas biaya yang bersangkutan.

2.6.2 Pelabuhan Curah Cair

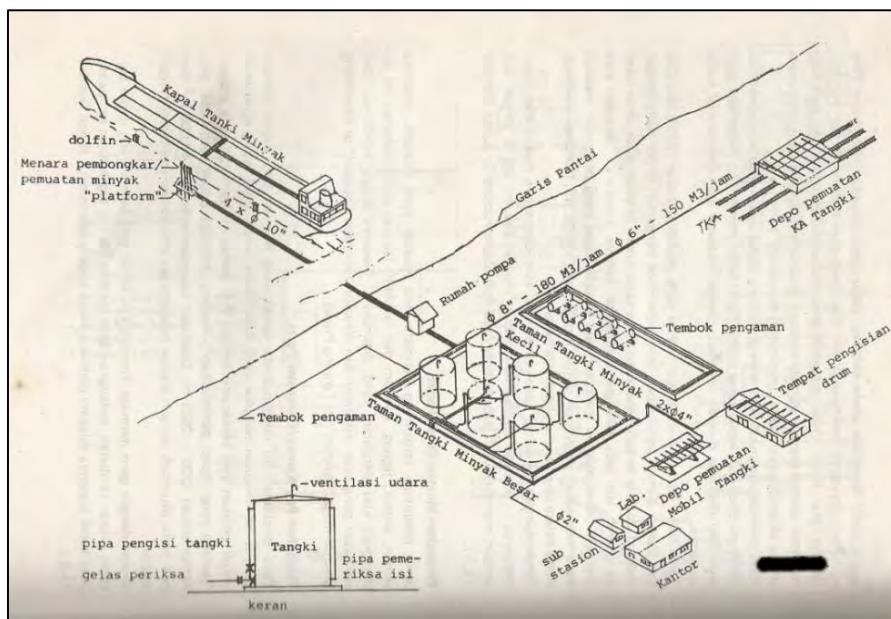
Dalam merancang pelabuhan, maka perlu diketahui beberapa sifat dan fungsi kapal, karena dari data ini dapat diketahui ukuran-ukuran pokok dari kapal yang berguna bagi para perencana (Kramadibrata, 1985). Sesuai dengan pengembangan teknologi kapal, maka pelabuhan sebagai prasarana harus disesuaikan sedekimian, sehingga dapat melayani kapal dan mampu menangani muatan. Antara kapal dan pelabuhan terdapat hubungan ketergantungan.

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.

Penentuan Lebar Dermaga Muatan Cair :

Tipe pelabuhan untuk kapal tanker tidak memerlukan lebar dermaga yang besar, karena penanganan muatan dilakukan dengan bantuan pipa, sehingga dibutuhkan rumah pompa (dapat ditempatkan di dermaga atau jauh di darat) dan beberapa peralatan pompa hisap dan tekan. Contoh dari pelabuhan ini adalah pelabuhan minyak bumi, pelabuhan tangki kimia cair (*chemical tank port*), dan lain-lain (Kramadibrata, 1985).



Sumber: (Kramadibrata, 1985)

Gambar 12. Desain Konseptual Pelabuhan Curah Cair

Pada perencanaan pelabuhan minyak terbaru, satu rumah pompa mampu melayani dua atau lebih kapal. Tangki-tangki ini jika diisi dengan bahan yang mudah terbakar (misalnya BBM) perlu diberi tanggul atau tembok pengaman (*dyke wall*) dengan maksud apabila terjadi kebocoran pada tangki-tangki tersebut, tidak akan meluap ke daerah lain sekaligus melokalisir bahaya kebakaran. Pengembangan teknologi kapal tanker dengan ukuran yang semakin besar menjurus kepada fasilitas penanganan muatan ditengah laut.

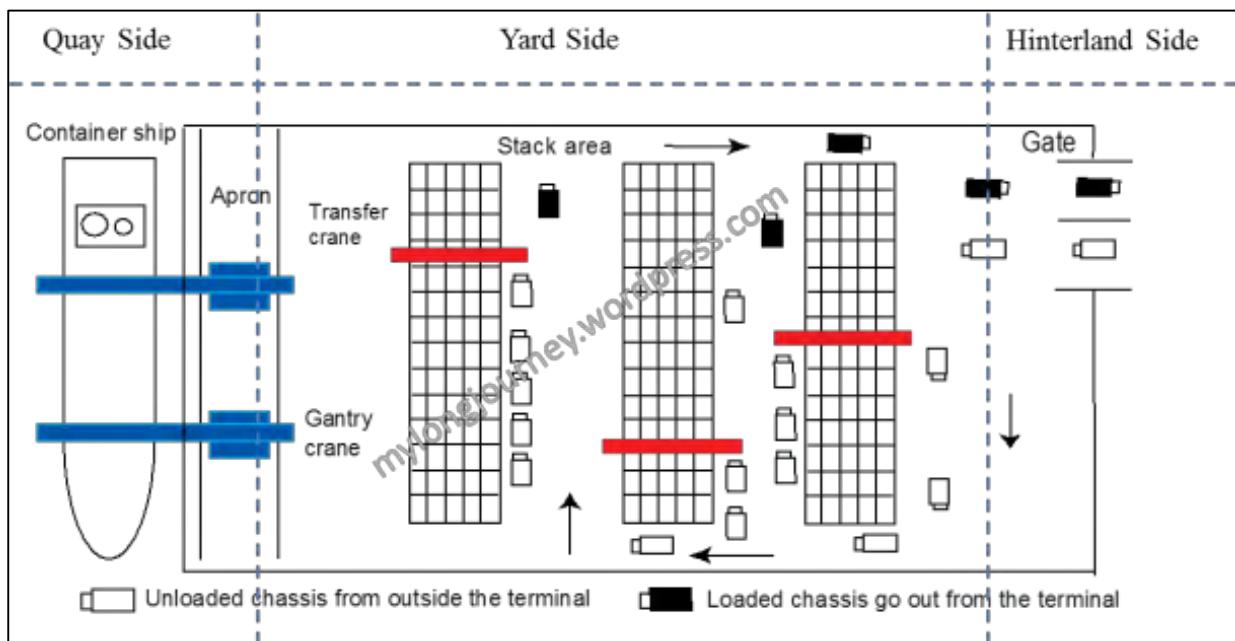
2.6.3 Pelabuhan Petikemas

Terminal peti kemas adalah terminal di mana dilakukan pengumpulan peti kemas dari hinterland ataupun pelabuhan lainnya untuk selanjutnya diangkut ke tempat tujuan ataupun terminal peti kemas (*Unit Terminal Container* disingkat secara umum "UTC") yang lebih besar lagi. Terminal peti kemas (UTC) pertama di Indonesia terletak di Pelabuhan III Timur Tanjung

Priok, Jakarta. Peresmian pengoperasiannya pada tanggal 20 Mei 1981. Terminal Peti Kemas terdiri dari :

1. Dermaga untuk sandar.
2. Lapangan penumpukan
3. Derek raksasa

Terminal peti kemas yang berkembang dengan pesat dalam beberapa tahun belakangan ini adalah Terminal peti kemas JICT, KOJA di Jakarta, Bojonegara di Cilegon, TPS di Surabaya, TPK Semarang, TPK Belawan, TPK Trisakti di Banjarmasin, dan TPK Palaran di Samarinda.



Gambar 13. Layout Terminal Peti Kemas

2.7 Teori Optimasi

Optimasi berasal dari kata optimalisasi. Namun, seiring perkembangan zaman, kata optimasi lebih sering digunakan daripada optimalisasi. Dalam permasalahan optimasi biasanya terdiri dari dua tujuan, yaitu memaksimalkan dan meminimumkan. Pengertian dari optimasi adalah suatu proses untuk memaksimasi atau meminimasi fungsi objektif dengan mempertimbangkan batas-batasnya (Santosa & Willy, 2011). Dengan adanya optimasi, desain sistem akan menghasilkan profit yang lebih banyak, biaya yang lebih murah, dan mempercepat proses. Optimasi ini dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan di berbagai bidang dengan aplikasi pengambilan keputusan.

Saat ini, permasalahan optimasi memerlukan dukungan *software* dalam penyelesaiannya sehingga menghasilkan solusi yang optimal dengan waktu perhitungan yang lebih cepat. Untuk menyelesaikan suatu permasalahan biasanya dilakukan dengan mengubah masalah tersebut ke dalam model matematis terlebih dahulu untuk memudahkan penyelesaiannya. 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 komputer (Santosa & Willy, 2011).

Optimasi terbagi menjadi dua bagian, yaitu optimasi yang tak terbatas yang hanya dikalikan dengan fungsi objektif yang tak terbatas dan tidak memiliki pembatas, dan optimasi terbatas yang memiliki fungsi objektif yang terbatas atau persyaratan tertentu yang membuat masalah lebih rumit dan memerlukan algoritma yang berbeda untuk diselesaikan. Terdapat banyak teknik optimasi yang telah dikembangkan sampai saat ini, diantaranya adalah *linear programming*, *goal programming*, *integer programming*, *nonlinear programming*, dan *dynamic programming*. Penggunaan teknik optimasi tersebut tergantung dari permasalahan yang akan diselesaikan. Pada penelitian ini menggunakan teknik optimasi *non-linear programming* dan persoalan *combinatorial* yang juga merupakan teknik optimasi *non-linear programming*. Tujuan dari model *combinatorial* adalah menentukan kombinasi dari beberapa alternatif yang pilihan yang mungkin memenuhi fungsi tujuan.

2.8 Biaya Transportasi Laut

Dalam transportasi laut terdapat empat komponen biaya dalam pengoperasian kapal. (*Wijnolst & Wergeland, 1997*) yaitu : biaya modal (*capital cost*), biaya operasional (*operational cost*), biaya pelayaran (*voyage cost*), dan biaya bongkar muat (*cargo handling cost*). Berikut adalah penjelasan dari masing-masing komponen biaya tersebut :

- **Biaya Modal (*Capital Cost*)**

Biaya modal adalah biaya yang dikeluarkan untuk pembangunan kapal, pembelian kapal, atau penyewaan kapal. Biaya modal disertakan dalam kalkulasi biaya untuk menutup bunga pinjaman bank dan pengembalian modal tergantung proses dari pengadaan kapal tersebut. Biaya modal termasuk *fixed cost* atau biaya tetap, karena nilainya tetap dibayarkan ketika tidak ada kegiatan bisnis.

- **Biaya Operasional (*Operational Cost*)**

Biaya operasional adalah biaya-biaya yang tetap dikeluarkan dalam operasional sehari-hari kapal untuk membuat kapal dalam keadaan yang siap berlayar. Yang termasuk

dalam biaya operasional adalah biaya gaji ABK, perawatan kapal, perbaikan kapal, minyak pelumas, asuransi, dan administrasi. Biaya operasional juga termasuk dalam komponen biaya kapital yang nilainya harus dibayarkan ketika tidak ada kegiatan bisnis.

- Biaya Pelayaran (*Voyage Cost*)

Biaya pelayaran adalah biaya yang dikeluarkan ketika kapal berlayar untuk memenuhi kebutuhannya selama pelayaran tersebut. Komponen biaya pelayaran terdiri dari biaya bahan bakar untuk mesin induk, biaya bahan bakar untuk mesin bantu dan biaya jasa kepelabuhan (pandu, tunda, labuh, sandar, dan tambat)

- Biaya Bongkar Muat (*Cargo Handling Cost*)

Biaya bongkar muat adalah biaya yang dikenakan ketika barang dimuat di pelabuhan asal dan ketika barang dibongkar di pelabuhan tujuan. Biaya penanganan muatan inilah yang disebut dengan biaya bongkar muat. Biaya yang dikeluarkan bermacam-macam tergantung jenis muatan yang ditangani, seperti minyak, bahan kimia, petikemas, pupuk curah, biji-bijian. Proses ini akan dilakukan oleh perusahaan bongkar muat yang ada di pelabuhan.

Biaya diatas kemudian digabungkan menjadi satu sehingga diperoleh biaya total (*total cost*) untuk satu kali berlayar (*1 voyage*) sehingga bisa didapatkan biaya pengiriman (*transport cost*) untuk pengiriman komoditi tertentu ke wilayah tertentu.

2.9 *Shipping Business*

Shipping merupakan jenis industri yang bersifat *derived demand* artinya munculnya permintaan transportasi adalah sebagai akibat dari munculnya *demand of good*.

Berikut beberapa jenis *shipping business*, diantaranya:

1. *Tramper*

- Memiliki prinsip utama: “*one ship, one cargo*”. Biasanya hal ini berlaku untuk muatan curah / bulk
- Tidak ada jadwal tetap, jadwal tergantung oleh ketersediaan cargo
- Tidak ada rute tetap, rute tergantung ketersediaan cargo
- Tarif tidak tetap: penentuan tarif tergantung pasar dan negosiasi

2. *Liner*

- *Cargo too small to fill a single ship and need to be grouped*
- *Regular service for many small cargo consignments: mass of paperwork*

- *Charge individual consignment on a fixed tariff*: menentukan profit secara keseluruhan lebih sulit
- Pemuatan cargo (*stowage plan*) lebih sulit
- Jadwal dan rute *fixed*
- Perencanaan tonase armada lebih rumit

Dalam aktivitas *shipping business*, terdapat empat pasar yang berpengaruh, diantaranya:

1. *New Building market* : pasar dimana shipping company mengorder kapal
2. *Freight market* : pasar dimana shipping company menjual jasa transportasi (charter)
3. *Sale and Purchase Market* : pasar dimana shipping company menjual atau membeli kapal bekas
4. *Demolition Market* : pasar dimana shipping company melakukan scrapping kapal.

2.10 Penelitian Terdahulu

2.10.1 Model Transportasi Laut Untuk Mendukung Manajemen Rantai Pasok: Studi Kasus Komoditas Ayam Beku dari Surabaya ke Indonesia Timur (Fitroh Annur Isnantoyo, 2016)

Penelitian ini mengidentifikasi penyebab tingginya biaya pengiriman ayam beku ke wilayah Indonesia Timur dan membuat manajemen rantai pasok untuk menyelesaikan masalah tersebut. Pengiriman ayam beku dari Surabaya ke Indonesia Timur menggunakan *Reefer Container* dengan cara melihat jadwal peyaran yang berlayar ke Indonesia Timur dan membuat pola operasi yang optimum agar biaya pengiriman ayam beku dapat ditekan sehingga harga ayam beku di wilayah Indonesia Timur dapat menurun.

2.10.2 Manajemen Rantai Pasok Angkutan Susu Sapi dan Produk Turunannya Melalui Jalur Transportasi Laut (Ade Junifar, 2015)

Penelitian ini mengidentifikasi permasalahan di setiap rantai pasok logistik dan membuat urutan prioritas masalah yang harus dipecahkan. Setelah menentukan alternatif pemecahan masalah melakukan pemetaan proses manajemen rantai pasok susu dari hulu sampai hilir. Sehingga didapatkan opsi-opsi pengiriman yang dipakai yang menghasilkan keuntungan paling besar. Dapat menerangkan lebih dalam pengaplikasian rantai pasok dan dapat memberi masukan opsi angkutan rantai pasok dengan melewati jalur laut.

2.10.3 Model Transportasi Multimoda Logistik Pala: Studi Kasus Ambon-Rotterdam (M.Yasir, 2015)

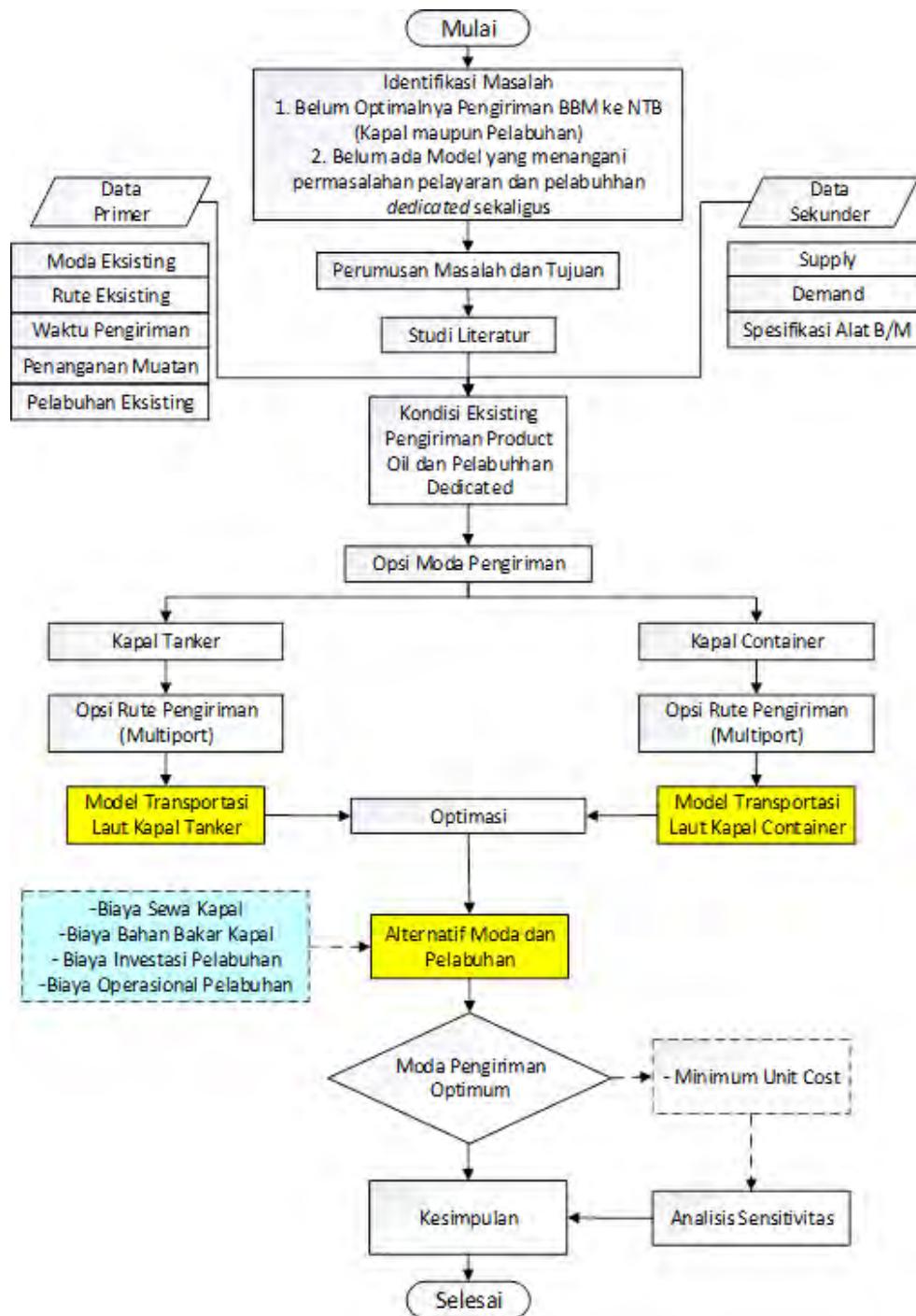
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Mengetahui pola pengiriman pala dari Ambon ke Rotterdam berdasarkan kondisi saat ini dan mengembangkan model transportasi multimoda untuk proses pengiriman pala berdasarkan perbedaan waktu tempuh, estimasi biaya dan penanganan muatan dengan metode pemilihan armada dan menghitung waktu yang minimal. Serta melakukan upaya apa saja untuk mempertahankan kualitas pala di pasar ekspor rempah-rempah. Berdasarkan hasil optimasi, dari kombinasi alternatif rute pengiriman dan moda pengangkutan diperoleh bahwa rute pengiriman yang optimal adalah dari pelabuhan Ambon – Surabaya – Singapura dengan total waktu pengiriman 31 hari termasuk waktu penanganan muatan di area hinterland beserta biaya pengiriman sebesar Rp.23.780.000/TEUs. Untuk mempertahankan kualitas produk pala, terdapat opsi penambahan alat pengukur dan pengontrol kelembaban (humidity) yang akan menambah biaya sebesar 2% dan memberikan tambahan pendapatan sebesar 5%.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah diagram alir penelitian dari Tugas Akhir untuk mengilustrasikan proses penggerjaan :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian Tugas Akhir

3.1.1 Tahap Identifikasi Permasalahan

Pada tahap ini dilakukan identifikasi mengenai permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini. Permasalahan yang diangkat adalah mengenai sistem pengiriman BBM dari Terminal transit BBM Manggis ke 3 depot BBM di Nusa Tenggara Barat. Permasalahan lain yang diangkat adalah tentang kemasan serta moda pengangkutan yang digunakan dalam pengiriman BBM ke Nusa Tenggara Barat. Untuk saat ini pengiriman BBM ke Nusa Tenggara Barat menggunakan kapal tanker. Perlu diadakan penelitian ulang terkait model pengiriman dan kemasan serta moda yang digunakan dalam pengiriman karena dinilai belum optimal.

3.1.2 Tahap Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan studi literatur yang terkait dengan permasalahan pengiriman BBM ke Nusa Tenggara Barat. Materi-materi yang dijadikan tinjauan pustaka pada tugas akhir ini adalah komoditi berupa *Product Oil*, alternatif rute yang akan dipakai, alternatif kemasan yang akan dipakai, alternatif moda transportasi laut, serta teori optimasi sebagai penunjang dalam pelaksanaan tugas akhir.

3.1.3 Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang diperlukan dalam proses pelaksanaan tugas akhir, metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode pengumpulan data secara langsung (primer) dan metode pengumpulan data secara tidak langsung (sekunder). Pengumpulan data ini dilakukan dengan mengambil data terkait dengan permasalahan dalam tugas akhir ini ke Terminal Transit BBM Manggis, Bali dan data yang ada di jurnal terkait dengan pengiriman BBM ke wilayah kepulauan.

3.1.4 Tahap Pengolahan Data

Pada tahap ini data yang telah dikumpulkan dari hasil studi lapangan dan juga hasil data sekunder yang diolah lebih lanjut sehingga dapat digunakan sebagai perhitungan untuk pelaksanaan tugas akhir. Pengolahan data akan dimulai dengan optimasi pemilihan rute yang optimum, serta kemasan dan moda yang tepat untuk melayani pengiriman BBM ke Nusa Tenggara Barat.

3.1.5 Tahap Analisis Data dan Pembahasan

Pada tahap ini data yang telah diolah akan dianalisa serta dibahas, mulai dari analisa dan pembahasan hasil optimasi, analisa dan pembahasan kemasan dan moda pengangkutan

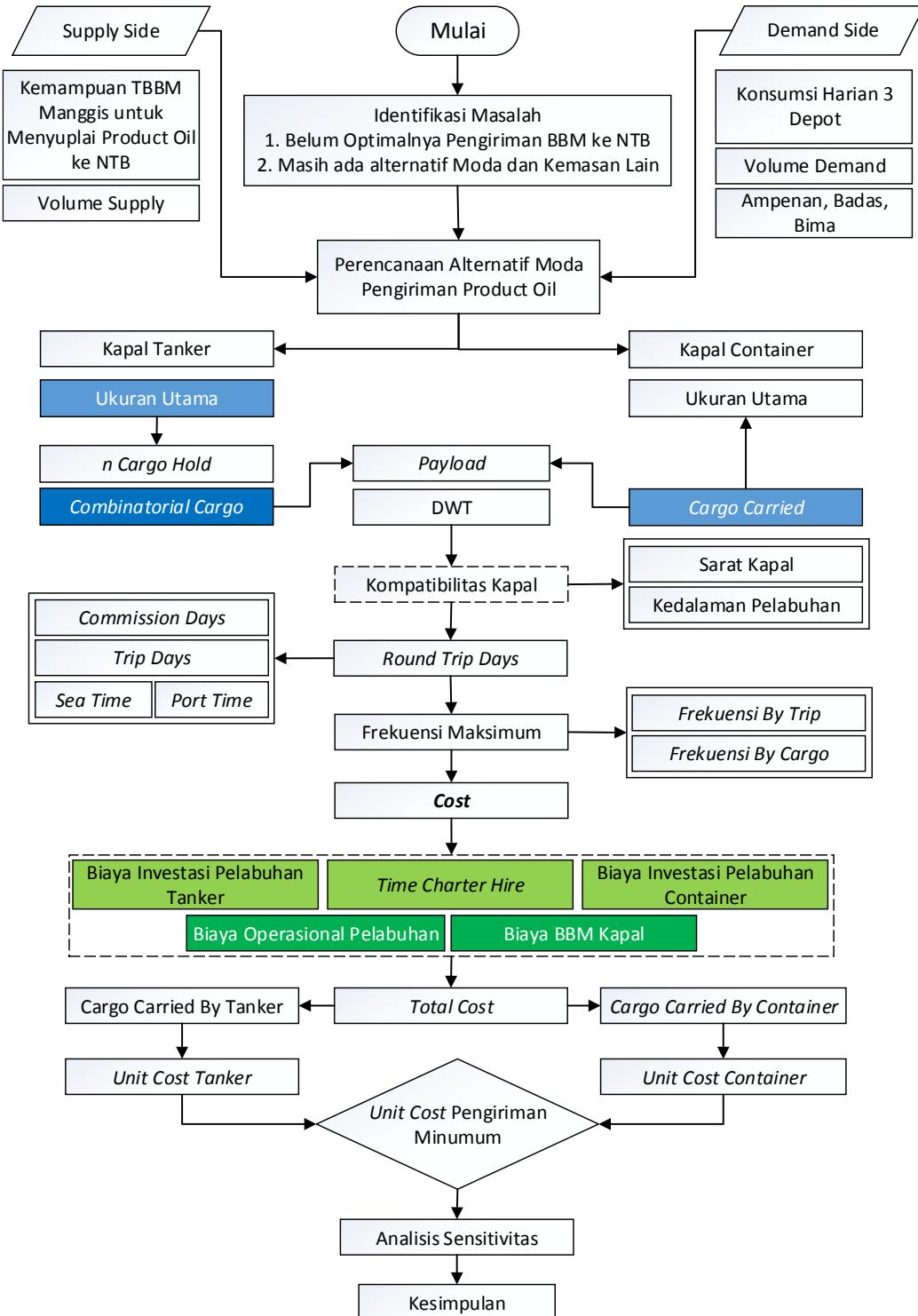
BBM serta perhitungan biaya yang terdapat dalam sistem pengiriman dengan kemasan dan moda angkutan baru *Product Oil* ke Nusa Tenggara Barat.

3.1.6 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dilakukan sebuah penarikan kesimpulan yang akan menjawab semua permasalahan pada penelitian ini dan juga penulisan saran terhadap pihak-pihak terkait sebagai sesuatu yang harus dipertimbangkan untuk dikembangkan lebih lanjut atau diterapkan oleh pihak terkait.

1.2 Diagram Alir Perhitungan

Berikut adalah diagram alir perhitungan dari Tugas Akhir untuk mengilustrasikan langkah perhitungan :



Gambar 2. Diagram Alir Perhitungan Tugas Akhir

1.3 Model Matematis

Dalam merencanakan proses pengiriman muatan Product Oil, dibutuhkan perencanaan terhadap rute kapal dan pelabuhan yang akan dibangun untuk melaksanakan proses tersebut. Pada kasus pengiriman Product Oil dengan kapal tanker dan ISO-Tank Container dari Terminal Transit BBM Manggis ke Ampenan, Badas, dan Bima ini dibutuhkan sebuah solusi yang optimal untuk menentukan jenis, ukuran kapal kapal dan pelabuhan yang akan dibangun sesuai dengan kriteria optimasi yang diharapkan yaitu berdasarkan biaya transportasi laut yang minimum. Kriteria biaya transportasi laut minimum ini digunakan karena hal ini secara langsung berkaitan dengan keputusan untuk memilih jenis kapal dan ukuran serta pelabuhan yang akan dibangun nantinya. Sebelum melakukan proses optimasi dengan bantuan *solver*, hal yang harus dilakukan adalah mengetahui model matematis dari permasalahan yang akan dioptimalkan. Dalam kasus masalah transportasi di penelitian ini, fungsi tujuan dari model optimasi adalah meminimalkan biaya pengiriman (*minimum Unit Cost*) dalam bentuk pemilihan jenis kapal dan ukuran kapal yang mengangkut beserta ukuran, jenis dan biaya yang dikeluarkan oleh pelabuhan. Jika dituliskan dalam bentuk matematis, maka fungsi tujuan dari model matematis adalah sebagai berikut.

1.3.1 Model Matematis Kapal Tanker

Objective Function 1 :

$$\text{Min } z = \frac{TC}{TCC}$$

$$\text{Min } z = \frac{m \cdot FC + n \cdot VC}{n \cdot Py}$$

Dimana : $FC = S_C + P_C$

$$S_C = \frac{(P_{ST}(LPP \cdot B \cdot D_A \cdot C_{ST}))}{UE}$$

$$P_C = D_C + Pic + Emc + ReMc + Tax$$

$$D_C = (L_D + B_D) \cdot dc$$

$$L_D = ((m \cdot LoA) + ((m-1) \cdot 15) + (2 \cdot 25))$$

$$LoA = LPP \cdot 110\%$$

$$V_C = S_{OC} + S_{VC} + P_{OC}$$

$$S_{OC} = n (S_{EMC} + TD + FW_C)$$

$$S_{VC} = ME_C + AE_C$$

$$ME_C = n (MCR . SFOC . t_S . P_{MFO})$$

$$AE_C = n (MCR . SFOC . (t_S + t_P) . PMDO)$$

$$PO_C = n (ABMC)$$

Decision Variable :

LPP

Constraint :

LPP = integer

$$X_{ij} \geq Dh_j . (t_S + t_P)$$

$$T_S \leq LWS$$

Objective Function 2 :

$$\text{Min } TD = \sum_{j=1}^3 \left(\sum_{i=1}^{10} |X_{ij} - D_j| \right) . Dc$$

Decision Variable :

$$X_i \rightarrow i = (1, 2, 3 \dots 10)$$

$$Y_{ij} \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \rightarrow j = (1, 2, 3)$$

Constraint :

$$\sum_{j=1}^3 Y_{ij} = 1 \rightarrow i = (1, 2, 3 \dots 10)$$

1.3.2 Model Matematis Kapal Container

Objective Function :

$$\text{Min } z = \frac{TC}{TCC}$$

$$\text{Min } z = \frac{m \cdot FC + n \cdot VC}{n \cdot Py}$$

Dimana : $FC = S_C + P_C$

$$S_C = \frac{(P_{ST}(LPP \cdot B \cdot D_A \cdot C_{ST}))}{UE}$$

$$= \frac{(P_{ST}((0.0879 \cdot Py + 62.312) \cdot (0.0107 \cdot Py + 12.304) \cdot (0.0055 \cdot Py + 5.7182) \cdot C_{ST}))}{UE}$$

$$P_C = D_C + IT_C + HMC_c + CFS_c + LPec + ReMc + Tax + Empc + OTc$$

$$D_C = (L_D + B_D) \cdot d_C$$

$$L_D = ((m \cdot LOA) + ((m-1) \cdot 15) + (2 \cdot 25))$$

$$LOA = LPP \cdot 110\%$$

$$LPP = (0.0879 \cdot Py + 62.312)$$

$$IT_C = IT \cdot it_C$$

$$IT = 2 \cdot Payload$$

$$CFS = 0.3 \cdot Py$$

$$LPec = (Py \cdot IT_{Dim}) / 4 Tear$$

$$VC = SOC + S_{VC} + P_{OC}$$

$$SOC = n (SEM + TD + FW_C)$$

$$S_{VC} = ME_C + AE_C$$

$$ME_C = n (MCR \cdot SFOC \cdot ts \cdot P_{MFO})$$

$$AE_C = n (MCR . SFOC . (t_S + t_P) . PMDO$$

$$PO_C = n (ABMC)$$

Decision Variable :

P_y

Constraint :

$$X_{ij} \geq Dh_j . (t_S + t_P)$$

$$Ts \leq LWS$$

Dimana :

Z	= Unit Cost	(Rp/Ton)
TC	= Total Cost	(Rp/ RT)
TCC	= Total Cargo Carried	(Ton)
M	= Jumlah Kapal	(Unit)
N	= Jumlah Frekuensi	(RTD)
Py	= Payload	(KL)
FC	= Fixed Cost	(Rp)
VC	= Variable Cost	(Rp)
SC	= Ship Cost	(Rp)
PC	= Port Cost	(Rp)
P _{ST}	= Harga Baja	(Rp/Ton)
B	= Lebar Kapal	(m)
D _A	= Tinggi Kapal dan Superstructure	(m)
C _{ST}	= Coefficient of Steel	
UE	= Umur Ekonomis	(tahun)
D _c	= Biaya Dermaga	(Rp)
L _D	= Panjang Dermaga	(m)

B_D	= Lebar Dermaga	(m)
d_C	= Biaya Satuan Dermaga	(Rp/m ²)
P_{iC}	= Pipe Cost	(Rp/m)
E_{MPC}	= Employee Cost	(Rp)
ReM_C	= Repair and Maintenance Cost	(Rp)
Tax	= Pajak	(Rp)
P_{OC}	= Port Operational Cost	(Rp)
S_{OC}	= Ship Operational Cost	(Rp)
S_{VC}	= Ship Voyage Cost	(Rp)
F_{WC}	= Fresh Water Cost	(Rp)
M_{EC}	= Main Engine Cost	(Rp)
A_{EC}	= Auxiliary Engine Cost	(Rp)
MCR	= Engine Power	(KW)
$SFOC$	= Spesific Fuel Oil Consumption	(ton/KW.H)
P_{MFO}	= Harga MFO	(Rp/Ton)
P_{MDO}	= Harga MDO	(Rp/Ton)
t_S	= Sea Time	(Jam)
t_P	= Port Time	(Jam)
ABM_C	= Biaya Alat Bongkar Muat	(Rp)
X	= Volume Muatan	(KL)
i	= Ruang Muat	(Cargo Hold)
j	= Jenis Produk	(Jenis)
Dh	= Demand harian	(KL/hari)
Y	= Bilangan Biner	
D_C	= Tarif Denda	(Rp/KL)

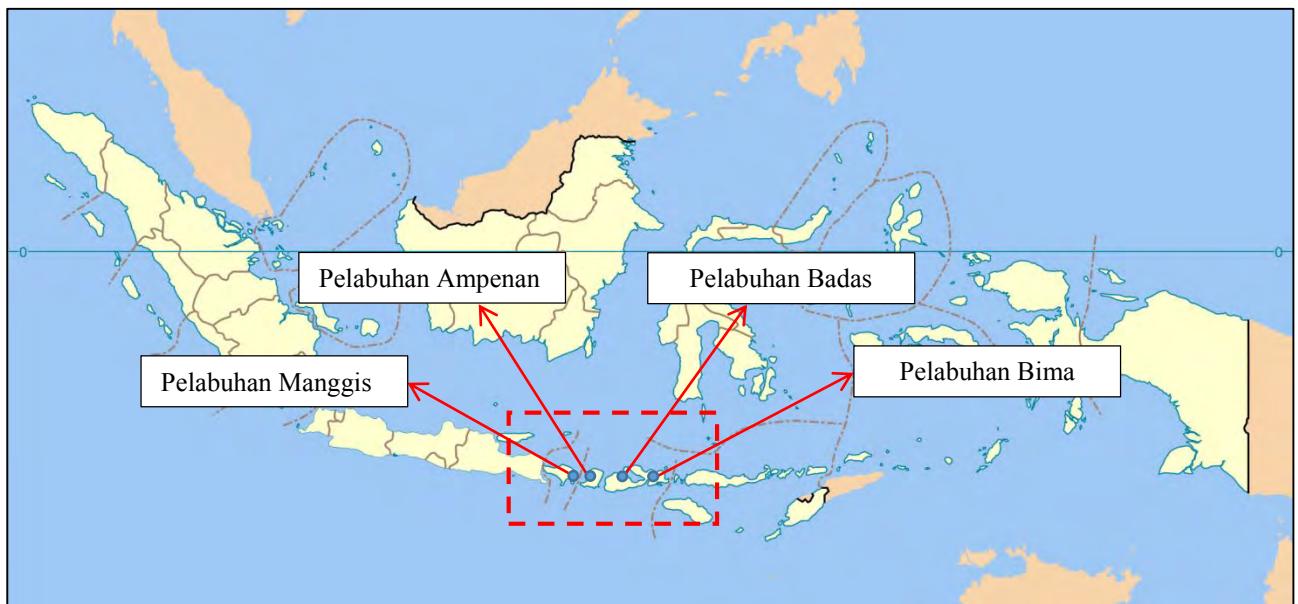
TD	= Total denda	(Rp)
IT _C	= Iso Tank Cost	(Rp)
IT	= Jumlah Iso Tank	(Rp)
it _C	= Harga Iso Tank	(Rp/ Unit)
HMC _C	= Harbour Mobile Crane Cost	(Rp)
CFS _C	= Container Freight Station Cost	(Rp)
LP _C	= Lapangan Penumpukan Cost	(Rp)
OT _C	= Biaya Lainnya	(Rp)

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

1.1 Tinjauan Objek Penelitian

Lokasi yang menjadi studi kasus dalam tugas akhir ini adalah Terminal Transit BBM serta Depot BBM yang ada di Region V khususnya Provinsi Nusa Tenggara Barat yang terdapat pada gambar 4.1. *Supply* dari BBM yang dikirim menuju Nusa Tenggara Barat berasal dari Terminal Transit BBM di Manggis, Bali dan dikirim menuju 3 Depot BBM di Nusa Tenggara Barat yakni Ampenan, Bima, dan Badas. Demand dari ketiga produk (premium, kerosene, solar) yang dikirim juga bervariasi. Akan tetapi jumlah demand terbesar adalah di Ampenan yang mencapai 74%.



Gambar 3. Peta Pelabuhan Supply dan Demand

4.1.1 Terminal Transit BBM Manggis

Terminal Transit BBM Manggis merupakan terminal *supply* untuk daerah Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur. TBBM Manggis sendiri mendapatkan *supply* dari Kilang Minyak di Kalimantan dan Cilacap, dan sebagian kecil produk dari Surabaya. TBBM Manggis terletak di Desa Ulakan, Kecamatan Manggis, Kota Karangasem, Propinsi Bali. Secara geografis berada di kawasan Selat Mataram. Terminal BBM Manggis diresmikan tanggal 19 Maret 1996 dan menempati area seluas 17,3 Ha.



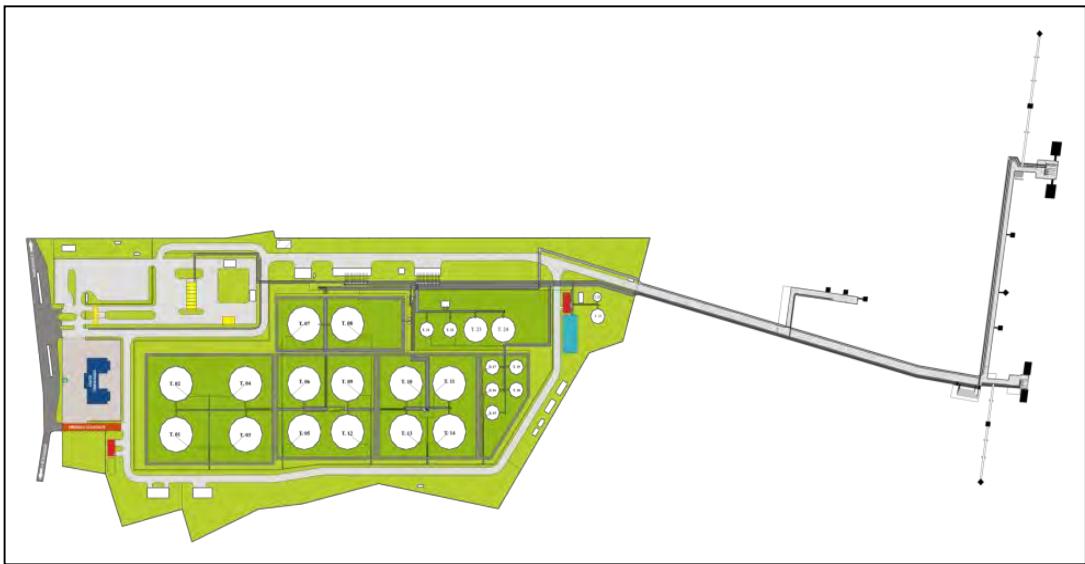
Sumber : Terminal Transit BBM Manggis 2016 (diolah kembali)

Gambar 4. Peta Supply BBM menuju TBBM Manggis

Penerimaan BBM/BBK & LPG melalui dermaga khusus, yaitu : Dermaga I kapasitas 35.000 DWT, Dermaga II kapasitas 6.500 DWT dan Dermaga III kapasitas maksimal 3.500 DWT. Fasilitas Penimbunan produk BBM, BBK menggunakan tangki timbun berjumlah 19 unit dengan total kapasitas 151.227 KL. Fasilitas Penyaluran BBM & BBK 12 Filling shed untuk penyaluran melalui Mobil Tanki dan dermaga II dan III untuk *konsinyasi/backloading* dan pelayanan *bunker* konsumen industri dan marine.



Gambar 5. Peta Pelabuhan Manggis



Gambar 6. Layout Terminal Taransit BBM Manggis Eksisting

Didalam Terminal BBM Manggis juga terdapat Terminal LPG Manggis yang lokasinya berada dikawasan Terminal BBM Manggis namun secara struktur organisasi sudah terpisah dengan Terminal BBM Manggis. Tanki Timbun LPG berjumlah 4 unit dengan total kapasitas 3.230 MT. Dan fasilitas penyaluran LPG menggunakan 3 Filling yang di distribusikan menggunakan Skid Tank. Terminal BBM Manggis juga melayani pendistribusian BBM dengan konsumen sebagai berikut :

- Kerosene Subsidi dan Non Subsidi untuk Masyarakat
- Bunker (MFO, MDF & Solar) untuk Kapal (termasuk kapal penyeberangan)
- Solar dan MFO untuk Industri (PLN Indonesia Power & Pemaron)
- VHS PT Newmont Nusa Tenggara
- Konsinyasi / Backloading ke Terminal BBM wilayah kerja S&D Region V : TBBM Camplong, Sanggaran, Ampenan, Badas, Bima, Reo, Waingapu, Ende dan Maumere

Tabel 1. Kapasitas dan Ketahanan Stok Tangki

TBBM	PRODUK	SAFECAP (KL)	DOT (KL)	Ketahanan Stock (hari)
Transit Term - Fuel - Manggis	PREMIUM	50,681	1,782	28.4
	KERO	9,330	23	410.3
	SOLAR	54,975	454	121.1
	IDO	1,750	11	154.4
	IFO/MFO	9,350	16	567.3
	BIOFAME	1,911	47	40.3
	AVTUR	19,146	1,000	19.1
	LPG	3,230	500	6.5

Sumber : Terminal Transit BBM Manggis (diolah kembali)

Fasilitas Dermaga yang dimiliki oleh TBBM Manggis antara lain :

a. Fasilitas Dermaga

Untuk saat ini dermaga yang dimiliki TBBM Manggis adalah 3 dermaga dengan kapasitas 3.500 DWT hingga 35.000 DWT. Biasanya dermaga I digunakan untuk discharge BBM yang berasal dari Kilang dan ditempati oleh kapal berukuran besar. Sedangkan dermaga II adalah dermaga berkapasitas 6.500 DWT yang digunakan untuk loading BBM menuju Ampenan, Badas dan Bima. Sedangkan dermaga III digunakan untuk pandu tunda yang bertugas menyandarkan kapal-kapal di dermaga I dan II. Di dermaga ini terdapat Breasting Dolphin dan AMS sebagai sarana bersandar kapal tanker. Selain itu juga terdapat pompa dan pipa untuk loading maupun discharge dari produk-produk yang akan didistribusikan. Selain itu juga terdapat sarana bunker untuk pengisian bahan bakar kapal yang bersandar di TBBM Manggis. Dermaga I melayani rata-rata 15 call kapal per bulan, untuk dermaga II bisa melayani hingga 29 call kapal dan dermaga 3 mampu melayani hingga 16 call kapal.

Tabel 2. Fasilitas Dermaga TBBM Manggis

Fasilitas	Kapasitas	Call Kapal	Sarana Tambat	Handling Produk
Dermaga I	35000 DWT	15	1 buah Breasting Dolphin 2 buah AMS	- Discharge (P, K, S, A, MFO, MDF, Pertamax) - Backloading (P, K, S) - Bunker (MFO, MDF)
Dermaga II	6500 DWT	29	2 buah Breasting Dolphin 2 buah AMS	- Discharge (P, K, S, MDF, FAME, Pertamax, LPG) - Backloading (P, K, S, A, Pertamax) - Bunker (Solar, MDF, MFO)
Dermaga III	3500 DWT	16	2 buah Breasting Dolphin	- Backloading (Solar, MFO) - Bunker (Solar)

Sumber : Terminal Transit BBM Manggis (diolah kembali)

b. Fasilitas Pompa

Ada 17 pompa yang beroperasi untuk melayani penyaluran BBM dari Tangki Timbun menuju kapal. Jenis pompa yang dipakai kebanyakan adalah pompa

centrifugal sebanyak 15 pompa dengan kapasitas $144 \text{ m}^3/\text{jam}$ dan $440 \text{ m}^3/\text{jam}$. Selain itu terdapat 2 pompa Rotary dengan kapasitas $60 \text{ m}^3/\text{jam}$ dan $150 \text{ m}^3/\text{jam}$. Kondisi rata-rata pompa yang ada masih 80% dari kondisi awal pembelian. Pompa dipasang pada saat awal pembentukan TBBM Manggis yakni tahun 1995.

Tabel 3. Jenis dan Kapasitas Pompa TBBM Manggis

No. Pump	Jenis Pompa	Merk	Type/Modal	Kapasitas	Tahun	Kondisi
1	Centrifugal	Worthington	ERPN 80-160	144	1995	80
2	Centrifugal	Worthington	ERPN 80-160	144	1995	80
3	Centrifugal	Worthington	ERPN 80-160	144	1995	80
4	Centrifugal	Worthington	ERPN 80-160	144	1995	80
5	Centrifugal	Suizer	ZE 100-2250	144	2007	80
6	Centrifugal	Worthington	ERPN 200-315	440	1995	80
7	Centrifugal	Worthington	ERPN 200-315	440	1995	80
8	Centrifugal	Worthington	ERPN 200-315	440	1995	80
9	Centrifugal	Worthington	ERPN 200-315	440	1995	80
10	Centrifugal	Worthington	ERPN 200-315	440	1995	80
11	Centrifugal	Worthington	ERPN 200-315	440	1995	80
12	Rotary	Johnson	SRT 200-00GN	150	2008	80
13	Centrifugal	Worthington	ERPN 50-250	60	1995	80
14	Centrifugal	Worthington	ERPN 50-250	60	1995	80
15	Centrifugal	Worthington	ERPN 50-250	60	1995	80
16	Rotary	Johnson	4.0 GRW CS	15	1995	80
17	Centrifugal	Worthington	ERPN 50-250	60	1995	80
23	Rotary	Johnson	SRT 200-00GN	150	1995	80

Sumber : Terminal Transit BBM Manggis (diolah kembali)

Semua pompa merupakan pompa elektrik yang bekerja menggunakan tenaga listrik. Listrik yang digunakan adalah listrik dari PLN, akan tetapi TBBM Manggis tetap menyiapkan tenaga cadangan berupa genset untuk mengantisipasi apabila terjadi

kerusakan atau gangguan listrik sehingga proses loading BBM menuju kapal masih dapat berjalan.

c. Fasilitas Penimbunan BBM

Fasilitas penimbunan BBM di TBBM Manggis terdiri dari 19 tangki timbun. Solar memiliki 5 tangki timbun dengan total kapasitas adalah 56.000 m³. Premium memiliki 5 tangki timbun dengan total kapasitas hampir 50.000 m³. Untuk kerosene hanya memiliki 1 tangki timbun berkapasitas 9000 m³ karena umlah permintaan yang tidak sebanyak premium dan solar. Sisanya diisi oleh MFO, Avtur, Fame Oil, dan Gas.



Sumber : Dokumentasi Pribadi TBBM Manggis 2016

Gambar 7. Tangki Timbun Terminal Transit BBM Manggis

Gambar 4.5 di ambil pada saat survei lapangan yang dilakukan untuk mengetahui kondisi eksisting dari penelitian ini. Gambar 4.5 menjelaskan kondisi tangki penyimpanan *Product Oil* yang ada di TBBM Manggis dengan gambar kiri merupakan tangki penyimpanan gas dan di sebelah kanan merupakan tangki penyimpanan minyak.

Tabel 4. Kapasitas Masing-masing Tangki Timbun

NO.	Jenis Produk	Kapasitas (KL)			
		Max Kap	Safe Kap	Dead Stock	Pumpable
1	Solar	11.208	10.998	0.472	10.526
2	Solar	11.451	11.04	0.472	10.568
3	Solar	11.247	10.984	0.52	10.464
4	Solar	11.172	10.962	0.461	10.501
5	Solar	11.255	10.991	0.452	10.539

	Jumlah	56.333	54.975	2.377	52.598
7	Avtur	9.862	9.678	360	9.318
8	Avtur	9.513	9.468	450	9.018
	Jumlah	19.375	19.146	810	18.336
9	Premium	9.344	9.298	0.35	8.948
10	Kerosine	9.376	9.33	0.391	8.939
11	MFO	9.356	9.35	0.515	8.835
	Jumlah	28.076	27.978	1.256	26.722
NO.	Jenis Produk	Kapasitas (KL)			
		Max Kap	Safe Kap	Dead Stock	Max Kap
12	Premium	9.76	9.668	0.378	9.290
13	Premium	10.684	10.631	0.509	10.122
14	Premium	10.518	10.465	0.553	9.912
15	Premium	10.652	10.599	0.542	10.057
	Jumlah	41.614	41.363	1.982	39.381
16	MDF	2.011	1.966	138	1.828
	Jumlah	2.011	1.966	138	1.828
17	FAME	2.012	1.911	132	1.779
	Jumlah	2.012	1.911	132	1.779
18	MFO	2.009	1.964	138	1.826
19	MFO	2.000	1.916	132	1.784
20	MFO	2.000	1.916	133	1.783
	Jumlah	6.009	5.796	403	5.393

Sumber : Terminal Transit BBM Manggis (diolah kembali)

4.1.2 Pelabuhan Ampenan – Badas – Bima

Dalam tugas akhir ini objek penelitian yang diambil sebagai pelabuhan destinasi adalah depot BBM yang ada di Nusa Tenggara Barat yakni Depot BBM Ampenan, Depot BBM Badas, dan Depot BBM Bima. Masing-masing Depot BBM melayani daerah barat, tengah, dan timur Nusa Tenggara Barat. Dalam kondisi ini ketiga pelabuhan memiliki batas sarat yang mampu dimasuki kapal. Sarat kapal dibatasi oleh kedalaman masing-masing pelabuhan. Sarat kapal yang dapat masuk ke pelabuhan adalah kapal yang memiliki

clearance minimal 0,5 m di masing-masing pelabuhan. Kedalaman pelabuhan masing-masing adalah :

Tabel 5. Sarat Maksimum dan Kedalaman Maksimum Pelabuhan

No.	Pelabuhan	O/D	Max LWS (m)	Max T (m)
1	Manggis	O	-12	10,91
2	Ampenan	D1	-10	9,09
3	Badas	D2	-10	9,09
4	Bima	D3	-10	9,09

Sumber : TBBM Manggis, Bali 2016

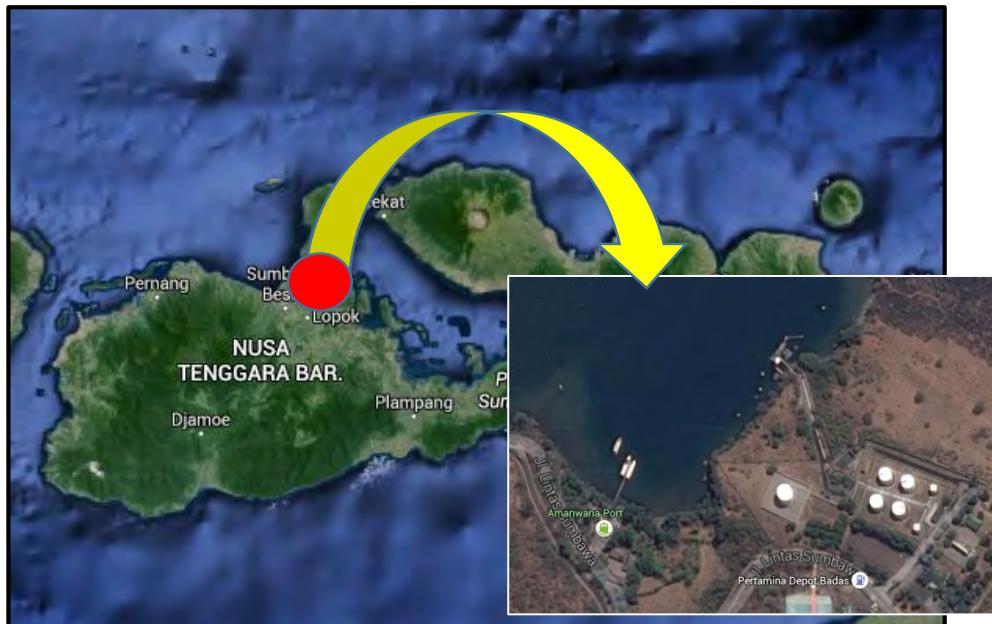
Dengan kondisi diatas dapat diketahui bahwa kedalaman pelabuhan maksimal yang dapat disinggahi adalah 10 m dan merata di setiap destinasi atau sarat kapal maksimum adalah 9,09 m.



Sumber : Google Earth (diolah kembali)

Gambar 8. Peta Pelabuhan Ampenan

Gambar 21 dan 22 dibawah adalah gambaran kondisi saat ini dari Pelabuhan Khusus Curah Cair di Ampenan dan Badas.



Sumber : Google Earth (diolah kembali)

Gambar 9. Peta Pelabuhan Badas



Sumber : Google Earth (diolah kembali)

Gambar 10. Peta Pelabuhan Bima

Gambar di atas pada gambar 21, 22, dan 23 adalah peta pelabuhan masing-masing depot BBM yang ada di Ampenan, Badas dan Bima yang diambil dari google earth dan diolah kembali. Gambar tersebut juga dilengkapi dengan gambaran pelabuhan yang sudah ada pada saat ini di masing-masing pelabuhan.

4.1.3 Armada BBM Eksisting

Jenis armada yang digunakan untuk pengiriman *Product Oil* saat ini adalah Small Tanker I dan II dan *Self Propeller Oil Barge* (SPOB). Range DWT kapal tersebut adalah kisaran 1.000 DWT hingga 6.500 DWT (Pertamina, 2014). Terminal transit BBM Manggis, Depot Ampenan, Badas, dan Bima terletak di wilayah *Operational and Marketing Region V*. Berikut adalah nama kapal yang beroperasi di OMR V :

Tabel 6. Data Kapal yang Beroperasi di UPMS V

Nama Kapal	Tipe Kapal	Unit Operasi	Cargo
MT.KURAU	SMALL TANKER II	UPMS V	Bahan Bakar Minyak
MT.KRASAK	SMALL TANKER II	UPMS V	Bahan Bakar Minyak
MT.SERENA III	SMALL TANKER II	UPMS V	Bahan Bakar Minyak
MT.SRIKANDI	SMALL TANKER I	UPMS V	Bahan Bakar Minyak
MT.BUMI INDONESIA	SMALL TANKER I	UPMS V	Bahan Bakar Minyak
MT.AS MARINE I	SMALL TANKER II	UPMS V	Bahan Bakar Minyak
SPOB. JUNEYAO MARU VI	SMALL TANKER I	UPMS V	Bahan Bakar Minyak
MT.MUNDU	SMALL TANKER II	UPMS V	Bahan Bakar Minyak
MT.MELAHIN	SMALL TANKER II	UPMS V	Bahan Bakar Minyak

Sumber : Terminal Transit BBM Manggis 2016

Pada kapal-kapal dengan tipe small tanker I dan II, dibawah memiliki effective load factor rata-rata sebagai berikut :

Tabel 7. Rata-rata *Effective Load Factor*

NO .	TIPE KAPAL	ELF 2012	ELF 2013	ELF 2014	ELF 2015	JENIS CARGO
1	SMALL	94%	80%	93%	97%	BBM
2	SMALL	97%	90%	94%	98%	BBM
3	SMALL	100%	93%	96%	99%	BBM
4	SMALL	80%	96%	98%	93%	BBM
5	SMALL	91%	98%	100%	95%	BBM

6	SMALL	95%	87%	97%	88%	BBM
7	SMALL	92%	96%	100%	95%	BBM
8	SMALL	90%	100%	88%	96%	BBM
9	SMALL	80%	96%	96%	90%	BBM
10	SMALL	96%	95%	98%	93%	BBM

Sumber : Pertamina 2015

4.1.4 Matriks Jarak Pelabuhan Asal dan Tujuan

Berikut adaalah table jarak yang menggambarkan jarak antar pelabuhan asal dan tujuan dimana pelabuhan asal (*origin*) adalah Manggis di Bali dan pelabuhan tujuan (*destination*) adalah Ampenan, Badas, dan Bima. Jika rute yang dipakai adalah rute multiport maka jarak yang ditempuh adalah 492 Nautical Miles untuk setiap roundtrip.

Tabel 8. Tabel Jarak antar Pelabuhan

O/D	Manggis	Ampenan	Badas	Bima
Manggis	-	30 Nm	123 Nm	214 Nm
Ampenan	30 Nm	-	115 Nm	194 Nm
Badas	123 Nm	115 Nm	-	101
Bima	214 Nm	194 Nm	101 Nm	-

Sumber : Terminal Transit BBM Manggis 2016

4.2 Volume Kebutuhan *Product Oil* di Ampenan – Badas – Bima

Kebutuhan *Product Oil* di Ampenan, Badas, dan Bima ditentukan berdasarkan konsumsi dari masing-masing daerah yang di-cover oleh masing-masing depot BBM. Dengan didapatkan data per tahun yang dimiliki TBBM Manggis maka dapat ditentukan model untuk mengatur pengiriman BBM ke Ampenan, Badas, dan Bima.

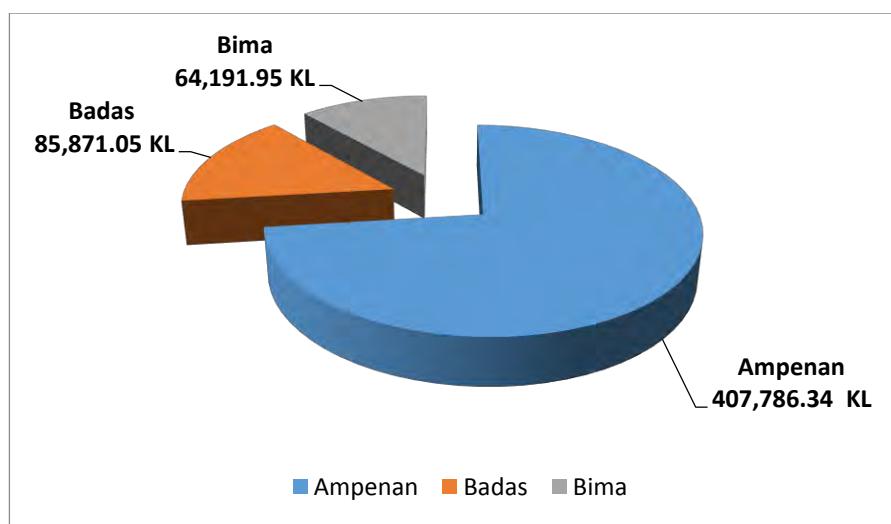
Berikut adalah kebutuhan BBM di Ampenan, Badas, dan Bima dimana ketiga daerah ini disuplai oleh Terminal Transit BBM Manggis, Bali.

Tabel 9. Kebutuhan *Product Oil* masing-masing Daerah per Tahun

Depot	Premium (Liter)	Solar (Liter)	Kerosene (Liter)	Total (Liter)
Ampenan	187,864.27	216,013.23	3,908.84	407,786.34
Badas	19,373.66	46,574.22	19,923.18	85,871.05
Bima	21,178.57	32,593.69	10,419.69	64,191.95
Total	228,416.50	295,181.13	34,251.71	557,849.34

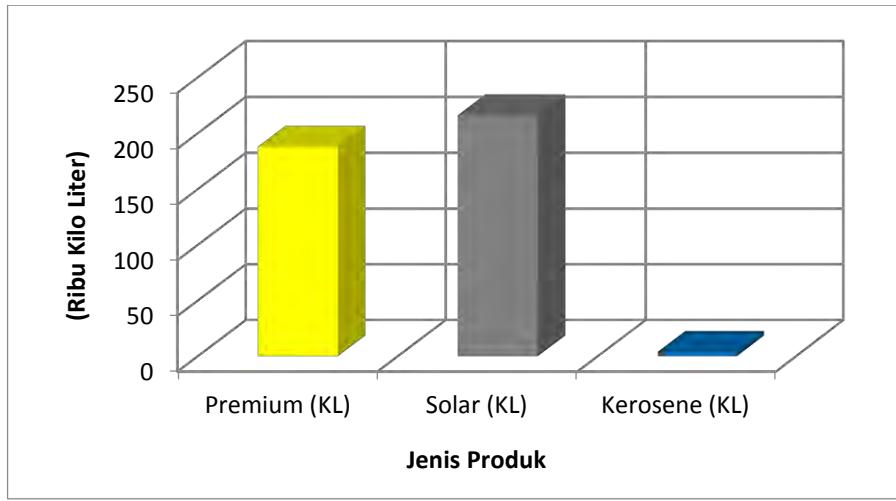
Sumber : Data Realisasi Pengapalan Terminal Transit BBM Manggis

Berikut adalah data permintaan dari ketiga depot BBM di Ampenan, Badas, dan Bima dalam bentuk *pie diagram* dimana Ampenan memiliki permintaan *Product Oil* paling besar 407.786,34 KL, Badas 85.871,05 KL, dan Bima sebesar 64.871,95 KL. Jika diubah dalam bentuk persen Ampenan memiliki permintaan 73%, Badas 15% dan Bima 12 % sesuai dengan berita yang dikutip oleh kompas pada tahun 2015. Tingginya permintaan *Product Oil* di Ampenan disebabkan oleh tingginya mobilitas di Nusa Tenggara Barat bagian barat seperti sektor wisata dan tingginya jumlah populasi di Nusa Tenggara Barat bagian barat terutama di Kota Mataram.



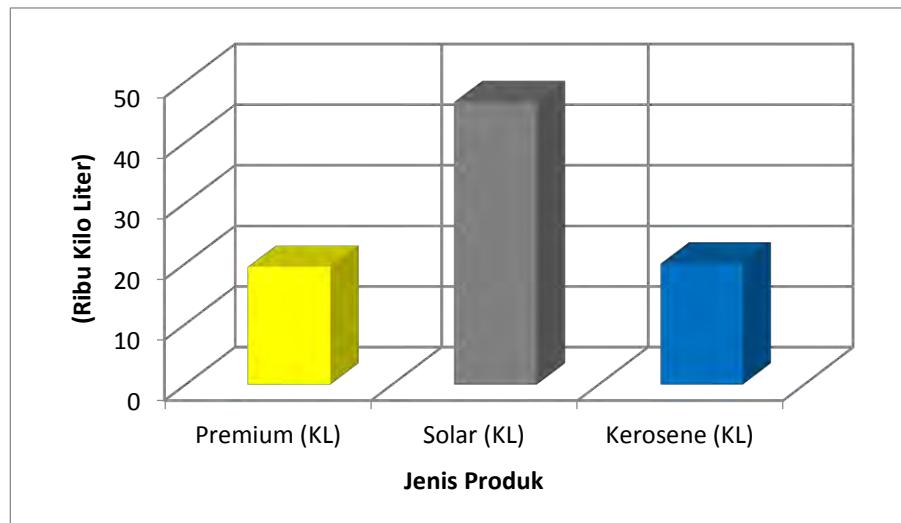
Gambar 11. Proporsi Permintaan *Product Oil* di Ampenan-Badas-Bima

Diagram di atas menggambarkan bahwa permintaan terbesar dari *Product Oil* di masing-masing depot Ampenan, Badas, dan Bima. Proporsi yang sangat besar diambil oleh Depot Ampenan di Nusa Tenggara Barat bagian barat dimana disana terdapat Kota Mataram dan banyak objek wisata dan menyebabkan daerah ini lebih maju daripada daerah lain di Nusa Tenggara Barat.



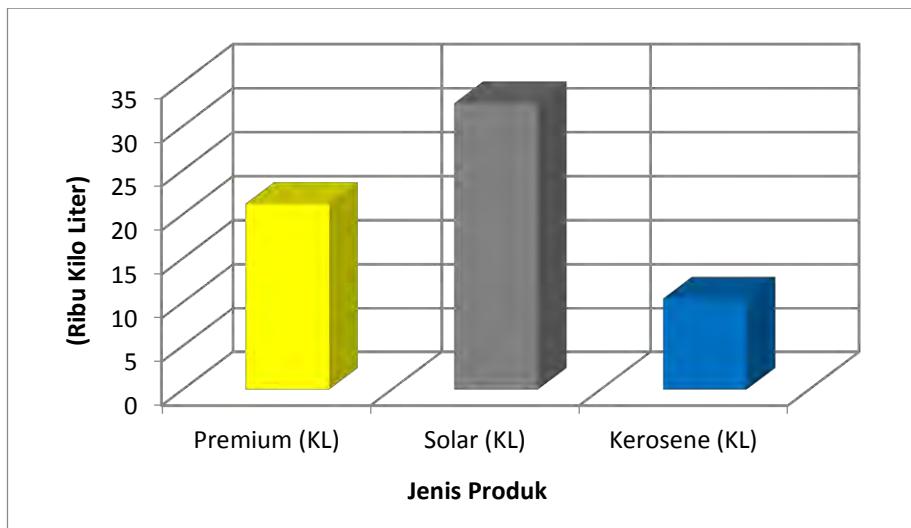
Gambar 12. Grafik Permintaan Masing-masing *Product Oil* di Ampenan

Grafik diatas menjelaskan permintaan masing-masing *Product Oil* di Ampenan dimana permintaan premium mencapai 187.000 KL per tahun, solar 216.000 KL per tahun, dan kerosene hanya 3.900 KL per tahunnya. Ini disebabkan konversi kerosene menuju gas yang digulirkan oleh pemerintah yang menyebabkan demand kerosene sangat sedikit.



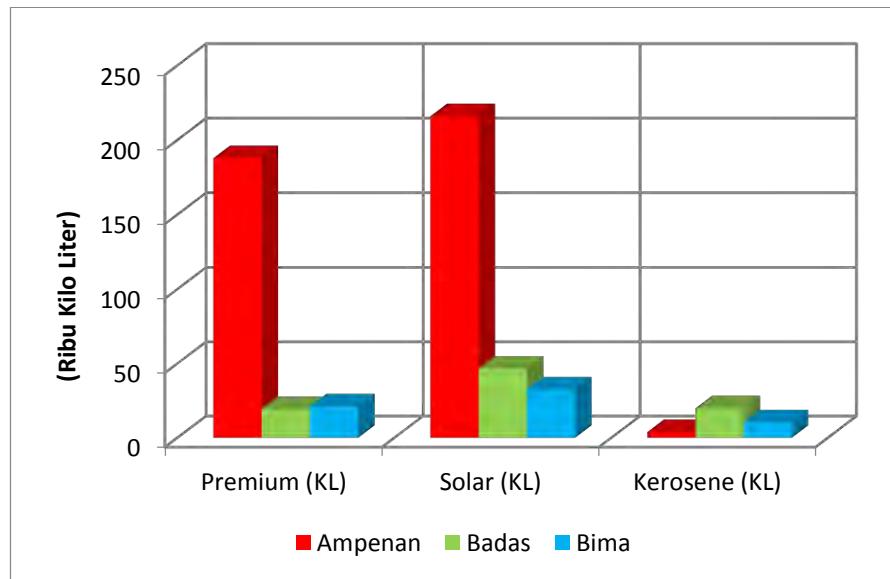
Gambar 13. Grafik Permintaan *Product Oil* di Badas

Grafik diatas menjelaskan permintaan masing-masing *Product Oil* di Badas dimana permintaan premium dan kerosene hamper sama yaitu 19.300 KL per tahun untuk premium dan 19.900 KL per tahun untuk kerosene, untuk solar memiliki permintaan 46.000 KL per tahun.



Gambar 14. Grafik Permintaan *Product Oil* di Bima

Grafik di atas menjelaskan permintaan premium di Bima adalah sebesar 21.000 Kl per tahun, permintaan solar sebesar 32.000 KL per tahun dan kerosene 10.000 Kl per tahunnya. Badas dan Bima memang belum mengalami kemajuan sebesar Ampenan dikarenakan akses yang sulit untuk melakukan modernisasi. Oleh karena itu permintaan kerosene masih cukup besar di Badas dan Bima.



Gambar 15. Grafik Permintaan *Product Oil* di Setiap Depot

Grafik diatas menjelaskan permintaan *Product Oil* di masing-masing depot dan dapat diketahui permintaan produk terbanyak adalah premium dan permintaan produk terkecil adalah kerosene. Ketimpangan terjadi akibat permintaan yang tinggi di Ampenan. Dari

diagram diatas akan dilakukan dilakukan perhitungan untuk mendapatkan ukuran kapal yang optimum agar mendapatkan *Unit Cost* paling murah. Sehingga dapat dipilih kapal yang akan dibangun beserta pelabuhannya.

1.3 Data dan Asumsi Perhitungan

Tabel 4.9 dibawah merupakan data peraturan kementerian pekerjaan umum mengenai biaya satuan untuk melakukan investasi pelabuhan curah cair.

Tabel 10. Satuan Biaya Investasi Pelabuhan Curah Cair Tahun 2016

Investasi	Satuan	Harga Tahun 2016	
Dermaga Curah Cair	m ²	Rp	17,661,844
Pipa	m	Rp	1,200,000
Pompa BBM	bh	Rp	927,500,000
Breasting Dolphin	bh	Rp	374,500,000
Lapangan Parkir Umum	m ²	Rp	1,773,786
Perkantoran	m ²	Rp	6,000,000
Fasilitas Umum	m ²	Rp	5,000,000
Pengolahan Limbah	m ²	Rp	5,000,000
Bunker BBM	m ²	Rp	5,000,000
Rumah Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	m ²	Rp	5,000,000
Gedung Pemadam Kebakaran	m ²	Rp	5,000,000
Gardu Induk Listrik	m ²	Rp	5,000,000
Tanah	m ²	Rp	15,000,000
Loading Arm	bh	Rp	650,000,000
Flow Meter	bh	Rp	11,700,000
Tangki BBM (Silo) Kapasitas 1.000 KL	bh	Rp	910,000,000
Tangki BBM (Silo) Kapasitas 3.000KL	bh	Rp	1,560,000,000
Tangki BBM (Silo) Kapasitas 5.000 KL	bh	Rp	1,950,000,000
Tangki BBM (Silo) Kapasitas 10.000 KL	bh	Rp	2,470,000,000
Genset 2.000 KW	bh	Rp	3,380,000,000

Sumber : Peraturan Kementerian Pekerjaan Umum (diolah kembali)

Data diatas akan digunakan dalam perhitungan investasi pelabuhan curah cair di Terminal Transit BBM Manggis, Depot BBM di Ampenan, Depot BBM Badas, dan Depot BBM Bima. Selain itu juga terdapat data pendukung yang diambil dari perusahaan jual beli online (alibaba.com) yang merupakan perusahaan *online* terbesar di dunia saat ini.

Tabel 4.10 dibawah ini juga merupakan data yang didapatkan dari kementerian pekerjaan umum yang digunakan untuk menghitung biaya untuk membangun pelabuhan peti kemas.

Tabel 11. Satuan Biaya Investasi Pelabuhan Peti Kemas Tahun 2016

Investasi	Satuan	Harga Tahun 2016	
Dermaga Petikemas	m ²	Rp	17,661,844
Mobile Crane	bh	Rp	91,000,000,000
Perkerasan Lapangan Penumpukan Petikemas	m ²	Rp	1,668,729
Container Freight Station	m ²	Rp	5,000,000
Gudang Cargo (Warehouse)	m ²	Rp	5,000,000
Lapangan Parkir Umum	m ²	Rp	1,773,786
Lapangan Parkir Truk Petikemas	m ²	Rp	1,773,786
Perkantoran	m ²	Rp	6,000,000
Fasilitas Umum	m ²	Rp	5,000,000
Pengolahan Limbah	m ²	Rp	5,000,000
Bunker BBM	m ²	Rp	5,000,000
Rumah Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	m ²	Rp	5,000,000
Gedung Pemadam Kebakaran	m ²	Rp	5,000,000
Gardu Induk Listrik	m ²	Rp	5,000,000
Tanah	m ²	Rp	15,000,000
Truck Petikemas	bh	Rp	543,400,000
Reach Stacker	bh	Rp	2,080,000,000
ISO-Tank Container (21 KL)	bh	Rp	130,000,000
ISO-Tank Container (24 KL)	bh	Rp	221,000,000

Sumber : Peraturan Kementerian Pekerjaan Umum (diolah kembali)

Data pada tabel diatas dibutuhkan untuk mengetahui besarnya biaya pelabuhan yang dibangun sesuai dengan ukuran utama dari kapal yang dibangun serta kebutuhan dari pelabuhan tersebut untuk melayani proses distribusi muatan curah cair namun dalam peti kemas.

Selain data di atas juga terdapat beberapa data yang diasumsi seperti kebutuhan bahan bakar dari alat bongkar muat, biaya perawatan alat, dan pajak yang terdapat pada tabel 4.11 dibawah ini.

Tabel 12. Asumsi Perhitungan Penelitian

Konsumsi Bahan Bakar HMC	=	21	Liter/ Jam
Konsumsi Bahan Bakar Truck	=	0.2	Liter/ Km
Konsumsi Bahan Bakar Reach Stacker	=	14	Liter/ Jam
Biaya Asuransi dan Perawatan	=	2%	Biaya Investasi
Pajak	=	1.5%	Biaya Kapital
Biaya Konsumsi Loading Arm	=	21	Liter/Jam

Asumsi dari tabel diatas didapatkan dari beberapa sumber, seperti kerja praktek dan kuliah lapangan yang dilakukan selama masa perkuliahan.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN PENGIRIMAN *PRODUCT OIL*

5.1 Rute Pengiriman *Product Oil*

Pada bagian sebelumnya telah dijelaskan bahwa dalam penelitian ini hanya akan dilakukan analisis pengiriman *Product Oil* dengan menggunakan kemasan curah yang dimuat dalam kapal tanker dan dibandingkan dengan kemasan ISO-Tank Container yang dimuat dalam kapal *Container*. Dengan batasan rute yang digunakan adalah rute *multiport* yang berasal dari Terminal Transit BBM Manggis menuju Depot BBM Ampenan, Badas, dan Bima. Batasan ini digunakan mengingat perbandingan biaya yang akan lebih murah ketika pola operasi yang digunakan adalah *liner*, dimana kapal akan melayani beberapa jenis muatan untuk beberapa pelabuhan dengan jadwal tang berkala secara teratur.



Gambar 16. Skenario Rute Pengiriman *Product Oil*

Rute di atas adalah skenario rute dari kedua kapal yang akan dibandingkan yaitu kapal tanker dan kapal *Container*. Dimana kapal akan berangkat dari Terminal Transit BBM Manggis di Bali dengan membawa muatan penuh (*demand* ketiga depot BBM) yang selanjutnya akan melakukan bongkar di Ampenan. Setelah itu kapal akan berangkat menuju Badas untuk menurunkan muatan di Badas lalu bertolak ke Bima dan setelah itu baru kembali ke pelabuhan asal di TBBM Manggis. Kapal yang digunakan akan lebih besar dibandingkan rute *port to port* karena akan membawa muatan dari ketiga *demand* di masing-masing depot BBM, namun kapal yang digunakan harus kompatibel dengan batasan sarat dari kedalaman maksimum pelabuhan.

5.2 Skenario Pengiriman *Product Oil* Menggunakan Kapal Tanker

5.2.1 Kapal Tanker Pembanding

Kapal pembanding digunakan untuk memberikan gambaran mengenai ukuran utama yang akan digunakan. Data regresi dari kapal pembanting menentukan ukuran utama dari kapal yang akan digunakan untuk melakukan pengiriman *Product Oil* menggunakan kapal tanker. Penentuan ukuran utama tersebut dilakukan dengan cara mendapatkan rasio perbandingan antara :

- LPP/B untuk mendapatkan lebar dari kapal yang akan didesain
- B/H untuk mendapatkan tinggi dari kapal yang akan didesain
- LPP/T untuk mendapatkan sarat dari kapal yang akan didesain

Untuk LPP sendiri akan ditentukan berdasarkan hasil dari solver tabel yang dilakukan setelah melakukan perhitungan model yang dianalisis sensitivitas terlebih dahulu menggunakan data tabel.

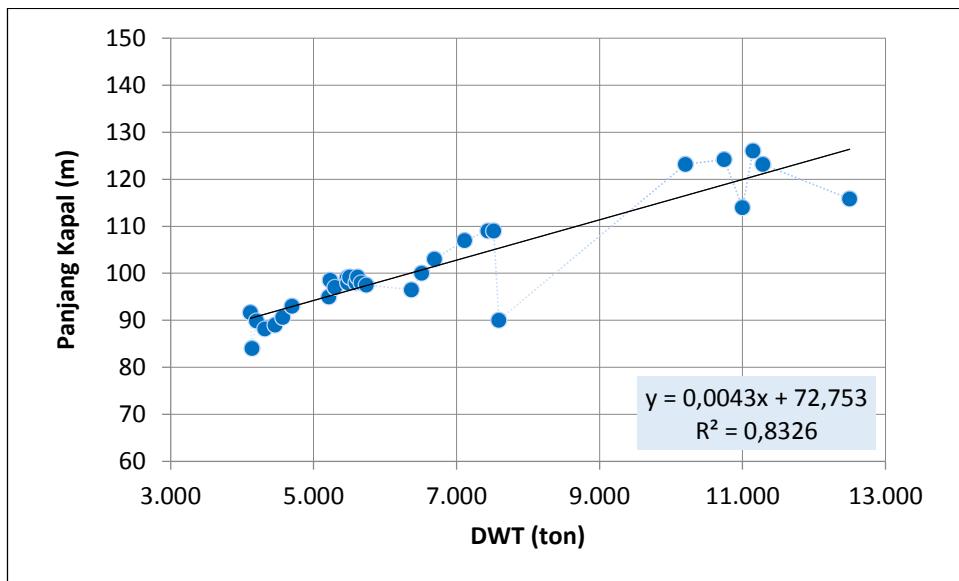
Tabel 13. Data Kapal Pembanding Tanker

No.	Nama Kapal	DWT (ton)	LOA (m)	LPP (m)	B (m)	H (m)	T(m)
1	BESIKTAS GALATA	4,115	98.70	91.65	14.10	7.20	5.79
2	JULIA	4,139	90.00	84.00	15.20	7.20	5.60
3	AD MATSU	4,200	96.50	89.90	16.50	8.40	5.40
4	ADIYAMAN	4,318	93.30	88.17	14.20	7.65	6.20
5	KITEK 9	4,460	95.70	89.00	13.80	6.80	5.80
6	PICACHO	4,569	97.50	90.60	15.60	7.40	5.70
7	BLISS	4,700	99.86	93.00	15.20	7.60	6.20
8	MORNING CALM	5,212	99.98	95.00	17.80	8.00	6.17
9	DOUBLE JOY	5,233	105.00	98.50	15.20	7.55	6.43
10	AL MADINA 7	5,300	102.90	97.01	15.50	8.01	6.61
11	YUFUKUJIN MARU	5,470	104.80	99.00	16.00	8.40	6.61
12	EISHIN MARU NO.18	5,478	104.93	98.00	16.00	8.30	6.51
13	HIKARI MARU NO.17	5,506	104.45	99.20	16.00	8.10	6.61
14	WATATSUMI	5,594	104.91	98.00	16.00	8.50	6.71
15	NANIWA MARU NO.48	5,617	104.45	99.20	16.00	8.10	6.76
16	AZUMA MARU NO 18	5,667	104.93	98.00	16.00	8.00	6.61
17	JYOHOU MARU	5,735	104.50	97.50	16.00	8.00	6.81
18	SUNWARD	6,368	105.50	96.50	16.00	8.54	7.06
19	NGOL DANDE 1	6,512	101.40	100.00	16.06	9.10	6.80
20	SUNNY NOAH	6,690	109.60	103.00	17.20	8.90	6.76

No.	Nama Kapal	DWT (ton)	LOA (m)	LPP (m)	B (m)	H (m)	T(m)
21	GLOBAL PHENIX	7,111	113.00	107.00	18.00	9.20	7.37
22	PERL	7,439	115.00	109.00	18.00	8.80	6.80
23	GLORISTAR	7,520	115.00	109.00	17.60	8.70	6.80
24	GLORY 121	7,589	99.20	90.00	18.00	10.30	7.41
25	CEVDET A	10,200	129.80	123.20	19.60	10.40	8.00
26	CESTENI	10,745	123.70	124.21	18.90	10.20	7.98
27	GUYENNE	11,000	119.90	114.00	18.80	10.50	8.23
28	CHANG AN 1	11,146	134.20	126.00	20.00	10.20	7.60
29	ASTINA	11,283	129.80	123.20	19.00	10.40	8.10
30	ORIENTAL WISTERIA	12,499	123.20	115.85	20.00	11.20	8.74

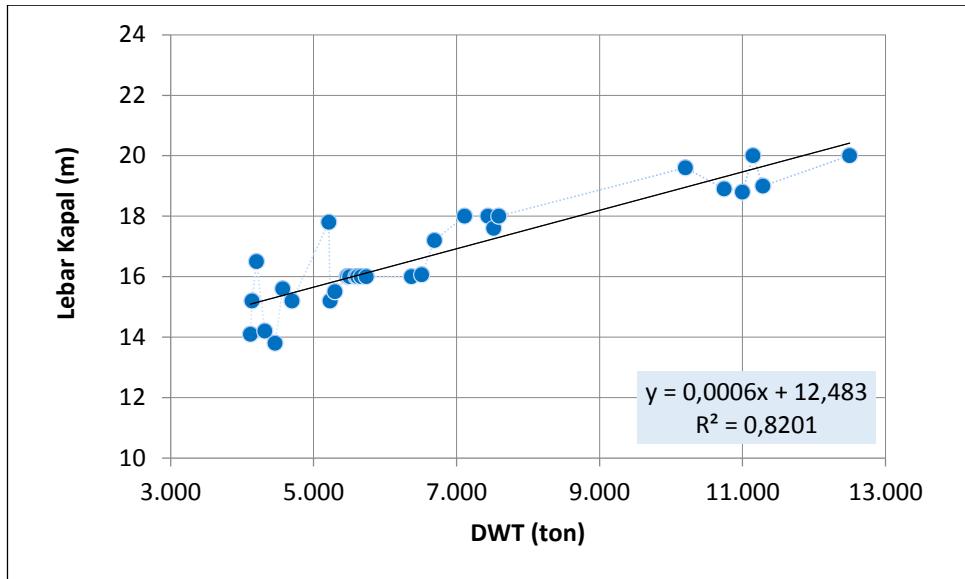
5.2.2 Ukuran Utama Kapal Tanker

Dari data kapal pembanding pada tabel diatas maka dilakukan analisis regresi linear untuk menentukan panjang, lebar, tinggi, dan sarat kapal yang akan digunakan dan dapat dilihat dalam tabel hasil regresi ukuran utama dibawah ini :



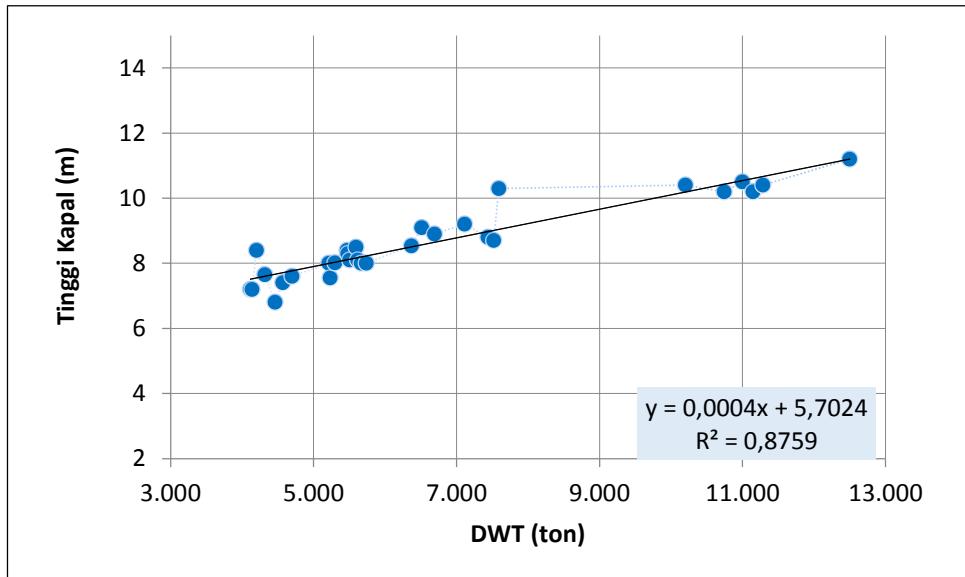
Gambar 17. Grafik Hubungan DWT Kapal dengan Panjang Kapal

Dari gambar 5.2 diatas mengenai hubungan DWT dengan panjang kapal didapatkan persamaan regresi $LPP = 0.0043 \cdot DWT + 72.753$ dengan $R^2 = 0.8326$.



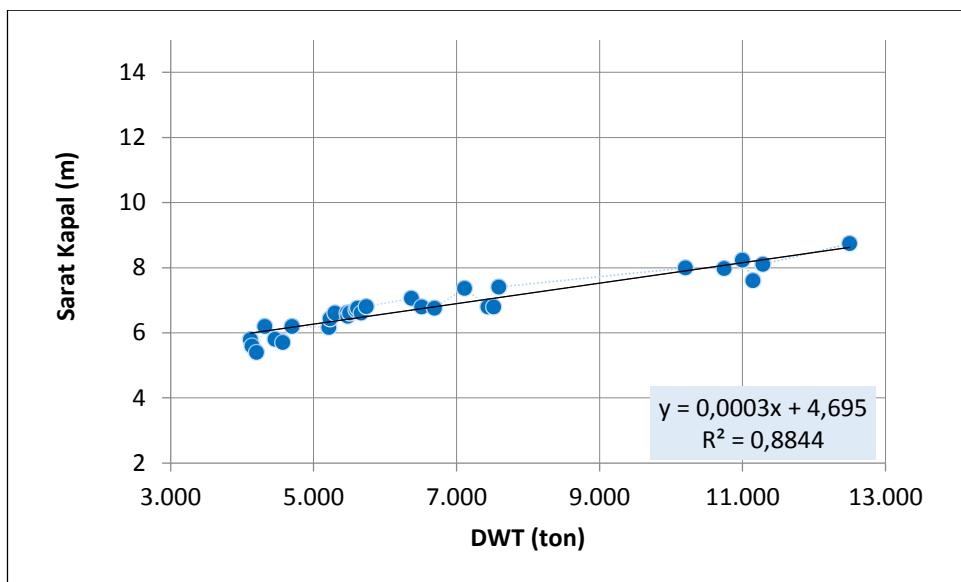
Gambar 18. Grafik Hubungan DWT Kapal dengan Lebar Kapal

Dari gambar 5.3 diatas mengenai hubungan DWT dengan lebar kapal didapatkan persamaan regresi $B = 0.0006 \cdot \text{DWT} + 12.483$ dengan $R^2 = 0.8201$.



Gambar 19. Grafik Regresi DWT dengan Tinggi Kapal

Dari gambar 5.3 diatas mengenai hubungan DWT dengan tinggi kapal didapatkan persamaan regresi $H = 0.0004 \cdot \text{DWT} + 5.7024$ dengan $R^2 = 0.8759$.



Gambar 20. Grafik Regresi DWT dengan Sarat Kapal

Dari gambar 5.3 diatas mengenai hubungan DWT dengan sarat kapal didapatkan persamaan regresi $T = 0.0003 \cdot DWT + 4.695$ dengan $R^2 = 0.8844$.

Dari regresi diatas didapatkan rasio perbandingan :

- $L / B = 5.83$
- $B / H = 2.19$
- $L / T = 15.5$

5.2.3 Perhitungan Ruang Muat Kapal

Menurut BKI Volume II Tahun 2006 tentang pembagian ruang muat kapal tanker adalah :

Pada suatu kapal harus mempunyai sekat tubrukan, sekat tabung buritan (*Stern Tube Bulkhead*) dari sekat lintang kedap air pada tiap-tiap ujung kamar mesin. Pada kapal dengan instalasi mesin buritan, sekat belakang kamar mesin. Termasuk sekat-sekat yang dimaksudkan dalam lain-lain. Pada umumnya jumlah sekat kedap air tergantung pada panjang kapal yang tidak boleh kurang dari :

- *Length of Perpendicular (LPP) ≤ 65 m maka harus memiliki minimal 3 sekat*
- $65 \text{ m} \leq Length of Perpendicular (LPP) \leq 85 \text{ m}$ maka harus memiliki minimal 4 sekat
- *Length of Perpendicular ≥ 85 m maka harus memiliki 4 sekat ditambah 1 sekat dan seterusnya setiap penambahan panjang 10 m*

Dengan panjang kapal 104 m maka jumlah sekat yang harus dimiliki adalah 6 sekat dan jumlah ruang muat yang tersedia adalah 10 *Cargo Hold* (*5 Portside* dan *5 Starboard*) dengan kapasitas masing-masing *cargo hold* adalah 893,27 KL. Jumlah ini akan memenuhi demand di masing-masing Depot BBM dengan cara melakukan kombinasi tiap cargo pada *decision variable* lalu dilakukan analisis sensitivitas menggunakan *solver table*.

Tabel 14. Hasil Kombinasi *Product Oil*

No	Kapasitas Tiap Cargo Hold		Kombinasi Cargo		
			Criteria	Volume	Jenis Cargo
1	CARGO HOLD 1 P	893,27 KL	\geq	893,27 KL	2
2	CARGO HOLD 1 S	893,27 KL	\geq	519.64 KL	3
3	CARGO HOLD 2 P	893,27 KL	\geq	758.64 KL	1
4	CARGO HOLD 2 S	893,27 KL	\geq	806.41 KL	1
5	CARGO HOLD 3 P	893,27 KL	\geq	893,27 KL	2
6	CARGO HOLD 3 S	893,27 KL	\geq	893,27 KL	2
7	CARGO HOLD 4 P	893,27 KL	\geq	832.21 KL	1
8	CARGO HOLD 4 S	893,27 KL	\geq	777.14 KL	1
9	CARGO HOLD 5 P	893,27 KL	\geq	893,27 KL	2
10	CARGO HOLD 5 S	893,27 KL	\geq	893,27 KL	2

Keterangan :

- Jenis Cargo 1 = Premium
- Jenis Cargo 2 = Solar
- Jenis Cargo 3 = Kerosene

Sehingga didapatkan ukuran utama yang optimum menurut solver tabel adalah :

- LPP = 105 m
- B = 18,01 m
- H = 8,23 m
- T = 6,78 m
- DWT = 7.992 DWT
- Payload = 8.933 KL

Data ukuran utama diatas didapatkan oleh solver dengan melakukan perhitungan minimum *Unit Cost* yang selanjutnya dilakukan perhitungan untuk ruang muat kapal yang dihitung dengan optimasi *combinatorial* solver microsoft excel.

5.2.4 Analisis Biaya Pengiriman Moda Tanker

1. Biaya Kelebihan dan Kekurangan Pengiriman

Dalam pengiriman BBM akan ada sanksi berupa biaya pinalti akibat kelebihan dan kekurangan pengiriman. Biaya kekurangan pengiriman ini dihitung berdasarkan perjanjian yang diatur oleh pihak pengirim dan penerima BBM. Sedangkan biaya kelebihan pengiriman merupakan biaya yang dikeluarkan akibat kerugian BBM yang dikirim melebihi *demand*. Dari kombinasi kargo pada tabel diatas didapatkan biaya kerugian yang ditanggung dalam tabel dibawah ini.

Tabel 15. Jumlah Kelebihan dan Kekurangan Pengiriman

Kelebihan Pengiriman	Kekurangan Pengiriman	Penalty Pengiriman
17,5 KL	0,0 KL	0,0 KL
0,0 KL	6,1 KL	0,0 KL
0,7 KL	0,0 KL	0,0 KL
18,2 KL	6,1 KL	0,0 KL

Tabel 16. Volume Produk Terkirim

Produk Terkirim/ RT	Volume	Criteria	Demand
Premium	3174.39 KL	>=	3156.92 KL
Solar	4466.35 KL	>=	4472.44 KL
Kerosene	519.64 KL	>=	518.97 KL
Total Pengiriman	8160.39 KL	>=	8148.33 KL

Tabel 17. Biaya Kerugian Pengiriman BBM

Biaya Kerugian Kelebihan		
Denda Premium	-	/Round Trip
Denda Solar	-	/Round Trip
Denda Kerosene	-	/Round Trip
Denda Penalty	-	/Round Trip
Jumlah Denda	-	/Round Trip

Dari tabel di atas didapatkan biaya kerugian pengiriman minimum adalah sebesar Rp. 0 rupiah per tahunnya. Ini menandakan bahwa *combinatorial* microsoft excel telah berjalan optimal.

2. Biaya Sewa Kapal

Biaya kapital adalah biaya yang dikeluarkan untuk pembangunan kapal, pembelian kapal, atau penyewaan kapal. Biaya modal disertakan dalam kalkulasi biaya untuk menutup bunga pinjaman bank dan pengembalian modal tergantung proses dari pengadaan kapal tersebut. Biaya modal termasuk *fixed cost* atau biaya tetap, karena nilainya tetap dibayarkan ketika tidak ada kegiatan bisnis. Biaya sewa kapal adalah salah satu biaya kapital dalam penelitian ini. Dari hasil perhitungan dengan kapal tanker 7.992 DWT maka biaya kapital yang harus dibayarkan adalah :

Tabel 18. Biaya Kapital Kapal Tanker

Structural Cost		
P ST	=	W Steel · Harga Baja
	=	\$ 2,134,292.04
Outfit Cost		
P E&O	=	W E&O · C E&O
	=	\$ 358,090.29
Machinery Cost		
PME	=	W ME · C ME
	=	\$ 47,485.26
Non-weight Cost		
CNW	=	200%
PNW	=	CNW · (PST + PE&O + PME)
	=	\$ 5,079,735.20
Biaya	=	PST + PE&O + PME + PNW
	=	\$ 7,619,602.81
Perhitungan Harga		
1. Keuntungan	=	5% · Biaya
	=	\$ 380,980.14
2. Inflasi	=	2% · Biaya
	=	\$ 152,392.06
3. Pajak	=	9% · Biaya
	=	\$ 685,764.25
Harga Kapal	=	Biaya + Keuntungan + Inflasi + Pajak
	=	\$ 8,838,739.26
	=	Rp 117,184,005,060

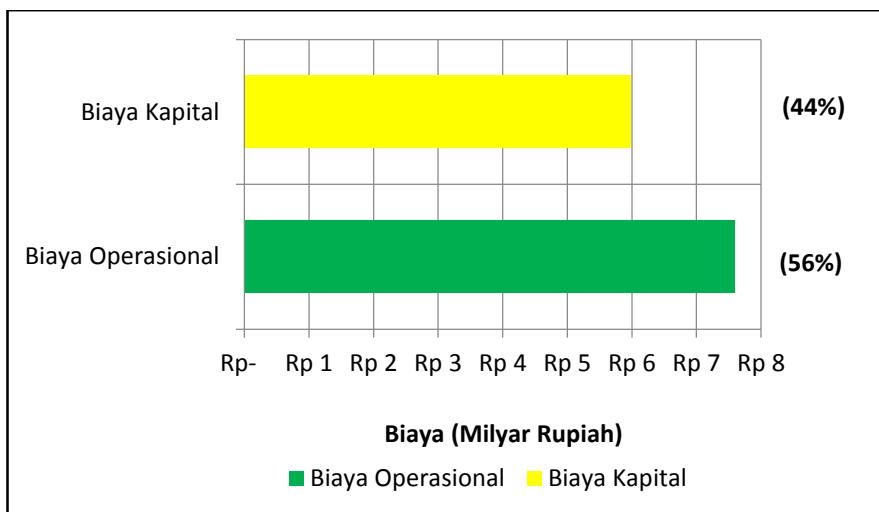
Dari tabel diatas didapatkan depresiasi kapal dengan umur ekonomis 20 tahun adalah Rp. 5,721,469,841.63 per tahun.

Untuk mendapatkan biaya kapital kapal maka perlu dihitung biaya operasional yang dikeluarkan kapal yang digunakan. Berikut adalah biaya operasional yang dikeluarkan kapal tanker 7.992 DWT untuk pengiriman *Product Oil* :

Tabel 19. Biaya Operasional Kapal Tanker

Gaji Crew	=	Rp 1,680,000,000.00	/Bulan
Jumlah Crew	=	20	Orang
Gaji Per Crew	=	Rp 7,000,000.00	/Bulan /Orang
Repair & Maintenance	=	3% dari harga kapal	
	=	Rp 3,515,520,152	
Asuransi Kapal	=	1,5% dari harga kapal	
	=	Rp 1,757,760,076	
Supplies Crew	=	Rp 50,000.00	/orang/hari
	=	Rp 12,000,000.00	
Fresh Water	=	Rp 165,600,000.00	
	=	0.20	ton/(person.day)
w Fresh Water	=	276	ton
ρ Fresh Water	=	1	ton/m3
V Fresh Water	=	276	m3
	=	276,000	liter
Harga Fresh Water	=	Rp 600	per liter
Dokumen & Administrasi	=	Rp 5,000,000.00	/trip
	=	Rp 345,000,000.00	/Tahun

Dari tabel di atas didapatkan hasil pengeluaran biaya operasional kapal adalah sebesar Rp. 7,351,992,857.47 per tahunnya. Sehingga biaya sewa kapal yang harus dikeluarkan adalah Rp. 13,073,392,699.10 per tahun atau Rp. 39,616,341.51 per hari. Dapat dilihat bahwa biaya operasional yang dikeluarkan lebih besar daripada biaya kapital. Hal ini membuktikan biasa sewa sebuah kapal tidak dihitung hanya berdasarkan biaya pembuatan kapal saja, akan tetapi biaya yang memiliki pengaruh lebih banyak adalah biaya operasional kapal.



Gambar 21. Diagram Perbandingan Biaya Sewa Kapal

3. Biaya Bahan Bakar

Biaya bahan bakar kapal adalah *variable cost* yang termasuk dalam biaya pelayaran atau *voyage cost* yang harus dibayarkan ketika kapal melakukan kegiatan berlayar. Biaya bahan bakar dihitung berdasarkan jarak yang ditempuh, kecepatan kapal, dan besarnya daya yang dikeluarkan oleh mesin. Biaya bahan bakar yang harus dikeluarkan adalah biaya bahan bakar *Main Engine* yaitu mesin yang bertugas sebagai penggerak utama kapal, dan *Auxillary Engine* yang bertugas mengatur kelistrikan, pompa, tangki yang tugasnya dapat berlangsung hingga 24 jam. Berikut adalah biaya bahan bakar yang harus dikeluarkan kapal tanker untuk pengiriman *Product Oil* ke Depot di Nusa Tenggara Barat:

- Total Jarak tempuh : 492 Nm
- Seatime : 76.77 Jam
- Port Time : 33.57 Jam
- RTD : 4.59 Hari
- Jumlah Call : 71 Kali
- Hambatan Total : 212.103 KN
- Kecepatan : 13 Knot

Propulsi Mesin Utama Kapal :

- EHP : 1309.27 KW
- BHP (NCR) : 2155.56 KW
- BHP (MCR) : 2478.89 KW

- Mesin Utama : MAN & BW 9M 25C
- Daya Mesin : 2610 KW
: 3549 HP
- SFOC : 185 g/ KWh

Propulsi Mesin Pembantu Kapal :

- BHP : 619.72 KW
: 842.57 HP
- Mesin Pembantu : CATTERPILAR C32
- Daya Mesin : 688 KW
: 935 HP
- Jumlah Mesin : 2 Unit

Dari data diatas maka didapatkan biaya BBM ME sebesar Rp. 7,700,724,443.18 per tahun dan biaya BBM AE sebesar Rp. 25,531,543,363.60 per tahun. Biaya bahan bakar adalah hal yang mempengaruhi *Unit Cost* cukup besar karena nilainya yang cukup besar setiap tahunnya. Kunci dari minimum *Unit Cost* adalah pengendalian biaya bahan bakar (Yudhiarto, General Manager PT. PPNP, 2016)

4. Biaya Investasi Pelabuhan Curah Cair

Biaya investasi pelabuhan curah cair termasuk dalam *fixed cost* yang harus dibayarkan setiap tahunnya meskipun tidak ada kegiatan bisnis yang berjalan di pelabuhan tersebut. Untuk melakukan investasi pelabuhan curah cair harus diketahui besarnya pelabuhan yang akan dibangun serta fasilitas yang digunakan. Selain itu juga dibutuhkan biaya satuan dari fasilitas yang akan dibangun nantinya, dan berikut adalah fasilitas yang akan dibangun untuk melayani kapal tanker 7.992 DWT di masing-masing pelabuhan :

a. Pelabuhan *Origin* (TBBM Manggis)

Fasilitas yang akan dibangun :

Tabel 20. Daftar Investasi Fasilitas Pelabuhan Manggis

Daftar Investasi			
Panjang Dermaga	=	166.6	m
Lebar Dermaga	=	26.87	m
Breasting Dolphin	=	4	Unit
Jumlah Pompa	=	3	Unit
Pipa	=	2399.4	m

Tanki Timbun	=	3	Unit
Lapangan Parkir Umum	=	150	m ²
Tanah	=	18,560	m ²
Perkantoran	=	700	m ²
Fasilitas Umum	=	400	m ²
Pengolahan Limbah	=	100	m ²
Bunker BBM	=	200	m ²
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	200	m ²
Gedung Pemadam Kebakaran	=	50	m ²
Gardu Induk Listrik	=	100	m ²
<i>Loading Arm</i>	=	3	Unit
Flow Meter	=	3	Unit
Tumpuan Tangki Silo	=	3	Unit
Genset 2000 KW	=	1	Unit

Daftar investasi di atas akan dikalikan dengan satuan biaya fasilitas pelabuhan yang dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum yang tertera pada BAB IV. Sehingga diperoleh biaya kapital sebesar Rp. 8,793,796,214.38.

b. Pelabuhan *Destination* (Ampenan)

Fasilitas yang dibangun :

Tabel 21. Daftar Investasi Pelabuhan Ampenan

Daftar Investasi			
Panjang Dermaga	=	166.6	m
Lebar Dermaga	=	26.87	m
Breasting Dolphin	=	4	Unit
Jumlah Pompa	=	3	Unit
Pipa	=	2399.4	m
Tanki Timbun	=	3	Unit
Lapangan Parkir Umum	=	150	m ²
Tanah	=	18,560	m ²
Perkantoran	=	700	m ²
Fasilitas Umum	=	400	m ²
Pengolahan Limbah	=	100	m ²
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	200	m ²
Gedung Pemadam Kebakaran	=	50	m ²
Gardu Induk Listrik	=	100	m ²
<i>Loading Arm</i>	=	3	Unit

Flow Meter	=	3	Unit
Tumpuan Tangki Silo	=	3	Unit
Genset 2000 KW	=	1	Unit

Dari data fasilitas yang akan dibangun diatas maka diperoleh biaya kapital yang harus dibayarkan adalah Rp. 8,770,429,547.71 per tahunnya.

c. Pelabuhan *Destination* (Badas)

Fasilitas yang dibangun :

Tabel 22. Daftar Investasi Pelabuhan Badas

Daftar Investasi			
Panjang Dermaga	=	166.6	m
Lebar Dermaga	=	26.87	m
Breasting Dolphin	=	4	Unit
Jumlah Pompa	=	3	Unit
Pipa	=	2399.4	m
Tanki Timbun	=	3	Unit
Lapangan Parkir Umum	=	150	m ²
Tanah	=	18,560	m ²
Perkantoran	=	700	m ²
Fasilitas Umum	=	400	m ²
Pengolahan Limbah	=	100	m ²
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	200	m ²
Gedung Pemadam Kebakaran	=	50	m ²
Gardu Induk Listrik	=	100	m ²
<i>Loading Arm</i>	=	3	Unit
Flow Meter	=	3	Unit
Tumpuan Tangki Silo	=	3	Unit
Genset 2000 KW	=	1	Unit

Dari data fasilitas yang akan dibangun diatas maka diperoleh biaya kapital yang harus dibayarkan adalah Rp. 8,661,262,881.05 per tahunnya.

d. Pelabuhan *Destination* (Bima)

Fasilitas yang dibangun :

Tabel 23. Daftar Investasi Pelabuhan Bima

Daftar Investasi			
Panjang Dermaga	=	167.7	m
Lebar Dermaga	=	27.05	m
Breasting Dolphin	=	4	Unit
Jumlah Pompa	=	3	Unit
Pipa	=	2409.3	m
Tanki Timbun	=	784.89	KL
Lapangan Parkir Umum	=	150	m ²
Tanah	=	18,670	m ²
Perkantoran	=	700	m ²
Fasilitas Umum	=	400	m ²
Pengolahan Limbah	=	100	m ²
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	200	m ²
Gedung Pemadam Kebakaran	=	50	m ²
Gardu Induk Listrik	=	100	m ²
<i>Loading Arm</i>	=	3	Unit
Flow Meter	=	3	Unit

Dari data fasilitas yang akan dibangun diatas maka diperoleh biaya kapital yang harus dibayarkan adalah Rp. 8,661,262,881.05 per tahunnya. Sehingga didapatkan total investasi dari masing-masing pelabuhan sebesar Rp 34,886,751,524.18.

5. Biaya Operasional Pelabuhan Curah Cair

Biaya operasional pelabuhan yang harus dibayarkan adalah biaya operasi alat dan biaya perawatan alat-alat pelabuhan yang digunakan beserta pajak per tahunnya. Selain itu gaji operator alat dan pegawai kantor juga masuk kedalam biaya operasional. Jumlah yang harus dibayarkan untuk pelabuhan curah cair adalah :

Tabel 24. Gaji Pegawai Per Pelabuhan Per Bulan

1	Operational Head	=	Rp	15,000,000
5	Manager	=	Rp	60,000,000
18	Staff	=	Rp	126,000,000
12	Petugas Lapangan	=	Rp	84,000,000

Sumber : Terminal Transit BBM Manggis

Sehingga biaya operasional untuk gaji pegawai yang harus dibayarkan adalah Rp. 3,516,000,000.00 per pelabuhan per tahunnya.

Tabel 25. Biaya Perawatan dan Asuransi Pelabuhan Manggis

Dermaga	=	Rp	2,767,339,190	/Tahun
---------	---	----	---------------	--------

Pompa	=	Rp	97,387,500	/Tahun
Pipa	=	Rp	100,774,800	/Tahun
Tanki Timbun	=	Rp	191,100,000	/Tahun
Lapangan Parkir Umum	=	Rp	9,312,377	/Tahun
Perkantoran	=	Rp	147,000,000	/Tahun
Fasilitas Umum	=	Rp	70,000,000	/Tahun
Pengolahan Limbah	=	Rp	17,500,000	/Tahun
Bunker BBM	=	Rp	35,000,000	/Tahun
Pompa dan Penyimpanan Air	=	Rp	35,000,000	/Tahun
Gedung Damkar	=	Rp	8,750,000	/Tahun
Gardu Induk Listrik	=	Rp	17,500,000	/Tahun
<i>Loading Arm</i>	=	Rp	68,250,000	/Tahun
Flow Meter	=	Rp	1,228,500	/Tahun
Flow Meter	=	Rp	38,220,000	/Tahun
Genset	=	Rp	118,300,000	/Tahun

Dari hasil perhitungan biaya perawatan, asuransi, dan pajak sebesar 3,566,142,366.80 per tahunnya.

Tabel 26. Biaya Perawatan dan Asuransi Pelabuhan Ampenan

Dermaga	=	Rp	2,767,339,190.30	/Tahun
Pompa	=	Rp	154,700,000	/Tahun
Pipa	=	Rp	100,774,800	/Tahun
Tanki Timbun	=	Rp	95,550,000	/Tahun
Lapangan Parkir Umum	=	Rp	9,312,377	/Tahun
Perkantoran	=	Rp	147,000,000	/Tahun
Fasilitas Umum	=	Rp	70,000,000	/Tahun
Pengolahan Limbah	=	Rp	17,500,000	/Tahun
Pompa dan Penyimpanan Air	=	Rp	8,750,000	/Tahun
Gedung Damkar	=	Rp	17,500,000	/Tahun
Gardu Induk Listrik	=	Rp	68,250,000	/Tahun
<i>Loading Arm</i>	=	Rp	1,228,500	/Tahun
Flow Meter	=	Rp	19,110,000	/Tahun
Genset	=	Rp	118,300,000	/Tahun

Dari hasil perhitungan biaya perawatan, asuransi, dan pajak sebesar Rp. 3,477,014,866.80 per tahunnya.

Tabel 27. Biaya Perawatan dan Asuransi Pelabuhan Badas

Dermaga	=	Rp	2,767,339,190.30	/Tahun
Pompa	=	Rp	97,387,500	/Tahun
Pipa	=	Rp	100,774,800	/Tahun
Tanki Timbun	=	Rp	95,550,000	/Tahun
Lapangan Parkir Umum	=	Rp	9,312,377	/Tahun
Perkantoran	=	Rp	147,000,000	/Tahun
Fasilitas Umum	=	Rp	70,000,000	/Tahun
Pengolahan Limbah	=	Rp	17,500,000	/Tahun
Pompa dan Penyimpanan Air	=	Rp	8,750,000	/Tahun
Gedung Damkar	=	Rp	17,500,000	/Tahun
Gardu Induk Listrik	=	Rp	68,250,000	/Tahun
<i>Loading Arm</i>	=	Rp	1,228,500	/Tahun
Flow Meter	=	Rp	19,110,000	/Tahun
Genset	=	Rp	118,300,000	/Tahun

Dari hasil perhitungan biaya perawatan, asuransi, dan pajak sebesar Rp. 3,419,702,366.80 per tahunnya

Tabel 28. Biaya Perawatan dan Asuransi Pelabuhan Bima

Dermaga	=	2,767,339,190.30	/Tahun
Pompa	=	Rp	97,387,500
Pipa	=	Rp	100,774,800
Tanki Timbun	=	Rp	95,550,000
Lapangan Parkir Umum	=	Rp	9,312,377
Perkantoran	=	Rp	147,000,000
Fasilitas Umum	=	Rp	70,000,000
Pengolahan Limbah	=	Rp	17,500,000
Pompa dan Penyimpanan Air	=	Rp	8,750,000
Gedung Damkar	=	Rp	17,500,000
Gardu Induk Listrik	=	Rp	68,250,000
<i>Loading Arm</i>	=	Rp	1,228,500
Flow Meter	=	Rp	19,110,000
Genset	=	Rp	118,300,000

Dari tabel diatas didapatkan biaya perawatan dan asuransi semua pelabuhan sebesar Rp. 3,419,702,366.80 per tahun.

Tabel 29. Biaya Pemakaian Pompa dan *Loading Arm* Pelabuhan Manggis

Daya Pompa	=	500	KW
Lama Bongkar Muat	=	1199.032969	jam
Jumlah Pemakaian	=	599,516	KwH
Harga Listrik	=	Rp 1,353	/KwH
Total Biaya	=	Rp 2,434,246,757	/Tahun
<i>Loading Arm Oil Cons.</i>	=	21	Liter/Jam
Lama Bongkar Muat	=	1,199.03	Jam
BBM Terpakai	=	25,179.69	Liter
Harga Bahan Bakar	=	5,500.00	/Liter
Biaya <i>Loading Arm</i>	=	Rp 138,488,308	/Tahun

Tabel 30. Biaya Pemakaian Pompa dan *Loading Arm* Pelabuhan Ampenan

Product Oil Pump	=	500	KW
Lama Bongkar Muat	=	849.1365708	jam
Jumlah Pemakaian	=	424,568	KwH
Harga Listrik	=	Rp 1,353	/KwH
Total Biaya	=	Rp 1,723,895,838	/Tahun
<i>Loading Arm Oil Cons.</i>	=	21	Liter/Jam
Lama Bongkar Muat	=	849.14	Jam
BBM Terpakai	=	17,831.87	Liter
Harga Bahan Bakar	=	5,500.00	/Liter
Biaya <i>Loading Arm</i>	=	Rp 98,075,274	/Tahun

Tabel 31. Biaya Pemakaian Pompa dan *Loading Arm* Pelabuhan Badas

Product Oil Pump	=	500	KW
Lama Bongkar Muat	=	210.5471777	jam
Jumlah Pemakaian	=	105,274	KwH
Harga Listrik	=	Rp 1,353	/KwH
<i>Loading Arm Oil Cons.</i>	=	21	Liter/Jam
Lama Bongkar Muat	=	210.55	Jam
BBM Terpakai	=	4,421.49	Liter
Harga Bahan Bakar	=	5,500.00	/Liter
Biaya <i>Loading Arm</i>	=	Rp 24,318,199	/Tahun

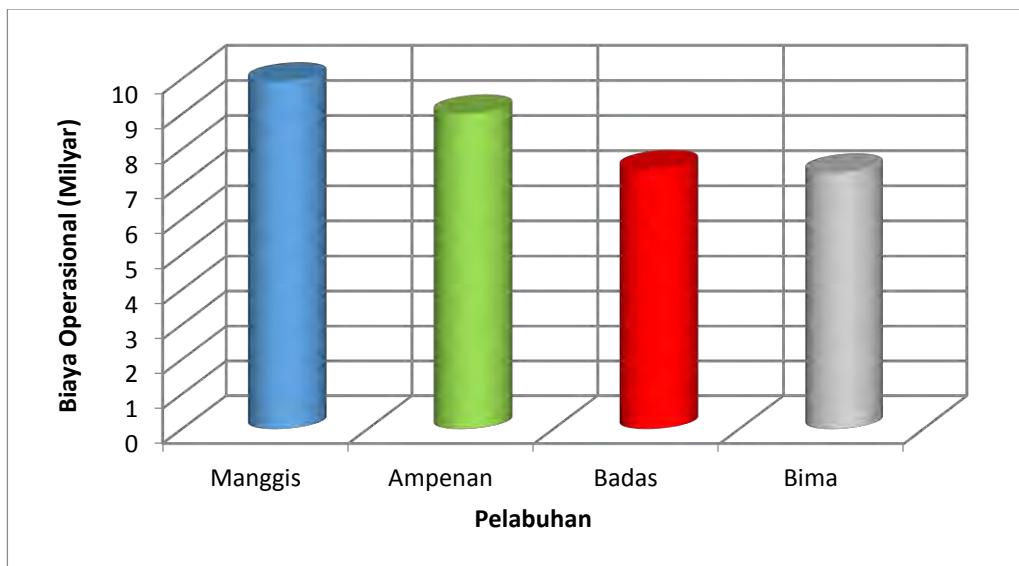
Tabel 32. Biaya Pemakaian Pompa dan *Loading Arm* Pelabuhan Bima

Product Oil Pump	=	500	KW
Lama Bongkar Muat	=	167.92	jam

Jumlah Pemakaian	=	83,958	KwH
Harga Listrik	=	Rp 1,353	/KwH
<i>Loading Arm Oil Cons.</i>	=	21	Liter/Jam
Lama Bongkar Muat	=	167.92	Jam
BBM Terpakai	=	3,526.23	Liter
Harga Bahan Bakar	=	5,500.00	/Liter
Biaya <i>Loading Arm</i>	=	Rp 19,394,274	/Tahun

Dari tabel 5.18 sampai 5.21 biaya pemakaian pompa dan *Loading Arm* di masing-masing pelabuhan maka didapatkan total biaya untuk pemakaian pompa sebesar Rp. 5,172,413,316.23 per tahunnya.

Untuk mendapatkan biaya operasional dari masing-masing pelabuhan maka ketiga biaya yang ada untuk menjalankan sebuah pelabuhan dijumlahkan, sehingga didapatkan biaya operasional Pelabuhan Manggis senilai Rp. 10,139,315,784.26 per tahun, Pelabuhan Ampenan sebesar Rp. 9,098,499,716.78 per tahun, Pelabuhan Badas sebesar Rp. 7,354,232,848.39 per tahunnya dan Pelabuhan Bima sebesar Rp. 7,239,623,898.24 per tahun. Sehingga total biaya operasional untuk satu sistem pengiriman adalah Rp. 33,831,672,247.67 per tahunnya.



Gambar 22. Diagram Biaya Operasional Pelabuhan Curah Cair

Biaya operasional paling besar adalah Pelabuhan Manggis, disusul Pelabuhan Ampenan, Badas, dan Bima. Hal ini dikarenakan jumlah muatan yang dilayani oleh pelabuhan paling

banyak adalah berturut-turut di Manggis sebagai Pelabuhan Asal, disusul Ampenan, Badas, dan Bima.

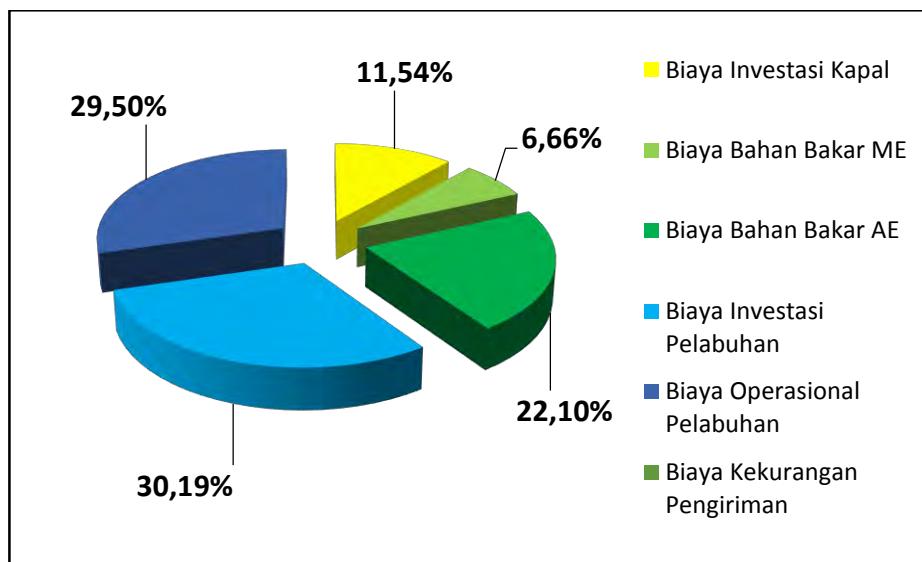
5.3 Total Cost dan Unit Cost Kapal Tanker

Berikut adalah rekapan dari biaya yang dikeluarkan untuk menjalankan sistem pengiriman menggunakan kapal tanker :

Tabel 33. Tabel Biaya Kapital dan Operasional Kapal Tanker dan Pelabuhan Curah Cair

Jenis Biaya	Biaya		
Biaya Investasi Kapal	Rp	13,073,392,699	/Year
Biaya Bahan Bakar ME	Rp	7,700,724,443	/Year
Biaya Bahan Bakar AE	Rp	25,531,543,363	/Year
Biaya Investasi Pelabuhan	Rp	34,647,518,230	/Year
Biaya Operasional Pelabuhan	Rp	33,831,672,248	/Year
Biaya Denda Pengiriman	Rp	-	/Year
Total Cost =	Rp	114,633,438,514	/Year

Jika diubah dalam bentuk diagram maka biaya-biaya yang dikeluarkan adalah sebagai berikut dimana biaya terbesar yang harus ditkeluarkan adalah biaya investasi pelabuhan, biaya operasional pelabuhan, biaya bahan bakar, biaya sewa kapal, dan terakhir biaya kekurangan atau kelebihan pengiriman *Product Oil*.



Gambar 23. Diagram Biaya Kapal Tanker dan Pelabuhan Curah Cair

Setelah didapatkan biaya kapital dan biaya operasional dari kapal tanker dan pelabuhan curah cair maka akan didapatkan *Unit Cost* yaitu biaya satuan pengiriman *Product Oil* setiap

Kilo Liternya. *Unit Cost* merupakan hasil pembagian antara *Total Cost* dengan *Cargo Carried*. Semakin besar kargo yang diangkut maka semakin murah nilai dari *Unit Cost* dan sebaliknya, semakin kecil nilai kargo terangkut maka semakin mahal nilai *Unit Cost*. Tapi ada biaya kerugian tersendiri yang harus dibayar jika jumlah *cargo carried* yang terangkut melebihi *demand* atau kurang dari *demand*.

$$\text{Unit Cost} = \frac{\text{Total Cost}}{\text{Cargo Carried}}$$

$$\text{Unit Cost} = \frac{\text{Rp. } 114,633,438,514}{563,056.62 \text{ KL}}$$

Sehingga diperoleh *Unit Cost* sebesar Rp. 203,587.70 per KL.

5.4 Skenario Pengiriman *Product Oil* Menggunakan Kapal *Container*

5.4.1 Kapal *Container* Pembanding

Kapal *Container* pembanding digunakan untuk memberikan gambaran mengenai ukuran utama yang akan digunakan. Data regresi dari kapal pembanting menentukan ukuran utama dari kapal yang akan digunakan untuk melakukan pengiriman *Product Oil* menggunakan kapal *Container*. Penentuan ukuran utama tersebut dilakukan dengan cara mendapatkan DWT dari kapal yang akan digunakan dan dimasukan ke rumus regresi yang di dapatkan. Berikut adalah data kapal pembanding yang digunakan :

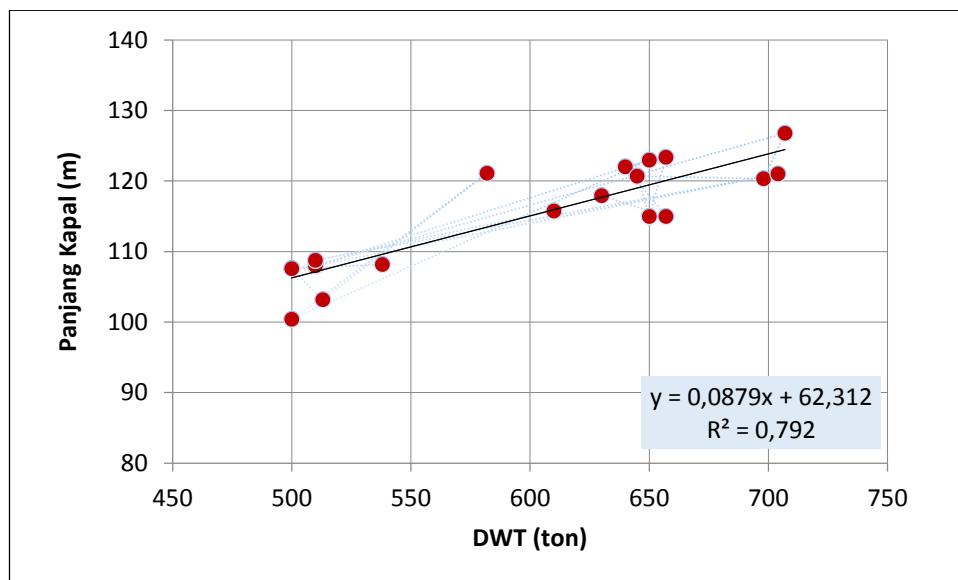
Tabel 34. Kapal *Container* Pembanding

No.	Nama Kapal	DWT(ton)	TEUs	Lpp(m)	B(m)	H(m)	T(m)
1	Berta	7400	630	117.92	18.4	9.4	7.14
2	Maple Leaf 25	7661	657	115	19.8	9.2	7.2
3	Huang Hang 1	7472	640	122	18.5	9.2	6.9
4	MSC Longoni	8015	657	123.4	19.2	9.2	7.22
5	Meratus Ambon	8122	650	115	19	9.2	6.9
6	Meratus Banjar	7953	645	120.7	20	8.7	6.9
7	Pengalia	8267	698	120.34	20.6	9.8	7.4
8	Huang Dao	8683	707	126.8	19.4	9.45	7.44
9	Uranus	6541	510	108	17.9	8.8	6.86
10	Ventura	7746	650	122.99	19.6	9.2	7.4
11	Marcopolo	6000	500	100.4	18	8.4	6.5
12	Fast Proven	8049	582	121.11	19.2	8.72	6.6
13	Southern Pearl	6030	513	103.2	18.2	8.4	6.7

14	Teluk Bintuni	6792	500	107.6	17	8.2	6.4
15	Atlas Wave	6560	538	108.16	17.9	8.8	6.86
16	Teluk Flaminggo	6792	500	107.6	17	8.2	6.5
17	Tinka	6580	510	108	17.9	8.8	6.86
18	Katrina	8483	704	121	19.2	10	7.65
19	Promibeliver	6620	510	108.77	17.9	8.8	6.87
20	Biendong Trader	7101	610	115.74	19	9	6.76

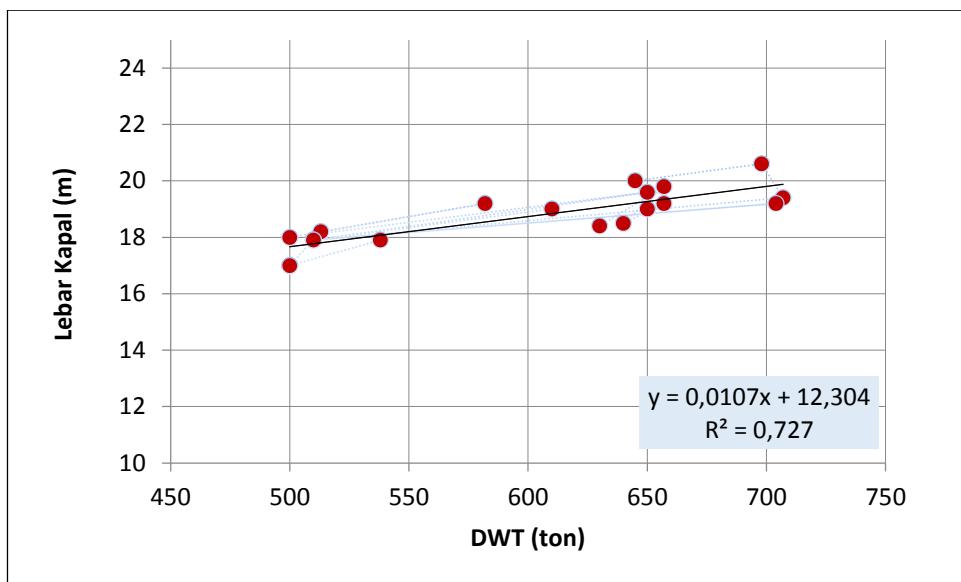
5.4.2 Ukuran Utama Kapal Container

Dari data kapal pembanding pada tabel diatas maka dilakukan analisis regresi linear untuk menentukan panjang, lebar, tinggi, dan sarat kapal yang akan digunakan dan dapat dilihat dalam tabel hasil regresi ukuran utama dibawah ini :



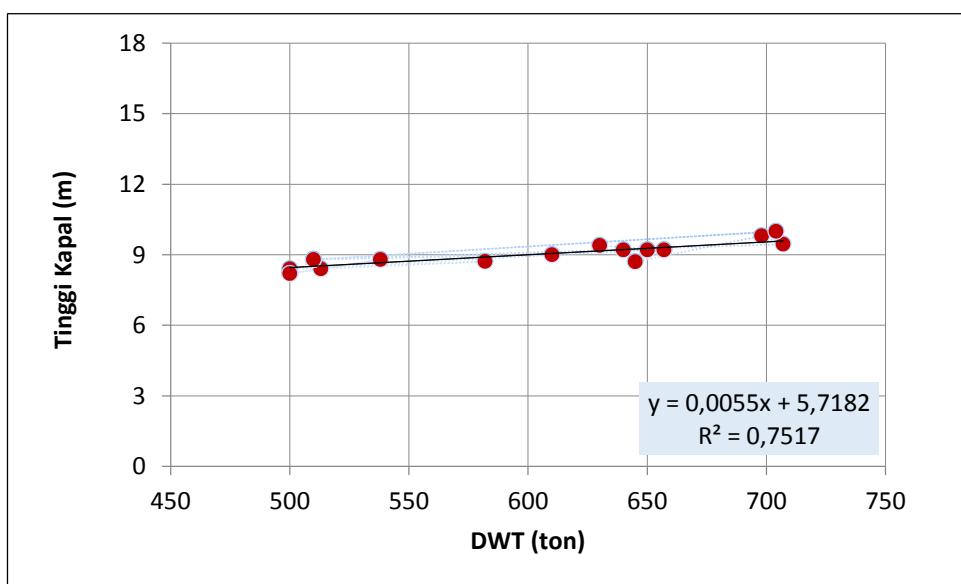
Gambar 24. Grafik Hubungan Kapasitas (TEUs) dengan panjang kapal

Dari gambar 5.9 diatas mengenai hubungan kapasitas kapal (TEUs) dengan panjang kapal didapatkan persamaan regresi $LPP = 0.0879 \cdot TEUs + 62.312$ dengan $R^2 = 0.792$.



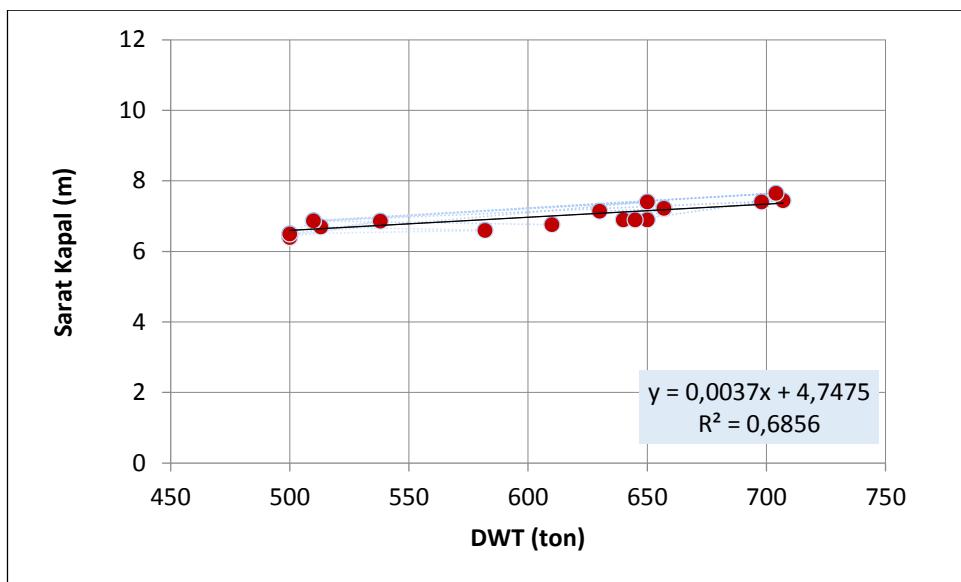
Gambar 25. Grafik Hubungan Kapasitas (TEUs) dengan Lebar Kapal

Dari gambar 5.10 diatas mengenai hubungan kapasitas kapal (TEUs) dengan panjang kapal didapatkan persamaan regresi $B = 0.0107 \cdot \text{TEUs} + 12.304$ dengan $R^2 = 0.727$.



Gambar 26. Grafik Hubungan Kapasitas (TEUs) dengan Tinggi Kapal

Dari gambar 5.11 diatas mengenai hubungan kapasitas kapal (TEUs) dengan tinggi kapal didapatkan persamaan regresi $H = 0.0055 \cdot \text{TEUs} + 5.7182$ dengan $R^2 = 0.7571$.



Gambar 27. Grafik Hubungan Kapasitas (TEUs) dengan Sarat Kapal

Dari gambar 5.11 diatas mengenai hubungan kapasitas kapal (TEUs) dengan tinggi kapal didapatkan persamaan regresi $T = 0.0037 \cdot \text{TEUs} + 4.7475$ dengan $R^2 = 0.6856$.

Hasil dari optimasi menggunakan Microsoft Excel dengan metode GRG – Non linear mendapatkan hasil payload yang harus diangkut adalah 322 TEUs. Sehingga didapatkan ukuran utama kapal *Container* yang akan digunakan sebagai berikut :

- LPP = 90.62 m
- B = 15.75 m
- H = 7.49 m
- T = 5.94 m

Ukuran utama di atas akan membawa ISO-Tank *Container* dengan jumlah muatan :

- Premium : 231 TEUs
- Solar : 52 TEUs
- Kerosene : 39 TEUs

Decision variable di atas didapatkan dari hasil perhitungan biaya (*fixed cost* dan *variable cost* kapal dan pelabuhan) yang menghasilkan *Unit Cost (objective function)* paling murah untuk kapal *Container*. Berikut adalah analisis hasil perhitungan yang dilakukan.

5.4.3 Analisis Biaya Pengiriman Moda Container

1. Biaya Kapital Kapal

Biaya kapital adalah biaya yang dikeluarkan untuk pembangunan kapal, pembelian kapal, atau penyewaan kapal. Biaya modal disertakan dalam kalkulasi biaya untuk menutup bunga pinjaman bank dan pengembalian modal tergantung proses dari pengadaan kapal tersebut. Biaya modal termasuk *fixed cost* atau biaya tetap, karena nilainya tetap dibayarkan ketika tidak ada kegiatan bisnis. Biaya sewa kapal adalah salah satu biaya kapital dalam penelitian ini. Dari hasil perhitungan dengan kapal *Container* 322 TEUs maka biaya kapital yang harus dibayarkan adalah :

Tabel 35. Tabel Biaya Pembangunan Kapal *Container*

Structural Cost		
PST	=	W Steel · Harga Baja
	=	\$ 1,335,520.69
Outfit Cost		
PE&O	=	W E&O · C E&O
	=	\$ 264,788.66
Machinery Cost		
PME	=	W ME · C ME
	=	\$ 47,485.26
Non-weight Cost		
CNW	=	200%
PNW	=	CNW · (PST + PE&O + PME)
	=	\$ 3,295,589.23
Biaya	=	PST + PE&O + PME + PNW
	=	\$ 4,943,383.85
Perhitungan Harga		
1. Keuntungan	=	5% · Biaya
	=	\$ 247,169.19
2. Inflasi	=	2% · Biaya
	=	\$ 98,867.68
3. Pajak	=	9% · Biaya
	=	\$ 444,904.55
Harga Kapal	=	Biaya + Keuntungan + Inflasi + Pajak
	=	\$ 5,734,325.27
	=	Rp 76,025,684,397

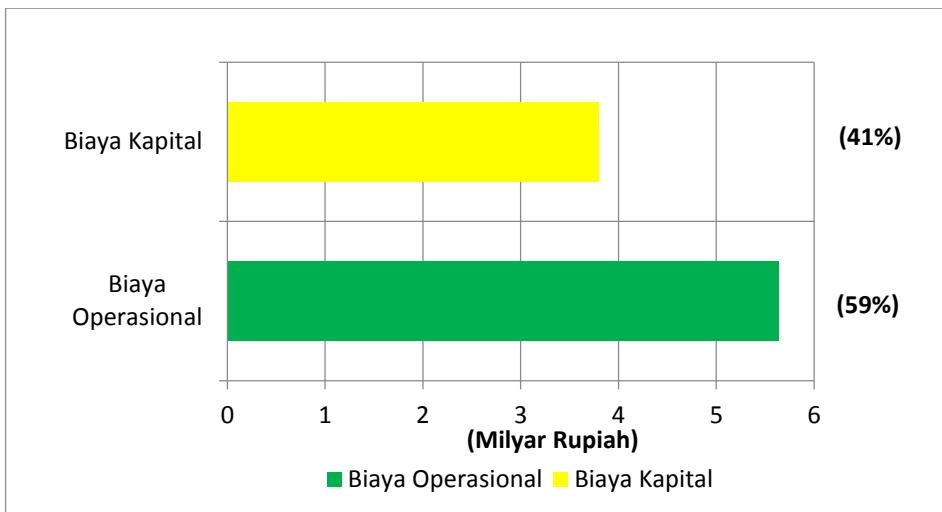
Dari tabel diatas didapatkan depresiasi kapal dengan umur ekonomis 20 tahun adalah Rp. 3,801,284,219.86 per tahun.

Untuk mendapatkan biaya sewa kapal maka perlu dihitung biaya operasional yang dikeluarkan kapal yang digunakan. Berikut adalah biaya operasional yang dikeluarkan kapal *Container 322 TEUs* untuk pengiriman *Product Oil* :

Tabel 36. Biaya Operasional Kapal Peti Kemas

Gaji Crew	=	Rp 1,680,000,000.00	/Bulan
Jumlah Crew	=	20	Orang
Gaji Per Crew	=	Rp 7,000,000.00	/Bulan /Orang
Repair & Maintenance	=	3% dari harga kapal	
	=	Rp 2,280,770,532	
Asuransi Kapal	=	1.5% dari harga kapal	
	=	Rp 1,140,385,266	
Supplies Crew	=	Rp 50,000.00	/orang/hari
	=	Rp 12,000,000.00	
Fresh Water	=	Rp 165,600,000.00	
	=	0.20	ton/(person.day)
w Fresh Water	=	276	ton
p Fresh Water	=	1	ton/m3
V Fresh Water	=	276	m3
	=	276,000	liter
Harga Fresh Water	=	Rp 600	per liter
Dokumen & Administrasi	=	Rp 5,000,000.00	/trip
	=	Rp 365,000,000.00	/Tahun

Dari tabel di atas didapatkan hasil pengeluaran biaya operasional kapal adalah sebesar Rp. 5,624,555,797.87 per tahunnya. Sehingga biaya sewa kapal yang harus dikeluarkan adalah Rp. 9,425,840,017.73 per tahun atau Rp. 28,563,151.57 per hari. Dapat dilihat bahwa biaya operasional yang dikeluarkan lebih besar daripada biaya kapital. Hal ini membuktikan biasa sewa sebuah kapal tidak dihitung hanya berdasarkan biaya pembuatan kapal saja, akan tetapi biaya yang memiliki pengaruh lebih banyak adalah biaya operasional kapal.



Gambar 28. Diagram Perbandingan Biaya Sewa Kapital dan Operasional

3. Biaya Bahan Bakar

Biaya bahan bakar kapal adalah *variable cost* yang termasuk dalam biaya pelayaran atau *voyage cost* yang harus dibayarkan ketika kapal melakukan kegiatan berlayar. Biaya bahan bakar dihitung berdasarkan jarak yang ditempuh, kecepatan kapal, dan besarnya daya yang dikeluarkan oleh mesin. Biaya bahan bakar yang harus dikeluarkan adalah biaya bahan bakar *Main Engine* yaitu mesin yang bertugas sebagai penggerak utama kapal, dan *Auxiliary Engine* atau mesin pembantu yang bertugas mengatur kelistrikan, pompa, dan alat-alat lainnya yang tugasnya dapat berlangsung hingga 24 jam. Berikut adalah biaya bahan bakar yang harus dikeluarkan kapal *Container* untuk pengiriman *Product Oil* ke Depot di Nusa Tenggara Barat :

- Jarak tempuh : 492 Nm
- Seatime : 70.77 Jam
- Port Time : 25.76 Jam
- RTD : 4.2 Hari
- Jumlah Call : 73 Kali
- Hambatan Total : 138.239 KN
- Kecepatan : 13 Knot

Propulsi Mesin Utama Kapal :

- EHP : 924.43 KW
- BHP (NCR) : 1570.78 KW
- BHP (MCR) : 1806.40 KW
: 2455.98 HP
- Mesin Utama : CATERPILLAR 6M25C
- Daya Mesin : 2000 KW
: 2719 HP
- SFOC : 188 g/ KWh

Propulsi Mesin Pembantu Kapal :

- BHP : 451.60 KW
: 613.99 HP
- Mesin Pembantu : CATTERPILAR C18
- Daya Mesin : 465 KW
: 632 HP
- Jumlah Mesin : 2 Unit

Dari data diatas maka didapatkan biaya BBM ME sebesar Rp. 6,344,090,216.03 per tahun dan biaya BBM AE sebesar Rp. 17,371,748,103.19 per tahun. Biaya bahan bakar adalah hal yang mempengaruhi *Unit Cost* cukup besar karena nilainya yang cukup besar setiap tahunnya. Selain itu bahan bakar adalah fungsi dari kecepatan yang bernilai pangkat tiga dalam grafik hubungan kecepatan kapal dengan konsumsi bahan bakar itu sendiri.

4. Biaya Investasi Pelabuhan Peti Kemas

Biaya investasi pelabuhan curah cair termasuk dalam *fixed cost* yang harus dibayarkan setiap tahunnya meskipun tidak ada kegiatan bisnis yang berjalan di pelabuhan tersebut. Untuk melakukan investasi pelabuhan curah cair harus diketahui besarnya pelabuhan yang akan dibangun serta fasilitas yang digunakan. Selain itu juga dibutuhkan biaya satuan dari fasilitas yang akan dibangun nantinya, dan berikut adalah fasilitas yang akan dibangun untuk melayani kapal *Container* 322 TEUs di masing-masing pelabuhan :

a. Pelabuhan *Origin* (TBBM Manggis)

Fasilitas yang akan dibangun :

Tabel 37. Daftar Investasi Fasilitas Pelabuhan Peti Kemas Manggis

Daftar Investasi Pelabuhan Manggis			
Panjang Dermaga	=	149.7	M
Lebar Dermaga	=	24.1	M
ISO-Tank Container	=	644	Unit
Jumlah Mobile Crane	=	1	Unit
CFS	=	695.52	m ²
Lapangan Penumpukan	=	644	TEUs
	=	2,318	m ²
Lapangan Parkir Umum	=	150	m ²
Tanah	=	17,167.74	m ²
Perkantoran	=	700	m ²
Fasilitas Umum	=	400	m ²
Pengolahan Limbah	=	100	m ²
Bunker BBM	=	200	m ²
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	200	m ²
Gedung Pemadam Kebakaran	=	50	m ²
Gardu Induk Listrik	=	100	m ²
Lapangan Parkir Truck Petikemas	=	300	m ²
Truck Petikemas	=	1	Unit
Reach Stacker	=	1	Unit

Daftar investasi di atas akan dikalikan dengan satuan biaya fasilitas pelabuhan yang dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum yang tertera pada BAB IV. Sehingga diperoleh biaya kapital sebesar Rp. 16,492,229,331.67.

b. Pelabuhan *Destination* (Ampenan)

Fasilitas yang dibangun :

Tabel 38. Daftar Investasi Pelabuhan Peti Kemas Ampenan

Daftar Investasi			
Panjang Dermaga	=	154.5	m
Lebar Dermaga	=	24.9	m
ISO-Tank Container	=	271	Unit
Jumlah Mobile Crane	=	1	Unit
CFS	=	2545.1188	m
Lapangan Penumpukan	=	271	TEUs
	=	976	m ²
Lapangan Parkir Umum	=	150	m ²
Tanah	=	17,651.19	m ²
Perkantoran	=	700	m ²
Fasilitas Umum	=	400	m ²
Pengolahan Limbah	=	100	m ²
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	200	m ²
Gedung Pemadam Kebakaran	=	50	m ²
Gardu Induk Listrik	=	100	m ²
Lapangan Parkir Truck Petikemas	=	300	m ²
Truck Petikemas	=	1	Unit
Reach Stacker	=	1	Unit

Dari data fasilitas yang akan dibangun diatas maka diperoleh biaya kapital yang harus dibayarkan adalah Rp. 13,095,330,654.65 per tahunnya.

c. Pelabuhan *Destination* (Badas)

Fasilitas yang dibangun :

Tabel 39. Daftar Investasi Pelabuhan Peti Kemas Badas

Daftar Investasi			
Panjang Dermaga	=	149.7	m
Lebar Dermaga	=	24.1	m
ISO-Tank Container	=	52	Unit
Jumlah Mobile Crane	=	1	Unit
CFS	=	2496.7738	m
Lapangan Penumpukan	=	104	TEUs
	=	374	m ²
Lapangan Parkir Umum	=	150	m ²

Daftar Investasi			
Tanah	=	17,167.74	m ²
Perkantoran	=	700	m ²
Fasilitas Umum	=	400	m ²
Pengolahan Limbah	=	100	m ²
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	200	m ²
Gedung Pemadam Kebakaran	=	50	m ²
Gardu Induk Listrik	=	100	m ²
Lapangan Parkir Truck Petikemas	=	300	m ²
Truck Petikemas	=	1	Unit
Reach Stacker	=	1	Unit

Dari data fasilitas yang akan dibangun diatas maka diperoleh biaya kapital yang harus dibayarkan adalah Rp. 11,722,930,872.94 per tahunnya.

d. Pelabuhan *Destination* (Bima)

Fasilitas yang dibangun :

Tabel 40. Daftar Investasi Pelabuhan Bima

Daftar Investasi			
Panjang Dermaga	=	149.7	M
Lebar Dermaga	=	24.1	M
ISO-Tank Container	=	39	Unit
Jumlah Mobile Crane	=	1	Unit
CFS	=	2496.7738	M
Lapangan Penumpukan	=	78	TEUs
	=	281	m ²
Lapangan Parkir Umum	=	150	m ²
Tanah	=	17,167.74	m ²
Perkantoran	=	700	m ²
Fasilitas Umum	=	400	m ²
Pengolahan Limbah	=	100	m ²
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	200	m ²
Gedung Pemadam Kebakaran	=	50	m ²
Gardu Induk Listrik	=	100	m ²
Lapangan Parkir Truck Petikemas	=	300	m ²
Truck Petikemas	=	1	Unit
Reach Stacker	=	1	Unit

Dari data fasilitas yang akan dibangun diatas maka diperoleh biaya kapital yang harus dibayarkan adalah Rp. 11,623,259,380.41 per tahunnya. Sehingga didapatkan total investasi dari masing-masing pelabuhan sebesar Rp 52,933,750,239.68.

5. Biaya Operasional Pelabuhan Peti Kemas

Biaya operasional pelabuhan yang harus dibayarkan adalah biaya operasi alat dan biaya perawatan alat-alat pelabuhan yang digunakan beserta pajak per tahunnya. Selain itu gaji operator alat dan pegawai kantor juga masuk kedalam biaya operasional. Jumlah yang harus dibayarkan untuk pelabuhan curah cair adalah :

Tabel 41. Gaji Pegawai Per Pelabuhan

1	General Manager	Rp	15,000,000	/Orang
1	Sekretaris	Rp	8,000,000	/Orang
4	Manager	Rp	12,000,000	/Orang
12	Staff	Rp	7,000,000	/Orang
12	Petugas Lapangan	Rp	7,000,000	/Orang

Sumber : Kerja Praktek II Putra Alhamda (Samudera Indonesia Cabang Surabaya)

Sehingga biaya operasional untuk gaji pegawai yang harus dibayarkan adalah Rp. 2,868,000,000.00 per pelabuhan per tahunnya.

Tabel 42. Biaya Perawatan dan Asuransi Pelabuhan Manggis

Dermaga	=	Rp	2,233,699,487
ISO-Tank Container	=	Rp	4,981,348,000
Harbour Mobile Crane	=	Rp	3,185,000,000
Lapangan Penumpukan	=		135,407,345.98
Lapangan Parkir Umum	=	Rp	9,312,377
Perkantoran	=	Rp	147,000,000
Fasilitas Umum	=	Rp	70,000,000
Pengolahan Limbah	=	Rp	17,500,000
Bunker BBM	=	Rp	35,000,000
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	Rp	35,000,000
Gedung Pemadam Kebakaran	=	Rp	8,750,000
Gardu Induk Listrik	=	Rp	17,500,000
Lapangan Parkir Truck Petikemas	=	Rp	18,624,753
Truck Petikemas	=	Rp	19,019,000
Reach Stacker	=	Rp	72,800,000

Tabel 43. Biaya Perawatan dan Asuransi Pelabuhan Ampenan

Dermaga	=	Rp	2,233,699,486.72
ISO-Tank Container	=	Rp	1,786,785,000
Harbour Mobile Crane	=	Rp	3,185,000,000
Lapangan Penumpukan	=	Rp	97,140,052.55
Lapangan Parkir Umum	=	Rp	9,312,377
Perkantoran	=	Rp	147,000,000
Fasilitas Umum	=	Rp	70,000,000
Pengolahan Limbah	=	Rp	17,500,000
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	Rp	35,000,000
Gedung Pemadam Kebakaran	=	Rp	8,750,000
Gardu Induk Listrik	=	Rp	17,500,000
Lapangan Parkir Truck Petikemas	=	Rp	18,624,753
Truck Petikemas	=	Rp	19,019,000
Reach Stacker	=	Rp	72,800,000

Tabel 44. Biaya Perawatan dan Asuransi Pelabuhan Badas

Dermaga	=	Rp	2,233,699,487
ISO-Tank Container	=	Rp	402,220,000
Harbour Mobile Crane	=	Rp	3,185,000,000
Lapangan Penumpukan	=	Rp	21,867,025
Lapangan Parkir Umum	=	Rp	9,312,377
Perkantoran	=	Rp	147,000,000
Fasilitas Umum	=	Rp	70,000,000
Pengolahan Limbah	=	Rp	17,500,000
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	Rp	35,000,000
Gedung Pemadam Kebakaran	=	Rp	8,750,000
Gardu Induk Listrik	=	Rp	17,500,000
Lapangan Parkir Truck Petikemas	=	Rp	18,624,753
Truck Petikemas	=	Rp	19,019,000
Reach Stacker	=	Rp	72,800,000

Tabel 45. Biaya Perawatan dan Asuransi Pelabuhan Bima

Dermaga	=	Rp	2,233,699,486.72
ISO-Tank Container	=	Rp	301,665,000
Harbour Mobile Crane	=	Rp	3,185,000,000
Lapangan Penumpukan	=	Rp	16,400,268.61
Lapangan Parkir Umum	=	Rp	9,312,377
Perkantoran	=	Rp	147,000,000

Fasilitas Umum	=	Rp	70,000,000
Pengolahan Limbah	=	Rp	17,500,000
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	Rp	35,000,000
Gedung Pemadam Kebakaran	=	Rp	8,750,000
Gardu Induk Listrik	=	Rp	17,500,000
Lapangan Parkir Truck Petikemas	=	Rp	18,624,753
Truck Petikemas	=	Rp	19,019,000
Reach Stacker	=	Rp	72,800,000

Dari tabel diatas didapatkan biaya perawatan dan asuransi semua pelabuhan sebesar Rp. 23,396,516,488.06 per tahun.

Tabel 46. Biaya Pemakaian Alat Bongkar Muat Pelabuhan Manggis

Mobile Crane Fuel Cons.	=	21	Liter/ Jam
Lama Bongkar Muat	=	51.52	jam
Biaya Penggunaan HMC	=	Rp 434,390,880	/Tahun
Jumlah Pemakaian	=	1,082	Liter
Harga BBM	=	Rp 5,500	/Liter
Truck Oil Cons.	=	0.2	Liter/ Km
Jarak Tempuh	=	0.3	Km / TEUs
Perpindahan Container	=	644	TEUs
Jarak Tempuh	=	193.2	Km
Kecepatan Truck	=	10	Km/ Jam
Jumlah Truck	=	1	Unit
Selesai Dalam	=	19.32	Jam
Biaya Penggunaan Truck	=	Rp 77,569,800	/Tahun
Reach Stacker	=	14	Liter/ Jam
Kecepatan	=	3	Menit/ TEUs
Lama Pemakaian	=	1,932	Menit
	=	32.20	Jam
Biaya Penggunaan Reach Stacker	=	Rp 180,996,200	/Tahun

Tabel 47. Biaya Pemakaian Alat Bongkar Muat Pelabuhan Ampenan

Mobile Crane Fuel Cons.	=	21	Liter/ Jam
Lama Bongkar Muat	=	36.96	jam
Biaya Penggunaan HMC	=	Rp 311,628,240	/Tahun
Jumlah Pemakaian	=	776	Liter
Harga BBM	=	Rp 5,500	/Liter

Truck Oil Cons.	=	0.2	Liter/ Km
Jarak Tempuh	=	0.3	Km / TEUs
Perpindahan Container	=	462	TEUs
Jarak Tempuh	=	138.6	Km
Kecepatan Truck	=	10	Km/ Jam
Jumlah Truck	=	1	Unit
Selesai Dalam	=	13.86	Jam
Biaya Penggunaan Truck	=	Rp 55,647,900	/Tahun
Reach Stacker	=	14	Liter/ Jam
Kecepatan	=	3	Menit/ TEUs
Lama Pemakaian	=	1,386	Menit
	=	23.10	Jam
Biaya Penggunaan Reach Stacker	=	Rp 129,845,100	/Tahun

Tabel 48. Biaya Pemakaian Alat Bongkar Muat Pelabuhan Badas

Mobile Crane Fuel Cons.	=	21	Liter/ Jam
Lama Bongkar Muat	=	9.28	jam
Biaya Penggunaan HMC	=	Rp 77,172,480	/Tahun
Jumlah Pemakaian	=	195	Liter
Harga BBM	=	Rp 5,500	/Liter
Truck Oil Cons.	=	0.2	Liter/ Km
Jarak Tempuh	=	0.3	Km / TEUs
Perpindahan Container	=	116	TEUs
Jarak Tempuh	=	34.8	Km
Kecepatan Truck	=	10	Km/ Jam
Jumlah Truck	=	1	Unit
Selesai Dalam	=	3.48	Jam
Biaya Penggunaan Truck	=	Rp 13,780,800	/Tahun
Reach Stacker	=	14	Liter/ Jam
Kecepatan	=	3	Menit/ TEUs
Lama Pemakaian	=	348	Menit
	=	5.80	Jam
Biaya Penggunaan Reach Stacker	=	Rp 32,155,200	/Tahun

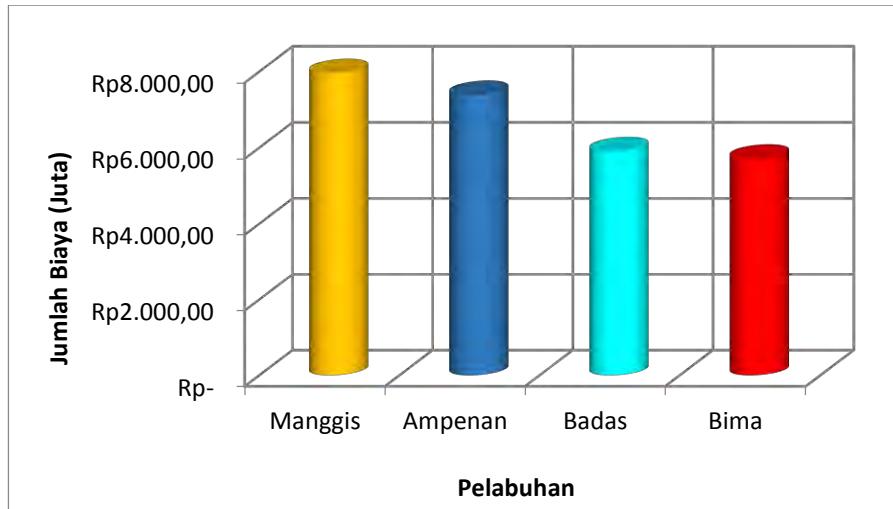
Tabel 49. Biaya Pemakaian Alat Bongkar Muat Pelabuhan Bima

Mobile Crane Fuel Cons.	=	21	Liter/ Jam
Lama Bongkar Muat	=	6.88	jam
Biaya Penggunaan HMC	=	Rp 57,214,080	/Tahun
Jumlah Pemakaian	=	144	Liter

Harga BBM	=	Rp	5,500	/Liter
Truck Oil Cons.	=		0.2	Liter/ Km
Jarak Tempuh	=		0.3	Km / TEUs
Perpindahan Container	=		86	TEUs
Jarak Tempuh	=		25.8	Km
Kecepatan Truck	=		10	Km/ Jam
Jumlah Truck	=		1	Unit
Selesai Dalam	=		2.58	Jam
Biaya Penggunaan Truck	=	Rp	10,216,800	/Tahun
Reach Stacker	=		14	Liter/ Jam
Kecepatan	=		3	Menit/ TEUs
Lama Pemakaian	=		258	Menit
	=		4.30	Jam
Biaya Penggunaan Reach Stacker	=	Rp	91,270,080	/Tahun

Dari tabel biaya pemakaian alat bongkar muat di masing-masing pelabuhan maka didapatkan total biaya untuk pemakaian alat sebesar Rp. 1,385,913,760 per tahunnya.

Untuk mendapatkan total biaya operasional dari masing-masing pelabuhan maka ketiga biaya yang ada untuk menjalankan sebuah pelabuhan dijumlahkan, sehingga didapatkan biaya operasional Pelabuhan Manggis senilai Rp. 14,546,909,842.20 per tahun, Pelabuhan Ampenan sebesar Rp. 11,083,251,908.77 per tahun, Pelabuhan Badas sebesar Rp. 9,238,198,721.04 per tahunnya dan Pelabuhan Bima sebesar Rp. 9,104,200,444.83 per tahun. Sehingga total biaya operasional untuk satu sistem pengiriman adalah Rp. 43,972,560,916.83 per tahunnya.



Gambar 29. Diagram Biaya Operasional Pelabuhan Peti Kemas

Sama seperti kapal tanker, biaya operasional paling besar adalah Pelabuhan Manggis, disusul Pelabuhan Ampenan, Badas, dan Bima. Hal ini dikarenakan jumlah muatan yang dilayani oleh pelabuhan paling banyak adalah berturut-turut di Manggis sebagai Pelabuhan Asal, disusul Ampenan, Badas, dan Bima.

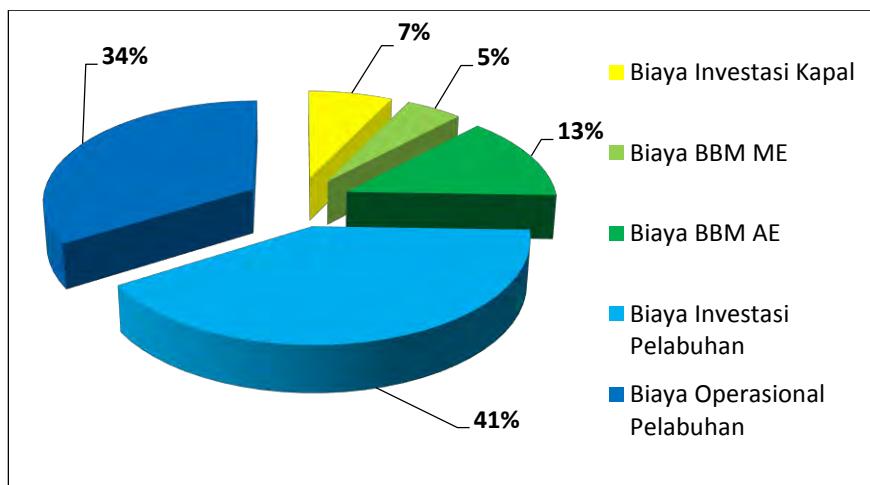
5.5 Total Cost dan Unit Cost Kapal Container

Berikut adalah rekapan dari biaya yang dikeluarkan untuk menjalankan sistem pengiriman menggunakan kapal *Container* :

Tabel 50. Tabel Biaya Kapital dan Operasional Kapal Tanker dan Pelabuhan Curah Cair

Jenis Biaya	Biaya		
Biaya Investasi Kapal	Rp	9,445,040,018	/Year
Biaya Bahan Bakar ME	Rp	6,344,090,216	/Year
Biaya Bahan Bakar AE	Rp	17,371,748,103	/Year
Biaya Investasi Pelabuhan	Rp	52,933,750,240	/Year
Biaya Operasional Pelabuhan	Rp	43,972,560,917	/Year
Total Cost =	Rp	130,067,189,493	/Year

Jika diubah dalam bentuk diagram maka biaya-biaya yang dikeluarkan adalah sebagai berikut dimana biaya terbesar yang harus ditelan adalah biaya investasi pelabuhan, biaya operasional pelabuhan, biaya bahan bakar, biaya sewa kapal untuk pengiriman *Product Oil*.



Gambar 30. Diagram Biaya Kapal Peti Kemas dan Pelabuhan Peti Kemas

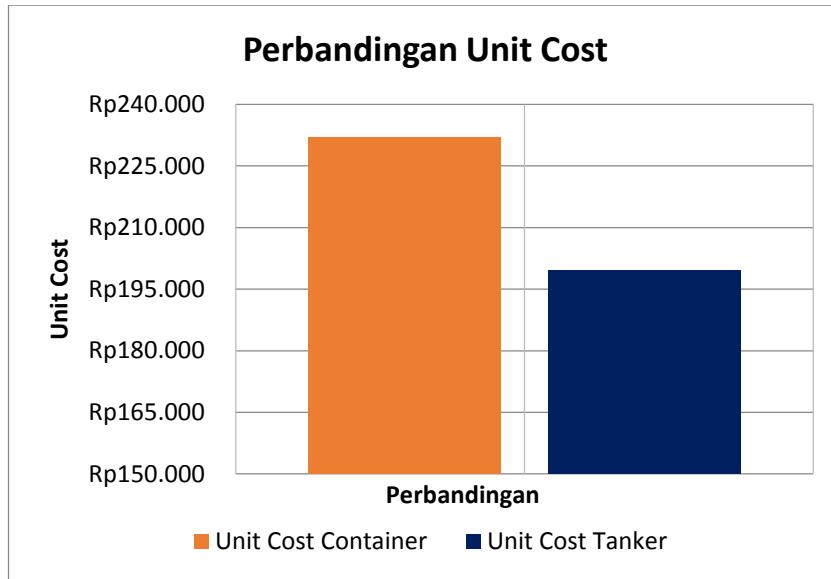
Setelah didapatkan biaya kapital dan biaya operasional dari kapal tanker dan pelabuhan curah cair maka akan didapatkan *Unit Cost* yaitu biaya satuan pengiriman *Product Oil* setiap Kilo Liternya. *Unit Cost* merupakan hasil pembagian antara *Total Cost* dengan *Cargo Carried*. Semakin besar kargo yang diangkut maka semakin murah nilai dari *Unit Cost* dan sebaliknya, semakin kecil nilai kargo terangkut maka semakin mahal nilai *Unit Cost*.

$$Unit\ Cost = \frac{Total\ Cost}{Cargo\ Carried}$$

$$Unit\ Cost = \frac{Rp.\ 130,047,989,493}{560,638.59\ KL}$$

Sehingga diperoleh *Unit Cost* sebesar Rp. 231,998.28 per KL.

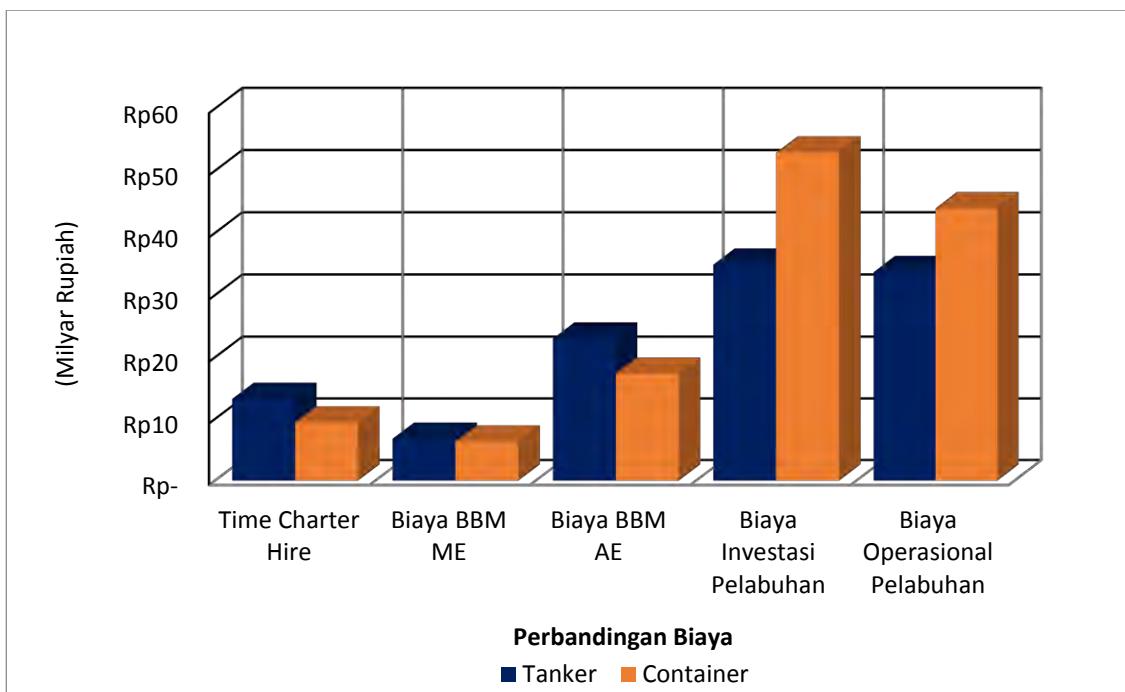
Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan perbedaan *Unit Cost* antara kapal tanker dan kapal *Container* sebesar Rp 26,947.54 per KL atau selisih 12%. Selisih ini bisa dikatakan cukup besar mengingat pengiriman yang akan dilakukan adalah ratusan ribu kiloliter *Product Oil* per tahunnya.



Gambar 31. Diagram Perbandingan *Unit Cost*

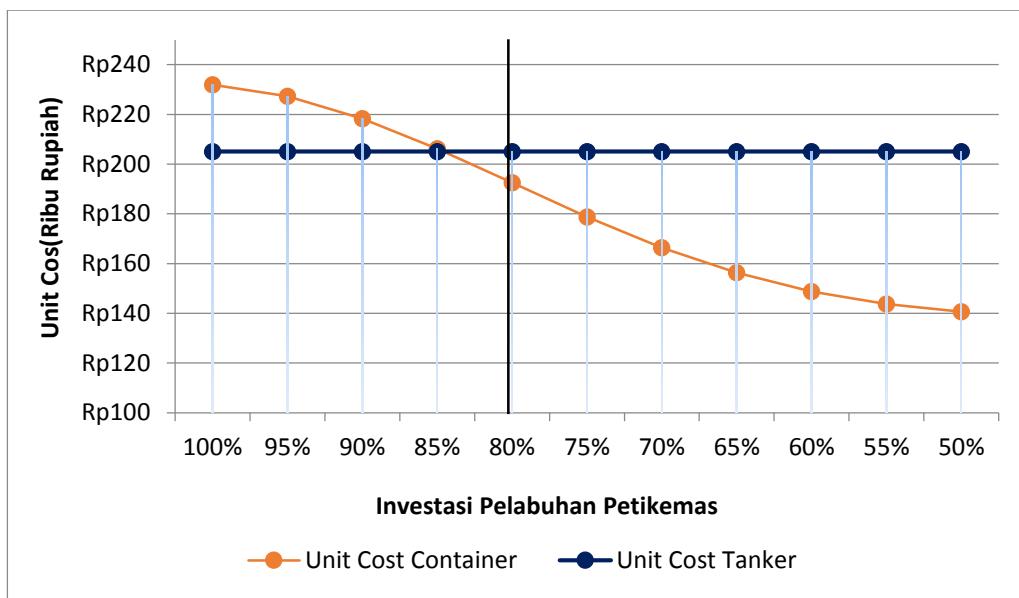
5.6 Analisis Sensitivitas *Unit Cost*

Untuk mengetahui titik dimana *Unit Cost* kapal *Container* lebih murah daripada kapal *Container* maka perlu dilakukan analisis sensitivitas terhadap biaya yang berpengaruh besar terhadap *Unit Cost* itu sendiri. Dari diagram biaya dapat diketahui bahwa biaya yang berpengaruh paling besar adalah biaya investasi pelabuhan.



Gambar 32. Diagram Perbandingan Biaya Pengiriman Moda Kapal *Container* dan Moda Kapal *Tanker*

Terlihat jelas dari diagram di atas bahwa biaya investasi dari pelabuhan peti kemas sangat tinggi dan biaya tersebut harus dikurangi agar kapal petikemas mampu bersaing dengan kapal tanker. Dalam penelitian ini cara menekan biaya tersebut adalah dengan cara mengganti alat dengan nilai investasi yang besar dengan alat yang berfungsi sama namun memiliki biaya investasi yang lebih murah. Biaya investasi alat paling besar yang dikeluarkan adalah untuk investasi *Harbour Mobile Crane* senilai Rp. 91,000,000,000.00 per unit. Untuk itu biaya investasi *HMC* ini akan diganti dengan melakukan investasi *crane* kapal yang dapat mengurangi biaya investasi secara drasitis. Namun hal yang perlu diperhatikan adalah produktifitas bongkar muat akan menurun dibandingkan dengan menggunakan *HMC*. Dan dengan berkurangnya produktifitas bongkar muat akan berdampak pada RTD dan frekuensi kapal dalam setahun. Untuk itu perlu dilakukan perhitungan ulang biaya untuk kapal peti kemas dengan menggunakan *crane* kapal.



Gambar 33. Analisis Sensitivitas Pengurangan Biaya Investasi Pelabuhan Petikemas terhadap *Unit Cost*

Grafik diatas menunjukkan perpotongan *unit cost* tanker dan *container* terjadi pada saat biaya investasi pelabuhan petikemas dikurangi sebesar 17% (garis hitam tegak lurus) dan *unit cost container* mampu menyaingi *unit cost* kapal tanker. Dengan data kapal pembanding yang sama dan dengan rumus regresi yang sama dengan perhitungan kapal *container* sebelumnya maka *solver* microsoft excel mendapatkan hasil ukuran utama sebagai berikut :

- LPP = 92.20 m
- B = 15.94 m
- H = 7.59 m
- T = 6.01 m

Jumlah muatan (*decision variable*) yang akan dibawa dengan ukuran utama diatas adalah :

- Premium : 248 TEUs
- Solar : 53 TEUs
- Kerosene : 39 TEUs

Dengan ukuran utama kapal baru di atas dari hasil *running solver* microsoft excel dengan metode GRG-Nonlinear didapatkan *Unit Cost* yang lebih murah yang penjelasan perhitungannya akan dijelaskan dalam sub-bab berikut.

5.6.1 Analisis Biaya Pengiriman *Product Oil* Menggunakan Kapal Container Baru

Tabel 51. Tabel Biaya Kapital Kapal Container Baru

Structural Cost		
P ST	=	W Steel · Harga Baja
	=	\$ 1,416,099.16
Outfit Cost		
P E&O	=	W E&O · C E&O
	=	\$ 276,570.48
Machinery Cost		
PME	=	W ME · C ME
	=	\$ 47,485.26
Non-weight Cost		
CNW	=	200%
PNW	=	CNW · (PST + PE&O + PME)
	=	\$ 3,480,309.82
Biaya	=	PST + PE&O + PME + PNW
	=	\$ 5,220,464.72
Perhitungan Harga		
1. Keuntungan	=	5% · Biaya
	=	\$ 261,023.24
2. Inflasi	=	2% · Biaya
	=	\$ 104,409.29
3. Pajak	=	9% · Biaya
	=	\$ 469,841.83
Harga Kapal	=	Biaya + Keuntungan + Inflasi + Pajak
	=	\$ 6,055,739.08
	=	Rp 80,286,988,708

Dari tabel di atas didapatkan perhitungan harga kapal dengan umur ekonomis yang sama 20 tahun dan memiliki depresiasi senilai Rp. 4,014,349,435.38 per tahun.

Untuk mendapatkan biaya sewa kapal maka perlu dihitung biaya operasional yang dikeluarkan kapal yang digunakan. Berikut adalah biaya operasional yang dikeluarkan kapal *Container* 348 TEUs untuk pengiriman *Product Oil* :

Tabel 52. Biaya Operasional Kapal Container Baru

Gaji Crew	=	Rp 1,680,000,000.00	/Bulan
Jumlah Crew	=	20	Orang
Gaji Per Crew	=	Rp 7,000,000.00	/Bulan /Orang
Repair & Maintenance	=	3% dari harga kapal	
	=	Rp 2,408,609,661	
Asuransi Kapal	=	1,5% dari harga kapal	

	=	Rp	1,204,304,831	
Supplies Crew	=	Rp	50,000.00	/orang/hari
	=	Rp	12,000,000.00	
Fresh Water	=	Rp	165,600,000.00	
	=		0.20	ton/(person.day)
w Fresh Water	=		276	ton
p Fresh Water	=		1	ton/m3
V Fresh Water	=		276	m3
	=		276,000	liter
Harga Fresh Water	=	Rp	600	per liter
Dokumen & Administrasi	=	Rp	5,000,000.00	/trip
	=	Rp	345,000,000.00	/Tahun

Dari tabel di atas didapatkan hasil pengeluaran biaya operasional kapal adalah sebesar Rp. 5,815,514,491.84 per tahunnya. Sehingga biaya sewa kapal yang harus dikeluarkan adalah Rp. ,829,863,927.22 per tahun atau Rp. 29,787,466.45 per hari.

3. Biaya Bahan Bakar Kapal *Container* Baru

Berikut adalah biaya bahan bakar yang harus dikeluarkan kapal *Container* untuk pengiriman *Product Oil* ke Depot di Nusa Tenggara Barat :

- Total Jarak tempuh : 492 Nm
- Seatime : 70.77 Jam
- Port Time : 47.7 Jam
- RTD : 4.92 Hari
- Jumlah Call : 69 Kali
- Hambatan Total : 142.706 KN
- Kecepatan : 13 Knot

Propulsi Mesin Utama Kapal :

- EHP : 954.30KW
- BHP (NCR) : 1621.55 KW
- BHP (MCR) : 1864.79 KW
 : 2535.36 HP
- Mesin Utama : MAN & BW 6M 25C

- Daya Mesin : 2000 KW
: 2719 HP
- SFOC : 188 g/ KWh

Propulsi Mesin Pembantu Kapal :

- BHP : 513.16 KW
: 697.7 HP
- Mesin Pembantu : CATTERPILAR C18
- Daya Mesin : 492 KW
: 669 HP
- Jumlah Mesin : 2 Unit

Dari data diatas maka didapatkan biaya BBM ME sebesar Rp. 5,822,658,143.48 per tahun dan biaya BBM AE sebesar Rp. 19,276,110,031.75 per tahun.

4. Biaya Investasi Pelabuhan Peti Kemas

Biaya investasi pelabuhan curah cair termasuk dalam *fixed cost* yang harus dibayarkan setiap tahunnya meskipun tidak ada kegiatan bisnis yang berjalan di pelabuhan tersebut. Untuk melakukan investasi pelabuhan curah cair harus diketahui besarnya pelabuhan yang akan dibangun serta fasilitas yang digunakan. Selain itu juga dibutuhkan biaya satuan dari fasilitas yang akan dibangun nantinya, dan berikut adalah fasilitas yang akan dibangun untuk melayani kapal *Container* 348 TEUs di masing-masing pelabuhan :

a. Pelabuhan *Origin* (TBBM Manggis)

Fasilitas yang akan dibangun :

Tabel 53. Daftar Investasi Fasilitas Pelabuhan Manggis

Daftar Investasi			
Panjang Dermaga	=	152.2	m
Lebar Dermaga	=	24.5	m
ISO-Tank Container	=	696	Unit
Ship Crane	=	1	Unit
CFS	=	751.68	m ²
Lapangan Penumpukan	=	696	TEUs
	=	2,506	m ²
Lapangan Parkir Umum	=	150	m2

Daftar Investasi			
Tanah	=	17,419.13	m ²
Perkantoran	=	700	m ²
Fasilitas Umum	=	400	m ²
Pengolahan Limbah	=	100	m ²
Bunker BBM	=	200	m ²
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	200	m ²
Gedung Pemadam Kebakaran	=	50	m ²
Gardu Induk Listrik	=	100	m ²
Lapangan Parkir Truck Petikemas	=	300	m ²
Truck Petikemas	=	1	Unit
Reach Stacker	=	1	Unit

Daftar investasi di atas akan dikalikan dengan satuan biaya fasilitas pelabuhan yang dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum yang tertera pada BAB IV. Sehingga diperoleh biaya kapital sebesar Rp. 14,870,847,912.

b. Pelabuhan *Destination* (Ampenan)

Fasilitas yang dibangun :

Tabel 54. Darftar Investasi Pelabuhan Ampenan

Daftar Investasi			
Panjang Dermaga	=	152.2	m
Lebar Dermaga	=	24.5	m
ISO-Tank Container	=	254	Unit
Ship Crane	=	1	Unit
CFS	=	548.64	m ²
Lapangan Penumpukan	=	508	TEUs
	=	1,829	m ²
Lapangan Parkir Umum	=	150	m ²
Tanah	=	17,419.13	m ²
Perkantoran	=	700	m ²
Fasilitas Umum	=	400	m ²
Pengolahan Limbah	=	100	m ²
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	200	m ²
Gedung Pemadam Kebakaran	=	50	m ²
Gardu Induk Listrik	=	100	m ²
Lapangan Parkir Truck Petikemas	=	300	m ²

Daftar Investasi			
Truck Petikemas	=	1	Unit
Reach Stacker	=	1	Unit

Dari data fasilitas yang akan dibangun diatas maka diperoleh biaya kapital yang harus dibayarkan adalah Rp. 10,056,542,535 per tahunnya.

c. Pelabuhan *Destination* (Badas)

Fasilitas yang dibangun :

Tabel 55. Daftar Investasi Pelabuhan Badas

Daftar Investasi			
Panjang Dermaga	=	152.2	m
Lebar Dermaga	=	24.5	m
ISO-Tank Container	=	27	Unit
Ship Crane	=	1	Unit
CFS	=	58.32	m^2
Lapangan Penumpukan	=	54	TEUs
	=	194	m^2
Lapangan Parkir Umum	=	150	m^2
Tanah	=	17,419.13	m^2
Perkantoran	=	700	m^2
Fasilitas Umum	=	400	m^2
Pengolahan Limbah	=	100	m^2
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	200	m^2
Gedung Pemadam Kebakaran	=	50	m^2
Gardu Induk Listrik	=	100	m^2
Lapangan Parkir Truck Petikemas	=	300	m^2
Truck Petikemas	=	1	Unit
Reach Stacker	=	1	Unit

Dari data fasilitas yang akan dibangun diatas maka diperoleh biaya kapital yang harus dibayarkan adalah Rp. 8,017,719,146 per tahunnya.

d. Pelabuhan *Destination* (Bima)

Fasilitas yang dibangun :

Tabel 56. Daftar Investasi Pelabuhan Bima

Daftar Investasi			
Panjang Dermaga	=	152.2	m
Lebar Dermaga	=	24.5	m
ISO-Tank Container	=	20	Unit
Jumlah Mobile Crane	=	1	Unit
CFS	=	43.20	m ²
Lapangan Penumpukan	=	40	TEUs
	=	144	m ²
Lapangan Parkir Umum	=	150	m ²
Tanah	=	17,419.13	m ²
Perkantoran	=	700	m ²
Fasilitas Umum	=	400	m ²
Pengolahan Limbah	=	100	m ²
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	200	m ²
Gedung Pemadam Kebakaran	=	50	m ²
Gardu Induk Listrik	=	100	m ²
Lapangan Parkir Truck Petikemas	=	300	m ²
Truck Petikemas	=	1	Unit
Reach Stacker	=	1	Unit

Dari data fasilitas yang akan dibangun diatas maka diperoleh biaya kapital yang harus dibayarkan adalah Rp 7,910,426,363 per tahunnya. Sehingga didapatkan total biaya investasi pelabuhan sebesar Rp. 40,540,775,680.04.

5. Biaya Operasional Pelabuhan Peti Kemas

Biaya operasional pelabuhan yang harus dibayarkan adalah biaya operasi alat dan biaya perawatan alat-alat pelabuhan yang digunakan beserta pajak per tahunnya. Selain itu gaji operator alat dan pegawai kantor juga masuk kedalam biaya operasional. Jumlah yang harus dibayarkan untuk pelabuhan petikemas adalah :

Tabel 57. Gaji Pegawai Per Pelabuhan

1	General Manager	Rp	15,000,000	/Orang
1	Sekretaris	Rp	8,000,000	/Orang
4	Manager	Rp	12,000,000	/Orang
12	Staff	Rp	7,000,000	/Orang
12	Petugas Lapangan	Rp	7,000,000	/Orang

Sehingga biaya operasional untuk gaji pegawai yang harus dibayarkan adalah Rp. 2,868,000,000.00 per pelabuhan per tahunnya.

Tabel 58. Biaya Perawatan dan Asuransi Pelabuhan Manggis

Dermaga	=	Rp 2,309,362,806
ISO-Tank Container	=	Rp 5,383,560,000
Ship's Crane	=	Rp 479,500,000
Lapangan Penumpukan	=	Rp 146,340,858
Lapangan Parkir Umum	=	Rp 9,312,377
Perkantoran	=	Rp 147,000,000
Fasilitas Umum	=	Rp 70,000,000
Pengolahan Limbah	=	Rp 17,500,000
Bunker BBM	=	Rp 35,000,000
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	Rp 35,000,000
Gedung Pemadam Kebakaran	=	Rp 8,750,000
Gardu Induk Listrik	=	Rp 17,500,000
Lapangan Parkir Truck Petikemas	=	Rp 18,624,753
Truck Petikemas	=	Rp 19,019,000
Reach Stacker	=	Rp 72,800,000

Tabel 59. Biaya Perawatan dan Asuransi Pelabuhan Ampenan

Dermaga	=	Rp 2,309,362,806
ISO-Tank Container	=	Rp 1,964,690,000
Ship's Crane	=	Rp 479,500,000
Lapangan Penumpukan	=	Rp 106,812,006
Lapangan Parkir Umum	=	Rp 9,312,377
Perkantoran	=	Rp 147,000,000
Fasilitas Umum	=	Rp 70,000,000
Pengolahan Limbah	=	Rp 17,500,000
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	Rp 35,000,000
Gedung Pemadam Kebakaran	=	Rp 8,750,000
Gardu Induk Listrik	=	Rp 17,500,000
Lapangan Parkir Truck Petikemas	=	Rp 18,624,753
Truck Petikemas	=	Rp 19,019,000
Reach Stacker	=	Rp 72,800,000

Tabel 60. Biaya Perawatan dan Asuransi Pelabuhan Badas

Dermaga	=	Rp 2,309,362,806
ISO-Tank Container	=	Rp 208,845,000
Ship's Crane	=	Rp 479,500,000

Lapangan Penumpukan	=	Rp	11,354,032
Lapangan Parkir Umum	=	Rp	9,312,377
Perkantoran	=	Rp	147,000,000
Fasilitas Umum	=	Rp	70,000,000
Pengolahan Limbah	=	Rp	17,500,000
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	Rp	35,000,000
Gedung Pemadam Kebakaran	=	Rp	8,750,000
Gardu Induk Listrik	=	Rp	17,500,000
Lapangan Parkir Truck Petikemas	=	Rp	18,624,753
Truck Petikemas	=	Rp	19,019,000
Reach Stacker	=	Rp	72,800,000

Tabel 61. Biaya Perawatan dan Asuransi Pelabuhan Bima

Dermaga	=	Rp	2,309,362,806
ISO-Tank Container	=	Rp	154,700,000
Ship's Crane	=	Rp	479,500,000
Lapangan Penumpukan	=	Rp	8,410,394
Lapangan Parkir Umum	=	Rp	9,312,377
Perkantoran	=	Rp	147,000,000
Fasilitas Umum	=	Rp	70,000,000
Pengolahan Limbah	=	Rp	17,500,000
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	Rp	35,000,000
Gedung Pemadam Kebakaran	=	Rp	8,750,000
Gardu Induk Listrik	=	Rp	17,500,000
Lapangan Parkir Truck Petikemas	=	Rp	18,624,753
Truck Petikemas	=	Rp	19,019,000
Reach Stacker	=	Rp	72,800,000

Dari tabel diatas didapatkan biaya perawatan dan asuransi semua pelabuhan sebesar Rp. 20,691,588,034 per tahun.

Tabel 62. Biaya Pemakaian Alat Bongkar Muat Pelabuhan Manggis

Ship Crane Fuel Cons.	=	20	Liter/ Jam
Lama Bongkar Muat	=	92.80	jam
Biaya Penggunaan Crane Kapal	=	Rp 683,936,000	/Tahun
Jumlah Pemakaian	=	1,856	Liter
Harga BBM	=	Rp 5,500	/Liter

Truck Oil Cons.	=	0.2	Liter/ Km
Jarak Tempuh	=	0.3	Km / TEUs
Perpindahan Container	=	696	TEUs
Jarak Tempuh	=	208.8	Km
Kecepatan Truck	=	10	Km/ Jam
Jumlah Truck	=	1	Unit
Selesai Dalam	=	20.88	Jam
Biaya Penggunaan Truck	=	Rp 76,942,800	/Tahun
Reach Stacker	=	14	Liter/ Jam
Kecepatan	=	3	Menit/ TEUs
Lama Pemakaian	=	2,088	Menit
	=	34.80	Jam
Biaya Penggunaan Reach Stacker	=	Rp 179,533,200	/Tahun

Tabel 63. Biaya Pemakaian Alat Bongkar Muat Pelabuhan Ampenan

Ship Crane Fuel Cons.	=	20	Liter/ Jam
Lama Bongkar Muat	=	67.73	jam
Biaya Penggunaan Crane Kapal	=	Rp 499,194,667	/Tahun
Jumlah Pemakaian	=	1,355	Liter
Harga BBM	=	Rp 5,500	/Liter
Truck Oil Cons.	=	0.2	Liter/ Km
Jarak Tempuh	=	0.3	Km / TEUs
Perpindahan Container	=	508	TEUs
Jarak Tempuh	=	152.4	Km
Kecepatan Truck	=	10	Km/ Jam
Jumlah Truck	=	1	Unit
Selesai Dalam	=	15.24	Jam
Biaya Penggunaan Truck	=	Rp 56,159,400	/Tahun
Reach Stacker	=	14	Liter/ Jam
Kecepatan	=	3	Menit/ TEUs
Lama Pemakaian	=	1,524	Menit
	=	25.40	Jam
Biaya Penggunaan Reach Stacker	=	Rp 131,038,600	/Tahun

Tabel 64. Biaya Pemakaian Alat Bongkar Muat Pelabuhan Badas

Ship Crane Fuel Cons.	=	20	Liter/ Jam
Lama Bongkar Muat	=	14.40	jam
Biaya Penggunaan Crane Kapal	=	Rp 106,128,000	/Tahun
Jumlah Pemakaian	=	288	Liter

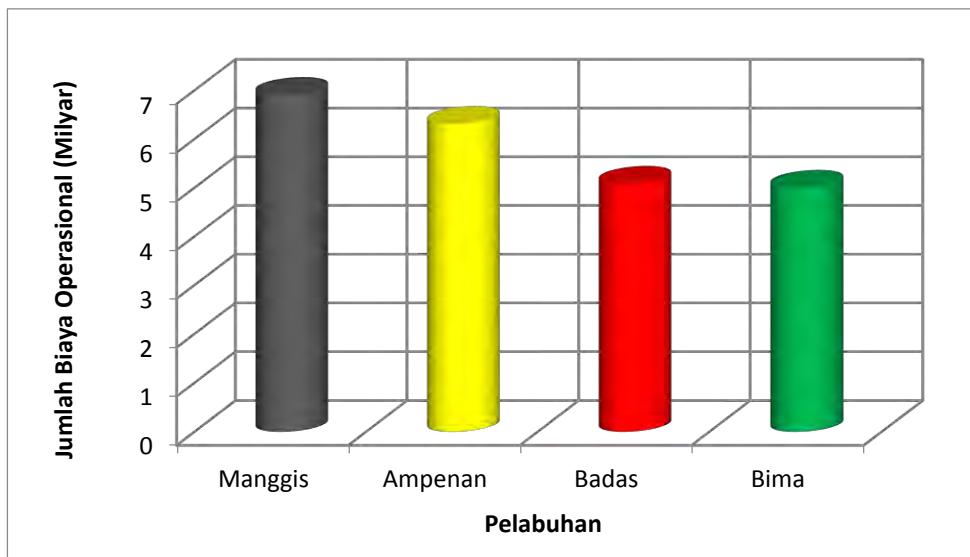
Harga BBM	=	Rp	5,500	/Liter
Truck Oil Cons.	=		0.2	Liter/ Km
Jarak Tempuh	=		0.3	Km / TEUs
Perpindahan Container	=		108	TEUs
Jarak Tempuh	=		32.4	Km
Kecepatan Truck	=		10	Km/ Jam
Jumlah Truck	=		1	Unit
Selesai Dalam	=		3.24	Jam
Biaya Penggunaan Truck	=	Rp	11,939,400	/Tahun
Reach Stacker	=		14	Liter/ Jam
Kecepatan	=		3	Menit/ TEUs
Lama Pemakaian	=		324	Menit
	=		5.40	Jam
Biaya Penggunaan Reach Stacker	=	Rp	27,858,600	/Tahun

Tabel 65. Biaya Pemakaian Alat Bongkar Muat Pelabuhan Bima

Ship Crane Fuel Cons.	=		20	Liter/ Jam
Lama Bongkar Muat	=		10.67	jam
Biaya Penggunaan Crane Kapal	=	Rp	78,613,333	/Tahun
Jumlah Pemakaian	=		213	Liter
Harga BBM	=	Rp	5,500	/Liter
Truck Oil Cons.	=		0.2	Liter/ Km
Jarak Tempuh	=		0.3	Km / TEUs
Perpindahan Container	=		80	TEUs
Jarak Tempuh	=		24	Km
Kecepatan Truck	=		10	Km/ Jam
Jumlah Truck	=		1	Unit
Selesai Dalam	=		2.4	Jam
Biaya Penggunaan Truck	=	Rp	8,844,000	/Tahun
Reach Stacker	=		14	Liter/ Jam
Kecepatan	=		3	Menit/ TEUs
Lama Pemakaian	=		240	Menit
	=		4.00	Jam
Biaya Penggunaan Reach Stacker	=	Rp	20,636,000	/Tahun

Dari tabel biaya pemakaian alat bongkar muat di masing-masing pelabuhan maka didapatkan total biaya untuk pemakaian alat sebesar Rp. 1,880,842,000.00 per tahunnya.

Untuk mendapatkan total biaya operasional dari masing-masing pelabuhan maka ketiga biaya yang ada untuk menjalankan sebuah pelabuhan akan dijumlahkan, sehingga didapatkan biaya operasional Pelabuhan Manggis senilai Rp. 12,577,681,794.33 per tahun, Pelabuhan Ampenan sebesar Rp. 8,830,263,608.44 per tahun, Pelabuhan Badas sebesar Rp. 6,333,096,460.33 per tahunnya dan Pelabuhan Bima sebesar Rp. 6,270,772,663.44 per tahun. Sehingga total biaya operasional untuk satu sistem pengiriman adalah Rp. 34,044,412,034.26 per tahunnya.



Gambar 34. Diagram Biaya Operasional Pelabuhan Peti Kemas Baru

5.6.2 Total Cost dan *Unit Cost Kapal Container Baru*

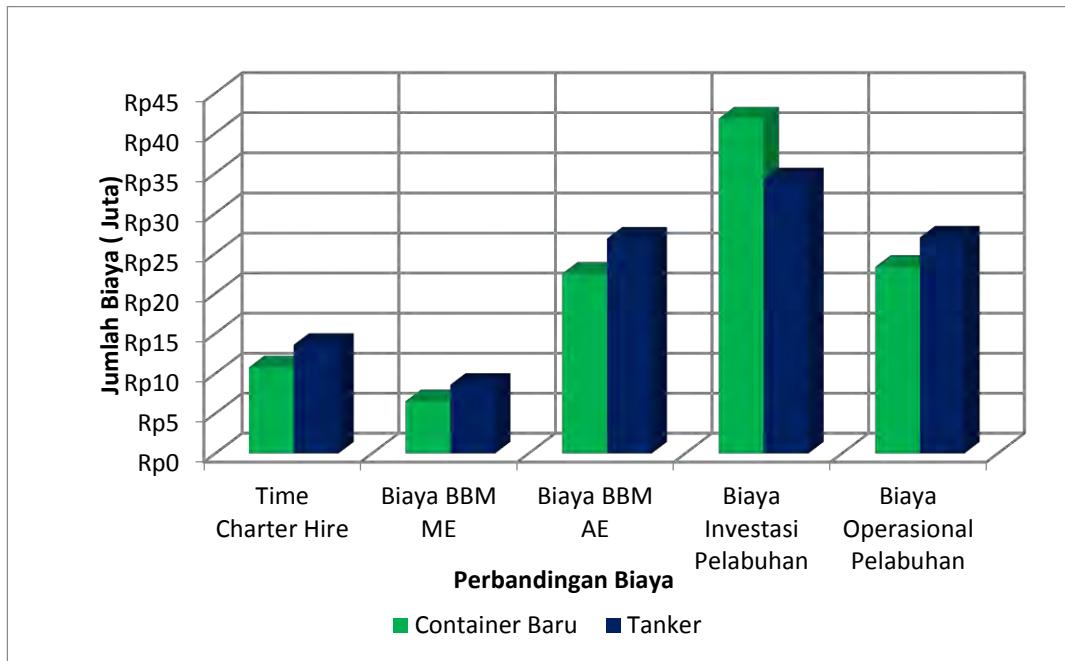
Berikut adalah rekapan dari biaya yang dikeluarkan untuk menjalankan sistem pengiriman menggunakan kapal *Container* baru :

Tabel 66. Tabel Biaya Kapital dan Operasional Kapal Kapal dan Pelabuhan Peti Kemas

Jenis Biaya	Biaya		
Biaya Investasi Kapal	Rp	9,829,863,927	/Year
Biaya Bahan Bakar ME	Rp	5,822,658,143	/Year
Biaya Bahan Bakar AE	Rp	19,276,110,032	/Year
Biaya Investasi Pelabuhan	Rp	40,899,957,534	/Year
Biaya Operasional Pelabuhan	Rp	34,044,412,034	/Year
Total Cost =	Rp	109,873,001,671	/Year

Jika diubah dalam bentuk diagram maka biaya-biaya yang dikeluarkan adalah sebagai berikut dimana biaya terbesar yang harus ditelanjangi adalah biaya investasi pelabuhan,

biaya operasional pelabuhan, biaya bahan bakar, biaya sewa kapal untuk pengiriman *Product Oil*.



Gambar 35. Diagram Perbandingan Biaya Pengiriman Moda Kapal *Container* dan Moda Kapal *Tanker*

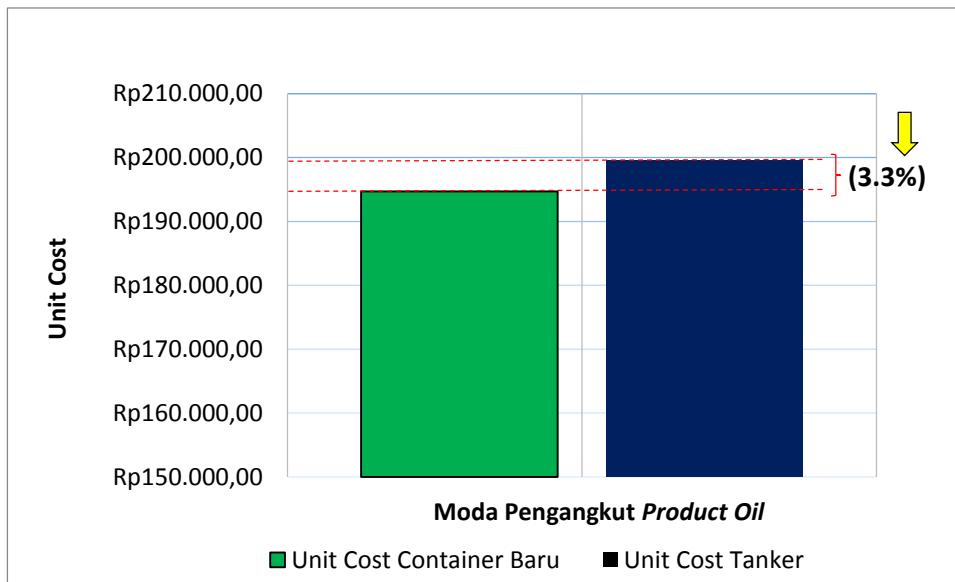
Setelah didapatkan biaya kapital dan biaya operasional dari kapal tanker dan pelabuhan curah cair maka akan didapatkan *Unit Cost* yaitu biaya satuan pengiriman *Product Oil* setiap Kilo Liternya. *Unit Cost* merupakan hasil pembagian antara *Total Cost* dengan *Cargo Carried*. Semakin besar kargo yang diangkut maka semakin murah nilai dari *Unit Cost* dan sebaliknya, semakin kecil nilai kargo terangkut maka semakin mahal nilai *Unit Cost*.

$$\text{Unit Cost} = \frac{\text{Total Cost}}{\text{Cargo Carried}}$$

$$\text{Unit Cost} = \frac{\text{Rp. } 109,873,001,671}{558,291.10 \text{ KL}}$$

Sehingga diperoleh *Unit Cost* sebesar Rp. 196,802.35 per KL.

Dari hasil perhitungan biaya *Container* baru yang telah dilakukan didapatkan perbedaan *Unit Cost* antara kapal tanker dan kapal *Container* sebesar Rp 6,760.61 per KL atau 3.3% dengan *Unit Cost* yang lebih murah adalah moda kapal *Container* baru.



Gambar 36. Diagram Perbandingan *Unit Cost* setelah Perhitungan *Container* Baru

A. KAPAL TANKER

Model Pengiriman BBM via Tanker

No.	Port	O/D	Volume (KL/year)		Max LWS (m)	Maksimum Utility		Discharge Outfitting	IT+WT+AT (Jam/call)	Commodity	Max T (m)
			Load	Disc		BOR	SOR/YOR				
1	Manggis	O	557,849.34		-12	70%	80%	Harbour Pump	1	-	10.91
2	Ampenan	D1		407,786.34	-10	80%	80%	Ship Pump	1	73%	9.09
3	Badas	D2		85,871.05	-10	80%	80%	Ship Pump	1	15%	9.09
4	Bima	D3		64,191.95	-10	85%	80%	Ship Pump	1	12%	9.09
5	Supply	S	560,638.59								

1	Commision Days	330	Days	
2	Working Time	24	Hours	
3	Loading Rate	470	KL/Hour	(based on port)
4	Discharge Rate	450	KL/Hour	(based on ship)
5	Vs Ladden	13	Knot	(assumption)
6	Vs Ballast	13	Knot	(assumption)
7	Range DWT Max	35,000	ton	(based on port)
8	Range DWT Min	100	ton	
9	Kurs	Rp13,700	/ US\$	
10	Density of Premium	0.73	Ton/m ³	
11	Density of Solar	0.82	Ton/m ³	
12	Density of Kerosene	0.85	Ton/m ³	
13	Density of Sea Water	1.025	Ton/m ³	
14	Gravity Value	9.81	m/s ²	

Sea Time RTV				
O-D1-D2-D3 =	37,846	Hours	1,58	Days
D3-O =	32,923	Hours	1,37	Days
Port Time RTV				
Load. Time =	19,006	Hours	0,79	Days
Disc. Time =	17,224	Hours	0,72	Days
Round Trip Days				
	111,00	Hours	4,46	Days
	Maximum RT =		74	Times
	Used RT =		70	Times

1	L/B	=	5.83	→	3.5 < L/B < 10	Principle of Naval Architecture Vol. I hal. 19	ACCEPTED	L/B =	5.83
2	B/T	=	2.19	→	1.8 < B/T < 5	Principle of Naval Architecture Vol. I hal. 19	ACCEPTED	B/H =	2.19
3	L/T	=	12.76	→	10 < L/T < 30	Principle of Naval Architecture Vol. I hal. 19	ACCEPTED	L/T =	15.50
4	L/16	=	6.63	→	H > L/16	BKI Vol. II Tahun 2006	ACCEPTED	L/16 =	4.55

Port Distance (Nm)				
	Manggis	Ampenan	Badas	Bima
Manggis	-	30.00	123.00	214.00
Ampenan	30	-	115.00	194.00
Badas	123	115.00	-	101.00
Bima	214	194.00	101.00	-

Sea Time Ballast (Hours)				
	Manggis	Ampenan	Badas	Bima
Manggis		4.62	18.92	32.92
Ampenan			17.69	29.85
Badas				15.54
Bima				

Sea Time Ladden (Hours)				
	Manggis	Ampenan	Badas	Bima
Manggis		4.62	18.92	32.92
Ampenan			17.69	29.85
Badas				15.54
Bima				

Port Time Load (Hours)				
	Manggis	Ampenan	Badas	Bima
Manggis	19.66	19.66	17.38	17.38
Ampenan			19.66	17.38
Badas				19.66
Bima				

Port Time Discharge (Hours)				
	Manggis	Ampenan	Badas	Bima
Manggis		13.09	2.77	2.07
Ampenan			2.77	2.07
Badas				2.07
Bima				

1	LPP	=	105	m	Decision Variable
2	B	=	18,01	m	(Ratio L/B)
3	H	=	8,23	m	(Ratio B/H)
4	T	=	6,78	m	(Ratio L/H)
5	Kaptal Kapal	= Rp	39.638.766	/Day	(Based on Ship Price)
6	V _s	=	6,6872	m/s	

Kebutuhan Per Tahun				
	Premium (KL)	Solar (KL)	Kerosene (KL)	Total (KL)
Ampenan	187,864	216,013	3,909	407,786
Badas	19,374	46,574	19,923	85,871
Bima	21,179	32,594	10,420	64,192
Total	228,416	295,181	34,252	557,849

Kebutuhan Per Hari				
	Premium (KL)	Solar (KL)	Kerosene (KL)	Total (KL)
Ampenan	569	655	12	1,236
Badas	59	141	60	260
Bima	64	99	32	195

Kebutuhan Per RT				
	Premium (KL)	Solar (KL)	Kerosene (KL)	Total (KL)
Ampenan	2,558.226	3,272.928	59.225	5,890.378
Badas	293.540	705.670	301.866	1,301.077
Bima	320.887	493.844	157.874	972.605
	3,172.654	4,472.441	518.965	8,164.060

Produk Terkirim				
	Premium (Liter)	Solar (Liter)	Kerosene (Liter)	Total (Liter)
Ampenan	176,558	225,830	4,102	406,490
Badas	20,294	48,689	20,844	89,828
Bima	22,181	34,073	10,909	67,163
Total	219,033	308,592	35,855	563,481

Pengiriman Model Baru (*Combinatorial*)

	Premium (KL)	Solar (KL)	Kerosene (KL)	Total (KL)
Ampenan	2,558.805	3,272.896	59.451	5,891.153
Badas	294.120	705.639	302.093	1,301.851
Bima	321.467	493.812	158.101	973.380
Payload	3,174.39	4,472.35	519.64	8,166.384

No	Kapasitas Tiap Cargo Hold	Kombinasi Cargo		
		Criteria	Volume	Jenis Cargo
1	CARGO HOLD 1 P	>=	893,27 KL	2
2	CARGO HOLD 1 S	>=	519,64 KL	3
3	CARGO HOLD 2 P	>=	758,64 KL	1
4	CARGO HOLD 2 S	>=	806,41 KL	1
5	CARGO HOLD 3 P	>=	893,27 KL	2
6	CARGO HOLD 3 S	>=	893,27 KL	2
7	CARGO HOLD 4 P	>=	832,21 KL	1
8	CARGO HOLD 4 S	>=	777,14 KL	1
9	CARGO HOLD 5 P	>=	805,03 KL	2
10	CARGO HOLD 5 S	>=	893,27 KL	2

Produk Terkirim/ RT	Volume	Criteria	Demand
Premium	3174,39 KL	>=	3152,47 KL
Solar	4378,11 KL	>=	4472,44 KL
Kerosene	519,64 KL	>=	518,97 KL
Total Pengiriman	8072,14 KL	>=	8143,87 KL

Biaya + - Pengiriman =	Rp	10,000,000	/KL
Batas Penalty =		1000.00 KL	/Round Trip
Penalty =	Rp	100,000,000	/Round Trip

Kelebihan Pengiriman	Kekurangan Pengiriman	Penalty Pengiriman
1.7 KL	0.0 KL	0.0 KL
0.0 KL	0.1 KL	0.0 KL
0.7 KL	0.0 KL	0.0 KL
2.4 KL	0.1 KL	0.0 KL

Biaya Kerugian Kelebihan atau Kekurangan Pengiriman		
Denda Premium		/Round Trip
Denda Solar		/Round Trip
Denda Kerosene		/Round Trip
Denda Penalty		/Round Trip
Jumlah Denda	-	/Round Trip

Oneway analysis for Solver model in Model Tanker worksheet

Input (cell \$FD\$7) values along side, output cell(s) along top

LPP	Unit Cost	Total Cost	Kapasitas Kapal	Jumlah Cargo Hold	Jumlah Kapal
85	Rp 364.322	Rp 204.101.153.738	4.117	6	2
86	Rp 370.636	Rp 207.638.521.944	4.303	6	2
87	Rp 374.828	Rp 209.987.170.205	4.494	6	2
88	Rp 377.579	Rp 211.528.149.658	4.690	6	2
89	Rp 390.979	Rp 219.035.403.113	4.893	6	2
90	Rp 396.761	Rp 222.274.358.043	5.101	6	2
91	Rp 399.843	Rp 224.000.836.185	5.314	6	2
92	Rp 405.614	Rp 227.233.824.320	5.533	6	2
93	Rp 408.626	Rp 228.921.329.438	5.758	6	2
94	Rp 429.023	Rp 240.348.527.512	5.989	6	2
95	Rp 394.987	Rp 221.263.738.192	6.226	8	2
96	Rp 397.940	Rp 222.918.353.451	6.469	8	2
97	Rp 400.934	Rp 224.595.515.164	6.718	8	2
98	Rp 403.969	Rp 226.295.413.383	6.973	8	2
99	Rp 407.150	Rp 228.077.085.175	7.234	8	2
100	Rp 410.266	Rp 229.823.018.878	7.501	8	2
101	Rp 413.425	Rp 231.592.246.997	7.775	8	2
102	Rp 433.311	Rp 242.732.025.315	8.055	8	2
103	Rp 439.429	Rp 246.159.606.091	8.341	8	2
104	Rp 442.803	Rp 248.049.649.724	8.633	8	2
105	Rp 203.447	Rp 114.638.478.989	8.933	10	1
106	Rp 205.051	Rp 115.542.095.590	9.238	10	1
107	Rp 207.118	Rp 116.707.133.082	9.551	10	1
108	Rp 208.790	Rp 117.648.849.034	9.870	10	1
109	Rp 212.364	Rp 119.662.802.592	10.196	10	1
110	Rp 222.243	Rp 125.229.796.650	10.528	10	1
111	Rp 224.000	Rp 126.219.792.471	10.867	10	1
112	Rp 225.779	Rp 127.222.069.938	11.214	10	1
113	Rp 227.580	Rp 128.236.711.661	11.567	10	1
114	Rp 232.670	Rp 131.105.235.157	11.927	10	1
115	Rp 234.515	Rp 132.144.852.560	12.294	12	1
116	Rp 242.119	Rp 136.429.076.628	12.669	12	1
117	Rp 488.095	Rp 275.032.025.994	13.050	12	2
118	Rp 492.000	Rp 277.232.277.363	13.439	12	2
119	Rp 495.952	Rp 279.459.075.114	13.835	12	2
120	Rp 499.951	Rp 281.712.586.111	14.238	12	2
121	Rp 503.998	Rp 283.992.976.295	14.648	12	2
122	Rp 531.675	Rp 299.588.415.959	15.066	12	2
123	Rp 535.950	Rp 301.997.132.489	15.492	12	2
124	Rp 540.275	Rp 304.434.525.152	15.924	12	2
125	Rp 544.652	Rp 306.900.764.589	16.365	14	2

Oneway analysis for Solver model in Model Tanker worksheet

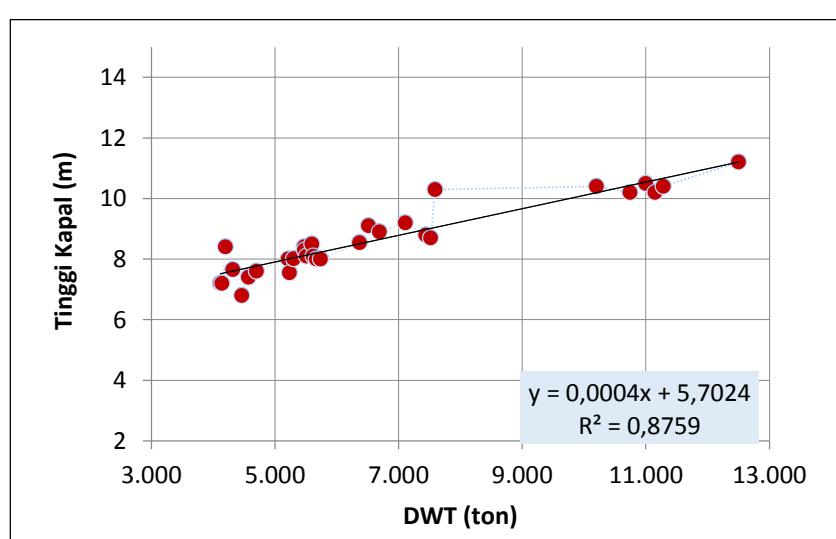
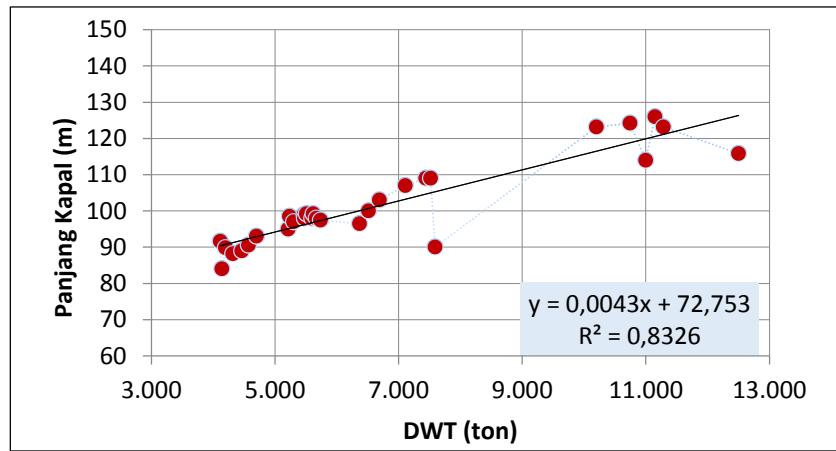
Input (cell \$FD\$7) values along side, output cell(s) along top

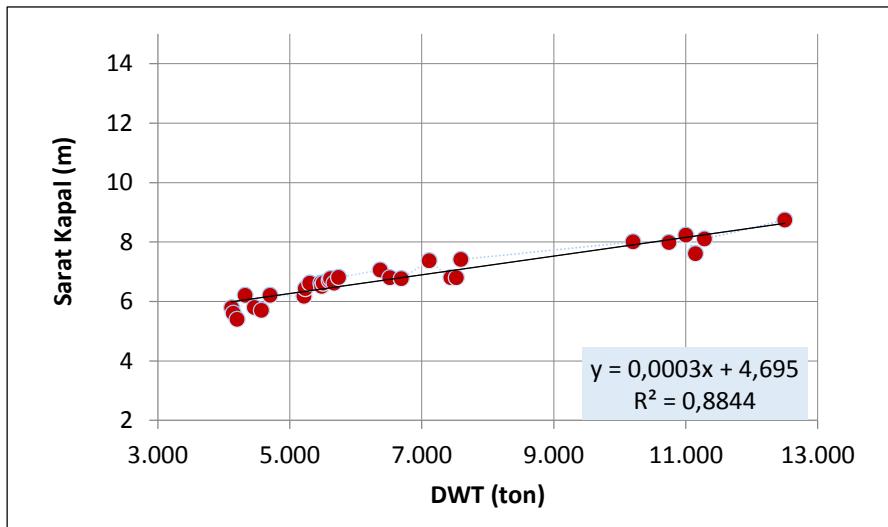
LPP	Unit Cost	Total Cost	Kapasitas Kapal	Jumlah Cargo Hold	Jumlah Kapal
85	Rp 364.322	Rp 204.101.153.738	4.117	6	2
86	Rp 370.636	Rp 207.638.521.944	4.303	6	2
87	Rp 374.828	Rp 209.987.170.205	4.494	6	2
88	Rp 377.579	Rp 211.528.149.658	4.690	6	2
89	Rp 390.979	Rp 219.035.403.113	4.893	6	2
90	Rp 396.761	Rp 222.274.358.043	5.101	6	2
91	Rp 399.843	Rp 224.000.836.185	5.314	6	2
92	Rp 405.614	Rp 227.233.824.320	5.533	6	2
93	Rp 408.626	Rp 228.921.329.438	5.758	6	2
94	Rp 429.023	Rp 240.348.527.512	5.989	6	2
95	Rp 394.987	Rp 221.263.738.192	6.226	8	2
96	Rp 397.940	Rp 222.918.353.451	6.469	8	2
97	Rp 400.934	Rp 224.595.515.164	6.718	8	2
98	Rp 403.969	Rp 226.295.413.383	6.973	8	2
99	Rp 407.150	Rp 228.077.085.175	7.234	8	2
100	Rp 410.266	Rp 229.823.018.878	7.501	8	2
101	Rp 413.425	Rp 231.592.246.997	7.775	8	2
102	Rp 433.311	Rp 242.732.025.315	8.055	8	2
103	Rp 439.429	Rp 246.159.606.091	8.341	8	2
104	Rp 442.803	Rp 248.049.649.724	8.633	8	2
105	Rp 203.447	Rp 114.638.478.989	8.933	10	1
106	Rp 205.051	Rp 115.542.095.590	9.238	10	1
107	Rp 207.118	Rp 116.707.133.082	9.551	10	1
108	Rp 208.790	Rp 117.648.849.034	9.870	10	1
109	Rp 212.364	Rp 119.662.802.592	10.196	10	1
110	Rp 222.243	Rp 125.229.796.650	10.528	10	1
111	Rp 224.000	Rp 126.219.792.471	10.867	10	1
112	Rp 225.779	Rp 127.222.069.938	11.214	10	1
113	Rp 227.580	Rp 128.236.711.661	11.567	10	1
114	Rp 232.670	Rp 131.105.235.157	11.927	10	1
115	Rp 234.515	Rp 132.144.852.560	12.294	12	1
116	Rp 242.119	Rp 136.429.076.628	12.669	12	1
117	Rp 488.095	Rp 275.032.025.994	13.050	12	2
118	Rp 492.000	Rp 277.232.277.363	13.439	12	2
119	Rp 495.952	Rp 279.459.075.114	13.835	12	2
120	Rp 499.951	Rp 281.712.586.111	14.238	12	2
121	Rp 503.998	Rp 283.992.976.295	14.648	12	2
122	Rp 531.675	Rp 299.588.415.959	15.066	12	2
123	Rp 535.950	Rp 301.997.132.489	15.492	12	2
124	Rp 540.275	Rp 304.434.525.152	15.924	12	2
125	Rp 544.652	Rp 306.900.764.589	16.365	14	2

Kebutuhan K/RT	Kebutuhan S/RT	Kebutuhan P/RT	Demand/ RT
415,17	3.577,95	2.710,06	6.703,18
415,17	3.577,95	2.719,44	6.712,56
415,17	3.577,95	2.729,09	6.722,21
415,17	3.577,95	2.739,02	6.732,14
415,17	3.577,95	2.749,23	6.742,35
415,17	3.577,95	2.759,72	6.752,84
518,97	4.472,44	2.893,38	7.884,78
518,97	4.472,44	2.904,44	7.895,85
518,97	4.472,44	2.915,80	7.907,21
518,97	4.472,44	2.927,46	7.918,86
518,97	4.472,44	3.020,63	8.012,04
518,97	4.472,44	3.032,88	8.024,29
518,97	4.472,44	3.045,44	8.036,85
518,97	4.472,44	3.058,31	8.049,71
518,97	4.472,44	3.071,48	8.062,89
518,97	4.472,44	3.084,97	8.076,38
518,97	4.472,44	3.098,78	8.090,18
518,97	4.472,44	3.112,90	8.104,31
518,97	4.472,44	3.127,35	8.118,76
518,97	4.472,44	3.142,12	8.133,53
518,97	4.472,44	3.157,22	8.148,63
518,97	4.472,44	3.172,65	8.164,06
518,97	4.472,44	3.188,42	8.179,82
518,97	4.472,44	3.204,52	8.195,93
518,97	4.472,44	3.220,96	8.212,37
518,97	4.472,44	3.237,74	8.229,15
518,97	4.472,44	3.254,87	8.246,27
518,97	4.472,44	3.272,34	8.263,75
518,97	4.472,44	3.290,17	8.281,57
518,97	4.472,44	3.308,34	8.299,75
518,97	4.472,44	3.326,88	8.318,28
518,97	4.472,44	3.345,77	8.337,17
518,97	4.472,44	3.365,02	8.356,42
518,97	4.472,44	3.384,63	8.376,04
518,97	4.472,44	3.404,61	8.396,02
518,97	4.472,44	3.424,96	8.416,37
518,97	4.472,44	3.445,68	8.437,08
622,76	5.366,93	3.589,65	9.579,34
622,76	5.366,93	3.611,12	9.600,81
622,76	5.366,93	3.632,97	9.622,66
622,76	5.366,93	3.655,19	9.644,88

Perhitungan Ukuran Kapal Tanker

No.	Nama Kapal	DWT (ton)	LOA (m)	LPP (m)	B (m)	H (m)	T(m)	Vs (knot)	GT	NT	Daya Mesin (HP)	Tahun Pembuatan
1	BESIKTAS GALATA	4,115	98.70	91.65	14.10	7.20	5.79	14	2974	1192	2323	2009
2	JULIA	4,139	90.00	84.00	15.20	7.20	5.60	11.2	2918	1246	2608	2009
3	AD MATSU	4,200	96.50	89.90	16.50	8.40	5.40	13.9	3609	1083	2564	2009
4	ADIYAMAN	4,318	93.30	88.17	14.20	7.65	6.20	13	2929	1367	3261	2005
5	KITEK 9	4,460	95.70	89.00	13.80	6.80	5.80	11	2558	1196	2038	2004
6	PICACHO	4,569	97.50	90.60	15.60	7.40	5.70	12	2962	1425	2598	2007
7	BLISS	4,700	99.86	93.00	15.20	7.60	6.20	12	2957	1321	2598	2008
8	MORNING CALM	5,212	99.98	95.00	17.80	8.00	6.17	15.4	4410	1374	4358	2010
9	DOUBLE JOY	5,233	105.00	98.50	15.20	7.55	6.43	14.8	3434	1534	4500	1992
10	AL MADINA 7	5,300	102.90	97.01	15.50	8.01	6.61	14.5	3125	1564	3800	1984
11	YUFUKUJIN MARU	5,470	104.80	99.00	16.00	8.40	6.61	14.2	3547		4437	2007
12	EISHIN MARU NO.18	5,478	104.93	98.00	16.00	8.30	6.51	15.2	3799		4437	2005
13	HIKARI MARU NO.17	5,506	104.45	99.20	16.00	8.10	6.61	14.2	3599		4437	2009
14	WATATSUMI	5,594	104.91	98.00	16.00	8.50	6.71	14.2	3751		4437	2009
15	NANIWA MARU NO.48	5,617	104.45	99.20	16.00	8.10	6.76	13.5	3694		4437	2012
16	AZUMA MARU NO 18	5,667	104.93	98.00	16.00	8.00	6.61	13.9	3578		4437	2009
17	JYOHOU MARU	5,735	104.50	97.50	16.00	8.00	6.81	13.2	3547		4358	2012
18	SUNWARD	6,368	105.50	96.50	16.00	8.54	7.06	13	3778		3000	1990
19	NGOL DANDE 1	6,512	101.40	100.00	16.06	9.10	6.80	12	3984	1937	3270	1996
20	SUNNY NOAH	6,690	109.60	103.00	17.20	8.90	6.76	14.5	4551		4358	2008
21	GLOBAL PHENIX	7,111	113.00	107.00	18.00	9.20	7.37	12.3	5917	1796	5954	2011
22	PERL	7,439	115.00	109.00	18.00	8.80	6.80	13.5	4759	2321	4497	2009
23	GLORISTAR	7,520	115.00	109.00	17.60	8.70	6.80	11.5	4587		3397	2008
24	GLORY 121	7,589	99.20	90.00	18.00	10.30	7.41	11	5110		3344	1995
25	CEVDET A	10,200	129.80	123.20	19.60	10.40	8.00	14	7244	3643	6033	2008
26	CESTENI	10,745	123.70	124.21	18.90	10.20	7.98	14.5	7260	3652	6114	2008
27	GUYENNE	11,000	119.90	114.00	18.80	10.50	8.23	13.5	6726	3277	5870	2006
28	CHANG AN 1	11,146	134.20	126.00	20.00	10.20	7.60	12.5	7384	3623	4497	2008
29	ASTINA	11,283	129.80	123.20	19.00	10.40	8.10	14	7636	3644	5793	2006
30	ORIENTAL WISTERIA	12,499	123.20	115.85	20.00	11.20	8.74	13.7	6823		4949	2001





Perhitungan Koefisien dan Ukuran Utama Lainnya

1 Koefisien Blok (Watson & Gilfillan)

$$C_B = -4.22 + 27.8 \sqrt{F_n} - 39.1 F_n + 46.6 F_n^3 \quad (\text{Parametric Ship Design hal. 11-12})$$

$$= 0,76$$

2 Koefisien Luas Midship (Series '60)

$$C_M = 0.977 + 0.085 (C_B - 0.60) \quad (\text{Parametric Ship Design hal. 11-12})$$

$$= 0,99$$

3 Koefisien Prismatik

$$C_x = C_m \quad (\text{Parametric Ship Design hal. 10})$$

$$C_p = C_b/C_x$$

$$= 0,76$$

4 Koefisien Bidang Garis Air

(Parametric Ship Design hal. 11-16)

$$C_{WF} = C_b/(0.471+(0.551*C_b))$$

$$= 0,85$$

5 Panjang Garis Air

(Empirical Formula)

$$L_{WL} = 104\% \cdot LPP$$

$$= 110,24 \text{ m}$$

6 Fn

(Principle of Naval Architecture Vol. II hal. 58)

$$F_n = V_s / \sqrt{(g \cdot L)}$$

$$= 0,203$$

7 Volume Displacement

$$= Lwl \cdot B \cdot T \cdot C_b$$

$$= 10.382,54 \text{ m}^3$$

8 LCB (%)

$$L_{CB} = -13.5 + 19.4 CP$$

$$L_{CB} = 1,33 \text{ m}$$

9 LCB dari M

$$L_{CB} = LCB \% / 100 \cdot LPP$$

$$L_{CB} = 1,47 \text{ m dari M}$$

10 LCB dari AP

$$L_{CB} = 0.5 \cdot LPP - LCBM$$

$$L_{CB} = 53,65 \text{ m dari AP}$$

11 Volume Displacement

$$= Lwl \cdot B \cdot T \cdot C_b$$

$$= 10.382,54 \text{ m}^3$$

12 Displacement

$$= Lwl \cdot B \cdot T \cdot C_b \cdot p$$

$$= 10.642,10 \text{ ton}$$

Hull

Volume Deckhouse

• Volume Boat

$$\begin{aligned} \text{panjang (LD2)} &= 15\% \cdot L \\ &= 15.900 \quad \text{m} \\ \text{lebar (BD2)} &= B - 2m \\ &= 15.786 \quad \text{m} \\ \text{tinggi (hD2)} &= \text{asumsi } 2,5 \text{ m} \\ &= 2.5 \quad \text{m} \\ \text{VDH.layer II} &= \text{LD2.BD2.hD2} \\ &= 627.51 \quad \text{m}^3 \end{aligned}$$

• Volume Navigation

$$\begin{aligned} \text{panjang (LD4)} &= 7,5\% \cdot L \\ &= 7.950 \quad \text{m} \\ \text{lebar (BD4)} &= B - 6m \\ &= 12.186 \quad \text{m} \\ \text{tinggi (hD4)} &= \text{asumsi } 2,5 \text{ m} \\ &= 2.5 \quad \text{m} \\ \text{VDH.layer IV} &= \text{LD4.BD4.hD4} \\ &= 242.206 \quad \text{m}^3 \end{aligned}$$

• Volume Layer :

$$\begin{aligned} \text{V Layer II} &= 627.512 \quad \text{m}^3 \\ \text{V Layer III} &= 375.941 \quad \text{m}^3 \\ \text{V Layer IV} &= 242.206 \quad \text{m}^3 \\ \text{V Wheelhouse} &= 134.971 \quad \text{m}^3 \\ \text{V Total (deckhouse)} &= 1380.630 \quad \text{m}^3 \\ \text{h camber} &= 0.364 \quad \text{m} \\ \text{C3} &= 0.541 \quad (\text{Ship Design for Efficiency \& Economy - SCHNEEKLUTH; page 156}) \end{aligned}$$

Volume Superstructure

• Volume Forecastle

$$\begin{aligned} \text{panjang (LF)} &= 10\% \cdot L \\ &= 15.900 \quad \text{m} \\ \text{lebar (BF)} &= \text{selebar kapal} \\ &= 18.186 \quad \text{m} \\ \text{tinggi (hF)} &= \text{asumsi } 2,5 \text{ m} \\ &= 2.5 \quad \text{m} \\ \text{VForecastle} &= 0,5 \cdot \text{LF} \cdot \text{BF} \cdot \text{HF} \\ &= 722.912 \quad \text{m}^3 \end{aligned}$$

• Volume wheel house

$$\begin{aligned} \text{panjang (LWH)} &= 5\% \cdot L \\ &= 5.300 \quad \text{m} \\ \text{lebar (BWH)} &= B - 8m \\ &= 10.186 \quad \text{m} \\ \text{tinggi (hWH)} &= \text{asumsi } 2,5 \text{ m} \\ &= 2.5 \quad \text{m} \\ \text{VDH.wheel house} &= \text{LWH.BWH.hWH} \\ &= 134.971 \quad \text{m}^3 \end{aligned}$$

• Volume Bridge

$$\begin{aligned} \text{panjang (LD3)} &= 10\% \cdot L \\ &= 10.600 \quad \text{m} \\ \text{lebar (BD3)} &= B - 4m \\ &= 14.186 \quad \text{m} \\ \text{tinggi (hD3)} &= \text{asumsi } 2,5 \text{ m} \\ &= 2.5 \quad \text{m} \\ \text{VDH.layer III} &= \text{LD3.BD3.hD3} \\ &= 375.941 \quad \text{m}^3 \end{aligned}$$

• Volume Deck House

$$\begin{aligned} \text{VDH} &= \text{VDH.layer II} + \text{VDH.layer} \\ &\quad \text{III} + \text{VDH.layer IV} \\ &\quad \text{VDH.Wheel House} \\ &= 1380.6 \quad \text{m}^3 \end{aligned}$$

• Volume Poop

$$\begin{aligned} \text{panjang (Lp)} &= 20\% \cdot L \\ &= 21.200 \quad \text{m} \\ \text{lebar (Bp)} &= \text{selebar kapal} \\ &= 18.186 \quad \text{m} \\ \text{tinggi (hp)} &= \text{asumsi } 2,5 \text{ m} \\ &= 2.5 \quad \text{m} \\ \text{VPoop} &= \text{Lp.Bp.hp} \\ &= 963.8825795 \quad \text{m}^3 \end{aligned}$$

• Volume Total

$$\begin{aligned} \text{VA} &= \text{VForecastle} + \text{VPoop} \\ &= 1686.794514 \quad \text{m}^3 \end{aligned}$$

0.541 (Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH; page 156)

• **Steel Weight :**

(Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 154-156)
dengan

Cso =	0.08 t/m ³
Δ =	10642.10 ton
u =	2.027 -(0.5*u+0.1*u ² .45) = -1.57819848
Cs =	0.093
DA =	9.899
V superstructure =	1686.795 m ³
V deckhouse =	1380.630 m ³
Cbd =	0.773
C1 =	0.103
Vu = Vd + Vs + Vb + V1	
V deck =	12375.048 m ³
V sheer =	0 (asumsi kapal w/o sheer)
V camber =	379.278 m ³
V hatchway =	94.426 m ³
Vu =	12848.751 m ³

W_{st} = L. B. DA . Cs (including superstructure + deckhouse)

W_{steel} = **1,778.58 ton**

MACHINERY

DATA OF MAIN ENGINE

Main Engine =	MAN B&W
	9M25C
Max Power =	2,610 kW
=	3,549 HP
Revolution (n) =	110 rpm
Weight =	7 ton
Dimension :	Lenght = 2,465 mm
	Height = 2,223 mm
	Width = 2,037 mm

DATA OF AUXILARY ENGINE

Auxiliary Engine =	CATERPILLAR
	C32
Max Power =	688 kW
=	935 HP
Weight =	7.1 ton
Dimension :	Lenght = 4,276 mm
	Height = 1,800 mm
	Width = 1,671 mm

• **Main Engine**

W_{ME} = **7.488 ton**

• **Auxiliary Engine**

W_{AE} = **14.262 ton** W_{AE} / Unit= **7.131 ton**

• **Shafting**

(Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 175)
Ws = Ip.0.081(PD/n)2/3 (asumsi material memiliki tensile strength 700N/mm²)
3.53 ton ds = 0.310 m
n (rpm)= 110 Ip = 6 (asumsi panjang shaft 6 meter)

• **Gearbox**

Wgr = 0.37(PB/n) n= 110 (asumsi rpm propeller)
7.53 ton

• **Propeller**

(Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 175)

Wp = D3.K (asumsi material berbahan 'manganese bronze')
0.862 ton z = 4 (asumsi menggunakan 4 daun)
D = 2.550
AE/AO = 0.4 (PNA vol II ; page 166)
K = 0.052 (Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 176)

• **Other Weight**

(Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 177)

M = (0.04~0.07)P C = 0.15 (Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 175)
90 ton P = 2610 kW

Wother = M.C

13 ton

W_{machinery} = **39.571 ton**

Equipment & Outfitting

• Group I (Accommodation)

(Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 171-172)

Wa = Ca.Acommodation Vol

Ca = 60 kg/m3

Wsuperstructure =	101207.6708	Vol Superstructure =	1686.795 m3
Wlayer II =	37650.71608	Vol Layer II =	627.512 m3
Wlayer III =	22556.47738	Vol Layer III =	375.941 m3
Wlayer IV =	14532.35804	Vol Layer IV =	242.206 m3
Wwheelhouse =	8098.24	Vol Wheelhouse =	134.971 m3

Wa = 184.045461 ton

• Group II (Miscellaneous)

(Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 172)

C = 0.18 ton/m2

(0.18 ton/m2 < C < 0.26 ton/m2)

Wm = (LBD)2/3.C = 114.3631177 ton

WE&O = 298.409 ton

LWT TOTAL

MACHINERY WEIGHT =	39.571 ton
EQUIPMENT AND OUTFIT WEIGHT =	298.409 ton
STEEL WEIGHT =	1778.577 ton

LWT TOTAL = 2116.556 ton

Perhitungan Biaya Bahan Bakar Kapal Tanker

➤ Penentuan & Spesifikasi Mesin Utama

MCR Mesin

BHP	= 2574,53 KW	3861,80 kW	=	185 g/kWh
	= 3500,33 HP		=	252 g/BHP

Konsumsi Fuel Oil

Mesin

Merk	= MAN B&W	Cylinder Oil	=	0,805263158 g/kWh
Type	= 9M25C		=	

Konsumsi Lubricating Oil

Biaya BBM ME	= \$	562.097 /tahun
	= Rp	7.700.724.443 /tahun

Daya Mesin yang digunakan

Daya	= 2610 kW
	= 3549 HP
Jumlah ME	= 1 Unit

No	Merk	Tipe	Daya (kW)	SFOC (g/kW/hr)	SLOC (g/kW/hr)	Mesin yang memungkinkan	Oil Consumption /year (ton)		Biaya BBM ME	Lube Oil Consumption /year (ton)	Biaya Lube ME	Total Biaya BBM ME
							SFOC	(ST x SFOC x POWER)				
1	MAN B&W	6M20C	370	186	0,5	0	0	0	\$ -	0,0	\$ -	\$ -
2	MAN B&W	6M20C	460	186	0,5	0	0	0	\$ -	0,0	\$ -	\$ -
3	MAN B&W	6M20C	580	187	0,5	0	0	0	\$ -	0,0	\$ -	\$ -
4	MAN B&W	6M20C	670	189	0,5	0	0	0	\$ -	0,0	\$ -	\$ -
5	MAN B&W	8M20C	840	189	0,6	0	0	0	\$ -	0,0	\$ -	\$ -
6	MAN B&W	6M20C	1020	189	0,6	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
7	MAN B&W	6M20C	1080	191	0,6	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
8	MAN B&W	6M20C	1140	190	0,6	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
9	MAN B&W	6M20C	1200	192	0,7	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
10	MAN B&W	8M20C	1360	189	0,7	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
11	MAN B&W	8M20C	1440	191	0,7	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
12	MAN B&W	8M20C	1520	190	0,7	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
13	MAN B&W	8M20C	1600	192	0,7	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
14	MAN B&W	9M20C	1530	189	0,7	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
15	MAN B&W	9M20C	1620	191	0,8	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
16	MAN B&W	9M20C	1710	190	0,8	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
17	MAN B&W	9M20C	1800	192	0,8	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
18	MAN B&W	6M25C	2000	188	0,8	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
19	MAN B&W	8M25C	2320	185	0,8	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
20	MAN B&W	8M25C	2400	185	0,8	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
21	MAN B&W	8M25C	2666	187	0,9	1	187	2434	\$ 579.391,71	0,62	8,0	\$ 962 \$ 580.354
22	MAN B&W	9M25C	2610	185	0,8	1	185	2358	\$ 561.154,90	0,62	7,8	\$ 942 \$ 562.097
23	MAN B&W	9M25C	2700	185	0,8	1	185	2439	\$ 580.505,07	0,62	8,1	\$ 974 \$ 581.479
24	MAN B&W	9M25C	3000	189	0,8	1	189	2769	\$ 658.951,70	0,62	9,0	\$ 1.083 \$ 660.034
25	MAN B&W	6L21/31	1290	195	0,9	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
26	MAN B&W	7L21/31	1505	195	0,8	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
27	MAN B&W	8L21/31	1720	195	0,8	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
28	MAN B&W	9L21/31	1935	195	0,8	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
29	MAN B&W	6L23/30A	960	194	1,0	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
30	MAN B&W	8L23/30A	1280	194	1,0	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
31	MAN B&W	5L27/38	1500	194	1,0	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
32	MAN B&W	5L27/38	1600	194	1,0	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
33	MAN B&W	6L27/38	1980	194	1,0	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
34	MAN B&W	7L27/38	2310	196	1,0	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
35	MAN B&W	8L27/38	2640	196	1,0	1	196	2527	\$ 601.354,44	0,62	7,9	\$ 953 \$ 602.307
36	MAN B&W	9L27/38	2970	196	1,0	1	196	2843	\$ 676.523,74	0,62	8,9	\$ 1.072 \$ 677.595
37	MAN B&W	6L28/32A	1470	194	1,0	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
38	MAN B&W	7L28/32A	1715	194	1,0	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
39	MAN B&W	8L28/32A	1960	194	1,0	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
40	MAN B&W	9L28/32A	2205	194	1,0	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
41	MAN B&W	6L28/32A	3000	189	0,9	1	189	2769	\$ 658.951,70	0,62	9,0	\$ 1.083 \$ 660.034
42	MAN B&W	7L28/32A	3500	195	0,8	1	195	3333	\$ 793.182,60	0,62	10,5	\$ 1.263 \$ 794.446
43	MAN B&W	8L28/32A	4000	195	0,8	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
44	MAN B&W	9L28/32A	4500	195	0,8	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
45	MAN B&W	6L28/32A	5000	195	0,8	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
46	MAN B&W	7L28/32A	5500	194	1,0	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
47	MAN B&W	8L28/32A	6000	194	1,0	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
48	MAN B&W	9L28/32A	6500	194	1,0	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
49	MAN B&W	6L28/32A	7000	194	1,0	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
50	MAN B&W	7L28/32A	7500	189	1,1	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
51	MAN B&W	8L28/32A	8000	192	1,1	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
52	MAN B&W	9L28/32A	8500	194	1,1	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -
								Mesin No Urut	22	\$ 562.097		

➤ Penentuan & Spesifikasi Mesin Pembantu

MCR Mesin

BHP	= 643,63 KW	1287,27 kW	=	203 g/kWh
	= 875,08 HP		=	276 g/BPh

Mesin

Merk	= CATERPILLAR
Type	= C32

Daya Mesin yang digunakan

Daya	= 688 kW
	= 935 HP
Jumlah AE	= 2 Unit

Konsumsi Fuel Oil

		=	203 g/kWh
		=	276 g/BPh

Konsumsi Lubricating Oil

Cylinder Oil	=	1,015 g/kWh
--------------	---	-------------

Total Biaya

Biaya BBM AE	= \$ 1.863.616
	= Rp 25.531.543.363

NO	Merk	Type	BHP	kW	rpm	U.S. g/h	SFOC (g/bkW-hr)	SLOC (g/bkW-hr)	Mesin yang memungkinkan	Oil Consumption /year (ton)		Biaya BBM AE	Lube Oil Consumption /year (ton)	Biaya Lub AE	Total Biaya BBM AE
										SFOC	(Seatime x sfoc x power)				
1	CATERPILLAR	C9	253	189	1800	13,7	228,8	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ - \$ -
2	CATERPILLAR	C9	311	232	1800	16,9	229,5	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ - \$ -
3	CATERPILLAR	C9	361	269	1800	17,9	211,7	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ - \$ -
4	CATERPILLAR	C9	217	162	1500	10,9	212,1	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ - \$ -
5	CATERPILLAR	C9	253	189	1500	12,9	209	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ - \$ -
6	CATERPILLAR	C9	288	215	1500	14,2	206,6	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ - \$ -
7	CATERPILLAR	C15	536	400	1800	27,4	218,8	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ - \$ -
8	CATERPILLAR	C15	540	403	1800	27,4	218,8	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ - \$ -
9	CATERPILLAR	C18	404	301	1500	19,9	210	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ - \$ -
10	CATERPILLAR	C18	514	383	1500	25,2	209	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ - \$ -
11	CATERPILLAR	C18	587	438	1500	28,7	208	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ - \$ -
12	CATERPILLAR	C18	660	492	1500	32,3	209	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ - \$ -
13	CATERPILLAR	C18	499	372	1800	25,4	217	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ - \$ -
14	CATERPILLAR	C18	624	465	1800	31,5	215	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ - \$ -
15	CATERPILLAR	C32	791	590	1500	37,9	203,8	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ - \$ -
16	CATERPILLAR	C32	864	688	1500	44	203	1,0	1	203	1078	\$ 931.286	1	4,4	\$ 522 \$ 931.808
17	CATERPILLAR	C32	1172	874	1500	57	207	1,0	1	207	1396	\$ 1.206.369	1	5,5	\$ 663 \$ 1.207.033
18	CATERPILLAR	C32	916	683	1800	45,3	210,8	1,1	1	210,8	1111	\$ 960.041	1	4,3	\$ 518 \$ 960.560
19	CATERPILLAR	C32	1047	781	1800	51,8	210,4	1,1	1	210,4	1268	\$ 1.095.709	1	4,9	\$ 593 \$ 1.096.302
20	CATERPILLAR	C32	1333	994	1800	64,9	207,2	1,0	1	207,2	1590	\$ 1.373.329	1	6,3	\$ 754 \$ 1.374.084
21	CATERPILLAR	C33	1500	1024	1800	30,7	209	1,0	1	209	1652	\$ 1.427.068	1	6,5	\$ 777 \$ 1.427.846
22	CATERPILLAR	C34	1700	1242	1500	34,3	206,6	1,0	1	206,6	1980	\$ 1.711.002	1	7,9	\$ 943 \$ 1.711.945
23	CATERPILLAR	C35	2153	1478	1500	27,4	218,8	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ - \$ -
24	CATERPILLAR	C36	2337	1692	1500	33,5	218,8	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ - \$ -
25	CATERPILLAR	C37	2745	1902	1800	39,9	210	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ - \$ -
26	CATERPILLAR	C38	3000	2129	1800	46	209	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ - \$ -
27	CATERPILLAR	C39	3254	2350	1800	59	208	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ - \$ -
28	CATERPILLAR	C40	3559	2571	2000	47,3	209	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ - \$ -
29	CATERPILLAR	C41	3749	2791	2000	53,8	217	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ - \$ -
30	CATERPILLAR	C42	4000	3012	2000	66,9	215	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ - \$ -
Mesin No Urut											16	\$ 931.808			

Biaya Investasi Pelabuhan

Biaya Investasi Pelabuhan Manggis			Biaya Investasi	Umur Ekonomis	Biaya Kapital
Panjang Dermaga	=	166,6 m	= Rp 79.066.834.008	40 tahun	Rp 1.976.670.850
Lebar Dermaga	=	26,87 m			
Breasting Dolphin	=	4 Unit	= Rp 1.498.000.000	40 tahun	Rp 37.450.000
Jumlah Pompa	=	3 Unit	= Rp 2.782.500.000	15 tahun	Rp 185.500.000
Pipa	=	2399,4 m	= Rp 2.879.280.000	15 tahun	Rp 191.952.000
Tanki Timbun	=	3 Unit	= Rp 4.810.000.000	40 tahun	Rp 120.250.000
Lapangan Parkir Umum	=	150 m ²	= Rp 266.067.900	40 tahun	Rp 6.651.698
Tanah	=	18.560 m ²	= Rp 278.400.000.000	50 tahun	Rp 5.568.000.000
Perkantoran	=	700 m ²	= Rp 4.200.000.000	40 tahun	Rp 105.000.000
Fasilitas Umum	=	400 m ²	= Rp 2.000.000.000	15 tahun	Rp 133.333.333
Pengolahan Limbah	=	100 m ²	= Rp 500.000.000	20 tahun	Rp 25.000.000
Bunker BBM	=	200 m ²	= Rp 1.000.000.000	15 tahun	Rp 66.666.667
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	200 m ²	= Rp 1.000.000.000	10 tahun	Rp 100.000.000
Gedung Pemadam Kebakaran	=	50 m ²	= Rp 250.000.000	30 tahun	Rp 8.333.333
Gardu Induk Listrik	=	100 m ²	= Rp 500.000.000	20 tahun	Rp 25.000.000
Loading Arm	=	3 Unit	= Rp 1.950.000.000	20 tahun	Rp 97.500.000
Flow Meter	=	3 Unit	= Rp 35.100.000	20 tahun	Rp 1.755.000
Tumpuan Tangki Silo	=	3 Unit	= Rp 962.000.000	30 tahun	Rp 32.066.667
Genset 2000 KW	=	1 Unit	= Rp 3.380.000.000	30 tahun	Rp 112.666.667
				Rp 381.137.781.908	Rp 8.793.796.214,38

Biaya Investasi Pelabuhan Ampenan			Biaya Investasi	Umur Ekonomis	Biaya Kapital
Panjang Dermaga	=	166,6 m	= Rp 79.066.834.008	40 tahun	Rp 1.976.670.850
Lebar Dermaga	=	26,87 m			
Breasting Dolphin	=	4 Unit	= Rp 1.498.000.000	40 tahun	Rp 37.450.000
Jumlah Pompa	=	3 Unit	= Rp 4.420.000.000	15 tahun	Rp 294.666.667
Pipa	=	2399,4 m	= Rp 2.879.280.000	15 tahun	Rp 191.952.000
Tanki Timbun	=	3 Unit	= Rp 2.730.000.000	40 tahun	Rp 68.250.000
Lapangan Parkir Umum	=	150 m ²	= Rp 266.067.900	40 tahun	Rp 6.651.698
Tanah	=	18.560 m ²	= Rp 278.400.000.000	50 tahun	Rp 5.568.000.000
Perkantoran	=	700 m ²	= Rp 4.200.000.000	40 tahun	Rp 105.000.000
Fasilitas Umum	=	400 m ²	= Rp 2.000.000.000	15 tahun	Rp 133.333.333
Pengolahan Limbah	=	100 m ²	= Rp 500.000.000	20 tahun	Rp 25.000.000
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	200 m ²	= Rp 1.000.000.000	10 tahun	Rp 100.000.000
Gedung Pemadam Kebakaran	=	50 m ²	= Rp 250.000.000	30 tahun	Rp 8.333.333
Gardu Induk Listrik	=	100 m ²	= Rp 500.000.000	20 tahun	Rp 25.000.000
Loading Arm	=	3 Unit	= Rp 1.950.000.000	20 tahun	Rp 97.500.000
Flow Meter	=	3 Unit	= Rp 35.100.000	20 tahun	Rp 1.755.000
Tumpuan Tangki Silo	=	3 Unit	= Rp 546.000.000	30 tahun	Rp 18.200.000
Genset 2000 KW	=	1 Unit	= Rp 3.380.000.000	30 tahun	Rp 112.666.667
				Rp 379.695.281.908	Rp 8.770.429.547,71

Biaya Investasi Pelabuhan Badas			Biaya Investasi	Umur Ekonomis	Biaya Kapital
Panjang Dermaga	=	166,6 m	= Rp 79.066.834.008	40 tahun	Rp 1.976.670.850
Lebar Dermaga	=	26,87 m			
Breasting Dolphin	=	4 Unit	= Rp 1.498.000.000	40 tahun	Rp 37.450.000
Jumlah Pompa	=	3 Unit	= Rp 2.782.500.000	15 tahun	Rp 185.500.000
Pipa	=	2399,4 m	= Rp 2.879.280.000	15 tahun	Rp 191.952.000
Tanki Timbun	=	3 Unit	= Rp 2.730.000.000	40 tahun	Rp 68.250.000
Lapangan Parkir Umum	=	150 m ²	= Rp 266.067.900	40 tahun	Rp 6.651.698
Tanah	=	18.560 m ²	= Rp 278.400.000.000	50 tahun	Rp 5.568.000.000
Perkantoran	=	700 m ²	= Rp 4.200.000.000	40 tahun	Rp 105.000.000
Fasilitas Umum	=	400 m ²	= Rp 2.000.000.000	15 tahun	Rp 133.333.333
Pengolahan Limbah	=	100 m ²	= Rp 500.000.000	20 tahun	Rp 25.000.000
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	200 m ²	= Rp 1.000.000.000	10 tahun	Rp 100.000.000
Gedung Pemadam Kebakaran	=	50 m ²	= Rp 250.000.000	30 tahun	Rp 8.333.333
Gardu Induk Listrik	=	100 m ²	= Rp 500.000.000	20 tahun	Rp 25.000.000
Loading Arm	=	3 Unit	= Rp 1.950.000.000	20 tahun	Rp 97.500.000
Flow Meter	=	3 Unit	= Rp 35.100.000	20 tahun	Rp 1.755.000
Tumpuan Tangki Silo	=	3 Unit	= Rp 546.000.000	30 tahun	Rp 18.200.000
Genset 2000 KW	=	1 Unit	= Rp 3.380.000.000	30 tahun	Rp 112.666.667
Rp 378.057.781.908				Rp 8.661.262.881,05	

Biaya Investasi Pelabuhan Bima			Biaya Investasi	Umur Ekonomis	Biaya Kapital
Panjang Dermaga	=	166,6 m	= Rp 79.066.834.008	40 tahun	Rp 1.976.670.850
Lebar Dermaga	=	26,87 m			
Breasting Dolphin	=	4 Unit	= Rp 1.498.000.000	40 tahun	Rp 37.450.000
Jumlah Pompa	=	3 Unit	= Rp 2.782.500.000	15 tahun	Rp 185.500.000
Pipa	=	2399,4 m	= Rp 2.879.280.000	15 tahun	Rp 191.952.000
Tanki Penyimpanan	=	3 Unit	= Rp 2.730.000.000	40 tahun	Rp 68.250.000
Lapangan Parkir Umum	=	150 m ²	= Rp 266.067.900	40 tahun	Rp 6.651.698
Tanah	=	18.560 m ²	= Rp 278.400.000.000	50 tahun	Rp 5.568.000.000
Perkantoran	=	700 m ²	= Rp 4.200.000.000	40 tahun	Rp 105.000.000
Fasilitas Umum	=	400 m ²	= Rp 2.000.000.000	15 tahun	Rp 133.333.333
Pengolahan Limbah	=	100 m ²	= Rp 500.000.000	20 tahun	Rp 25.000.000
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	200 m ²	= Rp 1.000.000.000	10 tahun	Rp 100.000.000
Gedung Pemadam Kebakaran	=	50 m ²	= Rp 250.000.000	30 tahun	Rp 8.333.333
Gardu Induk Listrik	=	100 m ²	= Rp 500.000.000	20 tahun	Rp 25.000.000
Loading Arm	=	3 Unit	= Rp 1.950.000.000	20 tahun	Rp 97.500.000
Flow Meter	=	3 Unit	= Rp 35.100.000	20 tahun	Rp 1.755.000
Tumpuan Tangki Silo	=	3 Unit	= Rp 546.000.000	30 tahun	Rp 18.200.000
Genset 2000 KW	=	1 Unit	= Rp 3.380.000.000	30 tahun	Rp 112.666.667
Rp 378.057.781.908				Rp 8.661.262.881,05	

Total Investasi Pelabuhan = Rp 34.886.751.524,18

Kapasitas Tangki

Kapasitas Tangki Manggis			Kapasitas Tangki Ampenan			Kapasitas Tangki Badas			Kapasitas Tangki Bima		
Premium	Solar	Kerosene									
3.174,39	4.472,35	519,64	2.558,81	3.272,90	59,45	294,12	705,64	302,09	321,47	493,81	158,10
Tangki BBM 3	Tangki BBM 3	Tangki BBM 1	Tangki BBM 2	Tangki BBM 3	Tangki BBM 1	Tangki BBM 1	Tangki BBM 1	Tangki BBM 1	Tangki BBM 1	Tangki BBM 1	Tangki BBM 1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tangki BBM 1	Tangki BBM 1	Tangki BBM 1	Tangki BBM 1	Tangki BBM 1	Tangki BBM 1	Tangki BBM 1	Tangki BBM 1	Tangki BBM 1	Tangki BBM 1	Tangki BBM 1	Tangki BBM 1
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Tangki BBM 2	Tangki BBM 2	Tangki BBM 2	Tangki BBM 2	Tangki BBM 2	Tangki BBM 2	Tangki BBM 2	Tangki BBM 2	Tangki BBM 2	Tangki BBM 2	Tangki BBM 2	Tangki BBM 2
3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Tangki BBM 3	Tangki BBM 3	Tangki BBM 3	Tangki BBM 3	Tangki BBM 3	Tangki BBM 3	Tangki BBM 3	Tangki BBM 3	Tangki BBM 3	Tangki BBM 3	Tangki BBM 3	Tangki BBM 3
5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Tangki BBM 4	Tangki BBM 4	Tangki BBM 4	Tangki BBM 4	Tangki BBM 4	Tangki BBM 4	Tangki BBM 4	Tangki BBM 4	Tangki BBM 4	Tangki BBM 4	Tangki BBM 4	Tangki BBM 4
10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
Tangki 1 =	1	Unit	Tangki 1 =	1	Unit	Tangki 1 =	3	Unit	Tangki 1 =	3	Unit
Tangki 2 =	0	Unit	Tangki 2 =	1	Unit	Tangki 2 =	0	Unit	Tangki 2 =	0	Unit
Tangki 3 =	2	Unit	Tangki 3 =	1	Unit	Tangki 3 =	0	Unit	Tangki 3 =	0	Unit
Tangki 4 =	0	Unit									
Jumlah Tangki =	3	Unit									
Tangki 1 = Rp 910.000.000			Tangki 1 = Rp 910.000.000			Tangki 1 = Rp 2.730.000.000			Tangki 1 = Rp 2.730.000.000		
Tangki 2 = Rp -			Tangki 2 = Rp 1.560.000.000			Tangki 2 = Rp -			Tangki 2 = Rp -		
Tangki 3 = Rp 3.900.000.000			Tangki 3 = Rp 1.950.000.000			Tangki 3 = Rp -			Tangki 3 = Rp -		
Tangki 4 = Rp -			Tangki 4 = Rp -			Tangki 4 = Rp -			Tangki 4 = Rp -		
Investasi = Rp 4.810.000.000			Investasi = Rp 4.420.000.000			Investasi = Rp 2.730.000.000			Investasi = Rp 2.730.000.000		

Biaya Operasional Pelabuhan Manggis

1. Biaya Perkantoran dan Perawatan Fasilitas dan Operasional Alat

Gaji pegawai =	1	Operational Head	=	Rp 15.000.000	/Orang	Rp 15.000.000
	1	Sekretaris	=	Rp 8.000.000	/Orang	Rp 8.000.000
	5	Manager	=	Rp 12.000.000	/Orang	Rp 60.000.000
	18	Staff	=	Rp 7.000.000	/Orang	Rp 126.000.000
	12	Petugas Lapangan	=	Rp 7.000.000	/Orang	Rp 84.000.000

Rp 3.516.000.000 /Tahun

2. Biaya Perawatan Alat (2% dari biaya Investasi)

Pajak (1,5% dari Biaya Investasi)

- Biaya Perawata 2,0%

- Pajak 1,5%

Dermaga	=	Rp 2.767.339.190	/Tahun
Pompa	=	Rp 97.387.500	/Tahun
Pipa	=	Rp 100.774.800	/Tahun
Tanki Timbun	=	Rp 168.350.000	/Tahun
Lapangan Parkir Umum	=	Rp 9.312.377	/Tahun
Perkantoran	=	Rp 147.000.000	X
Fasilitas Umum	=	Rp 70.000.000	/Tahun
Pengolahan Limbah	=	Rp 17.500.000	/Tahun
Bunker BBM	=	Rp 35.000.000	/Tahun
Pompa dan Penyimpanan Air	=	Rp 35.000.000	/Tahun
Gedung Damkar	=	Rp 8.750.000	/Tahun
Gardu Induk Listrik	=	Rp 17.500.000	/Tahun
Loading Arm	=	Rp 68.250.000	/Tahun
Flow Meter	=	Rp 1.228.500	/Tahun
Flow Meter	=	Rp 33.670.000	/Tahun
Genset	=	Rp 118.300.000	/Tahun

3.543.392.366,80 /Tahun

3. Biaya Operasional Alat (Pompa dan Loading Arm)

Daya Pompa	=	500	KW
Lama Bongkar Muat	=	1356,283194	jam
Jumlah Pemakaian	=	678.142	KwH
Harga Listrik	=	Rp 1.353	/KwH
Total Biaya	=	Rp 2.753.492.234	/Tahun
Loading Arm Oil Cons.	=	21	Liter/Jam
Lama Bongkar Muat	=	1.356,28	Jam
BBM Terpakai	=	28.481,95	Liter
Harga Bahan Bakar	=	5.500,00	/Liter
Biaya Loading Arm	=	Rp 156.650.709	/Tahun

3 Biaya Penggunaan Pompa = Rp 917.830.745 (Pompa Produk) = Rp 2.753.492.234 /Tahun
3 Biaya Penggunaan Loading Arm = Rp 156.650.709 (Loading Arm) = Rp 469.952.127 /Tahun
Biaya Penggunaan Alat = Rp 3.223.444.360 /Tahun

Biaya Operasional Pelabuhan = Rp 10.282.836.727,16

Biaya Operasional Pelabuhan Ampenan

1. Biaya Perkantoran dan Perawatan Fasilitas dan Operasional Alat

Gaji pegawai =	1 Operational Head	Rp 15.000.000 /Orang	Rp 15.000.000
	1 Sekretaris	Rp 8.000.000 /Orang	Rp 8.000.000
	5 Manager	Rp 12.000.000 /Orang	Rp 60.000.000
	18 Staff	Rp 7.000.000 /Orang	Rp 126.000.000
	12 Petugas Lapangan	Rp 7.000.000 /Orang	Rp 84.000.000
			Rp 3.516.000.000 /Tahun

2. Biaya Perawatan Alat (2% dari biaya Investasi)

Pajak (1.5% dari Biaya Investasi)

Dermaga	=	2.767.339.190,30	/Tahun
Pompa	=	Rp 154.700.000	/Tahun
Pipa	=	Rp 100.774.800	/Tahun
Tanki Timbun	=	Rp 95.550.000	/Tahun
Lapangan Parkir Umum	=	Rp 9.312.377	/Tahun
Perkantoran	=	Rp 147.000.000	/Tahun
Fasilitas Umum	=	Rp 70.000.000	/Tahun
Pengolahan Limbah	=	Rp 17.500.000	/Tahun
Pompa dan Penyimpanan Air	=	Rp 8.750.000	/Tahun
Gedung Damkar	=	Rp 17.500.000	/Tahun
Gardu Induk Listrik	=	Rp 68.250.000	/Tahun
Loading Arm	=	Rp 1.228.500	/Tahun
Flow Meter	=	Rp 19.110.000	/Tahun
Genset	=	Rp 118.300.000	/Tahun
		3.477.014.866,80 /Tahun	

3. Biaya Operasional Alat (Pompa)

Product Oil Pump	=	500 KW	
Lama Bongkar Muat	=	903,3101501 jam	
Jumlah Pemakaian	=	451.655 KwH	
Harga Listrik	=	Rp 1.353 /KwH	
Total Biaya	=	Rp 1.833.877.684 /Tahun	
Loading Arm Oil Cons.	=	21 Liter/Jam	
Lama Bongkar Muat	=	903,31 Jam	
BBM Terpakai	=	18.969,51 Liter	
Harga Bahan Bakar	=	5.500,00 /Liter	
Biaya Loading Arm	=	Rp 104.332.322 /Tahun	

Biaya Penggunaan Pompa (Pompa Produk)	=	Rp 611.292.561
3 Biaya Penggunaan Loading Arm (Loading Arm)	=	Rp 1.833.877.684 /Tahun
3 Biaya Penggunaan Alat	=	Rp 312.996.967 /Tahun
	=	Rp 2.146.874.651 /Tahun

Biaya Operasional Pelabuhan	=	Rp 9.139.889.517,83
-----------------------------	---	---------------------

Biaya Operasional Pelabuhan Badas

1. Biaya Perkantoran dan Perawatan Fasilitas dan Operasional Alat

Gaji pegawai = 1 Operational Head	Rp 15.000.000 /Orang	Rp 15.000.000
1 Sekretaris	Rp 8.000.000 /Orang	Rp 8.000.000
5 Manager	Rp 12.000.000 /Orang	Rp 60.000.000
18 Staff	Rp 7.000.000 /Orang	Rp 126.000.000
12 Petugas Lapangan	Rp 7.000.000 /Orang	Rp 84.000.000
		Rp 3.516.000.000 /Tahun

2. Biaya Perawatan Alat (2% dari biaya Investasi)

Pajak (1.5% dari Biaya Investasi)

Dermaga	=	2.767.339.190,30	/Tahun
Pompa	=	Rp 97.387.500	/Tahun
Pipa	=	Rp 100.774.800	/Tahun
Tanki Timbun	=	Rp 95.550.000	/Tahun
Lapangan Parkir Umum	=	Rp 9.312.377	/Tahun
Perkantoran	=	Rp 147.000.000	/Tahun
Fasilitas Umum	=	Rp 70.000.000	/Tahun
Pengolahan Limbah	=	Rp 17.500.000	/Tahun
Pompa dan Penyimpanan Air	=	Rp 8.750.000	/Tahun
Gedung Damkar	=	Rp 17.500.000	/Tahun
Gardu Induk Listrik	=	Rp 68.250.000	/Tahun
Loading Arm	=	Rp 1.228.500	/Tahun
Flow Meter	=	Rp 19.110.000	/Tahun
Genset	=	Rp 118.300.000	/Tahun
		3.419.702.366,80	/Tahun

3. Biaya Operasional Alat (Pompa)

Product Oil Pump	=	500	KW
Lama Bongkar Muat	=	191,1228429	jam
Jumlah Pemakaian	=	95.561	KwH
Harga Listrik	=	Rp 1.353	/KwH
Loading Arm Oil Cons.	=	21	Liter/Jam
Lama Bongkar Muat	=	191,12	Jam
BBM Terpakai	=	4.013,58	Liter
Harga Bahan Bakar	=	5.500,00	/Liter
Biaya Loading Arm	=	Rp 22.074.688	/Tahun

Biaya Penggunaan Pompa	=	Rp 129.337.606
3 (Pompa Produk)	=	Rp 388.012.818 /Tahun
Biaya Penggunaan Loading Arm	=	Rp 22.074.688
3 (Loading Arm)	=	Rp 66.224.065 /Tahun
Biaya Penggunaan Alat	=	Rp 454.236.883 /Tahun

Biaya Operasional Pelabuhan	=	Rp	7.389.939.249,39
-----------------------------	---	----	-------------------------

Biaya Operasional Pelabuhan Bima

1. Biaya Perkantoran dan Perawatan Fasilitas dan Operasional Alat

Gaji pegawai = 1 Operational Head	Rp 15.000.000 /Orang	Rp 15.000.000
1 Sekretaris	Rp 8.000.000 /Orang	Rp 8.000.000
5 Manager	Rp 12.000.000 /Orang	Rp 60.000.000
18 Staff	Rp 7.000.000 /Orang	Rp 126.000.000
12 Petugas Lapangan	Rp 7.000.000 /Orang	Rp 84.000.000
		Rp 3.516.000.000 /Tahun

2. Biaya Perawatan Alat (2% dari biaya Investasi)

Pajak (1.5% dari Biaya Investasi)

Dermaga	=	2.767.339.190,30	/Tahun
Pompa	=	Rp 97.387.500	/Tahun
Pipa	=	Rp 100.774.800	/Tahun
Tanki Timbun	=	Rp 95.550.000	/Tahun
Lapangan Parkir Umum	=	Rp 9.312.377	/Tahun
Perkantoran	=	Rp 147.000.000	/Tahun
Fasilitas Umum	=	Rp 70.000.000	/Tahun
Pengolahan Limbah	=	Rp 17.500.000	/Tahun
Pompa dan Penyimpanan Air	=	Rp 8.750.000	/Tahun
Gedung Damkar	=	Rp 17.500.000	/Tahun
Gardu Induk Listrik	=	Rp 68.250.000	/Tahun
Loading Arm	=	Rp 1.228.500	/Tahun
Flow Meter	=	Rp 19.110.000	/Tahun
Genset	=	Rp 118.300.000	/Tahun
		3.419.702.366,80 /Tahun	

3. Biaya Operasional Alat (Pompa)

Product Oil Pump	=	500 KW	
Lama Bongkar Muat	=	142,90 jam	
Jumlah Pemakaian	=	71.450 KwH	
Harga Listrik	=	Rp 1.353 /KwH	
Loading Arm Oil Cons.	=	21 Liter/Jam	
Lama Bongkar Muat	=	142,90 Jam	
BBM Terpakai	=	3.000,91 Liter	
Harga Bahan Bakar	=	5.500,00 /Liter	
Biaya Loading Arm	=	Rp 16.505.002 /Tahun	

Biaya Penggunaan Pompa	=	Rp 96.704.309
3 (Pompa Produk)	=	Rp 290.112.926 /Tahun
Biaya Penggunaan Loading Arm	=	Rp 16.505.002
3 (Loading Arm)	=	Rp 49.515.007 /Tahun
Biaya Penggunaan Alat	=	Rp 339.627.932 /Tahun
		Rp 5.265.495.660,87

Biaya Operasional Pelabuhan	=	Rp 7.275.330.299,24
-----------------------------	---	---------------------

Biaya Total Operasional Pelabuhan	=	Rp 34.087.995.793,61 /Tahun
-----------------------------------	---	-----------------------------

Microsoft Excel 14.0 Answer Report

Worksheet: [Combinatorial Tanker - Siap Sidang.xlsx]Sheet1

Report Created: 6/17/2016 11:05:32 PM

Result: Solver cannot improve the current solution. All Constraints are satisfied.

Solver Engine

Engine: Evolutionary

Solution Time: 199.744 Seconds.

Iterations: 0 Subproblems: 131616

Solver Options

Max Time 5000 sec, Iterations 5000, Precision 0.000001, Use Automatic Scaling

Convergence 0.0001, Population Size 100, Random Seed 123, Mutation Rate 0.025, Time w/o Improve 100 sec, Require Bounds

Max Subproblems 1000, Max Integer Sols 1000, Integer Tolerance 0.25%

Objective Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$I\$51	Jumlah Denda Kekurangan Pengiriman	Rp 7,798,018,745.92	-

Variable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value	Integer
\$F\$6	>= Jenis Cargo	1	2	Integer
\$F\$7	>= Jenis Cargo	2	3	Integer
\$F\$8	>= Jenis Cargo	1	1	Integer
\$F\$9	>= Jenis Cargo	1	1	Integer
\$F\$10	>= Jenis Cargo	3	2	Integer
\$F\$11	>= Jenis Cargo	1	2	Integer
\$F\$12	>= Jenis Cargo	2	1	Integer
\$F\$13	>= Jenis Cargo	2	1	Integer
\$F\$14	>= Jenis Cargo	2	2	Integer
\$F\$15	>= Jenis Cargo	2	2	Integer
\$E\$6	>= Volume	817 KL	915 KL	Contin
\$E\$7	>= Volume	817 KL	520 KL	Contin
\$E\$8	>= Volume	817 KL	759 KL	Contin
\$E\$9	>= Volume	817 KL	806 KL	Contin
\$E\$10	>= Volume	817 KL	909 KL	Contin
\$E\$11	>= Volume	817 KL	920 KL	Contin
\$E\$12	>= Volume	817 KL	832 KL	Contin
\$E\$13	>= Volume	817 KL	777 KL	Contin
\$E\$14	>= Volume	817 KL	805 KL	Contin
\$E\$15	>= Volume	817 KL	923 KL	Contin

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$E\$6	>= Volume	915 KL	\$E\$6<=\$C\$6	Not Binding	8.739379783
\$E\$7	>= Volume	520 KL	\$E\$7<=\$C\$7	Not Binding	404.2002762
\$E\$8	>= Volume	759 KL	\$E\$8<=\$C\$8	Not Binding	165.2076331
\$E\$9	>= Volume	806 KL	\$E\$9<=\$C\$9	Not Binding	117.4386895
\$E\$10	>= Volume	909 KL	\$E\$10<=\$C\$10	Not Binding	14.47195382
\$E\$11	>= Volume	920 KL	\$E\$11<=\$C\$11	Not Binding	3.508198492
\$E\$12	>= Volume	832 KL	\$E\$12<=\$C\$12	Not Binding	91.63323099
\$E\$13	>= Volume	777 KL	\$E\$13<=\$C\$13	Not Binding	146.7084007
\$E\$14	>= Volume	805 KL	\$E\$14<=\$C\$14	Not Binding	118.8161637
\$E\$15	>= Volume	923 KL	\$E\$15<=\$C\$15	Not Binding	1.342522332

\$E\$6	>= Volume	915 KL	\$E\$6>=0	Not Binding	915 KL
\$E\$7	>= Volume	520 KL	\$E\$7>=0	Not Binding	520 KL
\$E\$8	>= Volume	759 KL	\$E\$8>=0	Not Binding	759 KL
\$E\$9	>= Volume	806 KL	\$E\$9>=0	Not Binding	806 KL
\$E\$10	>= Volume	909 KL	\$E\$10>=0	Not Binding	909 KL
\$E\$11	>= Volume	920 KL	\$E\$11>=0	Not Binding	920 KL
\$E\$12	>= Volume	832 KL	\$E\$12>=0	Not Binding	832 KL
\$E\$13	>= Volume	777 KL	\$E\$13>=0	Not Binding	777 KL
\$E\$14	>= Volume	805 KL	\$E\$14>=0	Not Binding	805 KL
\$E\$15	>= Volume	923 KL	\$E\$15>=0	Not Binding	923 KL
\$F\$6	>= Jenis Cargo	2	\$F\$6<=3	Not Binding	1
\$F\$7	>= Jenis Cargo	3	\$F\$7<=3	Binding	0
\$F\$8	>= Jenis Cargo	1	\$F\$8<=3	Not Binding	2
\$F\$9	>= Jenis Cargo	1	\$F\$9<=3	Not Binding	2
\$F\$10	>= Jenis Cargo	2	\$F\$10<=3	Not Binding	1
\$F\$11	>= Jenis Cargo	2	\$F\$11<=3	Not Binding	1
\$F\$12	>= Jenis Cargo	1	\$F\$12<=3	Not Binding	2
\$F\$13	>= Jenis Cargo	1	\$F\$13<=3	Not Binding	2
\$F\$14	>= Jenis Cargo	2	\$F\$14<=3	Not Binding	1
\$F\$15	>= Jenis Cargo	2	\$F\$15<=3	Not Binding	1
\$F\$6	>= Jenis Cargo	2	\$F\$6>=0	Not Binding	2
\$F\$7	>= Jenis Cargo	3	\$F\$7>=0	Not Binding	3
\$F\$8	>= Jenis Cargo	1	\$F\$8>=0	Not Binding	1
\$F\$9	>= Jenis Cargo	1	\$F\$9>=0	Not Binding	1
\$F\$10	>= Jenis Cargo	2	\$F\$10>=0	Not Binding	2
\$F\$11	>= Jenis Cargo	2	\$F\$11>=0	Not Binding	2
\$F\$12	>= Jenis Cargo	1	\$F\$12>=0	Not Binding	1
\$F\$13	>= Jenis Cargo	1	\$F\$13>=0	Not Binding	1
\$F\$14	>= Jenis Cargo	2	\$F\$14>=0	Not Binding	2
\$F\$15	>= Jenis Cargo	2	\$F\$15>=0	Not Binding	2
\$F\$6:\$F\$15=Integer					

B. KAPAL CONTAINER

Model Pengiriman BBM via Container

No.	Port	O/D	Volume (KL/year)		Max LWS (m)	Maksimum Utility		Discharge Outfitting	IT+WT+AT (Jam/call)	Commodity Percentage	Max T (m)
			Load	Disc		BOR	SOR/YOR				
1	Manggis	O	557.849		-12	80%	80%	Harbour Pump	1	-	10,91
2	Ampenan	D1		407.786	-10	70%	80%	Ship Pump	1	73%	9,09
3	Badas	D2		85.871	-10	70%	80%	Ship Pump	1	15%	9,09
4	Bima	D3		64.192	-10	70%	80%	Ship Pump	1	12%	9,09
5	Supply	S	560.638,59	KL/Year							

1	Commision Days	330	Days	
2	Working Time	24	Hours	
3	Loading Rate	25	Box/Hour <i>(based on port)</i>	
4	Discharge Rate	25	Box/Hour <i>(based on ship)</i>	
5	Vs Ladden	13	Knot <i>(assumption)</i>	
6	Vs Ballast	13	Knot <i>(assumption)</i>	
7	Range DWT Max	25.000	ton <i>(based on port)</i>	
8	Range DWT Min	100	ton	
9	Kurs	Rp13.700	/ US\$	
10	Density of Premium	0,73	Ton/m3	
11	Density of Solar	0,82	Ton/m3	
12	Density of Kerosene	0,85	Ton/m3	
13	Density of Sea Water	1,025	Ton/m3	
14	Gravity Value	9,81	m/s2	
15	ISO Tank Capacity	24	KL/Unit	

Sea Time RTV			
O-D1-D2-D3 =	37,85	Hours	1,58 Days
D3-O =	32,92	Hours	1,37 Days
Port Time RTV			
Load. Time =	12,88	Hours	0,54 Days
Disc. Time =	12,88	Hours	0,54 Days
Round Trip Days			
	100,53	Hours	4,1887 Days
	Maximum RT =		79 Times
	Used RT =		73 Times

1	L/B	=	5,75	→	$3.5 < L/B < 10$	<i>Principle of Naval Architecture Vol. I hal. 19</i>	DITERIMA
2	B/T	=	2,10	→	$1.8 < B/T < 5$	<i>Principle of Naval Architecture Vol. I hal. 19</i>	DITERIMA
3	L/T	=	12,10	→	$10 < L/T < 30$	<i>Principle of Naval Architecture Vol. I hal. 19</i>	DITERIMA
4	L/16	=	5,66	→	$H > L/16$	BKI Vol. II Tahun 2006	DITERIMA

Port Distance (Nm)				
O/D	Manggis	Ampenan	Badas	Bima
Manggis	-	30 Nm	123 Nm	214 Nm
Ampenan	30 Nm	-	115 Nm	194 Nm
Badas	123 Nm	115 Nm	-	101
Bima	214 Nm	194 Nm	101 Nm	-
Sea Time Ballast (Hours)				
			13 Knot	
	Manggis	Ampenan	Badas	Bima
Manggis		4,615384615	18,9	32,9
Ampenan			17,7	29,8
Badas				15,5
Bima				
Port Time Load (Hours)				
			25 Box/Hour	
	Manggis	Ampenan	Badas	Bima
Manggis		25,76	25,76	25,76
Ampenan			25,76	25,76
Badas				25,76
Bima				
Port Time Discharge (Hours)				
			25 Box/Hour	
	Manggis	Ampenan	Badas	Bima
Manggis		18,48	12,88	12,88
Ampenan			4,16	12,88
Badas				3,12
Bima				
Sea Time Ladden (Hours)				
			13 Knot	
	Manggis	Ampenan	Badas	Bima
Manggis		4,615384615	18,92307692	32,9
Ampenan			17,7	29,8
Badas				15,5
Bima				

1	LOA	=		99,68	m	(Assumption Lpp + 10% Lpp)
2	LPP	=		90,62	m	(Reggretion of Container Formula)
3	B	=		15,75	m	(Reggretion of Container Formula)
4	H	=		7,49	m	(Reggretion of Container Formula)
5	T	=		5,94	m	(Reggretion of Container Formula)
6	Kapital Kapal	=	Rp	28.621.333	US\$/day	(Based on Sip Price)
7	Vs	=		6,6872	m/s	

Kebutuhan Per Tahun				
Depot	Premium (Liter)	Solar (Liter)	Kerosene (Liter)	Total (Liter)
Ampenan	187.864,27	216.013,23	3.908,84	407.786,34
Badas	19.373,66	46.574,22	19.923,18	85.871,05
Bima	21.178,57	32.593,69	10.419,69	64.191,95
Total	228.416,50	295.181,13	34.251,71	557.849,34

Kebutuhan Per Hari				
Depot	Premium (KL)	Solar (KL)	Kerosene (KL)	Total (KL)
Ampenan	569,29	654,59	11,84	1.235,72
Badas	58,71	141,13	60,37	260,22
Bima	64,18	98,77	31,57	194,52
Total	692,17	894,49	103,79	1.690,45

Kebutuhan Per RT				
	Premium (KL)	Solar (KL)	Kerosene (KL)	Total (KL)
Ampenan	2.385	2.742	50	5.176
Badas	246	591	253	1.090
Bima	269	414	132	815
	2.899	3.747	435	7.081

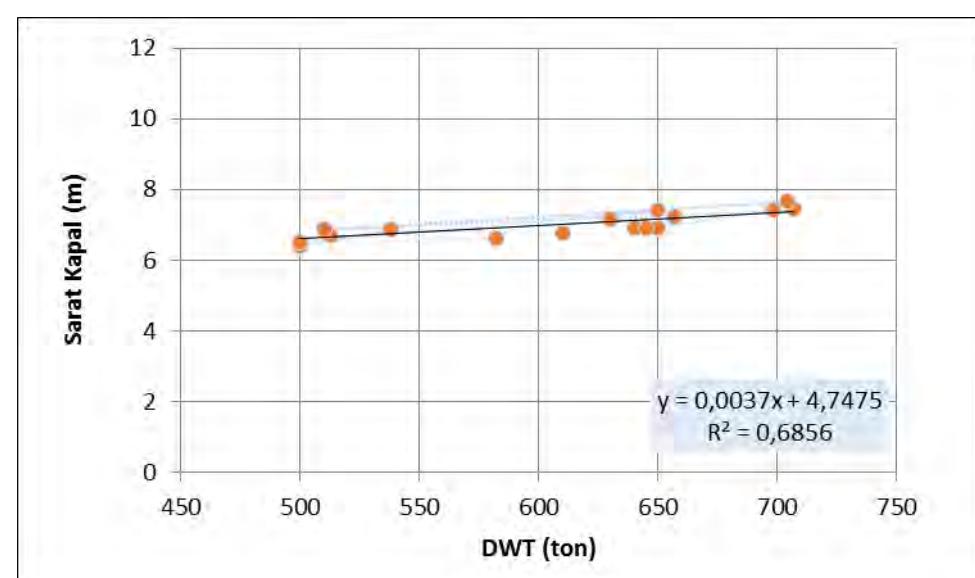
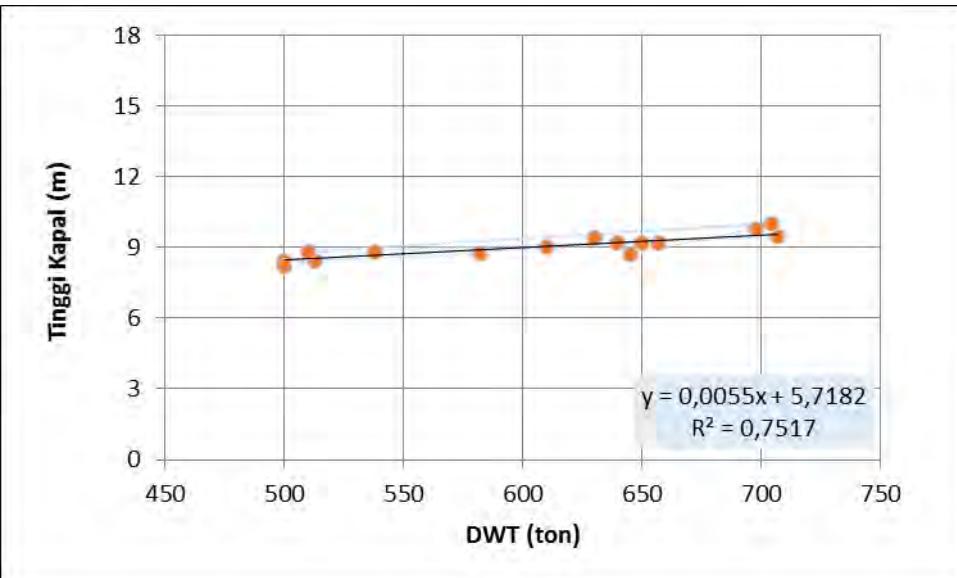
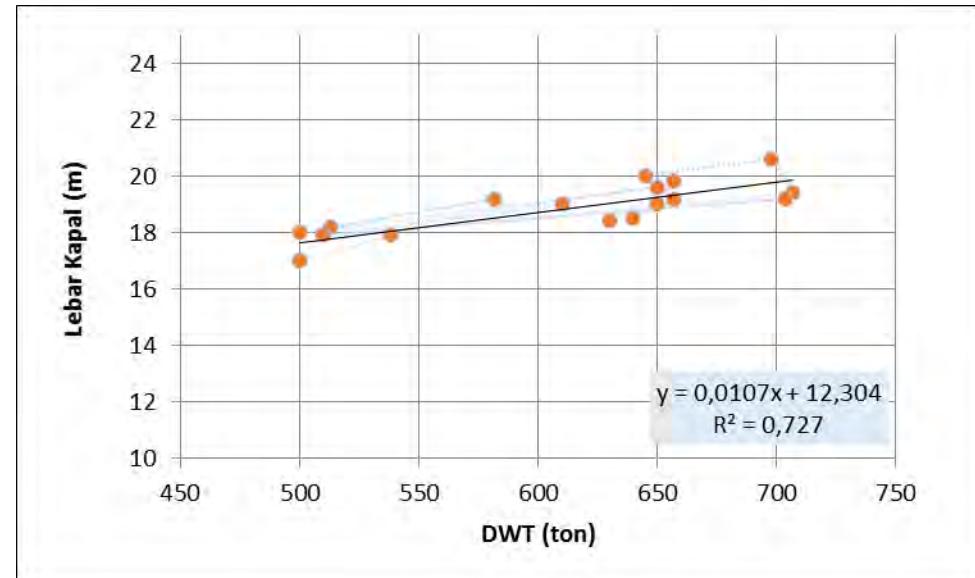
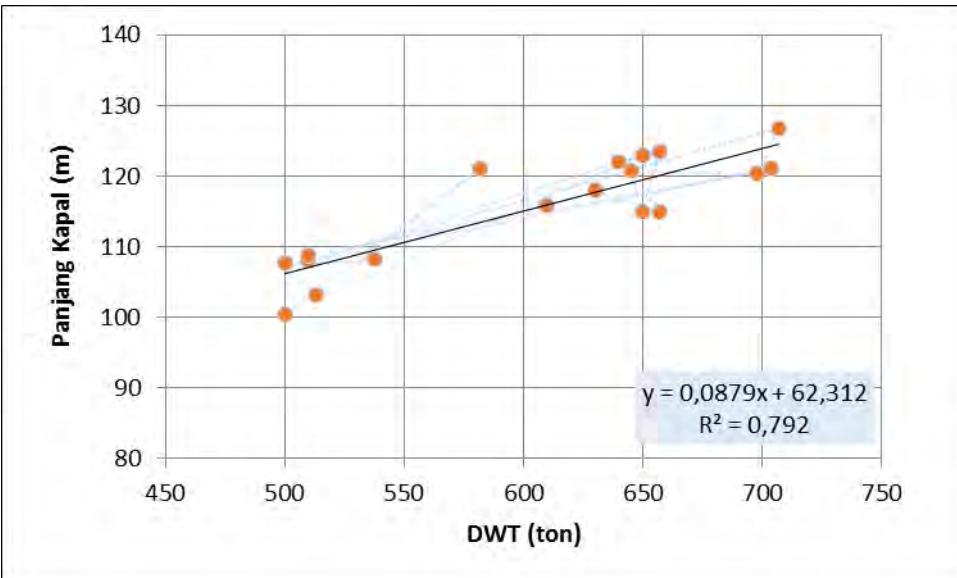
	Premium (Liter)	Solar (Liter)	Kerosene (Liter)	Total (Liter)
Ampenan	189.549	209.270	4.145	402.964
Badas	20.190	49.493	20.747	90.430
Bima	22.134	34.256	10.854	67.244
Total	231.874	293.018	35.747	560.639

Pengiriman Model Baru (*Solver Optimization*)

	Premium (KL)	Solar (KL)	Kerosene (KL)	Total (KL)	ISO-Tank
Ampenan	2.597	2.867	57	6.645	231 TEUs
Badas	277	678	284	1.206	52 TEUs
Bima	303	469	149	865	39 TEUs
Payload	3.176	4.014	490	7.680	322 TEUs
Massa	2.319	3.291	416	6.026	644 ton

Perhitungan Ukuran Kapal Container

No.	Nama Kapal	Tipe Kapal	Tahun	DWT(ton)	TEUs	Lpp(m)	B(m)	H(m)	T(m)	Vs(Knot)	Klasifikasi
1	Berta	Container Ship	2004	7400	630	117,92	18,4	9,4	7,14	13	Germanicher Lloyd's
2	Maple Leaf 25	Container Ship	2005	7661	657	115	19,8	9,2	7,2	13	China Classification
3	Huang Hang 1	Container Ship	2006	7472	640	122	18,5	9,2	6,9	13	China Classification
4	MSC Longoni	Container Ship	2002	8015	657	123,4	19,2	9,2	7,22	13	Germanicher Lloyd's
5	Meratus Ambon	Container Ship	2002	8122	650	115	19	9,2	6,9	13	BKI
6	Meratus Banjar	Container Ship	2006	7953	645	120,7	20	8,7	6,9	13	BKI
7	Pengalia	Container Ship	2008	8267	698	120,34	20,6	9,8	7,4	13	Bureau Veritas
8	Huang Dao	Container Ship	2010	8683	707	126,8	19,4	9,45	7,44	13	Germanicher Lloyd's
9	Uranus	Container Ship	2012	6541	510	108	17,9	8,8	6,86	13	Germanicher Lloyd's
10	Ventura	Container Ship	2008	7746	650	122,99	19,6	9,2	7,4	13	Bureau Veritas
11	Marcopolo	Container Ship	2009	6000	500	100,4	18	8,4	6,5	13	Bureau Veritas
12	Fast Proven	Container Ship	2006	8049	582	121,11	19,2	8,72	6,6	13	Bureau Veritas
13	Southern Pearl	Container Ship	2003	6030	513	103,2	18,2	8,4	6,7	13	LSR
14	Teluk Bintuni	Container Ship	2008	6792	500	107,6	17	8,2	6,4	13	BKI
15	Atlas Wave	Container Ship	2004	6560	538	108,16	17,9	8,8	6,86	13	Germanicher Lloyd's
16	Teluk Flaminggo	Container Ship	2008	6792	500	107,6	17	8,2	6,5	13	BKI
17	Tinka	Container Ship	2002	6580	510	108	17,9	8,8	6,86	13	Germanicher Lloyd's
18	Katrina	Container Ship	2010	8483	704	121	19,2	10	7,65	13	Germanicher Lloyd's
19	Promibeliver	Container Ship	2012	6620	510	108,77	17,9	8,8	6,87	13	Germanicher Lloyd's
20	Biendong Trader	Container Ship	2006	7101	610	115,74	19	9	6,76	13	Germanicher Lloyd's



Perhitungan Koefisien dan Ukuran Utama Lainnya

1. Koefisien Blok (Watson & Gilfillan)

$$\begin{aligned} C_B &= -4.22 + 27.8 \sqrt{F_n} - 39.1 F_n + 46.6 F_n^3 \\ &= 0,71 \end{aligned} \quad (\textit{Parametric Ship Design hal. 11-12})$$

2. Koefisien Luas Midship (Series '60)

$$\begin{aligned} C_M &= 0.977 + 0.085 (C_B - 0.60) \\ &= 0,99 \end{aligned} \quad (\textit{Parametric Ship Design hal. 11-12})$$

3. Koefisien Prismatik

$$\begin{aligned} C_x &= C_m \\ C_p &= C_b/C_x \\ &= 0,72 \end{aligned} \quad (\textit{Parametric Ship Design hal. 11-10})$$

4. Koefisien Bidang Garis Air

$$\begin{aligned} C_{WP} &= C_b/(0.471+(0.551*C_b)) \\ &= 0,83 \end{aligned} \quad (\textit{Parametric Ship Design hal. 11-16})$$

5. Panjang Garis Air

$$\begin{aligned} L_{WL} &= 104\% \cdot LPP \\ &= 94,24 \text{ m} \end{aligned}$$

6. Fn

$$\begin{aligned} F_n &= V_s / \sqrt(g \cdot L) \\ &= 0,220 \end{aligned} \quad (\textit{Principle of Naval Architecture Vol. II hal. 58})$$

Syarat Fn = $0,15 \leq F_n \leq 0,3$

Hull

Volume Deckhouse

• Volume Boat
panjang (LD2) = 15%.L = 13,592 m
lebar (BD2) = B - 2m = 13,349 m
tinggi (hD2) = asumsi 2,5 m = 2,5 m
VDH.layer II = LD2.BD2.hD2 = 453,62 m ³

• Volume Navigation

panjang (LD4) = 7,5%.L = 6,796 m
lebar (BD4) = B - 6m = 9,749 m
tinggi (hD4) = asumsi 2,5 m = 2,5 m
VDH.layer IV = LD4.BD4.hD4 = 165,647 m ³

• Volume Layer :

V Layer II =	453,625 m ³
V Layer III =	266,170 m ³
V Layer IV =	165,647 m ³
V Wheelhouse =	87,777 m ³
V Total (deckhouse) =	973,219 m ³
h camber =	0,315 m
C3 =	0,515 (<i>Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 156</i>)

Volume Superstructure

• Volume Forecastle
panjang (LF) = 10%.L = 13,592 m
lebar (BF) = selebar kapal = 15,749 m
tinggi (hF) = asumsi 2,5 m = 2,5 m
VForecastle = 0,5.LF.BF.HF = 535,179 m ³

• Volume wheel house

panjang (LWH) = 5%.L = 4,531 m
lebar (BWH) = B - 8m = 7,749 m
tinggi (hWH) = asumsi 2,5 m = 2,5 m
VDH.wheel house = LWH.BWH.hWH = 87,777 m ³

• Volume Bridge

panjang (LD3) = 10%.L = 9,062 m
lebar (BD3) = B - 4m = 11,749 m
tinggi (hD3) = asumsi 2,5 m = 2,5 m
VDH.layer III = LD3.BD3.hD3 = 266,170 m ³

• Volume Poop

panjang (Lp) = 20%.L = 18,123 m
lebar (Bp) = selebar kapal = 15,749 m
tinggi (hp) = asumsi 2,5 m = 2,5 m
VPoop = Lp.Bp.hp = 713,5722403 m ³

• Volume Total

$$VA = VForecastle + VPoop \\ = 1248,75142 \text{ m}^3$$

• Volume Deck House

$$\begin{aligned} VDH &= VDH.layer II + VDH.layer \\ &\quad III + VDH.layer IV \\ &\quad VDH.Wheel House \\ &= 973,2 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

0,515 (*Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 156*)

• **Steel Weight :**

(Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 154-156)
dengan

Cso =	0,073 t/m3
Δ =	10642,10 ton
u =	2,027 -(0,5*u+0,1*u^2*4,45) = -1,57819848
Cs =	0,086
DA =	9,046
V superstructure =	1248,751 m3
V deckhouse =	973,219 m3
Cbd =	0,736
C1 =	0,104
Vu =	Vd + Vs + Vb + V1
V deck =	7868,104 m3
V sheer =	0 (asumsi kapal w/o sheer)
V camber =	231,647 m3
V hatchway =	72,046 m3
Vu =	8171,797 m3

$$W_{st} = L \cdot B \cdot DA \cdot Cs \text{ (including superstructure + deckhouse)}$$

W steel = 1.112,93 ton

MACHINERY

DATA OF MAIN ENGINE

Main Engine =	MAN B&W
	9M25C
Max Power =	2.610 kW
=	3.549 HP
Revolution (n) =	110 rpm
Weight =	7,488 ton

DATA OF AUXILARY ENGINE

Auxiliary Engine =	CATERPILLAR
	C32
Max Power =	688 kW
=	935 HP
Weight =	7,1 ton

Dimension :	Lenght =	2.465 mm
	Height =	2.223 mm
	Width =	2.037 mm

Dimension :	Lenght =	4.276 mm
	Height =	1.800 mm
	Width =	1.671 mm

• **Main Engine**

$$W_{ME} = **7,488 ton**$$

• **Auxiliary Engine**

$$W_{AE} = **14,262 ton** \quad W_{AE}/Unit = **7,131 ton**$$

• **Shafting**

(Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 175)
 $W_s = I_p \cdot 0,081(PD/n)^2/3$ (asumsi material memiliki tensile strength 700N/mm²)
 3,53 ton $ds = 0,310 \text{ m}$
 n (rpm)= 110 $I_p = 6$ (asumsi panjang shaft 6 meter)

• **Gearbox**

$W_{gr} = 0,37(PB/n)$ $n = 110$ (asumsi rpm propeller)
7,53 ton

• **Propeller**

(Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 175)

$W_p = D_3 \cdot K$ (asumsi material berbahan 'manganese bronze')
0,862 ton $z = 4$ (asumsi menggunakan 4 daun)
 $D = 2,550$
 $AE/AO = 0,4$ (PNA vol II ; page 166)
 $K = 0,052$ (Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 176)

• **Other Weight**

(Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 177)

$M = (0,04 \sim 0,07)P$ $C = 0,15$ (Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 175)
90 ton $P = 2610 \text{ kW}$

Wother = M.C

13 ton

W machinery = 39,571 ton

Equipment & Outfitting

• Group I (Accommodation)

(*Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 171-172*)

Wa = Ca.Acommodation Vol

Ca = 60 kg/m³

Wsuperstructure =	74925,08523	Vol Superstructure =	1248,751 m ³
Wlayer II =	27217,49761	Vol Layer II =	453,625 m ³
Wlayer III =	15970,21921	Vol Layer III =	266,170 m ³
Wlayer IV =	9938,808906	Vol Layer IV =	165,647 m ³
Wwheelhouse =	5266,64	Vol Wheelhouse =	87,777 m ³

Wa = **133,3182466** ton

• Group II (Miscellaneous)

(*Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 172*)

C = 0,18 ton/m²

(0.18 ton/m² < C < 0.26 ton/m²)

Wm = (LBD)2/3.C = **87,33897397** ton

W E&O = 220,657 ton

LWT TOTAL

MACHINERY WEIGHT =	39,571 ton
EQUIPMENT AND OUTFIT WEIGHT =	220,657 ton
STEEL WEIGHT =	1112,934 ton

LWT TOTAL = 1373,162 ton

DWT TOTAL = 5075,454248 ton

Perhitungan Biaya Bahan Bakar Kapal Container

➤ Penentuan & Spesifikasi Mesin Utama

MCR Mesin

BHP	= 1806,40 KW	2709,59 kW	=	188 g/kWh
	= 2455,98 HP		=	256 g/BHP

Mesin

Merk	= CATERPILLAR
Type	= 6M25C

Konsumsi Fuel Oil

Cylinder Oil	=	0,805263158 g/kWh
--------------	---	-------------------

Daya Mesin yang digunakan

Daya	= 2000 kW
	= 2719 HP
Jumlah ME	= 1 Unit

Konsumsi Lubricating Oil

Biaya BBM ME	=	\$ 463.072 /tahun
	=	Rp 6.344.090.216,03 /tahun

No	Merk	Tipe	Daya (kW)	SFOC (g/kW/hr)	SLOC (g/kW/hr)	Mesin yang memungkinkan	Oil Consumption /year (ton)		Biaya BBM ME	Lube Oil Consumption /year (ton)	Biaya Lube ME	Total Biaya BBM ME
							SFOC	(ST x SFOC x POWER)				
1	CATERPILLAR	6M20C	370	186	0,5	0	0	0	\$ 0,00	0,0	\$ -	\$ -
2	CATERPILLAR	6M20C	460	186	0,5	0	0	0	\$ 0,00	0,0	\$ -	\$ -
3	CATERPILLAR	6M20C	580	187	0,5	0	0	0	\$ 0,00	0,0	\$ -	\$ -
4	CATERPILLAR	6M20C	670	189	0,5	0	0	0	\$ 0,00	0,0	\$ -	\$ -
5	CATERPILLAR	8M20C	840	189	0,6	0	0	0	\$ 0,00	0,0	\$ -	\$ -
6	CATERPILLAR	6M20C	1020	189	0,6	0	0	0	\$ 0,00	0,0	\$ -	\$ -
7	CATERPILLAR	6M20C	1080	191	0,6	0	0	0	\$ 0,00	0,0	\$ -	\$ -
8	CATERPILLAR	6M20C	1140	190	0,6	0	0	0	\$ 0,00	0,0	\$ -	\$ -
9	CATERPILLAR	6M20C	1200	192	0,7	0	0	0	\$ 0,00	0,0	\$ -	\$ -
10	CATERPILLAR	8M20C	1360	189	0,7	0	0	0	\$ 0,00	0,0	\$ -	\$ -
11	CATERPILLAR	8M20C	1440	191	0,7	0	0	0	\$ 0,00	0,0	\$ -	\$ -
12	CATERPILLAR	8M20C	1520	190	0,7	0	0	0	\$ 0,00	0,0	\$ -	\$ -
13	CATERPILLAR	8M20C	1600	192	0,7	0	0	0	\$ 0,00	0,0	\$ -	\$ -
14	CATERPILLAR	9M20C	1530	189	0,7	0	0	0	\$ 0,00	0,0	\$ -	\$ -
15	CATERPILLAR	9M20C	1620	191	0,8	0	0	0	\$ 0,00	0,0	\$ -	\$ -
16	CATERPILLAR	9M20C	1710	190	0,8	0	0	0	\$ 0,00	0,0	\$ -	\$ -
17	CATERPILLAR	9M20C	1800	192	0,8	0	0	0	\$ 0,00	0,0	\$ -	\$ -
18	CATERPILLAR	6M25C	2000	188	0,8	1	188	1942	\$ 462.308,78	0,62	6,4	\$ 764 \$ 463.072
19	CATERPILLAR	8M25C	2320	185	0,8	1	185	2217	\$ 527.720,55	0,62	7,4	\$ 886 \$ 528.606
20	CATERPILLAR	8M25C	2400	185	0,8	1	185	2294	\$ 545.917,81	0,62	7,6	\$ 916 \$ 546.834
21	CATERPILLAR	8M25C	2666	187	0,9	1	187	2576	\$ 612.979,63	0,62	8,5	\$ 1.018 \$ 613.997
22	CATERPILLAR	9M25C	2610	185	0,8	1	185	2494	\$ 593.685,62	0,62	8,3	\$ 996 \$ 594.682
23	CATERPILLAR	9M25C	2700	185	0,8	1	185	2580	\$ 614.157,54	0,62	8,6	\$ 1.031 \$ 615.188
24	CATERPILLAR	9M25C	3000	189	0,8	0	0	0	\$ 0,00	0,0	0,0	\$ -
25	MAN B&W	6L21/31	1290	195	0,9	0	0	0	\$ 0,00	0,0	0,0	\$ -
26	MAN B&W	7L21/31	1505	195	0,8	0	0	0	\$ 0,00	0,0	0,0	\$ -
27	MAN B&W	8L21/31	1720	195	0,8	0	0	0	\$ 0,00	0,0	0,0	\$ -
28	MAN B&W	9L21/31	1935	195	0,8	1	195	1949	\$ 463.937,92	0,62	6,2	\$ 739 \$ 464.677
29	MAN B&W	6L23/30A	960	194	1,0	0	0	0	\$ 0,00	0,0	0,0	\$ -
30	MAN B&W	8L23/30A	1280	194	1,0	0	0	0	\$ 0,00	0,0	0,0	\$ -
31	MAN B&W	5L27/38	1500	194	1,0	0	0	0	\$ 0,00	0,0	0,0	\$ -
32	MAN B&W	5L27/38	1600	194	1,0	0	0	0	\$ 0,00	0,0	0,0	\$ -
33	MAN B&W	6L27/38	1980	194	1,0	1	194	1984	\$ 472.299,68	0,62	6,3	\$ 756 \$ 473.049
34	MAN B&W	7L27/38	2310	196	1,0	1	196	2339	\$ 556.688,62	0,62	7,3	\$ 882 \$ 557.570
35	MAN B&W	8L27/38	2640	196	1,0	1	196	2673	\$ 636.215,57	0,62	8,4	\$ 1.008 \$ 637.223
36	MAN B&W	9L27/38	2970	196	1,0	0	0	0	\$ 0,00	0,0	0,0	\$ -
37	MAN B&W	6L28/32A	1470	194	1,0	0	0	0	\$ 0,00	0,0	0,0	\$ -
38	MAN B&W	7L28/32A	1715	194	1,0	0	0	0	\$ 0,00	0,0	0,0	\$ -
39	MAN B&W	8L28/32A	1960	194	1,0	1	194	1964	\$ 467.522,04	0,62	6,2	\$ 748 \$ 468.270
40	MAN B&W	9L28/32A	2205	194	1,0	1	194	2210	\$ 525.962,30	0,62	7,0	\$ 842 \$ 526.804
41	MAN B&W	6L28/32A	3000	189	0,9	0	0	0	\$ 0,00	0,0	0,0	\$ -
42	MAN B&W	7L28/32A	3500	195	0,8	0	0	0	\$ 0,00	0,0	0,0	\$ -
43	MAN B&W	8L28/32A	4000	195	0,8	0	0	0	\$ 0,00	0,0	0,0	\$ -
44	MAN B&W	9L28/32A	4500	195	0,8	0	0	0	\$ 0,00	0,0	0,0	\$ -
45	MAN B&W	6L28/32A	5000	195	0,8	0	0	0	\$ 0,00	0,0	0,0	\$ -
46	MAN B&W	7L28/32A	5500	194	1,0	0	0	0	\$ 0,00	0,0	0,0	\$ -
47	MAN B&W	8L28/32A	6000	194	1,0	0	0	0	\$ 0,00	0,0	0,0	\$ -
48	MAN B&W	9L28/32A	6500	194	1,0	0	0	0	\$ 0,00	0,0	0,0	\$ -
49	MAN B&W	6L28/32A	7000	194	1,0	0	0	0	\$ 0,00	0,0	0,0	\$ -
50	MAN B&W	7L28/32A	7500	189	1,1	0	0	0	\$ 0,00	0,0	0,0	\$ -
51	MAN B&W	8L28/32A	8000	192	1,1	0	0	0	\$ 0,00	0,0	0,0	\$ -
52	MAN B&W	9L28/32A	8500	194	1,1	0	0	0	\$ 0,00	0,0	0,0	\$ -
Mesin No Urut							18		\$ 463.072			

➤ Penentuan & Spesifikasi Mesin Pembantu

MCR Mesin

BHP	=	451,60 KW	903,20 kW	=	215 g/kWh
	=	613,99 HP		=	292 g/BPh

Mesin

Merk	=	CATERPILLAR	Konsumsi Lubricating Oil
Type	=	C18	Cylinder Oil = 1,075 g/kWh

Total Biaya

Daya Mesin yang digunakan			
Daya	=	465 kW	Biaya BBM AE = \$ 1.268.011
	=	632 HP	
Jumlah AE	=	2 Unit	= Rp 17.371.748.103,19

NO	Merk	Type	BHP	kW	rpm	U.S. g/h	SFOC (g/bkW-hr)	SLOC (g/bkW-hr)	Mesin yang memungkinkan	Oil Consumption /year (ton)		Biaya BBM AE \$ 432,00	Lube Oil Consumption /year (ton)		Biaya Lub AE \$ 120,00	Total Biaya BBM AE
										SFOC	(Seetime x sfoc x power)		SLOC	(RTD x SFOC x POWER)		
1	CATERPILLAR	C9	253	189	1800	13,7	228,8	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -	\$ -
2	CATERPILLAR	C9	311	232	1800	16,9	229,5	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -	\$ -
3	CATERPILLAR	C9	361	269	1800	17,9	211,7	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -	\$ -
4	CATERPILLAR	C9	217	162	1500	10,9	212,1	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -	\$ -
5	CATERPILLAR	C9	253	189	1500	12,9	209	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -	\$ -
6	CATERPILLAR	C9	288	215	1500	14,2	206,6	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -	\$ -
7	CATERPILLAR	C15	536	400	1800	27,4	218,8	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -	\$ -
8	CATERPILLAR	C15	540	403	1800	27,4	218,8	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -	\$ -
9	CATERPILLAR	C18	404	301	1500	19,9	210	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -	\$ -
10	CATERPILLAR	C18	514	383	1500	25,2	209	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -	\$ -
11	CATERPILLAR	C18	587	438	1500	28,7	208	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -	\$ -
12	CATERPILLAR	C18	660	492	1500	32,3	209	1,0	1	209	755	\$ 651.989	1	0,9	\$ 112	\$ 652.101
13	CATERPILLAR	C18	499	372	1800	25,4	217	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -	\$ -
14	CATERPILLAR	C18	624	465	1800	31,5	215	1,1	1	215	734	\$ 633.899	1	0,9	\$ 106	\$ 634.005
15	CATERPILLAR	C32	791	590	1500	37,9	203,8	1,0	1	203,8	882	\$ 762.404	1	1,1	\$ 134	\$ 762.538
16	CATERPILLAR	C32	864	688	1500	44	203	1,0	1	203	1025	\$ 885.551	1	1,3	\$ 157	\$ 885.707
17	CATERPILLAR	C32	1172	874	1500	57	207	1,0	1	207	1328	\$ 1.147.125	1	1,7	\$ 199	\$ 1.147.324
18	CATERPILLAR	C32	916	683	1800	45,3	210,8	1,1	1	210,8	1057	\$ 912.894	1	1,3	\$ 156	\$ 913.049
19	CATERPILLAR	C32	1047	781	1800	51,8	210,4	1,1	1	210,4	1206	\$ 1.041.899	1	1,5	\$ 178	\$ 1.042.077
20	CATERPILLAR	C32	1333	994	1800	64,9	207,2	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -	\$ -
21	CATERPILLAR	C33	1500	1024	1800	30,7	209	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -	\$ -
22	CATERPILLAR	C34	1700	1242	1500	34,3	206,6	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -	\$ -
23	CATERPILLAR	C35	2153	1478	1500	27,4	218,8	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -	\$ -
24	CATERPILLAR	C36	2337	1692	1500	33,5	218,8	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -	\$ -
25	CATERPILLAR	C37	2745	1902	1800	39,9	210	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -	\$ -
26	CATERPILLAR	C38	3000	2129,4	1800	46	209	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -	\$ -
27	CATERPILLAR	C39	3254	2350	1800	59	208	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -	\$ -
28	CATERPILLAR	C40	3559	2570,6	2000	47,3	209	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -	\$ -
29	CATERPILLAR	C41	3749	2791,2	2000	53,8	217	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -	\$ -
30	CATERPILLAR	C42	4000	3011,8	2000	66,9	215	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -	\$ -

Mesin No Urut 14 \$ 634.005

Biaya Investasi Pelabuhan

Biaya Investasi Pelabuhan Manggis			Biaya Investasi	Umur Ekonomis	Biaya Kapital
Panjang Dermaga	=	149,7 m	Rp 63.819.985.335	40 tahun	Rp 1.595.499.633
Lebar Dermaga	=	24,1 m			
ISO-Tank Container	=	644 Unit	Rp 142.324.000.000	30 tahun	Rp 4.744.133.333
Jumlah Mobile Crane	=	1 Unit	Rp 91.000.000.000	35 tahun	Rp 2.600.000.000
CFS	=	695,52 m ²	Rp 12.284.165.739	30 tahun	Rp 409.472.191
Lapangan Penumpukan	=	644 TEUs	Rp 3.868.781.314	40 tahun	Rp 96.719.533
	=	2.318 m ²			
Lapangan Parkir Umum	=	150 m ²	Rp 266.067.900	40 tahun	Rp 6.651.698
Tanah	=	17.167,74 m ²	Rp 257.516.070.000	40 tahun	Rp 6.437.901.750
Perkantoran	=	700 m ²	Rp 4.200.000.000	40 tahun	Rp 105.000.000
Fasilitas Umum	=	400 m ²	Rp 2.000.000.000	15 tahun	Rp 133.333.333
Pengolahan Limbah	=	100 m ²	Rp 500.000.000	20 tahun	Rp 25.000.000
Bunker BBM	=	200 m ²	Rp 1.000.000.000	10 tahun	Rp 100.000.000
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	200 m ²	Rp 1.000.000.000	10 tahun	Rp 100.000.000
Gedung Pemadam Kebakaran	=	50 m ²	Rp 250.000.000	30 tahun	Rp 8.333.333
Gardu Induk Listrik	=	100 m ²	Rp 500.000.000	20 tahun	Rp 25.000.000
Lapangan Parkir Truck Petikemas	=	300 m ²	Rp 532.135.800	30 tahun	Rp 17.737.860
Truck Petikemas	=	1 Unit	Rp 543.400.000	30 tahun	Rp 18.113.333
Reach Stacker	=	1 Unit	Rp 2.080.000.000	30 tahun	Rp 69.333.333
			Rp 580.529.070.287		Rp 16.492.229.331,67

Biaya Investasi Pelabuhan Ampenan			Biaya Investasi	Umur Ekonomis	Biaya Kapital
Panjang Dermaga	=	149,7 m	Rp 63.819.985.335	40 tahun	Rp 1.595.499.633
Lebar Dermaga	=	24,1 m			
ISO-Tank Container	=	231 Unit	Rp 51.051.000.000	30 tahun	Rp 1.701.700.000
Jumlah Mobile Crane	=	1 Unit	Rp 91.000.000.000	35 tahun	Rp 2.600.000.000
CFS	=	2496,7738 m	Rp 44.097.629.359	30 tahun	Rp 1.469.920.979
Lapangan Penumpukan	=	462 TEUs	Rp 2.775.430.073	40 tahun	Rp 69.385.752
	=	1.663 m ²			
Lapangan Parkir Umum	=	150 m ²	Rp 266.067.900	40 tahun	Rp 6.651.698
Tanah	=	17.167,74 m ²	Rp 257.516.070.000	50 tahun	Rp 5.150.321.400
Perkantoran	=	700 m ²	Rp 4.200.000.000	40 tahun	Rp 105.000.000
Fasilitas Umum	=	400 m ²	Rp 2.000.000.000	15 tahun	Rp 133.333.333
Pengolahan Limbah	=	100 m ²	Rp 500.000.000	20 tahun	Rp 25.000.000
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	200 m ²	Rp 1.000.000.000	10 tahun	Rp 100.000.000
Gedung Pemadam Kebakaran	=	50 m ²	Rp 250.000.000	30 tahun	Rp 8.333.333
Gardu Induk Listrik	=	100 m ²	Rp 500.000.000	20 tahun	Rp 25.000.000
Lapangan Parkir Truck Petikemas	=	300 m ²	Rp 532.135.800	30 tahun	Rp 17.737.860
Truck Petikemas	=	1 Unit	Rp 543.400.000	30 tahun	Rp 18.113.333
Reach Stacker	=	1 Unit	Rp 2.080.000.000	30 tahun	Rp 69.333.333
			Rp 552.834.659.966		Rp 13.095.330.654,65

Biaya Investasi Pelabuhan Badas			Biaya Investasi	Umur Ekonomis	Biaya Kapital
Panjang Dermaga	=	149,7 m	Rp 63.819.985.335	40 tahun	Rp 1.595.499.633
Lebar Dermaga	=	24,1 m			
ISO-Tank Container	=	52 Unit	Rp 11.492.000.000	30 tahun	Rp 383.066.667
Jumlah Mobile Crane	=	1 Unit	Rp 91.000.000.000	35 tahun	Rp 2.600.000.000
CFS	=	2496,7738 m	Rp 44.097.629.359	30 tahun	Rp 1.469.920.979
Lapangan Penumpukan	=	104 TEUs	Rp 624.772.138	40 tahun	Rp 15.619.303
	=	374 m ²			
Lapangan Parkir Umum	=	150 m ²	Rp 266.067.900	40 tahun	Rp 6.651.698
Tanah	=	17.167,74 m ²	Rp 257.516.070.000	50 tahun	Rp 5.150.321.400
Perkantoran	=	700 m ²	Rp 4.200.000.000	40 tahun	Rp 105.000.000
Fasilitas Umum	=	400 m ²	Rp 2.000.000.000	15 tahun	Rp 133.333.333
Pengolahan Limbah	=	100 m ²	Rp 500.000.000	20 tahun	Rp 25.000.000
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	200 m ²	Rp 1.000.000.000	10 tahun	Rp 100.000.000
Gedung Pemadam Kebakaran	=	50 m ²	Rp 250.000.000	30 tahun	Rp 8.333.333
Gardu Induk Listrik	=	100 m ²	Rp 500.000.000	20 tahun	Rp 25.000.000
Lapangan Parkir Truck Petikemas	=	300 m ²	Rp 532.135.800	30 tahun	Rp 17.737.860
Truck Petikemas	=	1 Unit	Rp 543.400.000	30 tahun	Rp 18.113.333
Reach Stacker	=	1 Unit	Rp 2.080.000.000	30 tahun	Rp 69.333.333
			Rp 552.834.659.966		Rp 11.722.930.872,94

Biaya Investasi Pelabuhan Bima			Biaya Investasi	Umur Ekonomis	Biaya Kapital
Panjang Dermaga	=	149,7 m	Rp 63.819.985.335	40 tahun	Rp 1.595.499.633
Lebar Dermaga	=	24,1 m			
ISO-Tank Container	=	39 Unit	Rp 8.619.000.000	30 tahun	Rp 287.300.000
Jumlah Mobile Crane	=	1 Unit	Rp 91.000.000.000	35 tahun	Rp 2.600.000.000
CFS	=	2496,7738 m	Rp 44.097.629.359	30 tahun	Rp 1.469.920.979
Lapangan Penumpukan	=	78 TEUS	Rp 468.579.103	40 tahun	Rp 11.714.478
	=	281 m ²			
Lapangan Parkir Umum	=	150 m ²	Rp 266.067.900	40 tahun	Rp 6.651.698
Tanah	=	17.167,74 m ²	Rp 257.516.070.000	50 tahun	Rp 5.150.321.400
Perkantoran	=	700 m ²	Rp 4.200.000.000	40 tahun	Rp 105.000.000
Fasilitas Umum	=	400 m ²	Rp 2.000.000.000	15 tahun	Rp 133.333.333
Pengolahan Limbah	=	100 m ²	Rp 500.000.000	20 tahun	Rp 25.000.000
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	200 m ²	Rp 1.000.000.000	10 tahun	Rp 100.000.000
Gedung Pemadam Kebakaran	=	50 m ²	Rp 250.000.000	30 tahun	Rp 8.333.333
Gardu Induk Listrik	=	100 m ²	Rp 500.000.000	20 tahun	Rp 25.000.000
Lapangan Parkir Truck Petikemas	=	300 m ²	Rp 532.135.800	30 tahun	Rp 17.737.860
Truck Petikemas	=	1 Unit	Rp 543.400.000	30 tahun	Rp 18.113.333
Reach Stacker	=	1 Unit	Rp 2.080.000.000	30 tahun	Rp 69.333.333
			Rp 552.834.659.966		Rp 11.623.259.380,41

Total Investasi = Rp 52.933.750.239,68

Biaya Operasional Pelabuhan Manggis

1. Biaya Perkantoran dan Perawatan Fasilitas

Gaji pegawai	=	1	General Manager	=	Rp 15.000.000	/Orang	Rp 15.000.000
		1	Sekretaris	=	Rp 8.000.000	/Orang	Rp 8.000.000
		4	Manager	=	Rp 12.000.000	/Orang	Rp 48.000.000
		12	Staff	=	Rp 7.000.000	/Orang	Rp 84.000.000
		12	Petugas Lapangan	=	Rp 7.000.000	/Orang	Rp 84.000.000

Rp 2.868.000.000 /Tahun

2. Biaya Perawatan dan Asuransi (2% dari Biaya Investasi)

Pajak (10% dari Biaya Investasi)

- Biaya Perawatan	2,0%
- Pajak	1,5%

Dermaga	=	Rp 2.233.699.487
ISO-Tank Container	=	Rp 4.981.340.000
Harbour Mobile Crane	=	Rp 3.185.000.000
Lapangan Penumpukan	=	135.407.345,98
Lapangan Parkir Umum	=	Rp 9.312.377
Perkantoran	=	Rp 147.000.000
Fasilitas Umum	=	Rp 70.000.000
Pengolahan Limbah	=	Rp 17.500.000
Bunker BBM	=	Rp 35.000.000
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	Rp 35.000.000
Gedung Pemadam Kebakaran	=	Rp 8.750.000
Gardu Induk Listrik	=	Rp 17.500.000
Lapangan Parkir Truck Petikemas	=	Rp 18.624.753
Truck Petikemas	=	Rp 19.019.000
Reach Stacker	=	Rp 72.800.000

Rp 10.985.952.962 /Tahun

3. Biaya Operasional Alat

Mobile Crane Fuel Cons.	=	21 Liter/ Jam
Lama Bongkar Muat	=	51,52 jam
Biaya Penggunaan HMC	=	Rp 434.390.880 /Tahun
Jumlah Pemakaian	=	1.082 Liter
Harga BBM	=	Rp 5.500 /Liter
Truck Oil Cons.	=	0,2 Liter/ Km
Jarak Tempuh	=	0,3 Km / TEUs
Perpindahan Container	=	644 TEUs
Jarak Tempuh	=	193,2 Km
Kecepatan Truck	=	10 Km/ Jam
Jumlah Truck	=	1 Unit
Selesai Dalam	=	19,32 Jam
Biaya Penggunaan Truck	=	Rp 77.569.800 /Tahun
Reach Stacker	=	14 Liter/ Jam
Kecepatan	=	3 Menit/ TEUs
Lama Pemakaian	=	1.932 Menit
Biaya Penggunaan Reach Stacker	=	Rp 180.996.200 /Tahun

Biaya Penggunaan HMC = Rp 434.390.880 /Tahun

Biaya Penggunaan Truck = Rp 77.569.800 /Tahun

Biaya Penggunaan Reach Stacker = Rp 180.996.200 /Tahun

Total Biaya Operasional Alat = Rp 692.956.880 /Tahun

Biaya Operasional Pelabuhan = Rp 14.546.909.842,20

Biaya Operasional Pelabuhan Ampenan

1. Biaya Perkantoran dan Perawatan Fasilitas

Gaji pegawai	=	1	General Manager	Rp 15.000.000	/Orang	Rp 15.000.000
		1	Sekretaris	Rp 8.000.000	/Orang	Rp 8.000.000
		4	Manager	Rp 12.000.000	/Orang	Rp 48.000.000
		12	Staff	Rp 7.000.000	/Orang	Rp 84.000.000
		12	Petugas Lapangan	Rp 7.000.000	/Orang	Rp 84.000.000

Rp 2.868.000.000 /Tahun

2. Biaya Perawatan dan Asuransi (2% dari Biaya Investasi)

BE	=	
Dermaga	=	2.233.699.486,72
ISO-Tank Container	=	Rp 1.786.785.000
Harbour Mobile Crane	=	Rp 3.185.000.000
Lapangan Penumpukan	=	97.140.052,55
Lapangan Parkir Umum	=	Rp 9.312.377
Perkantoran	=	Rp 147.000.000
Fasilitas Umum	=	Rp 70.000.000
Pengolahan Limbah	=	Rp 17.500.000
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	Rp 35.000.000
Gedung Pemadam Kebakaran	=	Rp 8.750.000
Gardu Induk Listrik	=	Rp 17.500.000
Lapangan Parkir Truck Petikemas	=	Rp 18.624.753
Truck Petikemas	=	Rp 19.019.000
Reach Stacker	=	Rp 72.800.000

Rp 7.718.130.669 /Tahun

Mobile Crane Fuel Cons.	=	21 Liter/ Jam
Lama Bongkar Muat	=	36,96 jam
Biaya Penggunaan HMC	=	Rp 311.628.240 /Tahun
Jumlah Pemakaian	=	776 Liter
Harga BBM	=	Rp 5.500 /Liter
Truck Oil Cons.	=	0,2 Liter/ Km
Jarak Tempuh	=	0,3 Km / TEUs
Perpindahan Container	=	462 TEUs
Jarak Tempuh	=	138,6 Km
Kecepatan Truck	=	10 Km/ Jam
Jumlah Truck	=	1 Unit
Selesai Dalam	=	13,86 Jam
Biaya Penggunaan Truck	=	Rp 55.647.900 /Tahun
Reach Stacker	=	14 Liter/ Jam
Kecepatan	=	3 Menit/ TEUs
Lama Pemakaian	=	1.386 Menit
	=	23,10 Jam
Biaya Penggunaan Reach Stacker	=	Rp 129.845.100 /Tahun

Biaya Penggunaan HMC = Rp 4.268.880
= Rp 311.628.240 /Tahun

Biaya Penggunaan Truck = Rp 762.300
= Rp 55.647.900 /Tahun

Biaya Penggunaan Reach Stacker = Rp 1.778.700
= Rp 129.845.100 /Tahun

Total Biaya Operasional Alat = Rp 497.121.240 /Tahun

Biaya Operasional Pelabuhan	=	Rp 11.083.251.908,77
------------------------------------	---	-----------------------------

Biaya Operasional Pelabuhan Badas

1. Biaya Perkantoran dan Perawatan Fasilitas

Gaji pegawai	=	1 General Manager	Rp 15.000.000 /Orang	Rp 15.000.000
		1 Sekretaris	Rp 8.000.000 /Orang	Rp 8.000.000
		4 Manager	Rp 12.000.000 /Orang	Rp 48.000.000
		12 Staff	Rp 7.000.000 /Orang	Rp 84.000.000
		12 Petugas Lapangan	Rp 7.000.000 /Orang	Rp 84.000.000

Rp 2.868.000.000 /Bulan

2. Biaya Perawatan dan Asuransi (2% dari Biaya Investasi)

BP		
Dermaga	=	Rp 2.233.699.487
ISO-Tank Container	=	Rp 402.220.000
Harbour Mobile Crane	=	Rp 3.185.000.000
Lapangan Penumpukan	=	Rp 21.867.025
Lapangan Parkir Umum	=	Rp 9.312.377
Perkantoran	=	Rp 147.000.000
Fasilitas Umum	=	Rp 70.000.000
Pengolahan Limbah	=	Rp 17.500.000
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	Rp 35.000.000
Gedung Pemadam Kebakaran	=	Rp 8.750.000
Gardu Induk Listrik	=	Rp 17.500.000
Lapangan Parkir Truck Petikemas	=	Rp 18.624.753
Truck Petikemas	=	Rp 19.019.000
Reach Stacker	=	Rp 72.800.000

Rp 6.258.292.641 /Tahun

3. Biaya Operasional Alat

Mobile Crane Fuel Cons.	=	21	Liter/Jam
Lama Bongkar Muat	=	8,32	jam
Biaya Penggunaan HMC	=	Rp 70.150.080	/Tahun
Jumlah Pemakaian	=	175	Liter
Harga BBM	=	Rp 5.500	/Liter
Truck Oil Cons.	=	0,2	Liter/ Km
Jarak Tempuh	=	0,3	Km / TEUs
Perpindahan Container	=	104	TEUs
Jarak Tempuh	=	31,2	Km
Kecepatan Truck	=	10	Km/ Jam
Jumlah Truck	=	1	Unit
Selesai Dalam	=	3,12	Jam
Biaya Penggunaan Truck	=	Rp 12.526.800	/Tahun
Reach Stacker	=	14	Liter/Jam
Kecepatan	=	3	Menit/ TEUs
Lama Pemakaian	=	312	Menit
		5,20	Jam
Biaya Penggunaan Reach Stacker	=	Rp 29.229.200	/Tahun

Biaya = Rp 960.960
Penggunaan HMC = Rp 70.150.080 /Tahun

Biaya = Rp 171.600
Penggunaan Truck = Rp 12.526.800 /Tahun

Biaya = Rp 400.400
Penggunaan = Rp 29.229.200 /Tahun

Total Biaya Operas = Rp 111.906.080 /Tahun

Biaya Operasional Pelabuhan	=	Rp 9.238.198.721,04
------------------------------------	---	----------------------------

Biaya Operasional Pelabuhan Bima

1. Biaya Perkantoran dan Perawatan Fasilitas

Gaji pegawai	=	1 General Manager	Rp 15.000.000 /Orang	Rp 15.000.000
1	Sekretaris	Rp 8.000.000 /Orang	Rp 8.000.000	
4	Manager	Rp 12.000.000 /Orang	Rp 48.000.000	
12	Staff	Rp 7.000.000 /Orang	Rp 84.000.000	
12	Petugas Lapangan	Rp 7.000.000 /Orang	Rp 84.000.000	

Rp 2.868.000.000 /Bulan

2. Biaya Perawatan dan Asuransi (2% dari Biaya Investasi)

CA			
Dermaga	=	2.233.699.486,72	
ISO-Tank Container	=	Rp 301.665.000	
Harbour Mobile Crane	=	Rp 3.185.000.000	
Lapangan Penumpukan	=	16.400.268,61	
Lapangan Parkir Umum	=	Rp 9.312.377	
Perkantoran	=	Rp 147.000.000	
Fasilitas Umum	=	Rp 70.000.000	
Pengolahan Limbah	=	Rp 17.500.000	
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	Rp 35.000.000	
Gedung Pemadam Kebakaran	=	Rp 8.750.000	
Gardu Induk Listrik	=	Rp 17.500.000	
Lapangan Parkir Truck Petikemas	=	Rp 18.624.753	
Truck Petikemas	=	Rp 19.019.000	
Reach Stacker	=	Rp 72.800.000	

Rp 6.152.270.885 /Tahun

3. Biaya Operasional Alat

Mobile Crane Fuel Cons.	=	21	Liter/ Jam
Lama Bongkar Muat	=	6,24	jam
Biaya Penggunaan HMC	=	Rp 52.612.560	/Tahun
Jumlah Pemakaian	=	131	Liter
Harga BBM	=	Rp 5.500	/Liter
Truck Oil Cons.	=	0,2	Liter/ Km
Jarak Tempuh	=	0,3	Km / TEUs
Perpindahan Container	=	78	TEUs
Jarak Tempuh	=	23,4	Km
Kecepatan Truck	=	10	Km/ Jam
Jumlah Truck	=	1	Unit
Selesai Dalam	=	2,34	Jam
Biaya Penggunaan Truck	=	Rp 9.395.100	/Tahun
Reach Stacker	=	14	Liter/Jam
Kecepatan	=	3	Menit/ TEUs
	=	234	Menit
Lama Pemakaian	=	3,90	Jam
Biaya Penggunaan Reach Stacker	=	Rp 83.929.560	/Tahun

Biaya Penggunaan HMC	= Rp 720.720
	= Rp 52.612.560 /Tahun
Biaya Penggunaan Truck	= Rp 128.700
	= Rp 9.395.100 /Tahun
Biaya Penggunaan Reach Stacker	= Rp 300.300
	= Rp 21.921.900 /Tahun
	Rp 83.929.560 /Tahun
	Rp 1.385.913.760

Biaya Operasional Pelabuhan = Rp 9.104.200.444,83

Biaya Total Operasional Pelabuhan = Rp 43.972.560.916,83 /Tahun

Microsoft Excel 14.0 Answer Report**Worksheet: [MODEL TUGAS AKHIR - Siap Sidang.xlsx]Model Container****Report Created: 6/19/2016 9:00:06 PM****Result: Solver found a solution. All Constraints and optimality conditions are satisfied.****Solver Engine**

Engine: GRG Nonlinear

Solution Time: 10.92 Seconds.

Iterations: 0 Subproblems: 0

Solver Options

Max Time 1000 sec, Iterations 1000, Precision 0.1, Use Automatic Scaling

Convergence 0.0001, Population Size 100, Random Seed 0, Derivatives Forward, Require Bounds

Max Subproblems 5000, Max Integer Sols 5000, Integer Tolerance 1%, Assume NonNegative

Objective Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$R\$22	Unit Cost Container = Solar (KL)	Rp 231.998,28	Rp 231.998,28

Variable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value	Integer
\$Q\$5	Ampenan Premium (KL)	2.597	2.597	Contin
\$R\$5	Ampenan Solar (KL)	2.867	2.867	Contin
\$S\$5	Ampenan Kerosene (KL)	57	57	Contin
\$Q\$6	Badas Premium (KL)	277	277	Contin
\$R\$6	Badas Solar (KL)	678	678	Contin
\$S\$6	Badas Kerosene (KL)	284	284	Contin
\$Q\$7	Bima Premium (KL)	303	303	Contin
\$R\$7	Bima Solar (KL)	469	469	Contin
\$S\$7	Bima Kerosene (KL)	149	149	Contin

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$E\$32	#NAME?	5,94	\$E\$32<=\$M\$6	Not Binding	3,152009091
\$Q\$5	Ampenan Premium (KL)	2.597	\$Q\$5>=\$Q\$44	Not Binding	212
\$R\$5	Ampenan Solar (KL)	2.867	\$R\$5>=\$R\$44	Not Binding	125
\$S\$5	Ampenan Kerosene (KL)	57	\$S\$5>=\$S\$44	Not Binding	7
\$Q\$6	Badas Premium (KL)	277	\$Q\$6>=\$Q\$45	Not Binding	31
\$R\$6	Badas Solar (KL)	678	\$R\$6>=\$R\$45	Not Binding	87
\$S\$6	Badas Kerosene (KL)	284	\$S\$6>=\$S\$45	Not Binding	31
\$Q\$7	Bima Premium (KL)	303	\$Q\$7>=\$Q\$46	Not Binding	34
\$R\$7	Bima Solar (KL)	469	\$R\$7>=\$R\$46	Not Binding	56
\$S\$7	Bima Kerosene (KL)	149	\$S\$7>=\$S\$46	Not Binding	16
\$R\$14	Cargo Carried = Solar (KL)	560.638,59	\$R\$14<=\$E\$9	Binding	0

C. CONTAINER BARU

Model Pengiriman BBM via Container

No.	Port	O/D	Volume (KL/year)		Max LWS (m)	Maksimum Utility		Discharge Outfitting	IT+WT+AT (Jam/call)	Commodity Percentange	Max T (m)
			Load	Disc		BOR	SOR/YOR				
1	Manggis	O	557.849,34		-12	70%	80%	Harbour Pump	0,25	-	10,91
2	Ampenan	D1		407.786,34	-10	50%	80%	Ship Pump	0,25	73%	9,09
3	Badas	D2		85.871,05	-10	50%	80%	Ship Pump	0,25	15%	9,09
4	Bima	D3		64.191,95	-10	50%	80%	Ship Pump	0,25	12%	9,09
5	Supply	S	560.638,59	KL/Year							

1	Commision Days	330	Days	
2	Working Time	24	Hours	
3	Loading Rate	15	Box/Hour	(based on port)
4	Discharge Rate	15	Box/Hour	(based on ship)
5	Vs Ladden	13	Knot	(assumption)
6	Vs Ballast	13	Knot	(assumption)
7	Range DWT Max	25.000	ton	(based on port)
8	Range DWT Min	100	ton	
9	Kurs	Rp13.700	/ US\$	
10	Density of Premium	0,73	Ton/m3	
11	Density of Solar	0,82	Ton/m3	
12	Density of Kerosene	0,85	Ton/m3	
13	Density of Sea Water	1,025	Ton/m3	
14	Gravity Value	9,81	m/s2	
15	ISO Tank Capacity	24	KL/Unit	

Sea Time RTV		
O-D1-D2-D3 =	37,85 Hours	1,58 Days
D3-O =	32,92 Hours	1,37 Days
Port Time RTV		
Load. Time =	23,20 Hours	0,97 Days
Disc. Time =	23,20 Hours	0,97 Days
IT+WT+AT =	1,00 Hours	0,04 Days
RTD =	118,17 Hours	4,92 Days
Maximum RT =		67 Times
Used RT =		67 Times

1	L/B	=	5,80	→	$3.5 < L/B < 10$	<i>Principle of Naval Architecture Vol. I hal. 19</i>	DITERIMA
2	B/T	=	2,10	→	$1.8 < B/T < 5$	<i>Principle of Naval Architecture Vol. I hal. 19</i>	DITERIMA
3	L/T	=	12,17	→	$10 < L/T < 30$	<i>Principle of Naval Architecture Vol. I hal. 19</i>	DITERIMA
4	L/16	=	5,81	→	$H > L/16$	BKI Vol. II Tahun 2006	DITERIMA

Port Distance (Nm)				
	Manggis	Ampenan	Badas	Bima
Manggis	-	30	123	214
Ampenan	30	-	115	194
Badas	123	115	-	101
Bima	214	194	101	-
Sea Time Ballast (Hours)				
	Manggis	Ampenan	Badas	Bima
Manggis		4,62	18,9	32,9
Ampenan			17,7	29,8
Badas				15,5
Bima				
Sea Time Ladden (Hours)				
	Manggis	Ampenan	Badas	Bima
Manggis		4,62	18,92	32,9
Ampenan			17,7	29,8
Badas				15,5
Bima				
Port Time Load (Hours)				
	Manggis	Ampenan	Badas	Bima
Manggis	46,40	46,40	46,40	46,40
Ampenan			46,40	46,40
Badas				46,40
Bima				
Port Time Discharge (Hours)				
	Manggis	Ampenan	Badas	Bima
Manggis		33,87	23,20	23,20
Ampenan			7,20	23,20
Badas				5,33
Bima				

1	LOA	=	102,19	m	(Assumption Lpp + 10% Lpp)
2	LPP	=	92,90	m	(Reggretion of Container Formula)
3	B	=	16,03	m	(Reggretion of Container Formula)
4	H	=	7,63	m	(Reggretion of Container Formula)
5	T	=	6,04	m	(Reggretion of Container Formula)
6	TCH	=	Rp 29.787.466	US\$/day	(Based on Sip Price)
7	Vs	=	6,6872	m/s	

Kebutuhan Per Tahun

	Premium (Liter)	Solar (Liter)	Kerosene (Liter)	Total (Liter)
Ampenan	187.864	216.013	3.909	407.786
Badas	19.374	46.574	19.923	85.871
Bima	21.179	32.594	10.420	64.192
Total	228.416	295.181	34.252	557.849

Kebutuhan Per Hari

	Premium (KL)	Solar (KL)	Kerosene (KL)	Total (KL)
Ampenan	569	655	12	1.236
Badas	59	141	60	260
Bima	64	99	32	195
	692	894	104	1.690

Kebutuhan Per RT

	Premium (KL)	Solar (KL)	Kerosene (KL)	Total (KL)
Ampenan	2.803	3.223	58	6.084
Badas	289	695	297	1.281
Bima	316	486	155	958
	3.408	4.404	511	8.323

Pengiriman Model Baru (*Solver Optimization*)

	Premium (KL)	Solar (KL)	Kerosene (KL)	Total (KL)	ISO-Tank	
Ampenan	2.806	3.227	58	6.645	254	TEUs
Badas	289	696	298	1.206	54	TEUs
Bima	316	487	156	865	40	TEUs
Payload	3.412	4.409	512	8.333	348	TEUs
Massa	2.491	3.616	435	6.541	696	ton

Perhitungan Koefisien dan Ukuran Utama Lainnya

1. Koefisien Blok (Watson & Gilfillan)

$$\begin{aligned} C_B &= -4.22 + 27.8 \sqrt{F_n} - 39.1 F_n + 46.6 F_n^3 \\ &= 0,72 \end{aligned} \quad (\textit{Parametric Ship Design hal. 11-12})$$

2. Koefisien Luas Midship (Series '60)

$$\begin{aligned} C_M &= 0.977 + 0.085 (C_B - 0.60) \\ &= 0,99 \end{aligned} \quad (\textit{Parametric Ship Design hal. 11-12})$$

3. Koefisien Prismatik

$$\begin{aligned} C_x &= C_m \\ C_p &= C_b/C_x \\ &= 0,73 \end{aligned} \quad (\textit{Parametric Ship Design hal. 11-10})$$

4. Koefisien Bidang Garis Air

$$\begin{aligned} C_{WP} &= C_b/(0.471+(0.551*C_b)) \\ &= 0,83 \end{aligned}$$

5. Panjang Garis Air

$$\begin{aligned} L_{WL} &= 104\% \cdot LPP \\ &= 96,62 \text{ m} \end{aligned}$$

6. Fn

$$\begin{aligned} F_n &= V_s / \sqrt{(g \cdot L)} \\ &= 0,217 \end{aligned} \quad (\textit{Principle of Naval Architecture Vol. II hal. 58})$$

Syarat Fn = 0,15 ≤ Fn ≤ 0,3

Hull

Volume Deckhouse

• Volume Boat

$$\begin{aligned} \text{panjang (LD2)} &= 15\%.L \\ &= 13,935 \quad \text{m} \\ \text{lebar (BD2)} &= B - 2m \\ &= 13,628 \quad \text{m} \\ \text{tinggi (hD2)} &= \text{asumsi } 2,5 \text{ m} \\ &= 2,5 \quad \text{m} \\ \text{VDH.layer II} &= \text{LD2.BD2.hD2} \\ &= 474,76 \quad \text{m}^3 \end{aligned}$$

• Volume Navigation

$$\begin{aligned} \text{panjang (LD4)} &= 7,5\%.L \\ &= 6,968 \quad \text{m} \\ \text{lebar (BD4)} &= B - 6m \\ &= 10,028 \quad \text{m} \\ \text{tinggi (hD4)} &= \text{asumsi } 2,5 \text{ m} \\ &= 2,5 \quad \text{m} \\ \text{VDH.layer IV} &= \text{LD4.BD4.hD4} \\ &= 174,671 \quad \text{m}^3 \end{aligned}$$

• Volume Layer:

$$\begin{aligned} V \text{ Layer II} &= 474,758 \quad \text{m}^3 \\ V \text{ Layer III} &= 279,345 \quad \text{m}^3 \\ V \text{ Layer IV} &= 174,671 \quad \text{m}^3 \\ V \text{ Wheelhouse} &= 93,222 \quad \text{m}^3 \\ V \text{ Total (deckhouse)} &= 1021,994 \quad \text{m}^3 \\ h \text{ camber} &= 0,321 \quad \text{m} \\ C3 &= 0,520 \quad (\text{Ship Design for Efficiency \& Economy - SCHNEEKLUTH ; page 156}) \end{aligned}$$

Volume Superstructure

• Volume Forecastle

$$\begin{aligned} \text{panjang (LF)} &= 10\%.L \\ &= 13,935 \quad \text{m} \\ \text{lebar (BF)} &= \text{selebar kapal} \\ &= 16,028 \quad \text{m} \\ \text{tinggi (hF)} &= \text{asumsi } 2,5 \text{ m} \\ &= 2,5 \quad \text{m} \\ \text{VForecastle} &= 0,5.LF.BF.HF \\ &= 558,369 \quad \text{m}^3 \end{aligned}$$

• Volume wheel house

$$\begin{aligned} \text{panjang (LWH)} &= 5\%.L \\ &= 4,645 \quad \text{m} \\ \text{lebar (BWH)} &= B - 8m \\ &= 8,028 \quad \text{m} \\ \text{tinggi (hWH)} &= \text{asumsi } 2,5 \text{ m} \\ &= 2,5 \quad \text{m} \\ \text{VDH.wheel house} &= \text{LWH.BWH.hWH} \\ &= 93,222 \quad \text{m}^3 \end{aligned}$$

• Volume Bridge

$$\begin{aligned} \text{panjang (LD3)} &= 10\%.L \\ &= 9,290 \quad \text{m} \\ \text{lebar (BD3)} &= B - 4m \\ &= 12,028 \quad \text{m} \\ \text{tinggi (hD3)} &= \text{asumsi } 2,5 \text{ m} \\ &= 2,5 \quad \text{m} \\ \text{VDH.layer III} &= \text{LD3.BD3.hD3} \\ &= 279,345 \quad \text{m}^3 \end{aligned}$$

• Volume Poop

$$\begin{aligned} \text{panjang (Lp)} &= 20\%.L \\ &= 18,580 \\ \text{lebar (Bp)} &= \text{selebar kapal} \\ &= 16,028 \\ \text{tinggi (hp)} &= \text{asumsi } 2,5 \text{ m} \\ &= 2,5 \\ \text{VPoop} &= \text{Lp.Bp.hp} \\ &= 744,4916366 \end{aligned}$$

• Volume Deck House

$$\begin{aligned} \text{VDH} &= \text{VDH.layer II} + \text{VDH.layer} \\ &\quad \text{III} + \text{VDH.layer IV} \\ &\quad \text{VDH.Wheel House} \\ &= 1022,0 \quad \text{m}^3 \end{aligned}$$

• Volume Total

$$\begin{aligned} \text{VA} &= \text{VForecastle} + \text{VPoop} \\ &= 1302,860364 \end{aligned}$$

C3 = 0,520 (*Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 156*)

• **Steel Weight :**

(Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 154-156)

dengan

Cso =	0,073 t/m3
Δ =	10642,10 ton
u =	2,027 -(0.5*u+0.1*u^2.45) = -1,57819848
Cs =	0,086
DA =	9,194
V superstructure =	1302,860 m3
V deckhouse =	1021,994 m3
Cbd =	0,743
C1 =	0,104
Vu =	Vd + Vs + Vb + V1
V deck =	8445,875 m3
V sheer =	0 (asumsi kapal w/o sheer)
V camber =	248,308 m3
V hatchway =	74,983 m3
Vu =	8769,167 m3

W st = L . B . DA . Cs (including superstructure + deckhouse)

W steel = 1.180,08 ton

MACHINERY

DATA OF MAIN ENGINE

Main Engine = MAN B&W

9M25C

Max Power =	2.610 kW
=	3.549 HP
Revolution (n) =	110 rpm
Weight =	7,488 ton

Dimension :	Lenght =	2.465 mm
	Height =	2.223 mm
	Width =	2.037 mm

DATA OF AUXILARY ENGINE

Auxiliary Engine = CATERPILLAR

C32

Max Power =	kW
=	HP
Weight =	ton

Dimension :	Lenght =	mm
	Height =	mm
	Width =	mm

• **Main Engine**

W_{ME} = 7,488 ton

• **Auxiliary Engine**

W_{AE} = 14,262 ton W_{AE} / Unit= 7,131 ton

• **Shafting**

(Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 175)

Ws = Ip.0.081(PD/n)2/3 (asumsi material memiliki tensile strength 700N/mm²)

3,53 ton	ds =	0,310 m
n (rpm)= 110	Ip =	6 (asumsi panjang shaft 6 meter)

• **Gearbox**

Wgr = 0.37(PB/n)	n=	110 (asumsi rpm propeller)
7,53 ton		

• **Propeller**

(Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 175)

Wp = D3.K	(asumsi material berbahan 'manganese bronze')
0,862 ton	z = 4 (asumsi menggunakan 4 daun)
	D = 2,550
	AE/A0 = 0,4 (PNA vol II ; page 166)
	K = 0,052 (Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 176)

• **Other Weight**

(Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 177)

M = (0.04~0.07)P	C = 0,15 (Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 175)
90 ton	P = 2610 kW

Wother = M.C

13 ton

W machinery = 39,571 ton

Equipment & Outfitting

• Group I (Accommodation)

(Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 171-172)

Wa = Ca.Acommodation Vol

Ca = 60 kg/m3

Wsuperstructure =	78171,62184	Vol Superstructure =	1302,860 m3
Wlayer II =	28485,45885	Vol Layer II =	474,758 m3
Wlayer III =	16760,6771	Vol Layer III =	279,345 m3
Wlayer IV =	10480,23082	Vol Layer IV =	174,671 m3
Wwheelhouse =	5593,30	Vol Wheelhouse =	93,222 m3

Wa = **139,491291** ton

• Group II (Miscellaneous)

(Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; page 172)

C = 0,18 ton/m2

(0.18 ton/m2 < C < 0.26 ton/m2)

Wm = (LBD)2/3.C = **90,9841089** ton

W E&O = 230,475 ton

LWT TOTAL

MACHINERY WEIGHT =	39,571 ton
EQUIPMENT AND OUTFIT WEIGHT =	230,475 ton
STEEL WEIGHT =	1180,083 ton

LWT TOTAL = 1450,129 ton

DWT TOTAL = 5075,454 ton

Perhitungan Biaya Bahan Bakar Kapal Container

➤ Penentuan & Spesifikasi Mesin Utama

MCR Mesin		Konsumsi Fuel Oil	
BHP	= 1891,54 KW	2837,30 kW	= 188 g/kWh
	= 2571,73 HP		= 256 g/BPh
Mesin		Konsumsi Lubricating Oil	
Merk	= CATERPILLAR	Cylinder Oil	= 0,805263158 g/kWh
Type	= 6M25C		
Daya Mesin yang digunakan		Biaya BBM ME	= \$ 425.012 /tahun
Daya	= 2000 kW		= Rp 5.822.658.143,48 /tahun
	= 2719 HP		
Jumlah ME	= 1 Unit		

No	Merk	Tipe	Daya (kW)	SFOC (g/kW/hr)	SLOC (g/kW/hr)	Mesin yang memungkinkan	Oil Consumption /year (ton)		Biaya BBM ME		Lube Oil Consumption /year (ton)		Biaya Lube ME		Total Biaya BBM ME	
							SFOC	(ST x SFOC x POWER)	\$ 238,00	SLOC	(RTD x SFOC x POWER)	\$ 120,00				
1	CATERPILLAR	6M20C	370	186	0,5	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -	\$ -		
2	CATERPILLAR	6M20C	460	186	0,5	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -	\$ -		
3	CATERPILLAR	6M20C	580	187	0,5	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -	\$ -		
4	CATERPILLAR	6M20C	670	189	0,5	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -	\$ -		
5	CATERPILLAR	8M20C	840	189	0,6	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -	\$ -		
6	CATERPILLAR	6M20C	1020	189	0,6	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -	\$ -		
7	CATERPILLAR	6M20C	1080	191	0,6	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -	\$ -		
8	CATERPILLAR	6M20C	1140	190	0,6	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -	\$ -		
9	CATERPILLAR	6M20C	1200	192	0,7	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -	\$ -		
10	CATERPILLAR	8M20C	1360	189	0,7	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -	\$ -		
11	CATERPILLAR	8M20C	1440	191	0,7	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -	\$ -		
12	CATERPILLAR	8M20C	1520	190	0,7	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -	\$ -		
13	CATERPILLAR	8M20C	1600	192	0,7	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -	\$ -		
14	CATERPILLAR	9M20C	1530	189	0,7	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -	\$ -		
15	CATERPILLAR	9M20C	1620	191	0,8	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -	\$ -		
16	CATERPILLAR	9M20C	1710	190	0,8	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -	\$ -		
17	CATERPILLAR	9M20C	1800	192	0,8	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -	\$ -		
18	CATERPILLAR	6M25C	2000	188	0,8	1	188	1783	\$ 424.310,79	0,62	5,8	\$ 701	\$ 425.012			
19	CATERPILLAR	8M25C	2320	185	0,8	1	185	2035	\$ 484.346,26	0,62	6,8	\$ 813	\$ 485.159			
20	CATERPILLAR	8M25C	2400	185	0,8	1	185	2105	\$ 501.047,85	0,62	7,0	\$ 841	\$ 501.889			
21	CATERPILLAR	8M25C	2666	187	0,9	1	187	2364	\$ 562.597,74	0,62	7,8	\$ 934	\$ 563.532			
22	CATERPILLAR	9M25C	2610	185	0,8	1	185	2289	\$ 544.889,54	0,62	7,6	\$ 914	\$ 545.804			
23	CATERPILLAR	9M25C	2700	185	0,8	1	185	2368	\$ 563.678,83	0,62	7,9	\$ 946	\$ 564.625			
24	CATERPILLAR	9M25C	3000	189	0,8	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -	\$ -		
25	MAN B&W	6L21/31	1290	195	0,9	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -	\$ -		
26	MAN B&W	7L21/31	1505	195	0,8	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -	\$ -		
27	MAN B&W	8L21/31	1720	195	0,8	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -	\$ -		
28	MAN B&W	9L21/31	1935	195	0,8	1	195	1789	\$ 425.806,04	0,62	5,6	\$ 678	\$ 426.484			
29	MAN B&W	6L23/30A	960	194	1,0	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -			
30	MAN B&W	8L23/30A	1280	194	1,0	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -			
31	MAN B&W	5L27/38	1500	194	1,0	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -			
32	MAN B&W	5L27/38	1600	194	1,0	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -			
33	MAN B&W	6L27/38	1980	194	1,0	1	194	1821	\$ 433.474,10	0,62	5,8	\$ 694	\$ 434.168			
34	MAN B&W	7L27/38	2310	196	1,0	1	196	2147	\$ 510.933,39	0,62	6,7	\$ 809	\$ 511.743			
35	MAN B&W	8L27/38	2640	196	1,0	1	196	2453	\$ 583.923,88	0,62	7,7	\$ 925	\$ 584.849			
36	MAN B&W	9L27/38	2970	196	1,0	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -			
37	MAN B&W	6L28/32A	1470	194	1,0	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -			
38	MAN B&W	7L28/32A	1715	194	1,0	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -			
39	MAN B&W	8L28/32A	1960	194	1,0	1	194	1803	\$ 429.095,58	0,62	5,7	\$ 687	\$ 429.782			
40	MAN B&W	9L28/32A	2205	194	1,0	1	194	2028	\$ 482.732,52	0,62	6,4	\$ 773	\$ 483.505			
41	MAN B&W	6L28/32A	3000	189	0,9	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -			
42	MAN B&W	7L28/32A	3500	195	0,8	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -			
43	MAN B&W	8L28/32A	4000	195	0,8	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -			
44	MAN B&W	9L28/32A	4500	195	0,8	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -			
45	MAN B&W	6L28/32A	5000	195	0,8	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -			
46	MAN B&W	7L28/32A	5500	194	1,0	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -			
47	MAN B&W	8L28/32A	6000	194	1,0	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -			
48	MAN B&W	9L28/32A	6500	194	1,0	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -			
49	MAN B&W	6L28/32A	7000	194	1,0	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -			
50	MAN B&W	7L28/32A	7500	189	1,1	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -			
51	MAN B&W	8L28/32A	8000	192	1,1	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -			
52	MAN B&W	9L28/32A	8500	194	1,1	0	0	0	\$ -	0,00	0,0	\$ -	\$ -			
										Mesin No Urut	18	\$ 425.012				

➤ Penentuan & Spesifikasi Mesin Pembantu

MCR Mesin				Konsumsi Fuel Oil			
BHP	=	472,88 KW	945,77 kW		=		209 g/kWh
	=	642,93 HP			=		284 g/BPh

Mesin

Merk	= CATERPILLAR	Konsumsi Lubricating Oil
Type	= C18	Cylinder Oil = 1,045 g/kWh

Daya Mesin yang digunakan	
Daya	= 492 kW
	= 669 HP
Jumlah AE	= 2 Unit

Total Biaya

Biaya BBM AE	=	\$ 1.407.015
	=	Rp 19.276.110.031,75

NO	Merk	Type	BHP	kW	rpm	U.S. g/h	SFOC (g/bkW-hr)	SLOC (g/bkW-hr)	Mesin yang memungkinkan	Oil Consumption /year (ton)		Biaya BBM AE	Lube Oil Consumption /year (ton)	Biaya Lub AE	Total Biaya BBM AE
										SFOC	(Seatime x sfoc x power)				
1	CATERPILLAR	C9	253	189	1800	13,7	228,8	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -
2	CATERPILLAR	C9	311	232	1800	16,9	229,5	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -
3	CATERPILLAR	C9	361	269	1800	17,9	211,7	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -
4	CATERPILLAR	C9	217	162	1500	10,9	212,1	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -
5	CATERPILLAR	C9	253	189	1500	12,9	209	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -
6	CATERPILLAR	C9	288	215	1500	14,2	206,6	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -
7	CATERPILLAR	C15	536	400	1800	27,4	218,8	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -
8	CATERPILLAR	C15	540	403	1800	27,4	218,8	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -
9	CATERPILLAR	C18	400	301	1500	19,9	210	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -
10	CATERPILLAR	C18	514	383	1500	25,2	209	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -
11	CATERPILLAR	C18	587	438	1500	28,7	208	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -
12	CATERPILLAR	C18	660	492	1500	32,3	209	1,0	1	209	814	\$ 703.403	1	0,9	\$ 104 \$ 703.508
13	CATERPILLAR	C18	499	372	1800	25,4	217	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -
14	CATERPILLAR	C18	624	465	1800	31,5	215	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -
15	CATERPILLAR	C32	791	590	1500	37,9	203,8	1,0	1	203,8	952	\$ 822.525	1	1,0	\$ 125 \$ 822.650
16	CATERPILLAR	C32	864	688	1500	44	203	1,0	1	203	1106	\$ 955.383	1	1,2	\$ 146 \$ 955.529
17	CATERPILLAR	C32	1172	874	1500	57	207	1,0	1	207	1432	\$ 1.237.584	1	1,5	\$ 186 \$ 1.237.770
18	CATERPILLAR	C32	916	683	1800	45,3	210,8	1,1	1	210,8	1140	\$ 984.882	1	1,2	\$ 145 \$ 985.027
19	CATERPILLAR	C32	1047	781	1800	51,8	210,4	1,1	1	210,4	1301	\$ 1.124.061	1	1,4	\$ 166 \$ 1.124.226
20	CATERPILLAR	C32	1333	994	1800	64,9	207,2	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -
21	CATERPILLAR	C33	1500	1024	1800	30,7	209	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -
22	CATERPILLAR	C34	1700	1242	1500	34,3	206,6	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -
23	CATERPILLAR	C35	2153	1478	1500	27,4	218,8	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -
24	CATERPILLAR	C36	2337	1692	1500	33,5	218,8	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -
25	CATERPILLAR	C37	2745	1902	1800	39,9	210	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -
26	CATERPILLAR	C38	3000	2129	1800	46	209	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -
27	CATERPILLAR	C39	3254	2350	1800	59	208	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -
28	CATERPILLAR	C40	3559	2571	2000	47,3	209	1,0	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -
29	CATERPILLAR	C41	3749	2791	2000	53,8	217	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -
30	CATERPILLAR	C42	4000	3012	2000	66,9	215	1,1	0	0	0	\$ -	0	0,0	\$ -
Mesin No Urut										12	\$ 703.508				

Biaya Investasi Pelabuhan

➤ Pelabuhan Manggis

Daftar Investasi				Biaya Investasi	Umur Ekonomis	Biaya Kapital
Panjang Dermaga	=	152,2 m	=	Rp 65.981.794.470	40 tahun	Rp 1.649.544.862
Lebar Dermaga	=	24,5 m				
ISO-Tank Container	=	696 Unit	=	Rp 153.816.000.000	30 tahun	Rp 5.127.200.000
Ship Crane	=	1 Unit	=	Rp 13.700.000.000	35 tahun	Rp 391.428.571
CFS	=	751,68 m ²	=	Rp 13.276.054.898	30 tahun	Rp 442.535.163
Lapangan Penumpukan	=	696 TEUs	=	Rp 4.181.167.382	35 tahun	Rp 119.461.925
	=	2.506 m ²	=			
Lapangan Parkir Umum	=	150 m ²	=	Rp 266.067.900	40 tahun	Rp 6.651.698
Tanah	=	17.419,13 m ²	=	Rp 261.286.980.000	40 tahun	Rp 6.532.174.500
Perkantoran	=	700 m ²	=	Rp 4.200.000.000	40 tahun	Rp 105.000.000
Fasilitas Umum	=	400 m ²	=	Rp 2.000.000.000	15 tahun	Rp 133.333.333
Pengolahan Limbah	=	100 m ²	=	Rp 500.000.000	20 tahun	Rp 25.000.000
Bunker BBM	=	200 m ²	=	Rp 1.000.000.000	10 tahun	Rp 100.000.000
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	200 m ²	=	Rp 1.000.000.000	10 tahun	Rp 100.000.000
Gedung Pemadam Kebakaran	=	50 m ²	=	Rp 250.000.000	30 tahun	Rp 8.333.333
Gardu Induk Listrik	=	100 m ²	=	Rp 500.000.000	20 tahun	Rp 25.000.000
Lapangan Parkir Truck Petikemas	=	300 m ²	=	Rp 532.135.800	30 tahun	Rp 17.737.860
Truck Petikemas	=	1 Unit	=	Rp 543.400.000	30 tahun	Rp 18.113.333
Reach Stacker	=	1 Unit	=	Rp 2.080.000.000	30 tahun	Rp 69.333.333
				Rp 521.958.064.650		Rp 14.870.847.912

➤ Pelabuhan Ampenan

Daftar Investasi				Biaya Investasi	Umur Ekonomis	Biaya Kapital
Panjang Dermaga	=	152,2 m	=	Rp 65.981.794.470	40 tahun	Rp 1.649.544.862
Lebar Dermaga	=	24,5 m				
ISO-Tank Container	=	254 Unit	=	Rp 56.134.000.000	30 tahun	Rp 1.871.133.333
Ship Crane	=	1 Unit	=	Rp 13.700.000.000	35 tahun	Rp 391.428.571
CFS	=	548,64 m ²	=	Rp 9.689.994.092	30 tahun	Rp 322.999.803
Lapangan Penumpukan	=	508 TEUs	=	Rp 3.051.771.595	35 tahun	Rp 87.193.474
	=	1.829 m ²	=			
Lapangan Parkir Umum	=	150 m ²	=	Rp 266.067.900	40 tahun	Rp 6.651.698
Tanah	=	17.419,13 m ²	=	Rp 261.286.980.000	50 tahun	Rp 5.225.739.600
Perkantoran	=	700 m ²	=	Rp 4.200.000.000	40 tahun	Rp 105.000.000
Fasilitas Umum	=	400 m ²	=	Rp 2.000.000.000	15 tahun	Rp 133.333.333
Pengolahan Limbah	=	100 m ²	=	Rp 500.000.000	20 tahun	Rp 25.000.000
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	200 m ²	=	Rp 1.000.000.000	10 tahun	Rp 100.000.000
Gedung Pemadam Kebakaran	=	50 m ²	=	Rp 250.000.000	30 tahun	Rp 8.333.333
Gardu Induk Listrik	=	100 m ²	=	Rp 500.000.000	20 tahun	Rp 25.000.000
Lapangan Parkir Truck Petikemas	=	300 m ²	=	Rp 532.135.800	30 tahun	Rp 17.737.860
Truck Petikemas	=	1 Unit	=	Rp 543.400.000	30 tahun	Rp 18.113.333
Reach Stacker	=	1 Unit	=	Rp 2.080.000.000	30 tahun	Rp 69.333.333
				Rp 552.834.659.966		Rp 10.056.542.535

➤ Pelabuhan Badas

Daftar Investasi				Biaya Investasi	Umur Ekonomis	Biaya Kapital
Panjang Dermaga	=	152,2 m	=	Rp 65.981.794.470	40 tahun	Rp 1.649.544.862
Lebar Dermaga	=	24,5 m	=	Rp 5.967.000.000	30 tahun	Rp 198.900.000
ISO-Tank Container	=	27 Unit	=	Rp 13.700.000.000	35 tahun	Rp 391.428.571
Ship Crane	=	1 Unit	=	Rp 1.030.038.742	30 tahun	Rp 34.334.625
CFS	=	58,32 m ²	=	Rp 324.400.918	35 tahun	Rp 9.268.598
Lapangan Penumpukan	=	54 TEUs	=	Rp 266.067.900	40 tahun	Rp 6.651.698
Lapangan Parkir Umum	=	194 m ²	=	Rp 261.286.980.000	50 tahun	Rp 5.225.739.600
Tanah	=	17.419,13 m ²	=	Rp 4.200.000.000	40 tahun	Rp 105.000.000
Perkantoran	=	700 m ²	=	Rp 2.000.000.000	15 tahun	Rp 133.333.333
Fasilitas Umum	=	400 m ²	=	Rp 500.000.000	20 tahun	Rp 25.000.000
Pengolahan Limbah	=	100 m ²	=	Rp 1.000.000.000	10 tahun	Rp 100.000.000
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	200 m ²	=	Rp 250.000.000	30 tahun	Rp 8.333.333
Gedung Pemadam Kebakaran	=	50 m ²	=	Rp 500.000.000	20 tahun	Rp 25.000.000
Gardu Induk Listrik	=	100 m ²	=	Rp 532.135.800	30 tahun	Rp 17.737.860
Lapangan Parkir Truck Petikemas	=	300 m ²	=	Rp 543.400.000	30 tahun	Rp 18.113.333
Truck Petikemas	=	1 Unit	=	Rp 2.080.000.000	30 tahun	Rp 69.333.333
Reach Stacker	=	1 Unit	=	Rp 552.834.659.966		Rp 8.017.719.146

➤ Pelabuhan Bima

Daftar Investasi				Biaya Investasi	Umur Ekonomis	Biaya Kapital
Panjang Dermaga	=	152,2 m	=	Rp 65.981.794.470	40 tahun	Rp 1.649.544.862
Lebar Dermaga	=	24,5 m	=	Rp 4.420.000.000	30 tahun	Rp 147.333.333
ISO-Tank Container	=	20 Unit	=	Rp 13.700.000.000	35 tahun	Rp 391.428.571
Jumlah Mobile Crane	=	1 Unit	=	Rp 762.991.661	30 tahun	Rp 25.433.055
CFS	=	43,20 m ²	=	Rp 240.296.976	35 tahun	Rp 6.865.628
Lapangan Penumpukan	=	40 TEUs	=	Rp 266.067.900	40 tahun	Rp 6.651.698
Lapangan Parkir Umum	=	144 m ²	=	Rp 261.286.980.000	50 tahun	Rp 5.225.739.600
Tanah	=	17.419,13 m ²	=	Rp 4.200.000.000	40 tahun	Rp 105.000.000
Perkantoran	=	400 m ²	=	Rp 2.000.000.000	15 tahun	Rp 133.333.333
Fasilitas Umum	=	100 m ²	=	Rp 500.000.000	20 tahun	Rp 25.000.000
Pengolahan Limbah	=	200 m ²	=	Rp 1.000.000.000	10 tahun	Rp 100.000.000
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	=	50 m ²	=	Rp 250.000.000	30 tahun	Rp 8.333.333
Gedung Pemadam Kebakaran	=	100 m ²	=	Rp 500.000.000	20 tahun	Rp 25.000.000
Gardu Induk Listrik	=	300 m ²	=	Rp 532.135.800	30 tahun	Rp 17.737.860
Lapangan Parkir Truck Petikemas	=	1 Unit	=	Rp 543.400.000	30 tahun	Rp 18.113.333
Truck Petikemas	=	1 Unit	=	Rp 2.080.000.000	30 tahun	Rp 69.333.333
Reach Stacker	=	Rp 552.834.659.966		Rp 7.954.847.941		

Total Investasi = Rp 40.899.957.534,02

Biaya Operasional Pelabuhan Manggis

1. Biaya Perkantoran dan Perawatan Fasilitas

Gaji pegawai = 1 General Manager	Rp 15.000.000 /Orang	Rp 15.000.000
1 Sekretaris	Rp 8.000.000 /Orang	Rp 8.000.000
4 Manager	Rp 12.000.000 /Orang	Rp 48.000.000
12 Staff	Rp 7.000.000 /Orang	Rp 84.000.000
12 Petugas Lapangan	Rp 7.000.000 /Orang	Rp 84.000.000

Rp 2.868.000.000 /Tahun

2. Biaya Perawatan dan Asuransi (2% dari Biaya Investasi)

Pajak (10% dari Biaya Investasi)

- Biaya Perawatan 2,0%
- Pajak 1,5%

Dermaga	= Rp 2.309.362.806
ISO-Tank Container	= Rp 5.383.560.000
Ship's Crane	= Rp 479.500.000
Lapangan Penumpukan	= Rp 146.340.858
Lapangan Parkir Umum	= Rp 9.312.377
Perkantoran	= Rp 147.000.000
Fasilitas Umum	= Rp 70.000.000
Pengolahan Limbah	= Rp 17.500.000
Bunker BBM	= Rp 35.000.000
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	= Rp 35.000.000
Gedung Pemadam Kebakaran	= Rp 8.750.000
Gardu Induk Listrik	= Rp 17.500.000
Lapangan Parkir Truck Petikemas	= Rp 18.624.753
Truck Petikemas	= Rp 19.019.000
Reach Stacker	= Rp 72.800.000

Rp 8.769.269.794 /Tahun

3. Biaya Operasional Alat

Ship Crane Fuel Cons.	= 20 Liter/Jam
Lama Bongkar Muat	= 92,80 jam
Biaya Penggunaan Crane Kapal	= Rp 683.936.000 /Tahun
Jumlah Pemakaian	= 1.856 Liter
Harga BBM	= Rp 5.500 /Liter
Truck Oil Cons.	= 0,2 Liter/Km
Jarak Tempuh	= 0,3 Km /TEUs
Perpindahan Container	= 696 TEUs
Jarak Tempuh	= 208,8 Km
Kecepatan Truck	= 10 Km/Jam
Jumlah Truck	= 1 Unit
Selesai Dalam	= 20,88 Jam
Biaya Penggunaan Truck	= Rp 76.942.800 /Tahun
Reach Stacker	= 14 Liter/Jam
Kecepatan	= 3 Menit/TEUs
Lama Pemakaian	= 2.088 Menit
Biaya Penggunaan Reach Stacker	= Rp 179.533.200 /Tahun

Biaya Penggunaan HMC = Rp 10.208.000
= Rp 683.936.000 /Tahun

Biaya Penggunaan Truck = Rp 1.148.400
= Rp 76.942.800 /Tahun

Biaya Penggunaan Reach Stacker = Rp 2.679.600
= Rp 179.533.200 /Tahun

Total Biaya Operasional Alat = Rp 940.412.000 /Tahun

Biaya Operasional Pelabuhan = Rp 12.577.681.794,33

Biaya Operasional Pelabuhan Ampenan

1. Biaya Perkantoran dan Perawatan Fasilitas

Gaji pegawai = 1 General Manager	Rp 15.000.000 /Orang	Rp 15.000.000
1 Sekretaris	Rp 8.000.000 /Orang	Rp 8.000.000
4 Manager	Rp 12.000.000 /Orang	Rp 48.000.000
12 Staff	Rp 7.000.000 /Orang	Rp 84.000.000
12 Petugas Lapangan	Rp 7.000.000 /Orang	Rp 84.000.000

Rp 2.868.000.000 /Tahun

2. Biaya Perawatan dan Asuransi (2% dari Biaya Investasi)

Dermaga	= Rp 2.309.362.806
ISO-Tank Container	= Rp 1.964.690.000
Ship's Crane	= Rp 479.500.000
Lapangan Penumpukan	= Rp 106.812.006
Lapangan Parkir Umum	= Rp 9.312.377
Perkantoran	= Rp 147.000.000
Fasilitas Umum	= Rp 70.000.000
Pengolahan Limbah	= Rp 17.500.000
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	= Rp 35.000.000
Gedung Pemadam Kebakaran	= Rp 8.750.000
Gardu Induk Listrik	= Rp 17.500.000
Lapangan Parkir Truck Petikemas	= Rp 18.624.753
Truck Petikemas	= Rp 19.019.000
Reach Stacker	= Rp 72.800.000

Rp 5.275.870.942 /Tahun

3. Biaya Operasional Alat

Ship Crane Fuel Cons.	= 20 Liter/ Jam	Biaya Penggunaan HMC = Rp 7.450.667
Lama Bongkar Muat	= 67,73 jam	= Rp 499.194.667 /Tahun
Biaya Penggunaan Crane Kapal	= Rp 499.194.667 /Tahun	
Jumlah Pemakaian	= 1.355 Liter	
Harga BBM	= Rp 5.500 /Liter	
Truck Oil Cons.	= 0,2 Liter/ Km	Biaya Penggunaan Truck = Rp 838.200
Jarak Tempuh	= 0,3 Km / TEUs	= Rp 56.159.400 /Tahun
Perpindahan Container	= 508 TEUs	
Jarak Tempuh	= 152,4 Km	
Kecepatan Truck	= 10 Km/ Jam	
Jumlah Truck	= 1 Unit	
Selesai Dalam	= 15,24 Jam	
Biaya Penggunaan Truck	= Rp 56.159.400 /Tahun	
Reach Stacker	= 14 Liter/ Jam	Biaya Penggunaan Reach Stacker = Rp 1.955.800
Kecepatan	= 3 Menit/ TEUs	= Rp 131.038.600 /Tahun
Lama Pemakaian	= 1.524 Menit	
	= 25,40 Jam	
Biaya Penggunaan Reach Stacker	= Rp 131.038.600 /Tahun	Total Biaya Operasional Alat = Rp 686.392.667 /Tahun

Biaya Operasional Pelabuhan	=	Rp	8.830.263.608,44
-----------------------------	---	----	------------------

Biaya Operasional Pelabuhan Badas

1. Biaya Perkantoran dan Perawatan Fasilitas

Gaji pegawai = 1 General Manager	Rp 15.000.000 /Orang	Rp 15.000.000
1 Sekretaris	Rp 8.000.000 /Orang	Rp 8.000.000
4 Manager	Rp 12.000.000 /Orang	Rp 48.000.000
12 Staff	Rp 7.000.000 /Orang	Rp 84.000.000
12 Petugas Lapangan	Rp 7.000.000 /Orang	Rp 84.000.000

Rp 2.868.000.000 /Bulan

2. Biaya Perawatan dan Asuransi (2% dari Biaya Investasi)

Dermaga	= Rp 2.309.362.806
ISO-Tank Container	= Rp 208.845.000
Ship's Crane	= Rp 479.500.000
Lapangan Penumpukan	= Rp 11.354.032
Lapangan Parkir Umum	= Rp 9.312.377
Perkantoran	= Rp 147.000.000
Fasilitas Umum	= Rp 70.000.000
Pengolahan Limbah	= Rp 17.500.000
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	= Rp 35.000.000
Gedung Pemadam Kebakaran	= Rp 8.750.000
Gardu Induk Listrik	= Rp 17.500.000
Lapangan Parkir Truck Petikemas	= Rp 18.624.753
Truck Petikemas	= Rp 19.019.000
Reach Stacker	= Rp 72.800.000

Rp 3.351.767.968 /Tahun

3. Biaya Operasional Alat

Ship Crane Fuel Cons.	= 20 Liter/ Jam		= Rp 1.584.000
Lama Bongkar Muat	= 14,40 jam		= Rp 106.128.000
Biaya Penggunaan Crane Kapal	= Rp 106.128.000 /Tahun		
Jumlah Pemakaian	= 288 Liter		
Harga BBM	= Rp 5.500 /Liter		
Truck Oil Cons.	= 0,2 Liter/ Km		= Rp 178.200
Jarak Tempuh	= 0,3 Km / TEUs		= Rp 11.939.400 /Tahun
Perpindahan Container	= 108 TEUs		
Jarak Tempuh	= 32,4 Km		
Kecepatan Truck	= 10 Km/ Jam		
Jumlah Truck	= 1 Unit		
Selesai Dalam	= 3,24 Jam		
Biaya Penggunaan Truck	= Rp 11.939.400 /Tahun		
Reach Stacker	= 14 Liter/ Jam		
Kecepatan	= 3 Menit/ TEUs		
Lama Pemakaian	= 324 Menit		
	= 5,40 Jam		
Biaya Penggunaan Reach Stacker	= Rp 27.858.600 /Tahun		

Total Biaya Operasional Alat = Rp 145.926.000 /Tahun

Biaya Operasional Pelabuhan	=	Rp 6.365.693.968,06
------------------------------------	---	----------------------------

Biaya Operasional Pelabuhan Bima

1. Biaya Perkantoran dan Perawatan Fasilitas

Gaji pegawai = 1 General Manager	Rp 15.000.000 /Orang	Rp 15.000.000
1 Sekretaris	Rp 8.000.000 /Orang	Rp 8.000.000
4 Manager	Rp 12.000.000 /Orang	Rp 48.000.000
12 Staff	Rp 7.000.000 /Orang	Rp 84.000.000
12 Petugas Lapangan	Rp 7.000.000 /Orang	Rp 84.000.000

Rp 2.868.000.000 /Bulan

2. Biaya Perawatan dan Asuransi (2% dari Biaya Investasi)

Dermaga	= Rp 2.309.362.806
ISO-Tank Container	= Rp 154.700.000
Ship's Crane	= Rp 479.500.000
Lapangan Penumpukan	= Rp 8.410.394
Lapangan Parkir Umum	= Rp 9.312.377
Perkantoran	= Rp 147.000.000
Fasilitas Umum	= Rp 70.000.000
Pengolahan Limbah	= Rp 17.500.000
Pompa dan Penyimpanan Air Bersih	= Rp 35.000.000
Gedung Pemadam Kebakaran	= Rp 8.750.000
Gardu Induk Listrik	= Rp 17.500.000
Lapangan Parkir Truck Petikemas	= Rp 18.624.753
Truck Petikemas	= Rp 19.019.000
Reach Stacker	= Rp 72.800.000

Rp 3.294.679.330 /Tahun

3. Biaya Operasional Alat

Ship Crane Fuel Cons.	= 20 Liter/ Jam
Lama Bongkar Muat	= 10,67 jam
Biaya Penggunaan Crane Kapal	= Rp 78.613.333 /Tahun
Jumlah Pemakaian	= 213 Liter
Harga BBM	= Rp 5.500 /Liter
Truck Oil Cons.	= 0,2 Liter/ Km
Jarak Tempuh	= 0,3 Km / TEUs
Perpindahan Container	= 80 TEUs
Jarak Tempuh	= 24 Km
Kecepatan Truck	= 10 Km/ Jam
Jumlah Truck	= 1 Unit
Selesai Dalam	= 2,4 Jam
Biaya Penggunaan Truck	= Rp 8.844.000 /Tahun
Reach Stacker	= 14 Liter/ Jam
Kecepatan	= 3 Menit/ TEUs
Lama Pemakaian	= 240 Menit
Biaya Penggunaan Reach Stacker	= Rp 20.636.000 /Tahun

Biaya Penggunaan HMC	= Rp 1.173.333
	= Rp 78.613.333 /Tahun
Biaya Penggunaan Truck	= Rp 132.000
	= Rp 8.844.000 /Tahun
Biaya Penggunaan Reach Stacker	= Rp 308.000
	= Rp 20.636.000 /Tahun
	Rp 108.093.333 /Tahun

Biaya Operasional Pelabuhan	=	Rp 6.270.772.663,44
------------------------------------	---	----------------------------

Biaya Total Operasional Pelabuhan	=	Rp 34.044.412.034,26	/Tahun
--	---	-----------------------------	--------

Microsoft Excel 14.0 Answer Report

Worksheet: [MODEL TUGAS AKHIR - Siap Sidang.xlsx]Model Container Less

Report Created: 6/19/2016 9:09:06 PM

Result: Solver found a solution. All Constraints and optimality conditions are satisfied.

Solver Engine

Engine: GRG Nonlinear

Solution Time: 10.093 Seconds.

Iterations: 0 Subproblems: 0

Solver Options

Max Time 1000 sec, Iterations 1000, Precision 0.1, Use Automatic Scaling

Convergence 0.1, Population Size 100, Random Seed 0, Derivatives Forward

Max Subproblems 5000, Max Integer Sols 5000, Integer Tolerance 1%, Assume NonNegative

Objective Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$R\$22	Unit Cost Container Baru = Solar (KL)	Rp196.802,35	Rp196.802,35

Variable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value	Integer
\$Q\$5	Ampenan Premium (KL)	2.806	2.806	Contin
\$R\$5	Ampenan Solar (KL)	3.227	3.227	Contin
\$S\$5	Ampenan Kerosene (KL)	58	58	Contin
\$Q\$6	Badas Premium (KL)	289	289	Contin
\$R\$6	Badas Solar (KL)	696	696	Contin
\$S\$6	Badas Kerosene (KL)	298	298	Contin
\$Q\$7	Bima Premium (KL)	316	316	Contin
\$R\$7	Bima Solar (KL)	487	487	Contin
\$S\$7	Bima Kerosene (KL)	156	156	Contin

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$E\$32	#NAME?	6,04	\$E\$32<=\$M\$6	Not Binding	3,055809091
\$Q\$5	Ampenan Premium (KL)	2.806	\$Q\$5>=\$Q\$44	Not Binding	3
\$R\$5	Ampenan Solar (KL)	3.227	\$R\$5>=\$R\$44	Not Binding	4
\$S\$5	Ampenan Kerosene (KL)	58	\$S\$5>=\$S\$44	Binding	-
\$Q\$6	Badas Premium (KL)	289	\$Q\$6>=\$Q\$45	Not Binding	0
\$R\$6	Badas Solar (KL)	696	\$R\$6>=\$R\$45	Not Binding	1
\$S\$6	Badas Kerosene (KL)	298	\$S\$6>=\$S\$45	Not Binding	0
\$Q\$7	Bima Premium (KL)	316	\$Q\$7>=\$Q\$46	Not Binding	0
\$R\$7	Bima Solar (KL)	487	\$R\$7>=\$R\$46	Not Binding	1
\$S\$7	Bima Kerosene (KL)	156	\$S\$7>=\$S\$46	Not Binding	0
\$R\$14	Cargo Carried = Solar (KL)	558.291,10	\$R\$14<=\$E\$9	Not Binding	2347,489554

Unit Cost Tanker	Unit Cost Container	Unit Cost Container Less
Rp 205.051	Rp 231.998	Rp 196.802

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah diselesaikan dalam Tugas Akhir ini maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem distribusi *Product Oil* saat ini dilakukan dengan menggunakan kapal tanker dengan tipe *small tanker I* dan *small tanker II* dengan range DWT 1.000 hingga 6.500 DWT. Kapal yang digunakan sebagai berikut dengan rute *multiport* yang tidak beraturan (tidak ada pola operasi kapal).
2. Model transportasi laut untuk pengiriman *Product Oil* dengan rute *multiport* dari Terminal Transit BBM Manggis, di Bali ke Depot Ampenan, Badas, dan Bima di Nusa Tenggara Barat menghasilkan pengiriman dengan *Unit Cost* paling murah adalah dengan menggunakan :
 - Kapal yang digunakan untuk melakukan pengiriman adalah kapal tanker 7.992 DWT.
 - Jumlah kapal yang digunakan sebanyak 1 unit untuk memenuhi *demand* di 3 tujuan.
 - Waktu tempuh 4.47 hari untuk satu *roundtrip*.
 - Biaya yang harus dikeluarkan adalah sebesar Rp. 46,154,248,036 untuk biaya pengadaan dan operasional kapal dan Rp. 68,497,190,478 untuk pengadaan dan operasional pelabuhan.
 - Biaya total yang dikeluarkan adalah Rp 114,633,438,514 per tahun dan menghasilkan *Unit Cost* sebesar Rp. 203,587.70 per kilo liter *Product Oil*.
3. Sedangkan kapal *Container* yang digunakan untuk melakukan pengiriman *product oil* adalah:
 - Kapal container *payload* 322 TEUs
 - Memiliki waktu tempuh 4.2 hari untuk satu *roundtrip*.
 - Biaya yang harus dikeluarkan adalah sebesar Rp. 33,141,678,337 untuk pengadaan dan operasional kapal dan Rp. 96,906,311,157 untuk pengadaan dan operasional pelabuhan.
 - Biaya total Rp 130,067,189,493 per tahun dan menghasilkan *Unit Cost* Rp. 231,998.28 per kilo liter *Product Oil* lebih mahal 12% dari kapal tanker.
4. *Unit Cost* dari moda yang tidak terpilih yaitu kapal *Container* mampu menghasilkan *Unit Cost* yang lebih murah dari kapal tanker pada saat biaya investasi pelabuhan petikemas diturunkan sebesar 17%. Cara yang dilakukan adalah dengan mengganti alat bongkar muat *harbour mobile crane* menjadi *crane* kapal. Hal ini menyebabkan kerugian dari sisi produktifitas bongkar muat

- yang menurun dari 25 Box/ Crane menjadi 16 Box/ Crane. Namun setelah dilakukan perhitungan dengan moda *Container* dengan alat bongkar muat *crane* kapal menghasilkan *Unit Cost* Rp. 196,802.35 per kilo liter atau lebih murah 3.3% dari *Unit Cost* yang dihasilkan kapal tanker.
5. Dari hasil perhitungan moda yang lebih optimum untuk digunakan adalah kapal *Container* dengan payload 348 TEUs dengan *Unit Cost* Rp. 196,802.35 per kilo liter yang lebih murah 3.3% dibandingkan dengan kapal tanker 7.992 DWT yang menghasilkan *Unit Cost* Rp.203,587.70 per kilo liter.

6.2 Saran

Berikut adalah beberapa saran yang bisa diberikan terkait penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan kajian lebih lanjut tentang rute selain *multiport* yang sudah dilakukan pada penelitian ini, seperti dengan rute *port to port* dan *hub port*. Beserta moda angkut dengan kapal lain atau kapal inovasi baru.
2. Perlu dilakukan kajian lebih mendalam mengenai penggabungan moda seperti penggabungan tanker dan *Container* dan dilihat kajian biayanya karena semakin banyak jenis barang yang yang diangkut semakin sulit pula barang tersebut diangkut dalam satu moda, hal ini akan sangat berguna mengingat banyaknya kombinasi produk BBM (*premium, pertamax, pertalite, solar, kerosene*, dan MFO dan lainnya) yang harus diangkut ke tujuan yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

(2007). *Annual Report* PT. Pertamina. Jakarta

(2016). Dipetik Maret 21, 2016, dari Pertamina : www.pertamina.com

(2016). Dipetik Maret 21, 2016, dari BPH Migas : www.bphmigas.com

Ship and Bunker. (2016, Mei). *Fuel Price*. Dipetik Mei 16, 2016 dari Ship and Bunker Singapore
<http://shipandbunker.com/prices/apac/sea/sg-sin-singapore>

Kramadibrata, S. (1985). *Perencanaan Pelabuhan*. Jakarta : Ganesha Exact Bandung.

Dalam B. Santosa, dan P. Willy (2011), *Metoda Metaheuristik Konsep dan Implementasi*. Surabaya : Guna Widya.

Triatmojo. B (2009), Perencanaan Pelabuhan. Yogyakarta : Beta Offset.

Islamiya. Yulia, dan Wahyudi. H (2013), *Perencanaan Dermaga Kapal Tanker 100.000 DWT Terminal Untuk Kepentingan Sendiri UP III PT Pertamina*. Surabaya : Jurnal Teknik POMITS.

(2016). Dipetik Mei 23, 2016, dari Trencor Tank Container : www.tankspan.com/pdf/specs

Isnantyo A. Fitroh (2015). *Model Transportasi Laut Untuk Mendukung Manajemen Rantai Pasok: Studi Kasus Komoditas Ayam Beku dari Surabaya ke Indonesia Timur*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Junifar. A (2015). *Manajemen Rantai Pasok Angkutan Susu Sapi dan Produk Turunannya Melalui Jalur Transportasi Laut*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Yasir. M (2014). *Model Transportasi Multimoda Logistik Pala: Studi Kasus Ambon-Rotterdam*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

(2012) Dipetik Februari 25, 2016, dari Halaman Berita : www.detikfinance.com

(2016) Dipetik Mei 11, 2016, dari Situs Jual Beli : www.alibaba.com

Heizer dan Render (2005), *Supply Chain Management*. Jakarta : Ganesha Exact Bandung.

Catalog Mesin MAN & BW dan CATTERPILLAR

BKI Vol. II Tahun 2006. *Peraturan Sekat Ruang Muat Kapal Curah Cair*

LAMPIRAN

1. Model Optimasi Kapal Tanker dan Pelabuhan Curah Cair
2. Model Optimasi Kapal Peti Kemas dan Pelabuhan Peti Kemas
3. Model Optimasi Kapal Peti Kemas Baru dan Pelabuhan Peti Kemas Baru
4. Answer Report Model Optimasi
5. Data Kapal Tanker Pembanding
6. Data Kapal Peti Kemas Pembanding
7. Data Hasil Solver Tabel\

BIODATA PENULIS



Nama lengkap penulis adalah Putra Alhamda, dilahirkan di Kota Payakumbuh, Provinsi Sumatera Barat pada hari Sabtu tanggal 16 Juli 1994. Penulis adalah anak bungsu dari 3 bersaudara. Orang tua penulis Ayahanda Masril dan Ibunda Sri Wati. Penulis telah menempuh pendidikan formal dimulai dari TK Islam Nurul Falah Kota Payakumbuh, SDN 1 Kota Payakumbuh pada tahun 2000-2006, SMPN 1 Kota Payakumbuh 2006-2009, berlanjut ke SMAN 1 Kota Payakumbuh 2009-2012, dan pada tahun 2012 Penulis diterima di Jurusan Transportasi Laut, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan NRP 4412.100.035. Fokus bidang keahlian yang diambil penulis adalah bidang keahlian logistik maritim. Selama masa perkuliahan, penulis aktif dalam organisasi, menjabat sebagai staff Departemen Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa (2013/2014) dan berlanjut sebagai Ketua Divisi Kaderisasi pada Departemen yang sama di tahun kepengurusan setelahnya. Penulis juga aktif dalam berbagai kegiatan yang diadakan di kampus, antara lain Panitia Sampan 7, Kontes Kapal Cepat Tak Berawak Nasional 2013, LKMM (Pra-TD) hingga Tahap Dasar (TD). Selain itu penulis juga pernah berkecimpung di dunia *hydromodeling* dengan prestasi Juara 2 *Speed Contest* pada “Sampan 8 ITS, National Ship Design and Race Competition”, dan Juara Kategori Best Design pada *event* “Design and Controlling Boat Competition” di Universitas Diponegoro, Semarang. Bagi pembaca yang ingin menghubungi penulis bisa melalui alamat email: alhamdaputra08@gmail.com.