TESIS - MN142532

DESAIN KONSEPTUAL KAPAL *LASH* UNTUK ANGKUTAN KEPULAUAN. (STUDI KASUS: KEPULAUAN KANGEAN)

RODLITUL AWWALIN

NRP. 04111650020002

Dosen Pembimbing

Dr.-Ing. Setyo Nugroho

NIP. 19651020 199601 1 001

Program Magister

Teknik Transportasi Kelautan

Program Studi Pascasarjana Teknologi Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2020

TESIS – MN142532

DESAIN KONSEPTUAL KAPAL *LASH* UNTUK ANGKUTAN KEPULAUAN.
(STUDI KASUS: KEPULAUAN KANGEAN)

RODLITUL AWWALIN
NRP. 04111650020002

Dosen Pembimbing
Dr.-Ing. Setyo Nugroho
NIP. 19651020 199601 1 001

Program Magister
Teknik Transportasi Kelautan
Program Studi Pascasarjana Teknologi Kelautan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

TESIS – MN142532

CONCEPTUAL DESIGN OF *LASH* SHIP FOR ARCHIPELAGIC TRANSPORT. (CASE STUDY: KANGEAN ISLAND)

RODLITUL AWWALIN
NRP. 04111650020002

Supervisor
Dr.-Ing. Setyo Nugroho
NIP. 19651020 199601 1 001

Master Program
Marine Transportation Engineering
Graduate Program of Marine Technology
Faculty of Marine Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Oleh:
RODLITUL AWWALIN
NRP: 04111650020002

Tanggal Ujian: 7 Agustus 2020
Periode Wisuda: September 2020

Disetujui oleh:
Pembimbing:

1. Dr.-Ing. Setyo Nugroho .....
   NIP: 19651020 199601 1 001

Penguji:

1. Ir. Tri Achmadi, Ph.D. .....
   NIP: 19650110 198803 1 001

2. Dr.Eng. I G. N. Sumanta Buana, S.T., M.Eng. .....
   NIP: 19680804 199402 1 001

3. Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc. .....
   NIP: 19640416 198903 1 003

Kepala Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan

Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
NIP: 196402101989031001

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat terselesaikanya Tugas Akhir dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik pada Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Dalam kesempatan ini, penulis mengambil judul, "**DESAIN KONSEPTUAL KAPAL *LASH* UNTUK ANGKUTAN KEPULAUAN: STUDI KASUS KEPULAUAN KANGEAN".** Penulis menyadari bahwa selama dalam proses pengerjaan dan penyusunan laporan hingga selesai, penulis banyak mendapat bantuan baik moril atau materiil dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada :

1. Kedua orang tua, Ibu (Rodliyah) dan Bapak (Yasmo), seluruh keluarga dan kerabat yang turut memberikan dukungan do'a dan semangat.
2. Bapak Dr.-Ing. Setyo Nugroho, selaku Ketua Departemen Teknik Tranportasi Laut dan Dosen Pembimbing yang telah meluangkan banyak waktu untuk mengarahkan dan memberi nasihat dalam menyelesaikan penelitian ini hingga selesai.
3. Bapak Ir. Tri Achmadi, Ph.D. selaku dosen wali serta dosen pengampu selama masa perkuliahan, yang telah meluangkan waktu untuk membina dan mengarahkan penulis.
4. Bapak Dr. Eng. I G. N. Sumanta Buana, S.T., M.Eng. dan Bapak Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc. selaku dosen pengampu selama masa perkuliahan yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman selama perkuliahan.
5. Seluruh Jajaran Sekretariat Pasca Sarjana Teknik Perkapalan dan Teknik Tranportasi Laut yang telah membantu dan melayani penulis dalam proses perlengkapan administrasi selama perkuliahan dan penelitian.
6. Terima kasih untuk semua yang membantu dalam proses belajar di Departement Teknik Transportasi laut, Pak Takim, Mas Faisal, Mas Ikeh, Mas Greg, dan semua pihak yang belum bisa disebutkan satu per satu.
7. Rekan-rekan mahasiswa Program Magister dan Doktoral Teknik Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan ITS yang tidak bisa disebutkan satu per satu.
8. Untuk rekan seperguruan Mas Bagus, Mas Anza, Pak Yusep, Vivi, Kharis, Mas Id, Sidiq Boy, Mas Shofa, dan Teman-teman Kangean (Rusdiansyah sekeluarga).

Akhir kata, penulis berharap kepada Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu, kemudian penulis memohon maaf atas segala kekurangan dan kesalahan dalam penelitian dan laporan tesis ini, dan semoga laporan tesis ini

dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya, dan bagi mahasiswa di lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya khususnya. Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Surabaya, 25 Agustus 2020
Hormat Saya,
Penulis

Desain Konseptual Kapal *LASH* Untuk Angkutan Kepulauan: Studi Kasus Kepulauan Kangean

Nama Mahasiswa : Rodlitul Awwalin

NRP : 04111650020002

Dosen Pembimbing : Dr.-Ing. Setyo Nugroho

ABSTRAK

Produksi, ketersediaan, terhadap harga kebutuhan, telah menjadi perhatian utama dan masalah di daerah pulau-pulau kecil, hal tersebut juga berkorelasi dengan waktu dan bagaimana transportasi laut berperan dalam usaha untuk memenuhi permintaan pengangkutan barang melalui transportasi laut di Kepulauan Kangean. Kapal *Lighter Abroad Ship* (LASH) ini adalah kapal kargo yang memanfaatkan muatan berupa kemasan tongkang-tongkang yang mengapung yang berfungisi sebagai gudang terapung. Konsep pemanfaatan kapal LASH adalah bertujuan untuk mengurangi waktu bersandar di pelabuhan, sehingga dapat memperpendek waktu kapal diam pelabuhan, yang dimaksutkan untuk menambah efektifitas pengangkutan muatan barang. Metode yang digunakan untuk menentukan besar muatan yaitu menggunakan pendekatan jumlah konsumsi per kapita penduduk dan prosentase muatan dari kapal yang saat ini melayani rute Kepulauan Kangean, kemudian perhitungan kapasitas tongkang. Untuk menentukan kapasitas maksimum kapal dilakukan dengan metode konfigurasi perpindahan (bongkar-muat) tongkang sehingga didapatkan kapasitas maksimum tongkang diatas kapal. Dari hasil eksperimen diperoleh kapasitas maksimum tongkang diatas kapal yaitu sebesar 24 unit tongkang. Dengan ukuran kapal L 38,99 m, B 11,14 m, H 5,20 m, dan T 3,90 m. Perhitungan biaya-biaya kapital kapal, tongkang, serta dermaga/pelabuhan, biaya operasional kapal, pelabuhan, serta beberapa pertimbangan *Load factor* dari muatan dan pendapatan, didapatkan analisa ekonomi bahwa BEP akan terjadi pada tahun ke-9 dan NPV sebesar 23,528 Milyar rupiah.

Kata Kunci: Tongkang, Kapal LASH, BEP, NPV

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

Conceptual Design of *LASH* Ship for Archipelagic Transport. (Case Study: Kangean Island)

Author : Rodlitul Awwalin

ID Number : 04111650020002

Supervisor : Dr.-Ing. Setyo Nugroho

ABSTRACT

Production, availability, to the price of necessity, have become major concerns and problems in small island areas, it is also correlated with the timing and how sea transportation plays a role in the effort to meet the demand for goods transportation via sea transportation in the Kangean Islands. This Lighter Abroad Ship (LASH) is a cargo ship that utilizes cargo in the form of floating barges that function as a floating warehouse. The concept of using LASH ships is aimed at reducing the time to dock at the port, so as to shorten the time for ships to remain at port, which is intended to increase the effectiveness of transporting cargo. The method used to determine cargo size is to use the approach of total consumption per capita population and the percentage of cargo from vessels currently serving the Kangean Islands route, then calculating the barging capacity. To determine the maximum capacity of the ship, the method of configuring the displacement (loading and unloading) of the barge is used to obtain the maximum barge capacity on board. From the experimental results, the maximum barge capacity on board is 24 barges. With ship sizes L 38.99 m, B 11.14 m, H 5.20 m, and T 3.90 m. Calculation of the capital costs of ships, barges, and docks / ports, operating costs of ships, ports, as well as some load factor considerations of cargo and income, an economic analysis is obtained that the BEP will occur in the 9th year and NPV of 23.528 billion rupiah.

Keyword: Barge (Lighter), *LASH* Ship, BEP, NPV

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS ..... **v**
KATA PENGANTAR ..... **vii**
ABSTRAK ..... **ix**
ABSTRACT ..... **xi**
DAFTAR ISI ..... **xiii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xvii**
DAFTAR TABEL ..... **xxi**
BAB 1 PENDAHULUAN **1**
1.1. Latar Belakang 1
1.1. Rumusan Masalah 3
1.2. Batasan Masalah 3
1.3. Tujuan Penelitian 3
1.4. Manfaat 3
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA **5**
2.1. Pengertian Pulau Kecil 5
2.2. Fungsi Kapal 7
2.2.1. Kapal Sebagai Sarana Transportasi 7
2.2.2. Kapal bukan sebagai Sarana Transportasi (Non-transportation) 9
2.2.3. Kapal Fungsi Turunan (Semi-transportation) 9
2.3. Inovasi dan Evolusi Teknologi Perkapalan 11
2.4. Waktu Pelayanan Kapal 15
2.5. Desain dan Perencanaan Kapal 16
2.5.1. Consept design 18
2.5.2. Preliminary Design 18
2.5.3. Contract Design 19
2.5.4. Detail Design 19
2.5.5. Penentuan Ukuran Kapal 20
2.5.6. Perhitungan Hambatan Kapal 22
2.5.7. Perhitungan Power Mesin 23
2.5.8. Rute Pelayaran 23
2.6. Analisis Perencanaan Kapal 24
2.6.1. Tinjauan Biaya pada Perencanaan Kapal 24
2.6.2. Biaya Modal (*Capital Cost*) 25
2.6.3. Biaya Operasional (Operational Cost) 27

2.6.4. Biaya Pelayaran (Voyage Cost) 29
2.6.5. Biaya Bongkar Muat (Cargo Handling Cost) 30
2.7. Rute 31
2.7.1 Pola Port to port 31
2.7.2 Pola Multiport 31
2.8. Pemodelan Sistem Dinamik 33
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN 39
3.1. Tahapan Penelitian 40
3.2. Identifikasi Permasalahan 40
3.3. Studi pemanfaatan 41
3.4. Konsep desain dan optimasi 41
3.4.1 Menentukan ukuran tongkang 41
3.4.2 Skenario pola operasi pengiriman untuk menentukan kapasitas dan ukuran kapal 41
3.5. Perencanaan Konseptual 42
3.6. Analisa ekonomi 43
3.7. Kesimpulan 43
BAB 4 GAMBARAN UMUM 45
4.1. Pelabuhan Kalianget Kabupaten Sumenep 45
4.2. Waktu Pelabuhan 47
4.3. Kondisi pelabuhan, Peralatan, dan Sistem bongkar muat (BM) 50
4.4. Kepualan Kangean 51
4.4.1. Kecamatan Arjasa 53
4.4.2. Kecamatan Kangayan 55
4.4.3. Kecamatan Sepeken 56
4.5. Profil dan Spesifikasi Kapal-kapal yang melayani rute di Kepulauan Kangean 58
4.5.1. Pelayaran Rakyat (Pelra) 59
4.5.2. KM. Dharma Bahari Sumekar I 60
4.5.3. Express Bahari IC 62
4.5.4. KM. Sabuk Nusantara 56 63
4.5.5. KM. Sabuk Nusantara 27 65
4.5.6. KM. Sabuk Nusantara 99 66
4.6. Konsep Operasional Kapal Tipe LASH 67
4.7. Studi pemanfaatan kapal LASH dengan kapal tipe lain 71
BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN 73
5.1. Analisis Kondisi di Kepulauan Kangean 73

5.2. Jarak Pelayaran 73
5.3. Konsep Pemanfaatan 74
5.4. Penentuan Ukuran Tongkang LASH (Lighter).....75
5.5. Penentuan Muatan 77
5.5.1 Jenis Muatan 77
5.5.2 Data muatan yang diangkut kapal eksisting di Kangean 80
5.5.3 Perhitungan Matriks asal tujuan Muatan yang akan dikirim oleh Kapal *LASH* 80
5.6. Simulasi pengiriman tongkang 82
5.6.1 Simulasi manual.....82
5.6.2 Model pengiriman tongkang 84
5.6.3 Validasi dan analisis 86
5.7. Perhitungan Ukuran Kapal LASH 92
5.8. Rencana Umum *(General Arrangmenet)*.....94
5.9. Teknis Operasional 95
5.10. Perhitungan biaya-biaya pada kapal LASH.....96
5.11. Analisis Ekonomi.....97
5.12. Perbandingan biaya kapal eksisting di Kangean dan kapal LASH.....98
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN.....99
6.1. Kesimpulan.....99
6.2. Saran 100
DAFTAR PUSTAKA.....101
LAMPIRAN.....103
I. Daftar kapal eksisting yang melayani pengiriman barang dari dan ke Kangean 103
II. Analisis simulasi pengiriman tongkang.....108
III. Model Powersim analisis kapasitas angkut tongkang 114
IV. Perhitungan biaya-biaya 115
V. Analisis ekonomi 122
BIODATA PENULIS.....125

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta Administrasi Kabupaten Sumenep. 1
Gambar 2. 1 Ukuran pokok kapal. 6
Gambar 2. 2 Kapal Ferry Cargo KMP.Trunojoyo. 8
Gambar 2. 3 Kapal Petikemas KM. Mentari Persada. 9
Gambar 2. 4 Kapal keruk milik PT Humpuss Intermoda Transportasi. 9
Gambar 2. 5 Kapal Tunda di Pelabuhan Tanjung Perak. 10
Gambar 2. 6 *Box Lighter* kapal LASH sebagai gudang terapung. 11
Gambar 2. 7 Kompleksitas teknologi terhadap adaptasi sarana angkutan laut. 15
Gambar 2. 8 Ship Design Spiral 17
Gambar 2. 10 Pola operasi rute port to port. 31
Gambar 2. 11 Pola operasi rute multiport relay. 32
Gambar 2. 12 Pola operasi rute multiport circle. 32
Gambar 2. 13 Langkah pemodelan sistem dinamik (Asyiawati:2002) 33
Gambar 2. 14 Contoh diagram sebab-akibat 34
Gambar 2. 15 Ilustrasi hungan *Stok-flow* diagram (Millah A.S. 2015) 35
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian 40
Gambar 3. 2 Alur proses pembuatan model sistem dinamik 42
Gambar 4. 1 Peta lokasi Pelabuhan Kalianget di Kabupaten Sumenep. 45
Gambar 4. 2 Aktifitas muat barang di Pelabuhan Kalianget pada kapal KM Sabuk Nusantara 56 47
Gambar 4. 3 Grafik analisa lama waktu kapal Pelra menempati Pelabuhan. 48
Gambar 4. 4 Grafik analisa lama waktu kapal KMP. Dharma Bahari Sumekar di Pelabuhan. 49
Gambar 4. 5 Grafik analisa lama waktu kapal Perintis terhadap aktifitas bongkar muat di pelabuhan Kangean. 49
Gambar 4. 6 Aktifitas BM dan kondisi peralatan BM di pelabuhan-pelabuhan di Kangean dan Pelabuhan Kalianget Sumenep. 50
Gambar 4. 7 Peta Kepulauan Kangean. 51
Gambar 4. 8 Potensi hasil alam di Kepulauan Kangean pada tahun 2017. 53
Gambar 4. 9 Peta lokasi kecamatan Arjasa Kangean 53
Gambar 4. 10 Aktifitas di pelabuhan Batu Gulok Arjasa di Kecamatan Arjasa....54

Gambar 4. 11 Peta lokasi Kecamatan Kangayan Kangean.....55
Gambar 4. 12 Aktifitas di pelabuhan Tambat Labuh Kajuaro - Kecamatan Kangayan yang akan menuju Kecamatan Sapeken. 56
Gambar 4. 13 Peta lokasi Kecamatan Sapeken Kangean. 56
Gambar 4. 14 Dokumentasi kondisi pelabuhan di Kecamatan Sapeken. 57
Gambar 4. 15 Pola operasi kapal Pelra Kepulauan Kangean.....59
Gambar 4. 16 Dokumentasi kapal Pelra yang melayani rute bolak-balik Kalianget-Kangean. 60
Gambar 4. 17 Pola operasi kapal KMP Dharma Bahari Sumekar 1C Kepulauan Kangean. 61
Gambar 4. 18 Dokumentasi kapal KMP. Dharma Bahari Sumeker I di Pelabuhan Kaliangen Sumenep.....61
Gambar 4. 19 Pola operasi kapal Express Bahari 1C Kepulauan Kangean.....62
Gambar 4. 20 Dokumentasi kapal Express Bahari IC di Pelabuhan Kalianget Sumenep. 63
Gambar 4. 21 Pola operasi kapal Perintis Kepulauan Kangean.....64
Gambar 4. 22 Dokumentasi kapal Sabuk Nusantara 56 di Pelabuhan Kalianget Sumenep. 64
Gambar 4. 23 Pola operasi kapal Perintis Kepulauan Kangean.....65
Gambar 4. 24 Dokumentasi Kapal Sabuk Nusantara 27.....66
Gambar 4. 25 Peluncuran kapal KM. Sabuk Nusantara 99. 67
Gambar 4. 26 Kapal LASH saat melakukan persiapan penurunan muatan tongkang di suatu pelabuhan. 68
Gambar 4. 27 Kapal LASH T-AK 5070 Cape Flattery dengan kapasitas 89 tongkang/*Lighter*. 69
Gambar 5. 1 Lokasi pelabuhan utama untuk pola operasi kapal LASH.....73
Gambar 5. 2 Konsep pemanfaatan Kapal LASH untuk kepulauan Kangean. 75
Gambar 5. 3 Detail desain tongkang.....77
Gambar 5. 4 Skema pengiriman tongkang.....83
Gambar 5. 5 Eksperimen pengiriman tongkang secara manual.....84
Gambar 5. 6 Model sistem dinamik pengiriman tongkang.....85
Gambar 5. 7 Sub-model pengiriman tongkang di Lokasi A 85
Gambar 5. 8 Grafik analisis kapasitas kapal, kebutuhan tongkang, dan kondisi tongkang pada kapal di tiap lokasi pelabuhan pada kondisi pengiriman maksimum 87
Gambar 5. 9 Grafik analisis kapasitas kapal, kebutuhan tongkang, dan kondisi tongkang pada kapal di tiap lokasi pelabuhan pada kondisi pengiriman minimum.....89

Gambar 5. 10 Grafik analisis kapasitas kapal, kebutuhan tongkang, dan kondisi tongkang pada kapal di tiap lokasi pelabuhan pada kondisi tak seimbang.....91
Gambar 5. 11 Desain Rencana Umum kapal LASH.....94
Gambar 5. 12 Skema penanganan tongkang di area dermaga/pelabuhan.....95
Gambar 5. 13 Skema penanganan tongkang di area dermaga/pelabuhan.....96
Gambar 5. 14 Grafik perbandingan tarif kapal eksisting di Kangean dengan rencana kapal LASH. 98

"Halaman ini sengaja dikosgkan"

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Dimensi tipikal kapal perintis 6
Tabel 2. 2 Pertumbuhan Kapal Cellular.....13
Tabel 2. 3 Koefisien *Cargo* DWT.....21
Tabel 4. 1 Data armada kapal laut di Pelabuhan kalianget 46
Tabel 4. 2 Tabel fasilitas Pelabuhan Kalianget Sumenep.....47
Tabel 4. 3 Laju implisit PDRB Kab. Sumenep menurut Pengeluaran (persen).....52
Tabel 4. 4 Jumlah penduduk di Kepulauan Kangean 52
Tabel 4. 5 Tabel fasilitas Pelabuhan Batugulok Arjasa. 54
Tabel 4. 6 Tabel fasilitas dermaga Penyeberangan Kangayan 56
Tabel 4. 7 Tabel fasilitas Pelabuhan Sapeken. 58
Tabel 4. 8 Data Armada kapal laut di Pelabuhan Sapeken. 58
Tabel 4. 9 Daftar kapal Pelra yang melayani rute bolak balik Kangean-Kalianget.59
Tabel 4. 10 Data spesifikasi teknis kapal KMP. Dharma Bahari Sumeker I. 62
Tabel 4. 11 Data spesifikasi teknis kapal Express Bahari IC. 62
Tabel 4. 12 Data spesifikasi teknis kapal KM. Sabuk Nusantara 56. 64
Tabel 4. 13 Data spesifikasi teknis kapal KM. Sabuk Nusantara 27. 65
Tabel 4. 14 Data spesifikasi teknis kapal KM. Sabuk Nusantara 27. 66
Tabel 4. 15 Variasi ukuran pada awal pembangunan kapal LASH. 68
Tabel 4. 16 Perbandingan Tonase yang ditangani Kapal LASH dengan kapal kontainer. 69
Tabel 4. 17 Ringkasan biaya kapal LASH. 69
Tabel 4. 18 Perbandingan kapal LASH dengan kapal barang tipe lain. 71
Tabel 5. 11 Jarak lokasi-lokasi pelabuhan asal dan tujuan pelayaran (NM). 73
Tabel 5. 1 Ukuran tongkang.....76
Tabel 5. 3 Besar tingkat konsumsi kebutuhan 78
Tabel 5. 4 Total Besar konsumsi kebutuhan yang dikirim ke Kangean 78
Tabel 5. 5 Besar produksi hasil panen di Kangean.....79
Tabel 5. 6 Besar potensi komoditi balikan hasil panen dari Kangean.....79
Tabel 5. 7 Besar muatan barang yang dikirim ke Kangean 79
Tabel 5. 8 Besar Matriks Asal Tujuan Muatan per Tahun (ton) oleh kapal eksisting. 80
Tabel 5. 9 Besar Matriks Asal Tujuan Muatan per Tahun (ton). 81
Tabel 5. 10 Besar Matriks Asal Tujuan Muatan per Tahun (unit tongkang). 81

Tabel 5. 11 Besar Matriks Asal Tujuan Muatan per Trip (unit tongkang). 82
Tabel 5. 12 Matriks Asal Tujuan Muatan kapasitas maksimum per Trip (unit tongkang). 86
Tabel 5. 13 Matriks Asal Tujuan Muatan kapasitas minimum per Trip (unit tongkang). 88
Tabel 5. 14 Matriks Asal Tujuan Muatan kapasitas tak seimbang per Trip (unit tongkang). 90
Tabel 5. 15 Data perhitungan ukuran kapal: 94
Tabel 5. 16 Komponen biaya dari perencanaan kapal LASH.....96
Tabel 5. 17 Tabel tarif tongkang tiap pelabuhan (Rp) 97
Tabel 5. 18 Asumsi keuangan.....97
Tabel 5. 19 Analisis investasi 98

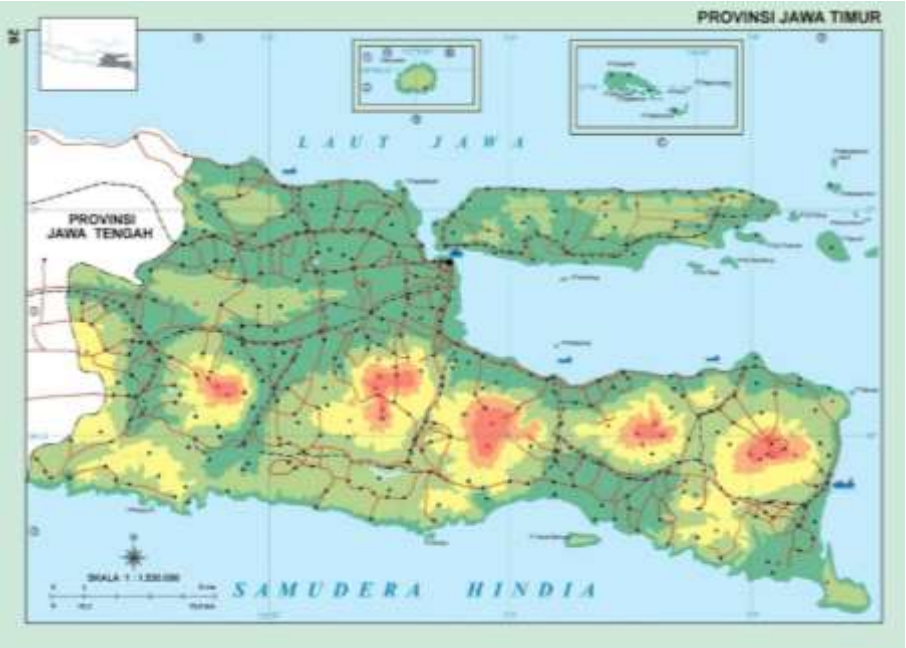
BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia dengan jumlah penduduk lebih dari ±260 juta jiwa dan akan terus bertambah, tersebar di ribuan pulau. Dimensi permasalahan yang dihadapi bukan hanya pada produksi, jumlah ketersediaan, dan harga kebutuhan saja, namun lebih kompleks lagi menyangkut sistem logistik nasional. Kebijakan pembangunan, dilakukan agar mampu menjamin pemenuhan kebutuhan dimasyarakat, paling tidak meliputi beberapa aspek komperehensif, yaitu:

1) Aspek ketersediaan
2) Aspek Keterjangkauan
3) Aspek stabilitas
4) Aspek kualitas dan keamanan pangan.

Kondisi geografis yang berupa kepulauan merupakan salah satu tantangan yang besar untuk dapat memenuhi kebutuhan pangan dengan memenuhi keempat aspek tersebut diatas, khususnya pada wilayah pulau-pulau kecil dan perbatasan yang relatif sulit dijangkau. Kondisi yang unik di pulau-pulau kecil, memerlukan strategi khusus agar mampu mencukupi kebutuhan pangan secara kesinambungan.



Gambar 1. 1 Peta Administrasi Kabupaten Sumenep.

Sumber : http://indonesia-peta.blogspot.com/2010/10/gambar-peta-povinsi-jawa-timur-jatim.html

Kepulauan Kangean adalah wilayah paling timur dari pulau Madura, termasuk dalam wilayah pemerintahan kabupaten Sumenep, dimana terdapat tiga kecamatan di Kepulauan Kangean yaitu Kecamatan Arjasa, Kecataman Kangayan, dan Kecamatan Sapeken.

Kondisi saat ini transportasi laut telah terdapatnya layanan kapal untuk penumpang dan barang yang meliputi kapal perintis dan Pelayaran rakyat (Pelra). Beberapa kendala yang masih terjadi pada transportasi laut, khususnya pada praktik perpindahan barang dan warga kangean ke luar pulau, antara lain:

1) Praktik bongkar muat (BM) kapal yang masih menggunakan tenaga manual/tenaga kerja bongkar muat (TKBM) sehingga prosesnya sangat lama.
2) Beberapa kapal khususnya kapal Pelra yang berdiam di pelabuhan Kangean cukup lama, dimana hal ini menyebabkan:
   - Kualitas kondisi muatan
   - Kinerja kapal yang tidak maksimal karena berdampak pada kinerja mesin yang tak beroperasi
   - Pengaturan dan penggunaan dermaga yang kurang baik
3) Intensitas kedatangan kapal, terutama pada bulan Agustus-September sangat rendah hal tersebut disebabkan oleh angin dan gelombang laut yang tinggi.

Salah satu ide gagasan tersebut antara lain yaitu pengguna kapal tipe LASH, dimana kapal LASH yang memuat tongkang *(barge)* berfungsi yang akan difungsikan sebagai gudang terapung. Kapal tipe *Lighter Abroad Ship (LASH)* adalah sebuah penemuan model kapal yang mengacu pada sistem praktik bongkar muat (B/M) yang dilakukan diatas kapal itu sendiri, dimana muatan dimasukan didalam tongkang-tongkang yang kemudian proses B/M dilakukan diluar area pelabuhan, sehingga meskipun dengan kurangnya peralatan pelabuhan atau alat tambatan di dermaga tidak meberikan hambatan bagi proses B/M kapal LASH, dan kapal tak perlu berlama-lama di area pelabuhan.

Kasus diatas yang mendasari penelitian ini untuk melakukan studi pemanfaatan kapal tipe LASH untuk pulau-pulau kecil di Indonesia.

1.1. Rumusan Masalah

Berdasarkan beberapa uraian diatas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana konsep pemanfaatan kapal LASH untuk memperluas fungsi kapal dari sarana transportasi sebagai kapal dengan fungsi logistik?
2. Bagaimana desain konseptual kapal LASH?
3. Bagaimana analisa ekonomi dari pemanfaatan kapal LASH?

1.2. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, batasan masalah yang digunakan adalah:

1. Pada pelaksanaan penelitian studi kasus dilakukan di Kepulauan Kangean Kabupaten Sumenep.
2. Pada penelitian ini menitik beratkan pada desain konseptual pemanfaatan kapal LASH.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan konsep pemanfaatan kapal LASH sebagai perluasan fungsi kapal sebagai sarana transportasi menjadi kapal dengan fungsi logistik.
2. Mengetahui desain konseptual pemanfaatan kapal tipe LASH.
3. Mengetahui analisis ekonomi dari pemanfaatan kapal LASH.

1.4. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini diharapkan adanya sebuah gagasan berupa pemanfaatan kapal dan kemudahan layanan transportasi laut untuk mendukung kemudahan sistem logistik yang mendukung pertumbuhan pulau-pulau kecil di beberapa daerah di Indonesia.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 2 KAJIAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Pulau Kecil

Pengertian pulau kecil menurut Undang-Undang 27 Tahun 2007 adalah pulau dengan luas lebih kecil atau sama dengan 2.000 Km^2 (dua ribu kilometer persegi) beserta kesatuan ekosistemnya. Ekosistem pulau-pulau kecil terdiri atas ekosistem daratan, pantai, hutan bakau, padang lamun, dan terumbu karang yang ada pada pesisir pulau. Di samping kriteria utama tersebut, beberapa karakteristik pulau-pulau kecil adalah secara ekologis terpisah dari pulau induknya, memiliki batas fisik yang jelas dan terpencil dari habitat pulau induk, sehingga bersifat *insular*; mempunyai sejumlah besar jenis endemik dan keanekaragaman yang tipikal dan bernilai tinggi; tidak mampu mempengaruhi hidroklimat; memiliki daerah tangkapan air relatif kecil sehingga sebagian besar aliran air permukaan dan sedimen masuk ke laut serta dari segi sosial, ekonomi dan budaya masyarakat pulau-pulau kecil bersifat khas dibandingkan dengan pulau induknya.

Kebijakan pemerintah yang secara khusus diarahkan untuk medorong pembangunan wilayah perbatasan dan pulau-pulau kecil juga telah dikeluarkan, antara lain Peraturan Pemerintah No 62 tahun 2010 tentang Pemanfaatan Pulau-Pulau Kecil Terluar (PPKT) Indonesia. Pengelolaan pembangunan di wilayah ini perlu dikelola dengan baik dan mendapat perhatian khusus karena umumnya wilayah ini merupakan wilayah tertinggal.

Mengacu pada Peraturan Mentri Perhubungan Republik Indonesia nomor 15 Tahun 2017, disebutkan bahwa kegiatan penyelenggaraan angkutan perintis adalah kegiatan penyelenggaraan kewajiban pelayanan publik dengan menggunakan kapal negara yang pelaksanaanya ditugaskan kepada Perusahaan Perseorangan (Persero) PT. Pelayaran nasional Indonesia.

Berkaitan dengan infrastruktur angkutan kapal perintis, Standar Nasional Indonesia (SNI) memberikan rambu-rambu terkait fasilitas dermaga untuk pelayanan angkutan perintis, yaitu:

1) Ketentuan umum

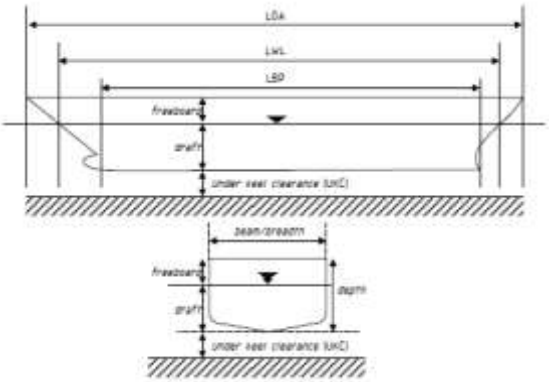
   Jenis kapal

Jenis kapal yang dilayani oleh dermaga pelayanan kapal perintis adalah:

- kapal coaster berbendera Indonesia yang laik laut berukuran 200-1.000 DWT dilaksanakan dengan trayek tetap dan teratur;
- kapal ferry dengan ukuran relatif kecil agar dapat menjangkau daerah-daerah yang terpencil dengan kedalaman perairan yang relative dangkal dilaksanakan dengan trayek tetap dan teratur; atau
- kapal barang milik swasta dengan diberi dispensasi mengangkut penumpang dengan akomodasi penumpang secukupnya dilaksanakan dengan trayek tetap dan teratur.

2) Ukuran pokok kapal

Ukuran pokok kapal rencana dibutuhkan dalam perencanaan/penentuan ukuran fasilitas pelabuhan, seperti dermaga, kolam pelabuhan dan alur pelabuhan. Dalam perencanaan ukuran dermaga, kapal rencana yang digunakan adalah kapal terbesar yang akan dilayani. Definisi ukuran pokok kapal ditunjukkan pada Gambar 2.10.



Gambar 2. 1 Ukuran pokok kapal.

Tabel 2. 1 Dimensi tipikal kapal perintis

No.	Bobot kapal	Panjang (m)	Lebar (m)	Draf maksimum (m)
1	350 DWT (445 GT)	47,0	8,6	2,65
2	500 DWT (745 GT)	51,8	10,4	2,85
3	750 DWT (980 GT)	58,5	12,0	2,75
4	1000 DWT (1200 GT)	62,8	12,0	2,7

3) Jenis dermaga

Jenis dermaga dibedakan menurut orientasinya terhadap garis pantai dan menurut jenis strukturnya. Menurut orientasinya, dermaga dibedakan menjadi tipe wharf, pier dan jetty. Menurut jenis strukturnya, dermaga dibendakan menjadi dermaga dengan struktur terbuka dan tertutup.

Pemilihan tipe dermaga tergantung pada jenis kapal yang dilayani (kapal penumpang atau barang yang bisa berupa barang satuan, peti kemas, barang curah padat maupun cair, kapal ikan, kapal militer, dsb), ukuran kapal, kondisi topografi dan tanah dasar laut, kondisi hidrooseanografi (gelombang dan pasang surut). Tipe dermaga dipilih yang paling sesuai sehingga biaya pembangunannya seekonomis mungkin (Triatmodjo, 2009).

2.2. Fungsi Kapal

Kapal adalah kendaraan pengangkut penumpang dan barang di laut, dimana sejak berabad-abad lamanya telah dimanfaatkan manusia sebagai alat transportasi untuk mengarungi sungai dan lautan, dengan diawali oleh penemuan perahu/rakit/kano dalam bentuk yang masih sederhana, kemudian berkembang pesat sampai sekarang dengan banyak inovasi teknologi di bidang perkapalan.

Fungsi utama kapal adalah sebagai alat transportasi di air, yaitu berguna untuk sarana perpindahan manusia atau barang. Dalam beberapa tujuan dan kasus tertentu juga terdapat fungsi kapal sebagai turunan, yaitu kapal dengan tugas menjalankan fungsi tertentu. Jenis-jenis kapal berdasarkan fungsinya, yaitu:

2.2.1. Kapal Sebagai Sarana Transportasi

Adalah jenis kapal yang memiliki fungsi untuk mengangkut penumpang atau barang pada gagasan perencanaan dan pembangunannya, yaitu:

1. Kapal Penumpang

   Merupakan penggunaan kapal sebagai sarana perpindahan manusia dari lokasi pulau atau pelabuhan satu dengan lainnya. Kapal penumpang merupakan kapal besar yang difungsikan untuk mengangkut penumpang dalam jumlah yang banyak, contoh-contoh penggunaan kapal sebagai alat angkut penumpang:

   - Kapal Pesiar

- Kapal Ferry

Gambar 2. 2 Kapal Ferry Cargo KMP.Trunojoyo.

Sumber: http://warung-transport.blogspot.co.id/p/blog-page_11.html

2. Kapal Barang

   Kapal sebagai sarana untuk memindahkan barang. Kapal Barang merupakan kapal besar yang difungsikan untuk distribusi pengangkutan barang dalam jumlah masssal. Kapal-kapal ini sering dijumpai, karena fungsi kapal sebagai aktifitas perdagangan barang, sehingga kapal dengan fungsi ini merupakan kapal yang paling banyak ditemui, dan memiliki jenis yang bervariasi, contoh-contoh kapal barang antara lain:

   - Kapal Petikemas
   - Kapal Tanker
   - Kapal Pengangkut Barang Curah

Gambar 2. 3 Kapal Petikemas KM. Mentari Persada.

Sumber: http://mentariline.com/vessels

2.2.2. Kapal bukan sebagai Sarana Transportasi (Non-transportation)

Adalah kapal yang memiliki fungsi tertentu tetapi bukan sebagai alat transportasi penumpang maupun barang pada umumnya, lebih cenderung melakukan tugas-tugas tertentu yang tidak terkait pemindahan penumpang maupun barang, antara lain:

- Kapal Keruk
- Kapal Pengebor Minyak

Gambar 2. 4 Kapal keruk milik PT Humpuss Intermoda Transportasi.

Sumber : http://beritatrans.com/2017/10/06/humpuss-beli-2-kapal-keruk-senilai-9-juta-dolar/

2.2.3. Kapal Fungsi Turunan (Semi-transportation)

Kapal jenis ini biasanya digunakan untuk melakukan fungsi tertentu, dan tidak digunakan untuk angkutan penumpang atau barang secara massal, melainkan berfungsi untuk menjalankan tugas-tugas tertentu dengan sedikit menjalankan fungsi pemindahan, pengiriman barang, menarik/mendorong suatu alat, seperti:

1. Kapal sebagai fungsi tertentu

   Kapal sebagai sarana pendukung aktifitas lain, seperti kapal yang digunakan untuk menarik atau mendorong kapal lain, atau untuk aktifitas pengeboran minyak lepas pantai, contoh-contoh kapal ini yaitu:

   - Kapal Tunda

- Kapal Suplai

Gambar 2. 5 Kapal Tunda di Pelabuhan Tanjung Perak.

Sumber : http://votw.atiga.win/2013/11/port-of-surabaya-tanjung-perak.html

2. Kapal sebagai Gudang Terapung

   Konsep gagasan kapal untuk gudang terapung, adalah sebuah ide pendekatan sebagai solusi untuk mendukung sistem logistik berupa perluasan fungsi kapal dari kapal, dimana kapal tidak hanya menjadi alat transportasi, tetapi juga berfungsi sebagai sarana logistik anatara lain digunakan sebagai lapangan gudang, atau terminal penyimpanan barang. Konsep ini diterapkan sebagai solusi untuk pulau-pulau kecil atau wilayah perairan pedalaman yang belum memiliki fasilitas pelabuhan yang memadai. Sebagai contoh penggunaan kapal LASH dengan *Lighter/Barge* untuk penyimpanan barang-barang untuk mengatasi antrian, dan fasilitas pelabuhan yang kurang memadai.

Gambar 2. 6 *Box Lighter* kapal LASH sebagai gudang terapung.

Sumber: http://www.shipspotting.com/gallery/photo.php?lid=125875

2.3. Inovasi dan Evolusi Teknologi Perkapalan

Ada beberapa kondisi dasar yang harus dipenuhi sebelum inovasi sehingga dapat terjadi:

- Permintaan pasar untuk inovasi
- Ketersediaan teknologi untuk memenuhi permintaan pasar
- Sarana keuangan untuk menggabungkan dua faktor di atas, dan peluang yang dapat menimbulkan keuntungan dari penggabungan inovasi tersebut
- Pengusaha kreatif, berpendidikan teknologi yang dapat menggabungkan ketiga faktor di atas menjadi aplikasi komersial

Perjalanan perkembangan teknologi perkapalan secara evolutif, telah membawa perubahan signifikan pada system pengiriman barang dalam transaksi perdagangan internasional yang makin lama semakin cepat, dan hemat biaya.

Ketika pada abad yang lalu sebagian besar kapal berukuran panjang seratus meret dan kedalam kurang dari sepuluh meter, maka setiap pelabuhan di negara-negara maritime dapat melayani kapal ini, lagi pula teknologinya sebatas kapal *general cargo* yang hanya mengangkut berbagai jenis muatan dalam kemasan yang sesuai untuk ditangani secara manual atau dengan menggunakan *Ship's gear*.

Dalam buku berjudul “Manajemen Bisnis Transportasi Laut, carter dan Klaim” oleh D.A. Lasse, bahwa Industri kapal kini dihadapkan pada dua fenomena, yakni:

1) Pembangunan kapal niaga berlangsung terus menerus mulai dari ukuran panjang 100 meter hingga 300 meter, lebar dan draft masing-masing mencapai 50 meter dan 15 meter, dan
2) Mengingat harga kapal canggih sebesar itu demikian mahal, maka upaya meminimalisasi waktu kapal di pelabuhan (Turn round time) dengan menyediakan peralatan bongkar muat berkapasitas dan berkecepatan tinggi, merupakan kebutuhan para operator kapal ketika kapalnya *call* ke suatu pelabuhan.

Fenomena tersebut menunjukan bahwa pengguna jasa pelabuhan sangat berkepentingan menurunkan biaya-biaya kapal (*disbursement)* di pelabuhan. Kepelabuhanan sebagai variable terkait terhadap perkapalan harus menyesuaikan fasilitas peralatan seperti dibutuhkan *port user.*

Dalam bisnis transportasi laut tercatat perkembangan ukuran dan jenis kapal niaga yang terbagi menjadi sembilan generasi, termasuk kapal pengangkut tongkang dan muatan berpendingin, sebagai berikut:

1) Kapal *Conventional* pengangkut muatan breakbulk. Kapal untuk mengangkut berbagai macam jenis muatan (general cargo) dan muatan lain dalam peti kemas
2) Kapal semi-kontainer, yakni kapal yang dibangun dengan palka sebagai ruang muat curah kering atau breakbulk sedangkan geladak diatas palka disediakan untuk menempatkan muatan peti kemas setelah dilengkapi dengan berbagai perlengkapan Iashing dan alat bongkar muat peti kemas.
3) Kapal *container Cellular*. Kapal pengangkut muatan khusus peti kemas (cellular container vessel) mengalami perkembangan pesat. Sejak sistem angkutan peti kemas memasuki jaringan pelayaran global, kapal jenis *cellular* ini bertumbuh sangat menakjubkan.

Tabel 2. 2 Pertumbuhan Kapal Cellular

	Generasi 1	Generasi 2	Generasi 3	Generasi 4	Generasi 5	Generasi 6	Generasi 7
Beroperasi	<1966	>1966	>1971	>1984	>1995	>2000	>2004
Kapasitas angkut	<700 TEU	700 s/d 1.500 TEU	Panamax >2.000 TEU	Post-Panamax >3.000 TEU	Super Post-Panamax >4.500 TEU	Super Post-Panamax >6.500 TEU	Mega Post-Panamax 8.000 TEU
Tinggi tier di atas dek	1 s/d 2	2	3	3 s/d 4	3 s/d 4	>5	>5
Total Row	6	7 s/d 8	10 s/d 13	13 s/d 16	15 s/d 17	>17	>18
Contoh:	Gateway city 7.785 DWT LOA 135,7 m; Hawaian Citizen 10.282 DWT LOA 141,8 m	American Maru 15.440 DWT LOA 175 m; Hakozaki Maru 19.914 DWT LOA 200 m	Kurobe Maru 32.343 DWT LOA 242 m; Frangkurt Express 51.540 DWT LOA 271 m	Atlantic Class 57.800 DWT LOA 279 m; C.10 Class 41.250 DWT LOA 261 m	Regina Maersk 75.000 DWT LOA 318,2 m; OOCL California 67.765 DWT LOA 276 m	CMA CGM Berliot 80.250 DWT LOA 300,3 m	CMA VGM Hugo (2004) 101.662 DWT LOA 334 m; CMA CGM Medea (2006) 110.000 DWT LOA 350 m

Table 2.1 tersebut menampilkan tujuh generasi kapal cellular sampai dengan tahun 2006. Pada medio 2008 data dalam table 2.1 itu telah ter-*update* dengan kehadiran kapal *cellular* "Emma Maersk" berukuran panjuang 397 meter, lebar 56 meter, dan kapasitas 13.000 TEU. Peningkatan permintaan dan pengiriman muatan peti kemas yang semakin menanjak, mendorong para investor membangun kapal semakin besar, diantaranya seperti merancang kapal "Malacca Max" akan mampu mengangkut 18.000 TEU dengan memiliki draft 21 meter.

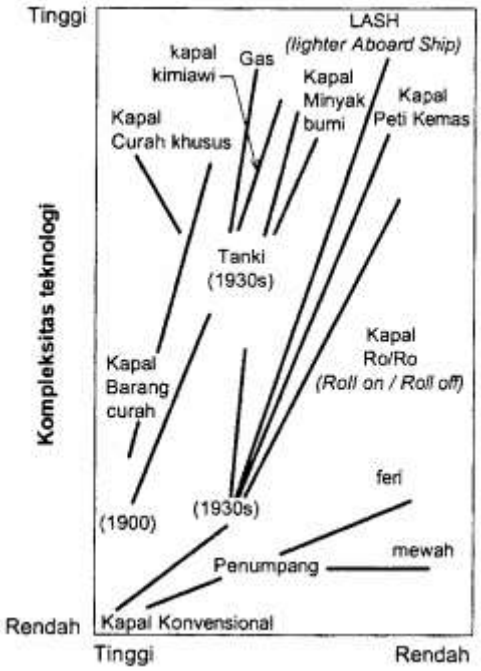
4) Kapal Ro-Ro

Kapal yang dilengkapi dengan *ramp door* memungkinkan untuk dapat mengangkut truk dan triler bermuatan peti kemas, dan muatan yang metode pemuatan/pembongkarannya dengan memakai *forklift truck* ke/ dari atas geladak kapal. Kapal jenis Ro-Ro berperan besar pada sistem angkutan peti kemas multimoda dan intermodal seperti yang seperti dengan nama *Fishy back.* Kategori kapal Ro-Ro meliputi:

a) *Car carries* yakni kapal khusus pengangkut kendaraan bermotor dengan/tanpa supir/operator
b) *Sea trilers* atau tongkang pengangkut trailer bermuatan petikemas hingga beberapa tiers yang dimuat dan dibongkar secara rolling
c) *Ferry boats* yakni kapal *ferry* pengangkut kereta/trem

5) *Dry bulk carriers*, yakni kapal pengangkut muatan curah kering; pada umumnya muatan terdiri dari material hasil pertambangan seperti bijih besi, bauksit. Dan batubara; termasuk muatan curah kering bahan produk pangan (grain)
6) *Tankers*, yakni pengangkut muatan curah cair. Berdasarkan ukuran DWT, tangker pengangkut minyak mentah terdiri dari atas beberapa kelas, di antaranya:
   a) *Handysize* berukuran 10.000-34.999 DWT
   b) *Handy-max* berukuran 35.000-49.999 DWT
   c) *Aframax* berukuran 50.000-99.999 DWT
   d) *Suezmax* berukuran 100.000 DWT
   e) *Veri large crude carrier* (VLCC) berukuran 150.000-299.999 DWT, dan
   f) *Ultra large crude carrier* (ULCC) berukuran diatas 350.000 DWT (Lloyd's Register dalam buku John Liu p. 380)
7) Kapal Kombinasi (mixed combined vessel), yakni kapal pengangkut muatan curah kering/cair dengan peti kemas, tipe:
   - CONBULKERS untuk mengangkut muatan peti kemas dan/atau muatan curah
   - ORE-BULK-OIL (OBOs) untuk mengangkut muatan curah kering di hold dan curah cair berupa minyak di dalam tangki
8) Kapal Muat Tongkang (*Barge Carrier*), yakni kapal semacam kapal induk yang memuat/mengangkut sejumlah tongkang dengan menggunakan derek atau *lift* untuk menurunkan tongkang dalam keadaan kosong guna menjemput muatan di terminal di perairan dangkal, kemudian setelah menerima muatan tongkang kembali ke kapal untuk diangkat dan ditempatkan kembali pada posisi yang stabil. Kapal jenis ini disebut *LIGHTER ABOARD SHIP* (LASH).

9) Kapal pengangkut muatan dingin (*Reefer vessel*), yakni kapal khusus muatan dingin/beku seperti muatan banhan pangan berupa daging, ikan, buah dan sayur-sayuran.



Gambar 2. 7 Kompleksitas teknologi terhadap adaptasi sarana angkutan laut.

Sumber: Perencanaan Pelabuhan, Soedjono 2002

2.4. Waktu Pelayanan Kapal

Waktu kapal di pelabuhan (*Ship Turnround Time* atau *Ship's Time in port*) dihitung sejak kapal memanfaatkan perairan labuh jangkar dimana kapal tercatat sudah tiba di pelabuhan setempat atau ketika pandu sudah berada di atas kapal sampai berangkat meninggalkan pelabuhan di saat pandu melepaskan keberangkatan kapal yang bersangkutan. Komponen-komponen waktu tersebut sebagai berikut :

1. Approach Time (AT) atau waktu pelayanan pemanduan adalah jumlah waktu terpakai untuk Kapal bergerak dari lokasi lego jangkar sampai ikat tali di tambatan.
2. Effective Time (ET) atau waktu efektif adalah jumlah waktu efektif yang digunakan untuk melakukan kegiatan bongkar muat selama Kapal di tambatan.

3. Idle Time (IT) adalah waktu tidak efektif atau tidak produktif atau terbuang selama Kapal berada di tambatan disebabkan pengaruh cuaca dan peralatan bongkar muat yang rusak.
4. Not Operation Time (NOT) adalah waktu jeda, waktu berhenti yang direncanakan selama Kapal di Pelabuhan. (persiapan b/m dan istirahat kerja)
5. Berth Time (BT) adalah waktu tambat sejak first line sampai dengan last line.
6. Berth Occupancy Ratio (BOR) atau tingkat penggunaan Dermaga adalah perbandingan antara waktu penggunaan Dermaga dengan waktu yang tersedia (Dermaga siap operasi) dalam periode waktu tertentu yang dinyatakan dalam prosentase.
7. Turn around Time (TRT) adalah waktu kedatangan Kapal berlabuh jangkar di Dermaga serta waktu keberangkatan Kapal setelah melakukan kegiatan bongkar muat barang (TA s/d TD).
8. Postpone Time (PT) adalah waktu tunggu yang disebabkan oleh pengurusan administrasi di pelabuhan.
9. Berth Working Time (BWT) adalah waktu untuk bongkar muat selama kapal berada di dermaga.

2.5. Desain dan Perencanaan Kapal

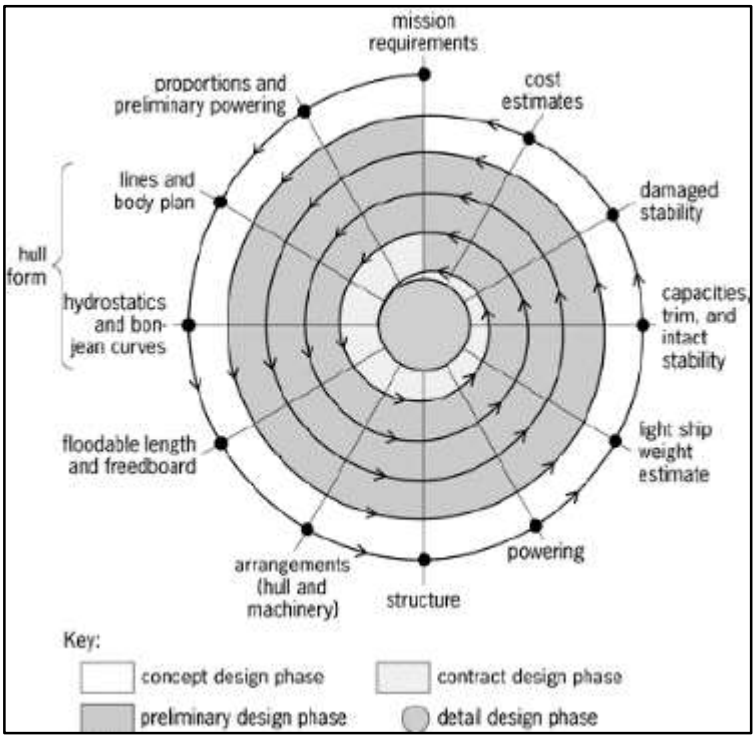
Design constraints sebagai istilah yang biasa digunakan untuk menyatakan permintaan, tujuan disain, faktor keberhasilan, dan lain sebagainya. Daftar dari design constraints dibuat pada awal proses dan harus mudah dimengerti. Sasarannya adalah menuju pada sebuah hasil dari beberapa daftar dari design constraints, dengan hasil yang setiliti mungkin dan semaksimal mungkin.

Setiap desain kapal harus memenuhi dari sebuah tujuan/maksud dan biasanya tujuan tersebut didefinisikan pada permintaan dari calon pemilik kapal (*Shipowner's Requirements*). Meskipun permintaan dari calon pemilik kapal benar-benar tidak cukup untuk membatasi disain, maka desainer harus mengatur batasan-batasan untuk desain itu sendiri.

Desain adalah proses-proses penyusunan konsep, pencetusan ide-ide baru, visualisasi, perhitungan, penyusunan bagian-bagian, penghalusan dan penentuan detail untuk menentukan bentuk dari sebuah produk engineering (French, 1985), ada empat tahap/langkah dalam proses design kapal meliputi yang dijelaskan pada metode *Design Spiral*, Dalam metode *spiral design* terdapat beberapa tahapan yang harus dilalui yaitu:

1) *Concept design*
2) *Pleminary design*
3) *Contract design, dan*
4) *Detail design*

Pada konsep perencanaan dan studi pemanfaatan dari penggunaan kapal LASH pada penelitian ini, tahap-tahap yang mengacu pada diagram spiral yaitu:



Gambar 2. 8 Ship Design Spiral

Sumber: Ship construction 6th 2007, David J Eyres.

Spiral design adalah sebuah konsep atau metodologi design dalam pembangunan kapal dimana semua variable terkait satu sama lainnya yang

digunakan untuk meciptakan sebuah konsep design yang efektif dan efisien sesuai untuk peruntukannya. Tujuan Design Dalam pembangunan sebuah kapal maka perlu adanya suatu konsep design yang matang agar dalam pembangunan dan pada saat kapal beroperasi dapat efektif dan efisien. Semua variabel penyusun dalam pembanguna dan operasional kapal harus diperhitungkan dan memperhatikan keterkaitan variabel tersebut dengan variabel-variabel penyusun lainnya, karena setiap variabel penyusun saling erat keterkaitannya dengan variabel penyusun lainnya.

2.5.1. Consept design

Tahan awal pada perencanaan kapal, adapaun data awal pada tahap ini yang dibutuh oleh pihak perancang adalah sebagai berikut:

- Type dan Jenis Kapal
- Trayek dan daerah pelayaran
- Muatan dan kapasitas (untuk kapal barang, Tanker, atau LNG)
- Kecepatan

Data primer ini diperoleh dari pihak owner, yang kemudian designer akan mengolah data tersebut menjadi sebuah data kompleks yang cukup untuk digunakan dalam pembangunan dan pengoperasian kapal tersebut.

2.5.2. Preliminary Design

Tahap dimana biasanya disebut desain awal, hal tersebut dilakukan untuk mengakomodasi keinginan pemilik (owner) kapal maka pihak perancang akan mengeluarkan design yang sesuai dengan keinginan pemilik dengan beberapa pertimbangan logis dan rasional dengan memperhatikan berbagai faktor yang berpengaruh terhadap efisiensi dana, pembangunan, serta efektifitas opersional kapal. Tahapan design awal adalah sebagai berikut:

- Penentuan ukuran utama dan koefisien bentuk
- Rencana garis dan rencana umum
- Penentuan Displacement
- Kurva Hidrostatik dan Bonjean
- Perhitungan stabilitas awal

2.5.3. Contract Design

Tujuan dari *contract design stage* adalah untuk mengembangkan perancangan kapal dalam bentuk yang lebih mendetail yang memungkinkan pembangun kapal memahami kapal yang akan dibuat dan mengestimasi secara akurat seluruh biaya pembuatan kapal. Dalam detailnya *contract guidance drawing* dibuat untuk menggambarkan secara tepat perancangan yang diinginkan. Contract design biasanya menghasilkan satu set spesifikasi dan gambar, serta daftar peralatan permesinan.

Tujuan dari contract design adalah untuk mendefinisikan kapal dengan tingkatan dari ketelitian berdasarkan sebuah pengalaman pembangunan kapal yang dapat membuat sebuah estimasi biaya konstruksi. Produk dari kontrak desain adalah rencana kontrak dan spesifikasi. Pekerjaan dalam kontrak desain dibagi menjadi 3 bagian : Ø The hull section Ø The machinery section Ø The electrical section

- The hull section atau bagian lambung kapal
- The machinery section atau bagian permesinan
- The electrical section atau perlengkapan elektrikal

2.5.4. Detail Design

Final design adalah detail design mencakup semua rencana dan perhitungan yang diperlukan untuk proses konstruksi dan operasional kapal. Bagian terbesar dari pekerjaan ini adalah produksi gambar kerja yang diperlukan untuk penggunaan mekanik yang membangun lambung dan berbagai unit mesin bantu dan mendorong lambung, fabrikasi, dan menginstal perpipaan dan kabel.

Bagian dari proses final desgin ada tujuh :

1. Fairing garis biasanya untuk skala yang lebih besar
2. Penyusunan model plating
3. Menjalankan model untuk ketahanan dan koefisien pendorong jika tidak dilakukan sebelumnya
4. Perhitungan berat rinci
5. Penyusunan meluncurkan perhitungan dan pengajaran

6. Penyusunan agenda uji
7. Persiapan instruksi operasi untuk sistem dan peralata

2.5.5. Penentuan Ukuran Kapal

Ukuran utama kapal bisa didapatkan melalui metode optimisasi dengan menggunakan ukuran utama awal (*initial value*) sebagai acuan untuk melakukan perhitungan awal, metode penentuan ukuran utama kapal ini biasanya sering disebut dengan metode *Sister Ship Design*, metode optimasi ukuran utama dimana dengan menggunakan metode ini, kapal dibangun tidak jauh berbeda dengan kapal kapal pembanding (*Existing ship)*. Selain metode *Sister ship design* ada beberapa juga metode antara lain Metode *Cube root format* (C.B. Barras 2004) dalam bukunya yang berjudul *Ship design and performance for master & mates*: untuk melakukan estimasi panjang kapal untuk bangunan baru, ada beberapa kriteria yaitu;

1. L (*Length*), yaitu ukuran panjang kapal, dimana panjang tersebut dikontrol oleh ruangan yang tersedia di dermaga.
2. B (*Breadth*), yaitu lebar terbesar diukur pada bagian tengah kapal diantara dua sisi dalam kulit kapal. Lebar kapal kapal ini dikendalikan oleh stabilitas atau lebar kanal.
3. H (Height), yaitu jarak tegak yang diukur pada bidang tengah kapal, dari atas lunas sampai sisi atas balok geladak di sisi kapal. Dikendalikan oleh kombinasi draft dan freeboard.
4. T (Draught), atau biasanya disebut dengan *sarat* kapal yaitu jarak tegak yang diukur dari sisi atas lunas sampai permukaan air, ukurannya dikendalikan oleh kedalaman air di pelabuhan.

Dalam menentukan ukuran panjang kapal baru dengan *Cube root format Methode*, untuk penentuan *L* dengan mengacu pada hubungan L/B dan B/H, dengan rumusan sebagai berikut:

$$L = \left[\frac{dwt \times (L/B)^2 \times (B/H)}{P \times C_b \, C_D} \right]^{1/3} \quad m$$

Dimana :

L = *length*

Dwt = deadweight

P = density air laut

C_b = koefisien block

C_D = koefisien deadweight

a. Mengitung DWT kapal

Menurut buku *Parametric Ship Design* dalam penentuan DWT jika *payload* diketahui dilakukan berdasarkan tabel koefisien *cargo*. Rumus berdasarkan tabel tersebut adalah sebagai berikut: (Pason,2001).

$$C_{cargo\ DWT} = \text{Payload} / \text{DWT}$$

Dimana koefisien cargo DWT dapat diperoleh dari tabel berikut:

Tabel 2. 3 Koefisien *Cargo* DWT

Ship Type	**$C_{cargo\ DWT}$**	**$C_{Total\ DWT}$**
Large Tankers	0.85 - 0.87	0.86 - 0.89
Product Tankers	0.77 - 0.83	0.78 - 0.85
Container Ships	0.56 - 0.63	0.70 - 0.78
Ro-Ro Ships	0.50 - 0.59	
Large Bulk Carriers	0.79 - 0.84	0.81 - 0.88
Small Bulk Carriers	0.71 - 0.77	
Refrigerated Cargo Ships	0.50 - 0.59	0.60 - 0.69
Fishing Trawler	0.37 - 0.45	

Koefiseien Dwt (C_D): *(Ship design performance C.Barras 2004 hal.4)*

C_D = Dwt/Displacement

Ship type	**C_D**	**Ship type**	**C_D**
Oil tangker	0,800-0,860	Container ship	0,600

Ore carrier	0,820	Passenger	0,35-0,40
General cargo ship	0,700	RO-RO	0,300
LNG or LPG	0,620	Cross channel	0,200

b. Menghitung LWT kapal

Perhitungan berat baja kapal. (Watson, Practical Ship Design, 1998)

W_{si} (Ton) = K × $E^{1,36}$

E = L(B + T) + 0.85L(D – T) + 0.85{(l_1.h_1) + 0.75(l_2.h_2)}

Dimana : K= Koefisien factor

l1, h1 = panjang dan tinggi bangunan atas

l2, h2 = panjang dan tinggi rumah geladak

Perhitungan berat perlengkapan (W_{eo}).

W_{eo} (Ton) = [(A_{sp} + A_{dh}) × C_{alv}] + [A_{md} × C_{eo}]

Dimana :

A_{sp} = Luas bangunan atas

A_{dh}= Luas rumah geladak

A_{md} = Luas geladak cuaca

C_{alv}= 165 Kg/m^2

C_{eo} = 180 Kg/m^2

Perhitungan berat cadangan :

W_{res}(Ton) = (5 -10)% × LWT

2.5.6. Perhitungan Hambatan Kapal

Perhitungan hambatan total kapal dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan daya mesin yang dibutuhkan kapal. Dengan demikian kapal dapat berlayar dengan kecepatan sebagaimana yang diinginkan oleh owner (owner requirement). Pada proses perhitungan hambatan kapal digunakan metode Holtrop dan Mennen. Di dalam metode ini, Holtrop membagi hambatan total menjadi beberapa komponen hambatan. Komponen tersebut yaitu viscous resistance (hambatan kekentalan), appendages resistance (hambatan karena bentuk kapal), dan

wave making resistance (hambatan gelombang karena gerak kapal). Dalam melakukan perhitungan hambatan utama kapal, ada ukuran utama yang terlebih dahulu harus diubah, yaitu Lpp menjadi Lwl dengan rumus sebagai berikut :

$$LWL = 1{,}01 \times LPP$$

Adapun untuk rumus hambatan total adalah sebagai berikut :

$$R_T = R_f\ (1+k_1) + R_{APP} + R_W + R_{TR} + R_A$$

[Holtrop, J. and Mennen, G.GJ., 1988, An Approximate Power Prediction Method, hal.166].

2.5.7. Perhitungan Power Mesin

Penentuan power mesin dilakukan dengan melihat daya yang dibutuhkan (BHP), kemudian menyesuaikan daya mesin yang akan dipasang sesuai dengan katalog mesin yang tesedia. Adapun rumus perhitungan Brake Horse Power dapat dilakukan sebagai berikut:

a. EHP (*Effective Horse Power*)

   $PE(Kw) = RT \times VS$

   Dimana:

   RT = Hambatan total kapal [kn]

   VS = Kecepatan dinas kapal [Knot]

b. DHP (*Delivered Horse Power*)

   $PD(Kw) = PE / \eta D$

   Dimana:

   PE = EHP

   ηD = Nilai efisiensi

c. BHP (*Brake Horse Power*)

   $PB(Kw) = PD / \eta s.\ \eta rg$

   Dimana:

   PD = DHP

   ηs = *Shaft Efficiency* (0.98 – 0.985)

ηrg = *Reduction Gear Efficiency* (0.98)

2.5.8. Rute Pelayaran

Rute pelayaran adalah arah atau jarak yang harus ditempuh oleh angkutan perairan dari suatu pelabuhan ke pelabuhan lain dengan mempertimbangkan aspek kenavigasian kepelabuhanan, perkapalan dan aspek keamanan dan keselamatannya.

Menurut Christine 2016, Satu diantara komponen pembentuk konektivitas nasional adalah sistem logistik nasional. Salah satu prasyarat adalah penciptaan konektivitas antar wilayah Indonesia yang diwujudkan dalam bentuk:

b. Realisasi sistem yang terintegrasi antara sistem logistik nasional, sistem transportasi nasional, pengembangan wilayah, dan sistem komunikasi dan informasi,
c. Identifikasi simpul-simpul transportasi dan pusat-pusat distribusi,
d. Penguatan konektivitas intra dan antar koridor dan konektivitas internasional, serta
e. Peningkatan jaringan komunikasi dan teknologi informasi.

Kondisi yang ingin dicapai yaitu terwujudnya sistem logistik yang mampu meningkatkan pertumbuhan di masyarakat pulau kecil dengan daya saing produk baik di pasar domestik, pasar regional ataupun di pasar global dan juga menjamin ketersediaan barang sehingga mudah untuk mendapatkan barang tersebut dengan harga yang terjangkau dan juga mempersempit disparitas harga antar wilayah di Indonesia.

2.6. Analisis Perencanaan Kapal

Dalam perencanaan sebuah gagasan penelitian perlu kiranya dilakukan analisis mengenai dampak dari adanya sebuah gagasan sistem konsep yang ingin dilakukan, beberapa analisis terhadap ide gagasan penelitian tersebut meliputi, antara lain:

2.6.1. Tinjauan Biaya pada Perencanaan Kapal

Teori biaya transportasi laut digunakan untuk menghitung besarnya biaya-biaya yang timbul akibat pengoperasian kapal desalinasi air laut. Pengoperasian kapal serta bangunan apung laut lainnya membutuhkan biaya yang biasa disebut dengan biaya berlayar kapal (*shipping cost*) (Stopford, 1997) (Wijnolst &

Wergeland, 1997). Secara umum biaya tersebut meliputi biaya modal, biaya operasional, biaya pelayaran dan biaya bongkar muat. Biaya-biaya ini perlu diklasifikasikan dan dihitung agar dapat memperkirakan tingkat kebutuhan pembiayaan kapal desalinasi air laut untuk kurun waktu tertentu (umur ekonomis kapal tersebut).

Terdapat empat kategori biaya dalam pengoperasian kapal yang harus direncanakan seminimal mungkin (Wijnolst & Wergeland, 1997) (Stopford, 1997), yaitu:

1. Biaya modal (*capital cost*)
2. Biaya operasional (*operational cost)*
3. Biaya pelayaran (*voyage cost*)
4. Biaya bongkar muat (*cargo handling cost*)

Sehingga, total biaya dapat dirumuskan:

$$TC = CC + OC + VC + CHC$$

Dalam beberapa kasus perhitungan biaya transportasi menggunakan kapal sewa (*charter ship*), biaya modal (*capital cost*) dan biaya operasional (*operational cost*) diwakili oleh biaya sewa (*charter hire*). Sehingga, total biaya menjadi:

$$TC = TCH + VC + CHC$$

Keterangan:

TC : *Total Cost*

TCH : *Time Charter Hire*

VC : *Voyage Cost*

CHC : *Cargo Handling Cost*

2.6.2. Biaya Modal (*Capital Cost*)

Capital cost adalah harga kapal pada saat dibeli atau dibangun. Biaya modal disertakan dalam kalkulasi biaya untuk menutup pembayaran bunga pinjaman dan pengembalian modal tergantung bagaimana pengadaan kapal tersebut. Pengembalian nilai kapital ini direfleksikan sebagai pembayaran tahunan.

a. Bangunan baru

Pengadaan jenis ini adalah dengan membangun kapal baru yang dimulai dari nol. Biaya yang dikeluarkan akan sangat besar, namun kapal

yang didapatkan juga baru. Karena membangun dari awal, maka dibutuhkan waktu yang lama untuk mengadakan. Capital cost untuk kapal yang dibeli atau dibangun menggunakan harga kapal. Biaya modal disertakan dalam kalkulasi biaya untuk menutup pembayaran bunga pinjaman dan pengembalian modal tergantung bagaimana pengadaan kapal tersebut. Pengembalian nilai capital ini direfleksikan sebagai pembayaran tahunan.

Untuk menentukan biaya atau harga baja struktur, perlengkapan, dan permesinan kapal telah dijelaskan pada buku *Practical ship design, cost estimate chapter 18 Watson 1998, hal 485*, yaitu:

Pst = W_{ST} x C_{ST}

Peo = W_{EO} x C_{EO}

Pme = W_{ME} x C_{ME}

Dimana,

Pst : adalah harga untuk baja kapal

Wst : adalah berat baja kapal

Cst : adalah koefisien harga baja terpasang di kapal

Peo : adalah harga untuk perlengkapan dan elektrikal kapal

Weo : adalah berat komponen perlengkapan kapal

Ceo : adalah koefisien harga untuk perlengkapan kapal

Pme : adalah harga untuk permesinan

Wme : adalah komponen berat permesinan kapal

Cme : adalah koefisien harga permesinan kapal

Berdasarkan informasi galangan, berkaitan dengan biaya pembangunan kapal untuk harga baja yang terpasang di sebuah galangan kapal di Surabaya. Untuk harga baja kapal (Pst) = Rp. 25.000/kg, dan untuk (Peo) = Rp. 17.000/kg (Sugianto, 2018).

b. Kapal bekas

Pengadaan kapal bekas merupakan cara yang lebih cepat dilakukan untuk mengadakan armada. Pengadaan ini dilakukan dengan membeli kapal dari pihak lain yang sebelumnya sudah pernah dilakukan. Biaya yang dikeluarkan lebih sedikit, namun umur ekonomis kapal sudah berkurang dan sudah harus melakukan perawatan.

c. Sewa Kapal/Charter

Sewa atau yang biasa disebut dengan charter merupakan salah satu cara dalam pengadaan armada kapal. Sewa kapal dilakukan dengan melakukan perjanjian sewa kapal (charter party) dengan pemilik kapal untuk menggunakan kapalnya dengan membayar biaya sewa sesuai dengan perjanjian.

2.6.3. Biaya Operasional (Operational Cost)

Operational cost adalah biaya-biaya tetap yang dikeluarkan untuk aspek-aspek operasional sehari-hari kapal untuk membuat kapal selalu dalam keadaan siap berlayar. Yang termasuk biaya operasional adalah biaya ABK, perawatan dan perbaikan, perbekalan, bahan makanan, minyak pelumas, asuransi dan administrasi.

OC = M + ST + MN + I + AD

Dimana:

OC = *Operating Cost*

M = *Manning*

ST = *Stores*

I = *Insurance*

AD = Administrasi

1. *Manning Cost*

   Manning cost yaitu biaya untuk anak buah kapal atau disebut juga *crew cost* adalah biaya-biaya langsung maupun tidak langsung untuk anak buah kapal termasuk didalamnya adalah gaji pokok dan tunjangan, asuransi sosial, uang pensiun. Besarnya crew cost ditentukan oleh jumlah dan struktur pembagian kerja, dalam hal ini tergantung pada ukuran-ukuran teknis kapal. Struktur kerja pada sebuah kapal umumnya dibagi menjadi 3 departemen, yaitu *deck departement, engine departement dan catering departement.*

2. *Store Cost*

   Disebut juga biaya perbekalan atau persediaan dan dikategorikan menjadi 2 macam, yaitu untuk keperluan kapal (cadangan perlengkapan kapal dan peralatan kapal) dan keperluan crew (bahan makanan).

3. *Maintenance and Repair Cost*

Merupakan biaya perawatan dan perbaikan mencakup semua kebutuhan untuk mempertahankan kondisi kapal sesuai standar kebijakan perusahaan maupun persyaratan badan klasifikasi, biaya ini dibagi menjadi 3 kategori :

a. Survey klasifikasi

   Kapal harus menjalani survey reguler dry docking tiap dua tahun dan *special survey* tiap empat tahun untuk mempertahankan kelas untuk tujuan asuransi.

b. Perawatan rutin

   Meliputi perawatan mesin induk dan mesin bantu, cat, bangunan atas dan pengedokan untuk memelihara lambung dari *marine growth* yang mengurangi effisiensi operasi kapal. Biaya perawatan ini makin bertambah seiring umur kapal.

c. Perbaikan

   Adanya kerusakan bagian kapal yang harus segera diperbaiki.

4. *Insurance Cost*

   Merupakan biaya asuransi yaitu komponen pembiayaan yang dikeluarkan sehubungan dengan resiko pelayaran yang dilimpahkan kepada perusahaan asuransi. Komponen pembiayaan ini berbentuk pembayaran premi asuransi kapal yang besarnya tergantung pertanggungan dan umur kapal. Hal ini menyangkut sampai sejauh mana resiko yang dibebankan melalui klaim pada perusahaan asuransi. Makin tinggi resiko yang dibebankan, makin tinggi pula premi asuransinya. Umur kapal juga mempengaruhi *rate* premi asuransi yaitu *rate* yang lebih tinggi akan dikenakan pada kapal yang lebih tua umurnya. Ada dua jenis asuransi yang dipakai perusahaan pelayaran terhadap kapalnya, yaitu:

   a. *Hull and mechinery insurance*

      Perlindungan terhadap badan kapal dan permesinannya atas kerusakan atau kehilangan.

   b. *Protection and indemnity insurance*

      Asuransi terhadap kewajiban kepada pihak ketiga seperti kecelakaan atau meninggalnya awak kapal, penumpang, kerusakan dermaga karena benturan, kehilangan atau kerusakan muatan.

5. Dokumen dan Administrasi

Biaya dokumen dan administrasi diantaranya adalah biaya pengurusan surat-surat kapal, biaya sertifikat dan pengurusannya, biaya pengurusan ijin kepelabuhan maupun fungsi administratif lainnya, biaya ini disebut juga biaya overhead yang besarnya tergantung dari besar kecilnya perusahaan dan jumlah armada yang dimiliki.

2.6.4. Biaya Pelayaran (Voyage Cost)

Biaya pelayaran (Voyage cost) adalah biaya-biaya variabel yang dikeluarkan kapal untuk kebutuhan selama pelayaran. Komponen-komponen biaya pelayaran adalah bahan bakar untuk mesin induk dan mesin bantu, ongkos-ongkos pelabuhan, pemanduan dan tunda.

$$VC = FC + PD + TP$$

Dimana:

VC = *Voyage Cost*

PD = *Port Dues* (Ongkos Pelabuhan)

FC = *Fuel Cost*

TP = Pandu dan tunda

2. *Fuel Cost*

   Konsumsi bahan bakar kapal tergantung dari beberapa variabel seperti ukuran, bentuk dan kondisi lambung, pelayaran bermuatan atau *ballast*, kecepatan, cuaca (gelombang, arus laut, angin), jenis dan kapasitas mesin induk dan motor bantu, jenis dan kualitas bahan bakar. Biaya bahan bakar tergantung pada konsumsi harian bahan bakar selama berlayar dilaut dan dipelabuhan dan harga bahan bakar. Jenis bahan bakar yang dipakai ada 3 macam : HSD, MDO dan HFO.

3. *Port Cost*

   Pada saat kapal dipelabuhan biaya-biaya yang dikeluarkan meliputi *port dues* dan *service charges. Port dues* adalah biaya yang dikenakan atas penggunaan fasilitas pelabuhan seperti dermaga, tambatan, kolam pelabuhan dan infrastruktur lainnya yang besarnya tergantung volume

cargo, berat *cargo*, GRT kapal dan NRT kapal. *Service charge* meliputi jasa yang dipakai kapal selama dipelabuhan termasuk pandu dan tunda.

2.6.5. Biaya Bongkar Muat (Cargo Handling Cost)

Tujuan dari kapal niaga adalah memindahkan muatan dari pelabuhan yang berbeda. Untuk mewujudkan hal tersebut, muatan harus dipindahkan dari kapal ke dermaga ataupun sebaliknya, atau dari kapal ke kapal atau tongkang. Biaya yang harus dikeluarkan untuk memindahkan itulah yang dikategorikan sebagai biaya bongkar muat. Biaya bongkar muat ditentukan oleh beberapa faktor, seperti jenis komoditi (minyak, bahan kimia, pakan ternak, gandum, hasil hutan, peti kemas), jumlah muatan, jenis kapal, dan karakteristik dari terminal dan pelabuhan. Proses bongkar muat kapal di terminal dilakukan oleh perusahaan bongkar muat atau oleh penerima atau pengirim muatan.

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

a. *Stevedoring* adalah pekerjaan membongkar barang dari kapal ke dermaga/truk/tongkang atau sebaliknya sampai dengan tersusun dalam palka kapal dengan menggunakan derek kapal atau derek darat.
b. *Cargo doring* adalah pekerjaan melepaskan barang dari tali/jala-jala di deramaga dan mengangkut dari dermaga ke gudang/lapangan penumpukan barang selanjutnya menyusun di gudang/lapangan penumpukan dan sebaliknya.
c. *Receiving* atau *delivery* adalah pekerjaan memindahkan barang dari timbunan atau tempat penumpukan di gudang atau lapangan penumpukan dan menyerahkan sampai tersusun diatas kendaraan di pintu gudang atau lapangan atau sebaliknya.

d. Perusahaan Bongkar Muat adalah badan hukum Indonesia yang khusus didirikan untuk menyelenggarakan dan mengusahakan kegiatan bongkar muat barang dari dan ke kapal.

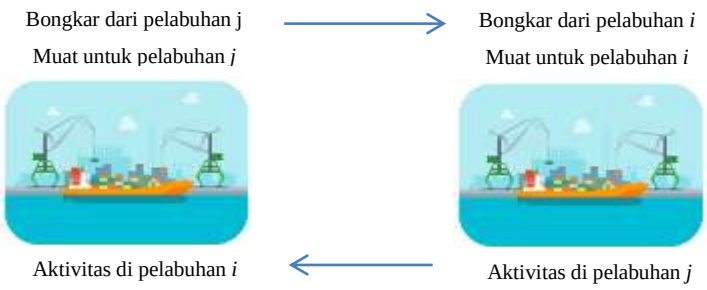
e. Tenaga Kerja Bongkar Muat adalah semua tenaga kerja yang terdaftar pada pelabuhan setempat yang melakukan pekerjaan bongkar muat di pelabuhan.

2.7. Rute

Rute adalah sekumpulan node dan atau busur yang harus dilayani oleh suatu armada kendaraan. Tidak ada batasan kapan dan bagaimana urutan pelayanan entiti-entiti yang bersangkutan. Permasalahannya adalah untuk membentuk suatu biaya yang rendah, sekumpulan rute yang memungkinkan untuk masing-masing kendaraan. Sebuah rute adalah urutan dari lokasi mana kendaraan harus mengunjunginya (Abadi, 2017).

2.7.1 Pola Port to port

Pola port to port adalah pelayanan langsung yang menghubungkan 2 (dua) pelabuhan. Kapal dari pelabuhan asal *i* dengan membawa sejumlah penumpang atau barang menuju ke pelabuhan *j*. Setibanya di pelabuhan tujuan *j*, kapal menurunkan muatan dan membawa muatan kembali ke pelabuhan asal *i*. Pola port to port dapat diilustrasikan pada.



Gambar 2. 9 Pola operasi rute port to port.

2.7.2 Pola Multiport

Pola multiport dapat diartikan sebagai layanan kapal yang menghubungkan 3 (tiga) pelabuhan atau lebih. Tipe multiport ada 2 (dua) yaitu *relay* dan *circle.*

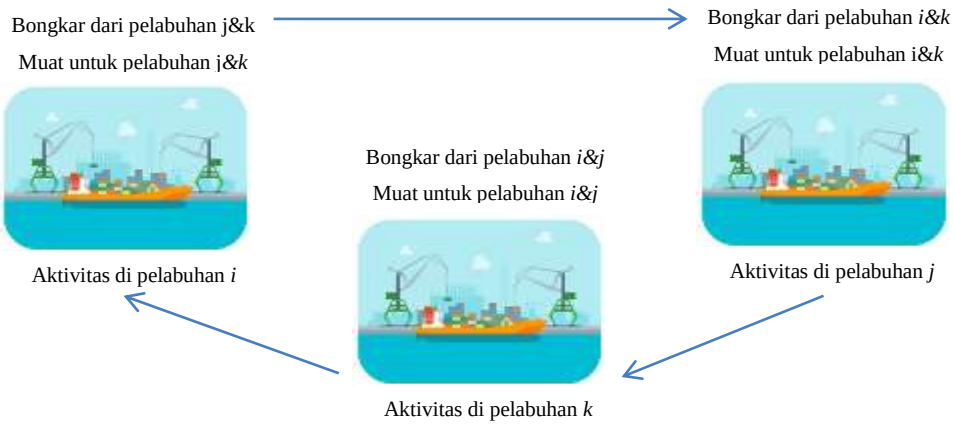
1) Relay

Model multiport dengan tipe relay secara umum mirip dengan model port to port namun jumlah pelabuhan yang dikunjungi lebih dari 2 (dua). Kapal dari pelabuhan asal *i* dengan membawa sejumlah penumpang menuju ke pelabuhan *j* dan pelabuhan *k*. Setibanya di pelabuhan *j*, sejumlah penumpang turun dan naik. Kapal kemudian menuju pelabuhan *k*. Di sinipun kapal menurunkan dan menaikkan sejumlah penumpang serta selanjutnya kapal kembali menuju pelabuhan *j* dan *i* dengan melalui proses yang sama.

Gambar 2. 10 Pola operasi rute multiport relay.

2) Circle

Seperti model relay, model multiport tipe circle juga mengunjungi sejumlah pelabuhan. Tetapi setelah tiba di pelabuhan terakhir (pelabuhan *k*), kapal langsung kembali ke pelabuhan asal (pelabuhan *i*).



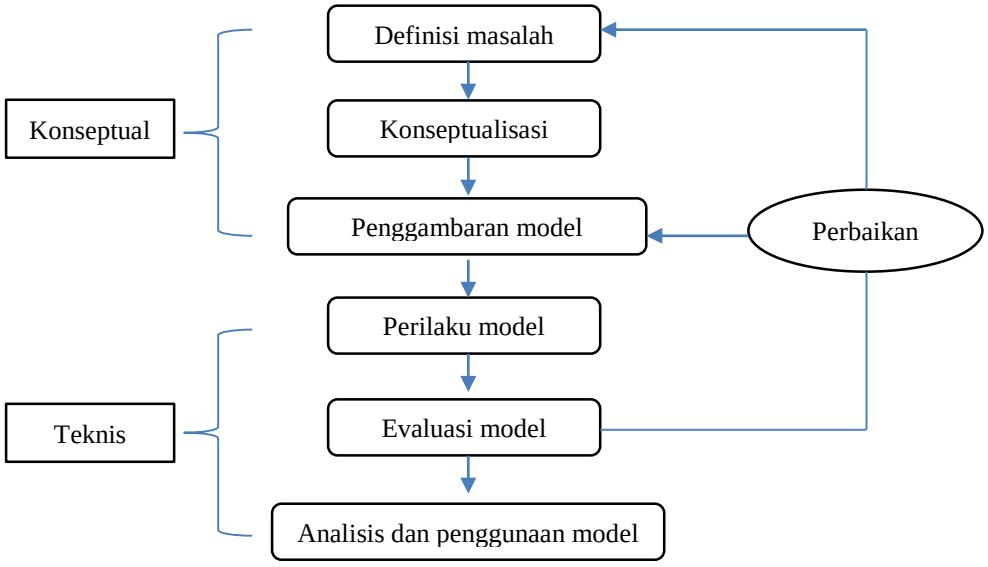
Gambar 2. 11 Pola operasi rute multiport circle.

2.8. Pemodelan Sistem Dinamik

Pemodelan merupakan alat bantu dalam pengambilan keputusan. Model didefinisikan sebagai suatu penggambaran dari suatu sistem yang telah dibatasi. Sistem yang dibatasi ini merupakan sistem yang meliputi semua konsep dan variable yang saling berhubung dengan permasalahan dinamik yang ditentukan.

Pada umumnya model dibangun untuk tujuan peramalan *(forecasting)* atau perancangan kebijaksanaan. Berbeda dengan model statis, pendekatan model dinamika bersifat deduktif dan mampu menghilangkan kelemahan-kelemahan dalam asumsi-asumsi yang dibuat sehingga kesepakatan atas asumsi-asumsi dapat diperoleh. Model dinamik menekankan pada proses perubahan dari satu kondisi ke kondisi lainya.

Tahap pemodelan dengan pendekatan sistem dinamik adalah:

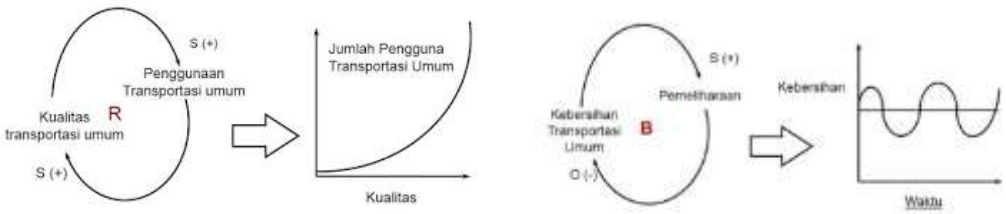


Gambar 2. 12 Langkah pemodelan sistem dinamik (Asyiawati:2002)

Pendefinisian masalah merupakan tahap yang sangat penting dilakukan untuk mengetahui dimana sebenarnya pemodelan sistem perlu dilakukan. Tahap selanjutnya adalah menetapkan tujuan dan batas permasalahan dari sistem yang akan dimodelkan. Batas sistem menyatakan komponen yang termasuk dan tidak termasuk dalam pemodelan sistem. Batas sistem meliputi kegiatan-kegiatan didalam sistem sehingga perilaku yang dipelajari timbul karena interaksi dari komponen-komponen didalam sistem (Purnomo, 2003).

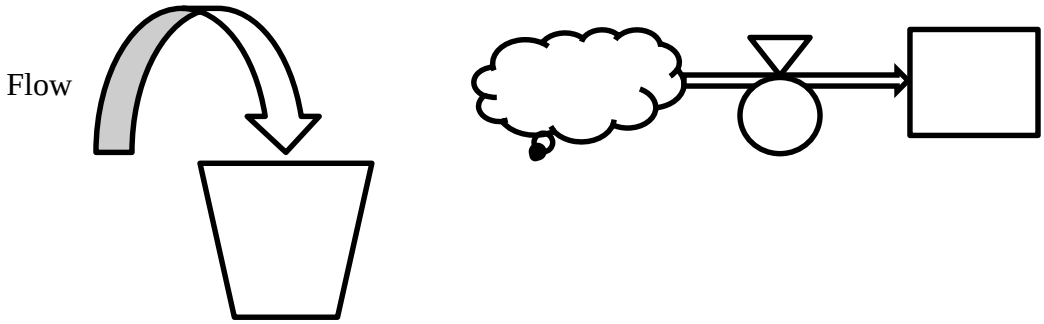
Diagram sebab akibat *(Causal Loop Diagram)* adalah diagaram yang digunakan sebagai penggambaran sebuah model sebab akibat yang terdapat pada suatu sistem, biasanya digunakan untuk mengetahui keterkaitan antara variable atau kejadian yang digunakan untuk analisis pemecahan masalah atau sekedar mengetahui keterkaitan beberapa factor satu dengan factor lainya.

Model Causal Loop Diagram (CLD) menggunakan pendekatan dalam pemecahan masalah dengan melihat kompleksitas dari sistem yang digambarkan dengan sebuah diagram berupa garis lengkung yang berujung panah yang menghubungkan satu faktor dengan faktor lainnya. Pada setiap panah yang ada di dalam Causal Loop Diagram (CLD) terdapat tanda "S" dan "O". Tanda "S" dan "O" ini menunjukan hubungan keterkaitan antara satu faktor dengan faktor lainnya. Tanda "S" atau R (reinforcement) menunjukan hubungan yang saling menguatkan, yaitu bahwa apabila faktor yang menjadi sebab atau faktor yang mempengaruhi meningkat, maka faktor akibat atau faktor yang dipengaruhi akan ikut meningkat. Sedangkan Tanda "O" atau B (Balancing) menunjukan hubungan yang seimbang artinya antar factor saling menambah dan mengurangi. Berikut ini adalah contoh hubungan yang saling menguatkan.



Gambar 2. 13 Contoh diagram sebab-akibat

Struktur utama yang membentuk pemodelan sistem dinamik adalah aliran *(flow)* dan stok *(level)*. *Level* merupakan nilai akumulasi dari fungsi yang bekerja pada flow pada satuan waktu tertentu. Untuk lebih mudah memahami tentang hubungan antara *flow* dan *level* ini bisa digambarkan dengan:



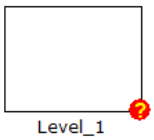
Gambar 2. 14 Ilustrasi hungan *Stok-flow* diagram (Millah A.S. 2015)

Pada prinsipnya, model sistem dinamik dapat dinyatakan dan dipecahkan secara numeric, yang merupakan sebuah bahasa pemrograman. Perangkat lunak khusus untuk sistem dinamik antara lain Dynamo, Stella, Powersim constructor, Vensim, dan lain-lain. Pada penelitian ini digunakan program Powersim, program ini digunakan karena beberapa kemudahan dan fitur yang membantu pengguna untuk menyajikan data berupa grafik dari satu atau beberapa variable terhadap waktu yang mudah dibaca.

Komponen-komponen variable pada Poersim constructor yaitu:

a. Level

Level merupakan variable yang menyatakan akumulasi dari sejumlah benda *(nouns)* seperti orang, uang, inventori, dan lain-lain terhadap waktu. Level dipengaruhi oleh variable "Rate" dan dinyatakan dengan symbol persegi panjang.



Persamaan "Level" merupakan persamaan yang menghitung kumulasi aliran masuk dan aliran keluar pada selang waktu tertentu. Nilai baru suatu Level dihitung dengan menambahkan atau mengurangi nilai Level suatu interval waktu yang digunakan.

Contoh:

$$L_{sk} = L_{sb} + dT * (RM_{sb\text{-}sk} - RK_{sb\text{-}sk})$$

Dimana,

L : “Level” (unit)

Lsk : Nilai baru dari “Level” yang akan dihitung pada saat sekarang (sk)

Lsb : Nilai “Level” pada saat sebelumnya (sb)

dT : Interval waktu (satuan waktu)

RM : Rate yang akan menambah “Level” L (Rate masuk)

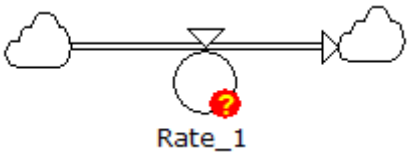
RK : Rate yang akan mengurangi “Level” L (Rate keluar)

$RM_{sb\text{-}sk}$: Nilai Rate yang akan menambah “Level” L selama interval waktu Sb-Sk (Unit/watuan waktu)

$RK_{sb\text{-}sk}$: Nilai Rate yang akan mengurangi Level L selama interval waktu Sb-Sk (unit/satuan waktu)

b. Rate

Rate merupakan aktifitas, pergerakan, atau aliran yang berkonstribusi terhadap perubahan per satuan waktu dalam satuan variable “Level”, simbol Rate dinyatakan dengan kombinasi “Flow” dan “Auxiliary”.

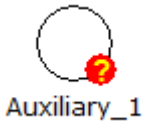


Persamaan Rate menyatakan bagaimana aliran didalam sistem diatur. Harga variable Rate dalam suatu interval waktu sering dipengaruhi oleh variable-variable Level, auviliary, atau Kostanta dan tidak dipengaruhi oleh panjangnya waktu. Persamaan Rate dihitung pada saar “Sk”, dengan menggunakan informasi dari Level atau “Auxiliary” pada saat “Sk” untuk mendapatkan Rate aliran selama interval waktu selanjutnya (Sk-ya). Asumsi yang diambil dalam perhitungan Rate ini adalah bahwa selama interval waktu DT, harga Rate konstan. Hal ini merupakan pendekatan dari keadaan sebenarnya dimana Rate berubah terhadap waktu secara kontinyu, bentuk persamaannya sebagai berikut:

$RM_{sk\text{-}ya}$ = f(Level, Auxiliary, dan Kostanta)

c. Auxiliary

Auxiliary merupakan variable tambahan untuk menyederhanakan hubungan informasi anatara “Level” dan “Rate”, seperti variable, yang mana disimbolkan dengan sebuah lingkaran.



Persamaan Auxiliary berfungsi untuk membantu menyederhanakan persamaan Rate yang rumit. Harga Auxiliary dipengaruhi oleh variable Level, variable Auxiliary lain dan Kostanta yang telah diketahui, seperti berikut:

$$A_{sk} = L_{sk}/C$$

Dimana,

A = variable Auxiliary

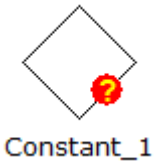
A_{sk} = harga variable Auxiliary A yang akan dihitung pada saat sk

L_{sk} = harga variable Level L pada saat sk

C = harga Kostanta

d. Kostanta

Kostanta merupakan input bagi persamaan “Rate” baik secara langsung maupun melalui Auxiliary. Kostanta menyatakan nilai parameter dari sistem nyata, dimana disimbolkan dengan bentuk segi empat.



Suatu Kostanta mempunyai harga yang tetap sepanjang selang waktu simulasi, sehingga tidak memerlukan notasi waktu dibelakangnya. Persamaan Kostanta menunjukan nilai parameter yang selalu mengikuti persamaan variable Level, Rate, atau Auxiliary, Contohnya:

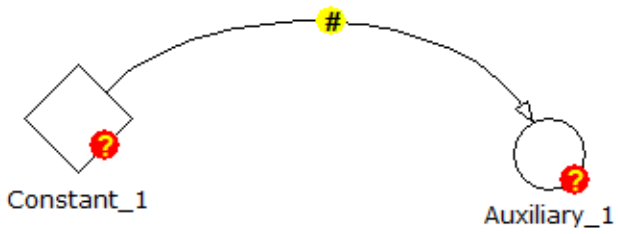
Const = 0,5

Dimana,

Const = nama dari sebuah nilai Kostanta

e. Garis penghubung

Garis penghubung (Link) menghubungkan satu variable dengan variable lain, atau antara Variable dengan Kostanta, yang disimbolkan dengan panah halus.



BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian Tugas Akhir ini dilaksanakan di beberapa tempat di Kepulauan Kangean yaitu: Kantor Administrator Pelabuhan Kalianget Kabupaten Sumenep; Kediaman Camat Kangayan/Arjasa, Pelabuhan Batugulok Arjasa di Kecamatan Arjasa, Tambat labuh Kanjuaro di Kecamatan Kangayan, dan Pelabuhan Sapeken di Kecamatan Sapeken.

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan 2 (dua) cara, yaitu:

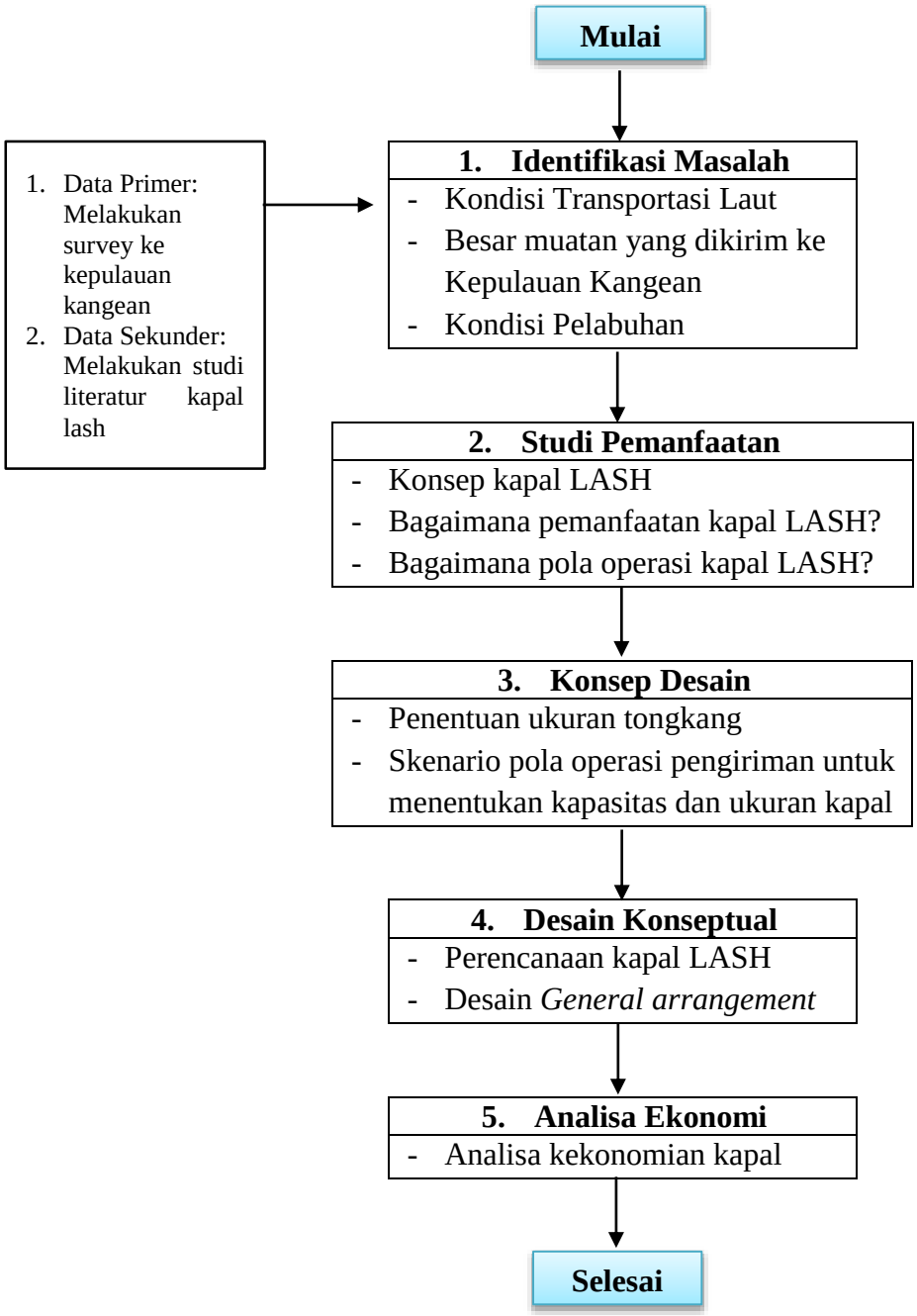
1) Pengumpulan data langsung (primer)

Pengumpulan data dengan cara wawancara langsung kepada pihak kantor Administrator Pelabuhan Kalianget; Kantor Camat Kecamatan Arjasa/Kangayan. Data primer yang dipakai dalam Tugas Akhir ini adalah Operasi Kapal di Kepulauan Kangean dan di Pelabuhan Kalianget di Kabupaten Sumenep yang meliputi beberapa armada kapal Pelra dan kapal Perintis.

2) Pengumpulan data secara tidak langsung (sekunder).

Pengumpulan data secara tidak langsung dilakukan dengan mengambil informasi dari sumber-sumber penunjang seperti Badan Pusat Statistik (BPS) dan media-media informasi terkait.

3.1. Tahapan Penelitian



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.2. Identifikasi Permasalahan

Pada tahap ini akan dipelajari permasalahan-permasalahan yang terjadi di Kepuluan Kangean dalam hubungannya dengan transportasi laut. Identifikasi dilakukan dari analisa data primer dan data sekunder. Dari tahap Identifikasi

masalah ini nantinya akan menjadi kerangka untuk menentukan konsep bagaimana pemanfaatan kapal LASH, data-data tersebut meliputi:

- Kondisi di Pelabuhan-pelabuhan di Kepulauan Kangean
- Jumlah kapal
- Frekuensi layanan kapal
- Interaksi pulau utama dengan Kepulauan Kangean
- Konsep pemanfaatan kapal LASH

3.3. Studi pemanfaatan

Studi pemnfaatan kapal LASH dilakukan dengan pendekatan pada lokasi pelabuhan atau wilayah kepulauan Kangean, dengan mempelajari karakteristik transportasi dan konsep pemanfaatan dengan beberapa tujuan, yaitu:

- Bagaimana pemanfaatan dan konsep kerja kapal LASH?
- Bagaimana sistem operasional kapal LASH?

3.4. Konsep desain dan optimasi

Tahapan dimana dilakukan pendekatan-pendekatan untuk menentukan ukuran tongkang, pola distribusi tongkang-tongkang untuk menentukan kapasitas tongkang diatas kapal, menentukan ukuran kapal, serta perhitungan biaya-biaya dari kapal LASH.

3.4.1 Menentukan ukuran tongkang

Menentukan ukuran tongkang dengan mengacu pada kondisi-kondisi: pelabuhan, dan peralatan bongkar muat kapal dan di pelabuhan. Untuk menentukan ukuran tongkang menggunakan metode perhitungan optimasi pada beberapa kondisi seperti ukuran pelabuhan, dan perbandingan ukuran utama tongkang kapal LASH yang pernah dibuat.

3.4.2 Skenario pola operasi pengiriman untuk menentukan kapasitas dan ukuran kapal

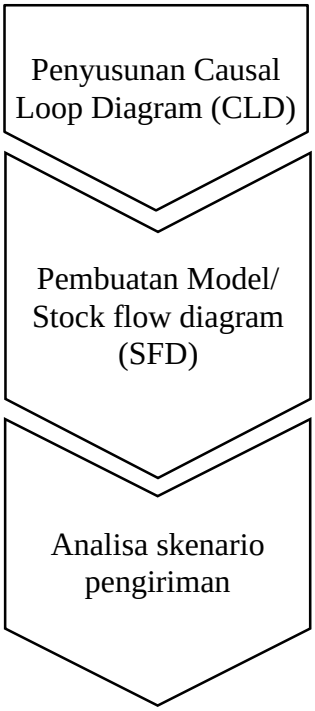
a) Eksperimen manual

Eksperimen manual adalah tahapan awal pada proses sebelum menentukan kapasitas kapal, luaran dari tahapan ini adalah berupa perhitungan yang dapat

digunakan untuk mengidentifikasi jumlah tongkang diatas kapal, dan jumlah tongkang ditiap pelabuhan.

b) Simulasi sistem dinamik

Tahapan ini dilakukan untuk meramalkan pola pengiriman tongkang dengan kondisi selalu berubah (acak) pada setiap pengirimannya. Tahapan pemodelan sistem dinamik ini sebagai berikut:



Gambar 3. 2 Alur proses pembuatan model sistem dinamik

3.5. Perencanaan Konseptual

Perencanaan konseptual ini adalah hasil dari optimasi ukuran kapal pada rute tertentu, yang meliputi:

- Ukuran kapasitas tongkang
- Pola pengiriman tongkang untuk menentukan
- Ukuran maksimum kapal

3.6. Analisa ekonomi

Tahapan dimana dilakukan analisa ke ekonomian berupa perhitungan biaya investasi dan kelayakanya dari pemanfaatan kapal LASH.

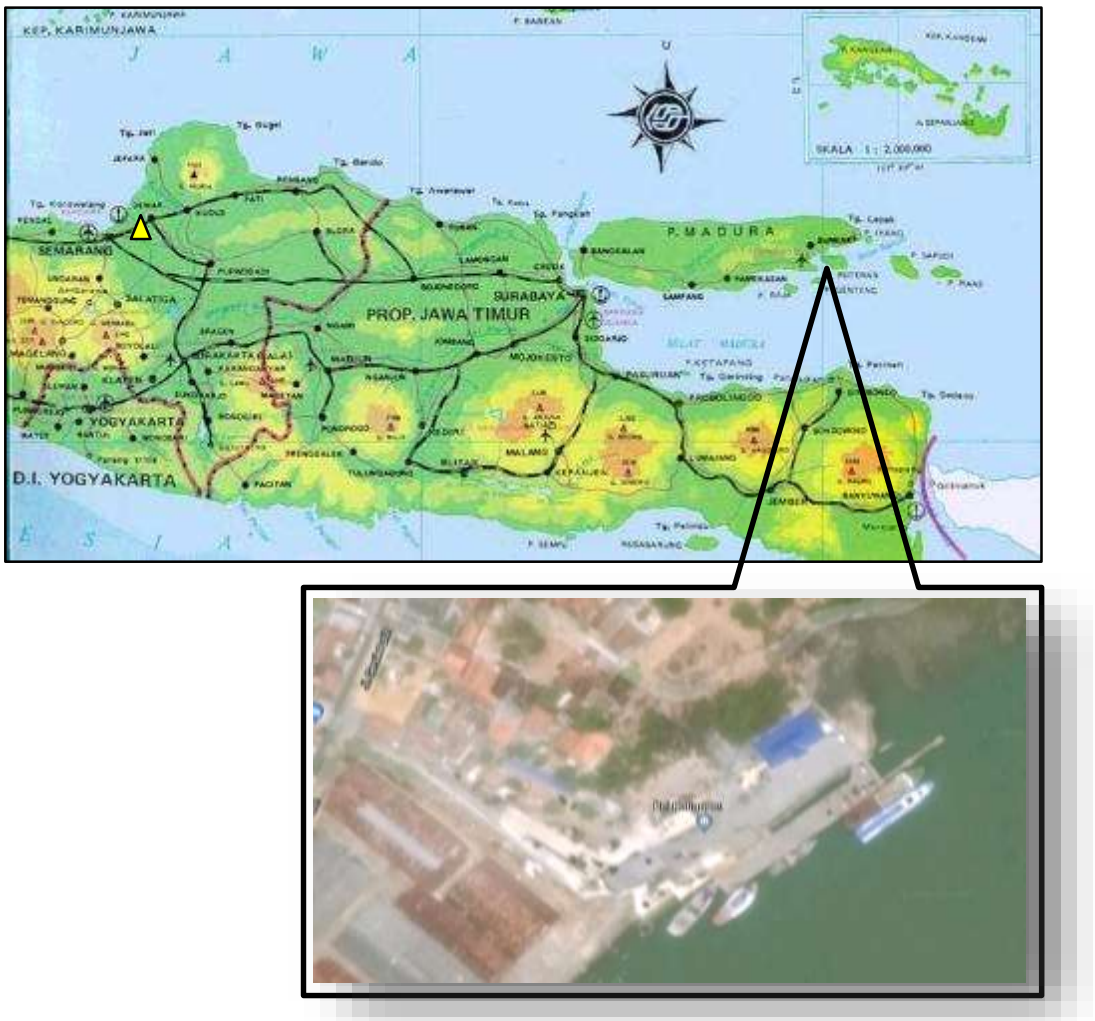
3.7. Kesimpulan

Merupakan rekapitulasi dan penarikan kesimpulan dari hasil analisa dan perhitungan, serta bagaimana konsep pemanfaatan kapal LASH untuk Kepulauan Kangean.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 4 GAMBARAN UMUM

4.1. Pelabuhan Kalianget Kabupaten Sumenep



Gambar 4. 1 Peta lokasi Pelabuhan Kalianget di Kabupaten Sumenep.

Sumber : http://indonesia-peta.blogspot.com/2010/10/gambar-peta-povinsi-jawa-timur-jatim.html (diolah)

Aktifitas transportasi laut di Kabupaten Sumenep berpusat di Pelabuhan Kalianget, dari pelabuhan tersebut biasanya digunakan untuk akses barang dan penumpang dari kota Sumenep untuk pergi ke pulau-pulau disekitar terutama untuk ke Kepulauan Sapudi dan Kepualuan Kangean.

Mayoritas aktifitas kepelabuhan berpusat di pelabuhan Kalianget yang mana dikelola oleh Otoritas Kesyahbandaran Kelas V DISHUB, data-data armada kapal laut di pelabuhan kalianget, sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Data armada kapal laut di Pelabuhan kalianget

No.	Nama Kapal	Isi Kotor	Trayek	Jenis Kapal	Frekuenasi Pelayaran
1.	KM. DHARMA BAHARI SUMEKAR I (Rp. 93.000)	356	Kalianget-Kangean – Sapeken	Passenger Ferry	1x Seminggu
			Kalianget-Kangean		2x Seminggu
2.	EXPRESS BAHARI 1C (Rp. 180.000)	213	Kalianget-Kangean	HSC	3x Seminggu
3.	SATYA KENCANA	319	Kalianget-Jangkar	Passenger Ferry	3x Seminggu
4.	DHARMA KARTIKA	259	Kalianget-Sapudi-Jangkar	Passenger Ferry	2x Seminggu
			Kalianget-Ra'as-Jangkar		2x Seminggu
5.	KM. SABUK NUSANTARA 27 (Rp. 35.000)	784	R16	Perintis	14 hari sekali
6	KM. SABUK NUSANTARA 56 (Rp. 35.000)	1161	R14	Perintis	14 hari sekali
7	MIAMI	462	R15	Perintis	20 hari sekali
8	KM. MAUMERE 1	425	R18	Perintis	13 hari sekali

Sumber : Kantor Syahbandar Pelabuhan kalianget tahun 2017.

Gambar 4. 2 Aktifitas muat barang di Pelabuhan Kalianget pada kapal KM Sabuk Nusantara 56.

Tabel 4. 2 Tabel fasilitas Pelabuhan Kalianget Sumenep

No.	Fasilitas Pelabuhan	Dermaga Umum	Dermaga Khusus
1	Pemilik	PT. Pelindo III	PT. Garam
2	Panjang	80 m	100 m
3	Lebar	10 m	10 m
4	Kedalaman	9 m LWS	12 m LWS
5	Konstruksi	Beton Pancang	Beton dan Kayu
6	Kapasitas	3000 DWT	5000 DWT
7	Gudang/terminal/Lapangan parkir	300 m2	3 Unit
8	Posisi Koordinat	07’03’25’’ LS 113’56’35’’ BT	07’03’33’’ LS 113’56’30’’ BT
9	Kondisi dermaga		

Sumber : Kantor Syahbandar Pelabuhan kalianget tahun 2017.

4.2. Waktu Pelabuhan

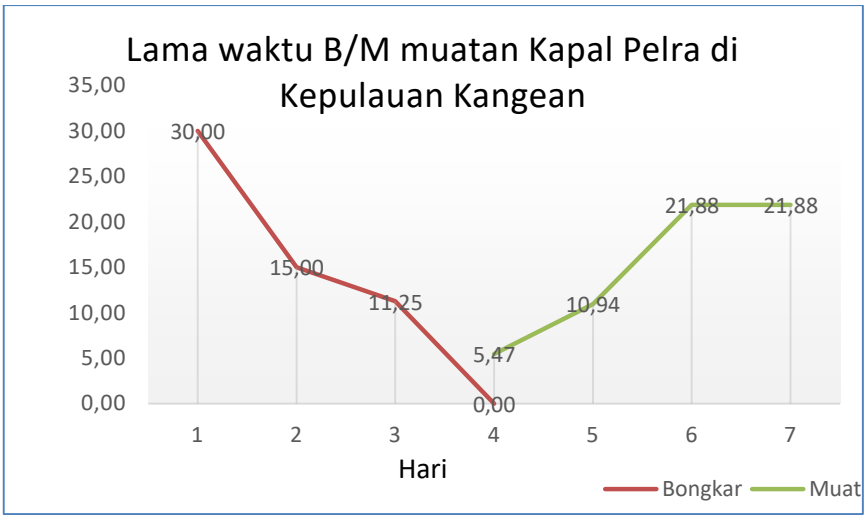
Salah satu alasan munculnya gagasan pemanfaatan kapal LASH adalah kendala yang terjadi di lokasi penelitian, dimana fenomena ini terjadi Pelabuhan Batugulok Arjasa, Pelabuhan Kangayan, dan Pelabuhan Sapeken, yaitu berkaitan dengan waktu kapal saat di dermaga, baik itu saat menunggu ketersediaan muatan maupun saat proses bongkar muat. Waktu-waktu tanpa aktifitas (*Not operating time*) menyebabkan kapal tidak bekerja secara optimal.

Analisis waktu yang dilakukan oleh tiap kapal di Kangean yaitu:

1) Kapal Pelra

Fenomena yang terjadi saat ini pada kapal Pelra yang melayani transportasi laut di Kepulauan Kangean, seperti pada waktu di Pelabuhan, bahwa di Kepulauan Kangean dengan rata-rata muatan sekitar 20 -30 ton untuk kapal 20GT,

30GT, dan 35 GT, serta 40-50 ton untuk untuk kapal dengan ukuran 50 GT, dan 70 GT.



Gambar 4. 3 Grafik analisa lama waktu kapal Pelra menempati Pelabuhan.

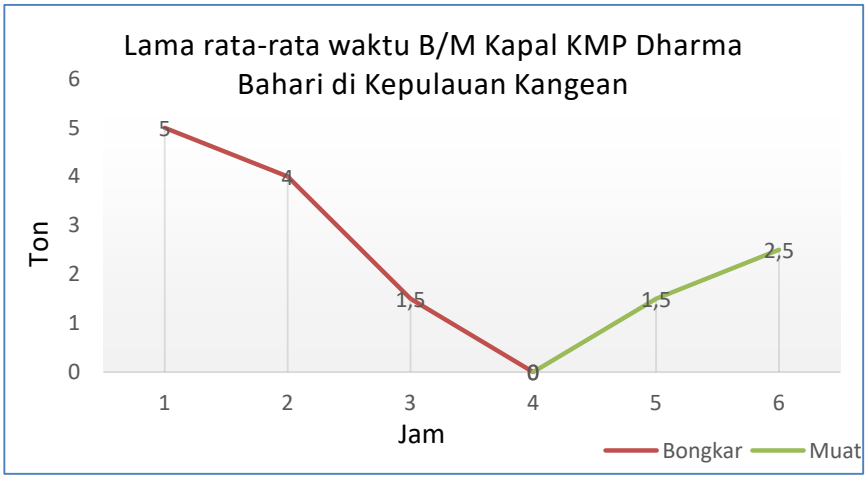
Sumber: Penulis

Gambar 4.3. Menunjukan rata-rata muatan yang dikirim ke Kangean sebesar ±30 ton, serta balikan berupa muatan-muatan hasil pertanian dan perkebunan kitar ±21,8 ton pendekatan yang digunakan adalah rata-rata kapasitas muat beberapa tipe kapal yang melayani di Kangean.

Dengan beberapa pendekatan secara rata-rata kapal yang bersandar di pelabuhan didapatkan bahwa untuk Kapal Pelra terhitung sejak ikat tali tambat sampai lepas tali membutuhkan waktu sekitar 5 (lima) sampai 7 (tujuh) hari dipelabuhan, dengan komponen waktu sebgai berikut:

- Waktu bongkar muat (BWT) yaitu sekitar 1-4 hari untuk bongkar, dan 2-3 hari untuk kegiatan muat, dengan sistem B/M masih menggunakan Tenaga Kerja Bongkar Muat (TKBM). Kondisi waktu pelabuhan yang tergolong lama, dikarenakan proses tunggu muatan, proses B/M yang lama, serta terkadang pemilik muatan juga sengaja menjadikan kapal Pelra sebagai tempat untuk menyimpan muatan barang sebelum diambil untuk dibawa ke toko nya.
- Waktu tidak berporasi (NOT) yaitu sekitar 2-3 hari, biasanya dikarenakan menunggu kesiapan atau ketersediaan muatan yang akan di B/M.

2) Kapal KMP Dharma Bahari Sumekar

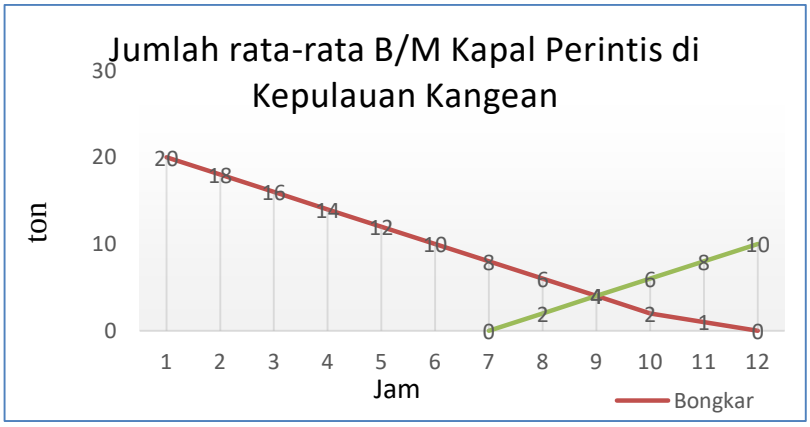


Gambar 4. 4 Grafik analisa lama waktu kapal KMP. Dharma Bahari Sumekar di Pelabuhan.

Analisa kondisi saat ini terhadap lama waktu kapal KMP. Dharma Bahari Sumekar I di pelabuhan, bahwa kapal tersebut mendiami dermaga pelabuhan sekitar 6 (enam) jam, dengan komponen waktu sebagai berikut:

- Waktu bongkar muat (BWT) 3 (tiga) jam, dan dalam kondisi tertentu waktu ini bias lebih cepat atau lebih lama tergantung dengan saat dimana terdapat jumlah besar atau kecilnya muatan yang diangkut kapal tersebut.
- Waktu tunggu atau tidak beroperasi (NOT) 3 jam, yang digunakan untuk menunggu muatan dan penumpang.

3) Kapal Perintis



Gambar 4. 5 Grafik analisa lama waktu kapal Perintis terhadap aktifitas bongkar muat di pelabuhan Kangean.

Analisis kondisi saat ini terhadap lama waktu di pelabuhan kapal Perintis adalah bahwa kapal mendiami pelabuhan sekitar 12 (dua belas) jam, dengan komponen waktu sebagai berikut:

- Waktu bongkat muat (BWT) membutuhkan rata-rata 4 (empat) jam, dimana waktu tersebut bisa kurang atau lebih, tergantung jumlah muatan yang ditangani.
- Waktu tidak beroperasi (NOT) sekitar 8 (delapan) jam, biasanya waktu tersebut digunakan untuk menunggu adanya muatan (barang/penumpang) yang akan dimuat.

4.3. Kondisi pelabuhan, Peralatan, dan Sistem bongkar muat (BM)

Kondisi pelabuhan, peralatan dan sistem BM kapal di pelabuhan-pelabuhan yang ada di Kangean masih tradisional, untuk proses bongkar muat (B/M) masih menggunakan peralatan manual (TKBM) dan belum tersedianya peralatan berat yang digunakan untuk membantu aktifitas B/M disana. Akan tetapi beberapa kondisi seperti kapal-kapal perintis yang sudah dilengkapi dengan alat B/M sendiri, proses B/M bisa dilakukan dengan cepat.

Gambar 4. 6 Aktifitas BM dan kondisi peralatan BM di pelabuhan-pelabuhan di Kangean dan Pelabuhan Kalianget Sumenep.

Sumber: Penulis

Karakteristik umum di Pelabuhan Kalianget di Sumenep, atau secara umum di Kepulauan Sapudi dan Kepulauan Kangean adalah bahwa pelabuhan tersebut meskipun telah dikelola oleh otoritas Syahbandar, akan tetapi fasilitas pelabuhan masih terbatas khususnya peralatan bongkar muat kapal yang masih menggunakan Tenaga Kerja Bongkar Muat (TKBM), serta dari hasil pengamatan di lapangan, tidak terdapatnya tariff secara khusus untuk kapal-kapal yang bersandar di dermaga pelabuhan tersebut.

4.4. Kepualan Kangean

Gambar 4. 7 Peta Kepulauan Kangean.

Sumber: Google maps.

Pulau kangean adalah gugusan pulau yang merupakan bagian paling timur Pulau Madura, Laut Jawa. Pulau ini terdiri dari 60 pulau, dengan luas wilayah 487 km^2. Pulau-pulau terbesar adalah pulau kangean (188 km^2), Pulau Paliat, dan Pulau Sapanjang. Penduduk Pulau Kangean berjumlah 135.911 jiwa pada tahun 2016, dengan kepadatan penduduk sebesar 173,11 orang per km, angka ketergantungan 93,66% dan jumlah rumah tangga sebanyak 22.300 buah.

Pulau Kangean merupakan bagian dari wilayah Kabupaten Sumenep. Di Pulau Kangean terdapat tiga kecamatan, yaitu Arjasa, Sapeken, dan Kangayan, hal ini merupakan hasil pemekaran Kecamatan Arjasa. Bagian dari ketiga kecamatan ini terdiri dari kecamatan Arjasa membawai pulau Kangean bagian barat, kecamatan Kangayan membawai Pulau Kangean bagian timur, dan kecamatan

sapeken membawai pulau pulau kecil yang mendominasi bagian timur pulau Kangean.

Tabel 4. 3 Laju implisit PDRB Kab. Sumenep menurut Pengeluaran (persen)

Komponen		2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	Pengeluaran Konsumsi Rumah Tangga	7.23	5.54	5.02	3.7	1.88	3.09
2	Pengeluaran Konsumsi LNPRT	10.61	8.44	9.94	1.27	7.39	7.32
3	Pengeluaran Konsumsi Pemerintah	11.39	11.27	5.79	1.62	9.83	5.74
4	Pembentukan Modal Tetap Domestik Bruto	6.47	5.18	7.9	5.45	1.14	2.74
5	Perubahan Inventori	-	-	-	-	-	-
6	Ekspor Barang dan Jasa	6.51	-2.63	20.28	2.86	-18.84	-0.62
7	Impor Barang dan Jasa	3.44	0.7	8.82	1	-5.06	-2.75
	PDRB	8.67	4.6	10.35	5.09	-5.29	3.99

Sumber: BPS Kab. Sumenep 2011-2016

Jumlah pertumbuhan penduduk di kepulauan Kangean, menurut Badan Pusat Statistik dari tahun 2015-2018, adalah:

Tabel 4. 4 Jumlah penduduk di Kepulauan Kangean

	2015	***2016***	***2017***	***2018***
Kab. Sumenep	1,072,113	1,123,310	1,128,596	1,164,489
Kec. Arjasa	63,223	82,923	84,700	98,426
Kec. Kangayan	21,664	24,768	24,724	26,779
Kec. Sapeken	46,331	50,327	50,515	53,242

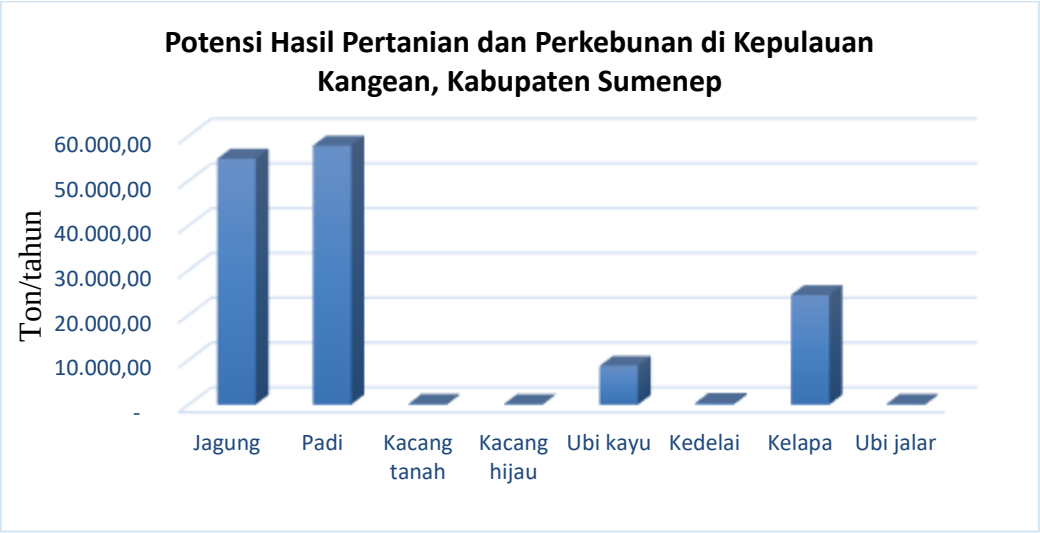
Sumber: BPS Kab. Sumenep dan Kecamatan di Kepulauan Kangean 2015-2018 (diolah).

Pulau Kangean memiliki beberapa potensi sumber daya, Potensi yang dimaksud terdiri dari beberapa sektor, antara lain:

1) Potensi Kehutanan
2) Potensi perkebunan
3) Potensi hutan mangrove
4) Potensi pertanian, dan
5) Potensi pariwisata.

Menurut Badan Pusat Statustik (BPS) 2018, Dari potensi-potensi pertanian dan perkebunan, beberapa komoditas yang dihasilkan dari beberapa daerah di Kepualuan Kangean antara lain:

1) Padi : 57.827 ton/tahun
2) Jagung : 54.919 ton/tahun
3) Kacang tanah : 180 ton/tahun
4) Kacang hijau : 138 ton/tahun
5) Ubi kayu : 8.683 ton/tahun
6) Kedelai : 376 ton/tahun
7) Kelapa : 24.467 ton/tahun
8) Ubi jalar : 194 ton/tahun



Gambar 4. 8 Potensi hasil alam di Kepulauan Kangean pada tahun 2017.

Sumber: BPS Kabupaten Sumenep 2017 (diolah).

4.4.1. Kecamatan Arjasa

Gambar 4. 9 Peta lokasi kecamatan Arjasa Kangean

Sumber : Google maps – diolah kembali

Kecamatan Arjas adalah salah satu kecamatan yang terletak di Kepulauan Kangean, menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), Kecamatan Arjasa memiliki luas wilayah 241,97 Km^2, dengan total penduduk 62.086 jiwa yang tersebar kedalam 25 desa. Batas-batas lokasi Kecamatan Arjasa:

- Sebelah utara : Laut Jawa
- Sebelah selatan : Laut Jawa
- Sebelah Timur : Kecamatan Kangayan
- Sebelah barat : Laut Jawa

Transportasi laut sebagai penunjang yang terdapat di kecamatan ini berpusat di Pelabuhan Batu Gulok Arjasa, yaitu Batu Gulok 1 dan Batu Gulok II yang terletak di desa Bilis-bilis. Pelabuhan ini sebagai salah satu penunjang transportasi antar pulau yang ada di Kepulauan Kalianget, sebagai sarana penumpang dan keluar masuknya barang dagang ke Kepulauan Kangean, khususnya di Kecamatan Arjasa.

Gambar 4. 10 Aktifitas di pelabuhan Batu Gulok Arjasa di Kecamatan Arjasa.

Sumber: Penulis

Tabel 4. 5 Tabel fasilitas Pelabuhan Batugulok Arjasa.

No.	Fasilitas Pelabuhan	Dermaga Umum
1	Pemilik	PT. Pelindo III
2	Panjang	45,0 m
3	Lebar	10,0 m
4	Kedalaman	5,5 m
5	Konstruksi	Beton Pancang
9	Kondisi dermaga	

4.4.2. Kecamatan Kangayan

Gambar 4. 11 Peta lokasi Kecamatan Kangayan Kangean

Sumber : Google maps – diolah kembali.

Kecamatan Kangayan adalah salah satu kecamatan yang terletak di Kepulauan Kangean, menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), Kecamatan Kangayan memiliki luas wilayah 204,81 Km^2, dengan total penduduk 21.300 jiwa yang tersebar kedalam sembilan desa. Batas-batas lokasi Kecamatan Kangayan:

- Sebelah utara : Laut Jawa
- Sebelah selatan : Laut Jawa
- Sebelah timur : Laut Jawa
- Sebelah barat : Kecamatan Arjasa

Kondisi transportasi Laut di kecamatan Kangayan tidak sebaik di Kecamatan Arjasa dan Sapeken, hal ini terlihat dari kondisi pelabuhan yang kurang memadai, sehingga mayoritas pasokan barang seperti Semen, dan LPG dipasok melaui jalur darat dari kecamatan Arjasa.

Untuk saat ini berdasarkan hasil survey lapangan di Kecamatan Kangayan hanya tersedia pelabuhan rakyat yang kondisinya kurang memadai, yang hanya bisa digunakan untuk kapal-kapal kecil penyeberangan, dimana masyarakat sekitar biasanya menyebutnya dengan istilah Taxian, transportasi ini yang digunakan masyarakat sekitar untuk pergi ke kecamatan Sapeken, dan beberapa tempat terdekat.

Gambar 4. 12 Aktifitas di pelabuhan Tambat Labuh Kajuaro - Kecamatan Kangayan yang akan menuju Kecamatan Sapeken.

Tabel 4. 6 Tabel fasilitas dermaga Penyeberangan Kangayan

No.	Fasilitas Pelabuhan	Dermaga Umum
1	Pemilik	Pemkab
2	Panjang	35,0 m
3	Lebar	2,0 m
4	Kedalaman	2,0 m
5	Konstruksi	Tradisional
9	Kondisi dermaga	

Sumber : Penulis.

4.4.3. Kecamatan Sepeken

Gambar 4. 13 Peta lokasi Kecamatan Sapeken Kangean.

Sumber : Google maps – diolah kembali

Kecamatan Sapeken adalah salah satu kecamatan yang terletak di Kepulauan Kangean, menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), Kecamatan Sapeken memiliki luas wilayah 201,88 Km^2 , dengan total penduduk 52.525 jiwa yang tersebar kedalam sembilan desa, mayoritas penduduk di wilayah Kecamatan ini adalah berprofesi sebagai nelayan dan pedagang, batas-batas lokasi Kecamatan Sapeken:

- Sebelah utara : Laut Kalimantan
- Sebelah selatan : Laut Bali
- Sebelah timur : Laut Sulawesi

  Sebelah barat : Laut Jawa

Sejatinya Kecamatan Sapeken adalah Pulau yang menjadi pusat wilayah perdagangan di gugusan pulau-pulau kecil di sekitarnya, disana terdapat banyak lalulintas baik kapal-kapal nelayan, pedagang, dan kapal-kapal niaga kelas perintis. Karena kecamatan Sapeken adalah daerah pusat perdagangan di pulau-pulau kecil sekitar, disana terdapat kantor Kecamatan Sapeken, pusat perekonomian kecil dan perdagangan, sehingga Pulau Sapeken tampak ramai meski hari libur.

Meskipun dengan fasilitas yang minim, namun kondisi pelabuhan di Kecamatan Sapeken telah dikelola cukup baik, oleh Kantor unit penyelenggara pelabuhan kelas III.

Gambar 4. 14 Dokumentasi kondisi pelabuhan di Kecamatan Sapeken.

Sumber: Penulis

Tabel 4. 7 Tabel fasilitas Pelabuhan Sapeken.

No.	Fasilitas Pelabuhan	Dermaga Umum
1	Pemilik	Pelindo III
2	Panjang	130,0 m
3	Lebar	12,0 m
4	Kedalaman	9,0 m
5	Konstruksi	Beton pancang
9	Kondisi dermaga	

Berbeda halnya dengan Kecamatan Kangayan, saat ini kondisi pelabuhan di Kecamatan Sapeken sudah cukup memadai, fasilitas seperti pelabuhan telah mampu untuk dijadikan sandar kapal-kapal berukuran besar, contoh jadwal keberangkatan kapal yang termasuk dalam melayani di pelabuhan Sapeken :

Tabel 4. 8 Data Armada kapal laut di Pelabuhan Sapeken.

No.	Nama Kapal	Trayek	Jenis Kapal	Frekuenasi Pelayaran
1.	KM. Dharma Bahari Sumekar I	Kalianget - Kangean - Sapeken	Passenger Ferry	1x Seminggu
2.	KM. Sabuk Nusantara 27	R 16	Coaster / Perintis	14 Hari sekali
3.	KM. Sabuk Nusantara 56	R 14	Coaster / Perintis	14 Hari sekali

Sumber : Kantor Unit Penyelenggaraan Pelabuhan Kelas III Sapeken.

4.5. Profil dan Spesifikasi Kapal-kapal yang melayani rute di Kepulauan Kangean

Beberapa kapal yang melayani rut eke Kepulauan Kangean yaitu terdiri dari kapal-kapal Pelra dan beberapa kapal Perintis, serta terdapat kapal khusus penumpang, dan penyeberangan milik pemkab Kabupaten Sumenep, anatara lain:

4.5.1. Pelayaran Rakyat (Pelra)

Pelra merupakan angkutan utama yang mendukung transportasi laut di Kepulauan secara umum, merupakan usaha rakyat yang bersifat tradisional dan mempunyai karakteristik tersendiri untuk melaksanakan angkutan di perairan dengan menggunakan kapal layar termasuk Pinisi, kapal layar bermotor, dan/atau kapal motor sederhana berbendera Indonesia dengan ukuran tertentu.

Pola operasional Kapal Pelra adalah *Port to port*, yaitu rute pelayaran langsung dengan satu tujuan, misalnya rute dari kapal pelra dari P. Kalianget ke P. Batugulok Arjasa dan begitu juga sebaliknya, seperti pada gambar 4.11 dibawah ini.

Gambar 4. 15 Pola operasi kapal Pelra Kepulauan Kangean

Tariff yang dikenakan untuk jasa angkutan layanan Pelra dikisaran antara Rp. 300.000 – Rp. 400.000 / Ton, dimana kapal-kapal Pelra di Kepualuan Kangean khususnya yang beroperasi di Pelabuhan Batugulok Kecamatan Arjasa – Pelabuhan Kalianget Sumenep, dengan data-data kapalnya antara lain:

Tabel 4. 9 Daftar kapal Pelra yang melayani rute bolak balik Kangean-Kalianget.

No.	Nama Kapal	Komoditas	Kapasitas	Ukuran kapal (PxL) m	Intensitas	Efektif muat (ton)
1.	KM. Cahaya Baru	Sembako, LPG, Hasil panen	30GT	12 x 4	1/minggu	30-40

2.	KM. Sandang Pangan	Sembako, furnitur, semen, kayu dll	70GT	20 x 5	1/minggu	70-80
3.	KM. Indah Perkasa	Semen 500 sak, sembako, kelapa, kayu dll	35GT	13 x 4	1/minggu	35-50
4.	KM. La Rizky	Sembako, furnitur, kendaraan bermotor, ikan, kayu dll	30GT	12 x 4	1/minggu	30-40
5.	Perahu H. Samad	LPG, dan BBM Sapi, kerbau, kuda, dan kambing	20GT	10 x 3	1/minggu	20-30

Gambar 4. 16 Dokumentasi kapal Pelra yang melayani rute bolak-balik Kalianget-Kangean.

Sumber: Penulis

4.5.2. KM. Dharma Bahari Sumekar I

KM. Dharma Bahari Sumekar I adalah kapal jenis penyeberangan penumpang milik Pemerintah Kabupaten (Pemkab) Sumenep, kapal tersebut menjadi salah satu pilihan masyarakat untuk berbagai keperluan akses di wilayah Kangean dengan intensitas dua kali setiap minggu, dimana tarif yang dikenakan sebesar Rp. 93.000,- per orang.

Pola operasi kapal KMP. Dharma Bahari Sumekar I adalah *multiport circle*, dengan rute P. Kalianget – P. Batugulok Arjasa – P. Sapeken – P. Kalianget, seperti gambar 4.15 berikut:

Gambar 4. 17 Pola operasi kapal KMP Dharma Bahari Sumekar 1C Kepulauan Kangean.

Sumber: Google maps – diolah kembali.

Gambar 4. 18 Dokumentasi kapal KMP. Dharma Bahari Sumeker I di Pelabuhan Kaliangen Sumenep.

Sumber : Penulis

Tabel 4. 10 Data spesifikasi teknis kapal KMP. Dharma Bahari Sumeker I.

Nama Kapal	IMO	Tahun pembuatan	DWT	GT	LxBxH (m)	Vs (Knot)	Klas
DHARMA BAHARI SUMEKAR - I	8626525	1985	239	215	37,62 x 8,00 x 3,00	10	BKI

4.5.3. Express Bahari IC

Kapal Express Bahari IC adalah kapal jenis penyeberangan penumpang milik perusahaan pelayaran PT. Sakti Inti Makmur. Kapal tersebut telah beroperasi sejak tahun 2010 yang melayani rute Pelabuhan Kalianget Sumenep – Pelabuhan Batugulok Arjasa Kangean, dengan intensitas seminggu tiga kali dan tarif angkutan per orang sebesar Rp. 180.000.

Pola operasi kapal Express bahari 1C yaitu *Port to port*, seperti berikut:

Gambar 4. 19 Pola operasi kapal Express Bahari 1C Kepulauan Kangean.

Sumber: Google maps – diolah kembali.

Tabel 4. 11 Data spesifikasi teknis kapal Express Bahari IC.

Nama Kapal	IMO	Tahun pembuatan	DWT	GT	LxBxH (m)	Vs (Knot)	Klas
EXPRESS BAHARI - 1C	8652237	2010	-	213	35,80 x 6,70 x 2,55	20	BKI

Gambar 4. 20 Dokumentasi kapal Express Bahari IC di Pelabuhan Kalianget Sumenep.

Sumber: Penulis

4.5.4. KM. Sabuk Nusantara 56

Kapal KM. Sabuk Nusantara 56 adalah kapal jenis Genral Cargo milik Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, Kapal ini beroperasi sesuai penempatan rute R-16. Mengacu pada ketetapan DISHUB Nomor: AL.108/5/20/DJPL-17 mengenai jaringan trayek angkutan laut perintis dimana KM. Sabuk Nusantara 56 beroperasi untuk Surabaya - Masalembo - Keramaian - Kalianget - Sapudi - Kangean - Pagerungan besar - Sapeken - Tanjung wangi - Sapeken - Pagerungan besar - Kangean - Sapudi - Kalianget - Masalembo - Keramaian - Masalembo – Surabaya.

Intensitas kedatangan kapal Perintis di Kangean adalah setiap seminggu sekali, dan Tarif yang dikenakan sebesar Rp. 45.000 per ton m^3 barang. Serta memiliki pola operasi *Multiport riley*, dimana rute pelayaran dengan banyak lokasi tujuan, yaitu dari titik 1-3-4-2-4-3-2-1, seperti skema pola rute dibawah ini.

Gambar 4. 21 Pola operasi kapal Perintis Kepulauan Kangean

Sumber: Google maps – diolah kembali.

Tabel 4. 12 Data spesifikasi teknis kapal KM. Sabuk Nusantara 56.

Nama Kapal	IMO	Tahun pembuatan	DWT	GT	LxBxH (m)	Vs (Knot)
Sabuk Nusantara – 56	9792553	2015		1161	52,30 x 12,00 x 4,50	10

Gambar 4. 22 Dokumentasi kapal Sabuk Nusantara 56 di Pelabuhan Kalianget Sumenep.

Sumber : Penulis

4.5.5. KM. Sabuk Nusantara 27

Kapal KM. Sabuk Nusantara 27 adalah kapal jenis *Genral Cargo* milik Direktorat Jenderal Perhubungan Laut. Mengacu pada ketetapan DISHUB Nomor: AL.108/5/20/DJPL-17 mengenai jaringan trayek angkutan laut perintis KM. Sabuk Nusantara 27 dengan rute (R19) Surabaya - Masalembo - Keramaian - Masalembo - kalianget - sapudi - Kangean - Pagerungan besar - Sapeken - Tanjung wangi - Sapeken - Pagerungan besar - Kangean - Sapudi - Kalianget - Masalembo - Keramaian - Masalembo - Surabaya.

Kedatangan kapal tersebut yaitu setiap seminggu sekali, serta memiliki pola operasi *Multiport riley*, dengan lokasi tujuan, yaitu dari titik 1-3-4-2-4-3-2-1, seperti skema pola rute dibawah ini.

Gambar 4. 23 Pola operasi kapal Perintis Kepulauan Kangean

Sumber: Google maps – diolah kembali.

Tarif sebesar Rp. 35.000 per orang dan untuk barang dikisar antara Rp. 250.000 per ton barang. Data spesifikasi teknis dari kapal tersebut yaitu:

Tabel 4. 13 Data spesifikasi teknis kapal KM. Sabuk Nusantara 27.

Nama Kapal	IMO	Tahun pembuatan	DWT	GT	LxBxH (m)	Vs (Knot)	Klas
Sabuk Nusantara – 27	9618458	2011	500	784	46,84 x 10,40 x 4,20	10	BKI

Gambar 4. 24 Dokumentasi Kapal Sabuk Nusantara 27

Sumber: http://www.transmadura.com/2017/10/19/dua-hari-lagi-km-sanus-26-dan-27-akan-beroprasi-jurusan-kalianget-masalembu/

4.5.6. KM. Sabuk Nusantara 99

Kapal KM. Sabuk Nusantara 99 adalah kapal jenis *Genral Cargo* milik Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, yang termasuk kapal baru era program Tol Laut. Sesuai Surat Keputusan Direktorat Jenderal Perhubungan Laut No. AL.108/5/20/DJPL-17 tentang perubahan jaringan trayek angkutan laut perintis, kapal ini beroperasi dengan rute (R18) yaitu Kalianget - Sapudi - kangean - Sapeken - Carik - Badas - Bima - Labuhan bajau - Waikedo - Waingapu - Waikelo - Labuhan bajau - Bima - Badas - Carik - Sapeken - Kangean - Sapudi - Kalianget – Surabaya, serta

Kedatangan kapal ini yaitu seminggu sekali, dengan Tarif sebesar Rp. 35.000 per orang dan untuk barang dikisar antara Rp. 250.000 per ton barang. Data spesifikasi teknis dari kapal tersebut yaitu:

Tabel 4. 14 Data spesifikasi teknis kapal KM. Sabuk Nusantara 27.

Nama Kapal	IMO	Tahun pembuatan	DWT	GT	LxBxH (m)	Vs (Knot)	Klas
Sabuk Nusantara – 99	9837846	2018		1258	57,36 x 12 x 4,00	10	BKI

Gambar 4. 25 Peluncuran kapal KM. Sabuk Nusantara 99.

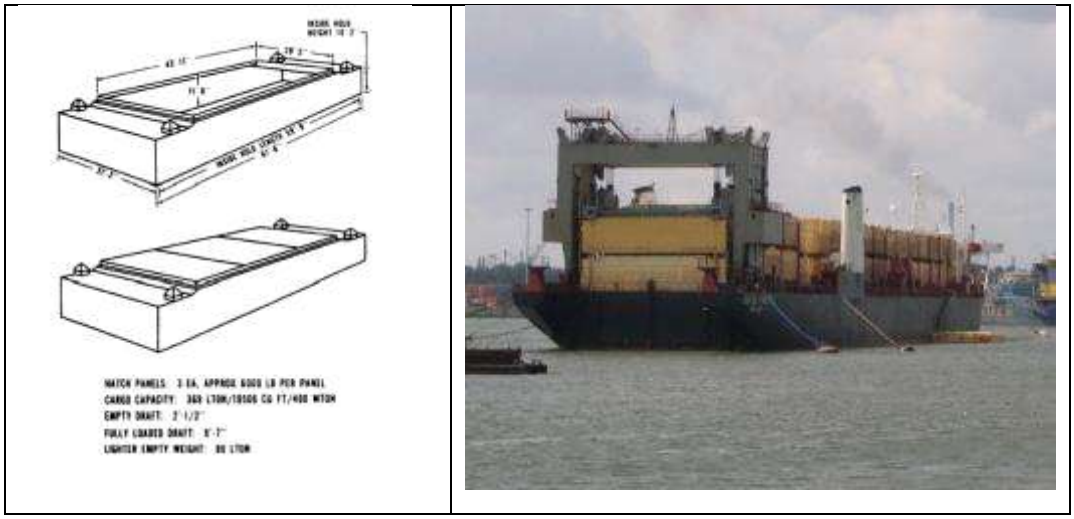
Sumber: http://assishipyard.com/2017/09/12/peluncuran-km-sabuk-nusantara-99/

4.6. Konsep Operasional Kapal Tipe LASH

Konsep operasi dari kapal LASH telah lama diperkenalkan di dunia kapal kontainer, hal ini merupakan suatu terobosan untuk mengurangi waktu tunggu di pelabuhan, serta sebagai solusi pengiriman barang di daerah yang belum memiliki fasilitas pelabuhan yang memadai.

Kapal *Lighter Abroad Ship* (LASH) telah dikembangkan sejak tahun 1960an, pada awal pengoperasianya merupakan suatu penemuan yang sangat berguna pada era kapal container, untuk mendukung dan kemudahan dalam industry pengiriman dengan fasilitas pemuatan dan pelepasan. Namun, untuk untuk mendukung sistem kapal ini harus ada jaringan air laut yang besar untuk mendukung tongkang berlalu lintas.

Pada awal konsep pertama kali diperkenalkan, *Lighter barge* atau tongkang yang digunakan dikapal LASH adalah tongkang ruangan kargo yang didesain sedemikian rupa dalam sebuah unit untuk melindungi muatan dalam jangka waktu yang lama. *Lighters barge*, merupakan tongkang berdinding tipis dengan penutup palkah yang kedap air. Tongkang-tongkang tersebut mampu membawa hingga 340 MTON dari muatan pada sarat maksimum melebihi 8 feet (2.4 m). Beberapa tongkang dilengkapi dengan ventilasi dan menyediakan untuk pendeteksi asap dan pemadam kebakaran.



Gambar 4. 26 Kapal LASH saat melakukan persiapan penurunan muatan tongkang di suatu pelabuhan.

Sumber: https://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/lash.htm

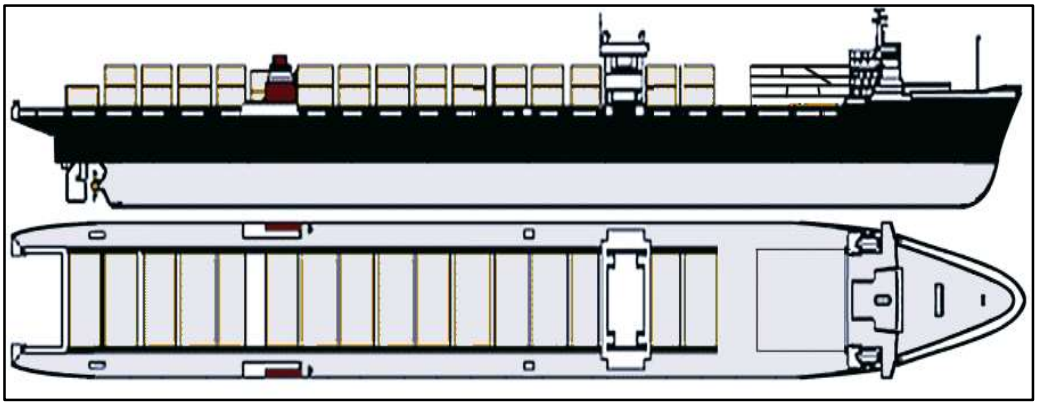
Lighter barge tersebut dimuat atau dikeluarkan dibagian buritan kapal melalui *Gantry Crane.* Sistem kapal LASH ini bekerja diluar fasilitas pelabuhan pada umumnya yang dimaksutkan sebagai sarana untuk memperluas kapasitas pelabuhan tanpa melakukan perluasan lokasi pelabuhan itu sendiri.

Pada saat awal pembangunan, terdapat beberapa varian ukuran kapal LASH yang dibangun, seperti pada tabel 4.15.

Tabel 4. 15 Variasi ukuran pada awal pembangunan kapal LASH.

Type of Carrier		**LASH 1**	**LASH 2**		**Type of Lighter**		
Overall length	m	262.00	250.00		Length	m	18.70
Beam	m	32.50	30.50		Beam	m	9.50
Draught	m	11.30	10.70		Headway	m	4.00
Tonnage	tons	43,000.00	29,600.00		Weight	tonns	80.00
Speed	knots	19.00	22.00		Capacity	tonns	380.00
Power	Hp	26,000.00	32,000.00		Draught	m	2.60

Sumber : https://wikivisually.com/wiki/Lighter_aboard_ship



Gambar 4. 27 Kapal LASH T-AK 5070 Cape Flattery dengan kapasitas 89 tongkang/*Lighter*.

Sumber : https://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/lash.htm

Menurut Stephen E. Donlon *"Comparative cost of competitive shipping"* mengenai perbandingan tonase pada kapal LASH dibandingkan dengan beberapa jenis kapal container, hasil dari ulasan tersebut seperti pada table 4.10. dibawah ini.

Tabel 4. 16 Perbandingan Tonase yang ditangani Kapal LASH dengan kapal kontainer.

No.	VESSEL	Tonase
1.	LASH (3 unit per jam)	1.100
2.	CONTAINER (dengan satu crane)	360
3.	CONTAINER (dengan dua crane)	720

Note: asumsi kapasitas penuh tiap yaitu unit 370 tons per tongkang LASH, dan 18 ton per kontainer.

Seperti halnya kapal kontainer pada umumnya, kapal LASH ini juga memiliki modal intensif. Kapal tipe ini biasanya memiliki harga yang lebih mahal untuk pembangunanya dibandingkan kapal kontiner yang seukuran, hal tersebut dikarenakan pada jenis kapal ini memiliki *Gantry crane* atau alat angkat, sehingga terdapatnya konstruksi yang *massive* di daerah buritan kapal.

Tabel 4. 17 Ringkasan biaya kapal LASH.

Spesifiksi		
1.	Kapasitas 61x370 ton Barge	22.500 DWT
	Capital cost	$ 21 MN
	Barge cost	$ 6.1 MN

	Cost to build	$ 27.1 MN
2.	Annual operating cost	
	Capital charge @10 percent	$ 2.466.500
	Crew per year	$ 780.000
	Provisions	$ 60.000
	Insurance	$ 336.000
	Maint/repairs	$ 210.000
	Barge cost	$ 716.000
	Total annual operating cost (less fuel)	$ 4.57 MN

Sumber: *Comparative cost of competitive shipping,* Stephen E. Donlon

Dari kajian pada buku *Ship Innovation* (Wijnolst) dan *Comparative cost of competitive shipping* (Stephen E. Donlon), Komponen-komponen biaya yang timbul dari pola operasi kapal LASH antara lain:

Capital Cost	**Operational Cost**
P_{ST} - Harga Baja Kapal	Manning Cost / Gaji
P_{EO} –Harga Perlengkapan	Perawaatan dan Perbaikan
P_{ME} – Harga Permesinan	Store supplies
P_{NWC} – Non weight cost	Insurance Cost
P_{BARGE} – Harga Tongkang	Management & Administration
Voyage Cost	**Cargo Handling Cost**
Biaya Bahan Bakar (Fuel Cost)	Biaya Bongkar Muat
Biaya Pelabuhan (Port Charge)	

Sumber: *(1) Comparative cost of competitive shipping, Stephen E. Donlon*

(2) Ship Innovation, Wijnolst – hal 334-352

Dari komponen-komponen biaya tersebut, yang membedakan dengan kapal pada umumnya adalah munculnya biaya investasi pembangunan tongkang pada kapal LASH, hal ini dikarenakan biaya tersebut muncul yang diperuntukan untuk pembangunan tongkang sebagai wadah muatan diatas kapal, yang juga berfungsi sebagai *Storage* atau gudang pada area tertentu.

Dari beberapa kajian terkain kapal LASH, beberapa keunggulan yang diberikan oleh konsep operasi kapal ini, antara lain:

1. Memiliki tingkat penanganan kargo yang besar, ketika kapal container konvensional menghabiskan waktu tunggu di pelabuhan, kapal LASH bisa melakukannya bongkar muat nya sendiri. Sehingga sistem kapal LASH tidak terpengaruh oleh waktu tunggu saat proses bongkat muat di pelabuhan.
2. Sangat cocok untuk daerah yang sedang berkembang, tertama daerah kepulauan yang belum memiliki fasilitas pelabuhan yang memadai.

Untuk kekerungan dari tipe kapal LASH antara lain, yaitu:

1. Dengan konstruksi yang *massive* dan penggunaan gantry crane diatas kapal, dimungkinkan biaya pembangunan kapal menjadi sangat mahal.
2. Kondisi kedalam perairan berpengaruh pada aktifitas operasi lighter box, dalam kasus tertentu di perairan yang membeku, serta saat kondisi air laut surut aktifitas kapal LASH akan mengalami kendala.

4.7. Studi pemanfaatan kapal LASH dengan kapal tipe lain

Studi pemanfaatan kapal LASH di daerah pulau-pulau kecil, bila dibandingkan dengan kapal-kapal barang pada umumnya, memiliki beberapa aspek pertimbangan, seperti pada tabel 4.18 dibawah ini tentang perbandingan dan pertimbangan penggunaan kapal LASH dengan kapal barang tipe lain:

Tabel 4. 18 Perbandingan kapal LASH dengan kapal barang tipe lain.

Kapal LASH	**Kapal Tipe Lain**	
	General cargo	**Container**
Investasi: • Kapal LASH – memiliki *Gantry crane* • Tongkang/muatan • Kendaraan angkut (Truck,pickup, dll)	• Kapal – memiliki/tidak memiliki crane • Kendaraan angkut (Truck,pickup, dll)	• Kapal Container • Lapangan penumpukan • Alat berat di pelabuhan • Jalan pendukung • Kendaraan angkutan berat (Trailer)

Waktu: • Proses B/M cepat, dan lebih bisa disesuaikan dengan kondisi muatan di daerah • Memiliki waktu yang panjang untuk *Loading/unloading* muatan di dalam tongkang.	• Proses B/M lama • Hanya dapat dilakukan dengan pada waktu tertentu (ketika kapal sampai di pelabuhan), dan semua kendaraan muatan (truck, dll) harus siap. Sehingga waktu bisa berjalan dengan cepat, atau bahkan menjadi lebih lama.	• Proses B/M cepat, hal tersebut dikarenakan adanya penggunaan alat berat.
Muatan: • Rawan, dan butuh perhatian khusus terutama untuk komoditi makanan, hal ini dikarenakan tongkang-tongakang yang di apungkan, rawan kemasukan air laut.	• Aman, karena prosesnya diangkut dan langsung dibawa oleh kendaraan angkutan ke gudang pemilik.	• Aman, muatan tersimpan di dalam container/peti kemas.

BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisis Kondisi di Kepulauan Kangean

Dasar pemikiran untuk mentukan konsep pemanfaatan kapal LASH berdasarkan kondisi dilapangan yang berkaitan dengan kasus-kasus yang terjadi di Kepulauan Kangean. Hubungan keterkaitan pengiriman dan permintaan barang di Kangean dengan daerah lain, menunjukan aktifitas transportasi laut dari hasil pengamatan melalui layanan transportasi kapal-kapal Pelra dan Kapal Perintis, menunjukan bahwa sebagian besar komoditas barang dipasok dari Kota Sumenep, seperti pada skema lokasi berikut :

Gambar 5. 1 Lokasi pelabuhan utama untuk pola operasi kapal LASH
Sumber : Google maps – diolah kembali

Wilayah pemasok/sumber barang-barang kebutuhan

Wilayah pelabuhan di kecamatan-kecamatan di Pulau Kangean

5.2. Jarak Pelayaran

Jarak pelayaran lokasi-lokasi asal tujuan pelayaran di beberapa lokasi pelabuhan di Kangean, seperti pada tabel 5.19. dibawah ini:

Tabel 5. 1 Jarak lokasi-lokasi pelabuhan asal dan tujuan pelayaran (NM).

No.	Tujuan / Asal	Sumenep	Arjasa	Kangayan	Sapaken
		A	B	C	D
A	Sumenep	-	88	112	115
B	Arjasa	88	-	28	36
C	Kangayan	112	28	-	13
D	Sapeken	115	36	13	-

Sumber: http://www.marinevesseltraffic.com/2013/07/distance-calculator.html

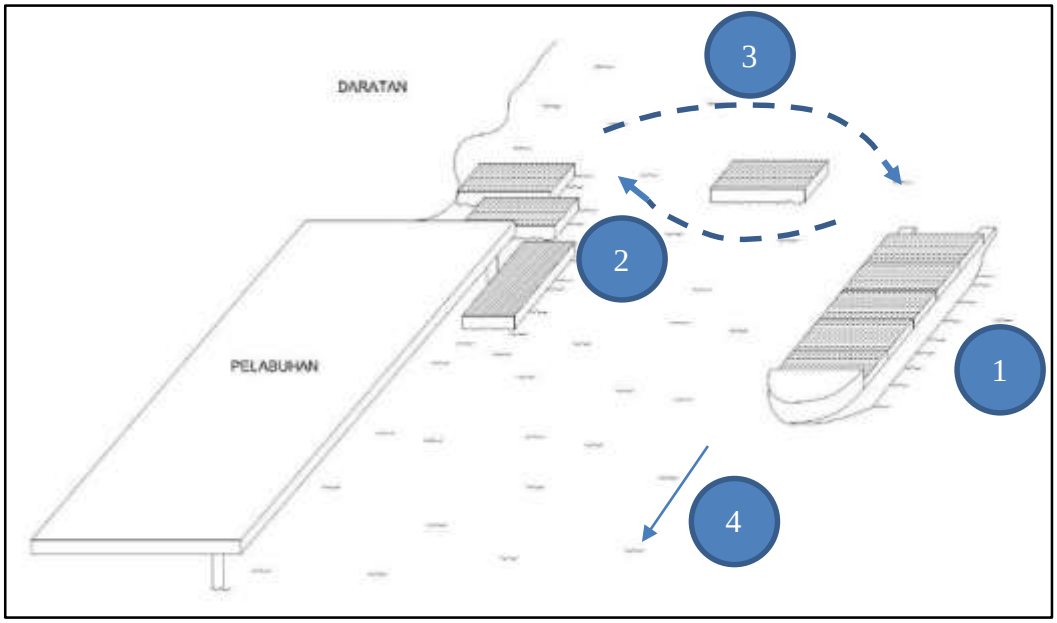
5.3. Konsep Pemanfaatan

Pendekatan yang dilakukan adalah apakah konsep kapal LASH dapat menjadi layanan yang dapat menunjang aktifitas pengiriman barang yang efektif. Dimana konsep pemanfaatan kapal LASH, bertujuan untuk:

1. Meningkatkan kinerja kapal dalam pengiriman barang, yaitu dengan mengurangi waktu tunggu kapal di pelabuhan.
2. Mendukung aktifitas pelabuhan, tanpa menambah fasilitas pelabuhan.
3. Sebagai alternatif transportasi laut pengiriman barang

Konsep dan pola pemanfaatan kapal LASH, seperti pada Gambar 5.2 dibawah ini:

1. Kapal tiba di area pelabuhan/pantai
2. Kapal menurunkan muatan/tongkang-tongkang sesuai lokasi tujuan muatan, tongkang-tongkang kemudian ditarik ke area pelabuhan/pantai
3. Kemudian tongkang yang berisi muatan dari pulau tersebut, dinaikan keatas kapal yang akan dibawa ke pulau selanjutnya
4. Kapal meninggalkan area pelabuhan dan melanjutkan pengiriman ke lokasi selanjutnya.



Gambar 5. 2 Konsep pemanfaatan Kapal LASH untuk kepulauan Kangean.

Dengan konsep pemanfaatan ini kapal diharapkan tak perlu menunggu lama dipelabuhan karena beberapa alasan seperti menunggu kesiapan muatan untuk di muat atau menunggu kendaraan angkutan darat untuk memuat muatan yang telah dibongkar.

5.4. Penentuan Ukuran Tongkang LASH (Lighter)

Penentuan ukuran tongkang sebagai wadah muatan *(Lighter)*, merupakan tahap awal sebelum melakukan desain kapal LASH. Dengan mempertimbangan aspek kemudahan dalam pemilihan pelatan pendukung bongkar muat diatas kapal *(Gantry crane)*, ukuran *Lighter*/tongkang yang di rencanakan sedemikian rupa dengan mengadopsi ukuran container 20ft (6,058m x 2,438m x 2,591m), dengan sedikit modifikasi pada ukurah tinggi (H) yang disesuaikan dengan ukuran kedalam pelabuhan, maka diperoleh data tongkang sebagai beirkut:

Tabel 5. 2 Ukuran tongkang.

UKURAN TONGKANG			
1	Panjang (L)	*M*	6,06
2	Lebar (B)	*M*	2,44
3	Tinggi (H)	*M*	2,44
4	Sarat (T)	*M*	1,63

Perhitungan berat tongkang/*Lighter*

1) Volume displacement

∇ = L x B x T (1)

(Parametric ship design hal. 11-12)

= 24,00 M^3

2) Displacement

P air = 1,025 Ton/m^3

Δ = L x B x T x Cb x *P* (2)

= 24,61 Ton

(Parametric ship design hal. 11-12)

3) Perhitungan berat baja

P_{baja} = 7,85 Ton/m^3

Tb = Tebal baja 10 mm

W_{hull} = (2(LxB) + 2(LxH) + 2(BxH)) x Tb x ρ_{baja} (3)

$W_{cons.}$ = 10% W_{hull}

W_{steel} = W_{hull} + $W_{cons.}$ (4)

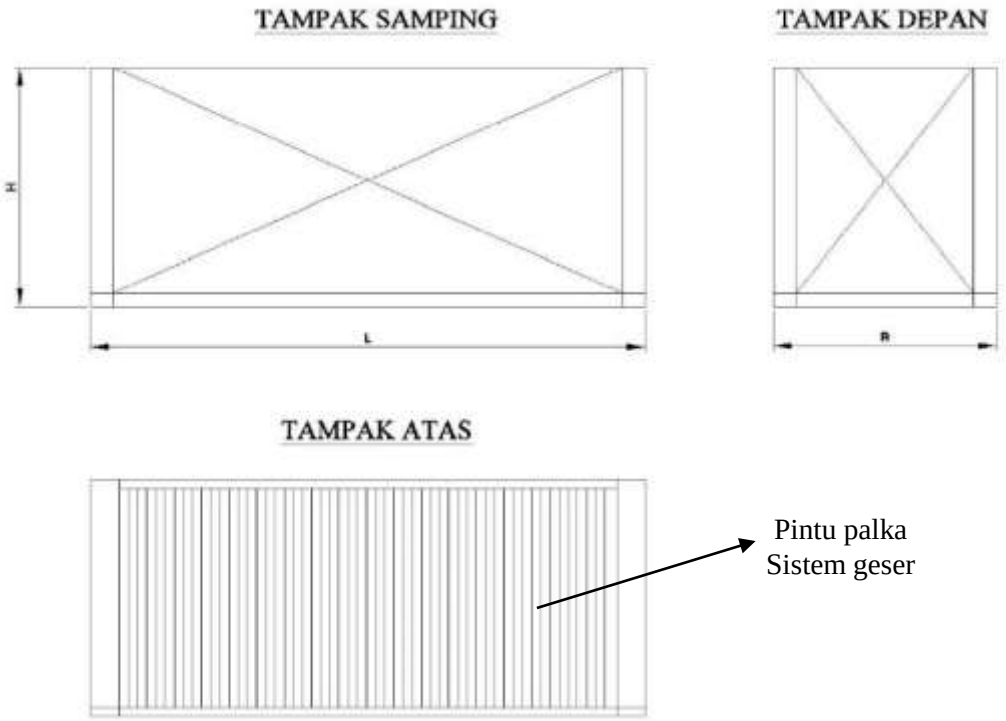
= 6,13 Ton

4) Perhitungan harga

Harga baja = Rp. 25.000.000/Ton. Terpasang *(Yusep, 2018)*

P_{st} = W_{steel} x Harga baja (5)

= Rp. 153.196.350,-



Gambar 5. 3 Detail desain tongkang

5.5. Penentuan Muatan

5.5.1 Jenis Muatan

Besaran kebutuhan yang dikirim ke Kangean bersumber dari daerah Sumenep.

- Sumenep ke Kec. Arjasa
- Sumenep ke Kec. Kangayan
- Sumenep ke Kec. Sapeken

Besaran muatan balikan dari Kangean ke Sumenep.

- Kec. Arjasa ke Sumenep
- Kec. Kangayan ke Sumenep
- Kec. Sapeken ke Sumenep

Jenis muatan yang direncanakan adalah jenis muatan G*eneral cargo* kebutuhan pokok hasil industry yang biasa dipasok ke Kepulauan Kangean, secara umum adalah barang yang tidak mudah rusak atau paling tidak bisa bertahan dalam waktu satu sampai dua minggu diatas kapal, perhitungan besaran konsumsi kebutuhan pokok hasil industry dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu:

- Kelompok I, yaitu kebutuhan makanan, yaitu Gula, Minyak goreng, Tepung, Garam, Gas LPG, dengan pendekatan rumus:
  = Jumlah konsumsi per kapita x Jumlah penduduk x 365 (6)
- Kemlompok II, yaitu kebutuhan untuk menunjang papan atau bahan-bahan untuk rumah bangunan yaitu Triplek, dan Semen, dimana dalam perhitungan bahan bangunan ini asumsi yang digunakan adalah rumah tipe 36, serta dalam satu rumah tangga akan ditunggali oleh 4 (empat) orang.
  = (Jumlah konsumsi per kapita x Jumlah penduduk x 365) (7)

1) Jenis konsumsi kebutuhan yang dikirim ke Kangean

Tabel 5. 3 Besar tingkat konsumsi kebutuhan

Barang kebutuhan pokok hasil industry	**Konsumsi**	**Satuan**
Gula	0.1429	Kg/hari
Minyak Goreng	0.1429	Kg/hari
Tepung	0.0250	Kg/hari
Garam	0.0150	Kg/hari
Gas LPG	0.2143	Kg/hari
Triplek	5	Lembar/rumah
Semen	30	Sak/Rumah

Tabel 5. 4 Total Besar konsumsi kebutuhan yang dikirim ke Kangean

	Besar Kebutuhan untuk dikirim (Ton/tahun)			
	Kec. Arjasa	Kec. Kangayan	Kec. Sapeken	Total
Gula	5,692	1,476	2,885	10,053
Minyak Goreng	5,692	1,476	2,885	10,053
Tepung	996	258	505	1,759
Garam	598	155	303	1,056
Gas LPG	8,538	2,214	4,328	15,080
Triplek	105	27	27	158
Semen	3,140	814	1,591	5,545
	24,760	6,421	12,524	
Total Muatan untuk di kirim ke Kangean				**43,706**

2) Jenis muatan balikan (hasil panen yang diangkut dari Kangean) Besaran muatan balikan dari Kangean ke Sumenep adalah muatan hasil panen pertanian dan perkebunan dengan pendekatan sebagai berikut:

= *(Jumlah komoditi panen x % Laju pertumbuhan PDRB)* (8)

Rata-rata laju pertumbuhan PDRB enam tahun terakhir di ketiga kecamatan di Kangean (sebesar 4,57%, BPS Sumenep 2011-2016) .

Tabel 5. 5 Besar produksi hasil panen di Kangean

Hasil Komoditi Panen di Kangean	**Produksi**	**Satuan**
Jagung	54.920	Ton/tahun
Padi	57.828	Ton/tahun
Kacang tanah	181	Ton/tahun
Kacang hijau	137	Ton/tahun
Ubi kayu	8.684	Ton/tahun
Kedelai	377	Ton/tahun
Kelapa	24.467	Ton/tahun
Ubi jalar	194	Ton/tahun

Tabel 5. 6 Besar potensi komoditi balikan hasil panen dari Kangean

Jenis Komoditi	**Besar Komoditas Balikan (Ton/tahun)**			
	Kec. Arjasa	**Kec. Kangayan**	**Kec. Sapeken**	**Total (ton)**
Jagung	20.692	31.946	2.282	54,920
Padi	45.895	11.430	503	57,828
Kacang tanah	20.998	3.469	32	24,467
Kacang hijau	87	120	50	8,684
Ubi kayu	8.142	541	-	
Kedelai	14	362	-	
Kelapa	20.998	3.469	-	
Ubi jalar	169	25	-	
Total	116.995	51.363	2.867	171,225
Total Balikan dari Kangean				

Tabel 5. 7 Besar muatan barang yang dikirim ke Kangean

No	**Tujuan** / **Asal**	**Sumenep**	**Arjasa**	**Kangayan**	**Sapaken**	**Total Supply**
		A	**B**	**C**	**D**	
A	**Sumenep**		24.760	6.421	12.524	43.706
B	**Arjasa**	5.345		-	-	5.345
C	**Kangayan**	2.346	-		-	2.346
D	**Sapeken**	131	-	-		131
Total Demand		7822	24760	6421	12524	51.528

5.5.2 Data muatan yang diangkut kapal eksisting di Kangean

Dari hasil studi di Kangean didapatkan beberapa data aktifitas angkutan barang, yaitu berupa data asal tujuan muatan barang dari dan ke Kangean, data tersebut berupa data-data besar muatan yang diangkut oleh beberapa kapal seperti Pelra dan Perintis (Lampiran 1). Data-data tersebut kemudian di olah kedalam matrik asal tujuan muatan, sebagai berikut:

Tabel 5. 8 Besar Matriks Asal Tujuan Muatan per Tahun (ton) oleh kapal eksisting.

No	Tujuan / Asal	Sumenep A	Arjasa B	Kangayan C	Sapaken D	Total Supply
A	Sumenep		5.400	720	1200	7.320
B	Arjasa	2.130		1.392	2.112	5.634
C	Kangayan	720	672		1.572	2.964
D	Sapeken	840	1.752	1.572		4.164
Total Demand		3.690	7.824	3.684	4.884	20.082

5.5.3 Perhitungan Matriks asal tujuan Muatan yang akan dikirim oleh Kapal *LASH*

Setelah dilakukan perhitungan kebutuhan muatan yang akan dikirim setahun dan pendekatan layanan muatan dari transportasi kapal eksisting, kemudian dilakukan perhitungan jumlah muatan barang yang bisa dilayani oleh kapal LASH, dengan pendekatan sebagai berikut:

Perbandingan prosentase muatan yang dibutuhkan dan muatan yang diangkut:

Total Kebutuhan muatan = 51.528 ton/tahun

Kapal eksisting = 20.082 ton/tahun

Kapal LASH =

Total Kebutuhan Muatan - Kapal eksisting *(9)*

=31.446 ±61% dari total kebutuhan

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa kapal LASH akan melayani sebesar 61% dari total kebutuhan muatan yang akan dikirim. Dengan matrik asal tujuan sebagai berikut:

Tabel 5. 9 Besar Matriks Asal Tujuan Muatan per Tahun (ton).

No	Tujuan / Asal	Sumenep A	Arjasa B	Kangayan C	Sapaken D	Total Supply
A	Sumenep	-	15.111	3.918	7.643	26.672
B	Arjasa	3.262	-	-	-	3.262
C	Kangayan	1.432	-	-	-	1.432
D	Sapeken	80	-	-	-	80
Total Demand		7.822	4774	15111	3918	31.446

Dari hasi pendekatan perhitungan kapasitas muatan yang yang dikirim pada matriks table 5.9. diatas, jumlah total barang yang dikirim sebesar 31.446 Ton/tahun. Kemudia dilakukan perhitungan jumlah tongkang yang dikirim pertahun berdasarkan muatan yang akan dikirim seperti pada table 5.10 dibawah ini.

Tabel 5. 10 Besar Matriks Asal Tujuan Muatan per Tahun (unit tongkang).

No.	Tujuan / Asal	Sumenep A	Arjasa B	Kangayan C	Sapeken D	Total Suplai
A	Sumenep	-	818	213	414	1.445
B	Arjasa	177	-	-	-	177
C	Kangayan	78	-	-	-	78
D	Sapeken	5	-	-	-	5
Total demand		260	818	213	414	1.705

Estimasi total pengiriman tongkang per tahun pada setiap lokasi yaitu sebesar ±1.705 unit tongkang per tahun. Kemudian dengan asumsi pendekatan bahwa pengiriman dilakukan tiap tiga hari/seminggu dua kali, berarti ada sekitar 104 kali trip per tahun, dengan jumlah pengiriman per tip seperti hasil perhitungan pada table matriks 5.11 sebagai berikut:

Tabel 5. 11 Besar Matriks Asal Tujuan Muatan per Trip (unit tongkang).

No.	Tujuan / Asal	Sumenep A	Arjasa B	Kangayan C	Sapeken D	Total Suplai
A	Sumenep		8	3	4	15
B	Arjasa	2		-	-	2
C	Kangayan	1	-		-	1
D	Sapeken	1	-	-		1
Total demand		4	8	3	4	19

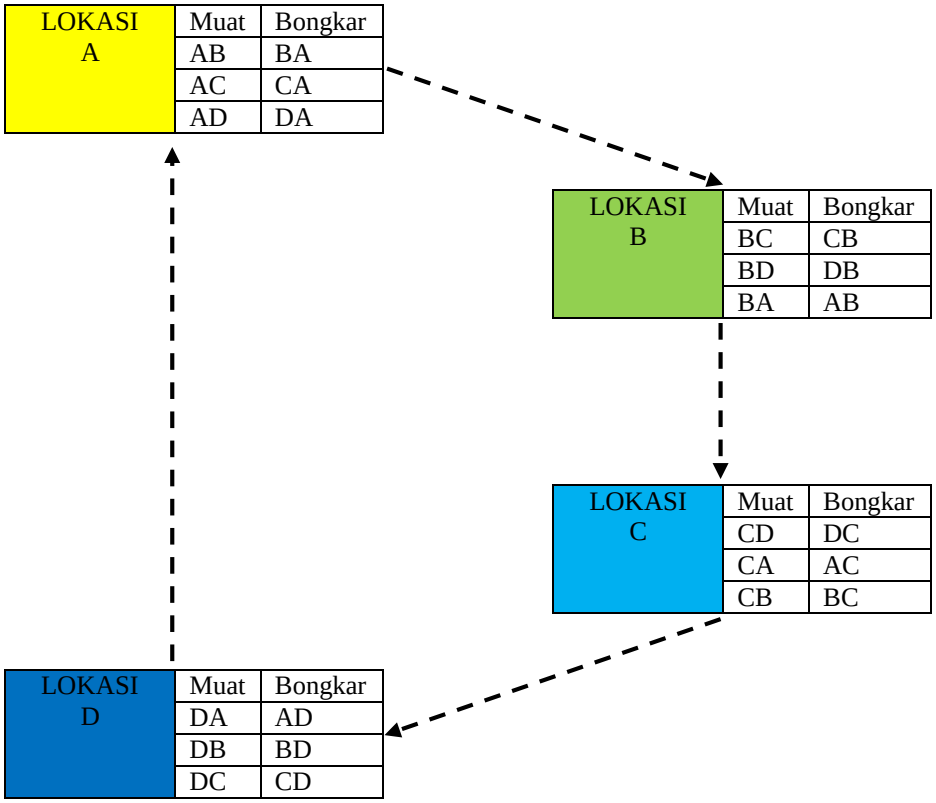
5.6. Simulasi pengiriman tongkang

5.6.1 Simulasi manual

Simulasi pengiriman tongkang dijabarkan kedalam bentuk matriks pengiriman seperti dibawah ini:

No.	Tujuan / Asal	Sumenep A	Arjasa B	Kangayan C	Sapeken D	Total dikirim
A	Sumenep	-	AB	AC	AD	Σ Dari A
B	Arjasa	BA	-	BC	BD	Σ Dari B
C	Kangayan	CA	CB	-	CD	Σ Dari C
D	Sapeken	DA	DB	DC	-	Σ Dari D
Total dikirim		Σ ke A	Σ ke B	Σ ke C	Σ ke D	TOTAL

Eksperimen pengiriman secara manual, rute pelayaran menggunakan rute *circle* yaitu A-B-C-D-A, percobaan manual pada beberapa pengujian dengan besaran muatan acak:



Gambar 5. 4 Skema pengiriman tongkang

Lokasi A / Ruas A-B

Muat : AB + AC + AD

Bongkar : BA + CA + DA

Kapasitas Kapal di A : (sisa dari D + Muat di A)-Bongkar di A

Lokasi B / Ruas B-C

Muat : BC + BD + BA

Bongkar : CB + DB + AB

Kapasitas Kapal di B : (sisa dari A + Muat di B)-Bongkar di B

Lokasi C / Ruas C-D

Muat : CD + CA + CB

Bongkar : DC + AC + BC

Kapasitas Kapal di C : (sisa dari B+ Muat di C)-Bongkar di C

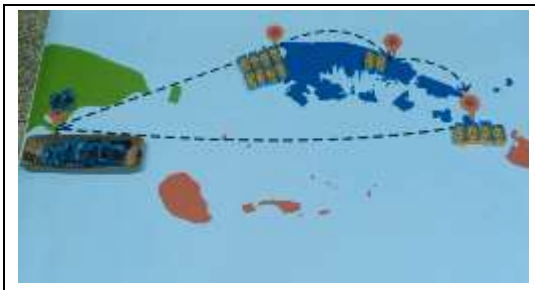
Lokasi D / Ruas D-A

Muat : DA + DB + DC

Bongkar : AD + BD + CD

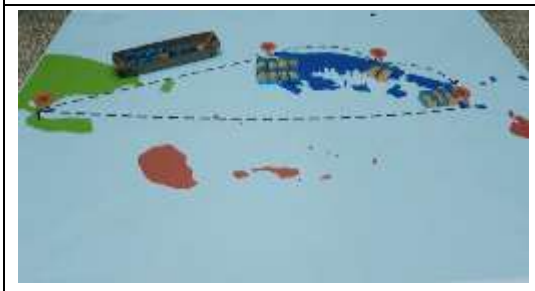
Kapasitas Kapal di D : (sisa dari C + Muat di D)-Bongkar di C

Dari perpindahan muatan antar lokasi kemudian dapat diidentifikasi berapa jumlah tongkang yang dikirim tiap pelabuhan, jumlah tongkang diatas kapal, dan jumlah kebutuhan tongkang pada tiap lokasi, untuk beberapa eksperiman matrik pengiriman tongkang (secara acak). Percobaan/eksperimen pengiriman tongkang dilakukan secara manual pada gambar 5.5, serta kemudian dilakukan record perhitungan hasil percobaan tersebut:

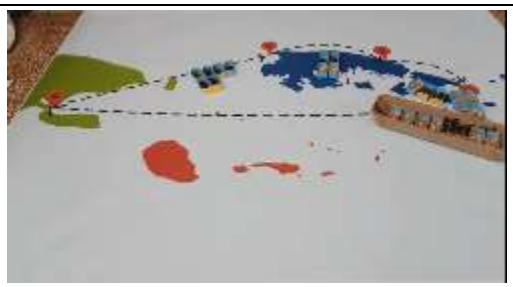


Percobaan 1

Percobaan 2



Percobaan 3

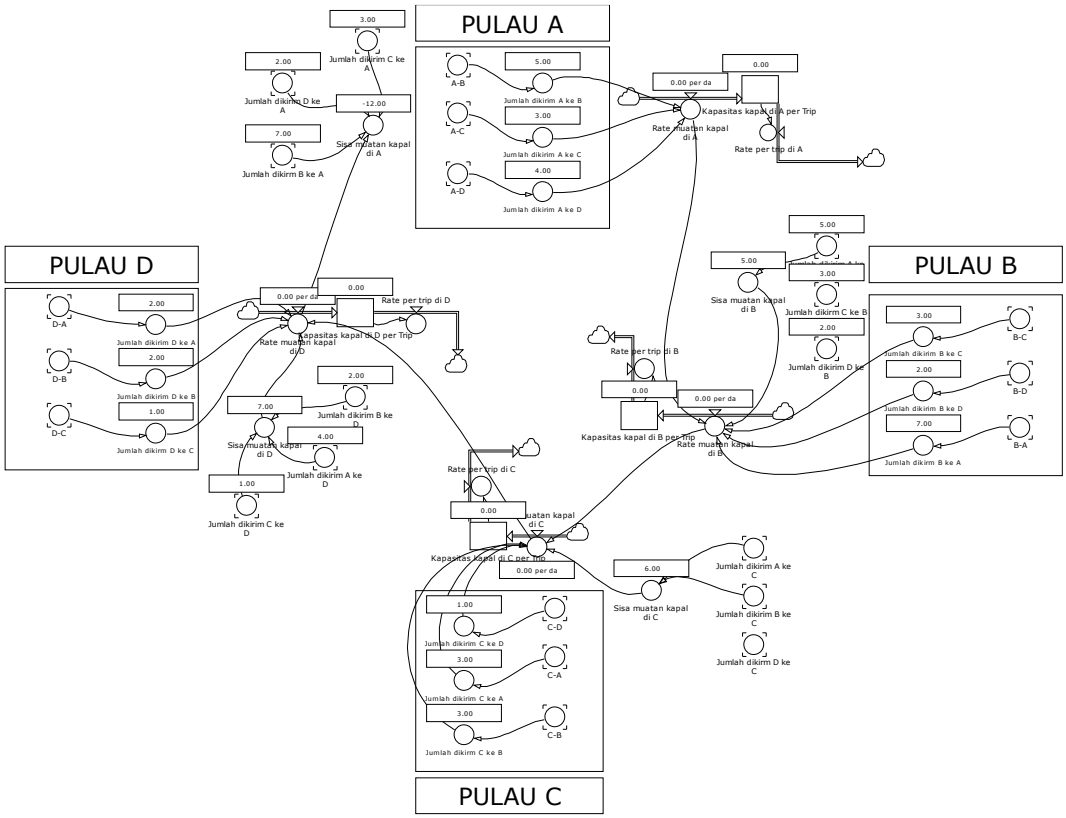


Percobaan 4

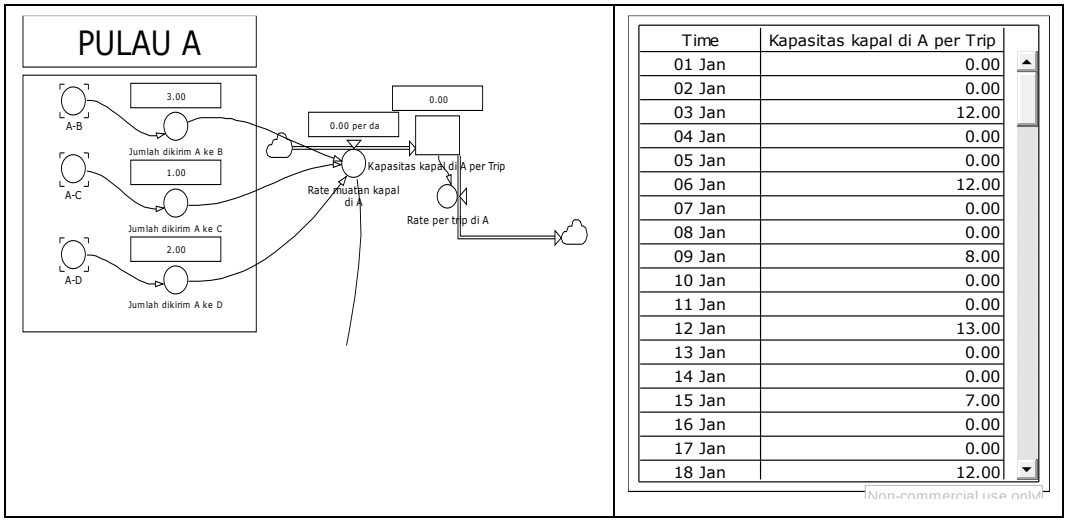
Gambar 5. 5 Eksperimen pengiriman tongkang secara manual

5.6.2 Model pengiriman tongkang

Pemodel pengiriman tongkang dengan menggunakan sistem dinamik, tahap ini dilakukan dengan menggunakan S*oftware Powersim* untuk mengetahui kapasitas maksimum tongkang diatas kapal dengan fungsi pengiriman muatan acak, skema diagram nya sebagai berikut:



Gambar 5. 6 Model sistem dinamik pengiriman tongkang



Gambar 5. 7 Sub-model pengiriman tongkang di Lokasi A

Laju muatan kapal “Rate muatan kapal di A” dengan sejumlah nilai acak dari nilai dikirim “A-B, A-C, dan A-D” untuk mengisi pada level “Kapasitas kapal di A per Trip” dengan rentang waktu pengiriman tiap 3 hari. Kemudian pada laju luaran “Rate per trip di A” digunakan untuk menyeimbangkan (pengurang) jumlah, sehingga level “Kapasitas kapal di A per trip” menjadi nilai per trip atau tidak

mengakumulasi dalam kurun waktu tertentu. Sub model di lokasi A, Sub model di lokasi B, Sub model di lokasi C, dan , Sub model di lokasi D memiliki rumus fungsi yang sama pada setiap sub modelnya, kemudia dari sub-sub model tersebut dirangkai untuk menjadi kesatuan model yg menggambarkan kondisi satu trip pengiriman kapal.

Model ini dapat digunakan untuk mengetahui kapasitas kapal pada tiap ruas untuk trip pertama, akan tetapi kelemahan dari model ini, adalah belum bisa mendefinisikan jika pengiriman tongkang yang dilakukan pada trip/voyage kedua dan setersunya, sehingga perlu dilakukan validasi terhadap hasil eksperimen pengiriman tongkang dengan perhitungan eksperimen manual untuk pengetahui beberapa nilai seperti kapasitas kapal, jumlah tongkang yang dibutuhkan sekali trip, dan jumlah tongkang tiap lokasi pelabuhan.

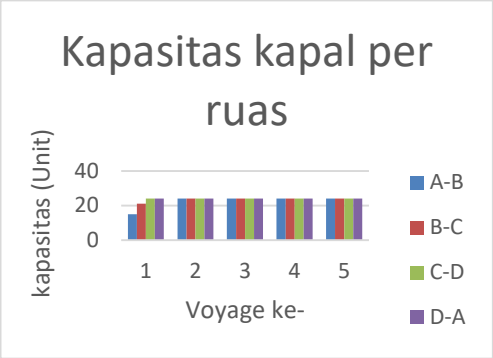
5.6.3 Validasi dan analisis

Validasi dilakukan dengan melakukan perhitungan dari percobaan pengiriman tongkang nilai acak yang didapat dari model powersim dengan perhitungan simulasi manual, untuk mengetahui kesesuaian perhitungan terhadap kapasitas kapal maksimum di tiap Lokasi. Kemudian dari hasil perhitungan tersebut, dilakukan analisis jumlah penggunaan tongkang, dan kapasitas tongkang diatas kapal. Beberapa identifikasi percobaan yang dilakukan dengan menggunakan beberapa sample matriks pengiriman sebagai berikut:

1) Analisis kondisi pada matriks pengiriman tongkang maksimum per trip

Tabel 5. 12 Matriks Asal Tujuan Muatan kapasitas maksimum per Trip (unit tongkang).

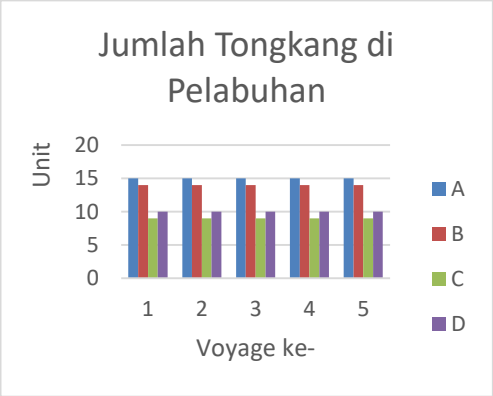
No.	Tujuan / Asal	Sumenep 1	Arjasa 2	Kangayan 3	Sapeken 4	Total Suplai
1	**Sumenep**		8	3	4	15
2	**Arjasa**	8		3	3	14
3	**Kangayan**	3	3		3	9
4	**Sapeken**	4	3	3		10
Total demand		15	14	9	10	48



(1)

Ruas	Voyage				
	1	2	3	4	5
A-B	15	24	24	24	24
B-C	21	24	24	24	24
C-D	24	24	24	24	24
D-A	24	24	24	24	24

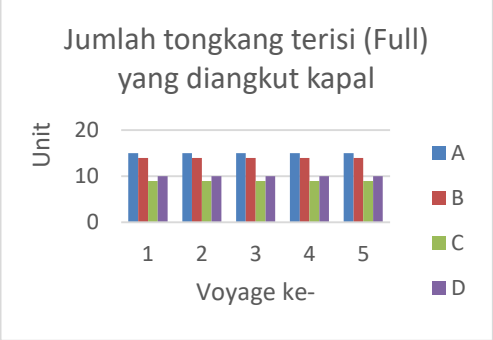
Tabel kapasitas kapal per ruas



(2)

Pelabuhan	Voyage				
	1	2	3	4	5
A	15	15	15	15	15
B	14	14	14	14	14
C	9	9	9	9	9
D	10	10	10	10	10
Total Tk	48	48	48	48	48
F	48	48	48	48	48
E	0	0	0	0	0

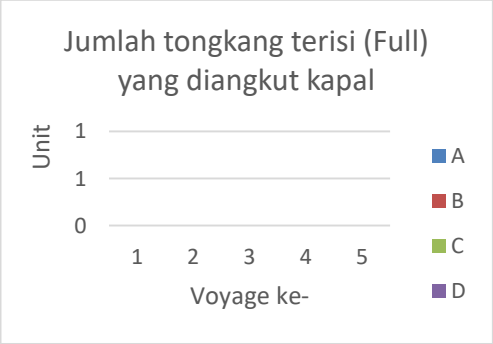
Tabel jumlah tongkang tiap pelabuhan



(3)

Pelabuhan	Voyage				
	1	2	3	4	5
A	15	15	15	15	15
B	14	14	14	14	14
C	9	9	9	9	9
D	10	10	10	10	10

Tabel Jumlah tongkang terisi (Full) yang diangkut kapal



(4)

Pelabuhan	Voyage				
	1	2	3	4	5
A	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0

Jumlah tongkang kosong (Empty) yang diangkut kapal

Gambar 5. 8 Grafik analisis kapasitas kapal, kebutuhan tongkang, dan kondisi tongkang pada kapal di tiap lokasi pelabuhan pada kondisi pengiriman maksimum

Analisis dilakukan pada kemungkinan kondisi maksimum pengiriman, pada gambar 5.8 grafik nomor satu menunjukan hasil analisis kapasitas jumlah tongkang diatas kapal pada setiap lokasi pelabuhan untuk tiap trip, pada trip ke-satu di lokasi A, jumlah kapasitas kapal sebesar 15 unit tongkang, kemudian di lokasi B kapal sebesar 21 unit tongkang, di lokasi C sebesar 24 unit tongkang, dan di lokasi D sebesar 24 unit tongkang. Kemudian pada trip kedua dan seterusnya, secara konsisten kapasitas kapal sejumlah 24 unit pada tiap lokasi.

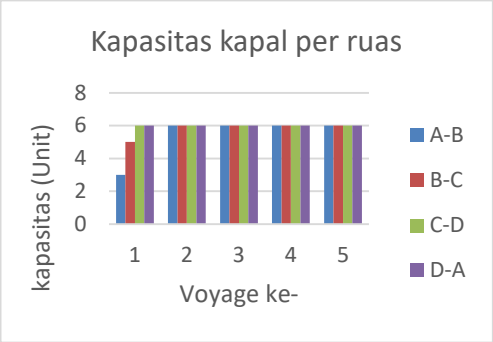
Kemudian pada grafik nomor dua, menunjukan jumlah tongkang pada setiap pelabuhan berturut-turut dari trip pertama pada tiap lokasi A-D yaitu pada lokasi A 15 unit, lokasi B 14 unit, lokasi C 9 unit, lokasi D 10 unit sehingga total kebutuhan tongkang sebesar 48 unit tongkang.

Pada grafik nomor tiga, menunjukan jumlah kondisi tongkang yang diangkut oleh kapal, karena matriks pengiriman bersifat seimbang maka kapal mengangkut tongkang yang terisi berturuturut dari lokasi A-D yaitu, pada lokasi A 15 unit, lokasi B 14 unit, lokasi C 14 unit, dan lokasi D 10 unit. Karena kondisi tongkang yang diangkut pada matriks seimbang terisi semua, maka jumlah tongkang kosong yang diangkut dari lokasi A-D tidak dilakukan atau 0.

2) Analisis kondisi pada matriks pengiriman tongkang mainimum per trip

Tabel 5. 13 Matriks Asal Tujuan Muatan kapasitas minimum per Trip (unit tongkang).

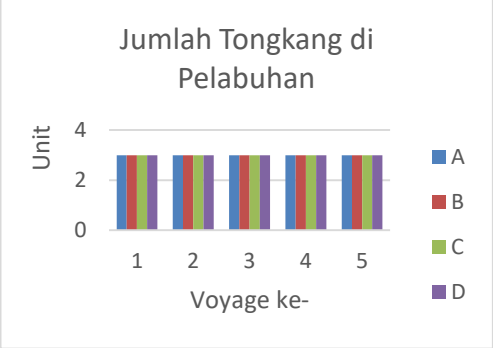
No.	Tujuan / Asal	Sumenep 1	Arjasa 2	Kangayan 3	Sapeken 4	Total Suplai
1	**Sumenep**		1	1	1	3
2	**Arjasa**	1		1	1	3
3	**Kangayan**	1	1		1	3
4	**Sapeken**	1	1	1		3
Total demand		3	3	3	3	12



(1)

Ruas	Voyage				
	1	2	3	4	5
A-B	3	6	6	6	6
B-C	5	6	6	6	6
C-D	6	6	6	6	6
D-A	6	6	6	6	6

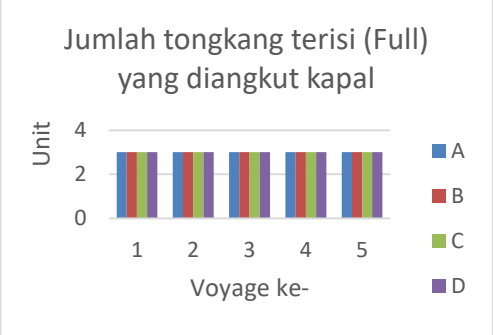
Tabel kapasitas kapal per ruas



(2)

Pelabuhan	Voyage				
	1	2	3	4	5
A	3	3	3	3	3
B	3	3	3	3	3
C	3	3	3	3	3
D	3	3	3	3	3
Total Tk	12	12	12	12	12
F	12	12	12	12	12
E	0	0	0	0	0

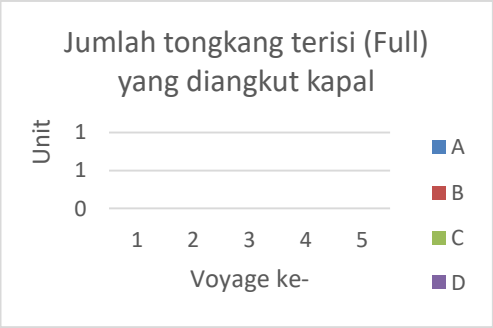
Tabel jumlah tongkang tiap pelabuhan



(3)

Pelabuhan	Voyage				
	1	2	3	4	5
A	3	3	3	3	3
B	3	3	3	3	3
C	3	3	3	3	3
D	3	3	3	3	3

Tabel Jumlah tongkang terisi (Full) yang diangkut kapal



(4)

Pelabuhan	Voyage				
	1	2	3	4	5
A	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0

Jumlah tongkang kosong (Empty) yang diangkut kapal

Gambar 5. 9 Grafik analisis kapasitas kapal, kebutuhan tongkang, dan kondisi tongkang pada kapal di tiap lokasi pelabuhan pada kondisi pengiriman minimum

Kemudian analisis dilakukan pada kemungkinan kondisi pengiriman minimum, seperti pada gambar 5.9 dari hasil analisis yang dilakukan grafik nomor satu menunjukan jumlah tongkang diatas kapal pada setiap lokasi pelabuhan untuk tiap trip, pada trip ke-satu di lokasi A, jumlah kapasitas kapal sebesar 3 unit tongkang, kemudian di lokasi B kapal sebesar 5 unit tongkang, di lokasi C sebesar =6 unit tongkang, dan di lokasi D sebesar 6 unit tongkang. Kemudian pada trip kedua dan seterusnya kapasitas kapal pada tiap lokasi konsisten sejumlah 6 unit tongkang.

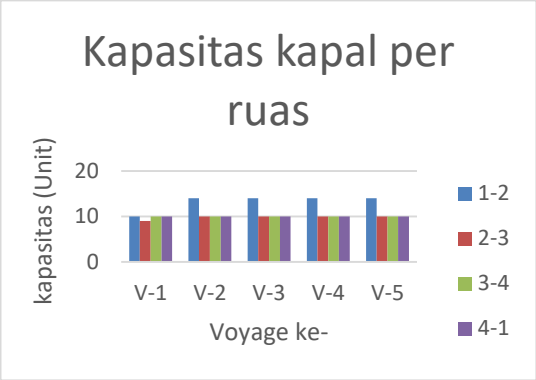
Kemudian pada grafik nomor dua, menunjukan jumlah tongkang pada setiap pelabuhan berturut-turut tiap lokasi A-D yaitu pada lokasi A 3 unit, lokasi B 3 unit, lokasi C 3 unit, lokasi D 3 unit. Dengan jumlah total kebutuhan tongkang sebesar 12 unit.

Pada grafik nomor tiga, menunjukan jumlah kondisi tongkang yang diangkut oleh kapal, karena matriks pengiriman bersifat seimbang maka kapal mengangkut tongkang yang terisi berturuturut dari lokasi A-D yaitu, pada lokasi A 3 unit, lokasi B 3 unit, lokasi C 3 unit, dan lokasi D 3 unit. Seperti analisis pada kondisi pengiriman maksimum, karena kondisi tongkang yang diangkut pada matriks seimbang terisi semua, maka jumlah tongkang kosong yang diangkut dari lokasi A-D tidak dilakukan atau 0.

3) Analisis kondisi pada matriks pengiriman tongkang tak seimbang per trip

Tabel 5. 14 Matriks Asal Tujuan Muatan kapasitas tak seimbang per Trip (unit tongkang).

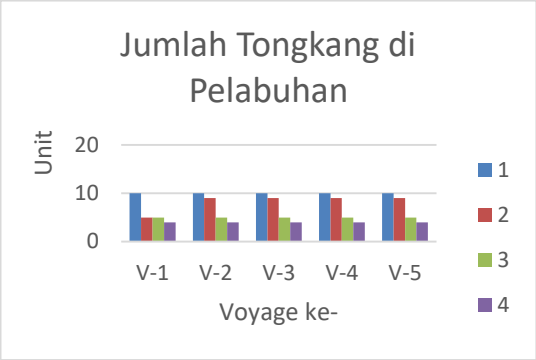
No.	**Tujuan** / **Asal**	**Sumenep** 1	**Arjasa** 2	**Kangayan** 3	**Sapeken** 4	**Total Suplai**
1	**Sumenep**		6	2	2	3
2	**Arjasa**	2		2	1	3
3	**Kangayan**	2	2		1	3
4	**Sapeken**	2	1	1		3
Total demand		6	9	5	4	12



(1)

Ruas	Voyage				
	1	2	3	4	5
A-B	10	14	14	14	14
B-C	9	10	10	10	10
C-D	10	10	10	10	10
D-A	10	10	10	10	10

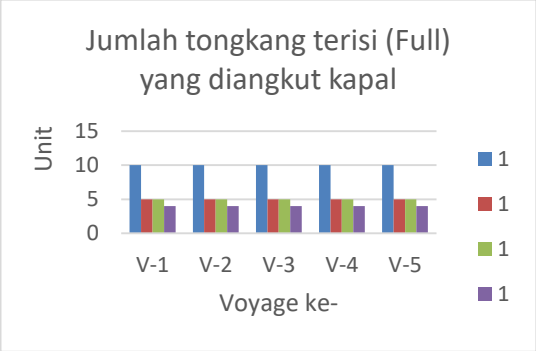
Tabel kapasitas kapal per ruas



(2)

Pelabuhan	Voyage				
	1	2	3	4	5
A	10	10	10	10	10
B	5	9	9	9	9
C	5	5	5	5	5
D	4	4	4	4	4
Total Tk	24	28	28	28	28
F	24	24	24	24	24
E	0	4	4	4	4

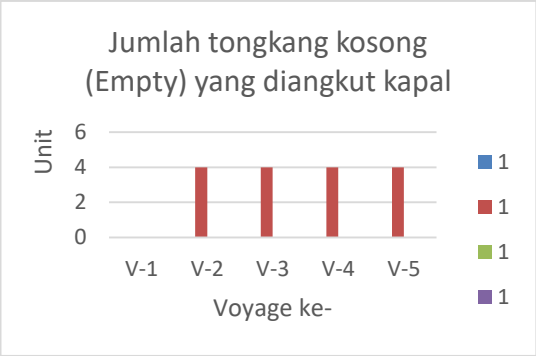
Tabel jumlah tongkang tiap pelabuhan



(3)

Pelabuhan	Voyage				
	1	2	3	4	5
A	10	10	10	10	10
B	5	5	5	5	5
C	5	5	5	5	5
D	4	4	4	4	4

Tabel Jumlah tongkang terisi (Full) yang diangkut kapal



(4)

Pelabuhan	Voyage				
	1	2	3	4	5
A	0	0	0	0	0
B	0	4	4	4	4
C	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0

Jumlah tongkang kosong (Empty) yang diangkut kapal

Gambar 5. 10 Grafik analisis kapasitas kapal, kebutuhan tongkang, dan kondisi tongkang pada kapal di tiap lokasi pelabuhan pada kondisi tak seimbang

Selain analisis dilakukan pada kemungkinan kondisi maksimum dan minimum, analisis juga dilakukan pada kondisi pengiriman yang tak seimbang, pada gambar 5.10 grafik nomor satu menunjukan hasil analisis kapasitas jumlah tongkang diatas kapal pada setiap lokasi pelabuhan untuk tiap trip, pada trip pertama di lokasi A jumlah kapasitas kapal sebesar 10 unit tongkang, kemudian di lokasi B kapal sebesar 9 unit tongkang, di lokasi C sebesar 10 unit tongkang, dan di lokasi D sebesar 10 unit tongkang. Kemudia pada trip kedua dan seterusnya, kapasitas kapal pada tiap lokasi sebesar 14 unit.

Kemudian pada grafik nomor dua, menunjukan jumlah tongkang pada setiap pelabuhan berturut-turut tiap lokasi A-D pada trip pertama yaitu pada lokasi A 10 unit, lokasi B 5 unit, lokasi C 5 unit, lokasi D 4 unit. Selanjutnya pada trip kedua, jumlah tongkang pada setiap pelabuhan naik pada lokasi B, yaitu pada lokasi A sejumlah 10 unit, lokasi B 9 unit, lokasi C 5 unit, lokasi D 4 unit. Pada trip ketiga jumlah tongkang sama dengan trip ke dua. Dari analisis pengiriman tidak seimbang, pada matriks diatas, jumlah tongkang yang dibutuhkan total sebesar 28 unit tongkang.

Pada grafik nomor tiga, menunjukan jumlah kondisi tongkang yang diangkut oleh kapal, pada matriks pengiriman bersifat tidak seimbang seperti analisis ketiga, kapal mengangkut tongkang yang terisi berturuturut dari lokasi A-D yaitu, pada lokasi A 10 unit, lokasi B 5 unit, lokasi C 5 unit, dan lokasi D 4 unit. Kemuadia, ditunjukan pada grafik nomor 4, selain kapal mengangkut sejumlah tongkang yang terisi muatan, beberapa kondisi untuk matriks tidak seimbang ini, pada trip kedua dan seterusnya pada lokasi B kapal mengangkut tongkang kosong sebanyak 4 unit.

5.7. Perhitungan Ukuran Kapal LASH

Perhitungan ukuran kapal mengacu pada jumlah kapasitas maksimum tongkang diatas kapal, yaitu menggunakan perhitungan percobaan simulasi kapasitas maksimum tongkang diatas kapal sebesar 24 unit. Perhitungan ukuran kapal ini menggunakan metode optimasi dengan program solver excel, perhitungan dan fungsi untuk menghitung ukuran kapal sebagai berikut:

a. Perhitungan Payload dan DWT

Payload atau *Cargo* adalah jumlah muatan (muatan yang diperdagangkan) yang diangkut diatas kapal. Pendekatan yang dihitung untuk menentukan payload pada kapal tipe LASH ini, yaitu:

Payload = Jumlah tongkang x berat per tongkang (10)

= 24 x 24,61

= 591 ton

Deadweight (Dwt)

$C_{cargo\ DWT}$ = Payload / DWT (11)

(Pason, 2001) Parametric Ship Design

Dwt = Payload/$C_{cargo\ dwt}$

= 591/0,78

= 757 ton

b. Fungsi tujuan

Min Z = Total Capital Cost

Dimana,

Total Capital Cost = Biaya pembangunan kapal

= $(P_{ST}+P_{EO}+P_{ME}+P_{BARGE}+P_{NW})$ (12)

c. Fungsi batasan ukuran kapal LASH

Batasan ini digunakan untuk membatasi hasil optimasi perhitungan ukuran kapal yang direncanakan, beberapa batasan tersebut sebagai berikut:

- Bobot mati (Dwt) kapal memenuhi
- Space ukuran kapal memenuhi untuk digunakan sebagai penempatan tongkang
- Batasan ukuran utama kapal:

Kriteria	**Min**	**Max**
L/B	3,50	10,00
L/T	10,00	30,00
B/T	1,28	5,00

Principle of Naval Architecture Vol. I hal. 19

d. Variable keputusan

Penentuan ukuran L, B, H, T

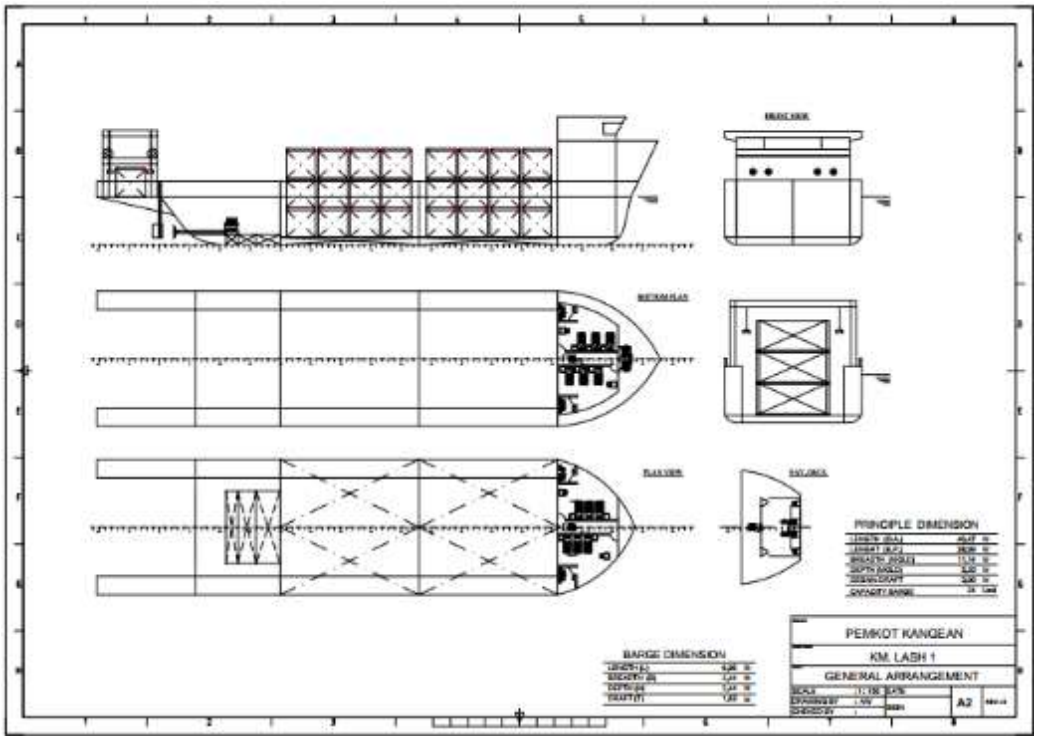
e. Hasil perhitungan ukuran Kapal

Dari perhitungan solver didapatkan ukuran kapal sebagai berikut:

Tabel 5. 15 Data perhitungan ukuran kapal:

UKURAN KAPAL LASH		
L	38.99	*m*
B	11.14	*m*
H	5.20	*m*
T	3.90	*m*
Payload	591	*Ton*
Dwt	757	*Ton*
Displacement	1114	*Ton*
Speed	10	*Knot*
Capacity (barge)	24	*Unit*

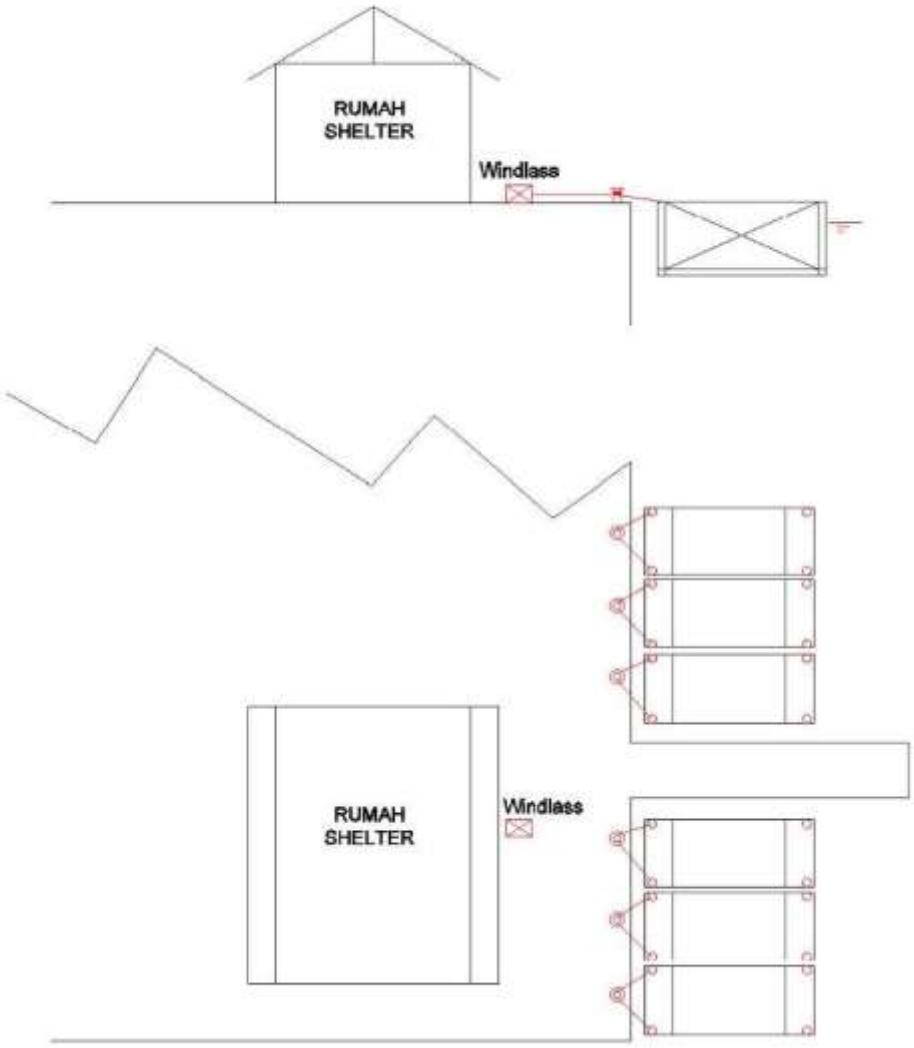
5.8. Rencana Umum *(General Arrangmenet)*



Gambar 5. 11 Desain Rencana Umum kapal LASH.

5.9. Teknis Operasional

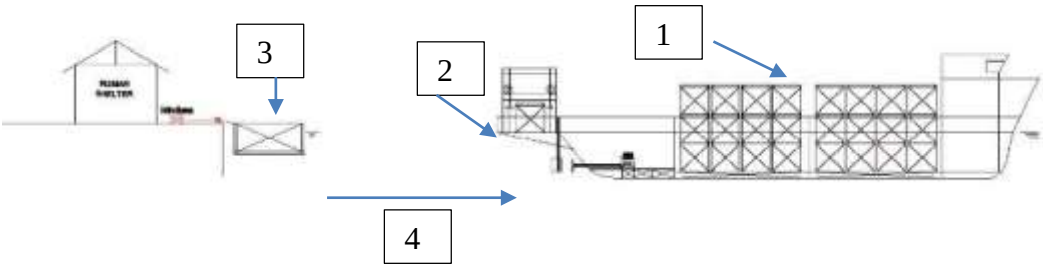
Teknik penanganan dan kebutuhan Peralatan di dermaga/area pelabuhan, dapat dilihat di skema dibawah ini:



Gambar 5. 12 Skema penanganan tongkang di area dermaga/pelabuhan.

Peralatan yang dibutuhkan di dermaga/pelabuhan:

1. Rumah gudang/shelter untuk penyimpanan barang
2. Windlass digunakan untuk proses Tarik tongkang ke area dermaga/pelabuhan
3. Sistem tali temali
4. Tenaga kerja bongkar muat (TKBM), untuk proses bongkar muat muatan didalam tongkang



Gambar 5. 13 Skema penanganan tongkang di area dermaga/pelabuhan

Proses bongkar muat dari kapal LASH ke area dermaga/pelabuhan direncanakan melalui beberapa tahapan teknis, yaitu:

1. Tahapan persiapan personel dan alat
2. *Gantry crane* mulai beroperasi (menaikan/menurunkan tongkang), proses ini berlangsung dengan bergesernya *Gantry*, dan menaikan/menurunkan tongkang di bagian buritan kapal
3. Setelah tongkang diturunkan, kemudian dengan bantuan perahu untuk proses tali temali yang selanjutnya tongkang ditarik ke area dermga untuk dilakukan penginkatan
4. Proses muat tongkang ke kapal, dimana tongkang ditarik merapat ke bagian buritan kapal kemudian *Gantry* menaikan dan menata tongkang di bagian *Cargo hold*

5.10. Perhitungan biaya-biaya pada kapal LASH

Perhitungan biaya-biaya yang timbul oleh rencana aktifitas kapal LASH, komponen-komponen biaya yang timbul antara lain:

Tabel 5. 16 Komponen biaya dari perencanaan kapal LASH

No.	Komponen biaya	Besar biaya (Rp)
1	Biaya kapital kapal	13.307.991.330
2	Biaya kapital tongkang	7.353.424.800
3	Investasi alat di dermaga @5 x pelabuhan	1.143.750.000
4	Biaya operasional (Thn)	3.160.244.089
5	Biaya pelabuhan (Thn)	49.478.519
6	Biaya bongkar muat (Thn)	2.305.989.598

5.11. Analisis Ekonomi

Estimasi biaya per unit tongkang sebagai dasar penentuan tarif tongkang pada tiap pelabuhan dengan pendekatan sebagai berikut:

Tarif tongkang = (Rp. 25.000-50.000) x Jarak pelayaran

Tabel 5. 17 Tabel tarif tongkang tiap pelabuhan (Rp)

No.	Tujuan	Sumenep	Arjasa	Kangayan	Sapeken
	Asal	1	2	3	4
1	**Sumenep**	-	3.300.000	4.200.000	4.312.500
2	**Arjasa**	3.300.000	-	1.050.000	1.350.000
3	**Kangayan**	4.200.000	1.050.000	-	487.500
4	**Sapeken**	4.312.500	1.350.000	487.500	-

Tabel 5. 18 Asumsi keuangan

Jenis	Satuan	Nilai	Kenaikan	Periode
Biaya kapital kapal	Rp	13.307.991.330		
Biaya Tongkang	Rp	7.353.424.800		
Investasi alat di dermaga	Rp	1.143.750.000		
Biaya Operasional	Rp	3.160.244.089	5%	Per 1 Tahun
Biaya Pepabuhan	Rp	49.478.519	5%	Per 1 Tahun
Biaya Bongkar Muat	Rp	2.305.989.598	10%	Per 3 Tahun
Umur Ekonomis	Tahun	15		

Kelayakan investasi dihitung berdasarkan jangka waktu yang ditentukan adalah 15 tahun dimana menggunakan asumsi keuangan seperti diketahui pada table 5.18. Pada perhitungan analisa ekonomi ini penulis menggunakan pendekatan *load factor* sebagai berikut:

- Kemungkinan pengiriman muatan maksimum per trip (skenario simulai 1):
- Pengiriman muatan yang harus dikirim per trip (skenario simulasi 6):
- Simulasi-simulasi kemungkinan pengiriman tongkang per trip

Dari beberapa kondisi skenario simulasi pengiriman makan ditentukan *load factor* sebesar ±60%, serta *Opportunity cost* dari modal yang dikeluarkan untuk tingkat pengembalian modal diasumsikan hanya sebesar 1%. Sehingga analisis ekonomi didapatkan sebagai berikut:

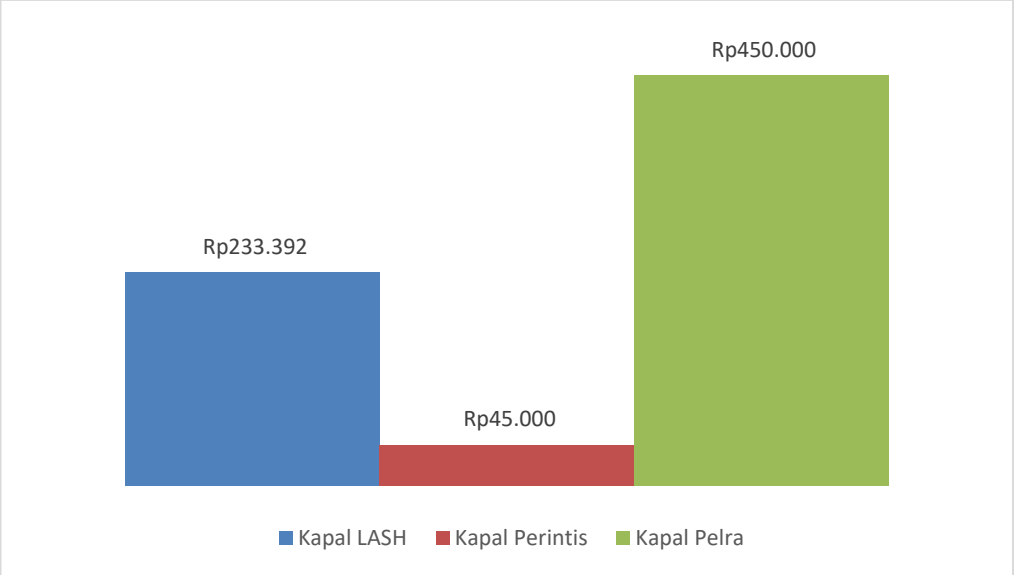
Tabel 5. 19 Analisis investasi

Item	Satuan	Nilai
NPV	Juta-Rp	23.528
IRR	%	10%
BEP	Tahun ke-	9,0
Cashflow on BEP	Juta-Rp	1.246

Dari table 5.19 diketahui bahwa BEP akan terjadi pada tahun ke-9 dan NPV sebesar 23,528 Milyar rupiah.

5.12. Perbandingan biaya kapal eksisting di Kangean dan kapal LASH

Perbandingan biaya tarif kapal eksisting di Kangean dengan kapal LASH. Dari hasil survey didapatkan bahwa tarif untuk Kapal Pelra sebesar Rp. 450.000 per ton, Kapal Perintis Rp. 45.000 per ton m^3. Kemudian dari hasil perhitungan tarif pada kapal *LASH* diperoleh bahwa tarif paling mahal ±Rp.233.392 per ton dan paling murah Rp. 26.383 per ton, tergantung dari lokasi dan tujuan di Kangean.

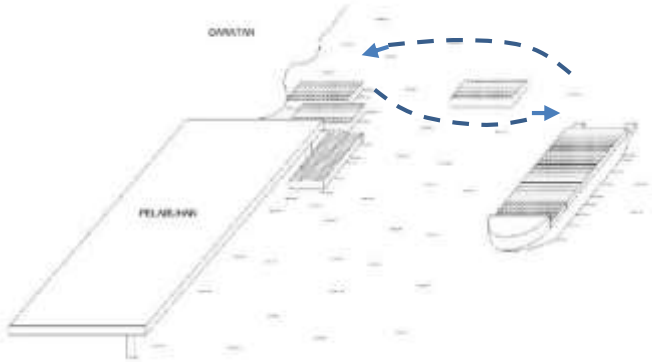


Gambar 5. 14 Grafik perbandingan tarif kapal eksisting di Kangean dengan rencana kapal LASH.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

1) Konsep pemanfaatan kapal LASH, yaitu berupa pemanfaatan tongkang-tongkang sebagai gudang terapung, tujuanya adalah meningkatkan kinerja kapal dalam pengiriman barang, mengurangi waktu pelabuhan, tanpa menambah fasilitas lapangan penumpukan. Konsepnya seperti gambar ilustrasi dibawah ini:



2) Perhitungan kapasitas kapal

   Hasil percobaan dari beberapa matriks pengiriman tongkang dengan jumlah kebutuhan barang yang direncanakan berdasarkan kebutuhan per kapita, besar tongkang maksimum diatas kapal adalah 24 unit.

3) Desain konseptual kapal LASH yaitu:

UKURAN KAPAL LASH		
L	38.99	*m*
B	11.14	*m*
H	5.20	*m*
T	3.90	*m*
Payload	591	*Ton*
Dwt	757	*Ton*
Displacement	1114	*Ton*
Speed	10	*Knot*
Capacity (barge)	24	*Unit*

4) Dengan mengacu biaya-biaya yang timbul, serta mempertimbangkan kemungkinan beberapa kondisi skenario simulasi pengiriman maka ditentukan *load factor* untuk pengiriman muatan sebesar ±60%, serta

Opportunity cost dari modal yang dikeluarkan untuk tingkat pengembalian modal diasumsikan hanya sebesar 1%. Sehingga diketahui bahwa BEP akan terjadi pada tahun ke-9 dan NPV sebesar 23,528 Milyar rupiah.

6.2. Saran

Saran yang diberikan terhadap penelitian ini adalah perlu kiranya dilakukan penelitian lanjutan berupa sistem informasi yang terintegrasi pada pelabuhan saat proses pengiriman atau penerimaan tongkang, sehingga mempermudah dalam proses layanan kapal LASH.

DAFTAR PUSTAKA

Undang-undang (UU) Republik Indonesia Tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, Nomor 27 Tahun 2007.

Kramadibrata, S. 2002. Perencanaan Pelabuhan. Penerbit ITB. Bandung.

Barras, C.B. 2004. *Ship design and performance for masters and mates*. Great britain, UK. Elsevier Butterworth Heinemann Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP 200 Wheeler Road, Burlington, MA 01803.

Watson, D.G.M. Practical *Ship Design*. Elsevier Ocean Engineering Book Series Volume I, Scotland.

Lasse, D.A. 2014. Manajemen Muatan: Aktivitas Rantai Pasok di Area Pelabuhan. Jakarta: Rajawali Press, 162-169.

Lewis, Edward V. 1988. Principles of Naval Architecture Second Revision. Jersey City, NJ.: The Society of Naval Architects and Marine Engineers 601 Pavonia Avenue.

Yuliarti, R. 2016. Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Kabupaten Sumenep Menurut Lapangan Usaha Tahun 2011-2015, Badan Pusan Statistik Kabupaten Sumenep, Jawa Timur.

Standard Design Criteria for Ports in Indonesia, Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, Departemen Perhubungan, 1984.

Sumenep dalam angka, Badan Pusat Statistik tahun 2017 Kabupaten Sumenep, 2017.

Abadi, A.P. 2017. Model Angkutan penyeberangan untuk mendukung sector pariwisata kepulauan: Studi Kasus Kepualuan seribu. Departemen Teknik Transportasi Laut, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Tugas Akhir.

Millah, A.S. 2015. Analisis Layanan Transportasi Laut Wilayah Kepulauan Sumenep Dengan Pendekatan System Synamics. Departemen Teknik Transportasi Laut, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Tugas Akhir.

Donlon, Stphen E. 2011. "Comparative Costs of Competitive Shipping". University of Rhode Island. 9-11.

Wijnolst, N., & Wergeland, T. (1997). Shipping. Netherlands: Delft University Press.

Eyres, D.J. 2001, Ship Construction. Department of Marine Studies Plymouth Polytechnic. UK. Butterworth Heinemann Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 225 Wildwood Avenuemk

LAMPIRAN

I. Daftar kapal eksisting yang melayani pengiriman barang dari dan ke Kangean

1) Pelabuhan Kalianget, Sumenep ke Pelabuhan Batugulok, Kecamatan Arjasa

No.	Daftar Nama Kapal	Jenis Komoditi	Kapasitas	Intensitas kedatangan	Efektif muatan (ton)	
					Kapal	Bulan
Pelra						
1	KM Cahaya baru kalianget-kangean	Sembako, LPG	30 GT	3 x Sebulan	20-30	75
2	KM Sandang pangan kalianget-kangean	Sembako, furnitur, semen, dll	70 GT	3 x Sebulan	30-60	150
3	KM Indah perkasa kalianget-kangean	Semen 500 sak, sembako, dll	35 GT	3 x Sebulan	10-35	90
5	Perahu H. Samad kalianget-kangean	LPG, dan BBM	20 GT	3 x Sebulan	10-20	75
Perintis						
6	KM Sabuk Nusantara 56	Genreal cargo: semen 500 sak, sembako, dll	1161	1 minggu 1 kapal	20	40
7	KM Sabuk Nusantara 27	Genreal cargo: semen 500 sak, sembako, dll	784	1 minggu 1 kapal	20	20
8	KM Sabuk Nusantara 99	Genreal cargo: semen 500 sak, sembako, dll	1258	1 minggu 1 kapal	20	20
9	KM Dharmabahari Sumekar	Genreal cargo, penumpang	215	2 x minggu	5	40
					Jumlah	**510**

2) Pelabuhan Batugulok, Kecamatan Arjasa ke Pelabuhan Kalianget, Sumenep

No.	Daftar Nama Kapal	Jenis Komoditi	GT	Intensitas kedatangan	Efektif muatan (ton)	
					Kapal	Bulan
Pelra						
1	KM Cahaya baru kangean-kalianget	LPG, hasil panen	30 GT	3 x Sebulan	20-30	37,5

2	KM Sandang pangan kangean-kalianget	kayu, hasil panen	70 GT	3 x Sebulan	30-60	75
3	KM Indah perkasa kangean-kalianget	kelapa, kayu	35 GT	3 x Sebulan	20-35	45
5	Perahu H. Samad kangean-kalianget	sapi, kerbau, kuda, dan kambing	20 GT	3 x Sebulan	15-20	30
6	KM Sabuk Nusantara 56	Genreal cargo: semen 500 sak, sembako, dll	1161	1 minggu 1 kapal	20	20
7	KM Sabuk Nusantara 27	Genreal cargo: semen 500 sak, sembako, dll	784	1 minggu 1 kapal	20	10
8	KM Sabuk Nusantara 99	Genreal cargo: semen 500 sak, sembako, dll	1258	1 minggu 1 kapal	20	10
9	KM Dharmabahari Sumekar	Penumpang, hasil panen, barang pasar dll	215	1 x minggu	2,5	10
					Jumlah	**237,5**

3) Pelabuhan Batugulok, Kecamatan Arjasa ke Pelabuhan Sapeken

No.	**Daftar Nama Kapal**	**Jenis Komoditi**	**GT**	**Intensitas kedatangan**	**Efektif muatan (ton)**	
					Kapal	**Bulan**
1	Kapal Pelra (KM Mutiara senja)	Hasil bumi dan perikanan	20 GT	3 x Sebulan	20	60
2	Kapal Taxian	5 x 2	2 GT	7x minggu	2	56
3	KM Sabuk Nusantara 56	Genreal cargo: semen 500 sak, sembako, dll	1161	1 minggu 1 kapal	10	20
4	KM Sabuk Nusantara 27	Genreal cargo: semen 500 sak, sembako, dll	784	1 minggu 1 kapal	10	10
5	KM Sabuk Nusantara 99	Genreal cargo: semen 500 sak, sembako, dll	1258	1 minggu 1 kapal	10	10
6	KM Dharmabahari Sumekar	Penumpang, hasil panen, barang pasar dll	215	1 x minggu	5	20
					Jumlah	**176**

4) Pelabuhan Sapeken ke Pelabuhan Batugulok, Kecamatan Arjasa

No.	Daftar Nama Kapal	Jenis Komoditi	GT	Intensitas kedatangan	Efektif muatan (ton)	
					Kapal	Bulan
1	Kapal Pelra (KM Mutiara senja)	Hasil bumi dan perikanan	20 GT	3 x Sebulan	10-20	45
2	Kapal Taxian	Barang-barang pasar	2 GT	7x minggu	2	56
3	KM Sabuk Nusantara 56	Genreal cargo: semen 500 sak, sembako, dll	1161	1 minggu 1 kapal	10	20
4	KM Sabuk Nusantara 27	Genreal cargo: semen 500 sak, sembako, dll	784	1 minggu 1 kapal	10	10
5	KM Sabuk Nusantara 99	Genreal cargo: semen 500 sak, sembako, dll	1258	1 minggu 1 kapal	10	10
6	KM Dharmabahari Sumekar	Penumpang, hasil panen, barang pasar dll	215	1 x minggu	5	5
					Jumlah	**146**

5) Pelabuhan Kalianget, Sumenep ke Pelabuhan Sapeken

No.	Daftar Nama Kapal	Jenis Komoditi	GT	Intensitas kedatangan	Efektif muatan (ton)	
					Kapal	Bulan
Perintis						
1	KM Sabuk Nusantara 56	Genreal cargo: semen 500 sak, sembako, dll	1161	2x Sebulan	20	40
2	KM Sabuk Nusantara 27	Genreal cargo: semen 500 sak, sembako, dll	784	2x Sebulan	20	20
3	KM Sabuk Nusantara 99	Genreal cargo: semen 500 sak, sembako, dll	1258	2x Sebulan	20	20
4	KM Dharmabahari Sumekar	Penumpang, hasil panen, barang pasar dll	215	1 x minggu	5	20
					Jumlah	**100**

6) Pelabuhan Sapeken ke Pelabuhan Kalianget, Sumenep

No.	Daftar Nama Kapal	Jenis Komoditi	GT	Intensitas kedatangan	Efektif muatan (ton)	
					Kapal	Bulan
1	KM Sabuk Nusantara 56	Genreal cargo: semen 500 sak, sembako, dll	1161	2x Sebulan	10	20
2	KM Sabuk Nusantara 27	Genreal cargo: semen 500 sak, sembako, dll	784	2x Sebulan	10	20
3	KM Sabuk Nusantara 99	Genreal cargo: semen 500 sak, sembako, dll	1258	2x Sebulan	10	20
4	KM Dharmabahari Sumekar	Penumpang, hasil panen, barang pasar dll	215	1 x minggu	5	10,0
					Jumlah	**70**

7) Pelabuhan Sapeken ke Pelabuhan Kalianget, Sumenep

No.	Daftar Nama Kapal	Jenis Komoditi	GT	Intensitas kedatangan	Efektif muatan (ton)	
					Kapal	Bulan
1	Jalur darat	Bahan bangunan, dan sembako	5 Ton	3 x minggu	5	60
2	Kapal Taxian	Barang-barang pasar, sembako dll	2 GT	7x minggu	2	56
					Jumlah	**116**

8) Pelabuhan Kangayan ke Pelabuhan Batugulok, Arjasa

No.	Daftar Nama Kapal	Jenis Komoditi	GT	Intensitas kedatangan	Efektif muatan (ton)	
					Kapal	Bulan
1	Kapal Taxian	Barang-barang pasar, sembako dll	2 GT	7x minggu	2	56
					Jumlah	56

9) Pelabuhan Kangayan ke Pelabuhan Sapeken

No.	Daftar Nama Kapal	Jenis Komoditi	GT	Intensitas kedatangan	Efektif muatan (ton)	
					Kapal	Bulan
1	Kapal Pelra	Hasil bumi dan perikanan	20 GT	3 x Sebulan	20-30	75
2	Kapal Taxian	Barang-barang pasar, sembako dll	2 GT	7x minggu	2	56
					Jumlah	**131**

10) Pelabuhan Sapeken ke Pelabuhan Kangayan

No.	Daftar Nama Kapal	Jenis Komoditi	GT	Intensitas kedatangan	Efektif muatan (ton)	
					Kapal	Bulan
1	Kapal Pelra	Hasil bumi dan perikanan	20 GT	3 x Sebulan	20-30	75
2	Kapal Taxian	Barang-barang pasar, sembako dll	2 GT	7x minggu	2	56
					Jumlah	**131**

II. Analisis simulasi pengiriman tongkang

1) Simulasi 1

a) Jumlah Tongkang

No.	Tujuan / Asal	Sumenep	Arjasa	Kangayan	Sapeken	Total Suplai
		1	2	3	4	
1	Sumenep	0	8	3	4	15
2	Arjasa	8	0	3	3	14
3	Kangayan	3	3	0	3	9
4	Sapeken	4	3	3	0	10
Total demand		15	14	9	10	48

Kapasitas Kapal LASH

Ruas	Voyage				
	V-1	V-2	V-3	V-4	V-5
1-2	15	24	24	24	24
2-3	21	24	24	24	24
3-4	24	24	24	24	24
4-1	24	24	24	24	24

Jumlah Tongkang di Pelabuhan

Pelabuhan	Voyage				
	V-1	V-2	V-3	V-4	V-5
1	15	15	15	15	15
2	14	14	14	14	14
3	9	9	9	9	9
4	10	10	10	10	10
Total Tk	48	48	48	48	48
F	48	48	48	48	48
E	0	0	0	0	0

Jumlah tongkang terisi (Full) yang diangkut kapal

Pelabuhan	Voyage				
	V-1	V-2	V-3	V-4	V-5
1	15	15	15	15	15
1	14	14	14	14	14
1	9	9	9	9	9
1	10	10	10	10	10

Jumlah tongkang kosong (Empty) yang diangkut kapal

Pelabuhan	Voyage				
	V-1	V-2	V-3	V-4	V-5
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0

b) Analisis waktu

Trip ke-	Waktu Pelabuhan		Waktu Laut	
	Jam	Hari	Jam	Hari
1	22,00	0,92	24,40	1,02
2	28,25	1,18	24,40	1,02
3	28,25	1,18	24,40	1,02

2) Simulasi 2

a) Jumlah tongkang

No.	Tujuan / Asal	Sumenep	Arjasa	Kangayan	Sapeken	Total Suplai
		1	2	3	4	
1	Sumenep	0	6	2	2	10
2	Arjasa	2	0	2	1	5
3	Kangayan	2	2	0	1	5
4	Sapeken	2	1	1	0	4
Total demand		6	9	5	4	24

Kapasitas Kapal LASH

Ruas	Voyage				
	V-1	V-2	V-3	V-4	V-5
1-2	10	14	14	14	14
2-3	9	10	10	10	10
3-4	10	10	10	10	10
4-1	10	10	10	10	10

Jumlah Tongkang di Pelabuhan

Pelabuhan	Voyage				
	V-1	V-2	V-3	V-4	V-5
1	10	10	10	10	10
2	5	9	9	9	9
3	5	5	5	5	5
4	4	4	4	4	4
Total Tk	24	28	28	28	28
F	24	24	24	24	24
E	0	4	4	4	4

Jumlah tongkang terisi (Full) yang diangkut kapal

Pelabuhan	Voyage				
	V-1	V-2	V-3	V-4	V-5
1	10	10	10	10	10
1	5	5	5	5	5
1	5	5	5	5	5
1	4	4	4	4	4

Jumlah tongkang kosong (Empty) yang diangkut kapal

Pelabuhan	**Voyage**				
	V-1	**V-2**	**V-3**	**V-4**	**V-5**
1	0	0	0	0	0
1	0	4	4	4	4
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0

b) Analisis waktu

	Waktu Pelabuhan		Waktu Laut	
Trip ke-	Jam	Hari	Jam	Hari
1	13,50	0,56	24,40	1,02
2	15,75	0,66	24,40	1,02
3	15,75	0,66	24,40	1,02

3) Simulasi 3

a) Jumlah Tongkang

Asal tujuan muatan

No.	Tujuan / Asal	Sumenep	Arjasa	Kangayan	Sapeken	Total Suplai
		1	2	3	4	
1	Sumenep	0	8	3	4	15
2	Arjasa	2	0	0	0	2
3	Kangayan	1	0	0	0	1
4	Sapeken	1	0	0	0	1
Total demand		4	8	3	4	19

Kapasitas Kapal LASH

Ruas	Voyage				
	V-1	V-2	V-3	V-4	V-5
1-2	15	15	15	15	15
2-3	9	9	9	9	9
3-4	7	7	7	7	7
4-1	4	4	4	4	4

Jumlah Tongkang di Pelabuhan

Pelabuhan	Voyage				
	V-1	V-2	V-3	V-4	V-5
1	15	15	15	15	15
2	2	8	8	8	8
3	1	3	3	3	3
4	1	4	4	4	4
Total Tk	19	30	30	30	30
F	19	19	19	19	19
E	0	11	11	11	11

Jumlah tongkang terisi (Full) yang diangkut kapal

Pelabuhan	Voyage				
	V-1	V-2	V-3	V-4	V-5
1	15	15	15	15	15
1	2	2	2	2	2
1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1

Jumlah tongkang kosong (Empty) yang diangkut kapal

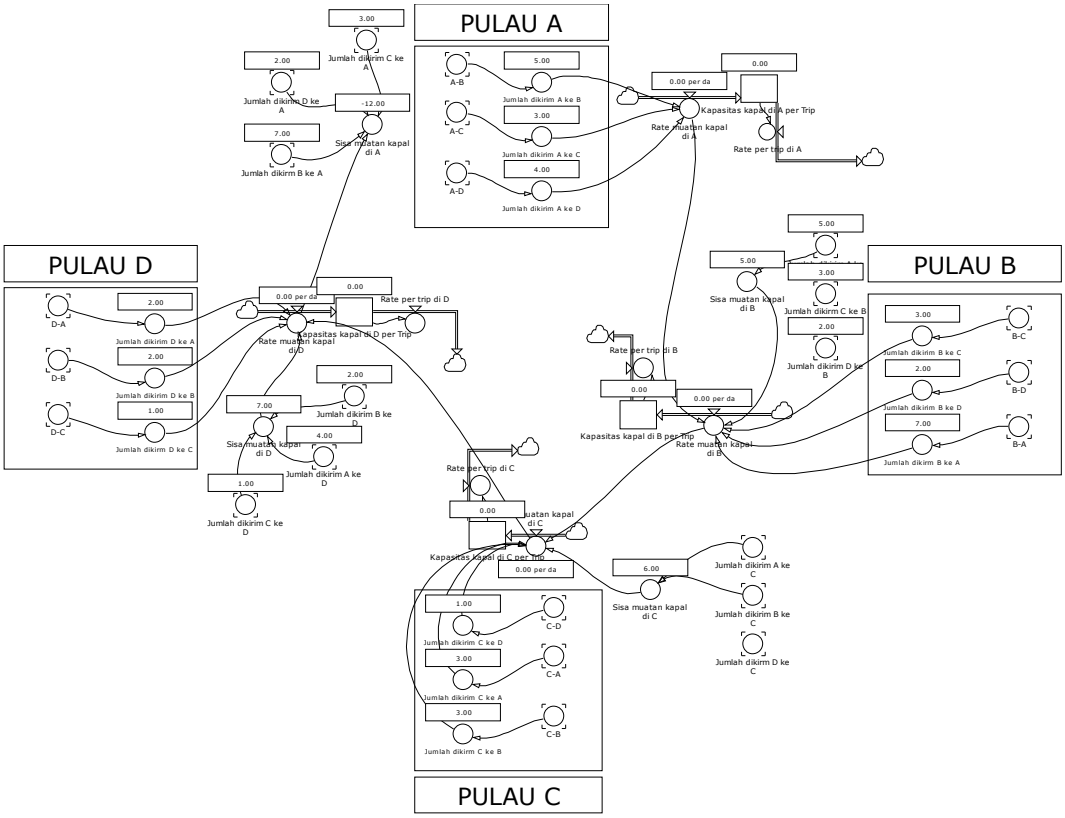
Pelabuhan	**Voyage**				
	V-1	**V-2**	**V-3**	**V-4**	**V-5**
1	0	0	0	0	0
1	0	6	6	6	6
1	0	2	2	2	2
1	0	3	3	3	3

b) Analisis waktu

	Waktu Pelabuhan		Waktu Laut	
Trip ke-	Jam	Hari	Jam	Hari
1	12,50	0,52	24,40	1,02
2	13,50	0,56	24,40	1,02
3	13,50	0,56	24,40	1,02

III. Model Powersim analisis kapasitas angkut tongkang

Model dan hasil simulasi kapasitas muat kapal



Time	Kapasitas kapal di A per Trip	Kapasitas kapal di B per Trip	Kapasitas kapal di C per Trip	Kapasitas kapal di D per Trip
02 Apr	0.00	0.00	0.00	0.00
03 Apr	9.00	14.00	15.00	15.00
04 Apr	0.00	0.00	0.00	0.00
05 Apr	0.00	0.00	0.00	0.00
06 Apr	9.00	12.00	16.00	15.00
07 Apr	0.00	0.00	0.00	0.00
08 Apr	0.00	0.00	0.00	0.00
09 Apr	7.00	9.00	13.00	12.00
10 Apr	0.00	0.00	0.00	0.00
11 Apr	0.00	0.00	0.00	0.00
12 Apr	9.00	14.00	16.00	17.00
13 Apr	0.00	0.00	0.00	0.00
14 Apr	0.00	0.00	0.00	0.00
15 Apr	9.00	15.00	17.00	19.00
16 Apr	0.00	0.00	0.00	0.00
17 Apr	0.00	0.00	0.00	0.00
18 Apr	11.00	15.00	16.00	16.00
19 Apr	0.00	0.00	0.00	0.00
20 Apr	0.00	0.00	0.00	0.00
21 Apr	6.00	10.00	15.00	14.00
22 Apr	0.00	0.00	0.00	0.00
23 Apr	0.00	0.00	0.00	0.00
24 Apr	7.00	12.00	13.00	14.00
25 Apr	0.00	0.00	0.00	0.00
26 Apr	0.00	0.00	0.00	0.00
27 Apr	10.00	9.00	15.00	14.00
28 Apr	0.00	0.00	0.00	0.00
29 Apr	0.00	0.00	0.00	0.00
30 Apr	5.00	17.00	17.00	20.00
01 May	0.00	0.00	0.00	0.00

Non-commercial use only

IV. Perhitungan biaya-biaya

1. Biaya Kapital

W_{ST}	=		295,1	Ton			
$W_{E\&O}$	=		4,3	Ton			
W_{ME}	=		9,9	Ton			
C_{ST}	=	Rp	25.000.000	*/ton*	Rp	25.000	*(Yusep, 2018)*
$C_{E\&O}$	=	Rp	25.000.000	*/ton*	Rp	17.000	*(Yusep, 2018)*
C_{ME}	=	$	32.113,17	*/ton*			

Practical ship design, cost estimate chapter 18 Watson 1998, hal 485

Perhitungan Biaya

1. Structural Cost

P_{ST} = WST · CST

= Rp 7.377.486.642

2. Outfit Cost

$P_{E\&O}$ = WE&O · CE&O

= Rp 108.293.875

3.Machinery Cost

P_{ME} = WME · CME

= $ 316.394,12

4.Barge Cost

P_{Barge} = WST · CST

= Rp 7.353.424.800

5. Non-weight Cost (Biaya untuk keperluan lain seperti klasifikasi, test tank, konsultasi, dll)

(Watson, 1998)

C_{NW} = 10%

P_{NW} = CNW · (PST + PE&O + PME)

Rp 1.209.817.394

Biaya = PST + PE&O + PME + Pbarge + PNW

Harga Kapal = Rp 13.307.991.330

Harga Total = Rp 20.661.416.130

2. Biaya Operasional

Perhitungan Biaya Operasional : PerDirJen Perhub SK.218/AP.204/DRJD/2018

1. BIAYA TETAP

a.	Gaji ABK	=	Jumlah Hari dalam Kontrak x Jumlah ABK x Besaran Gaji ABK
	Besaran Gaji ABK Maks. Sebesar Rp.154.000 per hari per orang	=	330 x 12 x 154.000
		=	Rp 609.840.000
b.	Biaya Kesehatan/Kesejahteraan ABK	=	Jumlah Hari dalam Kontrak x Jumlah ABK x Besaran biaya Kesehatan ABK
	Besaran biaya Kesehatan ABK Maks. Sebesar Rp.13.500 per hari per orang	=	330 x 12 x 13.500
		=	Rp 53.460.000
c.	Biaya makan ABK	=	365 hari per tahun x Jumlah ABK x Biaya makan ABK
	Besaran biaya makan ABK Rp.60.000 per hari	=	365 x 12 x 60.000
		=	Rp 262.800.000
d.	Biaya perlengkapan Kerja (Pakaian dinas ABK)	=	2 set per tahun x Jumlah ABK x Besaran biaya perlengkapan ABK
		=	2 x 12 x 180.000
		=	Rp 4.320.000
e.	Biaya Air tawar ABK	=	365 hari per tahun x Jumlah ABK x Jumlah kebutuhan air tawar x air tawar

	Besaran kebutuhan air tawar ABK untuk cuci pakaian, mandi, dan masak 200 liter/orang/hari	=	365 x 12 x 200 x 50
	Harga air tawar per liter Rp.50	=	Rp 43.800.000
f.	Biaya cucian ABK		
	Besaran biaya cucian ABK per minggu Rp.5000	=	Jumlah minggu dalam setahun x Jumlah ABK x Biaya cucian ABK per minggu
		=	48 x 12 x 5.000
		=	Rp 2.880.000
g.	Biaya gaji Pegawai darat	=	Jumlah hari dalam kontrak x Jumlah pegawai darat x Besaran biaya gaji pegawai darat
	Besaran biaya gaji pegawai sesuai UMP	=	330 x 4 x 154.000
		=	Rp 203.280.000
h.	Biaya makan pegawai darat	=	365 hari per tahun x Jumlah pegawai darat x Biaya makan pegawai darat
	Besaran makan pegawai darat per hari Rp.38.550	=	365 x 4 x 38.500
		=	Rp 56.210.000
i.	Biaya perlengkapan kerja (pakaian dinas pegawai darat)	=	2 set per tahun x jumlah pegawai darat x besaran biaya perlengkapan kerja per pegawai darat
		=	2 x 4 x 180.000

= Rp1.440.000

j. Biaya perawatan harian kapal = 7,5 per seratus x biaya docking tahunan

= 7,5% x (GT x Rata-rata biaya per GT x Faktor usia x Faktor GT)

= Rp205.406.279

k. Biaya Asuransi kapal = 1,5% x Harga kapal

Besaran biaya asuransi kapal 1,5% (Km No.58 Thn 2003) = Rp338.734.211

TOTAL BIAYA TIDAK TETAP: = Rp1.782.170.491

2. BIAYA TIDAK TETAP

a. Biaya Bahan Bakar Minyak (BBM)

1) Mesin induk

Jumlah mesin induk x Daya mesin x koefisien pemakaian BBM per PK per Jam x Jam layar per trip x Harga BBm per liter

Harga BBM + 6% untuk ongkos per liter

Koef pemakaian BBM 0,1

= 1 x 206 x 0,1 x 2128,00 x 14.603

= Rp 640.129.502

2) Mesin bantu

Harga BBM + 6% untuk ongkos per liter

Jumlah mesin bantu x daya mesin x Koefisien pemakaian BBM per PK per Jam x Jumlah Jam kerja mesin bantu per hari per unit x Hari operasi per tahun x Harga BBM per liter

Koef pemakaian BBM 0,1

= 2 x 50 x 0,1 x 24/2 x 330 x 14.603

= Rp578.261.376

b. Biaya Pelumas

1) Mesin induk — Jumlah mesin induk x Daya mesin x koefisien pemakaian pelumas per PK per Jam x Jam layar per trip x Harga BBm per liter

Harga Pelumas + ongkos angkut = 1 x 206 x 0,0033 x 2128,00 x 28.620

Koef pemakaian pelumas 0,0033 = Rp41.402.104

2) Mesin bantu — Jumlah mesin bantu x daya mesin x Koefisien pemakaianpelumas per PK per Jam x Jumlah Jam kerja mesin bantu per hari per unit x Hari operasi per tahun x Harga BBM per liter

Harga Pelumas + ongkos angkut = 2 x 50 x 0,0033 x 24/2 x 330 x 28.620

= Rp37.400.616

c. Biaya Gemuk — Pemakaian gemuk per kapal per bulan x Bulan per tahun x Harga gemuk per kilogram

Untuk 501 s.d. 1000 GT kebutuhan gemuk 40 Kg = 40 x 12 x 74.900

Harga per kilogram Rp.74.900 = Rp35.952.000

d. Biaya Air tawar penumpang — 0,5 Liter x Jarak lintas x Jumlah trip x asumsi jumlah penumpang x Jumlah kebutuhan air tawar x harga air tawar

e. Biaya premi ABK — 5% x Penghasilan muatan barang/penumpang/kendaraan, atau 26 hari kerja per bulan x 12 bulan x Jumlah ABK x biaya premi ABK per hari 12000

= 26 x 12 x 12 x 12000

= Rp44.928.000

f. Biaya Jasa Kepelabuhanan

1) Biaya jasa kapal istirahat = GT Kapal x Lama jam kapal istirahat x tarif jasa kapal istirahat

Lama jam istirahat = 8 jam x Commisioning day

2) Biaya Jasa Kapal sandar = GT kapal x Jumlah kapal sandar x tarif jasa kapal sandar

3) Biaya Rambu = 2 kali x GT Kapal x Jumlah bulan operasi x tarif jasa kapal sandar

Total Biaya Tidak Tetap: = Rp1.378.073.598

Total biaya operasional (per Tahun) = Rp. 3.160.244.089

4. Biaya Pelabuhan

Pelabuhan					
Jasa Labuh	Rp	87	GT/Call	Rp	25.026.925
Jasa Tambat	Rp	80	GT/Interval/Call	Rp	23.013.265
Kapal Istirahat di dermaga					
1) untuk pemeliharaan	Rp	15	/GT/Kunjungan	Rp	862.997
2) untuk isi bahan bakar	Rp	10	/GT/Kunjungan	Rp	575.332
Jasa Pandu					
* Tarif Tetap	Rp	104.000	Kapal/Gerakan		
* Tarif Variabel	Rp	29	GT/Kapal/Gerakan		
Jasa Tunda Kapal					
* Tarif Tetap	Rp	362.500	Kapal/Jam		
* Tarif Variabel	Rp 10		GT/Kapal/Jam		
Total Biaya Pelabuhan (per Tahun)				**Rp**	**49.478.519**

5. Biaya bongkar muat

Tarif Bongkar Muat	=	Rp	25.000	per ton	*Harga upah TKBM di Sumenep*
		Rp	22.172.977	per trip	Untuk 5 pelabuhan
Total Biaya BM (per Tahun)		Rp	2.305.989.598	tahun	

6. Perhitungan Tarif

No.	Tujuan	Sumenep	Arjasa	Kangayan	Sapaken
	Asal	**1**	**2**	**3**	**4**
1	**Sumenep**	-	3.300.000	4.200.000	4.312.500
2	**Arjasa**	3.300.000	-	1.050.000	1.350.000
3	**Kangayan**	4.200.000	1.050.000	-	487.500
4	**Sapeken**	4.312.500	1.350.000	487.500	-

Tarif tongkang pada tiap pelabuhan Pelayaran = Rata-rata Tarif TKBM di Kangean x Jarak

= (Rp.25.000-Rp. 50.000) x Jarak pelayaran

V. Analisis ekonomi

Analisis ekonomian

Jenis	Satuan	Nilai	Kenaikan	Periode
Biaya kapital kapal	Rp	13.307.991.330		
Biaya Tongkang	Rp	7.353.424.800		
Investasi alat di dermaga	Rp	1.143.750.000		
Biaya Operasional	Rp	3.160.244.089	5%	Per 1 Tahun
Biaya Pepabuhan	Rp	49.478.519	5%	Per 1 Tahun
Biaya Bongkar Muat	Rp	2.305.989.598	10%	Per 3 Tahun
Umur Ekonomis	Tahun	15		

Uraian	Satuan	Tahun ke-															
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Investasi Kapal	Juta-Rp	- 21.805,17															
Depresiasi	Juta-Rp/Tahun		887	887	887	887	887	887	887	887	887	887	887	887	887	887	887
Biaya Operasional	Juta-Rp/Tahun		3.160	3.318	3.484	3.658	3.841	4.033	4.235	4.447	4.669	4.903	5.148	5.405	5.675	5.959	6.257
Biaya Pelayaran	Juta-Rp/Tahun		49	52	55	57	60	63	66	70	73	77	81	85	89	93	98
Biaya B/M	Juta-Rp/Tahun		2.306	2.306	2.306	2.537	2.537	2.537	2.790	2.790	2.790	3.069	3.069	3.069	3.376	3.376	3.376
Total	Juta-Rp/Tahun		6.403	6.563	6.732	7.139	7.325	7.520	7.979	8.194	8.420	8.936	9.185	9.446	10.028	10.316	10.618

Produksi		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Load Factor		60%														
Margin		10%														
Unit Cost (Rp/Ton)		Rp -														
Tarif		Rp -														
Pendapatan		Rp 8.101	Rp 8.506	Rp 8.931	Rp 9.378	Rp 9.847	Rp 10.339	Rp 10.856	Rp 11.399	Rp 11.969	Rp 12.567	Rp 13.196	Rp 13.856	Rp 14.548	Rp 15.276	Rp 16.040

Net Cash Flow	- 21.805	Rp 1.698	Rp 1.943	Rp 2.200	Rp 2.239	Rp 2.522	Rp 2.819	Rp 2.877	Rp 3.205	Rp 3.549	Rp 3.632	Rp 4.011	Rp 4.409	Rp 4.521	Rp 4.960	Rp 5.421
Cum Cash	- 21.805	-Rp 20.107	-Rp 8.164	-Rp 15.965	-Rp 13.726	-Rp 11.204	-Rp 8.386	- Rp5.508	-Rp 2.303	Rp 1.246	Rp 4.878	Rp 8.889	Rp 13.299	Rp 17.819	Rp 22.779	Rp 28.200
Control BEP		-	-	-	-	-	-	-	-	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP	BEP

Pendekatan

Loan	0%	Pinjaman
Interest rate	10%	Suku bunga / tingkat pengembalian / pajak
Equity	100%	Modal sendiri
% CoC	1%	Cost of capital, dengan asumsi oportunity kost kita
WACC	1%	Biaya/beban yang muncul untuk mendapatkan dana perusahaan (cost equity + cost debt)
MARR	5,0%	MARR nilai nya dipilih lebih besar dr inflasi 3,5±1% year on year 2018-19

Item	Satuan	Nilai	Kriteria	Min	Keterangan
NPV	Juta-Rp	23.528	OK	0	Positive Incr. Wealth
NPVI	kali	1,08	OK	0	Null
IRR	%	10%	OK	0%	MARR (Minimum acceptable rate of return)

IRRI	kali	2,04	OK	0	Null
BEP	Tahun ke-	9,0	OK	1	Construction Period
Cashflow on BEP	Juta-Rp	1.246	OK	0	Positive Accum Cash

BIODATA PENULIS

Rodlitul awwalin, penulis dilahirkan di Lamongan pada 04 Agustus 1990. Riwayat pendidikan dimulai dari TK ABA Tejoasri, SD Negeri Tejoasri 1 [1998-2003], SMP Negeri 1 Karanggeneng - Lamongan [2003-2006], SMA Negeri 1 Lamongan [2006-2009], S1 Teknik Perkapalan di Universitas Hang Tuah Surabaya [2009-2014], kemudian melanjutkan studi S2 di Teknik Transportasi Laut ITS pada tahun 2016 hingga selesai studi pada tahun 2020. Penulis saat ini menjadi staf pengajar di Program Diploma Pelayaran dan Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan di Universitas Hang Tuah Surabaya. Kontak e-mail: rodlitul.awwalin@hangtuah.ac.id