



TUGAS AKHIR – MS 141501

**PENENTUAN UKURAN KAPAL PENGOLAH IKAN
MENGUNAKAN *VEHICLE ROUTING PROBLEM* :
STUDI KASUS WILAYAH PENGELOLAAN PERIKANAN
712**

DAFID ARIFAL UMAM
NRP. 4411 100 025

Dr.Ing. Setyo Nugroho
Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA.

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



FINAL PROJECT – MS 141501

**DETERMINATION OF VESSEL SIZE FISH PROCESSING
USE VEHICLE ROUTING PROBLEM: CASE STUDY
AREA FISHERY MANAGEMENT 712**

DAFID ARIFAL UMAM
NRP. 4411 100 025

Supervisors

Dr.Ing. Setyo Nugroho

Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA.

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

2016

LEMBAR PENGESAHAN

**PENENTUAN UKURAN KAPAL PENGOLAH IKAN
MENGUNAKAN *VEHICLE ROUTING PROBLEM* :
STUDI KASUS : WILAYAH PENGELOLAAN
PERIKANAN 712**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada

Jurusan Transportasi Laut
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

DAFID ARIFAL UMAM

NRP. 4411100025

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Dr. Ing. Setvo Nugroho

NIP. 19651020 1996001 1 001




Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA.

NIP. 19880605 201504 1 003

SURABAYA, JANUARI 2016

Penentuan Ukuran Kapal Pengolah Ikan Menggunakan *Vehicle Routing Problem* ; Studi Kasus Wilayah Pengelolaan Perikanan 712

Nama : Dafid Arifal Umam
NRP : 4411 100 025
Jurusan : Transportasi Laut
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Pembimbing : Dr. Ing. Setyo Nugroho
: Achmad Mustakim, ST., MT., MBA

ABSTRAK

Kementerian Kelautan dan Perikanan mempertimbangkan penerapan sistem lelang pada kapal tangkap dalam satu blok wilayah tangkapan ikan. Salah satu wilayah pengelolaan perikanan 712 yang berada di Laut Jawa adalah penghasil tangkapan ikan terbesar di Indonesia 398.531 ton dalam setahun, dengan 8 titik tangkapan ikan. Dengan melihat keadaan ini muncul sebuah ide kapal pengolah ikan yang dibutuhkan untuk mengolah hasil tangkapan ikan di 8 titik tersebut. Melalui pendekatan metode *vehicle routing problem* didapatkan ukuran payload kapal minimum yaitu 1.320 ton. Payload kapal ikan digunakan untuk mencari deadweight kapal pengolah ikan. Kemudian dengan pendekatan regresi deadweight didapatkan ukuran kapal yaitu $L_{pp} = 57.97$ m, $B = 13.57$ m, $T = 6.20$ m, $H = 10.02$ m, $BHP = 6.070$ HP, $V_p = 135$ ton/hari. Dengan menggunakan *vehicle routing problem* diketahui rute untuk kapal ini adalah 7 rute pelayaran. Dengan ukuran kapal pengolah ikan dan rute pelayaran ini terjadi peningkatan nilai tambah harga jual bila menggunakan skenario 1 nilai tambah untuk tongkol Rp. 19.457.556/ton dan ikan kakap merah Rp. 21.257.556/ton, bila memilih skenario 2 nilai tambah untuk ikan tongkol adalah Rp. 18.320.568/ton dan ikan kakap merah Rp. 20.120.568/ton.

Kata Kunci : *Kapal Pengolah, Regresi, Vehicle Routing Problem, Nilai Tambah*

DETERMINATION OF VESSEL SIZE FISH PROCESSING USE VEHICLE ROUTING PROBLEM : CASE STUDY AREA FISHERY MANAGEMENT 712

Name : Dafid Arifal Umam
ID Num : 4411 100 025
Department : Marine Transportation
Faculty of Marine Technology
Institute Technology Sepuluh Nopember
Supervisors : Dr. Ing. Setyo Nugroho
: Achmad Mustakim, ST., MT., MBA.

ABSTRACT

Ministry of Maritime Affairs and Fisheries to consider the application of the system of auction on fishing vessels in one block area of trawling fish. One of the fishery management area 712 are located in the Java Sea is the largest producer of fish catches in Indonesia 398 531 tonnes a year, with 8 points catch fish. By looking at this situation arises an idea of fish-processing vessels needed to process the catches at 8 points. Through the method of vehicle routing problem approach earned minimum payload size ship is 1,320 tons. Payload fishing boats used to search for fish processing vessels deadweight. Then the regression approach deadweight vessel size are obtained $L_{pp} = 57.97$ m, $B = 13.57$ m, $T = 6.20$ m, $H = 10.02$ m, $BHP = 6,070$ HP, $V_p = 135$ tons / day. By using these known vehicle routing problem for this vessel is 7 shipping route. With the size of the fish processing vessels and shipping routes is an increase in value-added sales price when using scenario 1 for swordfish added value for Rp. 19,457,556 / ton and red snapper Rp. 21,257,556 / ton, when choosing scenario 2 plus for swordfish is Rp. 18,320,568 / ton and red snapper Rp. 20,120,568 / ton

Keywords : Ship Processing, Regression, Vehicle Routing Problem, Value Added

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir yang berjudul : “Penentuan Ukuran Kapal Pengolah Ikan Menggunakan *Vehicle Routing Problem* : Studi Kasus : Wilayah Pengelolaan Perikanan 712 dapat terselsaikan.

Tugas akhir ini dapat penulis selesaikan dengan baik berkat dukungan serta bantuan baik langsung maupun tidak langsung dari semua pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ing Setyo Nugroho selaku dosen pembimbing yang dengan sabar telah membeikan bimbingan, ilmu dan arahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Tri Achmadi, Ph.D selaku Ketua Jurusan Transportasi Laut yang telah memberikan jalan kemudahan dalam pengurusan administrasi jurusan.
3. Bapak Firmanto Hadi, ST., M.Sc. selaku Sekertaris Jurusan Transportasi Laut yang telah memberikan jalan kemudahan dalam pengurusan administrasi jurusan
4. Bapak Achmad Mustakim, ST., MBA. selaku dosen pembimbing yang dengan sabar telah memberikan bimbingan, ilmu, motivasi dan arahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Dosen-dosen Jurusan Transportasi Laut, terima kasih saya haturkan atas bimbingan, ilmu serta tempaan yang telah diberikan selama dibangku perkuliahan.
6. Laboratorium Telematikan, Jurusan Transportasi Laut, terima kasih saya haturkan atas bantuan tempat pengerjaan tugas akhir, dukungan, motivasi untuk menyelesaikan tugas akhir dengan baik dan tepat waktu.
7. Laboratorium Komputasi dan Optimasi Industri, Jurusan Teknik Industri, terima kasih saya haturkan kepada Surya dan Junda yang telah membantu dan mengajari penyelesaian tugas akhir menggunakan lingo.
8. Seluruh pegawai Tata Usaha Jurusan Transportasi Laut atas segala kemudahan yang diberikan dalam pengurusan administrasi selama proses pengerjaan Tugas Akhir.

9. Operator pelabuhan perikanan Brondong, Lamoingan telah membantu dan memberikan masukan selama pengumpulan data tugas akhir yang dibuat oleh penulis
10. Dinas perikanan dan kelautan jawa timur telah membantu dan memberikan masukan selama pengumpulan data tugas akhir yang dibuat oleh penulis
11. Kedua orang tua, kakak Friska Mifthakur Avijanto dan keluarga yang selalu memberikan dorongan semangat, doa yang tulus ikhlas serta memberikan kesempatan penulis untuk melanjutkan studi di bangku kuliah.
12. Kawan-kawan seperjuangan Tugas Akhir, Gandhes Inten P, Fitroh Annur Isnantoyo, Muhammad Daud Paweroy, Muhammad Mirza Soetirto, Iwan Perdana Putra, Lugito Prasetyo, Imanuel Farma, I G K Wira Putra, Ahmad Kamalul Mubarak, Muhammad Rid Junata, Mas Anca, Mas Bastian, Mas Ginanjar, Mas Rizky Simatupang, Mas Candra, Mas Iwan Sanusi, dan kawan transportasi laut-2011 yang telah memberikan dukungan dan motivasi untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Oleh karena itu, penulis menyadari bahwa penulis Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis mengharapakan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan selanjutnya. Akhir kata, semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Surabaya, 22 Januari 2016

(Penulis)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	vii
LEMBAR REVISI	ix
KATA PENGANTAR	xiii
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT	xix
DAFTAR ISI	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxvii
DAFTAR GRAFIK	xxix
DAFTAR TABEL	xxix
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Hipotesa Awal	4
1.7 Sistematika Penulisan Tugas Akhir	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 LANDASAN TEORI	7
2.1.1 Kapal Induk Perikanan (Mother Vessel)	7
2.1.2 Biaya Transportasi Laut	10
2.1.3 Permasalahan Rute Kendaraan (<i>Vehicle Routing Problem</i>)	15
2.1.4 Optimasi Linear (<i>Linear Programing</i>)	16
2.1.5 Regresi	17
2.1.6 Lingo	19

2.2 TINJAUAN.....	20
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Metode Pengumpulan Data.....	23
3.2 Analisis Data.....	23
3.3 Diagram Alur Berfikir.....	26
BAB IV. GAMBARAN UMUM	27
4.1 Wilayah Pengelolaan Perikanan	27
4.1.1 Wilayah Pengelolaan Perikanan 712.....	28
4.1.2 Keadaan Nelayan	31
4.2 Pelabuhan Gresik	32
4.3 Kapal Pengolah Ikan Beku.....	33
BAB V. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	35
5.1 Penentuan Ukuran, Payload Kapal Pengolah.....	35
5.1.1 Penentuan Ukuran Kapal	35
5.1.2 Regresi Kapal Pembanding.....	36
5.2 Kapal Pengolah (Freezer Process)	40
5.3 Perhitungan Biaya Pelayaran (Voyage Calculation).....	41
5.4 Penentuan Rute Kapal.....	42
5.4.1 Perhitungan Menggunakan Lingo.....	44
5.5 Perhitungan Unit Cost.....	49
5.5.1 Perhitungan Unit Cost Skenario 1 dengan 7 Kapal	52
5.5.2 Perhitungan Unit Cost Skenario 2 dengan 13 Kapal	53
5.6 Nilai Tambah Ikan Nelayan	53
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	55
6.1 Kesimpulan	55
6.2 Saran	56

DAFTAR PUSTAKA	viii
LAMPIRAN.....	ix

DAFTAR GAMBAR

Gambar I-1 Wilayah Pengelolaan Perikanan Republik Indonesia.....	2
Gambar II-1 MV Nissin Maru	8
Gambar II-2 Kapal Factory Stern Trawler	8
Gambar II-3 Kapal Freezer Trawler.....	9
Gambar II-4 Operasi Kapal Loing Line	10
Gambar III-1 Diagram Alir Berfikir	26
Gambar IV-1 Titik Tangkapan Ikan Dan Volume Tangkapan	30
Gambar IV-2 Diagram Alir Pencarian Ikan oleh Nelayan.....	31
Gambar IV-3 Pelabuhan Gresik.....	32
Gambar IV-4 Pengemasan Ikan Beku di dalam Palet.....	34
Gambar V-1 Diagram pengaturan kecepatan proses pembekuan	40
Gambar V-2 Diagram Pembagian Gaji Crew	41
Gambar V-3 Pemasukan Permasalahan Optimasi di Lingo.....	45
Gambar V-4 Pemasukan Data Optimasi di Lingo	45
Gambar V-5 Pemasukan Rumus Matematis (1) di Lingo.....	46
Gambar V-6 Pemasukan Rumus Matematis (2) di Lingo.....	46
Gambar V-7 Model Matematis Z dalam Lingo	47
Gambar V-8 Hasil Z Optimasi dalam Lingo.....	47

DAFTAR GRAFIK

Grafik IV-1 Kondisi Jumlah Tangkapan Indonesia	27
Grafik IV-2 Jumlah Tangkapan Ikan Pelagis Kecil 2015-2025	29
Grafik V-1 Hasil Regresi Deadweight dengan Lpp (DWT-Lpp)	36
Grafik V-2 Hasil Regresi Deadweight dengan Breadth (DWT-B)	37
Grafik V-3 Hasil Regresi Deadweight dengan Draught (DWT-T).....	37
Grafik V-4 Hasil Regresi Deadweight dengan Height (DWT-H).....	38
Grafik V-5 Hasil Regresi Deadweight dengan Daya Mesin (DWT-BHP)	38
Grafik V-6 Hasil Regresi Deadweight dengan V proses (DWT-V p)	39
Grafik V-7 Jumlah Trip Skenario 1 dengan 7 Kapal	49
Grafik V-8 Jumlah Trip Skenario 2 dengan 13 Kapal	50
Grafik V-9 Jumlah Produktifitas Tangkapan Ikan	51
Grafik V-10 Penambahan Harga Jual Ikan Nelayan.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel V-1 Data Kapal Pembanding	36
Tabel V-2 Biaya Pelabuhan (<i>Port Cost</i>)	42
Tabel V-3 Biaya Pelayaran Setiap Rute.....	48
Tabel V-4 Lama Waktu Pelayaran Setiap Rute	50
Tabel V-5 Biaya Transportasi Laut Skenario 1	52
Tabel V-6 Biaya Transportasi Laut Skenario 2	53

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Optimasi Lingo	x
Lampiran 2. Model Matematis Lingo	xix
Lampiran 3. Perhitungan Biaya Transportasi Laut dan Unit Cost.....	xxiv
Lampiran 4. Matriks Jarak Pelayaran.....	xxvi
Lampiran 5. Matrik Biaya Pelayaran	xxvii
Lampiran 6. Penentuan Ukuran dengan Pendekatan Perhitungan	xxviii
Lampiran 7. Nilai Tambah untuk Harga Jual Ikan	xxviii

BAB I.

PENDAHULUAN

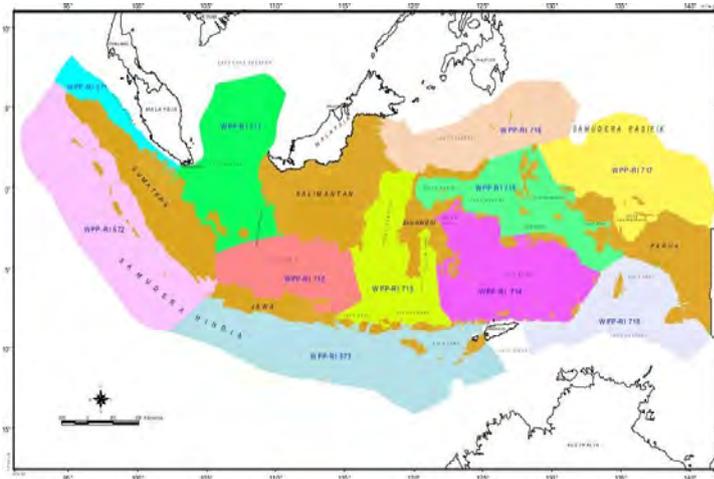
1.1 Latar Belakang

Kementerian Kelautan dan Perikanan mempertimbangkan penerapan system lelang pada kapal tangkap dalam satu blok wilayah tangkapan ikan untuk meningkatkan pendapatan Negara bukan pajak. Menurut Menteri Kelautan dan Perikanan system lelang menjadi salah satu usulan guna menaikkan target kenaikan pendapatan Negara bukan pajak (PNBP) sebesar 508% dari Rp. 250 miliar menjadi Rp. 1,27 triliun. (Aissat, Nov 2014)

Kementerian Kelautan dan Perikanan akan mengubah system penangkapan ikan dengan pola kuota dan lelang. Langkah kuota dan lelang ini merupakan cara KKP untuk menjaga ekosistem laut dan juga menambah pendapatan PNBP. Selama ini PNBP di sector perikanan masih sangat kecil dan belum memuaskan. Dengan panjang garis pantai 95.181 kilometer (km), PNBP yang diterima hanya sekitar Rp. 250 miliar per tahun. Oleh karenanya dengan pembenahan tersebut PNBP sektor perikanan dapat ditingkatkan hingga mencapai Rp. 1,27 Triliun per tahun. Lelang akan diikuti oleh pengusaha yang akan meningkatkan harga jual ikan. Kemudian pengusaha yang menang dalam lelang akan mendapatkan lisensi penangkapan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Republik Indonesia (WPP-RI)

Berdasarkan data dari kementerian kelautan dan perikanan, wilayah pengelolaan perikanan republik Indonesia terbagi menjadi 11 wilayah yakni, WPP-RI 571 yang terdiri dari perairan Selatan Malaka Dan Laut Andaman. WPP-RI 572 yang terdiri dari Samudera Hindia Sebelah Barat Sumatera dan Selat Sunda. WPP-RI 573 yang terdiri dari Samudera Hindia sebelah sleatan jawa hingga sebelah selatan nusa tenggara, laut sawu, dan tiomr bagian barat. WPP-RI 711 yang terdiri dari selat karimata, laut natuna, dan laut china selatan. WPP-RI 712 yang terdiri dari laut jawa. WPP-RI 713 yang terdiri dari selat makasar, teluk bone, laut flores dan laut bali. WPP-RI 714 yang terdiri dari laut Sulawesi dan sebelah utara pulau Halmahera. WPP-RI 715 yang terdiri dari teluk tomini, laut Maluku, laut Halmahera, laut seram dan teluk berau. WPP-RI 716 yang terdiri dari laut Sulawesi dan sebelah utara pulau

Halmahera. WPP-RI 717 yang terdiri dari teluk cendrawasih dan samudera pasifik, WPP-RI 718 yang terdiri dari laut Aru, laut Arafuru dan laut timor bagian timur.



Gambar I-1 Wilayah Pengelolaan Perikanan Republik Indonesia
(Sumber : Kementerian Kelautan dan Perikanan)

Pada wilayah pengelolaan perikanan 712 yang memiliki daerah operasi di laut jawa, kita dapat melihat potensi ikan dan hasil tangkapan nelayan mulai dari tahun 2010-2013 yang mana di wilayah ini memiliki jumlah nelayan

Oleh karena itu, perlu dilakukan perhitungan ukuran dan jumlah kapal kapal pengusaha lelang agar tidak mengganggu nelayan tradisional atau nelayan daerah. Dengan perhitungan ini Kementerian Kelautan dan Perikanan akan dapat mengatur dan mengontrol jumlah pendapatan PNBPN yang lebih menguntungkan antara pemerintah, pengusaha dan nelayan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

- 1 Bagaimana menentukan ukuran, payload dan rute pengoperasian kapal pengolah ikan yang sesuai dengan hasil tangkapan nelayan di wilayah pengelolaan perikanan republik Indonesia 712 (Laut Jawa).
- 2 Bagaimana pengaruh pengoperasian kapal pengolah ikan sebagai alat bantu peningkatan nilai jual ikan bagi nelayan.

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui ukuran, payload dan rute pengoperasian kapal pengolah ikan yang sesuai dengan hasil tangkapan nelayan di wilayah pengelolaan perikanan republik Indonesia 712 (Laut Jawa).
- 1 Untuk mengetahui pengaruh pengoperasian kapal pengolah ikan sebagai alat bantu peningkat nilai jual ikan bagi nelayan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari tugas akhir ini adalah mendukung program kementerian perikanan dan kelautan untuk melelang wilayah pengelolaan perikanan untuk meningkatkan pendapatan negara sektor bukan pajak dan memungkinkan peningkatan nilai jual ikan yang telah diolah ditengah laut serta meningkatkan pendapatan nelayan dari penjualan ditengah laut..

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah :

- Titik pengumpulan ikan nelayan disesuaikan dengan peta titik operasi tangkapan ikan, jumlah volume tangkapan ikan menggunakan angka dummy
- Penentuan kapal pengolah perikanan ini hanya pada penentuan rute dengan waktu pengolahan ikan serta permintaan (produktifitas tangkapan ikan/titik)
- Penentuan ukuran kapal berupa Lpp, B, T, H, BHP dan V p tidak meliputi desai konseptual kapal
- Bahasan dalam tugas akhir ini adalah Wilayah Pengeolalan Perikanan Republik Indonesia 712, Laut Jawa
- Penentuan alat pengolahan ikan dalam kapal dianggap seseuai dengan jenis tangkapan.

1.6 Hipotesa Awal

Dugaan awal saya dari Tugas Akhir ini adalah :

1. .Kapal pengolahan yang dibutuhkan di wilayah pengolahan perikanan adalah kapal dengan ukuran deadweight 1.790 ton , payload 1.628 ton, dengan jumlah 7 kapal pengolah.
2. Dengan adanya kapal pengolah ikan ini, nilai jual ikan nelayan memiliki kenaikan 100% dari nilai jual ikan sebelumnya.

1.7 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

LEMBAR JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK

ABSTRACT

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR GRAFIK

DAFTAR TABEL

BAB I PENDAHULUAN

Berisikan konsep penyusunan Tugas Akhir yang meliputi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, sistematika penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan teori teori yang mendukung dan relevan dengan penelitian. Teori tersebut dapat berupa penelitian penelitian yang telah dilakukan sebelumnya seperti Jurnal, Tugs Akhir, Tesis, dan Literatur yang relevan dengan topic penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisikan langkah-langkah atau kegiatan dalam pelaksanaan Tugas akhir yang mencerminkan alur berfikir dari awal pembuatan tugas akhir sampai selesai. Dalam bab ini juga dibahas mengenai pengumpulan data-data yang menunjang Tugas Akhir seperti data primer dan sekunder.

BAB IV GAMBARAN UMUM

Berisikan penjelasan umum wilayah yang diteliti baik dari segi letak geografis wilayah, jumlah nelayan, jumlah tangkapan, alat penangkapan ikan, lama penangkapan ikan, alat penyimpanan ikan di kapal, daerah tangkapan ikan, serta sistem pengolahan ikan.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang analisis ukuran, payload dan pola operasi kapal pengolah ikan, analisis pengoperasiannya dan analisis kelayakan finansialnya.

BAB VI KESIMPULAN

Berisikan hasil analisis dan evaluasi yang didapat dan saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut yang berkaitan dengan materi yang terdapat dalam tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

Halaman Sengaja Dikosongkan

BAB II.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 LANDASAN TEORI

2.1.1 Kapal Induk Perikanan (Mother Vessel)

Berdasarkan Klasifikasi Standar International Kapal Perikanan-FAO, kapal induk perikanan termasuk dalam kategori non *fishing vessel*. Kapal induk ini terbagi kedalam beberapa jenis, diantaranya :

1. Kapal Induk Ikan Asin (*Salted fish motherships*)
2. Kapal Induk Pabrik (*Factory motherships*)
3. Kapal Induk Ikan Tuna (*Tuna motherships*)
4. Kapal Induk Dua Kapal (*Motherships for two boat*)
5. Kapa Induk *Purse Seine*

Factory ship juga dikenal sebagai kapal yang pengolah ikan. Kapal pengolah ikan ini pada umumnya memiliki fasilitas *on board* untuk pengolahan dan penanganan ikan dari hasil tangkapan. Kapal pengolah ikan ini dikenal juga sebagai kapal induk karena ukuran yang besar dan fungsinya yang dapat menyimpan serta mengolah ikan.

Jenis *Factory Ship* ini antara lain:

1. Kapal Induk Jaring (*Factory Stern Trawler*)
2. Kapal Induk Pendingin (*Freezer trawler*)
3. Kapal Induk Jaring Bawah (*Factory bottom longliner*)
4. Kapal Induk *Purse Seiner*

2.1.1.1 Kapal Induk Pabrik Jaring (Factory Stern Trawler)

Kapal *Stern Trawler* ini mempunyai fasilitas tambahan pengolahan ikan *on board* di bagian belakang kapal dan dapat berlayar maupun menetap di laut dalam waktu yang cukup lama. Kapal ini menangkap ikan menggunakan jaring pukat ikan dan mengangkat hasil tangkapan berupa ikan demersal (laut dalam), mata besar (laut menengah). Nissin Maru MV termasuk jenis kapal *stern Trawler*.



Gambar II-1 MV Nissin Maru
(Sumber : FAO Organization)



Gambar II-2 Kapal Factory Stern Trawler
(Sumber : FAO Organization)

2.1.1.2 Kapal Induk Pendingin (Freezer Trawler)

Kapal *freezer trawler* dalam prosesnya, sepenuhnya menangkap ikan sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Kapal pengolah ini juga bisa melaut hingga enam minggu pada satu kali berlayar dengan awak lebih dari 35 orang. Proses pengolahan

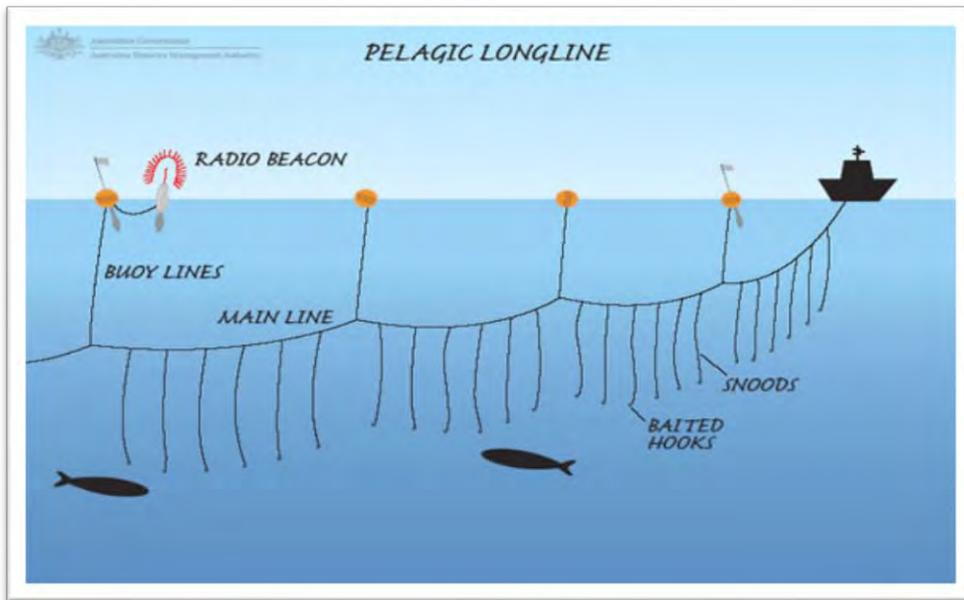
ikan juga terjadi di atas kapal. Ikan yang ditangkap langsung diolah menjadi *fillet* tidak lama setelah ikan ditangkap.



Gambar II-3 Kapal Freezer Trawler
(Sumber : FAO Organization)

2.1.1.3 Kapal Induk Jaring Bawah (Factory Bottom Longliner)

Kapal ini menggunakan pengait yang digantung di sepanjang long line. Pada saat beroperasi, ikan yang ditangkap dapat berjumlah besar karena dilakukan hampir selama 24 jam operasi. Kapal ini dapat berlayar selama enam minggu pada satu kali berlayar. Kapal ini juga mempunyai fasilitas pengolah ikan menjadi fillets, kemudian dibekukan didalam kemasan dan langsung siap dipasarkan begitu sandar.



Gambar II-4 Operasi Kapal Loing Line
(Sumber : FAO Organization)

2.1.1.4 Kapal Induk Purse Seiner

Kapal *purse seiner* adalah kapal penangkap ikan dengan metode tradisional, dimana pada umumnya menangkap ikan tuna dan jenis ikan lainnya. Sebagian besar kapal purse seiner ini memiliki tangki berisi air garam (air yang mengandung garam dan dibekukan). Setelah ikan ditangkap kemudian dimasukkan kedalam tangki tersebut. Pelayaran dapat memakan waktu 20-70 hari tergantung proses pemancingan. Kapal ini tidak mempunyai fasilitas pengolah sehingga terjadi proses pemindahan ikan di tengah laut dengan kapal pengangkut ikan lainnya atau juga dibongkar langsung di pabrik.

2.1.2 Biaya Transportasi Laut

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*)

2.1.2.1 Biaya Modal (Capital Cost)

Biaya modal adalah harga kapal ketika dibeli atau dibangun. 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. Nilai biaya modal secara kasar dapat dihitung dari pembagian biaya investasi dengan perkiraan umur ekonomis kapal.

2.1.2.2 Biaya Operasional (Operational Cost)

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

$$OC = M + ST + MN + I + AD \quad (2.28)$$

Keterangan:

$OC = operation\ cost$

$M = manning\ cost$

$ST = store\ cost$

$I = insurance\ cost$

$AD = administration\ cost$

1. *Manning cost*

Manning cost (crew cost) adalah biaya-biaya langsung maupun tidak langsung untuk anak buah kapal termasuk di dalamnya adalah gaji pokok dan tunjangan, asuransi sosial, dan uang pensiun. Besarnya *crew cost* ditentukan

oleh jumlah dan struktur pembagian kerja yang tergantung pada ukuran teknis kapal. Struktur kerja pada sebuah biasanya dibagi menjadi 3 departemen, yaitu *deck departemen*, *engine departemen*, dan *catering departemen*.

2. *Store, supplies and lubricating oils*

Jenis biaya ini dikategorikan menjadi 3 macam yaitu *marine stores* (cat, tali, besi), *engine room stores* (*spare part*, *lubricating oils*), dan *steward's stores* (bahan makanan).

3. *Maintenance and repair cost*

Maintenance and repair cost merupakan biaya perawatan dan perbaikan yang mencakup semua kebutuhan untuk mempertahankan kondisi kapal agar sesuai dengan standart kebijakan perusahaan maupun persyaratan badan klasifikasi. Nilai *maintenance and repair cost* ditentukan sebesar 16% dari biaya operasional (Stopford, 1997). Biaya ini dibagi menjadi 3 kategori, yaitu:

a) Survey klasifikasi

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

b) Perawatan rutin

Perawatan rutin meliputi perawatan mesin induk dan mesin bantu, cat, bangunan atas dan pengedokan untuk memelihara lambung dari pertumbuhan biota laut yang bisa mengurangi efisiensi operasi kapal. Biaya perawatan ini cenderung bertambah seiring dengan bertambahnya umur kapal.

c) Perbaikan

Biaya perbaikan muncul karena adanya kerusakan kapal secara tiba-tiba dan harus segera diperbaiki.

4. *Insurance cost*

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. Semakin tinggi resiko yang dibebankan, semakin tinggi pula premi asuransinya. Umur kapal juga mempengaruhi biaya premi asuransi, yaitu biaya premi asuransi akan dikenakan pada kapal yang umurnya lebih tua. Terdapat dua jenis asuransi yang dipakai perusahaan pelayaran terhadap kapalnya, yaitu hull and machinery insurance dan protection and indemnity insurance. Nilai asuransi kapal ditentukan sebesar 30% dari total biaya operasional kapal (Stopford, 1997).

5. Administrasi

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

2.1.2.3 Biaya pelayaran (voyage cost)

Biaya pelayaran adalah biaya-biaya variabel yang dikeluarkan kapal untuk kebutuhan selama pelayaran. Komponen biaya pelayaran adalah bahan bakar untuk mesin induk dan mesin bantu, biaya pelabuhan, biaya pandu dan tunda. Rumus untuk biaya pelayaran adalah:

$$VC = FC + PC \quad (2.29)$$

Keterangan:

VC = *voyage cost*

PC = *port cost*

FC = *fuel cost*

1. *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 dan berat muatan, GRT dan NRT kapal. *Service charge* meliputi jasa yang dipakai kapal selama dipelabuhan, yaitu jasa pandu dan tunda, jasa labuh, dan jasa tambat.

2. *Fuel cost*

Konsumsi bahan bakar kapal tergantung dari beberapa variabel seperti ukuran, bentuk dan kondisi lambung, pelayaran bermuatan atau ballast, kecepatan, cuaca, jenis dan kapasitas mesin induk dan motor bantu, jenis dan kualitas bahan bakar. Biaya bahan bakar tergantung pada konsumsi harian bahan bakar selama berlayar di laut dan di pelabuhan dan harga bahan bakar. Terdapat tiga jenis bahan bakar yang dipakai, yaitu HSD, MDO, dan MFO. Konsumsi bahan bakar dihitung dengan menggunakan rumus pendekatan yang diberikan oleh Parson (2003), yaitu:

$$WFO = SFR * MCR * range / speed * margin \quad (2.30)$$

Keterangan:

WFO = konsumsi bahan bakar/jam

SFR = *Specific Fuel Rate* (t/kWhr)

MCR = *Maximum Continuous Rating of main engine* (s) (kW)

2.1.2.4 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, batubara, 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. Muatan seperti minyak, bahan kimia, dan segala hal yang berbentuk cair yang ditransportasikan dengan menggunakan kapal tanker mempunyai proses bongkar muat yang sangat sederhana. Minyak atau zat cair

lainnya hanya perlu dipompa dari tangki penyimpanan di terminal ke kapal atau sebaliknya tanpa memerlukan bantuan buruh pelabuhan.

2.1.3 Permasalahan Rute Kendaraan (*Vehicle Routing Problem*)

Vehicle routing problem (VRP) adalah masalah optimalisasi perutean kendaraan yang menitikberatkan pada pendistribusian produk dari sebuah depot ke sejumlah pelanggan pada titik tujuan terpisah dengan sejumlah kendaraan. Pada dunia nyata sering sekali permasalahan vehicle routing problem bertemu dengan halangan berupa kemacetan. Kemacetan tersebut dapat mempengaruhi waktu tempuh total perjalanan yang diperlukan oleh kendaraan, sehingga menyebabkan biaya yang dikeluarkan perusahaan semakin bertambah. (Jati, Bayu, Ema. 2011)

Vehicle routing problem merupakan permasalahan optimasi penentuan rute dengan keterbatasan kapasitas kendaraan. Pada permasalahan ini, ada sebuah depot awal dan sejumlah n tempat untuk dikunjungi dengan demand yang dapat berbeda-beda. Sebuah kendaraan diharapkan untuk memenuhi permintaan setiap tempat tersebut dari depot. Perjalanan kendaraan berawal dan berakhir dari dan ke depot awal. Ada sejumlah tempat yang semuanya harus dikunjungi dan dipenuhi permintaannya tepat satu kali. Jika kapasitas kendaraan sudah terpakai dan tidak dapat melayani tempat berikutnya, kendaraan dapat ke depot untuk memenuhi kapasitas kendaraan dan dapat melayani tempat berikutnya. Tujuan dari permasalahan ini adalah meminimumkan total jarak yang ditempuh kendaraan dengan mengatur urutan tempat yang harus dikunjungi beserta kapan kembalinya kendaraan untuk mengisi kapasitasnya lagi. (khomarudin, 2014)

Permasalahan distribusi melibatkan beberapa pertimbangan utama, sebagaimana disebutkan oleh Bodin (1983). Pertimbangan tersebut meliputi rute kendaraan, armada kendaraan, sampai pada penjadwalan kendaraan. Permasalahan ini kemudian menjadi permasalahan vehicle routing problem (VRP). VRP mempunyai beberapa jenis tujuan yang terkait dengan minimasi ongkos distribusi. Fungsi tujuan tersebut antara lain minimas jumlah kendaraan, waktu tempuh kendaraan jarak tempuh kendaraan, dan tujuan lainnya sesuai dengan karakteristik permasalahan

Braysy (2011) menyatakan bahwa permasalahan VRP dapat didefinisikan sebagai permasalahan mencari rute dengan ongkos minimal dari suatu depo ke pelanggan

yang letaknya tersebar dengan jumlah permintaan yang berbeda-beda. Rute dibuat sedemikian rupa sehingga setiap pelanggan dikunjungi hanya satu rute, dan permintaan total dari seluruh pelanggan dalam satu rute tidak melebihi kapasitas kendaraan yang melayani rute tersebut.

Salah satu macam VRP adalah vehicle routing problem with multiple trips and time windows (VRPMTTW). Permasalahan VRPMTTM ini telah dibahas oleh banyak peneliti seperti Brandao dan Mercer (1997), Tung dan Pinnoi (2000), Suprayogi (2003), Suprayogi (2007).

2.1.4 Optimasi Linear (*Linear Programing*)

Linear programing adalah metode untuk mencapai hasil terbaik (seperti keuntungan maksimal atau biaya terendah) dalam model matematika yang persyaratan diwakili oleh hubungan linear. Linear programing adalah kasus khusus dari program matematika (optimasi matematika).

Secara umum, linear programing adalah teknik untuk mengoptimasi dari linear fungsi tujuan untuk mengoptimasi, sesuai kesetaraan linear dan ketidaksetaraan linear. Ini dasar yang merupakan satu bentuk pendefinisian. (Wikipedia.2015)

Linear programming merupakan suatu model umum yang dapat digunakan dalam pemecahan masalah pengalokasian sumber-sumber yang terbatas secara optimal. Model yang digunakan dalam memecahkan masalah alokasi sumberdaya perusahaan adalah model matematis. Semua fungsi matematis yang disajikan dalam model haruslah dalam bentuk fungsi linear.

Model liner programming merupakan bentuk dan susunan dalam menyajikan masalah masalah yang akan di pecahkan dengan teknik linear programming. Dalam model linear programming dikenal 2 macam “fungsi” yaitu fungsi tujuan (objective function) dan fungsi batasan (constraint function). Fungsi tujuan adalah fungsi yang menggambarkan tujuan/sasaran didalam permasalahan linear programming yang berkaitan dengan pengaturan secara optimal sumberdaya-sumberdaya, untuk memperoleh keuntungan maksimal atau biaya minimal. Nilai yang akan dioptimalkan dinyatakan sebagai Z. Fungsi batasan merupakan bentuk penyajian

secara matematis batasan-batasan kapasitas yang tersedia yang akan dialokasikan secara optimal ke berbagai kegiatan.

Model matematis dalam linear programming :

Fungsi tujuan :

$$Z \text{ maks/ min} = C(1,1)x X(1,1) + C(1,2)x X(1,2) + \dots + C(n,n)x X(n,n)$$

Variabel keputusan

$$A(1,1)x X(1) + \dots + A(m,n)x X(n) \leq b_1$$

$$A(2,1)x X(1) + \dots + A(m,n)x X(n) \leq b_2$$

$$A(m,1)x X(1) + \dots + A(m,n)x X(n) \leq b_m$$

Batasan

$$X(1) + X(2) + \dots + X(n) \geq 0$$

Asumsi dasar linear programming terdiri dari proporsionalitas, additivitas, divisibilitas dan deterministik (certainty). Proporsionalitas dimana nilai turunya nilai Z dan penggunaan sumber atau fasilitas yang tersedia akan berubah secara sebanding (proporsional) dengan perubahan tingkat kegiatan. Additivitas dimana nilai tujuan tiap kegiatan saling mempengaruhi, atau kenaikan dari nilai tujuan (Z) yang diakibatkan oleh kenaikan sesuatu kegiatan dapat ditambahkan tanpa mempengaruhi bagian nilai Z yang diperoleh dari kegiatan lain. Divisibilitas ialah kondisi keluaran (output) yang dihasilkan oleh setiap kegiatan dapat berupa bilangan pecahan, demikian pula nilai Z yang dihasilkan. Deterministik ialah semua parameter yang terdapat dalam model linear programming (a,b,c) dapat diperkirakan dengan pasti, meskipun jarang dengan tepat.

2.1.5 Regresi

Regresi diperkenalkan oleh Francis Galton dalam makalah (*family in Stature*, *Proceedings of Royal Society*, London, Vol. 40, 1886), yang mengemukakan bahwa meskipun ada kecenderungan bagi orang tua yang tinggi mempunyai anak-

anak yang tinggi dan bagi orang tua yang tinggi mempunyai anak-anak yang pendek, distribusi tinggi suatu populasi tidak berubah secara mencolok (besar) dari generasi ke generasi.

Pembahasannya bahwa ada kecenderungan (tren) bagi rata-rata tinggi anak-anak dengan orang tua yang mempunyai tinggi tertentu untuk bergerak atau mundur (regress) ke arah tinggi rata-rata seluruh populasi. Hukum regresi semesta (*law of universal regression*) dari Galton diperkuat oleh Karl Pearson (Bionetrika, Vol.2, 1903), yang menyimpulkan lebih dari seribu data tinggi anggota kelompok keluarga. Pearson mengumpulkan bahwa rata-rata tinggi anak laki-laki kelompok ayah yang tinggi kurang dari tinggi ayah mereka dan rata-rata tinggi anak-anak laki-laki kelompok ayah pendek lebih besar dari tinggi ayah mereka. Mundurnya (*regressing*) anak laki-laki yang tinggi maupun yang pendek serupa ke arah rata-rata tinggi semua laki-laki.

Analisis regresi berkenaan dengan studi ketergantungan satu variable yaitu variable tidak bebas atau variable tergantung (*depend variable* atau variable respons pada satu atau lebih variable lain yaitu variable yang menjelaskan (*explanatory variables*) atau variable predictor dengan maksud menaksir atau meramalkan nilai rata-rata hitung (*mean*) atau rata-rata (populasi) variable tak bebas, dipandang dari segi yang diketahui atau tetap (*constant*).

Iriawan (2006:199) mencatat bahwa analisis regresi sangat berguna dalam penelitian antara lain ;

1. Model regresi dapat digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara variable respond an variable prediktor
2. Model regresi dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh suatu atau beberapa variable prediktor terhadap variable respon
3. Model regresi berguna untuk memprediksi pengaruh suatu variable atau beberapa variable prediktor terhadap variable respon.

Kedua variable tersebut dihubungkan dalam bentuk persamaan matematika, secara umum bentuk persamaan regresi dinyatakan sebagai berikut :

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon$$

β_0 = intersep (konstanta)

β_1, \dots, β_k = parameter model regresi untuk x_1, \dots, x_k

ε = error (residual = jarak antara nilai sebenarnya dengan garis model taksiran)

Dengan fungsi taksiran persamaan :

$$\hat{y} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_k x_k$$

b_0 = taksiran dari B_0

b_1, \dots, b_k = taksiran dari B_1, \dots, B_k

$\varepsilon = 0$ (residual dianggap nol, nilai residual menjadi criteria model terbaik)

2.1.6 Lingo

Lingo merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi yang digunakan untuk menyelesaikan masalah optimisasi berskala besar (*large scale optimization*). Model program matematika yang dapat diselesaikan antara lain *Linear Programming* (LP), *Integer Programming* (IP), dan *Quadratic Programming* (QP), dan *Non Linear Programming* (NLP). Kemampuan Lingo yang cukup beragam dengan kemudahan dalam membentuk model Lingo populer di kalangan akademik. Kemampuan lingo untuk memecahkan masalah optimisasi tergantung dengan lisensi yang dimiliki. Jumlah variable, *constraints*, dan *solver* yang digunakan sangat tergantung dengan lisensi.

Pembuatan model matematika menggunakan bahasa Lingo dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu secara eksplisit dan menggunakan Lingo *modeling sets*. Untuk model yang berukuran kecil (jumlah variable dan pembatas sedikit) secara

eksplisit lebih cepat dan efisien. Akan tetapi semakin besar model semakin tidak efisien cara eksplisit, sehingga *modelling sets* lebih efisien dibandingkan dengan eksplisit

2.2 TINJAUAN

Dalam pengerjaan tugas akhir ini terdapat beberapa tinjauan pustaka yang dipakai sebagai referensi tambahan berupa jurnal, tugas akhir dan sumber pustaka lainnya, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Jurnal yang berjudul : *Fleet-Sizing for Multi-Depot and Periodic Vehicle Routing Problems Using a Modular Heuristic Algorithm* oleh Alireza Rahimi Vahed, Teodor Gabriel Crainic, Michel Gendreau, Walter Rei (Interuniversity Research Centre on Enterprise Network, Logistics and Transportation (CIRRELT), September 2012). Dalam jurnal ini dibahas tentang pengotimalan armada untuk *three vehicle routing problem, multi-depot VRP, periodic VRP dan multidepot periodic VRP*.
2. Thesis yang berjudul : *The Dynamic Vehicle Routing Problem* oleh Allan Larsen (Department of Mathematical Modelling (IMM) at The Technical University of Denmark (DTU), Juni 2001). Dalam Thesis dibahas tentang *dinamisnya vehicle routing problem* dalam perkembangan kondisi saat ini dengan menggunakan *perhitungan matematis*.
3. Jurnal yang berjudul *A New Meta-Heuristic Approach to The Fleet Size and Mix Vehicle Routing Problem* oleh Anthony Fu-Wha Han, Yuh-Jen Cho (Engineering and Management National Chaio Tung University Taiwan, September 1999). Dalam jurnal ini dibahas mengenai jumlah armada dan *penggabungan vehicle routing problem (FSMVRP)* yang digunakan untuk mengoptimal armada yang dibutuhkan.
4. Jurnal yang berjudul *Activity-Based Costing For Vehicle Routing Problem* oleh A.J. Moolman, K.Koen, dan J.v.d. Westhuizen (Department of Industrial Engineering at Unveristy of Pretoria, South Africa, November 2010). Dalam jurnal ini dibahas mengenai *Acitivity-based costing (ABC), Vehicle routing problem* untuk menentukan jumlah armada yang melayani konsumen secara efektif.

5. Jurnal yang berjudul *Aplikasi Multi-Level Heuristik dan Fixed Threshold pada Variable Neighborhood Search untuk Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem* oleh Arif Imran (Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional Bandung, 2011). Dala jurnal ini membahas *Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem (HFVRP)* dengan menggunakan aplikasi *multi-level heuristic, fixed threshold and beberapa adaptasi pada variable neighborhood search (VNS)*.

Halaman Sengaja dikosongkan

BAB III.

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Pengumpulan Data

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

1. Pengumpulan data langsung (primer)

Pengumpulan data seperti ini dilakukan peneliti dengan dua cara yaitu :

- a. Wawancara langsung kepada nelayan, pengepul dan operator di pelabuhan perikanan Brondong. Karena studi yang dilakukan terkait dengan kondisi yang akan terus mengalami perhatian, maka data primer akan menjadi sangat penting peranannya dalam menentukan pola operasional dan ukuran kapal yang sesuai.
- b. Survey kondisi pelabuhan dan proses kegiatan kegiatan yang ada di pelabuhan seperti dermaga, fasilitas pelabuhan serta pola kedatangan nelayan serta pola operasional pelabuhan saat ini.

2. Pengumpulan data secara tidak langsung (skunder)

Pengumpulan data seperti ini dilakukan peneliti dengan mengambil data seperti jumlah nelayan, kapasitas kapal ikan, spesifikasi pelabuhan seperti luas dan layout pelabuhan, penjadualan kapal, alokasi waktu bongkar muat, tariff pelabuhan serta informasi yang relevan dengan penelitian.

3.2 Analisis Data

Prosedur pengolahan data dalam tugas akhir ini dilakukan dengan beberapa tahapan pengerjaan yaitu sebagai berikut :

a) Latar Belakang Permasalahan

Tahap ini merupakan awal lahirnya ide studi ini. Dimana pada tahap ini terdapat fakta-fakta dan permasalahannya. Dengan dibantu dasar teori yang dapat menyelesaikan permasalahan tersebut sehingga muncul inovasi.

b) Tahapan Analisis Market

Pada tahap ini dilakukan perencanaan ukuran, payload kapal yang disesuaikan dengan permintaan jumlah tangkapan ikan di wilayah pengelolaan perikanan 712. Untuk menentukan ukuran terlebih dahulu diketahui jumlah permintaan jumlah tangkapan ikan maksimal dari titik nelayan yang ada. Berdasarkan hasil tersebut jumlah tangkapan maksimal di titik tangkapan nelayan itu dijadikan sebagai payload kapal, kemudian payload tersebut dikalikan 110% untuk menjadi deadweight kapal pengolah ikan. Setelah diketahui payload dan deadweight kapal barulah mencari data kapal pembanding untuk menentukan ukuran Lpp, B, T, H, BHP dan V p kapal dengan menggunakan analisa regresi.

c) Tahap Optimasi

Pada tahap ini dilakukan analisis mengenai penentuan titik alur pelayaran kapal pengolah ikan, lama-bongkar muat dengan cara pengolahan ikan tersebut. Yang terpenting pada tahap ini adalah tentang bagaimana mengolah ikan tersebut lebih cepat dan dengan biaya minimum. Berdasarkan analisis payload yang digunakan adalah kebutuhan atau permintaan jumlah tangkapan ikan per minggu. Oleh karena itu hasil optimasi ini adalah untuk mengetahui kecepatan rute dengan biaya minimum tersebut. Sehingga hasil dari pada tahapan ini adalah penentuan operasi kapal serta kebutuhan kapal untuk memenuhi permintaan jumlah tangkapan ikan tiap minggu.

d) Tahap Analisis

Pada tahap ini dilakukan uji untuk menganalisis nilai jual ikan dan pengoperasian kapal yang optimum untuk wilayah pengelolaan perikanan 712. Yang mana analisis ini ditentukan dengan nilai jual ikan (unit cost ikan atau harga jual ikan) dengan total biaya untuk pengoperasian kapal pengolah. Untuk itu dalam analisis ini dibuat 2 skenario pengoperasian kapal pengolah dimana untuk :

1. Skenarion 1 digunakan 7 kapal untuk 7 rute yang ada
2. Skenario 2 digunakan 13 kapal untuk 7 rute yang ada

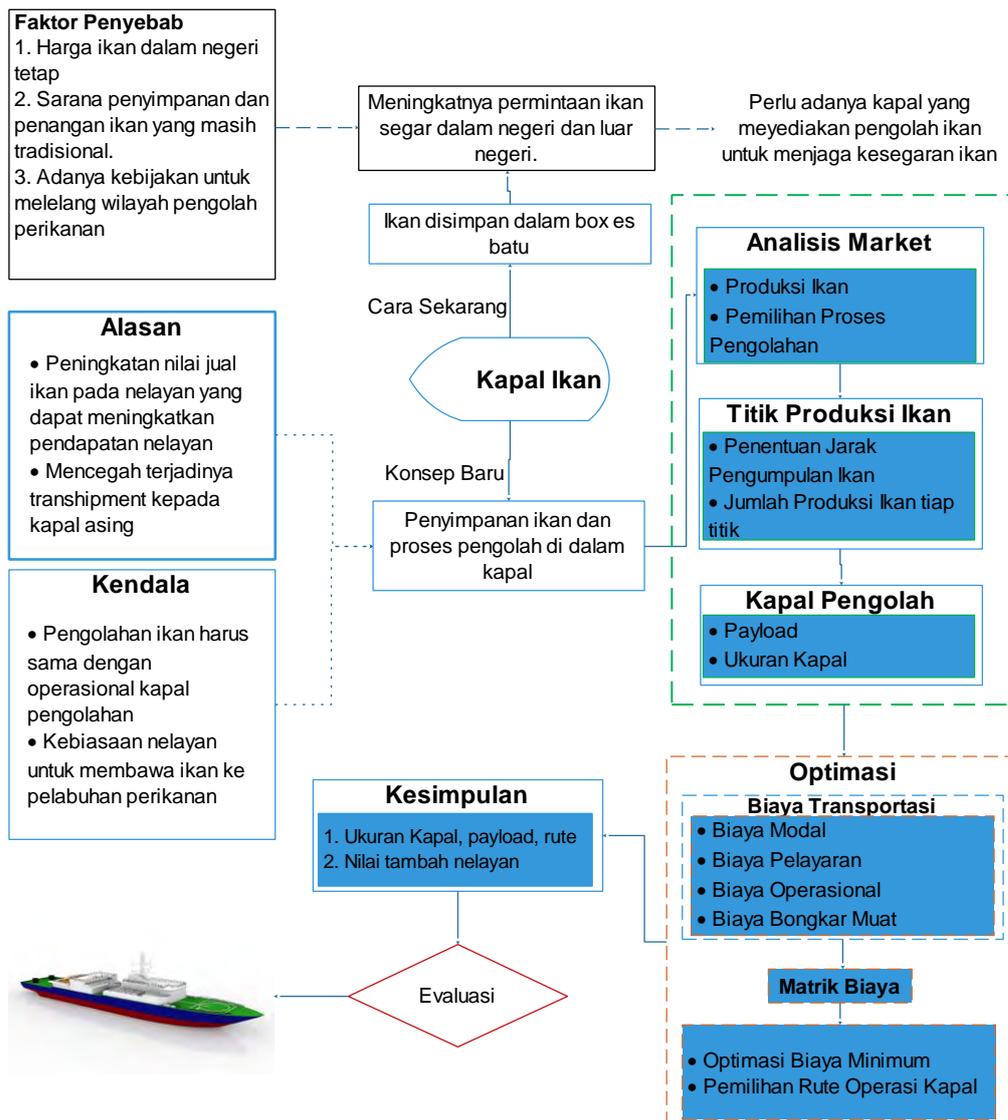
Dari kedua skenario ini akan dibandingkan dengan nilai jual ikan nelayan saat ini.

e) Kesimpulan

Dilihat dari tahapan-tahapan di atas maka kesimpulan kesimpulan ukuran kapal pengolah ikan, serta nilai tambah dengan ada kapal pengolah bagi nelayan

3.3 Diagram Alur Berfikir

Sebagai acuan pengerjaan dalam penelitian tugas akhir ini, diperlukan adanya kerangka diagram alir (*flowchart*) kinerja yang jelas agar proses penelitian tugas akhir ini bisa berjalan lancar sseperti berikut :



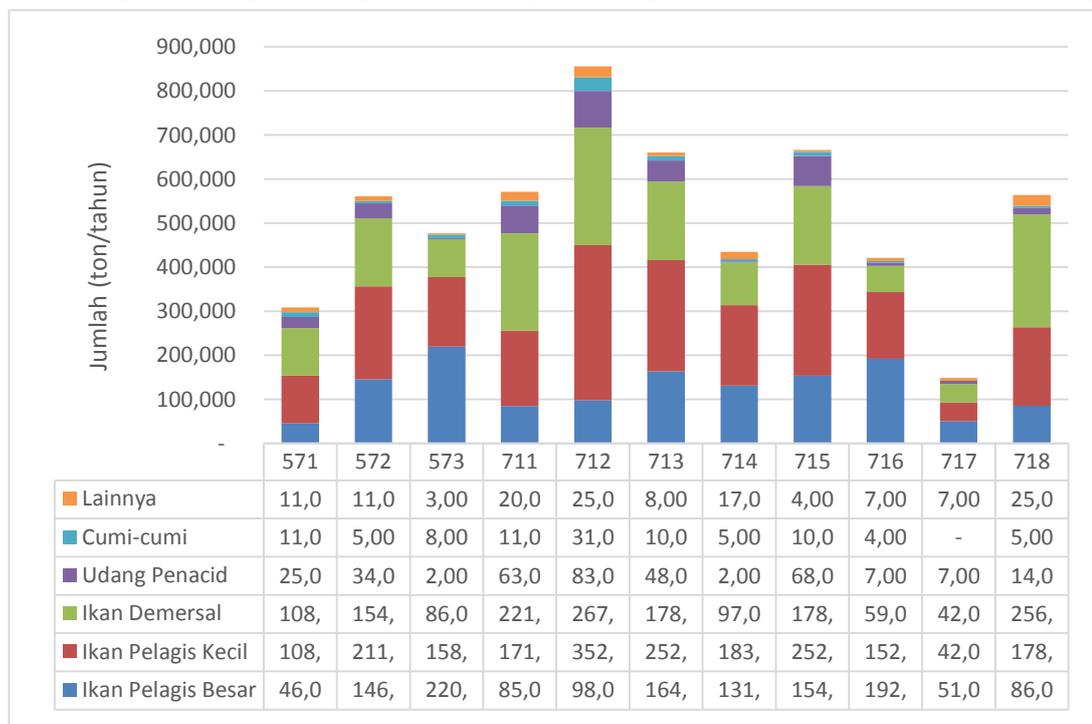
Gambar III-1 Diagram Alir Berfikir

BAB IV. GAMBARAN UMUM

4.1 Wilayah Pengelolaan Perikanan

Sesuai dengan undang undang No. 31/2004 yang disempurnakan oleh Undang Undang No. 45/2009 tentang Perikanan, wilayah pengelolaan perikanan republic Indonesia untuk penangkapan ikan, dan atau pembudidayaan ikan meliputi 3 (tiga) karakteristik perairan yaitu (1) perairan Indonesia ; (2) Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia; dan (3) sungai, danau, waduk rawa dan genangan air lainnya yang dapat diusahakan serta lahan pembudidayaan ikan yang potensial di wilayah republik Indonesia. Dalam konteks ini, satuan wilayah pengelolaan perikanan diatur melalui Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No.1 tahun 2009 tentang Wilayah Pengelolaan Perikanan.

Secara umum, kondisi habitat di 11 Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) seluruh Indonesia menunjukkan kategori sedang dengan total skor 213. Wilayah pengelolaan perikanan bagian barat dan tengah Indonesia menunjukkan kondisi buruk sampai sedang, sedangkan di wilayah memperlihatkan kondisi buruk, sedangkan



Grafik IV-1 Kondisi Jumlah Tangkapan Indonesia
(Sumber : Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2010)

WPP lainnya di bagian barat Indonesia masuk dalam kategori sedang. Sebagian besar wilayah perairan Indonesia bagian timur dalam kategori baik . Secara jelas, kondisi masing-masing WPP dapat dijelaskan sebagai berikut.

Dalam grafik VI.1 di atas produksi terbesar berada di wilayah pengelolaan perikanan 712 dengan jumlah tangkapan ikan pelagis besar adalah 98.000 ton, jumlah tangkapan ikan pelagis kecil adalah 352.000 ton, jumlah ikan demersal adalah 267.000 ton, jumlah udang penacid adalah 83.000 ton, jumlah cumi-cumi adalah 31.000 ton dan jumlah hasil lain-lainya adalah 25.000 ton.

4.1.1 Wilayah Pengelolaan Perikanan 712

WPP 712 mencakup area di sekitar Laut Jawa dan meliputi 8 provinsi. Kedelapan provinsi tersebut adalah Lampung, Banten, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur, Kalimantan Tengah dan Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan. Kondisi habitat di WPP 712 tergolong baik dan beraneka ragam. Dalam jumlah produktivitas tangkapan ikan pun relative tinggi dibandingkan dengan 10 wilayah pengelolaan perikanan lainnya.

Dengan jumlah tangkapan ikan paling tinggi ini, seharusnya wilayah pengelolaan perikanan 712 dapat menghasilkan pendapatan terbesar untuk Negara Indonesia. Dinamika ekonomi yang relative tinggi di Indonesia membuat produktivitas tangkapan ikan kurang dari harapan sehingga berdampak pada kesejahteraan nelayan.

Jumlah tangkapan ikan terbesar yang terdiri dari pelagis kecil dan besar merupakan peluang yang harusnya bias dimanfaatkan dengan baik oleh pemerintahan untuk meningkatkan pendapatan Negara dengan mengelola hasil ikan tangkapan dengan cepat dan kualitas terbaik. Dalam beberapa tahun jumlah tangkapan akan meningkat hal ini terlihat dalam grafik dibawah ini :



Grafik IV-2 Jumlah Tangkapan Ikan Pelagis Kecil 2015-2025
(Sumber : Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2010)

Berdasarkan peramalan jumlah tangkapan ikan pelagis dari grafik diatas, bahwa pada tahun 2015 diperkirakan jumlah tangkapan ikan nelayan adalah 388.636 ton kemudian pada tahun 2016 meningkat 2% menjadi 396.409 ton. Pada tahun 2017 jumlah tangkapan ikan nelayan adalah 404.337 ton, tahun 2018 jumlah tangkapan ikan pelagis 412.424 ton, tahun 2019 jumlah tangkapan ikan pelagis adalah 420.673 ton, tahun 2020 jumlah tangkapan ikan pelagis adalah 429.086 ton, tahun 2021 jumlah tangkapan ikan pelagis adalah 437.668 ton, tahun 2022 jumlah tangkapan ikan pelagis adalah 446.421 ton, tahun 2023 jumlah tangkapan ikan pelagis adalah 455.350 ton, tahun 2024 jumlah tangkapan ikan pelagis adalah 464.457 ton dan pada tahun 2025 jumlah tangkapan ikan adalah 473.746 ton. Hasil dari peramalan produktivitas jumlah tangkapan ikan nelayan rata-rata per tahun adalah 434.057 ton. Yang mana produktifitas tangkapan ikan pelagis per minggu adalah 7.333 ton/minggu. Dimana ringkasan peramalan seperti pada tabel IV-1.

Produktivitas ikan dipengaruhi oleh titik operasi ikan. Berdasarkan data dari Kementerian Kelautan dan Perikanan di wilayah pengelolaan perikanan 712 dipilih 8 titik terjauh pencarian ikan dengan jumlah tangkapan terbesar. Menurut hasil tersebut diperoleh titik dan jumlah produktifitas tangkapan ikan seperti dibawah ini :



Sumber : Kementerian Kelautan dan Perikanan RI

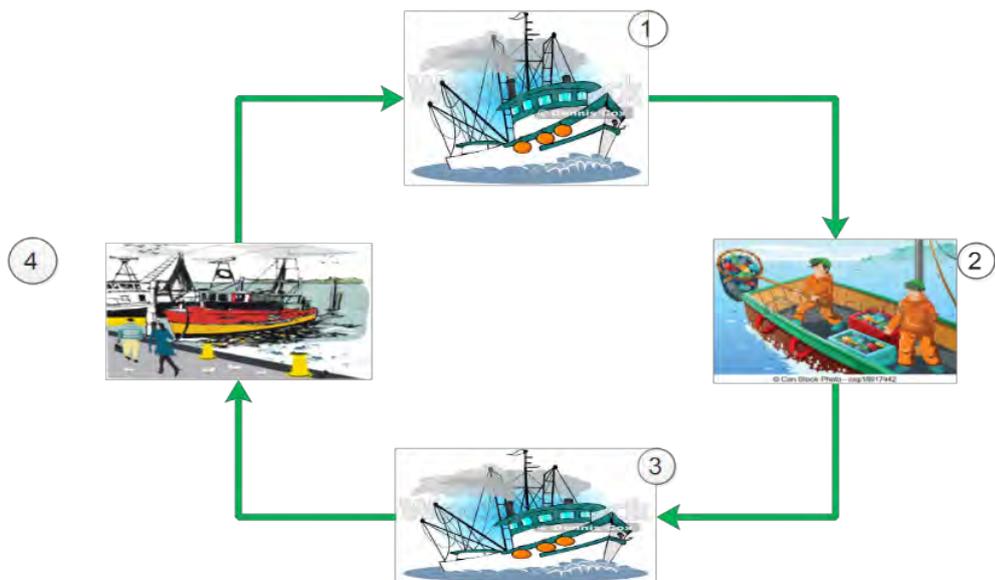
Gambar IV-1 Titik Tangkapan Ikan Dan Volume Tangkapan
(Sumber : Peneliti, 2015)

Titik tangkapan ikan di 712 dengan nilai total 7.,333 ton/minggu. Namun dalam keadaan tidak tentu jumlah produktifitas akan berkurang ataupun bertambah oleh karena itu untuk mengoptimalkan operasi kapal dan penentuan ukuran kapal maka yang digunakan permintaan 7.333 ton/minggu sebagai permintaan tetap setiap minggu dalam tugas akhir ini. Letak produktifitas tangkapan ikan dibagi menjadi 8 titik dimana untuk titik nelayan 1 memiliki produktifitas 880 ton/minggu, titik nelayan 2 memiliki produktifitas 1.027 ton/minggu, titik nelayan 3 memiliki produktifitas 1.100 ton/minggu, titik nelayan 4 memiliki produktifitas 660 ton/minggu, titik nelayan 5 memiliki produktifitas 587 ton/minggu, titik nelayan 6 memiliki produktifitas 1.320 ton/minggu, titik nelayan 7 memiliki produktifitas 660 ton/minggu, dan titik nelayan 8 memiliki produktifitas 1.100 ton/minggu.

4.1.2 Keadaan Nelayan

Untuk mendapatkan ikan di laut nelayan di Indonesia menggunakan alat tangkapan berupa jaring dan lampu. Lampu digunakan untuk memancing ikan datang mendekati jaring tangkapan. Setelah ikan telah berkumpul di dalam area jaring baru ikan di angkut ke dalam deck kapal. Penyimpanan ikan di kapal pun di Indonesia bisa menggunakan cool box, box pendingin dan disimpan langsung didalam deck kapal.

Secara penanganan ikan di pelabuhan, ikan yang berada dalam penyimpanan dibawah ke daratan. Ikan yang telah dibeli dikirimkan dengan truk ataupun pick up. Ikan yang belum dibeli dijual di pelabuhan kepada para distributor ikan untuk dijual kembali ke kosumen atau pun ke industri pengolah ikan.(Gambar IV-2) Dalam diagram tersebut diketahui bahwa nelayan memiliki beberapa proses untuk mendapatkan ikan.



Gambar IV-2 Diagram Alir Pencarian Ikan oleh Nelayan
(Sumber : Peneliti, 2015)

4.2 Pelabuhan Gresik

Pelabuhan yang terletak pada posisi 112 39'30.60" garis Bujur Timur dan 7 9' 27.40" garis lintang selatan, tepatnya pada Selat Madura atau sebelah utara Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya.



Gambar IV-3 Pelabuhan Gresik
(Sumber : Gitet 500 KV Gresik, 2015)

Dengan mempertimbangkan kondisi fisik lokasi pelabuhan dan sekitarnya serta permasalahan kota yang ada saat ini, khususnya masalah pengembangan transportasi dan kebutuhan layanan kota, maka ada 3 tiga (tiga) kawasan kepentingan pelabuhan yang direncanakan di Kota Gresik yaitu Pelabuhan Utama Gresik merupakan pelabuhan utama bagi arus barang dan penumpang, baik masuk maupun keluar ke Pelabuhan Gresik, Pelabuhan Nelayan Gresik merupakan pelabuhan utama bagi kegiatan nelayan, pelabuhan Gresik merupakan pelabuhan khusus yang penggunaannya terbatas untuk kepentingan industri tertentu seperti petrokimia, plywood dan semen.

Tugas akhir ini menjadikan Pelabuhan Gresik sebagai pelabuhan untuk penyebaran hasil olah ikan. Hal ini didasarkan oleh penjelasan pemerintah provinsi Jawa Timur yang berencana mengaktifkan jalur rel kereta api (KA) di Kota Gresik. Ini untuk mendukung kemudahan angkutan logistik dari Surabaya menuju Pelabuhan Gresik serta pusat industri. (Kereta Api-Info September.2015)

4.3 Kapal Pengolah Ikan Beku

Berdasarkan Undang Undang No. 31 Tahun 2004 Jo. Undang Undang No. 45:2009 Pengertian kapal pengolah ikan adalah kapal yang secara khusus dipergunakan untuk mengolah ikan hasil tangkapan, memuat, menampung, menyimpan, mendinginkan atau mengawetkan ikan hasil olahan. Sejumlah unit pembekuan konvensional dapat digunakan di laut dengan memodifikasi kapal tersebut. Pemodelasian proses pembekuan disesuaikan dengan peraturan negara dan persyaratan asuransi untuk kapal penangkapan ikan. Desain dan operasi dari pembekuan dan sistem pendinginan harus memperhitungkan gerakan kapal, getaran, korosi air laut dan penggunaan ekstra keras untuk kondisi yang dialami di laut. Faktor lain yang mempengaruhi pilihan jenis pembekuan adalah jenis dan berbagai jenis ikan yang akan dibekukan. Pembekuan harus mampu mengatasi dengan variasi ukuran ikan di perikanan di mana banyak sepsis yang berbeda sangat ditangkap.

Faktor lain yang harus diperhitungkan dengan jenis pembekuan adalah ukuran keseluruhan dan berat produk beku. Jika produk harus diangkat dan ditumpuk di tempat pendinginan kapal ikan, perawatan dan penangkutan harus memperhatikan dengan kemampuan fisik kru. Setelah beroperasi hasil ikan pembekuan 45-50 blok/kg atau sekitar 1060x520 mm.

Desain dan operasional pembekuan ikan yang digunakan di laut harus memiliki pengetahuan tentang pembekuan yang baik. Oleh karena itu pembekuan harus mudah untuk dimuat dan dibongkar. Pembekuan dengan troli harus memiliki pengaturan khusus untuk membuat crew aman selama berada di laut. Pembekuan harus dapat mempertahankan produk selama prosedur bongkar muat, kerusakan serius dapat terjadi dari blok beku ketika dicopot. (FAO,2015)



Gambar IV-4 Pengemasan Ikan Beku di dalam Palet
(Sumber : Seaboard 773 Freezer Pelagic Trawler, 2015)

BAB V. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Dalam perhitungan ini, pertama akan dilakukan penjelasan mengenai kapal pengolah ikan (*freezer process*), perhitungan biaya pelayaran, biaya operasional, perhitungan penentuan rute dengan biaya minimum menggunakan optimasi linear programming, perhitungan penentuan rute dengan biaya minimum menggunakan scenario kapasitas, perhitungan penentuan rute dengan biaya minimum menggunakan scenario perubahan kecepatan dan menghasilkan perbandingan, manakah opsi penentuan jumlah armada dengan biaya paling minimum dan pendapatan maksimum.

5.1 Penentuan Ukuran, Payload Kapal Pengolah

Untuk menentukan ukuran, payload dari kapal pengolah diperlukan permintaan pasar tentang volume ikan yang tersedia. Berdasarkan grafik 4.a diketahui bahwa produksi ikan rata-rata dari tahun 2016-2025 diperkirakan 7.333 ton/minggu. Dimana jumlah tersebut dihasilkan dari 8 titik tangkapan ikan di wilayah pengelolaan perikanan 712.

Melalui Gambar VI-1 tentang jumlah volume ikan yang dihasilkan di tiap titik dihasilkan di nelayan 1 memiliki volume 880 ton, nelayan 2 memiliki volume 1.027 ton, nelayan 3 memiliki volume 1.100 ton, nelayan 4 memiliki volume 660 ton, nelayan 5 memiliki volume 587 ton, nelayan 6 memiliki volume 1.320 ton, nelayan 7 memiliki volume 660 ton, dan nelayan 8 memiliki volume 1.100 ton. Dimana dengan demand tertinggi adalah 1.320 ton dan terendah adalah 587 ton. Penentuan ukuran dan payload ditentukan berdasarkan analisa regresi dan pemilihan demand terbesar. Demand terbesar dengan volume 1.320 ton dijadikan sebagai payload kapal. Sesuai perhitungan tugas merancang bahwa menentukan DWT kapal adalah $110\% \times 1.320$ payload, maka DWT kapal pengolah adalah 1.452 ton.

5.1.1 Penentuan Ukuran Kapal

Penyelesaian dengan analisa regresi dimana mencari data kapal pengolah ikan yang sesuai. Deadweight akan dihubungkan dengan Lpp (DWT-Lpp), breadth (DWT-B), draught (DWT-T), height (DWT-H), kecepatan proses (DWT-Vp), dan

daya mesin (DWT-BHP). Sesuai dengan perbandingan hubungan ini akan dihasilkan ukuran kapal pengolah.

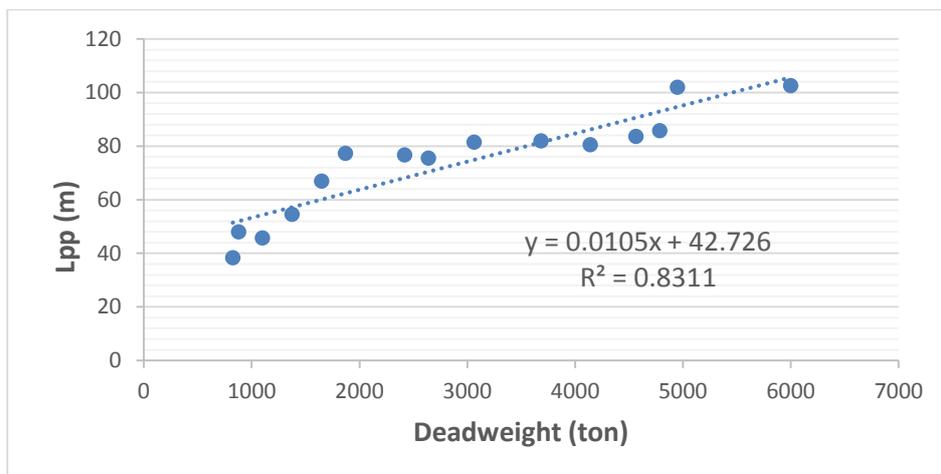
Tabel V-1 Data Kapal Pemanding

Kapal	Payload	Deadweight	Lpp	B	T	H	Main Engine	V Proses	Denga Maka de
1	4700	6000	102.6	20	7.6	12.85	8000	250	
2	1700	1870	77.3	14	6.8	10.35	6700	150	
3	1000	1100	45.8	12	6	10	6000	130	
4	4500	4950	102	18.5	7.45	11.56	7900	215	
5	800	880	48	10.6	5.5	9.78	5600	100	
6	1500	1650	67	13.9	6.3	10.12	6250	150	
7	2200	2420	76.8	17.8	6.78	10.33	6350	170	
8	2400	2640	75.5	18.2	6.7	10.43	6500	170	
9	2785	3064	81.5	18.75	6.85	10.5	6780	170	
10	3350	3685	82	19.65	7.2	11.45	7320	250	
11	1250	1375	54.6	13.4	6.3	10.45	6150	130	
12	750	825	38.4	9.8	5.6	9.54	5450	100	
13	4350	4785	85.8	23.5	7.56	12.45	7650	250	
14	3765	4142	80.5	20.65	7.26	11.87	7550	250	
15	4150	4565	83.7	22	7.45	12.8	7560	250	

(Sumber : wartsila,salelink,seaboats)

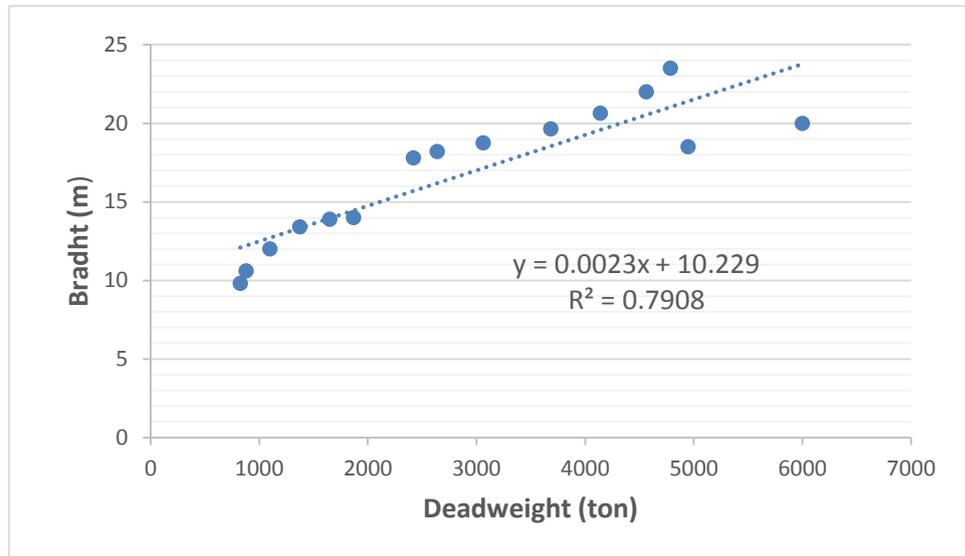
Data kapal pemanding ini diselesaikan dengan analisa regresi. Berdasarkan hasil analisa regresi didapatkan persamaan persamaan sebagai berikut:

5.1.2 Regresi Kapal Pemanding



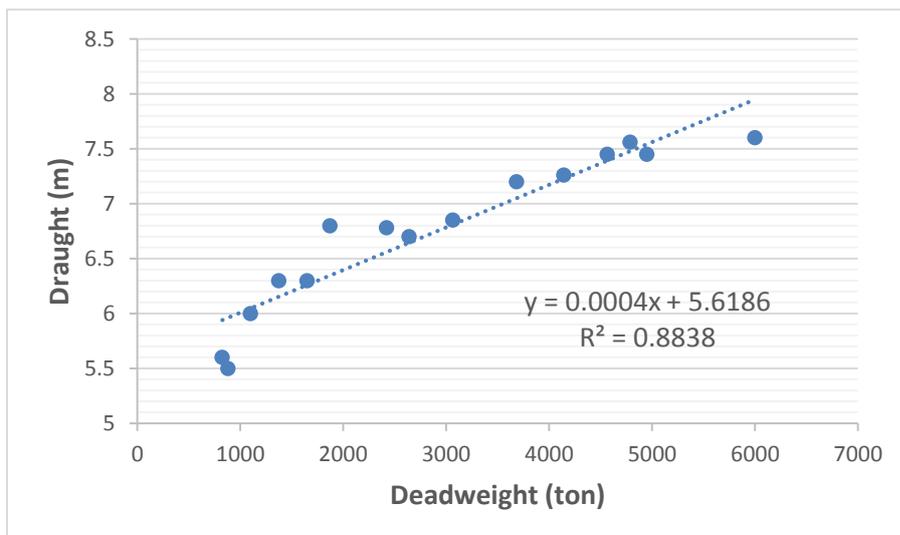
Grafik V-1 Hasil Regresi Deadweight dengan Lpp (DWT-Lpp)

Hasil dari persamaan regresi antara deadweight dengan Lpp adalah $y = 0.0105x + 42.726$ dengan $R = 0.8311$. Dengan penyelesaian nilai x adalah deadweight kapal pengolah ikan yaitu 1.452 ton, maka didapatkan ukuran Lpp kapal pengolah ikan adalah 57.97 meter.



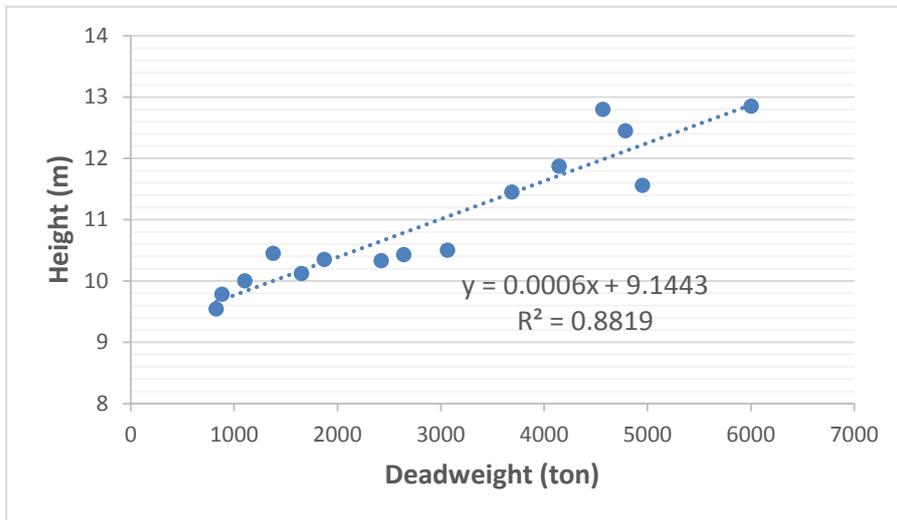
Grafik V-2 Hasil Regresi Deadweight dengan Breadth (DWT-B)

Hasil dari persamaan regresi antara deadweight dengan Breadth adalah $y = 0.0023x + 10.229$ dengan $R = 0.7908$. dengan penyelesaian nilai x adalah deadweight kapal pengolah ikan yaitu 1.452 ton, maka didapatkan ukuran B kapal pengolah ikan adalah 13.57 meter.



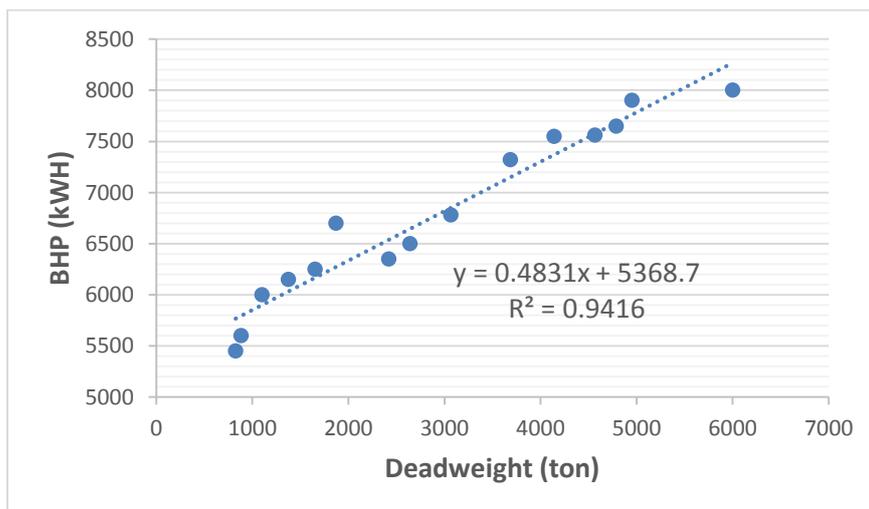
Grafik V-3 Hasil Regresi Deadweight dengan Draught (DWT-T)

Hasil dari persamaan regresi antara deadweight dengan Breadth adalah $y = 0.0004x + 5.6186$ dengan $R = 0.8838$. dengan penyelesaian nilai x adalah deadweight kapal pengolah ikan yaitu 1.452 ton, maka didapatkan ukuran T kapal pengolah ikan adalah 6.20 meter.



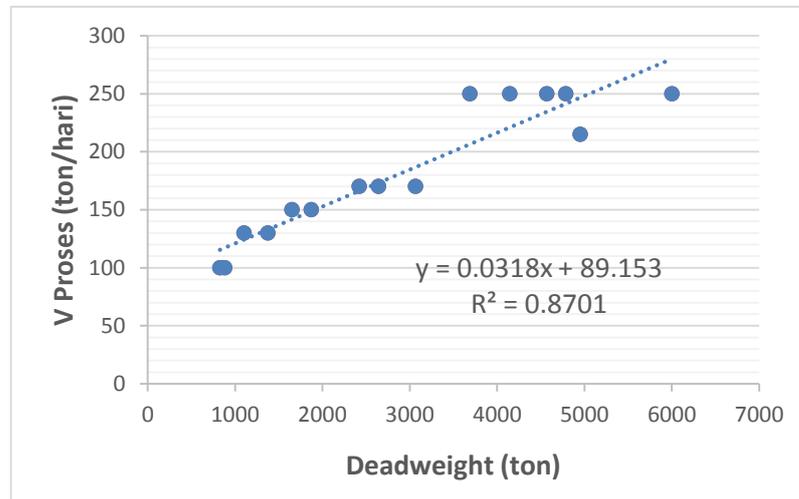
Grafik V-4 Hasil Regresi Deadweight dengan Height (DWT-H)

Hasil dari persamaan regresi antara deadweight dengan Breadth adalah $y = 0.0006x + 9.1443$ dengan $R = 0.8819$. dengan penyelesaian nilai x adalah deadweight kapal pengolah ikan yaitu 1.452 ton, maka didapatkan ukuran H kapal pengolah ikan adalah 10.02 meter.



Grafik V-5 Hasil Regresi Deadweight dengan Daya Mesin (DWT-BHP)

Hasil dari persamaan regresi antara deadweight dengan Breadth adalah $y = 0.4831x + 5268.7$ dengan $R = 0.9416$. dengan penyelesaian nilai x adalah deadweight kapal pengolah ikan yaitu 1.452 ton, maka didapatkan ukuran BHP kapal pengolah ikan adalah 6070 kW.



Grafik V-6 Hasil Regresi Deadweight dengan V proses (DWT-V p)

Hasil dari persamaan regresi antara deadweight dengan Breadth adalah $y = 0.0318x + 89.153$ dengan $R = 0.8701$. dengan penyelesaian nilai x adalah deadweight kapal pengolah ikan yaitu 1.452 ton, maka didapatkan ukuran V proses kapal pengolah ikan adalah 135 ton/hari.

Berdasarkan Grafik V-1 samapi V-6 dimana dihasilkan ukuran kapal pengolah ikan dengan deadweight 1790 ton, adalah

$$L_{pp} = 57.97 \text{ meter}$$

$$B = 13.57 \text{ meter}$$

$$T = 6.20 \text{ meter}$$

$$H = 10.02 \text{ meter}$$

$$\text{BHP} = 6.070 \text{ KW}$$

$$V_p = 135 \text{ ton/hari}$$

5.2 Kapal Pengolah (Freezer Process)

Kapal pengolah dengan proses freezer, dimana di kapal ikan akan diproses dengan dibekukan dan disimpan ke dalam ruang pendingin. Ikan di bekukan ke dalam palet palet atau box yang berbentuk balok. Jadi ikan dibekukan dan dibentuk balok balok yang kemudian di simpan. Proses pembekuan ini dipilih dalam tugas akhir ini dikarena sebagian besar kebutuhan ikan adalah ikan segar, dan kebutuhan terbesar di Indonesia adalah di Jawa dengan 52% kebutuhan ikan segar.

Kecepatan proses pembekuan									
Ton/jam	1	3	6	9	12	15	18	21	24
250	250.00	83.33	41.67	27.78	20.83	16.67	13.89	11.90	10.42
200	200.00	66.67	33.33	22.22	16.67	13.33	11.11	9.52	8.33
150	150.00	50.00	25.00	16.67	12.50	10.00	8.33	7.14	6.25
100	100.00	33.33	16.67	11.11	8.33	6.67	5.56	4.76	4.17
80	80.00	26.67	13.33	8.89	6.67	5.33	4.44	3.81	3.33
60	60.00	20.00	10.00	6.67	5.00	4.00	3.33	2.86	2.50
40	40.00	13.33	6.67	4.44	3.33	2.67	2.22	1.90	1.67
20	20.00	6.67	3.33	2.22	1.67	1.33	1.11	0.95	0.83
10	10.00	3.33	1.67	1.11	0.83	0.67	0.56	0.48	0.42
5	5.00	1.67	0.83	0.56	0.42	0.33	0.28	0.24	0.21
1	1.00	0.33	0.17	0.11	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04
0.5	0.50	0.17	0.08	0.06	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02

Gambar V-1 Diagram pengaturan kecepatan proses pembekuan
(Sumber : Peneliti, 2015)

Proses pembekuan ikan dapat mempertahankan kesegaran dengan lebih baik. Sesuai profil kapal (Gambar 4.5) bahwa kapal ini dapat mengolah dan memproses ikan dengan kapasitas 1.320 ton. Dimana alat proses *freezer* memiliki kecepatan maksimum 135 ton/hari sesuai hasil regresi.

Saat proses produksi atau pengolahan ikan di dalam kapal saat di laut. Kapal ini dapat mengatur kecepatan untuk proses sesuai (.Gambar V.1). Kapal ini membutuhkan 51 crew dalam sekali operasinya. Kemudian pembagian gaji per crew seperti (Gambar V.2)

Jabatan	Fleet Size Frezzer Fi	Gaji Per Jabatan
	780 GT	
Master/Captain	1	65,000,000
Chief Engineer	2	65,000,000
Chief Officer	3	40,000,000
Second Officer	4	32,000,000
Third Officer	4	29,000,000
Second Engineer	4	32,000,000
Third Engineer	3	29,000,000
Oiler	3	7,000,000
Chief Cook	3	12,000,000
Assistant Cook	4	9,000,000
Quarter Master	4	7,000,000
Electrician	4	12,000,000
Purser	4	9,000,000
Boatswain	3	12,000,000
Steward	5	7,000,000
Jumlah Crew	51	

Gambar V-2 Diagram Pembagian Gaji Crew
(Sumber : Peneliti, 2015)

5.3 Perhitungan Biaya Pelayaran (Voyage Calculation)

Untuk mencari biaya pelayaran kapal, dibutuhkan biaya bahan bakar. Biaya bahan bakar kapal diperoleh dari daya mesin kapal. Sesuai (Gambar 4.5) diketahui bahwa daya mesin kapal *freezer* adalah 6.070 kWh, bila kapal akan berlayar dengan kecepatan 12 mil/jam maka kebutuhan bahan bakar kapal, ada 2 yaitu HFO dan MDO kebutuhan dan biaya bahan bakarnya seperti (Tabel.5.1).

Tabel 5.1 Konsumsi Bahan Bakar dan Biaya
(Sumber : Tugas Merancang. Transportasi Laut-ITS,2015)

Persediaan Bahan Bakar		
HFO at sea (Mt/mil)	MDO at sea (Mt/mil)	MDO at sea (ton/hari)
1.53	0.50	2
Rp 3,671,618	Rp 2,167,750	Rp 8,671,000

Biaya pelayaran bukan hanya biaya bahan bakar namun juga biaya pelabuhan dan bongkar muat. Biaya pelabuhan yang dimaksudkan seperti biaya labuh kapal, biaya tambat, biaya pemanduan, biaya penundaan dan kepil darat. Biaya pelabuhan bisa dihitung dengan berapa kali di berada di pelabuhan. Untuk memperjelas biaya pelabuhan ada pada (Tabel 5.2).

Tabel V-2 Biaya Pelabuhan (*Port Cost*)
(Sumber : Pelabuhan Tanjung Perak,2013)

Kapal Pengolah Ikan = 2,963 GT

No	Jenis Jasa	Tarif (Rp)	Keterangan	Biaya
1	Jasa Labuh			
	-Kapal Niaga	73	per GT/kunjungan	109,641
	-Kapal Bukan Niaga	37	per GT/kunjungan	
2	Jasa Tambat			
	-Dermaga (Besi/Kayu)	68	per GT/etmal	201,502
3	Pemanduan			
	-Tarif Pokok	78400	per kapal/gerakan	156,800
	-Tarif Tambahan	22	per GT/kapal/gerakan	796,136
4	Penundaan			
	-Kapal 18.001 s.d 26.000 GT			
	-Tarif Tetap	1550000	per kapal yang ditunda/jam	4,650,000
	-Tarif Variabel	3	per GT/kapal yang ditunda/jam	26,669
5	Kepil Darat			
	-Pengepilan			
	-Dermaga LOA 101 m ke atas	285000	ikat/lepas per kapal	570,000
Total Biaya/Trip				6,510,748

5.4 Penentuan Rute Kapal

Tugas akhir ini memiliki tujuan untuk meminimumkan biaya pelayaran dengan menentukan rute kapal yang terbaik sesuai kapasitas dan jumlah permintaan yang ada di titik produktif nelayan di wilayah pengelolaan perikanan 712. Pengoptimasi rute pelayaran kapal pengolah ikan menggunakan prinsip permasalahan rute kendaraan yang biasa dikenal dengan *vehicle routing problem* (VRP).

Rumus matematis dalam vehicle routing problem ini adalah :

$$Z = \sum_{K=1}^n \sum_{i=0}^8 \sum_{j=1}^8 C_{ij} X_{ijk}$$

a. Setiap titik dikunjungi tepat satu kali oleh suatu kendaraan :

$$Z = \sum_{K=1}^n \sum_{i=0}^8 X_{ijk} = 1, \quad \forall i \in V$$

b. Total permintaan semua titik dalam satu rute tidak melebihi kapasitas kendaraan :

$$\sum_{i=0}^8 n_{di} \sum_{j=1}^8 X_{ijk} = 1.320, \quad \forall k \in K$$

c. Setiap rute berawal dari depot 0 :

$$\sum_{j=1}^8 X_{ijk} = 1, \quad \forall k \in K$$

d. Setiap kendaraan yang mengunjungi satu titik pasti akan meninggalkan titik tersebut :

$$\sum_{j=0}^8 X_{ijk} - \sum_{j=1}^8 X_{jik} = 0, \quad \forall k \in K$$

e. Setiap rute berakhir di depot 0 :

$$\sum_{j=1}^8 X_{i=0k} = 1, \quad \forall k \in K$$

f. Variabel X_{ijk} merupakan variable biner :

$$X_{ijk} \in \{0,1\}, \forall i, j \in V, \forall k \in K$$

Dimana :

Z = Fungsi tujuannya untuk meminimalkan biaya bahan bakar

C = Biaya yang diperlukan dari asal ke tujuan

i = Titik i adalah titik asal

j = Titik j adalah titik tujuan

K = Kapasitas kapal dengan permintaan

k = Kapasitas permintaan yang terpenuhi

X = variable tujuan

Kemudian nilai $X(i, j) \geq 1$ hal ini karena titik 1 adalah sebagai pusat pelayaran. Dalam *vehicle routing problem* tidak mungkin ada biaya ketika kapal tidak bergerak (tetap) maka nilai $X(i, j) | I(i=a)$ dan $I(j=a)$ maka $X(i, j) = 0$. Hal ini dapat dilihat dalam matriks biaya dan jarak pelayaran dimana $X(\text{gresik, gresik}) = 0$, $X(\text{nelayan 1, nelayan 1}) = 0, \dots, X(\text{nelayan 8, nelayan 8}) = 0$.

Vehicle routing problem dimana V kapasitas kapal harus $\geq Q$ Nelayan n , atau bisa ditulis $VCAP \geq Q(i)$. dalam penjelasan bahwa kapal bisa memuat $Q(i)$, permintaan $(i) \leq Q(k)$. Dengan begitu permintaan kota dalam dipenuhi, titik $Q(i)$ terdapat pada gambar.(4.2)

Kapasitas kapal akan mempengaruhi rute dalam meminimalan biaya pelayaran. Namun permintaan juga mempengaruhi ukuran minimum kapasitas kapal. Oleh karena itu, kedua hal ini harus saling diperhatikan. Untuk batasan dalam pengoptimalan biaya. $i =$ permintaan, $k =$ kapasitas kapal. *jika, Titik (i) | $i \neq k$ dan $(i = 1 \text{ atau } Q(i) + Q(k) \leq VCAP$ maka $x(i, j) = 1$ karena rute selalu kembali maka $jika \text{ Titik (j) | } j \neq k \text{ dan } (j = 1 \text{ atau } Q(j) + Q(k) \leq VCAP$ maka $x(k, j) = 1$. Untuk batasan pemenuhan permintaan bahwa Q permintaan $\geq U$ terangkut $\leq V$ kapasitas kapal.*

5.4.1 Perhitungan Menggunakan Lingo

Perhitungan optimasi penentuan rute dengan jumlah kapal yang diperlukan dengan menggunakan *vehicle routing problem* dalam tugas akhir ini digunakan aplikasi optimasi yaitu lingo. Dimana untuk menyelesaikan permasalahan optimasi harus dibuat terlebih dahulu metode matematisnya. Sesuai dengan rumus matematis (5.4 penentuan rute poin a sampai f). Dituliskan di dalam lingo :

```

SETS:
Nelayan/Gresik N1 N2 N3 N4 N5 N6 N7 N8/: Q, U;
!Q(i) = amount required at city i (given), must be delivered by just 1 vehicle.
  U(i) = accumulated deliveries at city (i);

CXC(Nelayan,Nelayan):COST, X;
!Cost(i,j)= cost from city (i) to city (j)
X(i,j) is 0-1 variable, =1 if some vehicle travels from city (i) to (j), else 0;
ENDSETS

```

Gambar V-3 Pemasukan Permasalahan Optimasi di Lingo

Gambar V-3 berisi tentang permasalahan dalam optimasi tugas akhir ini. Sesuai dengan permasalahan rute diketahui bahwa terdapat 8 titik nelayan yang terbagi dalam nelayan 1, nelayan 2, nelayan 3, nelayan 4, nelayan 5, nelayan 6, nelayan 7, nelayan 8 dan dengan biaya yang dibutuhkan untuk mencapai titik nelayan tersebut dari pelabuhan gresik (titik awal).

```

DATA:|
! Nelayan 1 represents the common depot i.e Q(1)=0;
Q= 0 880 1027 1100 660 587 1320 660 1100;

!distance from nelayan (i) to nelayan (j) is same from (j) to (i), distance from nelayan (i) to port is 0;
COST= !To Nelayan;
!Gresik      Nelayan 1  Nelayan 2  Nelayan 3  Nelayan 4  Nelayan 5  Nelayan 6  Nelayan 7  Nelayan 8;
0            4054039280  4581918102  4605392359  3655035299  3481547690  3927149824  4297774480  4588399800
4054039280  0            543469933   2012771583  1134764286  863525665   2363542389  1565008883  3017026006
4581918102  543469933   0            1923487654  1368981316  1238121091  2475307883  1538848517  3806733024
4605392359  2012771583  1923487654  0            1190530245  1583636466  926766015   468083698   1150939334
3655035299  1134764286  1368981316  1190530245  0            411149865   1250734124  746154379   1966932548
3481547690  863525665   1238121091  1583636466  411149865   0            1633154302  1124299555  2370082480
3927149824  2363542389  2475307883  926766015   1250734124  1633154302  0            1005305508  791117508
4297774480  1565008883  1538848517  468083698   746154379   1124299555  1005305508  0            1488863531
4588399800  3017026006  3806733024  1150939334  1966932548  2370082480  791117508   1488863531  0;

!VCAP is the capacity of a vehicle;
VCAP = 2640;
ENDDATA

```

Gambar V-4 Pemasukan Data Optimasi di Lingo

Gambar V-4 berisi tentang data dalam optimasi tugas akhir ini. Sesuai dengan data yang ada dalam poin 5.1 sampai 5.3 tentang jarak, biaya, permintaan dan kapasitas kapal pengolah. Data tersebut dimasukkan ke dalam aplikasi lingo seperti diatas.

```

!THE OBJECTIVE IS TO MINIMIZE TOTAL TRAVEL DISTANCE;
MIN = @SUM(CXC: COST*X);

!FOR EACH CITY, EXCEPT DEPOT...;
@FOR(NELAYAN(K) | K #GT# 1:

!A VEHICLE DOEN NOT TRAVEL INSIDE ITSELF,...;
X(K,K)=0;

!A VEHICLE MUST ENTER IT,.. [bais 3];
@SUM(NELAYAN(I) | I #NE# K #AND# (I #EQ# 1 #OR# Q(I)+Q(K) #LE# VCAP): X(I,K)=1;

!A VEHICLE MUST LEAVE IT AFTER SERVICE [baris 4];
@SUM(NELAYAN(J) | J #NE# K #AND# (J #EQ# 1 #OR# Q(J)+Q(K) #LE# VCAP):X(K,J)=1;

!U(K)= AMOUNT DELIVERED ON TRIP UP TO CITY K >= AMOUNT NEEDED AT K BUT <= VEHICLE CAPACITY;
@BND(Q(K), U(K), VCAP);

```

Gambar V-5 Pemasukan Rumus Matematis (1) di Lingo

Gambar V-5 berisi tentang rumus matematis dimana $MIN = @SUM$ dari Cost di kalikan X_{ijk} . Kemudian ada batasan untuk titik awal dan akhir adalah pelabuhan gresik dijadikan batasan dalam menu pemograman. $@BND$ adalah nilai diantara dimana kapasitas yang terangkut harus kurang dari kapasitas kendaraan.

```

!IF K FOLLOWS I, THEN CAN BOUND U(K)-U(I);
@FOR(NELAYAN(I) | I #NE# K #AND# I #NE# 1:U(K)>= U(I) + Q(K) -VCAP+VCAP*(X(K, I)+X(I, K))
-(Q(K)+Q(I))*X(K, I);
);

!IF K IS 1st STOP, THEN U(K)=Q(K);
U(K)<=VCAP-(VCAP-Q(K))*X(1, K);

!IF K IS NOT 1st STOP..;
U(K)>=Q(K)+@SUM(NELAYAN(I) | I #GT# 1:Q(I)*X(I, K));
);

!MAKE THE X'S BINARY;
@FOR(CXC(I, J):@BIN(X(I, J)););

!MUST SEND ENOUGH VEHICLE OUT OF DEPOT;
@SUM(NELAYAN(J) | J #GT# 1:X(1, J))>=
@FLOOR((@SUM(NELAYAN(I) | I #GT# 1: Q(I))/VCAP)+.999);
END

```

Gambar V-6 Pemasukan Rumus Matematis (2) di Lingo

Gambar V-6 berisi tentang rumus matematis lanjutan dari Gambar V-5 bahasa pemograman dalam Lingo ini tentang batasan dalam permasalahan optimasi rute dengan biaya minimum. Gambar ini menjelaskan tentang nilai muatan ikan dengan nilai produktifitas disetiap titik untuk menganalisa rute pengoperasian kapal pengolah. Dalam gambar V-6 ini adalah bahasa pemograman terakhir dalam lingo, adanya bahasa END adalah untuk mengakhir bahasa pengroman di Lingo. Sehingga

model ini dapat dijalankan dan menghasilkan optimisasi rute dengan pertimbangan permintaan (*demand*), kapasitas kendaraan, dan biaya pelayaran dalam rute ini.

MODEL:

```
[ 1] MIN= 3655035299 * X_GRESIK_N4 + 3481547690 * X_GRESIK_N5 +
4297774480 * X_GRESIK_N7 + 543469933 * X_N1_N2 + 2012771583 * X_N1_N3 +
1134764286 * X_N1_N4 + 863525665 * X_N1_N5 + 2363542389 * X_N1_N6 +
1565008883 * X_N1_N7 + 3017026006 * X_N1_N8 + 543469933 * X_N2_N1 +
1923487654 * X_N2_N3 + 1368981316 * X_N2_N4 + 1238121091 * X_N2_N5 +
2475307883 * X_N2_N6 + 1538848517 * X_N2_N7 + 3806733024 * X_N2_N8 +
2012771583 * X_N3_N1 + 1923487654 * X_N3_N2 + 1190530245 * X_N3_N4 +
1583636466 * X_N3_N5 + 926766015 * X_N3_N6 + 468083698 * X_N3_N7 +
1150939334 * X_N3_N8 + 3655035299 * X_N4_GRESIK + 1134764286 * X_N4_N1 +
1368981316 * X_N4_N2 + 1190530245 * X_N4_N3 + 411149865 * X_N4_N5 +
1250734124 * X_N4_N6 + 746154379 * X_N4_N7 + 1966932548 * X_N4_N8 +
3481547690 * X_N5_GRESIK + 863525665 * X_N5_N1 + 1238121091 * X_N5_N2 +
1583636466 * X_N5_N3 + 411149865 * X_N5_N4 + 1633154302 * X_N5_N6 +
1124299555 * X_N5_N7 + 2370082480 * X_N5_N8 + 2363542389 * X_N6_N1 +
2475307883 * X_N6_N2 + 926766015 * X_N6_N3 + 1250734124 * X_N6_N4 +
1633154302 * X_N6_N5 + 1005305508 * X_N6_N7 + 791117508 * X_N6_N8 +
4297774480 * X_N7_GRESIK + 1565008883 * X_N7_N1 + 1538848517 * X_N7_N2 +
468083698 * X_N7_N3 + 746154379 * X_N7_N4 + 1124299555 * X_N7_N5 +
1005305508 * X_N7_N6 + 1488863531 * X_N7_N8 + 3017026006 * X_N8_N1 +
3806733024 * X_N8_N2 + 1150939334 * X_N8_N3 + 1966932548 * X_N8_N4 +
2370082480 * X_N8_N5 + 791117508 * X_N8_N6 + 1488863531 * X_N8_N7 +
43513798730 ;
```

Gambar V-7 Model Matematis Z dalam Lingo

Gambar V-7 berisi tentang model penyelesaian dalam lingo. Disini terdapat kata model yang menjelaskan bahwa model penyelesaian optimisasinya adalah seperti didalam gambar. MIN = nilai cost dikali dengan variable titik awal ke tujuan. Yang mana variable ini memiliki nilai 1 atau 0, dengan penjelasan sesuai dengan model matematis pembahasan *vehicle routing problem* di paragraph awal di 5.4.

```
Global optimal solution found.
Objective value:                0.5917586E+11
Objective bound:                0.5917586E+11
Infeasibilities:                0.000000
Extended solver steps:          0
Total solver iterations:        13
```

Gambar V-8 Hasil Z Optimasi dalam Lingo

Gambar V-8 berisi tentang hasil dari optimisasi menggunakan lingo. Didapatkan nilai Z (*objective value*) = Rp. 59.717.860.000. (hasil lingo terdapat dalam lampiran 1 tentang hasil optimasi lingo).

Hasil rekapan lingo dengan Z optimisaasi terpilih rute sebagai berikut Dengan Z adalah optimasi biaya minimum terpilih rute :

1. Gresik -> Nelayan 1 -> Gresik
2. Gresik -> Nelayan 2 -> Gresik
3. Gresik -> Nelayan 3 -> Gresik
4. Gresik -> Nelayan 5 -> Gresik
5. Gresik -> Nelayan 6 -> Gresik
6. Gresik -> Nelayan 7 -> Nelayan 4 -> Gresik
7. Gresik -> Nelayan 8 -> Gresik

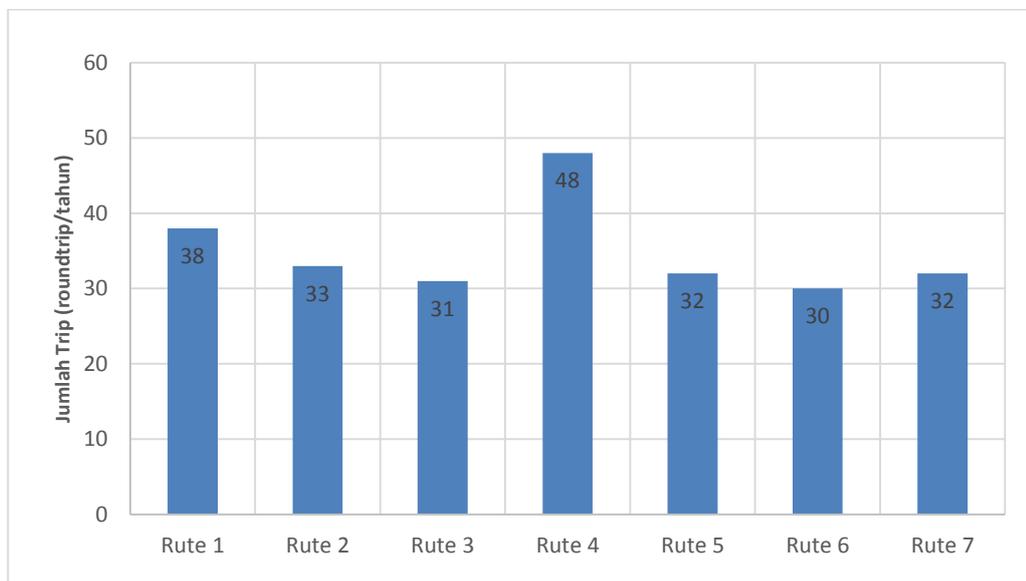
Dengan adanya 7 rute tersebut maka dibutuhkan 7 kapal pengolah untuk memaksimalkan hasil tangkapan nelayan. Dalam hasil ini didapatkan lama rute pelayaran untuk masing masing rute. Untuk rute 1 waktu pelayaran kapal pengolah ikan adalah 9 hari, rute 2 adalah 11 hari, rute 3 adalah 11 hari, rute 4 adalah 7 hari, rute 5 adalah 11 hari, rute 6 adalah 12 hari dan rute 7 adalah 11 hari. dengan rangkuman lama pelayaran adalah 12 hari maka vehicle routing problem ini bernilai infeasible (tidak mungkin) dimana pelayaran untuk memenuhi demand 1 minggu dalam 1 bulan tidak bisa terpenuhi. Oleh karena itu perlu adanya penambahan kendaraan untuk menangkut demand tersisa. Dalam hal ini dilakukan dengan perhitungan dengan skenario 7 kapal dan skenario 13 kapal.

Tabel V-3 Biaya Pelayaran Setiap Rute

Rute Terpilih	Biaya (Rp.)			Total Biaya	Rute
	Trip 1	Trip 2	Trip 3		
G->N 1->G	Rp 4,054,039,281	Rp 4,054,039,281		Rp 8,108,078,561	G->N 1
G->N 2->G	Rp 4,581,918,103	Rp 4,581,918,103		Rp 9,163,836,205	G->N 2
G->N 3->G	Rp 4,605,392,360	Rp 4,605,392,360		Rp 9,210,784,720	G->N 3
G->N 5->G	Rp 3,481,547,691	Rp 3,481,547,691		Rp 6,963,095,382	G->N 5
G->N 6->G	Rp 3,927,149,825	Rp 3,927,149,825		Rp 7,854,299,650	G->N 6
G->N 7->N 4->G	Rp 4,297,774,480	Rp 746,154,379	Rp 3,655,035,299	Rp 8,698,964,158	G->N 7
G->N 8->G	Rp 4,588,399,800	Rp 4,588,399,800		Rp 9,176,799,601	G->N 8

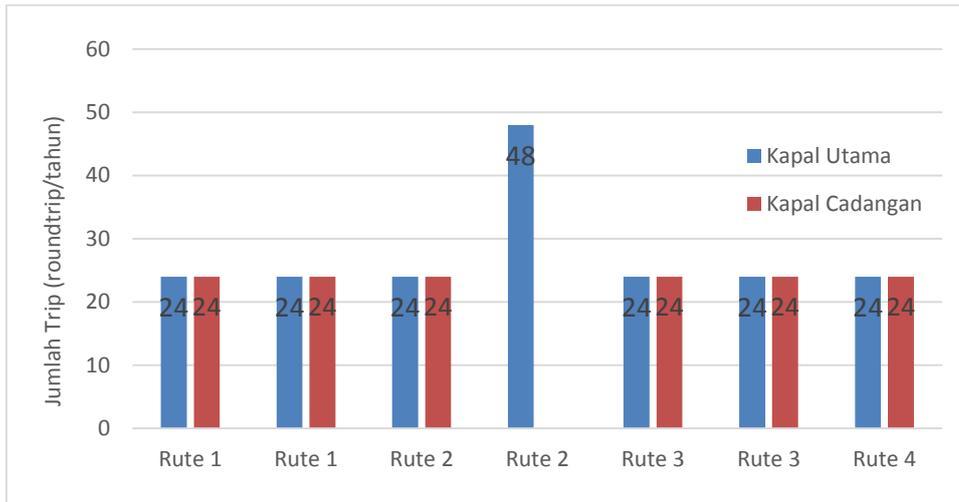
5.5 Perhitungan Unit Cost

Berdasarkan hasil optimasi diketahui rute dan jumlah yang dibutuhkan adalah 7 rute dengan 7 kapal. Namun dalam pertimbangan operasi kapal, dimana menggunakan 7 kapal tidak begitu optimal bila melihat hasil rekap operasi kapal selama 1 tahun. Dalam setahun kapal harusnya memiliki 47 trip dengan asumsi bahwa 1 tahun terdiri dari 330 hari kemudian karena payload dalam tugas akhir ini adalah 1 minggu maka 330 hari dibagi 1 minggu atau 7 hari sehingga harusnya ada 47 trip untuk memproduksi jumlah tangkapan ikan di wilayah pengelolaan perikanan 712.



Grafik V-7 Jumlah Trip Skenario 1 dengan 7 Kapal

Oleh karena itu untuk menganalisa jumlah kapal yang optimum dibuat 2 skenario yaitu dengan tetap menggunakan 7 kapal untuk skenario 1 dan menggunakan 13 kapal untuk skenario 2. Kemudian diperhatikan unit cost skenario 1 dan 2, dimana untuk memilih skenario terbaik untuk pengoptimalan hasil produksi nelayan.



Grafik V-8 Jumlah Trip Skenario 2 dengan 13 Kapal

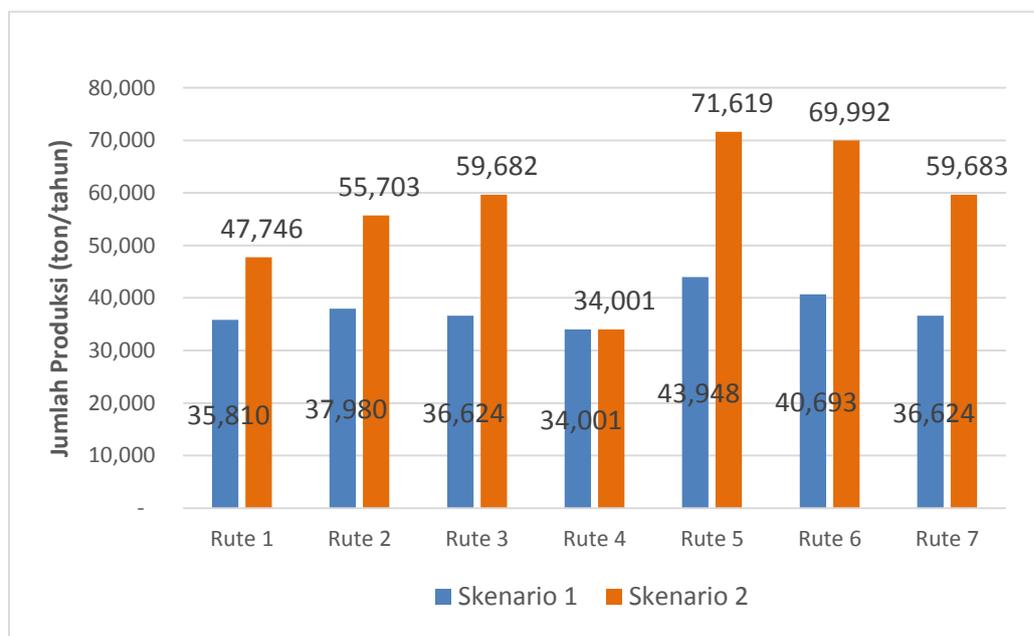
Seperti yang tergambar dalam grafik V-7 dan V-8 bahwa terdapat perbedaan jumlah trip kapal selama setahun. Dimana dalam grafik V-7 rute 1 dan kapal ke 1 hanya dapat melakukan roundtrip sebanyak 38 roundtrips/tahun. Rute 2 dan kapal ke 2 hanya dapat melakukan roundtrip sebanyak 33 roundtrips/tahun. Rute 3 dan kapal ke 3 hanya dapat melakukan roundtrip sebanyak 31 roundtrips/tahun. Rute 4 dan kapal ke 4 hanya dapat melakukan roundtrip sebanyak 48 roundtrips/tahun. Rute 5 dan kapal ke 5 hanya dapat melakukan roundtrip sebanyak 32 roundtrips/tahun. Rute 6 dan kapal ke 6 hanya dapat melakukan roundtrip sebanyak 30 roundtrips/tahun. Rute 7 dan kapal ke 7 hanya dapat melakukan roundtrip sebanyak 32 roundtrips/tahun.

Tabel V-4 Lama Waktu Pelayaran Setiap Rute

Rute Terpilih	V (ton)	Lama Waktu (hari)				Total Waktu Hari
		di laut	B/M di laut	di laut	B/M di Pelabuhan	
G->N 1->G	880	2.41	3.67	2.41	0.37	8.85
G->N 2->G	1,027	2.72	4.28	2.72	0.43	10.15
G->N 3->G	1,100	2.74	4.58	2.74	0.46	10.52
G->N 5->G	587	2.07	2.44	2.07	0.24	6.83
G->N 6->G	1,320	2.34	5.50	2.34	0.55	10.72
G->N 7->N 4->G	1,320	3.00	5.50	2.17	0.55	11.22
G->N 8->G	1,100	2.73	4.58	2.73	0.46	10.50
Jumlah Produksi	7,333 ton/minggu					

Menurut grafik V-8 bahwa dengan penambahan kapal untuk mengoptimalkan produksi jumlah tangkapan nelayan dihasilkan jumlah trip disetiap rute. Rute 1 dengan 2 kapal didapatkan jumlah trip yang bisa terpenuhi adalah 48 roundtrips/tahun. Rute 2 dengan 2 kapal didapatkan jumlah trip yang bisa terpenuhi adalah 48 roundtrips/tahun. Rute 3 dengan 2 kapal didapatkan jumlah trip yang bisa terpenuhi adalah 48 roundtrips/tahun. Rute 4 dengan 1 kapal didapatkan jumlah trip yang bisa terpenuhi adalah 48 roundtrips/tahun. Rute 5 dengan 2 kapal didapatkan jumlah trip yang bisa terpenuhi adalah 48 roundtrips/tahun. Rute 6 dengan 2 kapal didapatkan jumlah trip yang bisa terpenuhi adalah 48 roundtrips/tahun. Rute 7 dengan 2 kapal didapatkan jumlah trip yang bisa terpenuhi adalah 48 roundtrips/tahun.

Perbedaan roundtrip/tahun disetiap rute ini dipengaruhi oleh jarak pelayaran dan waktu saat berlayar (Tabel V-4).



Grafik V-9 Jumlah Produktifitas Tangkapan Ikan

Perbandingan Produktifitas dari skenario 1 dan skenario 2 terletak pada jumlah tangkapan ikan selama 1 tahun. Dimana untuk scenario 1 , Rute 1 memiliki jumlah produktifitas 35.810 ton/tahun, Rute 2 memiliki jumlah produktifitas 37.980 ton/tahun, Rute 3 memiliki jumlah produktifitas 36.624 ton/tahun, Rute 4 memiliki jumlah produktifitas 34.001 ton/tahun, Rute 5 memiliki jumlah produktifitas 43.948 ton/tahun, Rute 6 memiliki jumlah produktifitas 40.693 ton/tahun, Rute 7 memiliki

jumlah produktifitas 36.624 ton/tahun. Dan untuk skenario 2, Rute 1 memiliki jumlah produktifitas 47.746 ton/tahun, Rute 2 memiliki jumlah produktifitas 55.703 ton/tahun, Rute 3 memiliki jumlah produktifitas 59.682 ton/tahun, Rute 4 memiliki jumlah produktifitas 34.001 ton/tahun, Rute 5 memiliki jumlah produktifitas 71.619 ton/tahun, Rute 6 memiliki jumlah produktifitas 69.992 ton/tahun, dan Rute 7 memiliki jumlah produktifitas 59.683 ton/tahun,

5.5.1 Perhitungan Unit Cost Skenario 1 dengan 7 Kapal

Biaya transportasi laut dari pengadaan dan beroperasinya 7 kapal seperti pada Tabel V-3.

Tabel V-5 Biaya Transportasi Laut Skenario 1

	Skenario 1	
Capital Cost	Rp	441,000,000,000
Voyage Cost	Rp	6,619,626,963,574
Operational Cost	Rp	488,621,041,959
Total Cost	Rp	7,549,248,005,533
	Rp	7,549,248,005,533
Unit cost ikan/ton	Rp	28,414,917
Volume Ikan ton/tahun		265,679
Profit 25%	Rp	7,103,729
Harga Jual ikan/ton	Rp	35,784,325

Dalam table V.5 total biaya untuk mengadakan dan mengoperasikan 7 kapal untuk beroperasi di 7 rute yang terpilih adalah Rp. 7.549.248.005.533 yang terdiri dari biaya pengadaan kapal sebesar Rp 441.000.000.000, biaya pelayaran selama 1 tahun adalah Rp. 6.619.626.963.574 dan biaya operasional selama 1 tahun adalah Rp. 488.621.041.959. Kemudian hasil dari biaya total selama 1 tahun tersebut dibagi dengan kemampuan memenuhi jumlah produktifitas ikan tangkapan nelayan yaitu 265.679 ton/tahun dari 7 rute yang ada dihasilkan unit cost/ton ikan Rp. 28.414.917 dan dengan profit 25% dari unit cost/ton yaitu Rp. 7.103.729 maka harga jual ikan/ton adalah Rp. 35.784.325

5.5.2 Perhitungan Unit Cost Skenario 2 dengan 13 Kapal

Biaya total dari pengadaan dan pengoperasian 13 kapal seperti pada Tabel V-4.

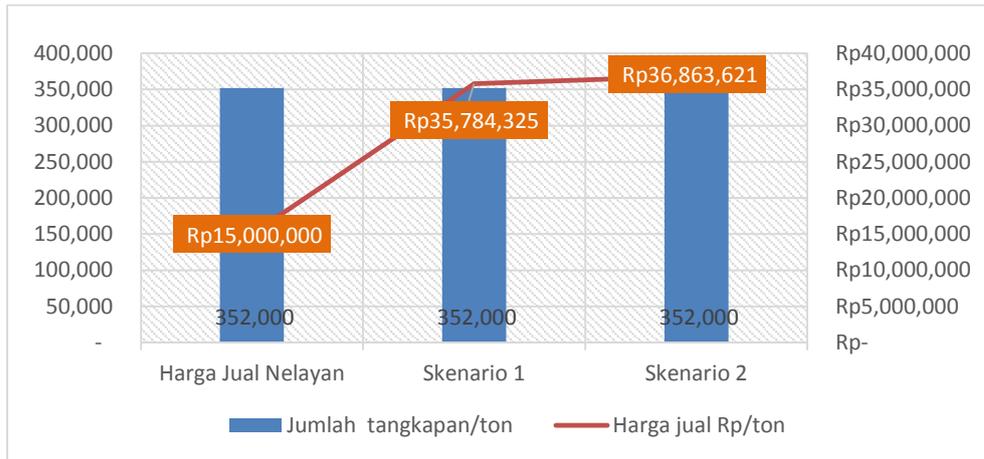
Tabel V-6 Biaya Transportasi Laut Skenario 2

	Skenario 2	
Capital Cost	Rp	819,000,000,000
Voyage Cost	Rp	9,979,639,513,145
Operational Cost	Rp	827,349,519,286
Total Cost	Rp	11,625,989,032,431
	Rp	11,625,989,032,431
Unit cost ikan/ton	Rp	29,172,072
Volume Ikan ton/tahun		398,531
Profit 25%	Rp	7,293,018
Harga Jual ikan/ton	Rp	36,863,621

Dalam tabel V-6 total biaya untuk mengadakan dan mengoperasikan 13 kapal untuk beroperasi di 7 rute yang terpilih adalah Rp. 11.625.989.032.431 yang terdiri dari biaya pengadaan kapal sebesar Rp 819.000.000.000, biaya pelayaran selama 1 tahun adalah Rp. 9.979.639.513.145 dan biaya operasional selama 1 tahun adalah Rp. 827.349.519.286. Kemudian hasil dari biaya total selama 1 tahun tersebut dibagi dengan kemampuan memenuhi jumlah produktifitas ikan tangkapan nelayan yaitu 398.531 ton dari 7 rute yang ada dihasilkan unit cost/ton ikan Rp. 29.172.072 dan dengan profit 25% dari unit cost/ton yaitu Rp. 7.293.018 maka harga jual ikan/ton adalah Rp. 36.863.621

5.6 Nilai Tambah Ikan Nelayan

Tugas akhir ini memiliki bahasan untuk mengetahui nilai tambah terhadap harga jual ikan tangkapan nelayan bila adanya kapal pengolah ikan. Dengan analisis total biaya di skenario 1 dan skenario 2 kemudian dibandingkan dengan harga jual ikan nelayan saat ini. Harga jual ikan oleh nelayan saat ini untuk ikan tongkol adalah Rp.15.000.000/ton dan ikan kakap merah Rp. 18.200.000/ton. Sudah diketahui bahwa harga jual ikan dengan skenario 1 adalah Rp. 35.784.325/ton dan harga jual dengan skenario 2 adalah Rp. 36.863.621/ton



Grafik V-10 Penambahan Harga Jual Ikan Nelayan

Berdasarkan Grafik V-10 bahwa harga jual nelayan yaitu Rp. 15.000.000/ton dan Rp.18.200.000/ton dengan menerapkan skenario 1 dengan pengadaan 7 kapal di 7 rute untuk 8 titik produktif tangkapan ikan nelayan, harga jual ikan meningkat 239% menjadi Rp. 35.784.325/ton. Namun dengan skenario 2 dimana mengadakan 13 kapal di 7 rute untuk 8 titik produktif tangkapan ikan nelayan, harga jual ikan meningkat menjadi 246% dari harga jual ikan nelayan saat ini, yaitu Rp. 36.863.621/ton.

Nilai tambah ikan jual terhadap nelayan dengan skenario 1 dan skenario 2. Dimana harga jual ikan beku tongkol adalah Rp. 75.000.000/ton dan ikan kakap merah beku adalah Rp. 70.000.000. Dengan skenario 1 nilai tambah untuk tongkol Rp. 19.457.556/ton dan ikan kakap merah Rp. 21.257.556/ton, bila memilih skenario 2 nilai tambah untuk ikan tongkol adalah Rp. 18.320.568/ton dan ikan kakap merah Rp. 20.120.568/ton.

BAB VI.

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut ini

1. Penentuan ukuran kapal pengolah dalam tugas akhir ini, dengan mempertimbangkan permintaan tertinggi dari produktifitas nelayan setiap titiknya, didapatkan payload kapal adalah 1.320 ton dan deadweight kapal 1.452 ton. Dengan pendekatan regresi antara DWT dengan Lpp, B, T, H, BHP dan V proses, didapatkan ukuran kapal adalah Lpp = 57.97 m, B = 13.57 m, T = 6.20 m, H = 10.02 m, BHP = 6.070 HP, V p = 135 ton/hari.
2. Penentuan operasi kapal sesuai dengan hasil optimasi lingo terpilih 7 rute dengan biaya minimum Rp. 59.175.860.000
Rute 1 = Gresik – Nelayan 1 – Gresik
Rute 2 = Gresik – Nelayan 2 – Gresik
Rute 3 = Gresik – Nelayan 3 – Gresik
Rute 4 = Gresik – Nelayan 5 – Gresik
Rute 5 = Gresik – Nelayan 6 – Gresik
Rute 6 = Gresik – Nelayan 7 – Nelayan 4 – Gresik
Rute 7 = Gresik – Nelayan 8 - Gresik
3. Nilai tambah untuk ikan yang dijual oleh nelayan dengan skenario 1 adalah 239% dengan nilai beli ikan Rp. 35.784.325/ton dimana nilai jual nelayan adalah Rp. 15.000.000/ ton. Untuk skenario 2 adalah 246% dengan nilai beli ikan Rp. 36.863.621/ton. Maka dipilih skenario 2 dengan optimum produksi ikan dan optimal nilai beli ikan adalah 398.531 ton dan Rp. 36.863.621/ton. Dengan skenario 1 nilai tambah untuk tongkol Rp. 19.457.556/ton dan ikan kakap merah Rp. 21.257.556/ton, bila memilih skenario 2 nilai tambah untuk ikan tongkol adalah Rp. 18.320.568/ton dan ikan kakap merah Rp. 20.120.568/ton.

6.2 Saran

Dari hasil penelitian ini, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan yaitu:

- 1 Pada penelitian ini, penentuan ukuran kapal hanya dilakukan sampai pada tahap *analisa regresi* untuk mencari ukuran kapal Lpp, B, T, H, BHP dan V p. serta mengasumsikan bahwa kapal pengolah ikan mampu berlayar pada kondisi perairan laut jawa atau wilayah pengelolaan perikanan 712. Oleh karena itu, perlu dilakukan studi lanjut hingga tahap *detail design* kapal pengolah ikan dan kemampuan kapal menghadapi kondisi perairan di wilayah operasinya. Demikian juga dengan infrastruktur pendukungnya, perlu dilakukan studi lanjut terkait.
- 2 Pada penelitian ini, analisis nilai tambah pada penjualan ikan hasil tangkapan ikan serta penerapan inovasi kapal pengolah ikan dilakukan berdasarkan sudut pandang produsen. Oleh karena itu, perlu dilakukan studi lanjut mengenai kelayakan penerapannya dari sudut pandang konsumen terkait kemampuan ekonomi masyarakat di wilayah pengelolaan perikanan 712 dan pasar di Jawa dan Internasional.
- 3 Pada penelitian ini, untuk menentukan penentuan ukuran payload kapal disesuaikan dengan batasan dari *vehicle routing problem* yaitu kapasitas atau payload kapal harus lebih dari sama dengan jumlah demand (permintaan) terbesar dari beberapa demand yang tersedia. Oleh karena itu, hal ini menjadi sebuah batasan dari *vehicle routing problem* untuk menentukan kapasitas minimum kendaraan. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang *vehicle routing problem* dengan jarak dalam penentuan kapasitas kendaraan atau penentuan kapasitas dengan jarak dan demand menggunakan *vehicle routing problem*.

DAFTAR PUSTAKA

- Batam Fishing. (2012, 10 23). Fishing Talk. Retrieved 2 11, 2013, from Batam Fishing: <http://www.batamfishing.com/fishing-talk/3818-faktor-faktor-anti-boncos.html>
- Kementrian Kelautan dan Perikanan . (2011). Laporan Produksi Perikanan. Jakarta: Kementrian Kelautan dan Perikanan.
- Ministry of Marine Affairs and Fisheries. (2009). Indonesian Fishing Ports. Jakarta: Ministry of Marine Affairs and Fisheries.
- Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Pertanian. (2010). Identifikasi Kapal dan Alat Penangkap Ikan. Jakarta: Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Pertanian.
- Poehl, H. (1982). Lecture on Ship Design and Ship Theory. Hancouver: University of Hancouver.
- Lewis, E. (1989). Principle of Naval Architecture Volume II. New Jersey: SNAME.
- New Logic Research. (2006). VSEP Treatment of RO Reject from Brackish Well Water. California: New Logic Research
- Wijnolst, N., & Wergeland, T. (1997). Shipping. Netherlands: Delft University Press.
- Parsons, M. G. (2001). Parametric Ship Design Chapter 11. Michigan: Dept Of Naval Architecture and Marine Engineering, Univ. Of Michigan.
- Canstockphoto. (2015, Desember 14). *Canstockphoto*. Retrieved from Canstockphoto: www.canstockphoto.com

Lampiran 1. Hasil Optimasi Lingo

Global optimal solution found.

Objective value: 0.5917586E+11
Objective bound: 0.5917586E+11
Infeasibilities: 0.000000
Extended solver steps: 0
Total solver iterations: 13

Variable	Value	Reduced Cost
VCAP	1320.000	0.000000
Q(GRESIK)	0.000000	0.000000
Q(N1)	880.0000	0.000000
Q(N2)	1027.000	0.000000
Q(N3)	1100.000	0.000000
Q(N4)	660.0000	0.000000
Q(N5)	587.0000	0.000000
Q(N6)	1320.000	0.000000
Q(N7)	660.0000	0.000000
Q(N8)	1100.000	0.000000
U(GRESIK)	0.000000	0.000000
U(N1)	880.0000	0.000000
U(N2)	1027.000	0.000000
U(N3)	1100.000	0.000000
U(N4)	1320.000	0.000000
U(N5)	587.0000	0.000000
U(N6)	1320.000	0.000000
U(N7)	660.0000	0.000000
U(N8)	1100.000	0.000000
COST(GRESIK, GRESIK)	0.000000	0.000000
COST(GRESIK, N1)	0.4054039E+10	0.000000
COST(GRESIK, N2)	0.4581918E+10	0.000000
COST(GRESIK, N3)	0.4605392E+10	0.000000
COST(GRESIK, N4)	0.3655035E+10	0.000000

COST(GRESIK, N5)	0.3481548E+10	0.000000
COST(GRESIK, N6)	0.3927150E+10	0.000000
COST(GRESIK, N7)	0.4297774E+10	0.000000
COST(GRESIK, N8)	0.4588400E+10	0.000000
COST(N1, GRESIK)	0.4054039E+10	0.000000
COST(N1, N1)	0.000000	0.000000
COST(N1, N2)	0.5434699E+09	0.000000
COST(N1, N3)	0.2012772E+10	0.000000
COST(N1, N4)	0.1134764E+10	0.000000
COST(N1, N5)	0.8635257E+09	0.000000
COST(N1, N6)	0.2363542E+10	0.000000
COST(N1, N7)	0.1565009E+10	0.000000
COST(N1, N8)	0.3017026E+10	0.000000
COST(N2, GRESIK)	0.4581918E+10	0.000000
COST(N2, N1)	0.5434699E+09	0.000000
COST(N2, N2)	0.000000	0.000000
COST(N2, N3)	0.1923488E+10	0.000000
COST(N2, N4)	0.1368981E+10	0.000000
COST(N2, N5)	0.1238121E+10	0.000000
COST(N2, N6)	0.2475308E+10	0.000000
COST(N2, N7)	0.1538849E+10	0.000000
COST(N2, N8)	0.3806733E+10	0.000000
COST(N3, GRESIK)	0.4605392E+10	0.000000
COST(N3, N1)	0.2012772E+10	0.000000
COST(N3, N2)	0.1923488E+10	0.000000
COST(N3, N3)	0.000000	0.000000
COST(N3, N4)	0.1190530E+10	0.000000
COST(N3, N5)	0.1583636E+10	0.000000
COST(N3, N6)	0.9267660E+09	0.000000
COST(N3, N7)	0.4680837E+09	0.000000
COST(N3, N8)	0.1150939E+10	0.000000
COST(N4, GRESIK)	0.3655035E+10	0.000000
COST(N4, N1)	0.1134764E+10	0.000000
COST(N4, N2)	0.1368981E+10	0.000000

COST(N4, N3)	0.1190530E+10	0.000000
COST(N4, N4)	0.000000	0.000000
COST(N4, N5)	0.4111499E+09	0.000000
COST(N4, N6)	0.1250734E+10	0.000000
COST(N4, N7)	0.7461544E+09	0.000000
COST(N4, N8)	0.1966933E+10	0.000000
COST(N5, GRESIK)	0.3481548E+10	0.000000
COST(N5, N1)	0.8635257E+09	0.000000
COST(N5, N2)	0.1238121E+10	0.000000
COST(N5, N3)	0.1583636E+10	0.000000
COST(N5, N4)	0.4111499E+09	0.000000
COST(N5, N5)	0.000000	0.000000
COST(N5, N6)	0.1633154E+10	0.000000
COST(N5, N7)	0.1124300E+10	0.000000
COST(N5, N8)	0.2370082E+10	0.000000
COST(N6, GRESIK)	0.3927150E+10	0.000000
COST(N6, N1)	0.2363542E+10	0.000000
COST(N6, N2)	0.2475308E+10	0.000000
COST(N6, N3)	0.9267660E+09	0.000000
COST(N6, N4)	0.1250734E+10	0.000000
COST(N6, N5)	0.1633154E+10	0.000000
COST(N6, N6)	0.000000	0.000000
COST(N6, N7)	0.1005306E+10	0.000000
COST(N6, N8)	0.7911175E+09	0.000000
COST(N7, GRESIK)	0.4297774E+10	0.000000
COST(N7, N1)	0.1565009E+10	0.000000
COST(N7, N2)	0.1538849E+10	0.000000
COST(N7, N3)	0.4680837E+09	0.000000
COST(N7, N4)	0.7461544E+09	0.000000
COST(N7, N5)	0.1124300E+10	0.000000
COST(N7, N6)	0.1005306E+10	0.000000
COST(N7, N7)	0.000000	0.000000
COST(N7, N8)	0.1488864E+10	0.000000
COST(N8, GRESIK)	0.4588400E+10	0.000000

COST(N8, N1)	0.3017026E+10	0.000000
COST(N8, N2)	0.3806733E+10	0.000000
COST(N8, N3)	0.1150939E+10	0.000000
COST(N8, N4)	0.1966933E+10	0.000000
COST(N8, N5)	0.2370082E+10	0.000000
COST(N8, N6)	0.7911175E+09	0.000000
COST(N8, N7)	0.1488864E+10	0.000000
COST(N8, N8)	0.000000	0.000000
X(GRESIK, GRESIK)	0.000000	0.000000
X(GRESIK, N1)	1.000000	0.000000
X(GRESIK, N2)	1.000000	0.000000
X(GRESIK, N3)	1.000000	0.000000
X(GRESIK, N4)	0.000000	0.3655035E+10
X(GRESIK, N5)	1.000000	0.3481548E+10
X(GRESIK, N6)	1.000000	0.000000
X(GRESIK, N7)	1.000000	0.4297774E+10
X(GRESIK, N8)	1.000000	0.000000
X(N1, GRESIK)	1.000000	0.000000
X(N1, N1)	0.000000	0.000000
X(N1, N2)	0.000000	0.5434699E+09
X(N1, N3)	0.000000	0.2012772E+10
X(N1, N4)	0.000000	0.1134764E+10
X(N1, N5)	0.000000	0.8635257E+09
X(N1, N6)	0.000000	0.2363542E+10
X(N1, N7)	0.000000	0.1565009E+10
X(N1, N8)	0.000000	0.3017026E+10
X(N2, GRESIK)	1.000000	0.000000
X(N2, N1)	0.000000	0.5434699E+09
X(N2, N2)	0.000000	0.000000
X(N2, N3)	0.000000	0.1923488E+10
X(N2, N4)	0.000000	0.1368981E+10
X(N2, N5)	0.000000	0.1238121E+10
X(N2, N6)	0.000000	0.2475308E+10
X(N2, N7)	0.000000	0.1538849E+10

X(N2, N8)	0.000000	0.3806733E+10
X(N3, GRESIK)	1.000000	0.000000
X(N3, N1)	0.000000	0.2012772E+10
X(N3, N2)	0.000000	0.1923488E+10
X(N3, N3)	0.000000	0.000000
X(N3, N4)	0.000000	0.1190530E+10
X(N3, N5)	0.000000	0.1583636E+10
X(N3, N6)	0.000000	0.9267660E+09
X(N3, N7)	0.000000	0.4680837E+09
X(N3, N8)	0.000000	0.1150939E+10
X(N4, GRESIK)	1.000000	0.3655035E+10
X(N4, N1)	0.000000	0.1134764E+10
X(N4, N2)	0.000000	0.1368981E+10
X(N4, N3)	0.000000	0.1190530E+10
X(N4, N4)	0.000000	0.000000
X(N4, N5)	0.000000	0.4111499E+09
X(N4, N6)	0.000000	0.1250734E+10
X(N4, N7)	0.000000	0.7461544E+09
X(N4, N8)	0.000000	0.1966933E+10
X(N5, GRESIK)	1.000000	0.3481548E+10
X(N5, N1)	0.000000	0.8635257E+09
X(N5, N2)	0.000000	0.1238121E+10
X(N5, N3)	0.000000	0.1583636E+10
X(N5, N4)	0.000000	0.4111499E+09
X(N5, N5)	0.000000	0.000000
X(N5, N6)	0.000000	0.1633154E+10
X(N5, N7)	0.000000	0.1124300E+10
X(N5, N8)	0.000000	0.2370082E+10
X(N6, GRESIK)	1.000000	0.000000
X(N6, N1)	0.000000	0.2363542E+10
X(N6, N2)	0.000000	0.2475308E+10
X(N6, N3)	0.000000	0.9267660E+09
X(N6, N4)	0.000000	0.1250734E+10
X(N6, N5)	0.000000	0.1633154E+10

X(N6, N6)	0.000000	0.000000
X(N6, N7)	0.000000	0.1005306E+10
X(N6, N8)	0.000000	0.7911175E+09
X(N7, GRESIK)	0.000000	0.4297774E+10
X(N7, N1)	0.000000	0.1565009E+10
X(N7, N2)	0.000000	0.1538849E+10
X(N7, N3)	0.000000	0.4680837E+09
X(N7, N4)	1.000000	0.7461544E+09
X(N7, N5)	0.000000	0.1124300E+10
X(N7, N6)	0.000000	0.1005306E+10
X(N7, N7)	0.000000	0.000000
X(N7, N8)	0.000000	0.1488864E+10
X(N8, GRESIK)	1.000000	0.000000
X(N8, N1)	0.000000	0.3017026E+10
X(N8, N2)	0.000000	0.3806733E+10
X(N8, N3)	0.000000	0.1150939E+10
X(N8, N4)	0.000000	0.1966933E+10
X(N8, N5)	0.000000	0.2370082E+10
X(N8, N6)	0.000000	0.7911175E+09
X(N8, N7)	0.000000	0.1488864E+10
X(N8, N8)	0.000000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.5917586E+11	-1.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000000	-0.4054039E+10
4	0.000000	-0.4054039E+10
5	293.0000	0.000000
6	220.0000	0.000000
7	0.000000	0.000000
8	733.0000	0.000000
9	0.000000	0.000000
10	660.0000	0.000000

11	220.0000	0.000000
12	0.000000	0.000000
13	0.000000	0.000000
14	0.000000	0.000000
15	0.000000	-0.4581918E+10
16	0.000000	-0.4581918E+10
17	440.0000	0.000000
18	220.0000	0.000000
19	0.000000	0.000000
20	733.0000	0.000000
21	0.000000	0.000000
22	660.0000	0.000000
23	220.0000	0.000000
24	0.000000	0.000000
25	0.000000	0.000000
26	0.000000	0.000000
27	0.000000	-0.4605392E+10
28	0.000000	-0.4605392E+10
29	440.0000	0.000000
30	293.0000	0.000000
31	0.000000	0.000000
32	733.0000	0.000000
33	0.000000	0.000000
34	660.0000	0.000000
35	220.0000	0.000000
36	0.000000	0.000000
37	0.000000	0.000000
38	0.000000	0.000000
39	0.000000	0.000000
40	0.000000	0.000000
41	1100.000	0.000000
42	953.0000	0.000000
43	880.0000	0.000000
44	1393.000	0.000000

45	660.0000	0.000000
46	0.000000	0.000000
47	880.0000	0.000000
48	0.000000	0.000000
49	0.000000	0.000000
50	0.000000	0.000000
51	0.000000	0.000000
52	0.000000	0.000000
53	440.0000	0.000000
54	293.0000	0.000000
55	220.0000	0.000000
56	0.000000	0.000000
57	0.000000	0.000000
58	660.0000	0.000000
59	220.0000	0.000000
60	0.000000	0.000000
61	0.000000	0.000000
62	0.000000	0.000000
63	0.000000	-0.3927150E+10
64	0.000000	-0.3927150E+10
65	440.0000	0.000000
66	293.0000	0.000000
67	220.0000	0.000000
68	0.000000	0.000000
69	733.0000	0.000000
70	660.0000	0.000000
71	220.0000	0.000000
72	0.000000	0.000000
73	0.000000	0.000000
74	0.000000	0.000000
75	0.000000	0.000000
76	0.000000	0.000000
77	440.0000	0.000000
78	293.0000	0.000000

79	220.0000	0.000000
80	0.000000	0.000000
81	733.0000	0.000000
82	0.000000	0.000000
83	220.0000	0.000000
84	0.000000	0.000000
85	0.000000	0.000000
86	0.000000	0.000000
87	0.000000	-0.4588400E+10
88	0.000000	-0.4588400E+10
89	440.0000	0.000000
90	293.0000	0.000000
91	220.0000	0.000000
92	0.000000	0.000000
93	733.0000	0.000000
94	0.000000	0.000000
95	660.0000	0.000000
96	0.000000	0.000000
97	0.000000	0.000000
98	1.000000	0.000000

Lampiran 2. Model Matematis Lingo

MODEL:

$$\begin{aligned} [_1] \text{ MIN} = & 3655035299 * X_GRESIK_N4 + 3481547690 * X_GRESIK_N5 + \\ & 4297774480 * X_GRESIK_N7 + 543469933 * X_N1_N2 + 2012771583 * X_N1_N3 + \\ & 1134764286 * X_N1_N4 + 863525665 * X_N1_N5 + 2363542389 * X_N1_N6 + \\ & 1565008883 * X_N1_N7 + 3017026006 * X_N1_N8 + 543469933 * X_N2_N1 + \\ & 1923487654 * X_N2_N3 + 1368981316 * X_N2_N4 + 1238121091 * X_N2_N5 + \\ & 2475307883 * X_N2_N6 + 1538848517 * X_N2_N7 + 3806733024 * X_N2_N8 + \\ & 2012771583 * X_N3_N1 + 1923487654 * X_N3_N2 + 1190530245 * X_N3_N4 + \\ & 1583636466 * X_N3_N5 + 926766015 * X_N3_N6 + 468083698 * X_N3_N7 + \\ & 1150939334 * X_N3_N8 + 3655035299 * X_N4_GRESIK + 1134764286 * X_N4_N1 + \\ & 1368981316 * X_N4_N2 + 1190530245 * X_N4_N3 + 411149865 * X_N4_N5 + \\ & 1250734124 * X_N4_N6 + 746154379 * X_N4_N7 + 1966932548 * X_N4_N8 + \\ & 3481547690 * X_N5_GRESIK + 863525665 * X_N5_N1 + 1238121091 * X_N5_N2 + \\ & 1583636466 * X_N5_N3 + 411149865 * X_N5_N4 + 1633154302 * X_N5_N6 + \\ & 1124299555 * X_N5_N7 + 2370082480 * X_N5_N8 + 2363542389 * X_N6_N1 + \\ & 2475307883 * X_N6_N2 + 926766015 * X_N6_N3 + 1250734124 * X_N6_N4 + \\ & 1633154302 * X_N6_N5 + 1005305508 * X_N6_N7 + 791117508 * X_N6_N8 + \\ & 4297774480 * X_N7_GRESIK + 1565008883 * X_N7_N1 + 1538848517 * X_N7_N2 + \\ & 468083698 * X_N7_N3 + 746154379 * X_N7_N4 + 1124299555 * X_N7_N5 + \\ & 1005305508 * X_N7_N6 + 1488863531 * X_N7_N8 + 3017026006 * X_N8_N1 + \\ & 3806733024 * X_N8_N2 + 1150939334 * X_N8_N3 + 1966932548 * X_N8_N4 + \\ & 2370082480 * X_N8_N5 + 791117508 * X_N8_N6 + 1488863531 * X_N8_N7 + \\ & 43513798730 ; \end{aligned}$$
$$[_5] 587 * X_N1_N2 - 1320 * X_N2_N1 + U_N1 - U_N2 \geq - 440 ;$$
$$[_6] 660 * X_N1_N3 - 1320 * X_N3_N1 + U_N1 - U_N3 \geq - 440 ;$$
$$[_7] 220 * X_N1_N4 - 1320 * X_N4_N1 + U_N1 - U_N4 \geq - 440 ;$$
$$[_8] 147 * X_N1_N5 - 1320 * X_N5_N1 + U_N1 - U_N5 \geq - 440 ;$$
$$[_9] 880 * X_N1_N6 - 1320 * X_N6_N1 + U_N1 - U_N6 \geq - 440 ;$$
$$[_10] 220 * X_N1_N7 - 1320 * X_N7_N1 + U_N1 - U_N7 \geq - 440 ;$$
$$[_11] 660 * X_N1_N8 - 1320 * X_N8_N1 + U_N1 - U_N8 \geq - 440 ;$$

[_12] $U_{N1} \leq 880$;

[_13] $- 1027 * X_{N2_N1} - 1100 * X_{N3_N1} - 660 * X_{N4_N1} - 587 * X_{N5_N1} - 1320 * X_{N6_N1} - 660 * X_{N7_N1} - 1100 * X_{N8_N1} + U_{N1} \geq 880$;

[_17] $- 1320 * X_{N1_N2} + 587 * X_{N2_N1} - U_{N1} + U_{N2} \geq - 293$;

[_18] $807 * X_{N2_N3} - 1320 * X_{N3_N2} + U_{N2} - U_{N3} \geq - 293$;

[_19] $367 * X_{N2_N4} - 1320 * X_{N4_N2} + U_{N2} - U_{N4} \geq - 293$;

[_20] $294 * X_{N2_N5} - 1320 * X_{N5_N2} + U_{N2} - U_{N5} \geq - 293$;

[_21] $1027 * X_{N2_N6} - 1320 * X_{N6_N2} + U_{N2} - U_{N6} \geq - 293$;

[_22] $367 * X_{N2_N7} - 1320 * X_{N7_N2} + U_{N2} - U_{N7} \geq - 293$;

[_23] $807 * X_{N2_N8} - 1320 * X_{N8_N2} + U_{N2} - U_{N8} \geq - 293$;

[_24] $U_{N2} \leq 1027$;

[_25] $- 880 * X_{N1_N2} - 1100 * X_{N3_N2} - 660 * X_{N4_N2} - 587 * X_{N5_N2} - 1320 * X_{N6_N2} - 660 * X_{N7_N2} - 1100 * X_{N8_N2} + U_{N2} \geq 1027$;

[_29] $- 1320 * X_{N1_N3} + 660 * X_{N3_N1} - U_{N1} + U_{N3} \geq - 220$;

[_30] $- 1320 * X_{N2_N3} + 807 * X_{N3_N2} - U_{N2} + U_{N3} \geq - 220$;

[_31] $440 * X_{N3_N4} - 1320 * X_{N4_N3} + U_{N3} - U_{N4} \geq - 220$;

[_32] $367 * X_{N3_N5} - 1320 * X_{N5_N3} + U_{N3} - U_{N5} \geq - 220$;

[_33] $1100 * X_{N3_N6} - 1320 * X_{N6_N3} + U_{N3} - U_{N6} \geq - 220$;

[_34] $440 * X_{N3_N7} - 1320 * X_{N7_N3} + U_{N3} - U_{N7} \geq - 220$;

[_35] $880 * X_{N3_N8} - 1320 * X_{N8_N3} + U_{N3} - U_{N8} \geq - 220$;

[_36] $U_{N3} \leq 1100$;

[_37] $- 880 * X_{N1_N3} - 1027 * X_{N2_N3} - 660 * X_{N4_N3} - 587 * X_{N5_N3} - 1320 * X_{N6_N3} - 660 * X_{N7_N3} - 1100 * X_{N8_N3} + U_{N3} \geq 1100$;

[_39] $X_{GRESIK_N4} + X_{N5_N4} + X_{N7_N4} = 1$;

[_40] $X_{N4_GRESIK} + X_{N4_N5} + X_{N4_N7} = 1$;

[_41] $- 1320 * X_{N1_N4} + 220 * X_{N4_N1} - U_{N1} + U_{N4} \geq - 660$;

[_42] $- 1320 * X_{N2_N4} + 367 * X_{N4_N2} - U_{N2} + U_{N4} \geq - 660$;

[_43] $- 1320 * X_{N3_N4} + 440 * X_{N4_N3} - U_{N3} + U_{N4} \geq - 660$;

[_44] $- 73 * X_{N4_N5} - 1320 * X_{N5_N4} + U_{N4} - U_{N5} \geq - 660$;

[_45] $660 * X_{N4_N6} - 1320 * X_{N6_N4} + U_{N4} - U_{N6} \geq - 660$;

[_46] $- 1320 * X_{N7_N4} + U_{N4} - U_{N7} \geq - 660$;

[_47] $440 * X_{N4_N8} - 1320 * X_{N8_N4} + U_{N4} - U_{N8} \geq - 660$;

[_48] $660 * X_{GRESIK_N4} + U_{N4} \leq 1320$;

[_49] $- 880 * X_{N1_N4} - 1027 * X_{N2_N4} - 1100 * X_{N3_N4} - 587 * X_{N5_N4}$

$- 1320 * X_N6_N4 - 660 * X_N7_N4 - 1100 * X_N8_N4 + U_N4 \geq 660 ;$
 [_51] $X_GRESIK_N5 + X_N4_N5 + X_N7_N5 = 1 ;$
 [_52] $X_N5_GRESIK + X_N5_N4 + X_N5_N7 = 1 ;$
 [_53] $- 1320 * X_N1_N5 + 147 * X_N5_N1 - U_N1 + U_N5 \geq - 733 ;$
 [_54] $- 1320 * X_N2_N5 + 294 * X_N5_N2 - U_N2 + U_N5 \geq - 733 ;$
 [_55] $- 1320 * X_N3_N5 + 367 * X_N5_N3 - U_N3 + U_N5 \geq - 733 ;$
 [_56] $- 1320 * X_N4_N5 - 73 * X_N5_N4 - U_N4 + U_N5 \geq - 733 ;$
 [_57] $587 * X_N5_N6 - 1320 * X_N6_N5 + U_N5 - U_N6 \geq - 733 ;$
 [_58] $- 73 * X_N5_N7 - 1320 * X_N7_N5 + U_N5 - U_N7 \geq - 733 ;$
 [_59] $367 * X_N5_N8 - 1320 * X_N8_N5 + U_N5 - U_N8 \geq - 733 ;$
 [_60] $733 * X_GRESIK_N5 + U_N5 \leq 1320 ;$
 [_61] $- 880 * X_N1_N5 - 1027 * X_N2_N5 - 1100 * X_N3_N5 - 660 * X_N4_N5$
 $- 1320 * X_N6_N5 - 660 * X_N7_N5 - 1100 * X_N8_N5 + U_N5 \geq 587 ;$
 [_65] $- 1320 * X_N1_N6 + 880 * X_N6_N1 - U_N1 + U_N6 \geq 0 ;$
 [_66] $- 1320 * X_N2_N6 + 1027 * X_N6_N2 - U_N2 + U_N6 \geq 0 ;$
 [_67] $- 1320 * X_N3_N6 + 1100 * X_N6_N3 - U_N3 + U_N6 \geq 0 ;$
 [_68] $- 1320 * X_N4_N6 + 660 * X_N6_N4 - U_N4 + U_N6 \geq 0 ;$
 [_69] $- 1320 * X_N5_N6 + 587 * X_N6_N5 - U_N5 + U_N6 \geq 0 ;$
 [_70] $660 * X_N6_N7 - 1320 * X_N7_N6 + U_N6 - U_N7 \geq 0 ;$
 [_71] $1100 * X_N6_N8 - 1320 * X_N8_N6 + U_N6 - U_N8 \geq 0 ;$
 [_72] $U_N6 \leq 1320 ;$
 [_73] $- 880 * X_N1_N6 - 1027 * X_N2_N6 - 1100 * X_N3_N6 - 660 * X_N4_N6$
 $- 587 * X_N5_N6 - 660 * X_N7_N6 - 1100 * X_N8_N6 + U_N6 \geq 1320 ;$
 [_75] $X_GRESIK_N7 + X_N4_N7 + X_N5_N7 = 1 ;$
 [_76] $X_N7_GRESIK + X_N7_N4 + X_N7_N5 = 1 ;$
 [_77] $- 1320 * X_N1_N7 + 220 * X_N7_N1 - U_N1 + U_N7 \geq - 660 ;$
 [_78] $- 1320 * X_N2_N7 + 367 * X_N7_N2 - U_N2 + U_N7 \geq - 660 ;$
 [_79] $- 1320 * X_N3_N7 + 440 * X_N7_N3 - U_N3 + U_N7 \geq - 660 ;$
 [_80] $- 1320 * X_N4_N7 - U_N4 + U_N7 \geq - 660 ;$
 [_81] $- 1320 * X_N5_N7 - 73 * X_N7_N5 - U_N5 + U_N7 \geq - 660 ;$
 [_82] $- 1320 * X_N6_N7 + 660 * X_N7_N6 - U_N6 + U_N7 \geq - 660 ;$
 [_83] $440 * X_N7_N8 - 1320 * X_N8_N7 + U_N7 - U_N8 \geq - 660 ;$
 [_84] $660 * X_GRESIK_N7 + U_N7 \leq 1320 ;$
 [_85] $- 880 * X_N1_N7 - 1027 * X_N2_N7 - 1100 * X_N3_N7 - 660 * X_N4_N7$

$- 587 * X_{N5_N7} - 1320 * X_{N6_N7} - 1100 * X_{N8_N7} + U_{N7} \geq 660 ;$
 $[_{90}] - 1320 * X_{N1_N8} + 660 * X_{N8_N1} - U_{N1} + U_{N8} \geq - 220 ;$
 $[_{91}] - 1320 * X_{N2_N8} + 807 * X_{N8_N2} - U_{N2} + U_{N8} \geq - 220 ;$
 $[_{92}] - 1320 * X_{N3_N8} + 880 * X_{N8_N3} - U_{N3} + U_{N8} \geq - 220 ;$
 $[_{93}] - 1320 * X_{N4_N8} + 440 * X_{N8_N4} - U_{N4} + U_{N8} \geq - 220 ;$
 $[_{94}] - 1320 * X_{N5_N8} + 367 * X_{N8_N5} - U_{N5} + U_{N8} \geq - 220 ;$
 $[_{95}] - 1320 * X_{N6_N8} + 1100 * X_{N8_N6} - U_{N6} + U_{N8} \geq - 220 ;$
 $[_{96}] - 1320 * X_{N7_N8} + 440 * X_{N8_N7} - U_{N7} + U_{N8} \geq - 220 ;$
 $[_{96}] U_{N8} \leq 1100 ;$
 $[_{97}] - 880 * X_{N1_N8} - 1027 * X_{N2_N8} - 1100 * X_{N3_N8} - 660 * X_{N4_N8}$
 $- 587 * X_{N5_N8} - 1320 * X_{N6_N8} - 660 * X_{N7_N8} + U_{N8} \geq 1100 ;$
 $[_{98}] X_{GRESIK_N4} + X_{GRESIK_N5} + X_{GRESIK_N7} \geq 1 ;$
 $@BIN(X_{GRESIK_GRESIK}); @BIN(X_{GRESIK_N4}); @BIN(X_{GRESIK_N5}); @BIN(X_{GRESIK_N7}); @BIN(X_{N1_N2}); @BIN(X_{N1_N3}); @BIN(X_{N1_N4}); @BIN(X_{N1_N5}); @BIN(X_{N1_N6}); @BIN(X_{N1_N7}); @BIN(X_{N1_N8}); @BIN(X_{N2_N1}); @BIN(X_{N2_N3}); @BIN(X_{N2_N4}); @BIN(X_{N2_N5}); @BIN(X_{N2_N6}); @BIN(X_{N2_N7}); @BIN(X_{N2_N8}); @BIN(X_{N3_N1}); @BIN(X_{N3_N2}); @BIN(X_{N3_N4}); @BIN(X_{N3_N5}); @BIN(X_{N3_N6}); @BIN(X_{N3_N7}); @BIN(X_{N3_N8}); @BIN(X_{N4_GRESIK}); @BIN(X_{N4_N1}); @BIN(X_{N4_N2}); @BIN(X_{N4_N3}); @BIN(X_{N4_N5}); @BIN(X_{N4_N6}); @BIN(X_{N4_N7}); @BIN(X_{N4_N8}); @BIN(X_{N5_GRESIK}); @BIN(X_{N5_N1}); @BIN(X_{N5_N2}); @BIN(X_{N5_N3}); @BIN(X_{N5_N4}); @BIN(X_{N5_N6}); @BIN(X_{N5_N7}); @BIN(X_{N5_N8}); @BIN(X_{N6_N1}); @BIN(X_{N6_N2}); @BIN(X_{N6_N3}); @BIN(X_{N6_N4}); @BIN(X_{N6_N5}); @BIN(X_{N6_N7}); @BIN(X_{N6_N8}); @BIN(X_{N7_GRESIK}); @BIN(X_{N7_N1}); @BIN(X_{N7_N2}); @BIN(X_{N7_N3}); @BIN(X_{N7_N4}); @BIN(X_{N7_N5}); @BIN(X_{N7_N6}); @BIN(X_{N7_N8}); @BIN(X_{N8_N1}); @BIN(X_{N8_N2}); @BIN(X_{N8_N3}); @BIN(X_{N8_N4}); @BIN(X_{N8_N5}); @BIN(X_{N8_N6}); @BIN(X_{N8_N7}); @BND(880, U_{N1}, 1320); @BND(1027, U_{N2}, 1320); @BND(1100, U_{N3}, 1320); @BND(660, U_{N4}, 1320); @BND(587, U_{N5}, 1320); @BND(1320, U_{N6}, 1320); @BND(660, U_{N7}, 1320); @BND(1100, U_{N8},$

1320);
END

Lampiran 3. Perhitungan Biaya Transportasi Laut dan Unit Cost

Skenario 1 (Menggunakan 7 kapal pengolah ikan)

Jenis Biaya (Rp)		Satuan	Skenario 1							
			Rute 1	Rute 2	Rute 3	Rute 4	Rute 5	Rute 6	Rute 7	
1. Capital Cost	Harga Sewa Kapal	Rp	Rp 63,000,000,000	Rp 63,000,000,000						
	Total Investasi	Rp								
	Annual Cost	Rp/tahun	Rp 63,000,000,000	Rp 63,000,000,000						
2. Voyage Cost	MFO at Sea	Rp/tahun	Rp 624,188,690,235	Rp 706,391,976,739	Rp 694,845,083,432	Rp 500,068,830,587	Rp 662,569,027,346	Rp 859,635,593,124	Rp 717,341,262,591	
	MDO at Sea	Rp/tahun	Rp 368,525,597,576	Rp 417,059,023,054	Rp 412,343,417,903	Rp 295,244,318,752	Rp 391,185,631,137	Rp 507,535,182,245	Rp 423,523,562,022	
	MDO at Port	Rp/tahun	Rp 120,815,933	Rp 122,405,617	Rp 123,200,458	Rp 101,739,733	Rp 152,609,600	Rp 71,535,750	Rp 127,174,667	
	Port Charges	Rp/tahun	Rp 247,408,433	Rp 214,854,692	Rp 201,833,196	Rp 312,515,916	Rp 208,343,944	Rp 195,322,447	Rp 208,343,944	
	Annual Cost	Rp/tahun	Rp 993,082,512,178	Rp 1,123,788,260,102	Rp 1,107,513,534,989	Rp 795,727,404,988	Rp 1,054,115,612,026	Rp 1,367,437,633,566	Rp 1,141,200,343,223	
3. Operational Cost	Maintenance Kapal pertahun(0,1% Harga Kapal)	Rp/tahun	Rp 63,000,000							
	Docking Kapal (5% dari harga kapal)	Rp/tahun	Rp 3,150,000,000							
	*Provision	Rp/tahun	Rp 392,430,465	Rp 9,244,079,460	Rp 8,728,321,560	Rp 10,216,825,920	Rp 7,682,982,720	Rp 7,977,397,050	Rp 8,976,636,480	
	Biaya Pelumas (5% biaya bahan bakar)	Rp/tahun	Rp 49,635,714,390.57	Rp 56,172,549,989.66	Rp 55,359,425,066.75	Rp 39,765,657,466.94	Rp 52,687,732,924.13	Rp 68,358,538,768.45	Rp 57,043,241,230.61	
	Caji ABK	Rp/tahun	Rp 12,600,000,000							
	Annual Cost	Rp/tahun	Rp 65,841,144,856	Rp 81,229,629,450	Rp 79,900,746,627	Rp 65,795,483,387	Rp 76,183,715,644	Rp 92,148,935,818	Rp 81,832,877,711	

Pendapatan		Satuan	Skenario 1						
			Rute 1	Rute 2	Rute 3	Rute 4	Rute 5	Rute 6	Rute 7
Penjualan	Harga ikan/ton		Rp 43,667,662						
	Total Produksi	ton./round trip	880	1,027	1,100	587	1,320	1,320	1,100
	Revenue	Rp./round trip	Rp 38,427,542,257	Rp 44,832,132,634	Rp 48,034,427,822	Rp 25,618,361,505	Rp 57,641,313,386	Rp 57,641,313,386	Rp 48,034,427,822

Skenario 2 (Menggunakan 13 kapal pengolah ikan)

Jenis Biaya (Rp)		Satuan	Skenario 2						
			Rute 1	Rute 2	Rute 3	Rute 4	Rute 5	Rute 6	Rute 7
1. Capital Cost	Harga Sewa Kapal	Rp	Rp 126,000,000,000	Rp 126,000,000,000	Rp 126,000,000,000	Rp 63,000,000,000	Rp 126,000,000,000	Rp 126,000,000,000	Rp 126,000,000,000
	Total Investasi	Rp							
	Annual Cost	Rp/tahun	Rp 126,000,000,000	Rp 126,000,000,000	Rp 126,000,000,000	Rp 63,000,000,000	Rp 126,000,000,000	Rp 126,000,000,000	Rp 126,000,000,000
2. Voyage Cost	MFO at Sea	Rp/tahun	Rp 788,448,871,876	Rp 1,027,479,238,894	Rp 1,075,889,161,443	Rp 500,068,830,587	Rp 993,853,541,019	Rp 1,375,416,948,999	Rp 1,076,011,893,886
	MDO at Sea	Rp/tahun	Rp 465,506,017,991	Rp 606,631,306,260	Rp 638,467,227,721	Rp 295,244,318,752	Rp 586,778,446,705	Rp 812,056,291,592	Rp 635,285,343,032
	MDO at Port	Rp/tahun	Rp 152,609,600	Rp 178,044,533	Rp 190,762,000	Rp 101,739,733	Rp 228,914,400	Rp 114,457,200	Rp 190,762,000
	Port Charges	Rp/tahun	Rp 625,031,832	Rp 625,031,832	Rp 625,031,832	Rp 312,515,916	Rp 625,031,832	Rp 625,031,832	Rp 625,031,832
	Annual Cost	Rp/tahun	Rp 1,254,732,531,298	Rp 1,634,913,621,519	Rp 1,715,172,182,995	Rp 795,727,404,988	Rp 1,581,485,933,955	Rp 2,188,212,729,622	Rp 1,712,113,030,750
3. Operational Cost	Maintenance Kapal per tahun(0,1% Harga Kapal)	Rp/tahun	Rp 126,000,000	Rp 126,000,000					
	Docking Kapal (5% dari harga kapal)	Rp/tahun	Rp 6,300,000,000	Rp 6,300,000,000					
	*Provision	Rp/tahun	Rp 991,403,280	Rp 26,891,867,520	Rp 27,029,640,960	Rp 20,433,651,840	Rp 11,524,474,080	Rp 12,763,835,280	Rp 17,953,272,960
	Biaya Pelumas (5% biaya bahan bakar)	Rp/tahun	Rp 62,697,744,493.35	Rp 81,705,527,257.69	Rp 85,717,819,458.19	Rp 39,765,657,466.94	Rp 79,031,599,386.20	Rp 109,373,662,029.52	Rp 85,564,861,845.91
	Gaji ABK	Rp/tahun	Rp 25,200,000,000	Rp 25,200,000,000					
	Annual Cost	Rp/tahun	Rp 95,315,147,773	Rp 140,223,394,778	Rp 144,373,460,418	Rp 91,825,309,307	Rp 122,182,073,466	Rp 153,763,497,310	Rp 135,144,134,806
Pendapatan		Satuan	Skenario 2						
Penjualan	Harga ikan/ton		Rp 45,040,155	Rp 45,040,155					
	Total Produksi	ton./round trip	880	1,266	1,356	723	1,628	1,628	1,356
	Revenue	Rp./round trip	39,635,336,416	57,020,815,260	61,093,730,635	32,583,323,006	73,312,476,762	73,312,476,762	61,093,730,635

Lampiran 4. Matriks Jarak Pelayaran

Matriks Jarak Pelayaran

Rute	Gresik	Nelayan 1	Nelayan 2	Nelayan 3	Nelayan 4	Nelayan 5	Nelayan 6	Nelayan 7	Nelayan 8
Gresik	0	694	785	789	626	596	673	736	786
Nelayan 1	694	0	93	345	194	148	405	268	517
Nelayan 2	785	93	0	329	234	212	424	264	518
Nelayan 3	789	345	329	0	204	271	159	80	197
Nelayan 4	626	194	234	204	0	70	214	128	337
Nelayan 5	596	148	212	271	70	0	280	193	406
Nelayan 6	673	405	424	159	214	280	0	172	135
Nelayan 7	736	268	264	80	128	193	172	0	255
Nelayan 8	786	517	518	197	337	406	135	255	0

Lampiran 5. Matrik Biaya Pelayaran

Matriks Biaya Pelayaran

Rute	Gresik	Nelayan 1	Nelayan 2	Nelayan 3	Nelayan 4	Nelayan 5	Nelayan 6	Nelayan 7	Nelayan 8
Gresik	0	Rp 4,054,039,281	Rp 4,581,918,103	Rp 4,605,392,360	Rp 3,655,035,299	Rp 3,481,547,691	Rp 3,927,149,825	Rp 4,297,774,480	Rp 4,588,399,800
Nelayan 1	Rp 4,054,039,281	0	Rp 543,469,933	Rp 2,012,771,584	Rp 1,134,764,286	Rp 863,525,666	Rp 2,363,542,389	Rp 1,565,008,884	Rp 3,017,026,006
Nelayan 2	Rp 4,581,918,103	Rp 543,469,933	0	Rp 1,923,487,655	Rp 1,368,981,317	Rp 1,238,121,091	Rp 2,475,307,883	Rp 1,538,848,517	Rp 3,806,733,024
Nelayan 3	Rp 4,605,392,360	Rp 2,012,771,584	Rp 1,923,487,655	0	Rp 1,190,530,246	Rp 1,583,636,466	Rp 926,766,016	Rp 468,083,699	Rp 1,150,939,334
Nelayan 4	Rp 3,655,035,299	Rp 1,134,764,286	Rp 1,368,981,317	Rp 1,190,530,246	0	Rp 411,149,866	Rp 1,250,734,125	Rp 746,154,379	Rp 1,966,932,549
Nelayan 5	Rp 3,481,547,691	Rp 863,525,666	Rp 1,238,121,091	Rp 1,583,636,466	Rp 411,149,866	0	Rp 1,633,154,302	Rp 1,124,299,556	Rp 2,370,082,481
Nelayan 6	Rp 3,927,149,825	Rp 2,363,542,389	Rp 2,475,307,883	Rp 926,766,016	Rp 1,250,734,125	Rp 1,633,154,302	0	Rp 1,005,305,509	Rp 791,117,509
Nelayan 7	Rp 4,297,774,480	Rp 1,565,008,884	Rp 1,538,848,517	Rp 468,083,699	Rp 746,154,379	Rp 1,124,299,556	Rp 1,005,305,509	0	Rp 1,488,863,531
Nelayan 8	Rp 4,588,399,800	Rp 3,017,026,006	Rp 3,806,733,024	Rp 1,150,939,334	Rp 1,966,932,549	Rp 2,370,082,481	Rp 791,117,509	Rp 1,488,863,531	0

Satuan : Rupiah

Lampiran 6. Penentuan Ukuran dengan Pendekatan Perhitungan

Kriteria	Payload	Rute	Voyage Cost	Sea Time (day)	Trip/tahun	Unit Cost	Volume Terangkut
Alternatif 1	1,320	7	Rp 59,175,860,000	9	37	Rp 216,146	273,778
Alternatif 2	1,500	6	Rp 52,503,800,000	10	34	Rp 213,084	246,400
Alternatif 3	1,800	5	Rp 44,407,400,000	11	31	Rp 198,247	224,000
Alternatif 4	2,100	4	Rp 37,802,900,000	12	28	Rp 184,105	205,333
Alternatif 5	3,500	3	Rp 28,098,510,000	33	10	Rp 376,319	74,667
Alternatif 6	4,100	2	Rp 21,249,810,000	34	10	Rp 293,220	72,471

Lampiran 7. Nilai Tambah untuk Harga Jual Ikan

	Tongkol	Kakap	Satuan
Harga Jual Nelayan saat ini	Rp 15,000,000	Rp 18,200,000	Rp/ton
Harga Jual Pasar saat ini	Rp 70,000,000	Rp 75,000,000	Rp/ton
Harga Jual Ikan skenario 1	Rp 35,542,444	Rp 35,542,444	Rp/ton
Harga Jual Ikan skenario 2	Rp 36,679,432	Rp 36,679,432	Rp/ton
Selisih Harga Ikan skenario 1	Rp 34,457,556	Rp 39,457,556	Rp/ton
Selisih Harga Ikan skenario 2	Rp 33,320,568	Rp 38,320,568	Rp/ton
Nilai tambah ikan nelayan 1	Rp 19,457,556	Rp 21,257,556	Rp/ton
Nilai tambah ikan nelayan 2	Rp 18,320,568	Rp 20,120,568	Rp/ton

BIODATA PENULIS



Dilahirkan di Bondowoso, Jawa Timur pada 26 Mei 1993. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar hingga tingkat menengah atas di Kota Jember yakni mulai SD Muhammadiyah 1 Jember, Sempat menimba ilmu di SMP Negeri 4 Jember, kemudian melanjutkan dan menyelesaikan di SMP Negeri 1 Driyorejo-Gresik dan SMA Negeri 1 Driyorejo-Gresik. Pada tahun 2011, penulis diterima melalui jalur SNMPTN pada Jurusan Transportasi Laut, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Selama perkuliahan, penulis aktif dalam dunia kepanitiaan, kepelatihan dan Unit Kegiatan Mahasiswa di ITS serta beberapa organisasi mahasiswa intra kampus seperti Himpunan Mahasiswa Transportasi Laut (HIMASEATRANS) dan Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknologi Kelautan (BEM FTK). Pada Tahun 2013, sempat menjadi salah satu pengkonsep (*steering committee*) GERIGI ITS sebuah acara pengenalan mahasiswa baru ITS.

Email : rivalumam@gmail.com

HP : 0858 084 2741

ID Line : arifalumam