



TUGAS AKHIR - MS 141501

MODEL OPTIMASI PENJADWALAN *OFFSHORE SUPPORT VESSEL* : STUDI KASUS WILAYAH OPERASI LAUT NATUNA SELATAN

SOFYAN ADI ROBBY
N.R.P. 04411440000032

DOSEN PEMBIMBING
Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
Ferdhi Zulkarnaen, S.T., M.Sc.

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



TUGAS AKHIR - MS 141501

**MODEL OPTIMASI PENJADWALAN *OFFSHORE*
SUPPORT VESSEL : STUDI KASUS WILAYAH OPERASI
LAUT NATUNA SELATAN**

SOFYAN ADI ROBBY
N.R.P. 04411440000032

DOSEN PEMBIMBING
Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
Ferdhi Zulkarnaen, S.T., M.Sc.

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



FINAL PROJECT - MS141501

**OPTIMIZATION MODEL SCHEDULE FOR OFFSHORE
SUPPORT VESSEL: CASE STUDY OPERATION AREAS
OF SOUTH NATUNA SEA**

SOFYAN ADI ROBBY
N.R.P. 04411440000032

SUPERVISOR
Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
Ferdhi Zulkarnaen, S.T., M.Sc.

DEPARTMENT OF MARINE TRANSPORTATION ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2018

LEMBAR PENGESAHAN

MODEL OPTIMASI PENJADWALAN *OFFSHORE* SUPPORT VESSEL : STUDI KASUS WILAYAH LAUT NATUNA SELATAN

TUGAS AKHIR

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

Oleh:


SOFYAN ADI ROBBY

N.R.P. 04411440000032


Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
NIP. 19690610 1995 12 1 001




Ferdhi Zulkarnaen, S.T., M.Sc.
NIP. -

SURABAYA, JULI 2018

LEMBAR REVISI

MODEL OPTIMASI PENJADWALAN *OFFSHORE* *SUPPORT VESSEL* : STUDI KASUS WILAYAH LAUT NATUNA SELATAN

TUGAS AKHIR

Telah Direvisi Sesuai Hasil Sidang Ujian Tugas Akhir
Tanggal 18 Juli 2018

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

Oleh:

SOFYAN ADI ROBBY

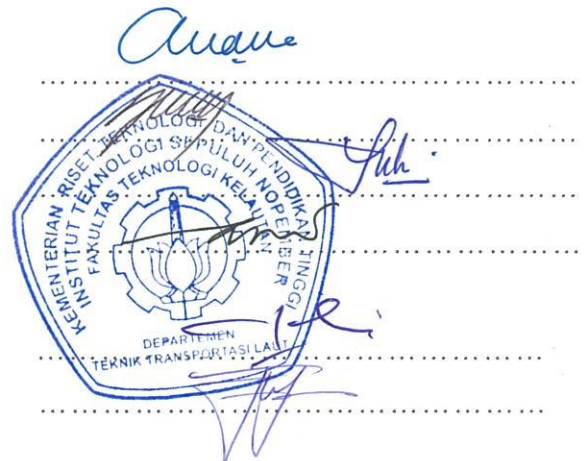
N.R.P. 04411440000032

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir

1. Dr. Eng I. G. N. Sumanta Buana, S.T., M.Eng.
2. Christino Boyke S.P., S.T., M.T.
3. Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T.
4. Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T.

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
2. Ferdhi Zulkarnaen, S.T., M.Sc.



SURABAYA, JULI 2018

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala karunia yang diberikan tugas akhir penulis yang berjudul **“Model Optimasi Penjadwalan *Offshore Support Vessel* : Studi Kasus Laut Natuna Selatan”** ini dapat terselesaikan dengan baik. Serta halawat dan salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW. Penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Firmanto Hadi, ST, M.Sc. selaku dosen pembimbing I tugas akhir penulis, yang dengan sabar telah memberikan bimbingan, ilmu dan arahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Selain itu penulis juga ingin mengucapkan terimah kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta (bapak dan ibu), terimakasih atas dukungan dan do’a yang selalu mengalir tiada henti.
2. Kakak dan adik yaitu Nanang Adi Kayana, dan Shelma Halida Yasinia yang telah selalu memberikan dukungan dan do’a serta semangat.
3. Bapak Ferdhi Zulkarnaen. S.T., M.Sc. sebagai dosen pembimbing II penulis selama mengerjakan Tugas Akhir yang telah memberikan arahan, motivasi dan bimbingan kepada penulis..
4. Bapak Bonny, Bapak Tahir, Bapak Nimrod, Bu Ipung dan Bapak Edi yang telah membantu penulis ketika melaksanakan kerja praktek dan juga dalam pengambilan data untuk tugas akhir penulis.
5. Bapak Ir. Tri Achmadi, Ph.D selaku ketua Program Studi Transportasi Laut yang telah memberikan bimbingan, dan motivasi selama masa perkuliahan.
6. Bapak Eka Wahyu Ardhi. S.T. M.T. selaku dosen wali penulis yang senantia memberi bimbingan, motivasi dan arahan dengan sangat sabar selama kuliah 4 tahun di Departemen Teknik Trasnportasi Laut.
7. Seluruh dosen Departemen Teknik Transportasi Laut.atas bantuan, arahan dan ilmu selama proses perkuliahan.
8. Keluarga ‘Danforth’ Seatrans 2014 (T-12) yang memberikan dukungan, semangat, dan terimakasih atas kebersamaannya selama 4 tahun berjuang di kampus perjuangan.

9. Keluarga Darul Arqam para pengajar, pembina (ust Abdurahman, ust Muhaimin, ust Soffan, ust Wayan, ust Huda, ust Khadik, mas Pendi) dan teman-teman seperjuangan yang telah menjadi tempat bagi penulis dalam menuntut ilmu untuk menjadi pribadi yang lebih baik.
10. Wildan yang telah mempengaruhi perjalanan ini anggi yang telah banyak membantu selama 4 tahun terakhir.
11. Semua pihak yang telah membantu, dan mendukung penulis selama masa perkuliahan.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca pada umumnya dan bagi penulis pada khususnya. Serta tidak lupa penulis memohon maaf apabila terdapat kekurangan dalam laporan ini.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

Model Optimisasi Penjadwalan *Offshore Support Vessel* : Studi Kasus Wilayah Operasi Laut Natuna Selatan

Nama Mahasiswa : Sofyan Adi Robby
NRP : 04411440000032
Jurusan / Fakultas : Teknik Transportasi Laut / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
Ferdhi Zulkarnaen, S.T., M.Sc.

ABSTRAK

Offshore Support Vessel (OSV) merupakan salah satu bagian terpenting dalam menunjang kegiatan operasional anjungan. Pada awalnya perusahaan minyak dan gas yang memiliki wilayah operasi lepas pantai menggunakan OSV secara berlebihan tanpa memperhitungkan biaya dari penggunaannya. Hal ini terjadi sebelum harga minyak dunia yang terus mengalami penurunan. Penurunan tersebut menyebabkan banyak perusahaan harus mengoptimalkan penggunaan kapal terutama dalam kegiatan logistik seperti yang terjadi di Wilayah Operasi Laut Natuna Selatan. Wilayah operasi ini terdapat beberapa jenis *Offshore Support Vessel* (OSV) yaitu 2 unit jenis AHTS, 1 unit PSV, dan 1 unit untuk UV. Armada tersebut memerlukan manajemen khusus dalam pengoperasiannya di berbagai aktifitas anjungan. Kegiatan pengiriman muatan dan operasional merupakan salah satu hal yang memiliki pengaruh besar dalam penjadwalan OSV. Dimana mayoritas permintaan muatan pada setiap tujuan tidak terencana dan sesuai kebutuhan operasional di setiap anjungan yang berbeda-beda. Penentuan OSV dalam penjadwalan saat ini dipilih secara manual berdasarkan pertimbangan kesediaan dan lokasi terakhir OSV. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model aplikasi penjadwalan otomatis harian meminimalkan biaya bahan bakar total (*Total Fuel Cost/TFC*). Dalam model, faktor pengali (r) dibuat untuk menentukan pergerakan setiap kapal. Berdasarkan hasil *running* model mendapatkan nilai rata-rata TFC 3% lebih rendah dibandingkan hasil kondisi saat ini.

Kata kunci: *Offshore Support Vessel, Optimasi, TFC*

Optimization Model Schedule for Offshore Support Vessel : Study Case Operation Areas of South Natuna Sea

Author : Sofyan Adi Robby
ID No. : 4411440000032
DePT / Faculty : Marine Transportation Engineering / Marine Technology
Supervisors : Firmanto Hadi, S.T., M.Sc.
Ferdhi Zulkarnaen, S.T., M.Sc.

ABSTRACT

OSV is one of the most important support in platform operational. At the first, oil and gas companies which have offshore operation area used OSV excessively without even count the operational cost. it happens before the world oil price has regularly decrease. This decline give a rise to many offshore companies to optimize the usage of ship in case of logistic activity like in South Natuna Sea Operations Area. Its has several Offshore Support Vessel (OSV) which are 2 units of AHTS type, 1 PSV unit, and 1 unit for UV. These platforms required a special operational management in various platform activity. Load and operational delivery activities are the kind of things that have a major effect on OSV scheduling. Where the majority of demand for cargo at each destination is unplanned and has a compatibility for each operational requirement on different platforms. OSV in current scheduling were determined manually based on exist and the last location of OSV. This reseach aims to develop daily automated scheduling application model to minimize Total Fuel Cost (TFC). In the model, the multiplier factor (r) is made to determine the movement of each vessel. Based on the result of running model get average value of TFC 3% lower than result of existing condition.

Keywords: *Offshore Support Vessel, Optimization, TFC*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
Bab 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Manfaat	3
1.5. Batasan Masalah	3
1.6. Hipotesis Awal.....	4
1.7. Sistematika Penulisan Tugas Akhir	4
Bab 2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. <i>Offshore Support Vessel</i>	7
2.2. Logistik <i>Offshore</i>	9
2.3. Kegiatan dan Kebutuhan Anjungan Lepas Pantai	10
2.4. Analisis Biaya Transportasi	11
2.5. Model	12
2.6. Teori Optimasi	14
Bab 3. METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1. Diagram Alir Penelitian	17
Bab 4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	21
4.1. Wilayah Operasi Laut Natuna Selatan.....	21
4.2. Fasilitas Wilayah Operasi Laut Natuna Selatan.....	23

4.3.	Armada yang Digunakan	25
4.4.	Logistik Proses.....	26
4.5.	Proses Penentuan Penjadwalan OSV	27
4.6.	Peraturan yang Terkait Kegiatan Anjungan.....	29
4.7.	Kegiatan Operasional Anjungan	30
Bab 5.	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	33
5.1.	Model <i>Mind Map</i>	33
5.2.	Notasi Model.....	34
5.3.	Perhitungan	34
5.4.	Model Optimasi	40
5.5.	Faktor Pengali	45
5.6.	Perhitungan Jarak.....	47
5.7.	Optimasi Penugasan di Hari dan Wilayah Sama	48
5.8.	Hasil Optimasi Model dalam Kondisi Tertentu	51
5.9.	Validasi	62
Bab 6.	KESIMPULAN DAN SARAN	67
6.1.	Kesimpulan	67
6.2.	Saran	68
	DAFTAR PUSTAKA.....	69
	LAMPIRAN	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Grafik Pergerakan Harga Minyak Mentah	2
Gambar 2.1 <i>Offshore Support Vessel</i>	7
Gambar 2.2 Alur Sederhana Logistik Hulu di Operasi Pengeboran Lepas Pantai	10
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	17
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian Lanjutan.....	18
Gambar 4.1 Wilayah Operasi Laut Natuna Selatan.....	21
Gambar 4.2 Lokasi-lokasi Kegiatan Wilayah Operasi Laut Natuna Selatan	22
Gambar 4.3 FPSO yang Terdapat di Laut Natuna Selatan	23
Gambar 4.4 Fasilitas yang Terdapat di <i>Shorebase</i> Pulau MTK	24
Gambar 4.5 <i>West Natuna Transportation System</i>	25
Gambar 4.6 Alur Logistik Wilayah Operasi Laut Natuna Selatan	27
Gambar 4.7 Pertimbangan dalam Penjadwalan OSV	28
Gambar 4.8 Kegiatan Pemindahan Minyak.....	30
Gambar 5.1 <i>Mind Map</i> Pengaruh Terhadap <i>Fuel Cost</i>	33
Gambar 5.2 Solver Parameter.....	42
Gambar 5.3 Hasil Optimasi	43
Gambar 5.4 Tampilan Model Aplikasi Penjadwalan pada <i>Speadsheet</i>	45
Gambar 5.5 <i>Solver Parameter</i> pada Model Optimasi Kedua.....	50
Gambar 5.6 Hasil Optimasi pada Model Kedua.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Matrik Jarak antar Titik	22
Tabel 4.2 Data OSV yang Digunakan	26
Tabel 5.1 Notasi Perhitungan Model	34
Tabel 5.2 Kecepatan Kapal.....	35
Tabel 5.3 Notasi Matematis <i>seatime</i>	36
Tabel 5.4 Contoh Hasil Perhitungan <i>Seatime</i>	36
Tabel 5.5 Model Matematis Konsumsi Bahan Bakar.....	37
Tabel 5.6 Contoh Hasil Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar.....	38
Tabel 5.7 Model Matematis Biaya Bahan Bakar.....	39
Tabel 5.8 Input Model	44
Tabel 5.9 Model Matematis.....	47
Tabel 5.10 Hasil Perhitungan untuk Nilai r	47
Tabel 5.11 Input Data Saat Kondisi Normal	51
Tabel 5.12 Variabel Keputusan Kondisi Normal	52
Tabel 5.13 Contoh Hasil Penjadwalan pada Kondisi Normal	53
Tabel 5.14 Biaya Bahan Bakar dari Kondisi Normal	53
Tabel 5.15 Input Data Kondisi Pengiriman berturut-turut	54
Tabel 5.16 Variabel Keputusan Kondisi Pengiriman Berturut-turut.....	54
Tabel 5.17 Contoh Hasil Penjadwalan pada Kondisi Pengiriman Berturut-turut.....	56
Tabel 5.18 Biaya Bahan Bakar dari Kondisi Pengiriman Berturut-turut	56
Tabel 5.19 Input Data Kondisi Pengiriman dan Operasional Anjungan	57
Tabel 5.20 Variabel Keputusan Kondisi Pengiriman dan Operasional Anjungan	57
Tabel 5.21 Contoh Hasil Penjadwalan Kondisi Pengiriman dan Operasional Anjungan	58
Tabel 5.22 Biaya Bahan Bakar Kondisi Pengiriman dan Operasional Anjungan	59
Tabel 5.23 Input Data Kondisi Satu Zona Lebih dari Satu Penugasan	59
Tabel 5.24 Variabel Keputusan Kondisi Satu Zona Lebih dari Satu Penugasan	60
Tabel 5.25 Contoh Hasil Penjadwalan Kondisi Satu Zona Lebih dari Satu Penugasan	61
Tabel 5.26 Biaya Bahan Bakar Kondisi Satu Zona Lebih dari Satu Penugasan	61

Tabel 5.27 Inputan 1 dan 2 untuk Membandingkan Hasil Penjadwalan	62
Tabel 5.28 Penjadwalan Kondisi Eksisting Berdasarkan Input 1.....	63
Tabel 5.29 Penjadwalan dengan Model Berdasarkan Input 1	64
Tabel 5.30 Penjadwalan Kondisi Eksisting Berdasarkan Input 2.....	64
Tabel 5.31 Penjadwalan dengan Model Berdasarkan Input 2	65
Tabel 5.32 Validasi Kondisi Eksisting dan Model	66

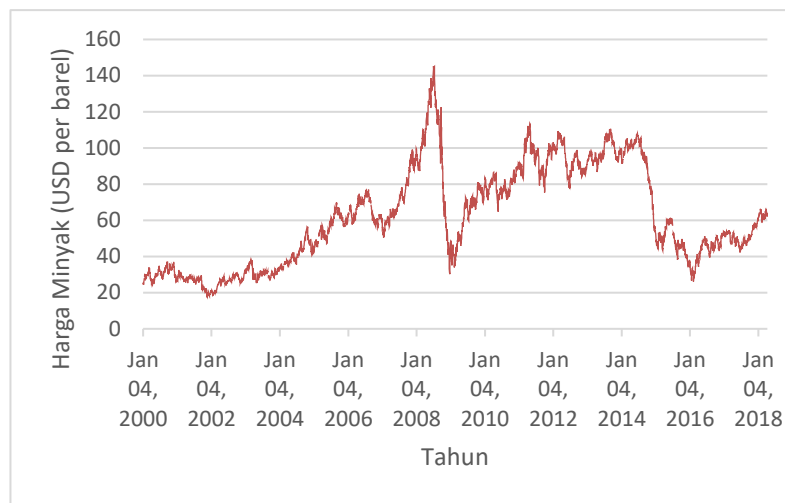
Bab 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada industri hulu minyak dan gas yang teletak pada daerah operasi lepas pantai, kapal merupakan salah satu bagian terpenting dalam menunjang kegiatan operasional anjungan. Kapal berfungsi sebagai mobilitas logistik barang baik dari ataupun ke anjungan. Tidak hanya itu, kapal juga memiliki fungsi lain yaitu membantu kegiatan operasional seperti pemindahan minyak mentah dari *storage* ke kapal tanker. Sehingga kegiatan eksplorasi minyak dan gas bumi dapat berjalan dengan lancar.

Offshore Supply Vessel (OSV) merupakan salah satu jenis kapal yang digunakan dalam menunjang kegiatan anjungan lepas pantai. OSV juga yang digunakan dalam kegiatan operasional anjungan diantaranya adalah *Anchor Handling Tug and Supply* (AHTS), *Platform Supply Vessel* (PSV), dan *Utility Vessel* (UV). Setiap jenis dari kapal tersebut tentu saja memiliki kemampuan yang berbeda sesuai dengan kebutuhan operasional anjungan. Fungsi dari OSV ini sangat berpengaruh besar dalam kegiatan pengeboran lepas pantai terutama dalam mensuplai pasokan logistik anjungan. Dengan pengaruh yang besar ini membuat biaya yang dikeluarkan juga besar. Dimana pada umumnya OSV yang digunakan dalam kegiatan anjungan merupakan kapal *charter*. Sehingga OSV harus benar-benar digunakan secara optimal agar biaya yang dikeluarkan tidak menjadi suatu kerugian.

Pada awalnya perusahaan minyak dan gas yang memiliki wilayah operasi lepas pantai menggunakan OSV secara berlebihan tanpa memperhitungkan biaya dari penggunaannya. Hal ini terjadi sebelum harga minyak dunia yang terus mengalami penurunan. Bahkan pada tahun 2016 harga minyak sempat menyentuh nilai 30 USD perbarel yang merupakan level terendah sejak tahun 2003. Penurunan tersebut yang menyebabkan banyak perusahaan yang bergerak pada pengeboran minyak lepas pantai harus mengoptimalkan biaya yang dikeluarkan termasuk pada penggunaan kapal untuk kegiatan logistik. Meskipun saat ini pada awal tahun 2018 harga minyak mulai naik mencapai 60 USD perbarel. Namun masih sangat memungkinkan harga minyak pada tahun yang akan datang kembali mengalami penurunan. Berikut grafik fluktuasi harga minyak sepanjang tahun 2000 sampai 2018.



Sumber : House of Commons Library, diolah kembali

Gambar 1.1. Grafik Pergerakan Harga Minyak Mentah

Penelitian ini, meninjau wilayah operasi Laut Natuna Selatan yang merupakan salah satu wilayah dengan produksi minyak dan gas yang tinggi di Indonesia. Salah satu perusahaan multinasional yang saat ini menangani pengoboran minyak dan gas di Laut Natuna Selatan melakukan kegiatan logistik dengan OSV masih merencanakan penugasan secara manual. Dimana penugasan OSV dilakukan hanya mempertimbangkan pada kesediaan kapal, dan lokasi kapal tanpa melakukan perhitungan terhadap biaya dari bahan bakar kapal akibat kapal selama melakukan penugasan. Hal tersebut tentu membuat penugasan OSV menjadi kurang efisien. Sehingga diperlukan perencanaan yang matang dalam membuat perencanaan penjadwalan pada OSV.

Dalam perencanaan penugasan OSV pada studi kasus ini terdapat dua hal penting yang menjadi pertimbangan dalam membuat penjadwalan. Pertama ialah mengenai penugasan untuk membantu kegiatan operasional anjungan seperti pemindahan minyak, pemasangan *spar bouy*, dan kegiatan lainnya. Kedua mengenai penugasan pengiriman logistik anjungan. Selain itu, juga diperlukan pengoptimalan ruang muat kapal dalam pengiriman logistik. Karena setiap kapal memiliki ruang muat yang berbeda-beda serta permintaan pengiriman yang berbeda-beda pula pada setiap anjungan. Sehingga membuat permasalahan dalam perencanaan ini semakin kompleks. Perencana harus dapat mengoptimalkan ruang muat kapal yang dimiliki setiap kapal sehingga pengiriman juga dapat menjadi lebih efisien.

Oleh karena itu, diperlukan sistem yang dapat melakukan perencanaan penjadwalan OSV secara efisien dan fleksibel. Diperlukan perhitungan biaya operasional terhadap perencanaan yang telah dibuat sehingga dapat mengukur tingkat efisiensi dari penggunaan kapal. Maka dengan adanya penelitian mengenai “Model Optimasi Penjadwalan *Offshore Support Vessel* : Studi Kasus Laut Natuna Selatan” dapat menyelesaikan permasalahan penjadwalan sehingga penugasan menjadi efisien dan efektif. Dengan adanya model optimasi penjadwalan ini diharapkan dapat mempermudah *planner* dalam melakukan perencanaan penugasan OSV.

1.2. Perumusan Masalah

Perumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah, sebagai berikut:

1. Bagaimana model matematis perhitungan penjadwalan *Offshore Support Vessel* ?
2. Bagaimana model aplikasi penjadwalan *Offshore Support Vessel* yang optimal dalam tujuh hari ?

1.3. Tujuan

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

1. Merumuskan model matematis perhitungan penjadwalan *Offshore Support Vessel*.
2. Membuat model aplikasi penjadwalan *Offshore Support Vessel* yang optimal dalam tujuh hari.

1.4. Manfaat

Manfaat yang ingin dicapai dari tugas akhir ini adalah, sebagai berikut:

1. Mengoptimalkan biaya bahan bakar *Offshore Support Vessel* dalam perencanaan selama tujuh hari.
2. Mempermudah dan mempercepat perencanaan penjadwalan *Offshore Support Vessel* dalam tujuh hari.

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah, sebagai berikut:

1. Lingkup penelitian dilakukan khusus pada wilayah operasi Laut Natuna Selatan.

2. Semua muatan menggunakan peti kemas dengan ukuran 20 *feet* & tidak mengangkut *crew*.
3. Armada kapal yang digunakan berjumlah 4 unit dengan masing-masing spesifikasi yang telah ditentukan.
4. Tidak memperhitungkan faktor alam.
5. Kondisi *ceteris paribus*.

1.6. Hipotesis Awal

Dugaan awal penulis dari tugas akhir ini adalah Penugasan kapal dengan menggunakan model akan menjadi lebih efisien serta dapat mempermudah *planner* dalam merencanakan penjadwalan.

1.7. Sistematika Penulisan Tugas Akhir

LEMBAR JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK

ABSTRACT

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

BAB I PENDAHULUAN

Berisikan konsep penyusunan tugas akhir yang meliputi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, hipotesa, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisikan teori-teori yang mendukung dan relevan dengan penelitian yang dilakukan. Teori tersebut dapat berupa penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya seperti Jurnal, Tugas Akhir, Tesis, dan Literatur lain yang relevan dengan topik penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisikan langkah-langkah atau kegiatan dalam pelaksanaan tugas akhir yang mencerminkan alur berpikir dari awal pembuatan tugas akhir sampai selesai, dan proses pengumpulan data-data yang menunjang pengerjaannya.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Berisikan penjelasan mengenai lokasi dan kondisi objek pengamatan secara umum, selain itu beberapa data yang telah diperoleh selama masa survey dan telah diolah akan dijelaskan di dalam bab ini.

BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN

Berisikan tentang tahap pengembangan model, analisa dan penjelasan serta pembahasan model optimasi yang dilakukan sehingga memperoleh nilai optimal. Selain itu dijelaskan tentang model matematis optimasi pada model yang telah dibuat.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

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

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

Bab 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Offshore Support Vessel*

Supply vessel merupakan kapal yang dirancang secara khusus dan berfungsi sebagai pemasok permintaan kebutuhan anjungan/*offshore platform* serta sebagai penunjang kegiatan di lepas pantai (Lamb, 2004). *Supply vessel* pada umum juga disebut sebagai *Offshore Support Vessel* (OSV) yang memiliki kemampuan sebagai mobilitas logistik barang baik dari ataupun ke anjungan. OSV memiliki peran penting dalam kelancaran operasional kegiatan eksplorasi minyak dan gas lepas pantai. Selain itu, fungsi lainnya yaitu sebagai pengangkut *crew* untuk pergantian pekerja di anjungan.



Sumber: Dokumen Kerja Praktek Penulis

Gambar 2.1 *Offshore Support Vessel*

Dalam Tugas Akhir (Agustina, 2017), OSV mempunyai jenis khusus yang dibangun berdasarkan fungsi tertentu. Terdapat pula OSV yang dilengkapi dengan peralatan pemadam kebakaran serta peralatan *fire platform monitor* yang berfungsi untuk mengatasi kebakaran. Beberapa OSV juga dilengkapi dengan peralatan pemulihan minyak untuk membantu dalam pembersihan minyak yang tumpah dilaut. Fungsi-fungsi khusus inilah yang nantinya menjadikan OSV memiliki jenis yang berbeda-beda. Berikut merupakan fungsi-fungsi khusus dari OSV:

1. Survei seismik untuk menempatkan formasi bantalan geological minyak dan gas di bagian bawah laut.

2. Menarik *drilling rig* menuju lokasi eksplorasi serta memposisikan struktur-struktur bangunan laut, dan meletakkan jangkar-jangkar serta penambatan.
3. Melakukan proses *supply* kebutuhan *rig* dan *offshore platform*, antara lain: kebutuhan hidup manusia di laut, kebutuhan peralatan dan suku cadang mekanis dan material-material lain.
4. Pergantian *crew*.
5. Pemindahan material-material yang tidak terpakai lagi menuju *shorebase*.
6. Operasi bawah laut, termasuk:
 - a. Inspeksi dan operasi ROV (*Remoted Operated Vehicle*) atau pesawat selam kendali.
 - b. Menunjang kegiatan penyelaman.
 - c. Penyelesaian kegiatan bawah laut termasuk penggalian dan penempatan pipa.
 - d. Pemeriksaan dan pemeliharaan bawah laut.
7. Keselamatan.
8. Menampung tumpahan minyak.
9. Kombinasi dari beberapa fungsi di atas.

OSV memiliki jenis atau tipe yang berbeda sesuai dengan fungsi dan kegunaannya.

Berikut merupakan jenis dari OSV, diantaranya:

1. *Anchor Handling Tug Supply*

Anchor Handling Tug Supply atau AHTS adalah salah satu jenis OSV yang dapat memposisikan, menarik *platform* serta penanganan penjangkaran dan penyandaran. Penanganan penjangkaran dan penyandaran membutuhkan kapal yang kuat, andal, dan pergerakan yang fleksibel. AHTS memiliki kemampuan tarikan yang disebut *bollard pull*.

2. *Platform Supply Vessel*

Platform Supply Vessel memiliki kelebihan yaitu ruang muat yang besar. PSV dapat mengangkut semua peralatan penting yang dibutuhkan dalam industri minyak dan gas lepas pantai. Selain kapasitas dek yang besar kapal jenis ini juga hemat bahan bakar. Kapal ini dilengkapi dengan perlengkapan pemadam kebakaran (*firefighting equipment*).

3. *Seismic Supply Vessel*

Seismic Supply Vessel, yang lebih dikenal dengan SSV, dirancang untuk mendukung kegiatan seismik. SSV pada umumnya bekerja untuk pencarian data seismik di daerah

lepas pantai. Hal ini untuk mendukung perusahaan minyak dan gas lepas pantai menganalisis struktur geologi bawah laut dan mengidentifikasi cadangan hidrokarbon.

4. *Fast Support Intervention Vessel*

Fast Support Intervention Vessel (FSIV) ditujukan untuk pengiriman yang mendesak dan pengangkutan crew. Kapal ini memiliki kecepatan yang tinggi yang didesain untuk merespon cepat kondisi-kondisi darurat. Selain itu kemampuan *payload* kapal ini saat ini dapat mencapai 200 ton. Sehingga dimungkinkan untuk melakukan pengiriman curah cair seperti halnya bahan bakar minyak dan air.

5. *Multi Purpose Supply Vessel*

Multi Purpose Supply Vessel adalah OSV yang dirancang khusus untuk kegiatan bawah laut (*subsea*). MPSV dilengkapi dengan *crane* yang berkapasitas besar yang digunakan dalam kegiatan pemasangan alat-alat yang berat pada kedalaman air tertentu.

6. *Utility Vessel*

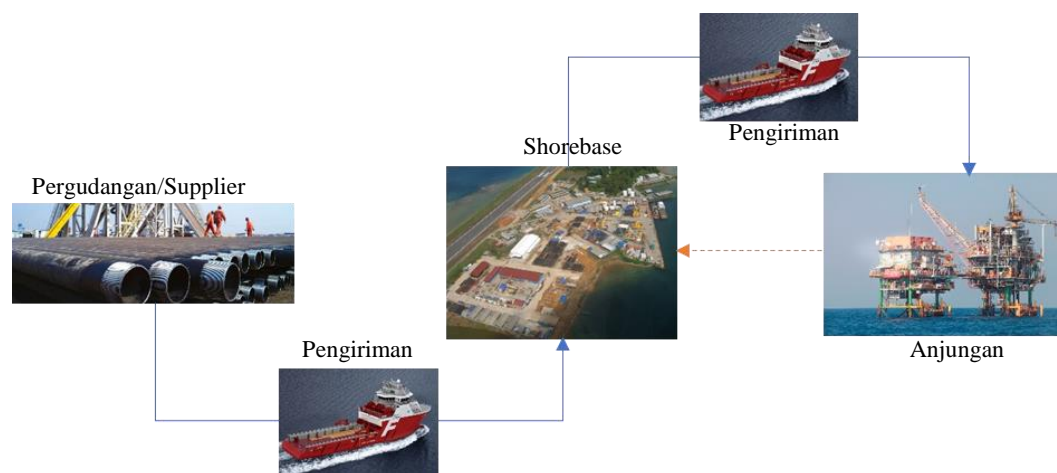
Kapal multifungsi untuk transportasi pasokan ke dan dari platform minyak lepas pantai. UV juga dapat melakukan fungsi darurat siaga.

2.2. **Logistik Offshore**

Offshore pada umumnya memiliki wilayah kerja di daerah terpencil (*remote*) dan memiliki kondisi geologis yang bervariasi sehingga mengharuskan kehandalan dalam sistem logistiknya. Sistem logistik yang diterapkan harus mengedepankan efisiensi dan produktivitas dalam pengoperasiannya (*optimal*). Karena dibutuhkan biaya yang besar pula dalam menyalurkan kebutuhan logistik di lepas pantai. Maka diperlukan manajemen yang baik sehingga aktifitas logistik menjadi lebih efisien dan efektif.

Dalam kegiatan eksplorasi minyak dan gas lepas pantai, *lead time* merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap keefektifan dan keefisienan kegiatan ini. Menurut (Nisbet, 2000), *lead time* yang pendek, terukur dengan rendahnya waktu yang tidak bernilai tambah, selain berkontribusi pada rendahnya level persediaan juga menjadi dasar kecepatan tanggapan sistem logistik. Sebaliknya, *lead time* panjang akan berdampak terhadap pencapaian parameter-parameter kinerja operasional. Oleh karena itu, sistem logistik mempunyai fungsi utama mempertahankan layanan dengan efektif dan efisien sehingga biaya logistik menjadi optimal.

(Pramudito, 2013) menyebutkan terdapat beberapa faktor logistik yang berpengaruh pada *lead time* sebuah operasi pengeboran lepas pantai, antara lain lokasi atau letak pangkalan suplai dan konfigurasi armada kapal-kapal penunjang. Kedua faktor tersebut penting dalam perencanaan sistem logistik karena karakteristik operasi pengeboran lepas pantai adalah ketidakpastian permintaan (*demand uncertainty*) dan permintaan yang fluktuatif (*fluctuative demand*). Semakin kompleks sebuah sumur eksplorasi semakin tidak pasti dan berfluktuasi permintaannya. Oleh karena itu, dengan keterbatasan kapasitas penyimpanan persediaan di anjungan, sebuah pangkalan suplai yang dekat dengannya merupakan salah satu cara untuk memperpendek *lead time* dan memaksimalkan kecepattanggapan (*responsiveness*) terhadap permintaan.



Gambar 2.2 Alur Sederhana Logistik Hulu di Operasi Pengeboran Lepas Pantai

Pada Gambar 2.2 merupakan alur dalam kegiatan logistik *Offshore*. Barang-barang dan kebutuhan logistik awalnya didapat dari *supplier* yang merupakan penyedia utama. Pada umumnya akan dikumpulkan menjadi satu untuk dikirimkan menggunakan kapal menuju ke *shorebase* atau *warehousing* utama wilayah operasi. Pada tahap ini kapal yang digunakan bisa jenis OSV ataupun jenis *General Cargo*. Selanjutnya barang akan disimpan di *shorebase* untuk persediaan kebutuhan anjungan di sekitar wilayah operasi. Jika terdapat kebutuhan barang yang dibutuhkan akan dikirim menggunakan OSV. Jadi permintaan dari anjungan akan disampaikan/diinformasikan ke *shorebase* untuk dilakukan pengiriman.

2.3. Kegiatan dan Kebutuhan Anjungan Lepas Pantai

Kegiatan di anjungan lepas pantai merupakan kegiatan yang kompleks. Karena kegiatan dilakukan di laut lepas dengan kedalaman tertentu yang tentu saja membutuhkan

peralatan yang memadai. Pada umumnya kegiatan di anjungan lepas pantai terbagi menjadi tiga aktifitas utama yaitu *drilling*, *exploration*, dan *production* (Farid, 2012). Namun masih terdapat lagi kegiatan yang sangat penting lainnya yaitu transportasi. Kegiatan ini merupakan pengiriman hasil produksi dari eksplorasi minyak dan gas yang dihasilkan. Kegiatan transportasi ini tidak hanya dilakukan dengan kapal seperti tanker dan lainnya. Tetapi terdapat juga pengiriman gas dengan menggunakan pipa bawah laut. Dimana hal ini juga merupakan kegiatan transportasi.

Adapun dalam permintaan kebutuhan anjungan lepas pantai terbagi menjadi tiga bagian. Dimana setiap bagiannya saling berkaitan dalam kegiatan anjungan. Berikut merupakan jenis kebutuhan di anjungan:

1. Kebutuhan *crew*

Kebutuhan *crew* pada anjungan lepas pantai adalah air bersih, cadangan makanan, dan perbekalan *crew* lainnya.

2. Kebutuhan Peralatan dan Suku Cadang Mekanis

Kebutuhan peralatan dan suku cadang mekanis dapat berupa *sparepart* yang dibutuhkan anjungan dalam kegiatan *drilling* dan *exploration*.

3. Kebutuhan Material Pengeboran

Besar kebutuhan material pengeboran tergantung dari permintaan dari pihak *rig* dan *offshore platform*.

2.4. Analisis Biaya Transportasi

Pada tugas akhir ini hanya menghitung pada salah satu bagian dari *voyage cost* yaitu biaya pada penggunaan bahan bakar atau *fuel cost* (FC). Karena FC merupakan biaya variabel yang dapat berubah-ubah sesuai dengan penggunaan kapal. Menurut (Eka N & Adi R, 2016) Biaya pelayaran atau *voyage cost* adalah biaya variabel yang dikeluarkan oleh kapal untuk kebutuhan selama pelayaran. Komponen biaya pelayaran adalah biaya bahan bakar untuk mesin induk dan mesin bantu, biaya pelabuhan, biaya pandu dan biaya tunda.

$$VC = FC + PD + TP \quad (2.1)$$

Dimana:

VC : *Voyage Cost* (Rp)

FC : *Fuel Cost* (Rp)

PD : Port Dues atau ongkos pelabuhan (Rp)

TP : Pandu dan tunda (Rp)

Konsumsi bahan bakar kapal tergantung pada beberapa variabel yang mempengaruhi seperti ukuran kapal, bentuk dan kondisi lambung, pelayaran bermuatan atau *ballast*, kecepatan kapal, cuaca, jenis dan kapasitas mesin induk dan motor bantu, dan kualitas bahan bakar. Biaya bahan bakar tergantung pada konsumsi harian bahan bakar selama berlayar di laut dan di pelabuhan serta harga bahan bakar. Jenis bahan bakar yang dipakai ada 3 macam yaitu HSD, MDO dan MFO. Dalam menghitung konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan dalam perencanaan penugasan OSV berikut persamaan menurut (Valentino, Gurning, & Dinariyana DP, 2012):

$$FC = BHP \times SFOC \times t \quad (2.2)$$

Dimana :

FC : Konsumsi Bahan Bakar (kl)

BHP : Daya Motor Induk (kW)

SFOC : *Specific Fuel Oil Consumption* (gr/kwh)

t : Durasi (jam)

Pada persamaan diatas bahan bakar merupakan fungsi dari daya mesin induk, SFOC dan durasi waktu berlayar. setelah mendapatkan nilai konsumsi bahan bakar maka biaya bahan bakar dapat dihasilkan dengan mengalikan pada harga bahan bakar yang digunakan.

2.5. Model

Model menurut Buku Besar Bahasa Indonesia merupakan pola (contoh, acuan, ragam, dsb) dari suatu yang akan dibuat atau dihasilkan. Model merupakan suatu representasi dari sistem. Representasi dapat berbentuk *scaledown version*, *pictorial*, *verbal*, *schematic* maupun simbol - simbol abstrak (formulasi matematik) yang dikenal dengan model matematik. Jika model yang diformulasikan sederhana maka solusinya cukup diperoleh secara analitis (disebut model analitik) tetapi jika sangat kompleks, solusinya harus menggunakan teknik komputasi numeris (disebut dengan model simulasi). Dari sistem yang sama dapat dibangun model yang sederhana sampai model yang kompleks tergantung pada persepsi, kemampuan, dan sudut pandang analis/peneliti sistem yang bersangkutan. Dalam pemodelan model dirancang sebagai penggambaran operasi dari suatu sistem nyata secara ideal guna menjelaskan atau menunjukkan hubungan - hubungan yang penting.

Selain itu, salah satu jenis model yaitu dengan matematika model. Matematika berusaha mempelajari keteraturan hubungan antar lambang atau simbol atau unsur yang mempunyai arti (mewakili suatu obyek tertentu) dengan aturan – aturan tertentu dan

membuat perampatan (generalisasi). Hubungan – hubungan tersebut bisa terjadi pada obyek – obyek dunia nyata maupun obyek – obyek yang abstrak, non – empiris dan tidak bernyawa. Hasil perampatan ini digunakan sebagai titik tolak untuk memetakan atribut – atribut sistem nyata menjadi simbol – simbol yang disebut variabel. Kumpulan keterkaitan variabel – variabel yang berbentuk formulasi atau fungsi persamaan dan atau pertidaksamaan yang mengekspresikan sifat pokok dari sistem atau proses fisis dalam istilah matematika disebut model matematika. Analisis matematika dapat digunakan dalam pengambilan keputusan antara lain untuk keperluan optimasi (menarik manfaat yang sebesar – besarnya) yakni untuk menemukan kombinasi yang optimum dari faktor – faktor yang berhubungan satu sama lain dalam jumlah yang sangat besar sekali.

Model matematis yaitu model yang mewakili sebuah sistem secara simbol matematis, dalam bentuk rumus dan nilai nilai. Atribut-atribut dinyatakan dengan variable-variabel dan aktivitas-aktivitas dinyatakan dengan fungsi-fungsi matematik yang menjelaskan hubungan antar variabel – variabel tersebut.

(Laboratorium Pemodelan dan Simulasi Industri, 2018) Berikut pengertian dasar yang perlu dipahami dalam analisis matematika:

1. Relasi atau hubungan : segala sesuatu (biasanya dinamakan “obyek”, “variabel”, “benda” dan lain sebagainya) satu dengan yang lainnya saling berhubungan. Hubungan – hubungan inilah yang menjadi studi pokok matematika.
2. Fungsi : adanya suatu pola hubungan tertentu yang terdapat antara dua himpunan obyek atau variabel. Contoh: rumus $O = f(I)$, dibaca O adalah fungsi dari I, atau O tergantung dari I.
3. Variabel, konstanta dan parameter : variabel yaitu lambang yang memiliki unsur - unsur dalam suatu himpunan dari suatu atribut sistem. Konstanta yaitu lambang yang mewakili unsur dalam suatu himpunan berunsur tunggal. Parameter adalah lambang yang mewakili unsur dalam himpunan konstanta. Contoh : $O = f(I)$, I dan O adalah variabel yang mewakili input dan output.
4. Himpunan atau set : kumpulan sesuatu yang disebut unsur (element) yang karena sesuatu maksud dan tujuan kita jadikan satu.
5. Pernyataan (statement) : disebut juga alat komunikasi, bila pernyataan pernyataan dalam matematika hanya bernilai benar atau salah saja maka disebut pernyataan tertutup.

6. Sistem ; setiap sesuatu yang terdiri atas obyek-obyek atau unsur-unsur yang berkaitan dan berhubungan satu sama lain sehingga membentuk suatu kesatuan pemrosesan untuk mencapai suatu tujuan tertentu dalam suatu lingkungan.
7. Model : suatu wakil atau replika dari suatu realitas hidup yang rumit yang dibuat dan dirumus secara abstrak.

Model matematika didefinisikan secara luas sebagai rumus atau persamaan yang menyatakan ciri pokok sistem fisik atau proses dalam bahasa matematika. Model matematis suatu sistem: kumpulan persamaan yang menggambarkan dinamika suatu sistem secara memadai sedangkan Pemodelan matematika dari suatu masalah adalah langkah-langkah yang ditempuh untuk memperoleh dan memanfaatkan persamaan atau fungsi matematika dari suatu masalah.

2.6. Teori Optimasi

Pengertian dari optimasi adalah suatu proses untuk memaksimalkan atau meminimasi fungsi objektif dengan mempertimbangkan batas-batasnya Dengan adanya optimasi, desain sistem akan menghasilkan profit yang lebih banyak, biaya yang lebih murah, dan mempercepat proses. Optimasi ini dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan di berbagai bidang.

Optimasi terbagi menjadi dua bagian, yaitu optimasi yang tak terbatas yang hanya dikalikan dengan fungsi objektif yang tak terbatas dan tidak memiliki pembatas, dan optimasi terbatas yang memiliki fungsi objektif yang terbatas atau persyaratan tertentu yang membuat masalah lebih rumit dan memerlukan algoritma yang berbeda untuk diselesaikan. Terdapat banyak teknik optimasi yang telah dikembangkan sampai saat ini, diantaranya adalah *linear programming*, *goal programming*, *integer programming*, *nonlinear programming*, dan *dynamic programming*. Penggunaan teknik optimasi tersebut tergantung dari permasalahan yang akan diselesaikan. Berikut penjelasan dari beberapa jenis teknik optimasi.

a. *Linier Programing*

Pada Tugas Akhir (Zahrah R, 2017) Linear Programming (LP) adalah salah satu cara untuk menyelesaikan persoalan pengalokasian sumber-sumber yang terbatas di antara beberapa aktivitas yang berbeda dengan cara terbaik yang mungkin dapat dilakukan

sehingga diperoleh keuntungan yang maksimum atau biaya yang minimum. Keputusan yang diambil dalam program tersebut diambil dengan memilih dari beberapa alternatif yang ada.

b. *Integer Linier Programming*

Model *Integer Linear Programming* (ILP) atau program bilangan bulat adalah bentuk lain dari *Linear Programming* yang asumsi visibilitasnya melemah atau hilang sama sekali. Bentuk ini muncul karena pada kenyataannya tidak semua variabel keputusan dapat berupa bilangan pecahan, misalnya jika variabel keputusan yang dihadapi berkaitan dengan jumlah armada kapal, maka jawaban pecahan pada optimisasi tersebut sangat tidak realistis dalam konteks keputusan yang nyata. *Integer Linear Programming* (ILP) adalah suatu *Linear Programming* dengan tambahan persyaratan bahwa semua atau beberapa variabel bernilai bulat non negatif.

Dalam membangun model formulasi dari suatu persoalan optimasi digunakan karakteristik-karakteristik *Integer Linear Programming* (ILP) yaitu:

1. Variabel Keputusan (*Decision Variable*)

Adalah variabel yang menguraikan secara lengkap keputusan-keputusan yang akan dibuat yang dilambangkan dengan $(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$.

2. Fungsi Tujuan (*Objective Function*)

Merupakan fungsi variabel keputusan yang akan dimaksimalkan atau diminimumkan. Diekspresikan dengan menggunakan variabel keputusan X_1 dan X_2 . Untuk menyatakan nilai fungsi tujuan ini digunakan lambang Z .

3. Batasan (*Constraint*)

Pembatas merupakan kendala yang dihadapi atau batasan yang berpengaruh terhadap variabel keputusan. Koefisien dari variabel keputusan pada pembatas disebut dengan koefisien teknologis, sedangkan bilangan yang ada di sisi kanan setiap pembatas disebut ruas kanan pembatas.

4. Pembatas Tanda

Adalah pembatas yang menjelaskan bahwa variabel keputusan diasumsikan hanya berharga non negatif atau variabel keputusan tersebut boleh berharga positif.

c. *Nonlinier Programming*

Suatu permasalahan optimasi disebut nonlinier jika fungsi tujuan dan kendalanya mempunyai bentuk nonlinier pada salah satu atau keduanya (Luknanto, 2000). Contohnya adalah sebagai berikut :

$$\text{Max } f(x_1, x_2, x_3) = 4x_1 - x_1^2 + 9x_2 + x_2^2 + 10x_3 + 2x_3^2 + 0,5x_2x_3 \quad (2.3)$$

$$\begin{aligned}\text{Batasan : } \quad & 4x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 10 \\ & 2x_1 + 4x_2 + x_3 \leq 20 \\ & x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0\end{aligned}$$

Optimasi nonlinier memiliki kelebihan dalam menangani masalah yang rumit atau sulit yaitu fungsi dari tujuan dari nonlinier tidak memiliki nilai minimum yang unik serta mempunyai daerah penyelesaian yang dengan batas yang nonlinier atau tidak konvex. Secara umum tidak penyelesaian yang terbaik, banyak penyelesaian dengan nonlinier yang hanya efisien untuk menyelesaikan masalah yang mempunyai struktu matematis tertentu.

d. *Integer Programming*

Variabel keputusan yang menyatakan keputusan iya atau tidak disebut dengan variabel. Variabel adalah variabel yang hanya mungkin bernilai 0 dan 1. Oleh karena itu, ketika menyatakan suatu keputusan ya atau tidak, variabel keputusan akan memberikan nilai 1 untuk menyatakan iya dan 0 untuk menyatakan tidak. Model *Linear Programming* (LP) seperti ini disebut dengan *Integer Programming* (BIP).

Seperti halnya LP, BIP sendiri juga bisa diformulasikan pada *spreadsheet*. Excel Solver juga mampu untuk menyelesaikan permasalahan BIP sederhana, namun terkadang gagal untuk menyelesaikan permasalahan yang agak besar.

$$x_j \begin{cases} 1, & \text{jika opsi } j \text{ terpilih} \\ 0, & \text{jika opsi } j \text{ tidak terpilih} \end{cases} \quad (2.4)$$

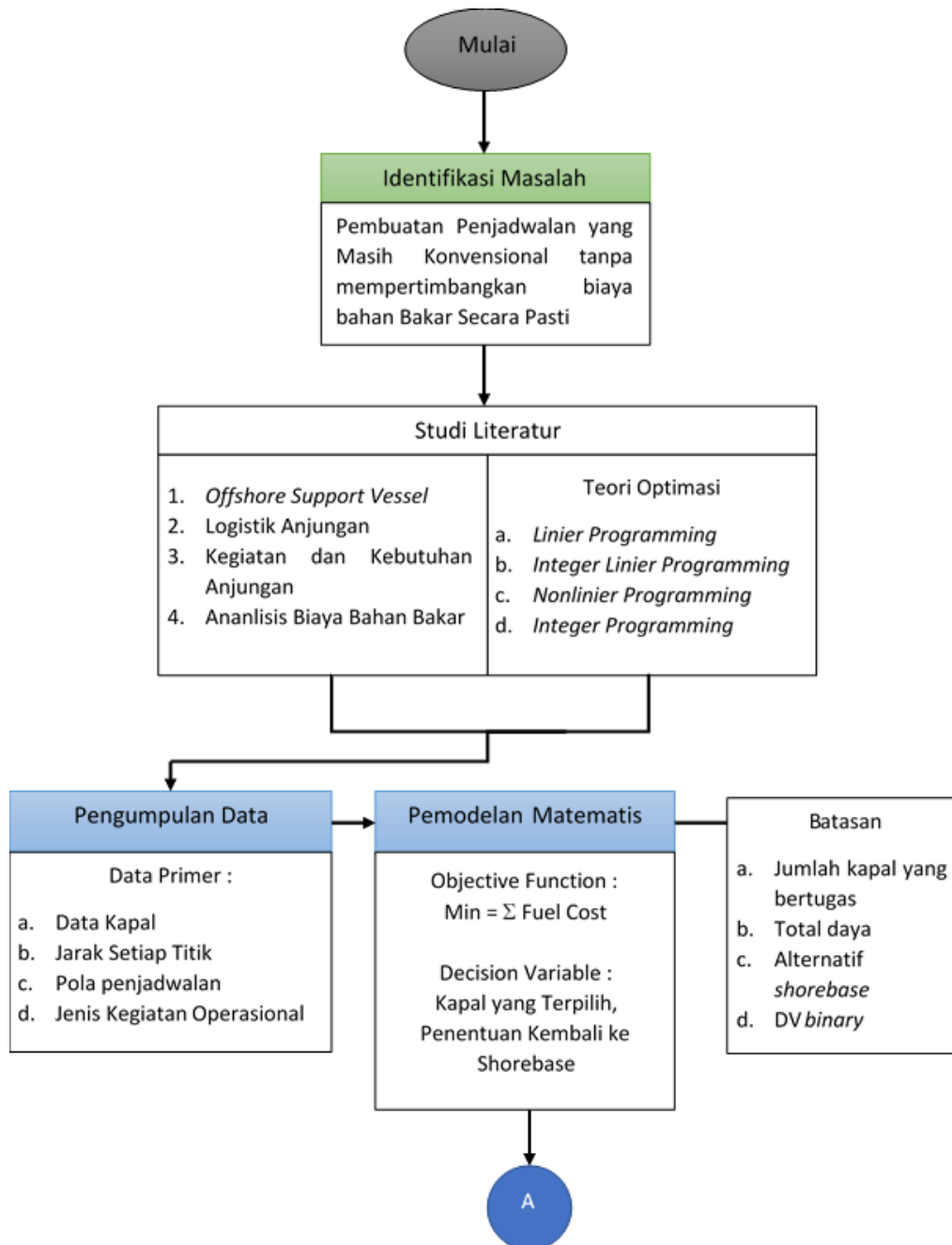
$$\min Z = \sum_{j=1}^n x_j c_j$$

Batasan : x_j adalah binary, untuk $j = 1, 2, 3, \dots, n$

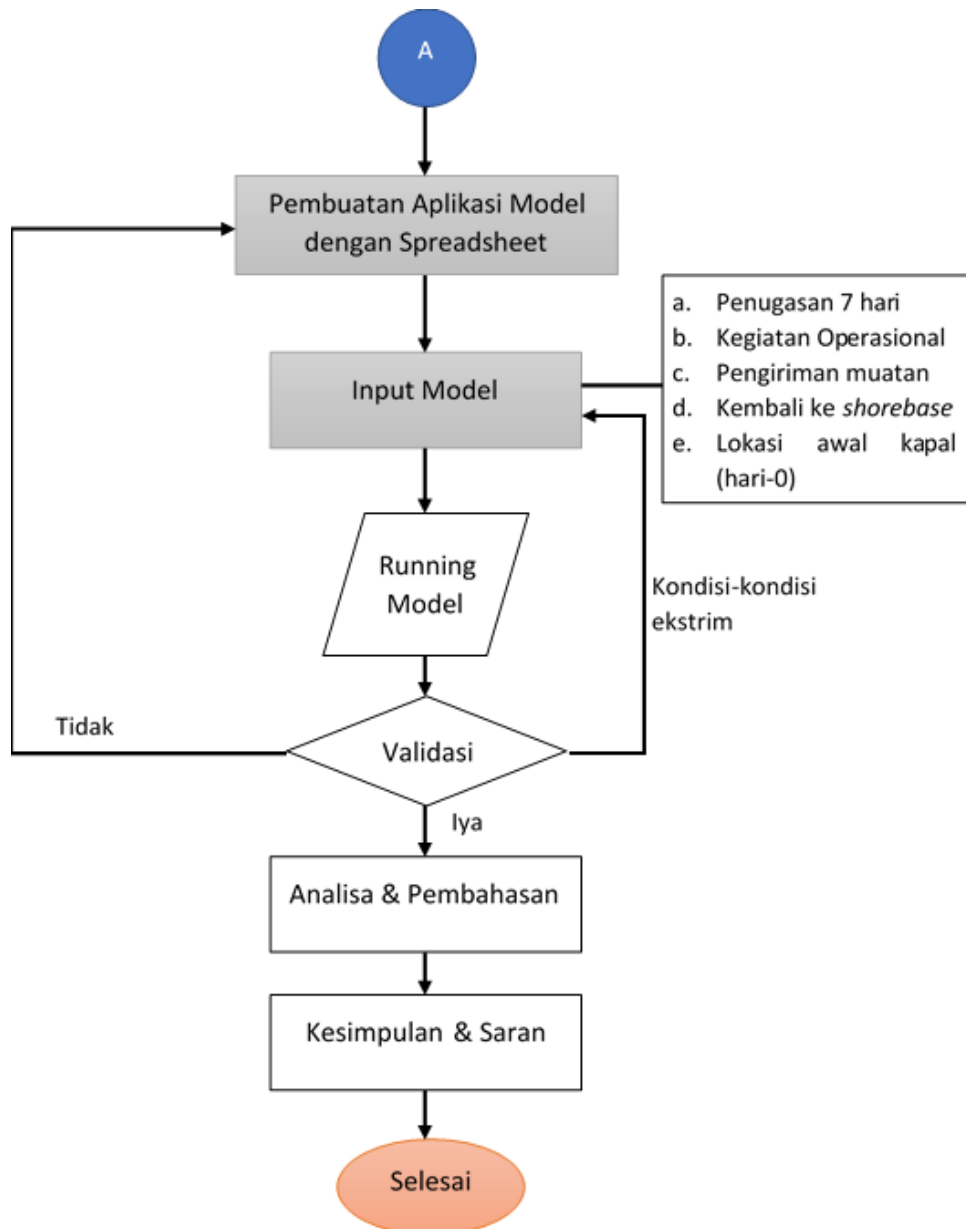
Bab 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian pada tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.1, sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian Lanjutan

Prosedur dalam pengerjaan tugas akhir ini dilakukan dengan beberapa tahapan sesuai dengan diagram alir diatas, yaitu:

3.1.1. Tahap Identifikasi Permasalahan

Pada tahap ini dilakukan identifikasi mengenai permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini. Permasalahan yang timbul adalah penugasan kapal yang saat ini dilakukan masih belum optimal. Hal ini terjadi karena perencanaan setiap satu mingguan dibuat tanpa ada perhitungan mengenai penggunaan bahan bakar kapal yang nantinya akan ditugaskan. Namun yang saat ini terjadi merencanakan penugasan OSV hanya berdasarkan kesediaan kapal, lokasi kapal terakhir, dan kebiasaan *planner* dalam membuat perencanaan.

3.1.2. Tahap Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan studi literatur yang terkait dengan permasalahan pada tugas ini. Materi-materi yang dijadikan sebagai tinjauan pustaka adalah teori optimasi, kegiatan anjungan yang melibatkan OSV, perhitungan biaya kapal dan model simulasi. Studi literatur juga dilakukan terhadap hasil penelitian sebelumnya yang serupa untuk lebih memahami permasalahan dan pengembangan yang dapat dilakukan.

3.1.3. Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini akan dilakukan pengumpulan data, metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode pengumpulan data secara langsung (primer) dan tidak langsung (sekunder). Pengumpulan data ini dilakukan dengan mengambil data terkait dengan permasalahan dalam tugas akhir ini di salah perusahaan minyak dan gas yang menangani eksplorasi migas di Wilayah Operasi Laut Natuna Selatan.

3.1.4. Tahap Pemodelan Matematis

Pada tahap ini merupakan pembuatan model matematis untuk hasil-hasil perhitungan yang akan didapatkan pada tahap selanjutnya yaitu pemodelan optimasi terhadap solusi yang ditawarkan.

3.1.5. Tahap Pemodelan Aplikasi *Spreadsheet*

Pada tahap ini adalah tahap utama dalam pengerjaan tugas akhir ini. Pembuatan model optimasi dengan perangkat lunak Excel merupakan penuangan ide, gagasan, pemikiran terhadap pemecahan permasalahan yang ada. Pembuatan model ini berdasarkan hasil pemikiran dari studi literatur yang telah dipelajari, data-data yang telah didapat, dan pembuatan model sederhana yaitu *mind map*. Sehingga muncul solusi yang dituangkan pada perangkat lunak Excel.

3.1.6. Tahap Input Data

Pada tahap ini merupakan tahap masukan data untuk model. Sehingga model dapat melakukan pencarian solusi optimal. Adapun yang menjadi input adalah penugasan dalam 7 hari. Kegiatan operasional, pengiriman muatan, kembali ke *shorebase* atau tidak, dan lokasi terakhir kapal berada atau posisi pada hari ke nol.

3.1.7. Tahap Validasi

Pada tahap ini merupakan tahap yang akan menunjukkan hasil yang didapat dari model apakah sudah menjadi optimal dan sesuai dengan kondisi sebenarnya. Cara termudah

dalam melakukan validasi adalah dengan membandingkan dengan kondisi eksisting yang telah ada. Sehingga dapat terlihat model telah sesuai dengan harapan dan kondisi *real*.

3.1.8. Analisa & Pembahasan

Pembahasan mengenai keseluruhan pengerjaan tugas akhir ini dari mulai pembuatan model sederhana *mind map*, pemodelan optimasi Excel, dan Pembuatan model matematis.

3.1.9. Kesimpulan & Saran

Pada tahap terakhir ini merupakan pembuatan kesimpulan dari hasil tugas akhir yang telah dibuat dan pemberian saran untuk penelitian selanjutnya dari tugas akhir ini.

Bab 4. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Wilayah Operasi Laut Natuna Selatan

Di Laut Natuna terdapat banyak ladang eksplorasi pengeboran minyak dan gas salah satunya studi kasus pada tugas akhir ini. Data dari Dinas Natuna menyatakan potensi migas di Kabupatenn Natuna terletak dilepas pantai memiliki 227 sumur migas dengan 153 sumur eksplorasi, 34 sumur dalam tahap kajian dan 40 sumur dalam tahanp pembangunan. Cadangan minyak bumi di Kabupaten Natuna mencapai 298,81 juta barel minyak, sedangkan cadangan gas bumi mencapai 55,3 triliun kaki kubik. Laporan itu menyatakan dengan estimasi produksi maksimum 1 triliun kaki kubik per tahun, diperkirakan umur cadangan mencapai 50-100 tahun.

Pada Tugas Akhir ini khusus membahas wilayah Laut Natuna Selatan yang saat ini sahamnya dikuasai 100% oleh salah satu perusahaan nasional. Dengan kedalam laut mencapai 250 sampai 320 kaki. Produksi minyak pada daerah operasi ini mencapai 0,62 MBOPD di tahun 2016 dan 7,16 MBOPD di tahun 2017. Sedangkan untuk produksi gas mencapai 7,59 MMSCFD pada 2016 dan 85,15 MMSCFD pada tahun 2017. Berikut merupakan gambar lokasi wilayah operasi Laut Natuna Selatan:



Sumber: <http://www.medcoenergi.com>

Gambar 4.1 Wilayah Operasi Laut Natuna Selatan

Pada wilayah operasi Laut Natuna Selatan ini memiliki 6 titik utama dalam kegiatan pengiriman logistik dan operasional anjungan. Keenam titik adalah Pulau MTK sebagai *shorebase* utama, BLD, NB, BLK, HT, dan KRS. Keenam titik tersebut terbagi menjadi 2 zona utama yaitu EHO (*Eastern Hub Operation*) dan WHO (*Western Hub Operation*).

Pada wilayah WHO terdapat dua titik yaitu BLD dan HT, sedangkan pada wilayah EHO terdapat tiga titik yaitu BLK, KRS, dan NB. Setiap titik memiliki kegiatan yang berbeda beda. MTK merupakan *shorebase* utama dalam kegiatan logistik, BLD merupakan FSO serta di HT terdapat kegiatan eksplorasi. BLD merupakan wadah penyimpanan hasil dari eksplorasi sumur-sumur yang terdapat di wilayah WHO. Sedangkan untuk wilayah EHO terdapat BLK sebagai FPSO untuk wadah penyimpanan minyak, dan gas. KRS dan NB merupakan bagian dari EHO yang merupakan tempat eksplorasi minyak dan gas.

4.2. Fasilitas Wilayah Operasi Laut Natuna Selatan

Fasilitas-fasilitas yang berada di Laut Natuna pada kedalaman sekitar 300 kaki dengan 1 FPSO, 1 FSO, 4 *central processing platforms*, 7 *wellhead platforms*, 4 *producing subsea fields*, beserta sejumlah kapal pendukung operasi, dimana produksi pertama dimulai tahun 1979. Infrastruktur ini mendukung 3 lapangan produksi minyak beserta 16 lapangan gas alam yang masih berada dalam berbagai tahapan perkembangan, dimana 8 di antaranya sudah berproduksi. Selain itu mengoperasikan fasilitas suplai darat di Pulau MTK, Kabupaten Anambas, yang menyediakan dukungan logistik serta fasilitas untuk helikopter, bahan bakar, akomodasi dan landasan lapangan terbang sepanjang 1.190 meter. Terdapat sekitar 370 orang bekerja di lokasi tersebut dengan lebih dari 420 orang lagi menyediakan pelayanan dari Jakarta.



Sumber: medcoenergi.com

Gambar 4.3 FPSO yang Terdapat di Laut Natuna Selatan

Gambar 4.3 adalah salah satu fasilitas yang dimiliki yaitu *Floating Production Storage and Offloading*. Dimana fungsinya sebagai alat untuk menghasilkan minyak serta menyimpannya. Selain itu pada FPSO ini juga terjadi kegiatan pemindahan minyak yang sudah jadi ke kapal tanker. Pada wilayah operasi ini memiliki 2 fasilitas *storage*. Dimana satu yang lainnya merupakan tipe FSO (*Floating Storage and Offloading*).

4.2.1. *Shorebase* Pulau MTK

Pulau MTK adalah *shorebase* utama pada kegiatan anjungan lepas pantai. Pulau MTK terletak di Kepulauan Anambas Laut Natuna Selatan. Sehingga menjadi bagian penting dalam kegiatan logistik anjungan lepas pantai. Semua logistik yang akan dikirim dan dikembalikan pasti singgah di Pulau MTK. Jarak Pulau MTK ke Jakarta adalah sekitar 564 mil laut. Pasokan logistik ke Pulau MTK berasal dari dua 2 tempat yaitu yang utama adalah dari Jakarta sebagai pemasok terbesar dan yang kedua adalah dari Batam yang memasok kebutuhan-kebutuhan khusus untuk kegiatan eksplorasi dan bersifat penting.

Sebagai *shorebase* utama menjadikan Pulau MTK memiliki fasilitas-fasilitas yang lengkap. Fasilitas yang ada diantaranya adalah bandara & hanggar, tempat akomodasi bagi *crew*, pergudangan, dan pelabuhan. Fasilitas hanggar dapat menampung 3 pesawat terbang dengan panjang 28 meter, dan 5 helikopter. Pada sisi fasilitas pelabuhan memiliki *jetty* dengan panjang 180 meter (dapat menampung 2 OSV dalam waktu bersamaan). Dalam melakukan bongkar muat Pelabuhan MTK telah dilengkapi dengan 2 buah *crane*, 3 *forklift*, *treiler with prime mover*, *wheel loader*, dan truk barang. Selain itu, terdapat tempat penyimpanan yang disediakan, diantaranya yaitu :

1. *Open Yard* (17.100 m²)
2. *Shelter Storage* (2.900 m²)
3. *Chemical Storage* (550 m²)
4. *Explosive Bunker* 52 shelves

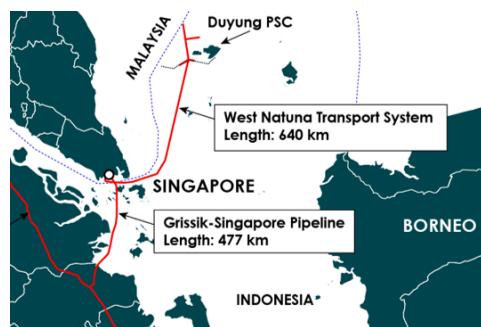


Sumber: Dokumen Kerja Praktek Penulis

Gambar 4.4 Fasilitas yang Terdapat di *Shorebase* Pulau MTK

4.2.2. *West Natuna Transportation System (WNT S)*

Laut Natuna Selatan menjual produksi gasnya ke Singapura dan Malaysia berdasarkan kontrak 2 tahunan, masing-masing sejak 2001 dan 2002. Produksi gas untuk Singapura dikirimkan melalui fasilitas pipa *West Natuna Transportation System (WNT S)* sepanjang 656 kilometer ke fasilitas penerima darat di Singapura. Baik jalur pipa maupun fasilitas penerima tersebut dioperasikan oleh Perseroan. Infrastruktur WNT S dan fasilitas pipa ke Malaysia sedang dan akan terus menjadi titik fokus untuk komersialisasi pengembangan yang ada dan kegiatan eksplorasi yang sedang berlangsung di Laut Natuna. Sejak penutupan transaksi, Perusahaan telah berfokus pada upaya untuk memastikan bahwa proses integrasi berjalan dengan mulus dan aktivitas bisnis operasi lepas pantai terus berkelanjutan. Dalam menghadapi tantangan fluktuasi harga, Perusahaan berencana untuk menciptakan sinergi yang signifikan atas proses pengadaan dan efisiensi terbaik. Di tahun 2017, Perusahaan melakukan pengeboran untuk 5 sumur, dan menerima penghargaan dari Petronas untuk layanan yang sangat dapat diandalkan.



Sumber: <http://www.conradpetro.com>

Gambar 4.5 *West Natuna Transportation System*

4.3. Armada yang Digunakan

Pada studi kasus Tugas Akhir ini terdapat 4 buah *Support Vessel* dalam mendukung kegiatan anjungan. 4 OSV ini digunakan dalam kegiatan mobilitas barang dan untuk kegiatan penunjang kegiatan operasional anjungan. Meskipun 4 kapal ini sama-sama dalam menunjang kegiatan anjungan tetapi setiap kapal memiliki jenis dan karakteristik yang berbeda. OSV memiliki kemampuan manuver yang sangat baik yang memungkinkan dalam berputar 360 derajat pada tempat tetap. Selain itu sebagian tipe OSV memiliki kemampuan dalam mendorong atau menarik seperti halnya *tug boat*. Berikut merupakan OSV pada Tugas Akhir ini :

Tabel 4.2 Data OSV yang Digunakan

Nama Kapal		GO	SA	SMS	V99
Jenis		SV	AHTS	AHTS	UB
Thn pembuatan		2010	2007	2015	1998
Flag		IDN	IDN	IDN	IDN
Class		RINA&BKI	BV&BKI	RINA&BKI	BKI
IMO Number		9640695	-	9797565	9216779
Panjang (LOA)	(m)	48,68	45	49,8	45
Lebar (B)	(m)	12,5	11	12,6	10
Tinggi (H)	(m)	5,25	4	5,3	5
Sarat (T)	(m)	4	3,2	4,5	4,4
GT	(ton)	901	497	900	497
NT	(ton)	271	149	250	149
Main Engine	HP/KW	1600	1750	1620	1200
	HP/KW	1600	1750	1620	1200
Aux. Engine	KW	160	245x3	232x3	200
	KW	160			200
Bollard Pull	(ton)	0	43,5	48,8	32
FOC (ton/hari)	ME	6,588	9,515	5,521	7,500
	AE	0,793	1,200	1,100	0,900
eco speed	knot	9	9	9	9
max speed	knots	12,4	12	12	12
Area Muat	(TEUS)	10	8	12	8

Sumber: Dokumen Kerja Praktek Penulis

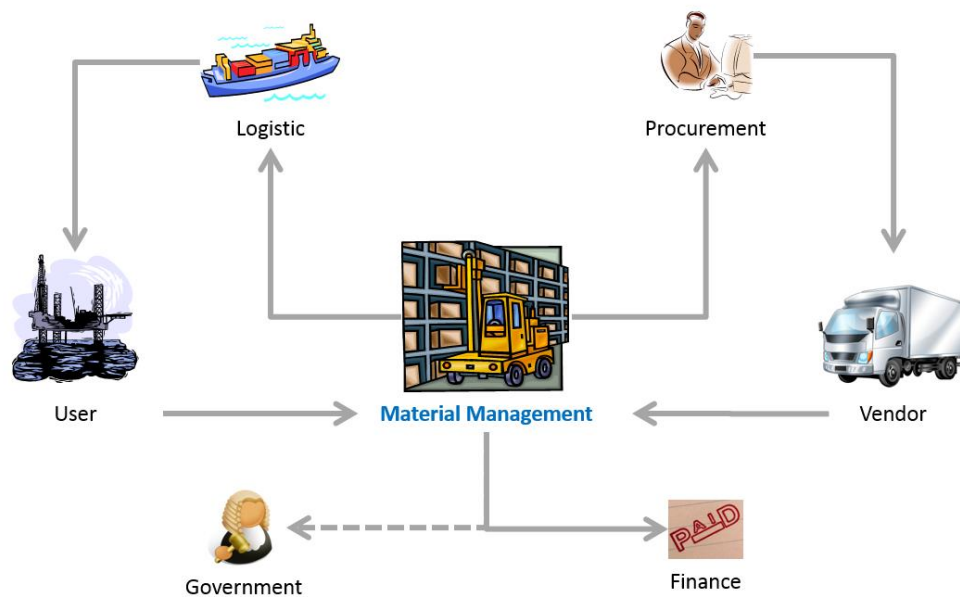
Pada tabel diatas terdapat beberapa kapal yang memiliki kemampuan untuk melakukan tarikan atau dorongan. Yaitu terlihat dari kemampuan *bollard pull* yang memiliki arti kekuatan dalam mendorong atau melakukan tarikan.

4.4. Logistik Proses

Logistik merupakan bagian yang mengatur mobilisasi barang atau muatan yang dibutuhkan dalam kegiatan operasional maupun yang akan dibawa kembali ke shorebase. Semua kegiatan yang melibatkan transportasi dalam pemindahan muatan maka hal tersebut termasuk dalam kerja logistik.

Transportasi laut yang ditangani di logistik meliputi 4 kapal operasional yang dioperasikan dari *shorebase* ke wilayah operasional *offshore* dan 1 kapal tipe *general cargo* yang beroperasi dari pelabuhan di Jakarta menuju ke lokasi *shorebase*. Tipe kapal yang digunakan untuk kegiatan operasional tersebut adalah kapal yang telah disebutkan pada subbab sebelumnya. Penggunaan kapal ini hanya untuk pengiriman barang bukan untuk mobilisasi penumpang/*crew*.

Pada *warehousing* yang mengatur tentang pergudangan, penomoran barang/equipment, penyediaan stok, dan *maintenance* barang yang di stok secara teratur. *warehousing* menjamin bagaimana barang yang dibutuhkan oleh operasional selalu tersedia sehingga tidak kehabisan stok. Selain itu, *warehousing* juga memonitoring penggunaan barang yang sering digunakan, jarang, bahkan barang yang sudah di stok namun tidak digunakan. Sehingga pengaturan gudang dapat selalu terjaga penggunaanya dan tidak melebihi kapasitas gudang yang tersedia.



Sumber: Dokumen Kerja Praktek Penulis

Gambar 4.6 Alur Logistik Wilayah Operasi Laut Natuna Selatan

Pada Tugas Akhir ini alur yang menjadi tinjauan utama adalah pada *material management-logistic-user*. Artinya dalam membawa barang yang telah disiapkan oleh *material management* akan diangkut menggunakan kapal menuju anjungan yang dituju (*user*). Tugas Akhir ini akan melakukan pengoptimalan pada bagian tersebut. Sehingga biaya yang dikeluarkan dari penggunaan kapal dapat tekan lebih rendah.

4.5. Proses Penentuan Penjadwalan OSV

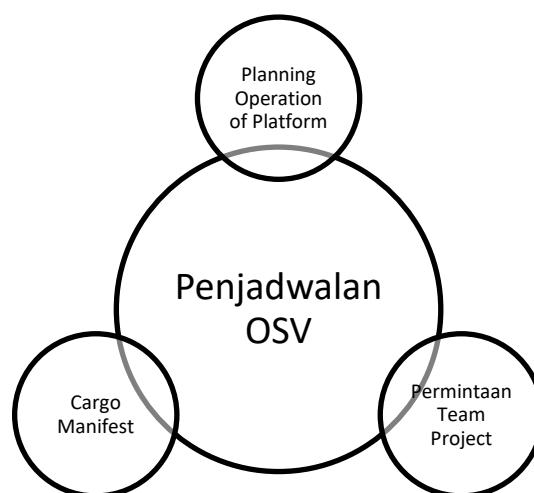
Dalam perencanaan penjadwalan penugasan OSV pada wilayah Laut Natuna Selatan terdapat beberapa bagian yang berperan dalam melakukan penjadwalan. Sehingga penjadwalan merupakan hasil permintaan dari bagian-bagian yang berperan dalam kegiatan anjungan. Adapun bagian-bagian yang berperan dalam hal penjadwalan ini disebut sebagai CMOS (*Centralized Marine Operation System*). CMOS ini terdiri dari *planner* dalam

penjadwalan OSV, para kapten OSV, *team lead* masjng anjungan atau titik yang menjadi tujuan baik anjungan, FSO, dan FPSO, logistik & material manajemen, serta *team project* yang berisi para *engineer* dalam kegiatan eksploarasi minyak dan gas lepas pantai. Pertemuan pada bagian- bagian diatas pada umumnya dilakukan satu kali dalam satu minggu.

Hal tersebut dilakukan untuk memberi memberikan referensi pada *planner* dalam membuat perencanaan untuk OSV. Pertemuan ini biasa dialakukan pada hari kamis dan untu membicarakan permintaan dalam satu minggu kedepan terhadap penugasan OSV. Setelah proses ini selesai dilakukan maka selanjutnya yang dapat dilakuakan ialah *planner* membuat jadwal sesuai permintaan bagian-bagian yang telah dirapatkan sebelumnya. Selanjutnya dari hasil pertemuan jadwal dibuat untuk hari Sabtu dan sampai jumat dalam satu minggu.

Planner bertugas dalam membuat penjadwalan dari referensi yang telah didapat dari setiap bagiannya. Kapten kapal bertugas memberi laporan terakhir posisi kapal dan kesanggupan kapal. Sedangkan ketua masing-masing anjungan memberikan keterangan terhadap permintaan dari kegiatan anjungan, logistik & material manajemen akan mempersiapkan material dan kebutuhan yang dikirim menuju anjungan, dan yang terakhir adalah *team project* akan memberikan berita akan melakukan kegiatan teknik, pengecekan, survei pada tiap-tiap anjungan.

Namun dalam perencanaannya terdapat beberapa hal penting yang harus dipertimbangkan. Hal-hal tersebut menjadi dasar bagi *planner* dalam membuat perencanaan yang akan dilakukan. Terdapat tiga hal penting sebagaimana berikut:



Sumber: Dokumen Kerja Praktek Penulis

Gambar 4.7 Pertimbangan dalam Penjadwalan OSV

Tiga hal pada gambar diatas merupakan dasar dalam melakukan penjadwalan OSV. *Planning Operation* sendiri sudah terdapat jadwal dalam melakukan kegiatan operasional anjungan yang disebut dengan jadwal 30/90D. Artinya ialah penjadwalan yang telah dibuat selama 30 hari kedepan dan akan dilaksanakan tiga puluh untuk bulan yang saat ini akan dilakukan. Selanjutnya adalah *cargo manifest* yaitu adalah list muatan yang akan dibawa ke anjungan sebagai permintaan. Daftar ini pada umumnya diminta oleh operator-operator di anjungan. Terakhir adalah permintaan dari *team project* yang merupakan kegiatan yang ditujukan untuk perawatan anjungan yang membutuhkan OSV dalam melakukannya.

4.6. Peraturan yang Terkait Kegiatan Anjungan

Dalam Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 93 Tahun 2014 tentang sarana bantu dan prasarana pemanduan kapal pada Bab 2 Pasal 3 huruf b menjelaskan bahwa “Penggunaan Kapal Tunda sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat 2 huruf a, digunakan untuk menjamin keselamatan pelayaran dan perlindungan lingkungan maritim dalam pelayanan pemanduan kapal di pelabuhan, perairan dan alur pelayaran, dengan ketentuan sebagai berikut : Panjang kapal diatas 150 (seratus lima puluh) meter sampai 250 (dua ratus lima puluh) meter menggunakan paling sedikit 2 (dua) unit kapal tunda dengan jumlah daya paling rendah 6.000 (enam ribu) DK dan jumlah gaya tarik paling rendah 65 ton *bollard pull*.”

Pada peraturan tersebut menunjukan jika terdapat kegiatan baik di pelabuhan atau perairan lepas jika terdapat kegiatan dalam sandar, dll dengan kapal ukuran yang telah ditentukan harus menggunakan 2 kapal yang memiliki daya dan gaya tarik yang telah ditentukan dalam peraturan. Termasuk salah satu kegiatan yang terdapat pada studi kasus ini. Dimana terdapat kegiatan pemindahan minyak (*lifting oil*) dari FPSO/FSO menuju kapal tanker. Pada proses tersebut kapal tanker akan melakukan tander/ sandar pada *spar bouy* yang telah disediakan disekitar *storage*. Pada umumnya kapal tanker yang melakukan kegiatan tersebut pada studi kasus ini memiliki ukuran diatas 150 meter. Sehingga peraturan ini berlaku untuk studi kasus pada Tugas Akhir ini.

Selain peraturan lain yang juga mendasari perencanaan penjadwalan ini adalah setiap zona baik EHO maupun WHO harus minimal terdapat 1 kapal OSV yang *standby*. Hal ini dilakukan untuk menjaga keamanan dan keselamatan serta mencegah terjadinya resiko yang tidak diinginkan.

4.7. Kegiatan Operasional Anjungan

Dalam operasi eksplorasi minyak dan gas lepas pantai terdapat beberapa kegiatan anjungan yang membutuhkan bantuan OSV dalam pelaksanaannya. Hal tersebut dilakukan salah satunya karena ada aturan yang memerintahkan serta keamanan dari operasi lepas pantai. Pada operasi anjungan lepas pantai mengharuskan terdapat minimal satu unit OSV yang bersiaga/*standby* pada satu wilayah. Contoh pada wilayah operasi Laut Natuna Selatan yang terdapat dua zona yang berbeda. Yaitu zona WHO dan EHO, kedua zona ini minimal terdapat satu unit kapal yang bersiaga. Selain itu juga terdapat kegiatan yang memerlukan OSV dalam pelaksanaannya diantaranya adalah sebagai berikut:

a. *Water & sediment sampling*

Kegiatan ini merupakan aktifitas dalam mengambil sampel air dan sedimen yang terdapat disekitar anjungan. Pada kegiatan ini diwajibkan untuk didukung oleh minimal satu OSV dengan jenis apa saja.

b. *Pemasangan spar bouy*

Kegiatan ini merupakan pemasangan *spar bouy* untuk kegiatan tambat kapal. Pada umumnya untuk tambatnya tanker yang akan melakukan pemindahan minyak. Pada aktifitas ini diwajibkan untuk ditugaskan satu unit OSV yang memiliki daya tarik dan dorong (*bollard pull*).

c. *Crude oil lifting*

Kegiatan merupakan aktifitas pemindahan minyak yang terdapat di FSO ataupun FPSO menuju kapal tanker dalam rangka penjualan minyak hasil eksplorasi. Dikarenakan kegiatan ini sangat penting dan berbahaya karena pemindahan dilakukan dengan menggunakan pipa yang saling terhubung antar kapal. Sehingga pada kegiatan ini diwajibkan untuk dilakukan oleh minimal dua unit OSV yang memiliki kemampuan *bollard pull* dengan jumlah 65 ton, dan jumlah daya sebanyak 6000 daya kuda. Sebagaimana yang terdapat pada peraturan pemerintah.



Sumber: <https://vagasoleoegas.com>

Gambar 4.8 Kegiatan Pemindahan Minyak

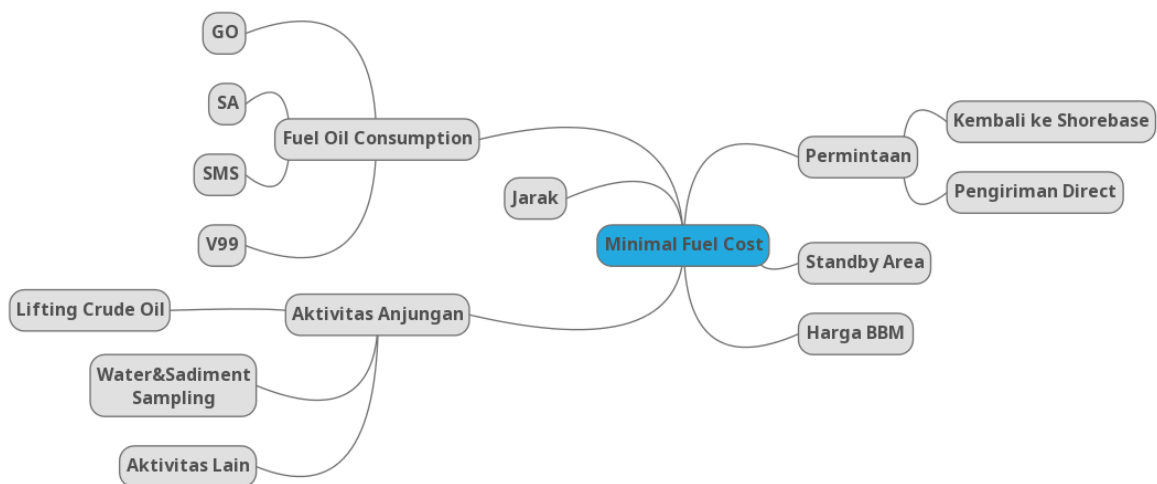
d. *CUI Inspection*

Kegiatan ini seperti halnya kegiatan pada bagian pertama yang mengharuskan terdapat satu kapal yang ikut membantu dengan jenis OSV apa saja.

Bab 5. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1. Model *Mind Map*

Model ini dibuat untuk mengetahui bagian-bagian apa saja yang dapat mempengaruhi perhitungan optimasi. Sehingga memudahkan bagi peneliti dalam memodelkan perhitungan berikutnya. Pemodelan ini juga membuat pola pikir dan pembuatan model selanjutnya lebih sistematis. Berikut merupakan model *mind map* yang telah dibuat.



Gambar 5.1 *Mind Map* Pengaruh Terhadap *Fuel Cost*

Pada Gambar 1.1 terdapat bagian yang memiliki pengaruh besar terhadap keputusan pemilihan OSV dalam penugasan. Diantaranya ialah FOC (*Fuell Oil Consumption*) dari kapal. Setiap kapal memiliki nilai FOC berbeda-beda sehingga sangat menentukan suatu kapal akan dipilih atau tidak. Aktivitas anjungan juga memiliki pengaruh besar salah satu contohnya pada kegiatan *lifting oil*. Pada aktivitas tersebut harus terdapat dua OSV yang terlibat dalam kegiatan. Sehingga kapal yang bertugas menjadi lebih banyak.

Pada bagian *demand* terdapat pemecahan menjadi 2 bagian lagi yaitu kembali ke *shorebase* atau *direct*. Artinya sebagai contoh dalam pengiriman permintaan untuk anjungan jika terdapat dua permintaan pada dua titik berbeda dalam dua hari berturut-turut pengiriman bisa dilakukan dengan kembali ke *shorebase* setelah mengirim pada hari pertama dan

dilanjutkan ke hari ke dua atau dilakukan dengan mengirim secara langsung. Memuat permintaan pada hari kedua sekaligus di hari pertama.

5.2. Notasi Model

Perhitungan dalam model optimasi terdapat notasi-notasi yang tertentu yang perlu diketahui oleh para pembaca dalam rangka memudahkan pembahasan. Adapun yang dinotasikan diantaranya nama kapal, hari perencanaan, serta titik yang menjadi tujuan. Berikut detail notasi dalam pemodelan:

Tabel 5.1 Notasi Perhitungan Model

X_{ijklm}				
i	j	k	l	m
(kapal)	(hari)	(perjalanan)	(asal)	(tujuan)
1 : GO	1 : Hari ke 1	1 : Hari 0 ke 1	1 : MTK	1 : MTK
2 : SMS	2 : Hari ke 2	2 : Hari 1 ke 2	2 : BLD	2 : BLD
3 : SA	3 : Hari ke 3	3 : Hari 2 ke 3	3 : HT	3 : HT
4 : V99	4 : Hari ke 4	4 : Hari 3 ke 4	4 : BLK	4 : BLK
	5 : Hari ke 5	5 : Hari 4 ke 5	5 : KRS	5 : KRS
	6 : Hari ke 6	6 : Hari 5 ke 6	6 : NB	6 : NB
	7 : Hari ke 7	7 : Hari 6 ke 7		

Notasi i merupakan OSV yang digunakan pada pemodelan. Perbedaan notasi j dan k adalah waktu dalam pelaksanaannya. Notasi j mengekspresikan hari saat ditugaskan, sedangkan untuk notasi k yaitu perjalanan yang dilakukan diantara penugasan atau waktu saat perpindahan. Notasi l merupakan titik yang menjadi tempat sebelum penugasan, dan m merupakan titik yang akan menjadi tujuan dalam penugasan.

5.3. Perhitungan

Dalam model optimasi terdapat komponen-komponen perhitungan yang menjadi dasar dalam optimasi. Dari perhitungan yang sederhana hingga kompleks dan pada akhirnya menjadi suatu model optimasi. Perhitungan-perhitungan biaya inilah yang menjadi dasar dalam mengkalkulasi variabel keputusan yang diambil sehingga memperoleh nilai biaya yang optimal. Dimulai dari menghitung waktu perjalanan, bahan bakar yang digunakan hingga biaya bahan bakar yang dikeluarkan Sehingga menjadi satu-kesatuan model yang dapat menghitung model optimasi penjadwalan bagi kapal. Berikut merupakan pembahasan perhitungan-perhitungan yang telah dilakukan.

5.3.1. *Seatime*

Perhitungan utama pada pembahasan Tugas Akhir ini adalah menjadikan biaya penggunaan bahan bakar optimal. Penelitian ini hanya menghitung biaya penggunaan bahan bakar dari penggunaan kapal akibat adanya perpindahan karena penugasan yang diberikan. Penugasan yang diberikan sesuai dengan jadwal yang telah dibuat oleh perencana. Sehingga diperlukan cara dalam membuat perencanaan yang tepat sehingga biaya yang dikeluarkan akibat adanya penugasan menjadi lebih optimal.

Pada Tugas Akhir ini penjadwalan dibuat untuk 7 hari kedepan. Dimana pada setiap harinya penugasan akan diberikan pada tujuan yang berbeda-beda. Perhitungan waktu berlayar juga dipengaruhi oleh kecepatan masing-masing kapal. Kecepatan yang digunakan dalam perhitungan ini adalah kecepatan dinas. Berikut rumus dalam mencari waktu berlayar kapal (*seatime*) :

$$t_{ijlm} = \frac{s}{v_i} \times r \quad (5.1)$$

Dimana:

- t : *seatime* (jam)
- s : jarak terpilih (mil laut)
- v_i : kecepatan kapal (knot)
- r : faktor pengali terpilih atau tidak

Waktu berlayar dihitung pada setiap kapal. Dimana terdapat empat kapal dalam wilayah operasi Laut Natuna Selatan yang menunjang kegiatan anjungan. Pada notasi kecepatan kapal rumus diatas (v_i) menggambarkan bahwa setiap kapal memiliki kecepatan yang berbeda-beda.

Tabel 5.2 Kecepatan Kapal

Nama Kapal	Kec. Dinas	Kec. Max
	knot	knot
GO	9,3	12,4
SA	9	12
SMS	9	12
V99	9	12

Sumber: Dokumen Kerja Praktek Penulis

Selain itu juga terdapat faktor pengali r yaitu yang menentukan waktu berdasarkan jarak dan kapal yang mana yang akan dihitung. Berdasarkan notasi yang telah dibuat terdapat 4 bagian yang menjadi penanda dalam perhitungan. Bagian tersebut ialah i sebagai

kapal yang digunakan, j sebagai ‘hari ke’, l sebagai titik asal OSV mulai ditugaskan, dan m sebagai titik tujuan atau penugasan. Berikut dalam bentuk notasi yang telah dibuat. Pada notasi ini merupakan presentasi dari kapal GO, pada hari pertama (ke-1), :

Tabel 5.3 Notasi Matematis *seatime*

t_{ijlm}	MTK	WHO		EHO		
		BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	t_{1111}	t_{1112}	t_{1113}	t_{1114}	t_{1115}	t_{1116}
BLD	t_{1121}	t_{1122}	t_{1123}	t_{1124}	t_{1125}	t_{1126}
HT	t_{1131}	t_{1132}	t_{1133}	t_{1134}	t_{1135}	t_{1136}
BLK	t_{1141}	t_{1142}	t_{1143}	t_{1144}	t_{1145}	t_{1146}
KRS	t_{1151}	t_{1152}	t_{1153}	t_{1154}	t_{1155}	t_{1156}
NB	t_{1161}	t_{1162}	t_{1163}	t_{1164}	t_{1165}	t_{1166}

Berikut merupakan contoh sebagian perhitungan waktu berlayar pada kapal yang berbeda di hari pertama dan kedua. Pada Tabel 5.3 memiliki hasil yang dapat dilihat pada hari 1 pada tabel GO dibawah berikut.

Tabel 5.4 Contoh Hasil Perhitungan *Seatime*

GO								SA									
HARI 1	hour	MTK	WHO		EHO			hour	MTK	WHO		EHO					
			BLD	HT	BLK	KRS	NB					BLD	HT	BLK	KRS	NB	
	MTK	0,0	10,7	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0	MTK	0,0	0,0	0,0	6,1	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
HARI 2	hour	MTK	WHO		EHO			hour	MTK	WHO		EHO					
			BLD	HT	BLK	KRS	NB			BLD	HT	BLK	KRS	NB			
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	BLK	0,0	0,0	6,4	0,0	0,0	0,0		
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			

Sumber: Dokumen Penulis

Tabel 5.4 merupakan contoh hasil dari perhitungan waktu berlayar pada kapal yang berbeda. Hanya pada sel-sel tertentu yang terdapat nilai waktu berlayar. Hal tersebut terjadi karena terdapat faktor pengali yang menjadikan sel lain tidak memiliki nilai. GO dan SA pada tabel diatas menunjukkan kapal yang digunakan. Sedangkan kolom yang memiliki warna berbeda merupakan tujuan kapal yang akan ditugaskan.

5.3.2. Konsumsi Bahan Bakar

Jumlah konsumsi bahan bakar merupakan fungsi dari kemampuan mesin menggunakan bahan bakar dalam satuan waktu. Spesifikasi mesin sangat mempengaruhi konsumsi bahan bakar dalam penggunaan kapal namun juga terdapat faktor lain yang

mempengaruhinya. Waktu yang dibutuhkan dalam mengoperasikan mesin induk juga berpengaruh besar. Maka karena itu jarak yang dipilih menjadi penentu dalam optimalisasi biaya nantinya. Kerena jarak akan menentukan seberapa lama kapal akan terus beroperasi. Untuk itu, berikut rumus dalam mencari jumlah konsumsi bahan bakar yang digunakan:

$$KOB_{ijlm} = \left(\frac{t}{24}\right) \times FOC(ME)_i / \rho \quad (5.2)$$

Dimana:

KoB = Konsumsi Bahan Bakar (liter)

t = *seatetime* (jam)

FOC(ME)_i = *Fuel Oil Consumption* (ton/hari)

ρ = Massa jenis (ton/liter)

Rumus diatas digunakan untuk mencari konsumsi bahan bakar pada *Main Engine* (ME). Massa jenis pada solar yang digunakan diatas adalah sebesar 0,00086 ton/liter. Sedangkan untuk mencari konsumsi bahan bakar yang digunakan pada *Auxillary Engine* (AE) adalah dengan *Fuel Oil Consumption* ME. Dan dengan satuan adalah ton/hari. Dikarenakan AE tetap digunakan selama 24 jam. Maka bahan bakar yang dikonsumsi AE sama dengan nilai FOC AE pada perharinya.

Dalam notasi yang telah dijelaskan sebelumnya. Maka model matematis untuk perhitungan konsumsi bahan bakar dalam bentuk tabel dapat dijelaskan berikut. Dalam model matematis Tabel 5.5 merupakan presentasi dari konsumsi bahan bakar kapal GO pada hari pertama.

Tabel 5.5 Model Matematis Konsumsi Bahan Bakar

KOB_{ijlm}	MTK	WHO		EHO		
		BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	KOB_{1111}	KOB_{1112}	KOB_{1113}	KOB_{1114}	KOB_{1115}	KOB_{1116}
BLD	KOB_{1121}	KOB_{1122}	KOB_{1123}	KOB_{1124}	KOB_{1125}	KOB_{1126}
HT	KOB_{1131}	KOB_{1132}	KOB_{1133}	KOB_{1134}	KOB_{1135}	KOB_{1136}
BLK	KOB_{1141}	KOB_{1142}	KOB_{1143}	KOB_{1144}	KOB_{1145}	KOB_{1146}
KRS	KOB_{1151}	KOB_{1152}	KOB_{1153}	KOB_{1154}	KOB_{1155}	KOB_{1156}
NB	KOB_{1161}	KOB_{1162}	KOB_{1163}	KOB_{1164}	KOB_{1165}	KOB_{1166}

Berikut merupakan contoh hasil perhitungan konsumsi bahan bakar yang merupakan nilai pada model matematis Tabel 5.5. Model matematis diatas masih model untuk perhitungan untuk mesin induk tidak termasuk dengan mesin bantu. Sehingga masih terdapat perhitungan lanjutan untuk perhitungan penambahan dengan mesin bantu. Pada

tabel dibawah yang menjadi hasil merupakan pada tabel hari pertama pada kapal GO. Sedangkan untuk tabel lain yaitu pada kapal SA dan juga pada hari kedua merupakan kelanjutan dari model yang mana akan dilanjutkan pada kapal selanjutnya yaitu SMS dan V99. Sedangkan untuk hari akan dilakukan juga sampai dengan hari ketujuh.

Tabel 5.6 Contoh Hasil Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar

GO								SA							
HARI 1	liter/day	MTK	WHO		EHO			liter/day	MTK	WHO		EHO			
			BLD	HT	BLK	KRS	NB			BLD	HT	BLK	KRS	NB	
	Matak	0,0	3410,9	0,0	0,0	0,0	0,0	Matak	0,0	0,0	0,0	2837,2	0,0	0,0	
	Belida	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Belida	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	Hangtuah	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Hangtuah	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	Belanak	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Belanak	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	Kerisi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Kerisi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	North Belut	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	North Belut	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
HARI 2	liter/day	MTK	WHO		EHO			liter/day	MTK	WHO		EHO			
			BLD	HT	BLK	KRS	NB			BLD	HT	BLK	KRS	NB	
	Matak	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Matak	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	Belida	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Belida	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	Hangtuah	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Hangtuah	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	Belanak	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Belanak	0,0	0,0	2966,4	0,0	0,0	0,0	
	Kerisi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	Kerisi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	North Belut	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	North Belut	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

Sumber: Dokumen Penulis

Pada tabel diatas kolom yang terisi adalah kolom yang sama pada perhitungan di waktu pelayaran. Pada kolom tersebut bagian vertikal merupakan titik berangkat dan bagian horizontal adalah tujuan pada setiap harinya. Pada bagian kapal GO dan hari kedua tidak ada angka yang terisi dikarenakan pada hari tersebut bisa dikatakan bahwa kapal GO pada hari kedua tidak mendapatkan penugasan atau tetap *standby* pada posisi yang sama dengan hari pertama.

5.3.3. Biaya Bahan Bakar

Perhitungan biaya bahan bakar pada Tugas Akhir ini merupakan akumulasi penggunaan bahan bakar AE maupun pada ME yang dikalikan dengan harga BBM perliternya. Hasil perhitungan bahan bakar ini yang nantinya akan menjadi *objective function* pada model optimasi yang akan dijalankan. Bahan bakar yang digunakan pada ME maupun AE memiliki jenis yang sama sehingga langsung dijumlahkan. Hal ini berdasarkan data yang dapat dari hasil kerja praktek yang dilakukan penulis di perusahaan yang menangani wilayah operasi Laut Natuna Selatan. Berikut rumus perhitungan *Fuel cost* :

$$FC = r \times (KoB + FOC AE) \times \text{harga BBM} \quad (5.3)$$

Dimana:

FC : Biaya Bahan Bakar (rupiah)

r : faktor pengali terpilih atau tidak

KoB : Konsumsi Bahan Bakar ME (liter)

FOC AE : Konsumsi Bahan Bakar AE (liter)

Pada perhitungan ini dikembalikan dengan faktor pengali (r) lagi dikarenakan terdapat nilai konsumsi bahan bakar AE. Sehingga hasilnya akan sesuai dengan tempat yang di rencanakan. Berikut merupakan model matematis biaya bahan bakar dalam bentuk tabel sesuai dengan model matematis sebelumnya. Seperti halnya tabel notasi sebelumnya, ini merupakan contoh untuk kapal GO dan pada hari pertama.

Tabel 5.7 Model Matematis Biaya Bahan Bakar

FC_{ijlm}	MTK	WHO		EHO		
		BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	FC_{1111}	FC_{1112}	FC_{1113}	FC_{1114}	FC_{1115}	FC_{1116}
BLD	FC_{1121}	FC_{1122}	FC_{1123}	FC_{1124}	FC_{1125}	FC_{1126}
HT	FC_{1131}	FC_{1132}	FC_{1133}	FC_{1134}	FC_{1135}	FC_{1136}
BLK	FC_{1141}	FC_{1142}	FC_{1143}	FC_{1144}	FC_{1145}	FC_{1146}
KRS	FC_{1151}	FC_{1152}	FC_{1153}	FC_{1154}	FC_{1155}	FC_{1156}
NB	FC_{1161}	FC_{1162}	FC_{1163}	FC_{1164}	FC_{1165}	FC_{1166}

Hasil pada *fuel cost* ini nantinya yang akan dijumlahkan setiap kapalnya. Selanjutnya hasil perhitungan biaya bahan bakar dalam tujuh hari akan dijumlahkan secara keseluruhan berdasarkan kapal yang ada. Dari keempat perhitungan biaya bahan bakar yang telah didapat akan dijumlahkan kembali sehingga menjadi biaya total dari seluruh penggunaan bahan bakar pada kapal. Berikut merupakan rumus dari penjumlahan seluruh biaya bahan bakar:

$$TFC = \sum_{i=1}^n FC_i \quad (5.4)$$

Dimana:

TFC : Total *Fuel Cost* (rupiah)

FC : *Fuel Cost* (rupiah)

n : OSV yang ada (GO, SA, SMS, dan V99)

Berdasarkan rumus (5.4) akan memberikan hasil biaya keseluruhan bahan bakar. Pada hasil rumus ini nantinya yang akan dicari nilai paling optimal. n merupakan OSV yang ditinjau pada tugas akhir ini. Sehingga akan terdapat empat nilai yang akan ditambahkan menjadi satu yaitu masing-masing pada kapal GO, SA, SMS, dan V99.

5.4. Model Optimasi

Penelitian ini menggunakan *tool solver* yang terdapat dalam perangkat lunak Excel dalam mengoptimalkan biaya. Dalam prosesnya, *solver* akan memilih kapal yang optimal dalam penugasan tujuh hari kedepan untuk melayani atau menunjang kegiatan anjungan. Metode *solver* yang digunakan dalam optimasi ini adalah metode *Nonlinier Prgramming*. Namun karena penyelesaian yang menggunakan metode *Nonlinier Prgramming* diperlukan beberapa kali *running* untuk mendapatkan hasil yang paling optimal.

Dalam optimasi terdapat beberapa hal yang menjadi syarat dalam perhitungan. Yaitu terdapat *objective fuction*, *decision variable*, dan *constraint*. Jika hal-hal tersebut telah dipenuhi maka proses optimasi dapat dilakukan, terutama pada *constraint* yang akan menjadi batasan agar hasil yang dapat dari optimasi optimal sesuai dengan keinginan dari pembuat model. Berikut merupakan model optimasi yang telah dibuat:

- a. *Objective function* :

$$z = \min TFC \quad (5.5)$$

z merupakan minimal dari *Total Fuel Cost* dengan satuan yaitu rupiah. Nilai TFC didapatkan pada persamaan (5.4).

- b. *Decision variable* :

Pada model optimasi yang dibuat pada penelitian ini terdapat dua jenis variabel keputusan yang pertama yaitu terpilihnya atau tidaknya OSV yang pada hari tertentu. Variabel keputusan yang kedua adalah keputusan ketika terdapat permintaan pengiriman muatan akankah harus kembali ke *shorebase* atau tidak dihari kedua. Variabel keputusan untuk pertama dilambangkan dengan notasi x ($x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$), sedangkan untuk variabel keputusan yang kedua dinotasikan dengan ($p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$). Semua variabel keputusan pada model ini menggunakan angka bineri sehingga hanya akan ada 1 dan 0 sebagai intepretasi dari model. Yang artinya sebagai berikut:

$$x_j = \begin{cases} 1, & \text{kapal terpilih} \\ 0, & \text{kapal tidak terpilih} \end{cases} \quad (5.6)$$

Untuk variabel keputusan yang kedua memiliki arti sebagai berikut

$$p_j = \begin{cases} 1, & \text{tidak kembali ke shorebase} \\ 0, & \text{kembali ke shorebase} \end{cases} \quad (5.7)$$

Pada variabel keputusan p_j memiki pengaruh jika terdapat pengiriman permintaan logistik dalam 2 atau 3 hari dan seterusnya secara berturut turut.

Namun jika tidak ada pengiriman yang berturut dalam 2 hari atau lebih variabel tersebut tidak akan berpengaruh.

c. *Constraint*

Adapun batasan pada model optimasi ini adalah sebagai berikut :

1. Kapal yang bertugas $WHO(x) + EHO(x) \leq 1$
2. Total daya \Rightarrow batasan daya
3. Kembali ke *shorebase* (p) = pilihan kembali atau tidak
4. x dan $p = \text{binary}$
5. Kapal bertugas = Ketersediaan kapal

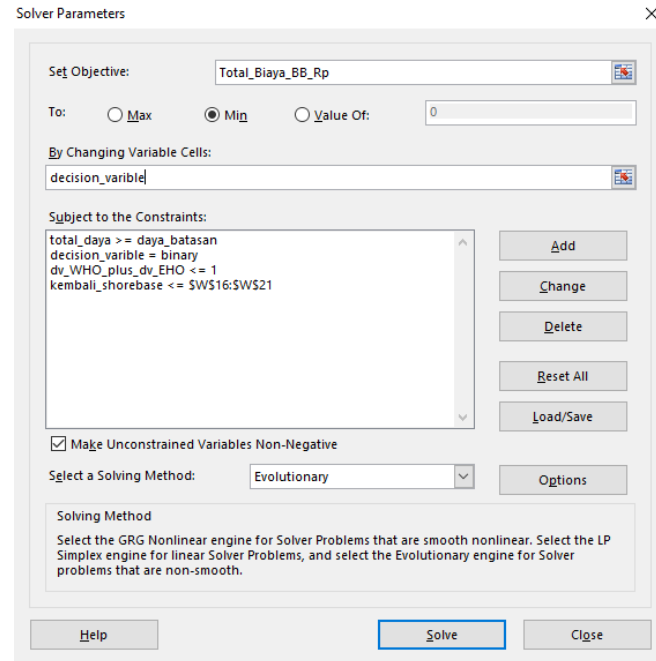
Pada batasan yang pertama merupakan hasil penjumlahan dari variabel keputusan dari wilayah WHO dan EHO. Dengan batasan tidak boleh lebih dari satu. Hal tersebut memiliki tujuan untuk hari yang sama agar tidak terpilih kapal yang sama yang ditugaskan pada dua tempat yang berbeda. Sehingga kapal hanya terpilih pada satu tempat pada satu hari atau hanya satu penugasan dalam satu hari.

Untuk batasan nomor 2 tentang daya merupakan cara agar pada setiap penugasan tertentu kapal yang ditugaskan bisa lebih dari satu dalam satu hari dan satu tempat yang sama. Jenis penugasan ini ialah ketika *lifting oil*. Selain itu juga terdapat penugasan yang mengharuskan kapal yang memiliki *bollard pull*. Contohnya yaitu ketika pemasangan *spar bouy*. Pada penugasan ini harus kapal yang memiliki kemampuan mendorong/atau menarik sehingga salah satu kapal yaitu GO yang tidak memiliki kemampuan *bollard pull* tidak dapat melakukan penugasan ini.

Sedangkan untuk batasan yang ketiga adalah mengenai kembali ke *shorebase* atau perlu penugasan secara *direct* tanpa singgah ke *shorebase*. Terakhir adalah batasan untuk semua variabel keputusan merupakan *binary*. Penjelasan mengenai variabel keputusan sama halnya dengan poin b tentang variabel keputusan.

Batasan terakhir ialah memberikan informasi untuk model bahwa kapal dalam kondisi siap ditugaskan atau tidak. Kapal dalam kondisi tidak dapat digunakan ialah ketika dalam kerusakan, perbaikan, ataupun kondisi-kondisi tertentu yang menyebabkan kapal tidak dapat ditugaskan.

Dengan bantuan alat *solver* model optimasi yang telah dirumuskan diatas menjadi lebih mudah dalam mencari hasil yang optimal. Berikut model yang dibuat pada *solver parameter* di Excel.



Gambar 5.2 Solver Parameter

Model optimasi yang telah dirumuskan dimasukkan dalam parameter solver untuk dapat dicari solusi optimal. Metode optimasi yang digunakan pada *solver parameter* adalah metode *evolutionary*. Dimana metode tersebut digunakan akibat model optimasi yang bersifat *non-linier*. Dan juga diperlukan beberapa kali *running model* untuk menentukan hasil yang paling optimal.

Setelah dilakukan *running* pada model maka akan didapatkan solusi yang optimal. Dengan variabel keputusan yang tersebar pada setiap kapal. Berikut merupakan contoh hasil model yang menjadi setelah dilakukan *running*.

Nama Kapal		GO	SA	SMS	V99		
Fuel Cost (Rp)		135.096.108	182.566.344	100.534.625	47.511.759		
Total Fuel Cost (Rp)		465.708.836					
Decision variable						Jumlah	Batasan
WHO	Hari-1	1	0	0	0	3200	2400
	Hari-2	0	1	0	0	3500	2400
	Hari-3	0	1	1	0	6740	6740
	Hari-4	0	1	1	0	6740	6740
	Hari-5	1	0	0	0	3200	2400
	Hari-6	1	0	0	0	3200	2400
	Hari-7	1	0	0	0	3200	2400
EHO	Hari-1	0	1	0	0	3500	2400
	Hari-2	0	0	1	0	3240	2400
	Hari-3	1	0	0	1	5600	5600
	Hari-4	1	0	0	1	5600	5600
	Hari-5	0	1	0	0	3500	2400
	Hari-6	0	0	1	0	3240	2400
	Hari-7	0	1	0	0	3500	2400
untuk muatan	H 1-2	0	0	0	0	0	
	H 2-3	0	0	0	0	0	
	H 3-4	0	0	0	0	0	
	H 4-5	0	0	0	0	0	
	H 5-6	0	0	0	0	0	
	H 6-7	0	0	0	0	0	

Gambar 5.3 Hasil Optimasi

Terlihat pada Gambar 5.3 nilai total biaya bahan bakar yang menjadi *objective function* dari model. Selain itu pada variable keputusan terlihat pada hari pertama sampai dengan ketujuh kapal yang terpilih dalam penugasan. Angka 1 menunjukan kapal yang terpilih dan 0 kapal tidak terpilih. Sebagaimana yang disimbolkan pada rumus sebelumnya dengan huruf x . Sedangkan untuk muatan sendiri yang disimbolkan dengan huruf p memiliki nilai *decision variable* 0 pada semua alternative. Artinya pada percobaan optimasi ini adalah tidak ada pengiriman muatan. Selain itu, hasil keputusan itu juga dapat diartikan jika terdapat pengiriman pada titik penugasan harus kembali ke *shorebase*.

Dalam model optimasi penjadwalan ini terdapat beberapa masukan data untuk menjalankannya. Adapun inputan dari model ini adalah kegiatan anjungan, jumlah pengiriman muatan dan pengiriman langsung atau kembali ke *shorebase* baik untuk WHO maupun EHO. Untuk input pengiriman langsung atau tidak berlaku ketika terdapat pengiriman muatan pada 2 hari atau lebih secara beruntun dan terpilih satu kapal yang sama dalam penugasan tersebut. Sehingga terdapat dua alternative pilihan untuk dilakukan. Berikut inputan model yang perlu dimasukan agar model dapat berjalan.

Tabel 5.8 Input Model

No	Inputan Model
1.	Penugasan 7 hari
2.	Kegiatan Operasional
3.	Pengiriman Muatan
4.	Kembali ke <i>Shorebase</i>
5.	Lokasi Awal Kapal (hari ke-0)
6.	Ketersediaan Kapal

Kegiatan Operasioanal merupakan kegiatan yang telah direncanakan sebelumnya dan berisi tentang perencanaan kegiatan di masing-masing anjungan. Kegiatan anjungan yang memerlukan bantuan kapal OSV diantaranya adalah kegiatan pemindahan minyak ke tanker, pemasangan *spar bouy*, *water sampling and sadiment* dan lainnya.



Inputan yang ketiga merupakan hal yang saling berkaitan. Pengiriman dilakukan berdasarkan permintaan dari setiap anjungan akan kebutuhan material dan lainnya. Pengiriman muatan dilakukan dengan mengguankan peti kemas dengan satuan TEUS. Sedangkan, saat terjadi pengiriman muatan pada 2 hari atau lebih secara berturut-turut, maka pada hari kedua atau seterusnya terdapat 2 alternatif. Yaitu untuk memuat muatan apakah akan dilakakan pada hari pertama sekaligus ataukah harus kembali ke *shorebase* untuk melakukan *loading*. Untuk poin terakhir adalah lokasi masing-masing kapal sebelum ditugaskan dihari pertama dimana lokasi sebelumnya.

Masukan data terakhir ialah ketersediaan kapal. Yaitu untuk menunjukan kapal dalam kondisi bersedia ditugaskan atau tidak. Kondisi tidak dapat ditugaskan ialah saat kapal sedang dalam perbaikan ataupun dalam kerusakan.

Model aplikasi penjadwalan untuk OSV pada tugas akhir ini dirancang pada *spreadsheet* dengan bantuan *solver* Microsoft Excel. Tampilan utama model meliputi inputan data yang perlu dimasukan ke dalam model sehingga model dapat dijalankan, variabel keputusan yang di dapat setelah menjalankan model dengan bantuan solver, dan terakhir yaitu hasil optimasi yang merupakan olaha data dari keputusan yang telah didapat serta hasil biaya yang dikeluarkan jika menggunakan jadwal yang dibuat pada model.

Selain itu terdapat juga asumsi yang dipakai dalam perhitungan model tugas akhir ini. Dengan menampilkan dalam bentuk sesederhana mungkin diharapkan para pembaa dan pengguna pada nantinya dapat menggunakannya dengan lebih mudah dan cepat.

Dikarenakan model ini dibuat masih dalam bentuk *spreadsheet*. Pada hasil optimasi juga dibuat sesuai dengan kondisi eksisting sebagaimana *planner* pada wilayah operasi Laut Natuna Selatan melakukan penjadwalan yaitu dengan memberikan warna yang berbeda pada setiap titik atau daerah yang menjadi tujuan penugasan. Selain itu juga terdapat keterangan aktifitas yang dilakukan pada setiap titik atau daerah yang terpilih pada masing-masing kapal. Sehingga lebih memudahkan para pengguna atau *planner* nantinya dalam menggunakan aplikasi penjadwalan yang ditampilkan dalam bentuk *spreadsheet* ini. Berikut tampilan utama model aplikasi penjadwalan yang telah dirancang.

APLIKASI PENJADWALAN OFFSHORE SUPPORT VESSEL

Input Data

Hari	MTK	Rencana Penugasan				Pengiriman Muatan (TEUS)	Kembali ke Shorebase	Kegiatan Anggaran	
		WHD	HT	BLK	KRS			WHD	EHO
1	✗	✗	✗	✗	✗	3	-	-	-
2	✗	✗	✗	✗	✗	-	-	-	3 Crude Oil Lifting
3	✗	✗	✗	✗	✗	-	-	-	3 Crude Oil Lifting
4	✗	✗	✗	✗	✗	5	-	-	-
5	✗	✗	✗	✗	✗	-	-	1 Water & Sediment Sampling	-
6	✗	✗	✗	✗	✗	-	-	1 Water & Sediment Sampling	-
7	✗	✗	✗	✗	✗	-	-	1 Water & Sediment Sampling	-

Nama Kapal		Lokasi Awal Kapal					
	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB	
GO	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
SA	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
SMS	✗	✗	✗	✗	✗	✗	
V99	✗	✗	✗	✗	✗	✗	

Asumsi

Waktu perhari	24	jam
Mulai penugasan	0:00	
Harga BBM	8442	rupiah/liter

tanggal : 20/07/2018

***Keterangan**

Nama Kegiatan	Keterangan	Daya minimal	Bollard Pull
1. Water & Sediment Sampling	1	2400	32
2. Install Spar Bony	2	6000	65
3. Crude Oil Lifting	3		
4. CUI Inspections	4		
5. Kegiatan Lain	5		

Kapal tersedia atau tidak

Kapal	SA	SMS	V99
GO	1	1	1

*1 tersedia; 0 tidak tersedia

Hasil Optimasi

Hari	GO	SA	SMS	V99
1	BLD	BLK	MTK	NB
2	STEUS	BLK	BLK	NB
3	BLD	Crude Oil Lifting	Crude Oil Lifting	NB
4	BLD	Crude Oil Lifting	Crude Oil Lifting	NB
5	BLD	BLK	NB	NB
6	Water & Sediment Sampling	BLK	NB	NB
7	BLD	HT	BLK	NB

Biaya Bahan Bakar

		rupiah
GO	92.379.366	
SA	173.333.674	
SMS	74.332.133	
V99		
Total	340.065.174	rupiah

Gambar 5.4 Tampilan Model Aplikasi Penjadwalan pada *Spreadsheet*

5.5. Faktor Pengali

Faktor pengali inilah yang akan menjadi penentu dari hasil perhitungan biaya sebelumnya apakah terpilih atau tidaknya. Faktor pangali atau yang disimbolkan dengan huruf *r* merupakan alat atau cara agar yang terpilih sesuai dengan aturan, urutan, dan posisi kapal sebelumnya. Faktor pengali merupakan perhitungan lanjutan atau pengolahan hasil dari optimasi yang dilakukan. Perubahan *decision variable* pada optimasi yang menjadi sumber utama sehingga model dapat berjalan sesuai dengan perencanaan dan sesuai kondisi sebenarnya.

Faktor pengali menjadikan model optimasi ini sesuai dengan kondisi sebenarnya (*real*) dan juga sesuai aturan yang telah diterapkan. Factor pengali ini merupakan rekayasa

dari hasil variabel keputusan. Sehingga faktor pengali ini merupakan fungsi dari variabel keputusan dan penugasan pada setiap harinya. Hasil pada perhitungan ini hanya berupa angka *binary* yang berarti 1 untuk terpilih dan 0 tidak terpilih. Berikut persamaan untuk mendapatkan nilai pada faktor pengali. Formla berikut adalah contoh saat hari ketiga pada kapal GO.

$$\begin{aligned}
 r_{ijlm} = & \left((x_{j-3} \times b_i \times PH_{j-3}) \right. \\
 & + (TH_{(j-2)m} \times (WHO(x)_{i(j-2)} + EHO(x)_{i(j-2)}) \times b_i \times PH_{(j-2)m}) \\
 & + (TH_{(j-1)m} \times (WHO(x)_{i(j-1)} + EHO(x)_{i(j-1)}) \times b_i \times PH_{(j-1)m}) \left. \right) \times x_{ij} \\
 & \times TH_{jm} \qquad \qquad \qquad (5.8)
 \end{aligned}$$

Dimana:

r : Faktor pengali

x : Variabel keputusan

$WHO(x)$: Variabel keputusan untuk zona WHO

$EHO(x)$: Variabel keputusan untuk zona EHO

b : Pengurangan nilai x pada tiap harinya

PH : Posisi OSV hari tertentu

TH : Perencanaan penugasan hari tertentu

Rumus (5.8) merupakan formula untuk kapal GO pada hari ketiga. Diruas pertama formula tersebut merupakan perhitungan untuk OSV GO yang memiliki peluang untuk berangkat dari posisi hari ke-0 dikarenakan pada hari kedua dan ketiga tidak ada penugasan. Sedangkan pada baris kedua merupakan perhitungan peluang berangkatnya OSV GO dari posisi kapal dihari pertama dikarenakan tidak mendapatkan penugasan dihari kedua. Dan yangbaris ketiga adalah peluang berangkatnya OSV GO dari posisi dihari kedua setelah melakukan penugasan hari kedua. Berikut merupakan model matematis pada tabel sesuai dengan perhitungan model.

Tabel 5.9 Model Matematis

r_{ijlm}	MTK	WHO		EHO		
		BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	r_{1311}	r_{1312}	r_{1313}	r_{1314}	r_{1315}	r_{1316}
BLD	r_{1321}	r_{1322}	r_{1323}	r_{1324}	r_{1325}	r_{1326}
HT	r_{1331}	r_{1332}	r_{1333}	r_{1334}	r_{1335}	r_{1336}
BLK	r_{1341}	r_{1342}	r_{1343}	r_{1344}	r_{1345}	r_{1346}
KRS	r_{1351}	r_{1352}	r_{1353}	r_{1354}	r_{1355}	r_{1356}
NB	r_{1361}	r_{1362}	r_{1363}	r_{1364}	r_{1365}	r_{1366}

Dalam model optimasi penjadwalan ini dibuat dalam 7 hari perencanaan. Jadi rumus (5.8) menjadi berubah-ubah sesuai perhitungan untuk hari tertentu. Dikarenakan pada rumus diatas contoh untuk hari ketiga maka hanya terdapat tiga baris saja. Baris pertama merupakan presentasi untuk hari ke-0, baris kedua untuk hari pertama, dan baris ketiga merupakan perhitungan untuk hari ketiga. Maka jika perencanaan pada hari ketujuh akan terdapat 7 baris yang merupakan perhitungan sampai hari keenam. Sedangkan untuk penugasan hari ketujuh sendiri ditunjukkan pada perkalian terakhir pada keseluruhan perhitungan sebagaimana pada formula diatas. Berikut contoh hasil dari faktor pengali pada kapal GO dihari ketiga.

Tabel 5.10 Hasil Perhitungan untuk Nilai r

r	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0	0	0	0
BLD	0	0	0	0	1	0
HT	0	0	0	0	0	0
BLK	0	0	0	0	0	0
KRS	0	0	0	0	0	0
NB	0	0	0	0	0	0

Pada Tabel 5.10 merupakan hasil untuk mendapatkan nilai r . Dimana nilai 0 memiliki arti bahwa kapal GO tidak melalui rute. Sedangkan terdapat satu sel yang memiliki nilai 1 yang berarti OSV GO pada hari ketiga memiliki jalur rute yang akan ditugaskan dari BLD pada kolom pertama dan menuju ke KRS yang ditunjukkan pada baris pertama.

5.6. Perhitungan Jarak

Perhitungan jarak menjadi sangat penting pada kondisi tertentu. Yaitu pada saat salah satu kapal mendapatkan penugasan untuk pengiriman permintaan pada 2 atau lebih

secara berurutan. Dalam kondisi ini kapal memiliki peluang untuk dihari kedua atau selanjutnya melakukan pengiriman secara sekaligus dalam sekali muat atau kembali ke *shorebase* untuk melakukan pemuatan barang lagi.

Maka ketika harus kembali ke *base* utama untuk melakukan pengiriman kembali jarak yang ditempuh semakin jauh. Dikarenakan ada jarak tempuh untuk kembali ke *base*. Melanjutkan ketitik yang dituju dari *shorebase* yang seharusnya bisa dilakukan pengiriman sekaligus. Maka dengan itu model akan memilih secara otomatis dengan perhitungan jarak ini dengan menambahkan jarak menuju ke *shorebase* dan kembali melakukan pengiriman dengan mengganti jarak pengiriman langsung. Penentuan jarak ini berdasarkan logika berikut:

$$s = \begin{cases} s_{l1} + s_{1m}, & x_{ij} + lo(WHO) = 2 \vee x_{ij} + lo(EHO) = 2 \\ s_{lm}, & x_{ij} + lo(WHO) \neq 2 \vee x_{ij} + lo(EHO) \neq 2 \end{cases} \quad (5.9)$$

Dimana:

s_{l1} : Jarak titik awal menuju *shorebase* (mil laut)

s_{1m} : Jarak *shorebase* ke titik tujuan (mil laut)

s_{lm} : Jarak titik asal menuju titik tujuan tanpa melewati *shorebase* (mil laut)

lo : (*loading*) kegiatan pemuatan barang baik di EHO ataupun WHO

Pada rumus diatas menjelaskan bahwa jika nilai penjumlahan memiliki nilai sama dengan dua maka formula yang pertama akan terpilih. Sedangkan jika nilainya tidak sama dengan dua maka menggunakan jarak tanpa menuju ke *base* utama.

5.7. Optimasi Penugasan di Hari dan Wilayah Sama

Optimasi kedua ini merupakan optimasi kelanjutan dari optimasi yang dilakukan sebelumnya. Optimasi ini dilakukan ketika dalam satu zona wilayah dan pada hari yang sama terdapat 2 atau 3 titik penugasan secara bersamaan. Sehingga memerlukan 2 kapal yang harus bertugas.

Pada optimasi pertama 2 kapal yang ditugaskan menunjukan berjalan bersamaan dalam rute yang sama. Untuk itu pada optimasi kedua ini menjadikan pemisahan penugasan antara 2 kapal tersebut. Sehingga terdapat 2 kapal yang ditugaskan dalam 2 titik yang berbeda dengan zona dan hari yang sama. Berikut model optimasi yang kedua.

a. *Objective function* :

$$z = \min TFC$$

Sama seperti model optimasi pertama yang menjadi *objective function* adalah total biaya bahan bakar kapal. Dimana nilai TFC tersebut merupakan nilai yang didapat pada optimasi pertama yang dioptimalkan lagi. Sehingga nilainya akan menjadi lebih kecil dari sebelumnya.

b. *Decision variable* :

Variabel keputusan pada model optimasi kedua ini adalah kapal yang terpilih dalam 2 atau 3 penugasan pada hari dan zona yang sama. Variabel keputusan juga menggunakan angka *binary* dalam menentukan kapal yang terpilih. Sehingga memiliki hasil 2 kapal yang ditugaskan dalam 2 titik berbeda dalam waktu dan zona yang sama.

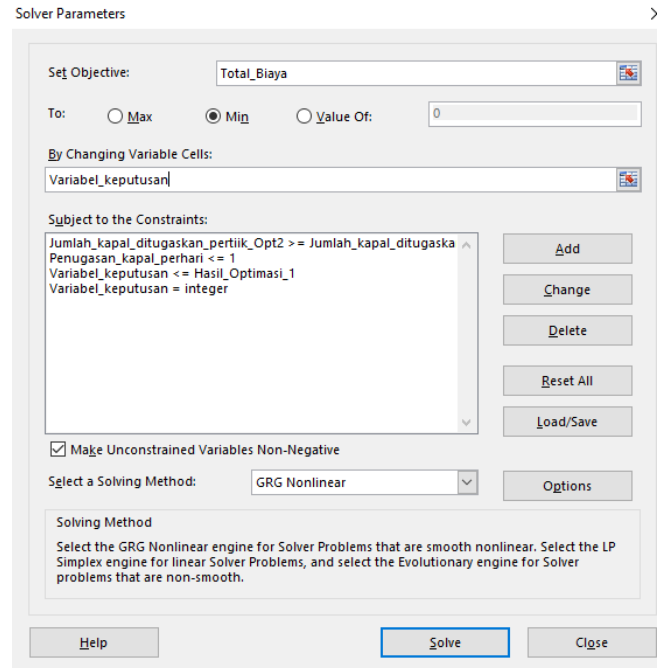
$$y = \begin{cases} 1, & \text{kapal terpilih} \\ 0, & \text{kapal tidak terpilih} \end{cases} \quad (5.10)$$

c. *Constraint*

Adapun batasan pada model optimasi yang kedua adalah sebagai berikut :

1. Jumlah kapal pada optimasi 2 => Jumlah kapal pada optimasi 1
2. Penugasan kapal perhari ≤ 1
3. Variabel keputusan \leq Hasil keputusan optimasi 1
4. $y = \text{binary}$

Berikut merupakan *solver parameter* yang menjadi inputan pada model optimasi. Model optimasi ini memiliki batasan-batasan yang berbeda dengan model optimasi yang pertama. Namun memiliki tujuan untuk mencari *objective function* yang sama yaitu nilai minimum dari biaya bahan bakar total.



Gambar 5.5 *Solver Parameter* pada Model Optimasi Kedua

Berbeda dengan *solver parameter* yang pertama pada model ini menggunakan metode *solver* yaitu *GRG Nonlinier*. Dikarenakan memiliki tingkat kesulitan yang berbeda. Pada *solver* ini lebih tidak lebih kompleks dibandingkan dengan model yang pertama. Dan berikut contoh hasil dari *running solver* yang dilakukan pada model kedua.

	MTK	BLD	HTU	BLK	KRS	NRB	MTK	BLD	HTU	BLK	KRS	NRB	MTK	BLD	HTU	BLK	KRS
GO	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
SA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
SMS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
V99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	2	2
	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	1	1
DV																	
	MTK	BLD	HTU	BLK	KRS	NRB	MTK	BLD	HTU	BLK	KRS	NRB	MTK	BLD	HTU	BLK	KRS
GO	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SA	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
SMS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
V99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	1	1
OF																	
Fuel Cost	135.096.108	182.566.344	100.534.625	47.511.759													
Total	465.708.836																

Gambar 5.6 Hasil Optimasi pada Model Kedua

Pada model tersebut memiliki tujuan yang sama yaitu untuk mencari nilai minimum biaya bahan bakar total. Dan pada variable keputusan dapat dilihat bahwa kapal yang terpilih untuk hari tertentu dan untuk titik tertentu. Sehingga pergerakan setiap kapal dapat dilihat dan juga dengan biaya bahan bakar yang optimal.

5.8. Hasil Optimasi Model dalam Kondisi Tertentu

Dalam kondisi yang sebenarnya kegiatan penugasan OSV pasti akan berpotensi mengalami kondisi-kondisi yang ekstrim. Model penjadwalan ini pastinya akan menghadapi menghadapi kondisi-kondisi normal sampai dengan kondisi yang tidak disangka. Dari hasilnya akan dapat dilihat apakah model ini masih sesuai atau mampu, sehingga terbentuklah penjadwalan untuk penugasan OSV yang siap untuk menghadapi berbagai kondisi nantinya. Percobaan untuk beberapa kondisi ini merupakan contoh jika benar-benar terjadi. Sehingga pada pembahasan subbab ini bukanlah hasil baku namun merupakan contoh kondisi dan hasil dapat berubah-ubah sesuai kondisi dan inputan pada data.

Kondisi-kondisi yang menjadi pembahasan dalam tugas akhir ini adalah diantaranya kondisi normal, melakukan pengiriman secara dua hari atau lebih secara berturut-turut, kondisi penugasan pemindahan minyak, kondisi jika terdapat penugasan pengiriman muatan dihari yang sama juga terdapat kegiatan pemindahan minyak, dan dalam satu zona wilayah (WHO/EHO) terdapat dua penugasan yang terjadi pada hari yang sama. kondisi-kondisi tersebut merupakan kondisi yang nantinya kemungkinan terjadi meskipun berpualang kecil. Sehingga model penjadwalan ini benar-benar bisa digunakan dalam segala kondisi yang akan dihadapi oleh *planner*. Berikut pembahasan mengenai kondisi-kondisi yang telah disebutkan sebelumnya.

5.8.1. Kondisi Normal

Dalam kondisi normal artinya terjadi penugasan untuk OSV tanpa harus ada pengiriman dan bantuan untuk kegiatan operasional. Namun jika masih ada, hanya pengiriman yang terjadi sehari dan kegiatan operasional selain kegiatan pemindahan minyak. Hal tersebut merupakan kegiatan yang terbilang tidak padat atau tidak sibuk. Berikut merupakan contoh inputan yang terjadi saat penugasan masih dalam keadaan normal.

Tabel 5.11 Input Data Saat Kondisi Normal

Rencana Penugasan							Pengiriman Muatan (TEUS)		Kembali ke Shorebase		Kegiatan Anjungan			
Hari	MTK	WHO		EHO							WHO		EHO	
		BLD	HT	BLK	KRS	NB	WHO	EHO	WHO		EHO			
1	✗	✓	✗	✓	✗	✗	2			-		-		-
2	✗	✗	✓	✓	✗	✗				-	1	Water & Sadiment Sampling		-
3	✗	✓	✗	✗	✓	✗				-		-		-
4	✗	✓	✗	✗	✓	✗				-		-	4	CUI Inspections
5	✗	✓	✗	✗	✗	✓				-		-		-
6	✗	✗	✓	✗	✗	✓	3			-		-		-
7	✗	✓	✗	✓	✗	✗				-		-		-

Pada Tabel 5.11 diatas rencana penugasan pada setiap wilayah EHO maupun WHO perhari masing-masing hanya terdapat satu penugasan. Pada pengiriman muatan juga tidak

ada pengiriman secara berturut-turut. Hanya terdapat pengiriman pada hari pertama dan pada hari ketujuh pada wilayah yang sama yaitu WHO. Sedangkan untuk kegiatan anjungan terdapat dua penugasan dalam satu minggu. Yaitu *water & sediment sampling* pada hari kedua di Anjungan HT, dan terdapat *CUI Inspections* pada hari keempat di KRS. Berdasarkan input tersebut maka hasil dari pencarian solusi pada model penjadwalan adalah sebagai berikut.

Tabel 5.12 Variabel Keputusan Kondisi Normal

Hari	GO	SA	SMS	V99	Zona
Hari-1	1	0	0	0	WHO
Hari-2	1	0	0	0	
Hari-3	1	0	0	0	
Hari-4	1	0	0	0	
Hari-5	1	0	0	0	
Hari-6	0	0	1	0	
Hari-7	1	0	0	0	
Hari-1	0	1	0	0	EHO
Hari-2	0	1	0	0	
Hari-3	0	1	0	0	
Hari-4	0	1	0	0	
Hari-5	0	1	0	0	
Hari-6	0	1	0	0	
Hari-7	0	1	0	0	

Pada hasil optimasi yang telah dilakukan pada kondisi normal diatas terlihat OSV yang terpilih dalam 7 hari penugasan adalah kapal GO, SA, dan SMS. OSV GO dan SMS ditugaskan pada zona WHO dan SA pada zona EHO. Angka *binary* menunjukan bahwasanya 1 OSV terpilih dan 0 tidak terpilih, pada wilayah EHO dari hari pertama sampai hari terakhir penugasan terpilih OSV SA.

Sedangkan untuk penugasan untuk menunjang kegiatan operasional anjungan pada hari kedua di zona WHO terpilih OSV GO untuk membantu kegiatan *water & sediment sampling*. Sedangkan kegiatan anjungan untuk *CUI inspection* pada hari keempat di wilayah EHO terpilih kapal SA ditugaskan untuk membantu. Selain itu terdapat pengiriman muatan pada hari pertama dan kelima pada wilayah WHO dan yang ditugaskan adalah OSV GO. Berikut merupakan jadwal dari hasil yang dapat berdasarkan optimasi yang telah dilakukan pada kondisi normal.

Tabel 5.13 Contoh Hasil Penjadwalan pada Kondisi Normal

Hari	GO	SA	SMS	V99
1	BLD	BLK	MTK	MTK
	2TEUS	-	-	-
2	HT	BLK	MTK	MTK
	Water & Sadiment Sampling	-	-	-
3	BLD	KRS	MTK	MTK
	-	-	-	-
4	BLD	KRS	MTK	MTK
	-	CUI Inspections	-	-
5	BLD	NB	MTK	MTK
	-	-	-	-
6	BLD	NB	HT	MTK
	-	-	3TEUS	-
7	BLD	BLK	HT	MTK
	-	-	-	-

Pada Tabel 5.13 merupakan jadwal dari hasil optimasi yang telah dilakukan. Pada tabel tersebut terlihat bahwa V99 selalu berada di posisi MTK. Hal ini terjadi karena V99 tidak terpilih dalam penugasan kondisi ini. Jadi posisi MTK merupakan posisi kapal berada sebelum ditugaskan. Dari penjadwalan yang telah dibuat maka juga mendapatkan nilai biaya yang dikeluarkan jika penugasan berdasarkan penjadwalan pada tabel diatas dilakukan. Berikut merupakan biaya bahan bakar yang nantinya akan dikenai jika kapal ditugaskan sesuai jadwal.

Tabel 5.14 Biaya Bahan Bakar dari Kondisi Normal

Biaya Bahan Bakar		
GO	85.105.798	rupiah
SA	136.679.134	rupiah
SMS	31.314.276	rupiah
V99	-	rupiah
Total	253.099.209	rupiah

OSV SA memiliki jumlah nilai bahan bakar tertinggi akibat pada wilayah EHO dari hari pertama sampai hari ketujuh ditugaskan pada kapal SA. Sehingga biaya bahan bakar juga besar. Sedangkan pada V99 tidak ada biaya dikarenakan tidak terpilih pada penugasan kondisi ini. Biaya total inilah yang menjadi *objective function* pada model optimasi penjadwalan ini.

5.8.2. Kondisi Pengiriman Kembali ke *Shorebase* atau Tidak

Kondisi ini terjadi ketika terdapat pengiriman muatan selama 2 hari berturut-turut atau lebih. Sehingga terdapat pilihan pada hari kedua atau selebihnya untuk membawa muatan sekaligus pada hari pertama atau pada hari kedua melakukan pemuatan lagi dan kembali ke *shorebase*. Kondisi ini terjadi jika pengiriman hanya dilakukan oleh kapal yang sama. Berikut inputan ketika terjadi pengiriman dalam beberapa hari berturut-turut. Pada

kondisi ini variabel keputusan p sangat berpengaruh dalam optimasi biaya. Dikarenakan variabel keputusan p memang ada untuk menangani kondisi ini. Berikut inputan data yang dimasukan pada model optimasi.

Tabel 5.15 Input Data Kondisi Pengiriman berturut-turut

Rencana Penugasan							Pengiriman Muatan (TEUS)		Kembali ke Shorebase	Kegiatan Anjungan			
Hari	MTK	WHO		EHO						WHO		EHO	
		BLD	HT	BLK	KRS	NB	WHO	EHO					
1	✗	✓	✗	✓	✗	✗			-		-	-	
2	✗	✗	✓	✓	✗	✗	4		-	1	Water & Sadiment Sampling	-	
3	✗	✓	✗	✓	✗	✗	2		1	Ya	-	-	
4	✗	✗	✓	✗	✓	✗	2		-		-	4	CUI Inspections
5	✗	✓	✗	✗	✗	✓			-		-	-	
6	✗	✗	✓	✗	✗	✓		1	-		-	-	
7	✗	✓	✗	✓	✗	✗	2	1	Ya		-	-	

Pada inputan data tersebut terdapat pengiriman muatan baik di wilayah WHO maupun di EHO. Pada wilayah WHO terdapat pengiriman muatan selama 3 hari berturut-turut yaitu pada hari kedua, ketiga dan hari keempat. Sedangkan pada wilayah EHO terdapat 2 hari pengiriman muatan yaitu pada hari keenam dan hari ketujuh. Pada wilayah WHO di hari ketiga diharuskan untuk kembali ke *shorebase* MTK untuk melakukan pemuatan barang yang akan dibawa untuk hari ketiga dan hari keempat. Hal tersebut ditunjukkan pada angka satu di kolom 'kembali ke *shorebase*'. Sedangkan pada wilayah EHO sama seperti halnya di WHO juga diharuskan untuk kembali ke *shorebase* MTK pada hari ketujuh untuk mengambil muatan.

Untuk kegiatan operasional anjungan juga terdapat penugasan seperti halnya pada kondisi normal. Setelah input data selanjutnya akan dilakukan *running* pada model untuk menentukan solusi yang paling optimal terhadap contoh studi kasus berikut. Dibawah ini merupakan hasil dari variabel keputusan yang didapat dari model.

Tabel 5.16 Variabel Keputusan Kondisi Pengiriman Berturut-turut

Hari	GO	SA	SMS	V99	Zona
Hari-1	1	0	0	0	WHO
Hari-2	0	0	1	0	
Hari-3	1	0	0	0	
Hari-4	0	0	1	0	
Hari-5	1	0	0	0	
Hari-6	0	0	1	0	
Hari-7	1	0	0	0	
Hari-1	0	1	0	0	EHO
Hari-2	0	1	0	0	
Hari-3	0	1	0	0	

Hari	GO	SA	SMS	V99	Zona
Hari-4	0	1	0	0	
Hari-5	0	1	0	0	
Hari-6	0	1	0	0	
Hari-7	0	1	0	0	
H 1-2	0	0	0	0	Untuk Muatan
H 2-3	0	0	0	0	
H 3-4	0	0	0	0	
H 4-5	0	0	0	0	
H 5-6	0	0	0	0	
H 6-7	0	0	0	0	

Kapal yang mendapatkan penugasan berdasarkan hasil optimasi model adalah GO, SA, dan SMS. Pada wilayah WHO yang mendapatkan penugasan adalah OS GO dan SMS. Sedangkan pada wilayah EHO semua penugasan pada hari pertama sampai ketujuh ditugaskan pada kapal SA.

Sedangkan untuk muatan, sebagaimana yang terdapat pada input data kondisi ini yang mengharuskan kapal kembali ke *shorebase*. Pada wilayah WHO dihari ketiga kapal diharuskan kembali, namun dikarenakan variabel keputusan di WHO kapal yang ditugaskan bergantian setiap harinya maka secara otomatis model akan menghitung jarak untuk ke *shorebase*. Untuk wilayah EHO yang mengharuskan kembali sebelum hari ketujuh ditunjukan pada model dengan keputusan variabel ialah 0 pada hari keenam menuju ketujuh di kapal SA. Dikarenakan 0 artinya kembali ke *shorebase* berarti hasil ini sesuai dengan input yang telah dimasukan.

Dari variabel keputusan yang telah dipilih sebagai solusi terbaik dari model ini. Selanjutnya akan diolah hingga menjadi jadwal penugasan OSV sesuai dengan titik tujuan. Berikut merupakan penjadwalan berdasarkan hasil model yang telah dilakukan pada kondisi pengiriman secara berturut-turut.

Tabel 5.17 Contoh Hasil Penjadwalan pada Kondisi Pengiriman Berturut-turut

Hari	GO	SA	SMS	V99
1	BLD	BLK	MTK	MTK
	-	-	-	-
2	BLD	BLK	HT	MTK
	-	-	Water & Sadiment Sampling	-
3	BLD	BLK	HT	MTK
	2TEUS	-	-	-
4	BLD	KRS	HT	MTK
	-	CUI Inspections	2TEUS	-
5	BLD	NB	HT	MTK
	-	-	-	-
6	BLD	NB	HT	MTK
	-	1TEUS	-	-
7	BLD	BLK	HT	MTK
	-	2TEUS	-	-

Terlihat pada tabel diatas hasil penjadwalan berdasarkan hasil model. Pada tabel tersebut terlihat bahwa wilayah EHO semua ditugaskan pada OSV SA. Sedangkan pada wilayah WHO ditugaskan pada OSV GO dan SMS yang terus siap pada satu titik. Pada kapal V99 terlihat untuk tetap *stand by* pada posisi di titik MTK.

Dari penjadwalan yang telah dibuat maka biaya bahan bakar dapat dihitung jika masing-masing kapal ditugaskan sesuai dengan jadwal yang telah dibuat. Berikut merupakan biaya yang keluar akibat adanya penugasan dalam 7 hari kedepan pada kondisi pengiriman berturut-turut.

Tabel 5.18 Biaya Bahan Bakar dari Kondisi Pengiriman Berturut-turut

Biaya Bahan Bakar		
GO	59.728.682	rupiah
SA	178.285.788	rupiah
SMS	52.738.695	rupiah
V99	-	rupiah
Total	290.753.165	rupiah

Kapal SA menyumbang nilai terbesar dalam biaya bahan bakar ini. Hal ini terjadi akibat SA mendapatkan penugasan pada tujuh hari tanpa henti di wilayah EHO. Sedangkan untuk kapal V99 tidak mengeluarkan biaya karena tidak mendapatkan penugasan pada mdel yang telah dicoba pada kondisi ini.

5.8.3. Kondisi Penugasan Pengiriman dan Operasional Anjungan

Kondisi ini merupakan kejadian dimana terdapat kegiatan pengiriman dalam dua hari berturut-turut dan juga terdapat penugasan lain dalam kegiatan operasional anjungan. Salah satu kegiatan yang terbilang cukup kompleks yaitu kegiatan pemindahan minyak mentah. Kegiatan ini memiliki beberapa persyaratan sehingga mengharuskan model untuk memilih kapal lebih dari satu. Sedangkan pada kegiatan pengiriman juga memerlukan kapal untuk

ditugaskan. Dua hal ini merupakan suatu kejadian dimana terdapat dua aktifitas yang saling dibenturkan. Berikut merupakan input data yang menjadi dasar dalam menjalankan model untuk kondisi dua jenis penugasan yang berbeda.

Tabel 5.19 Input Data Kondisi Pengiriman dan Operasional Anjungan

Hari	Rencana Penugasan						Pengiriman Muatan (TEUS)		Kembali ke Shorebase		Kegiatan Anjungan			
	MTK	WHO		EHO			WHO	EHO			WHO		EHO	
		BLD	HT	BLK	KRS	NB								
1	✗	✓	✗	✓	✗	✗				-		-		-
2	✗	✗	✓	✓	✗	✗	4			-		-		-
3	✗	✓	✗	✓	✗	✗	2		1	Ya		-		-
4	✗	✗	✓	✗	✓	✗				-		-		-
5	✗	✓	✗	✗	✗	✓		2		-	3	Crude Oil Lifting		-
6	✗	✓	✗	✗	✓	✗		1		-	3	Crude Oil Lifting		-
7	✗	✓	✗	✓	✗	✗				-		-		-

Pada tabel diatas menunjukkan bahwa terdapat penugasan baik di wilayah WHO maupun wilayah EHO. Pada wilayah WHO terdapat pengiriman di hari kedua dan ke ketiga. Dengan jumlah muatan dihari ke kedua adalah 4 TEUS dan hari ketiga 2 TEUS pada titik HT dan BLD. Sedangkan untuk pengiriman menuju BLD diharuskan kembali ke *shorebase* untuk melakukan pemuatan. Pada wilayah EHO juga terdapat pengiriman yaitu dihari kelima dan keenam. Pada hari ke lima muatan yang dibawa sebanyak 2 TEUS dan untuk hari keenam 1 TEUS.

Selain itu juga terdapat pemindahan minyak selama dua hari. Yaitu pada hari kelima dan keenam. Pemindahan minyak terjadi di wilayah WHO. Dari input data diatas mengakibatkan terjadi 2 kegiatan penting dalam satu minggu yaitu pengiriman dan kegiatan operasional anjungan. Kegiatan pemindahan minyak terjadi di titik BLD. Berikut merupakan hasil variabel keputusan dari proses optimasi yang telah dilakukan dengan model terhadap kondisi pengiriman dan kegiatan operasional anjungan.

Tabel 5.20 Variabel Keputusan Kondisi Pengiriman dan Operasional Anjungan

Hari	GO	SA	SMS	V99	Zona
Hari-1	1	0	0	0	WHO
Hari-2	0	0	1	0	
Hari-3	0	0	1	0	
Hari-4	0	0	1	0	
Hari-5	0	1	1	0	
Hari-6	0	1	1	0	
Hari-7	0	1	0	0	
Hari-1	0	0	1	0	EHO
Hari-2	1	0	0	0	
Hari-3	1	0	0	0	

Hari-4	1	0	0	0	
Hari-5	1	0	0	0	
Hari-6	1	0	0	0	
Hari-7	1	0	0	0	
Hari 1-2	0	0	0	0	Untuk Muatan
Hari 2-3	0	0	0	0	
Hari 3-4	0	0	0	0	
Hari 4-5	0	0	0	0	
Hari 5-6	1	0	0	0	
Hari 6-7	0	0	0	0	

Berdasarkan tabel tersebut semua OSV mendapatkan penugasan baik itu GO, SA, SMS, maupun V99. Pada wilayah WHO terdapat tiga OSV yang ditugaskan ialah GO, SA, dan V99. Artinya kegiatan pengiriman muatan yang terdapat pada hari kedua dan ketiga di WHO ditugaskan pada SA, dan GO. Dikarenakan pada WHO terdapat kegiatan operasional anjungan yaitu pemindahan minyak mentah di wilayah BLD pada hari kelima dan hari keenam. Maka terdapat tiga kapal yang tugaskan yaitu GO, SA, dan V99. Ketiga kapal tersebut dapat memenuhi batasan dari daya dan *bollard pull* yang diberikan. Sedangkan pada pengiriman di hari ketiga OSV diwajibkan kembali ke *shorebase* untuk melakukan pemuatan barang. Sehingga pada variabel keputusan diatas pada perpindahan hari 2 menuju 3 kapal SMS bernilai 0 yang berarti kembali menuju *shorebase* utama yaitu MTK.

Untuk wilayah kerja EHO terdapat dua kapal yang ditugaskan yaitu SA, dan SMS, SA hanya melakukan penugasan pada hari pertama sedangkan untuk SMS melakukan penugasan dari hari kedua sampai hari ketujuh. Dari hasil ini memberi arti bahwa pada pengiriman muatan di hari kelima dan keenam ditugaskan pada OSV SMS. Dari hasil variabel keputusan maka dapat didapat penjadwalan pada tujuan-tujuan yang telah diinputkan. Berikut penjadwalan yang telah teroptimalkan.

Tabel 5.21 Contoh Hasil Penjadwalan Kondisi Pengiriman dan Operasional Anjungan

Hari	GO	SA	SMS	V99
1	BLD	MTK	BLK	MTK
	-	-	-	-
2	BLK	MTK	HT	MTK
	-	-	4TEUS	-
3	BLK	MTK	BLD	MTK
	-	-	2TEUS	-
4	KRS	MTK	HT	MTK
	-	-	-	-
5	NB	BLD	BLD	MTK
	2TEUS	Crude Oil Lifting	Crude Oil Lifting	-
6	KRS	BLD	BLD	MTK
	1TEUS	Crude Oil Lifting	Crude Oil Lifting	-
7	BLK	BLD	BLD	MTK
	-	-	-	-

Pada tabel diatas menunjukan bahwa setiap kapal mendapatkan penugasan. OSV GO selalu mendapatkan penugasan pada titik BLD yang berada di wilayah WHO. SMS ditugaskan 2 wilayah kerja yaitu pada WHO dan EHO. WHO ditempatkan di HT dan BLD dan untuk EHO di BLK pada hari pertama. Sedangkan pada OSV SMS mendapatkan penugasan pada wilayah EHO secara keseluruhan pada hari kedua sampai ketujuh. Terakhir adalah kapal V99 yang mendapatkan penugasan pada hari kelima.dari penjadwalan yang telah dibuat maka akan dapat mengetahui biaya yang akan dikeluarkan akibat dari penjadwalan yang telah dibuat dan merupakan solusi yang optimal. Berikut merupakan biaya yang dikeluarkan pada setiap kapal.

Tabel 5.22 Biaya Bahan Bakar Kondisi Pengiriman dan Operasional Anjungan

Biaya Bahan Bakar		
GO	67.519.380	rupiah
SA	218.139.535	rupiah
SMS	127.372.136	rupiah
V99	49.990.310	rupiah
Total	463.021.361	rupiah

Dari hasil tersbut SA mendominasi biaya terbesar dari seluruh total biaya. dikarenakan SA mendapatkan penugasan penuh dalam satu minggu dan ditugaskan untuk kembali ke *shorebase* pada pengiriman dihari ketiga. SMS juga mengeluarkan biaya yang besar akibat ditugaskan selama enam hari berturut-turut di wilayah EHO.

5.8.4. Kondisi Satu Zona Lebih dari Satu Penugasan

Pada kondisi ini terjadi ketika dalam satu zona terdapat lebih dari satu penugasan dan juga pada hari yang sama. Sehingga model akan memilih kapal lebih dari satu untuk ditugaskan pada masing-masing titik. Namun yang menjadi permasalahan adalah OSV apa yang akan terpilih untuk satu titik dan titik lainnya. Dikarenakan dalam satu hari terdapat sekaligus empat penugasan. Berikut input data yang dimasukan dalam model optimasi.

Tabel 5.23 Input Data Kondisi Satu Zona Lebih dari Satu Penugasan

Hari	Rencana Penugasan						Pengiriman Muatan (TEUS)		Kembali ke Shorebase	Kegiatan Anjungan			
	MTK	WHO		EHO				WHO	EHO	WHO		EHO	
		BLD	HT	BLK	KRS	NB							
1	×	✓	×	✓	×	×			-		-		-
2	×	×	✓	✓	×	×	2		-		-		-
3	×	✓	✓	×	✓	×			-		-		-
4	×	✓	×	×	✓	×			-		-		-
5	×	✓	×	✓	✓	✓			-		-		-
6	×	×	×	×	✓	✓			-		-		-
7	×	✓	×	✓	×	×	4		-		-		-

Pada tabel diatas terdapat lebih dari satu penugasan dalam satu hari. Sebagaimana pada hari ketiga di wilayah WHO yaitu pada anjungan BLD dan HT. Selain itu, pada wilayah EHO juga terdapat lebih dari satu penugasan. Pada hari kelima di wilayah EHO terdapat pada tiga tempat penugasan secara sekaligus yaitu pada titik BLK, KRS dan NB. Sedangkan pada hari keenam terdapat penugasan 2 titik penugasan dalam satu wiwayah yang sama. Yaitu pada titik operasional KRS, dan NB.

Pada wilayah WHO juga terdapat pengiriman muatan. Pengiriman muatan terdapat pada hari kedua dan hari ketujuh. Dihari kedua membawa muatan sebanyak 2 TEUS dan dihari ketujuh sebanayak 4 TEUS. Sedangkan tidak ada penugasan untuk membantu opeasional anjungan. Dari input yang telah ada maka dilakakan pencarian solusi yang paling optimal. Berikut merupakan variabel keputusan dari optimasi yang telah dilakukan.

Tabel 5.24 Variabel Keputusan Kondisi Satu Zona Lebih dari Satu Penugasan

Hari	GO	SA	SMS	V99	Zona
Hari-1	1	0	0	0	WHO
Hari-2	0	0	1	0	
Hari-3	1	0	1	0	
Hari-4	1	0	0	0	
Hari-5	0	0	1	0	
Hari-6	0	0	1	0	
Hari-7	0	0	1	0	
Hari-1	0	1	0	0	EHO
Hari-2	0	1	0	0	
Hari-3	0	1	0	0	
Hari-4	0	1	0	0	
Hari-5	1	1	0	1	
Hari-6	1	1	0	0	
Hari-7	1	0	0	0	
Hari 1-2	0	0	0	0	Untuk Muatan
Hari 2-3	0	0	0	0	
Hari 3-4	0	0	0	0	
Hari 4-5	0	0	0	0	
Hari 5-6	0	0	0	0	
Hari 6-7	0	0	0	0	

Berdasarkan tabel diatas yang merupakan variabel keputusan untuk kondisi satu zona lebih dari satu penugasan. Pada wilayah WHO dihari ketiga terlihat pada tabel diatas terpilih dua kapal. Sedangkan pada wilayah EHO terpilih tiga kapal yaitu GO, SA, dan V99

pada hari kelima dan hari keenam terpilih dua kapal yaitu kapal GO, dan SMS. Jika digabungkan antara WHO dan EHO pada hari kelima semua kapal ditugaskan.

Dari hasil variabel keputusan selanjutnya akan melalaui proses optimasi yang kedua. Sebagaimana dalam subbab sebelumnya dijelaskan bahwa proses optimasi kedua dilakukan jika kondisi terjadi lebih dari satu penugasan dalam satu wilayah dan dihari yang sama. Optimasi dihari yang keua akan menghasilkan OSV yang pilih untuk ditugaskan pada setiap titiknya.

Setelah proses optimasi yang kedua dilakukan maka penjadwalan untuk kondisi ini dapat dibuat. Hasil penjadwalan ini merupakan hasil dari dua optimasi yang dilakukan yang merupakan solusi yang terbaik atau paling optimal. Berikut penjadwalan berdasarkan kondisi satu zona lebih dari satu penugasan dalam hari yang sama.

Tabel 5.25 Contoh Hasil Penjadwalan Kondisi Satu Zona Lebih dari Satu Penugasan

Hari	GO	SA	SMS	V99
1	BLD	BLK	MTK	MTK
	-	-	-	-
2	BLD	BLK	HT	MTK
	-	-	-	-
3	BLD	KRS	HT	MTK
	-	-	-	-
4	BLD	KRS	HT	MTK
	-	-	-	-
5	KRS	NB	BLD	BLK
	-	-	-	-
6	KRS	NB	HT	BLK
	-	-	-	-
7	BLK	NB	BLD	BLK
	-	-	-	-

Pada tabel diatas merupakan hasil dari pengolahan variabel keputusan yang telah didapat pada kondisi ini. Tiga OSV yaitu GO, SA, dan SMS ditugaskan pada dua wilayah zona yang berbeda yaitu WHO dan EHO. Sedangkan untuk V99 hanya ditugaskan pada titik BLK di EHO. Penjadwalan ini juga menunjukan di hari kelima semua kapal ditugaskan. Berdasarkan hasil tersebut maka nilai biaya bahan bakar yang dikeluarkan adalah sebagai berikut.

Pada hasil penjadwalan diatas juga menunjukan bahwa OSV GO menangani penugasan dalam satu minggu pada du zona atau wilayah yang berbeda. Pada hari pertama sampai dengan hari keempat OSV GO ditugaskan pada lokasi BLD sedangkn pada hari kelima terdapat pemindahan penugasan yaitu menuju wilayah EHO yiatu titik KRS. Artinya pada kapal yang sama mengalami peenugasan pada zona dan lokasi yang berbeda.

Tabel 5.26 Biaya Bahan Bakar Kondisi Satu Zona Lebih dari Satu Penugasan

Biaya Bahan Bakar		
GO	92.049.798	rupiah

Biaya Bahan Bakar		
SA	256.158.140	rupiah
SMS	141.369.423	rupiah
V99	27.328.307	rupiah
Total	516.905.667	rupiah

Pada tabel tersebut terlihat SA dengan biaya tertinggi dan juga SMS. V99 menghasilkan biaya yang paling murah dikarenakan hanya ditugaskan pada satu penugasan. Dari keseluruhan kondisi yang telah dibahas, hasil dari kondisi inilah yang memiliki biaya bahan bakar paling besar.

5.9. Validasi

Proses ini merupakan perbandingan nilai yang didapat dari model dengan hasil berdasarkan kondisi eksisting. Validasi akan memasukkan data seperti saat kondisi eksisting. Sehingga dengan input yang sama hasil dapat dibandingkan. Selain itu juga harus memperhatikan daerah atau titik yang menjadi tujuan dapat tertuju semua. Berikut merupakan nilai perbandingan dari proses validasi.

Validasi dalam pengujian model ini juga dilakukan dengan membandingkan hasil penjadwalan selama tujuh hari pada model dengan penjadwalan yang telah dibuat (kondisi eksisting). Adapun input yang dimasukkan dalam model sama seperti kondisi eksisting. Sehingga pada hasil rekap nantinya dapat membuktikan apakah dengan model, permintaan yang dilakukan oleh anjungan juga dapat terpenuhi dengan penjadwalan model ini. Berikut inputan yang dimasukkan pada model penjadwalan sesuai dengan input data pada kondisi eksisting.

Tabel 5.27 Inputan 1 dan 2 untuk Membandingkan Hasil Penjadwalan

Input	Hari	WHO	Kegiatan Operasional	EHO	Kegiatan Operasional
Input 1	1	BLD	Water&sadiment sampling	BLK&KRS	-
	2	HT	Water&sadiment sampling	BLK&KRS	-
	3	HT	Water&sadiment sampling	BLK	-
	4	HT	Water&sadiment sampling	BLK	-
	5	BLD	-	BLK	-
	6	BLD	-	NB	Install Spar Bouy
	7	BLD	-	NB	-
Input 2	1	BLD	Pengiriman 3 TEUS	BLK	-
	2	BLD	-	BLK	Crude Oil Lifting
	3	BLD	-	BLK	Crude Oil Lifting
	4	BLD	-	BLK	-
	5	BLD	Water&sadiment sampling	BLK&NB	-

Input	Hari	WHO	Kegiatan Operasional	EHO	Kegiatan Operasional
	6	BLD	Water&sadiment sampling	BLK	-
	7	HT	Water&sadiment sampling	BLK	-

Pada inputan data diatas terdapat beberapa kegiatan operasional dan juga pengiriman muatan pada anjungan. Selain itu juga terdapat penugasan dalam satu zona, dua lokasi penugasan dan pada hari yang sama. Sebagai contohnya yaitu pada hari pertama dan kedua pada input 1 dimana pada wilayah EHO terdapat penugasan di lokasi BLK dan KRS. Sehingga pada hari tersebut harus menugaskan dua kapal pada zona EHO dan satu kapal untuk zona WHO. Berikut penjadwalan dari kondisi eksisting yang telah dibuat berdasarkan pada input 1.

Tabel 5.28 Penjadwalan Kondisi Eksisting Berdasarkan Input 1

Hari	GO	SA	SMS	V99
1	BLD	BLD	KRS	BLK
		Water&sadiment sampling		
2	BLD	HT	KRS	BLK
		Water&sadiment sampling		
3	BLD	HT	MTK	BLK
		Water&sadiment sampling		
4	BLD	HT	KRS	BLK
		Water&sadiment sampling		
5	BLD	MTK	KRS	BLK
6	BLD	NB	KRS	BLK
		Install Spar Bouy		
7	BLD	NB	KRS	BLK

Pada penjadwalan berdasarkan input 1 yang dibuat oleh *planner* wilayah operasi Laut Natuna Selatan ini kegiatan operasional direncanakan pada kapal SA selama satu minggu. Sedangkan GO hanya ditugaskan pada hari yang sama dalam satu minggu yaitu pada lokasi BLD. Sedangkan pada kapal V99 hanya ditugaskan pada lokasi BLK selama tujuh hari terus-menerus. Berikut hasil optimasi model berdasarkan input 1:

Tabel 5.29 Penjadwalan dengan Model Berdasarkan Input 1

Hari	GO	SA	SMS	V99
1	BLD	BLK	KRS	MTK
	Water & Sadiment Sampling	-	-	-
2	HT	BLK	KRS	MTK
	Water & Sadiment Sampling	-	-	-
3	HT	BLK	KRS	MTK
	Water & Sadiment Sampling	-	-	-
4	HT	BLK	KRS	MTK
	Water & Sadiment Sampling	-	-	-
5	BLD	BLK	KRS	MTK
	-	-	-	-
6	BLD	NB	KRS	MTK
	-	Install Spar Bouy	-	-
7	BLD	NB	NB	MTK
	-	-	-	-

Pada tabel diatas kegiatan operasional anjungan yaitu *water & sediment sampling* dilakukan oleh dua kapal yang berbeda. Yaitu pada hari pertama kegiatan dilakukan oleh OSV SA untuk wilayah BLD. Sedangkan pada hari kedua sampai dengan hari ketiga pada lokasi HT kegiatan operasional dilakukan oleh OSV GO. Pemasangan *spar bouy* pada hari keenam pada lokasi NB dilakukan oleh OSV SA. Sedangkan V99 tetap bersiap siaga di NB SMS melakukan penugasan di BLK dan berpindah pada hari ke keempat dilokasi BLD. Berdasarkan hasil diatas permintaan pada input 1 terpenuhi semua. Sebagaimana pada kondisi eksisting. Namun dengan penugasan OSV yang berbeda pada setiap lokasinya.

Pada input 2 juga dilakukan perbandingan hasil penjadwalan pada model dengan kondisi eksisting perencanaan. Berdasarkan input 2 yang telah ada, berikut penugasan OSV pada kondisi eksisting.

Tabel 5.30 Penjadwalan Kondisi Eksisting Berdasarkan Input 2

Hari	GO	SA	SMS	V99
1	NB	BLD	BLK	MTK
	-	3TEUS	-	-
2	NB	BLD	BLK	BLK
	-	-	Crude Oil Lifting	Crude Oil Lifting
3	NB	BLD	BLK	BLK
	-	-	Crude Oil Lifting	Crude Oil Lifting
4	NB	BLD	BLK	BLK
	-	-	-	-
5	KRS	BLD	BLK	BLK
	-	Water & Sadiment Sampling	-	-
6	KRS	BLD	BLK	BLK
	-	Water & Sadiment Sampling	-	-
7	KRS	HT	BLK	BLK
	-	Water & Sadiment Sampling		

Pada perencanaan kondisi eksisting terdapat satu hal yang membuat perencanaan tidak sesuai dengan aturan yang telah ada. Dimana pada hari kedua dan ketiga yaitu kegiatan *crude oil lifting* pada lokasi BLK dilakukan oleh kapal SMS, dan V99. Dimana daya yang dibutuhkan adalah minimal 6000 daya kuda. Sedangkan dengan terpilihnya OSV tersebut daya hanya mencapai 5640 daya kuda. Dengan nilai daya tersebut membuktikan bahwa daya tidak memenuhi batasan yang telah ditentukan. Sedangkan untuk kegiatan operasional lain yaitu *water & sediment sampling* pada hari kelima sampai dengan hari keenam pada lokasi BLD dan HT ditugaskan pada OSV SA. Berikut hasil penjadwalan menggunakan model optimasi yang telah dilakukan.

Tabel 5.31 Penjadwalan dengan Model Berdasarkan Input 2

Hari	GO	SA	SMS	V99
1	BLD	BLK	MTK	NB
	3TEUS	-	-	-
2	BLD	BLK	BLK	NB
	-	Crude Oil Lifting	Crude Oil Lifting	-
3	BLD	BLK	BLK	NB
	-	Crude Oil Lifting	Crude Oil Lifting	-
4	BLD	BLK	BLK	NB
	5TEUS	-	-	-
5	BLD	BLK	NB	NB
	Water & Sadiment Sampling	-	-	-
6	BLD	BLK	NB	NB
	Water & Sadiment Sampling	-	-	-
7	BLD	HT	BLK	NB
	-	Water & Sadiment Sampling	-	-

Berdasarkan hasil optimasi penjadwalan pada input 2 ini terlihat bahwa kegiatan *crude oil lifting* pada lokasi BLK ditugaskan pada OSV SA dan SMS. Hal ini dapat terjadi dikarenakan untuk memenuhi aturan pemerintah hanya dua kapal OSV ini yang dapat melakukannya. Maka, dengan otomatis jika terdapat kegiatan ini maka kapal berjenis AHTS inilah yang akan terpilih secara langsung oleh model. Sedangkan untuk kegiatan *water & sediment sampling* pada hari kelima dan keenam pada lokasi BLD ditugaskan pada OSV GO dan pada hari ketujuh dilokasi HT ditugaskan pada OSV SA.

Tabel 5.32 Validasi Kondisi Eksisting dan Model

Biaya Bahan Bakar		Eksisting 1	Biaya Bahan Bakar		Model 1
GO	60.206.512	rupiah	GO	93.639.667	rupiah
SA	101.295.274	rupiah	SA	109.362.074	rupiah
SMS	39.003.349	rupiah	SMS	56.066.950	rupiah
V99	62.885.538	rupiah	V99	-	rupiah
Total	263.390.673	rupiah	Total	259.068.692	rupiah
Biaya Bahan Bakar		Eksisting 2	Biaya Bahan Bakar		Model 2
GO	15.237.592	rupiah	GO	31.412.093	rupiah
SA	131.520.688	rupiah	SA	149.774.605	rupiah
SMS	46.365.558	rupiah	SMS	74.352.133	rupiah
V99	71.720.189	rupiah	V99	-	rupiah
Total	264.844.027	rupiah	Total	255.538.831	rupiah

Pada gambar diatas merupakan nilai validasi yang didapat. Dimana nilai pada model lebih rendah atau minimum dibandingkan kondisi eksisting. Pada perbandingan pertama dengan memasukkan input 1 maka nilai yang didapat pada model lebih rendah dari pada kondisi eksisting. Hasil model mendapatkan nilai 259.068.692 rupiah dibandingkan nilai pada kondisi eksisting yaitu 263.390.673 rupiah. Begitu juga pada perbandingan hasil dengan memasukan input 2 dimana nilai model mencapai 255.538.831 rupiah, dibanding nilai eksisting yang mencapai 264.844.027 rupiah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa rata-rata nilai pada model lebih rendah 3% dibandingkan kondisi saat ini.

Bab 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan pada penelitian tugas akhir ini, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Model matematis penjadwalan *Offshore Support Vessel* yang optimal dengan *objective function* adalah $z = \min TFC$. Dimana *Fuel Cost* memiliki persamaan.

$$FC = r \times (KoB + FOC AE) \times \text{harga BBM}$$

Dengan nilai r sebagai faktor pengali didapat dari persamaan berikut :

$$r_{ijlm} = \left((x_{j-3} \times b_i \times PH_{j-3}) + (TH_{(j-2)m} \times (WHO(x)_{i(j-2)} + EHO(x)_{i(j-2)}) \times b_i \times PH_{(j-2)m}) + (TH_{(j-1)m} \times (WHO(x)_{i(j-1)} + EHO(x)_{i(j-1)}) \times b_i \times PH_{(j-1)m}) \right) \times x_{ij} \times TH_{jm}$$

Diatas adalah contoh persamaan untuk perencanaann penugasan pada hari ke-3.

2. Model aplikasi penjadwalan untuk *offshore support vessel* dalam 7 hari dengan menggunakan *spreadsheet*. Input model adalah rencana 7 hari, jumlah muatan, dan juga kegiatan operasional dengan asumsi waktu 24 jam yang dimulai pukul dengan 00:00. Dengan perbandingan hasil model dan kondisi eksisting sebagai proses validasi yaitu pada perbandingan pertama dengan memasukkan input 1 maka nilai yang didapat pada model lebih rendah dari pada kondisi eksisting. Hasil model mendapatkan nilai 259.068.692 rupiah dibandingkan nilai pada kondisi eksisting yaitu 263.390.673 rupiah. Begitu juga pada perbandingan hasil dengan memasukan input 2 dimana nilai model mencapai 255.538.831 rupiah, dibanding nilai eksisting yang mencapai 264.844.027 rupiah. Berdasarkan hasil *running* model mendapatkan nilai rata-rata TFC 3% lebih rendah dibandingkan hasil kondisi saat ini.

6.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, terdapat saran yang dapat diberikan oleh penulis sebagai berikut:

1. Model optimasi penjadwalan lebih baik untuk dibuat dalam bentuk piranti lunak. Karena keterbatasan dari solver ms. Excel. Sehingga perusahaan yang melakukan pembuatan penugasan lebih mudah dalam merencanakan.
2. Mengoptimasikan sekaligus (menjadi satu) pada optimasi pertama dan kedua yang terjadi ketika terdapat lebih dari satu penugasan dalam satu hari dan satu wilayah.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Y. (2017). *Model Penjadwalan dan Pola Operasi Armada Kapal Pendukung Aktivitas Anjungan Minyak Lepas Pantai : Studi Kasus Area West Madura Offshore*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Barton, D. H. (2016). *Oil Price*. London: House of Cummons Library.
- Eka N, R., & Adi R, S. (2016). *Perencanaan Transportasi Laut Batubara: Studi Kasus Tarahan – Sawahlunto – Bengkulu - Paiton*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Farid, A. (2012). Model Perancangan Konseptual Armada Supply Vessel untuk Mendukung Operasi Rig dan Offshore Platform (Studi Kasus : Wilayah Lepas Pantai Utara Jawa Timur). *JURNAL TEKNIK ITS Vol. 1*, E-33 - E-37.
- Laboratorium Pemodelan dan Simulasi Industri. (2018). *Modul Pemodelan Sistem*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Lamb, T. (2004). *Ship Design and Construction Vol 2*. Jersey City: Society of Naval Architecture and Marine Engineers (SNAME).
- Luknanto, D. (2000). *Pengantar Optimasi Nonlinier*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Nisbet, D. J. (2000). *Lead Time Performance in the Supply Chain: A Case Study of the Capital Equipment Supply Environment of the Offshore Oil Exploration and Production Industry on the UK Continental Shelf*. Cranfield: Cranfield School of Management.
- Pramudito, J. (2013). Tantangan Logistik Operasi Lepas Pantai: Studi Kasus pada Operasi Pengeboran Migas di Lepas Pantai Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XVIII* (pp. A-36-2 sampai A-36-9). Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Valentino, F., Gurning, R. O., & Dinariyana DP, A. A. (2012). Optimasi Skenario Bunkering dan Kecepatan Kapal pada Pelayaran Tramper. *JURNAL TEKNIK POMITS*, 1-5.
- Wijnolst, N., & Wergeland, T. (2009). *Shipping Innovation*. Amstedam: IOS Press.
- Zahrah R, D. (2017). *Model Penjadwalan Operasi Supply Vessel untuk Anjungan Lepas Pantai di Wilayah dengan Multi Origin, Multi Block, Multi Operator: Studi Kasus Wilayah Operasi Balikpapan*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Contoh Hasil Perhitungan Seatime

Lampiran 2 Contoh Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Main Engine

Lampiran 3 Contoh Hasil Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar AE

Lampiran 4 Contoh Hasil Perhitungan Biaya Bahan Bakar

Lampiran 5 Penentuan Lokasi Awal dan Hari Pertama OSV

Lampiran 6 Contoh Penugasan Hari Kedua Sampai Ketujuh

Lampiran 7 Contoh Faktor Pengali OSV GO Hari 1 Sampai Hari 7

Lampiran 8 Contoh Faktor Pengali OSV SA Hari 1 Sampai Hari 7

Lampiran 9 Contoh Faktor Pengali OSV SMS Hari 1 Sampai Hari 7

Lampiran 10 Contoh Faktor Pengali OSV V99 Hari 1 Sampai Hari 7

Lampiran 11 Penugasan OSV Disetiap harinya

Lampiran 12 Pengolahan Decision Variable Pada Zona WHO

Lampiran 13 Pengolahan Decision Variable Pada Zona EHO

Lampiran 14 Pemilihan Perhitungan Jarak Akibat Adanya Pengiriman Barang

Lampiran 15 Rekayasa Penambahan Jarak

Lampiran 16 Faktor Pengali Rekayasa Jarak

Lampiran 17 Contoh Hasil Rekayasa Jarak

Lampiran 18 Penentuan OSV untuk Kegiatan Operasional Anjungan

Lampiran 19 Jumlah Bollard Pull dan Daya untuk Crude Oil Lifting

Lampiran 20 Perhitungan Bollard Pull

Lampiran 21 Perhitungan Daya

Lampiran 22 Optimasi Untuk 1 Zona Lebih dari 1 Penugasan Pada Hari yang Sama

Lampiran 23 Perhitungan Waktu Dihitung Dalam Jam

Lampiran 24 Contoh Penjadwalan pada Wilayah Operasi Laut Natuna Selatan

Lampiran 1 Contoh Hasil Perhitungan *Seatime*

GO

HARI 1	hour	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 2	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	hour	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
HARI 3	MTK	0,0	0,0	9,1	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	hour	MTK	WHO		EHO		
HARI 4			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 5	hour	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 6	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	hour	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	19,7	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 7	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	hour	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	6,4	0,0	0,0
HARI 7	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

SA

HARI 1	hour	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	6,1	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 2	hour	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 3	hour	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 4	hour	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 5	hour	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 6	hour	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 7	hour	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0

	SMS						
HARI 1	hour	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	10,7	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 2	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	hour	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
HARI 3	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	hour	MTK	WHO		EHO		
HARI 4			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 5	hour	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,8
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 6	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	hour	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 7	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	hour	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 7	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

	V99						
HARI 1	hour	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 2	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	hour	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
HARI 3	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	hour	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
HARI 4	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	hour	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
HARI 5	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	hour	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
HARI 6	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	hour	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
HARI 7	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	hour	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB

Lampiran 2 Contoh Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar *Main Engine*

	GO						
HARI 1	liter/day	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 2	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	liter/day	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
HARI 3	MTK	0,0	0,0	2899,2	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	liter/day	MTK	WHO		EHO		
HARI 4			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	584,8	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 5	liter/day	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 6	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	liter/day	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	6310,1	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 7	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	liter/day	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	2039,4	0,0	0,0
HARI 7	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

SA

HARI 1	liter/day	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	2837,2	0,0	0,0
HARI 2	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	liter/day	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
HARI 3	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	697,7	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	liter/day	MTK	WHO		EHO		
HARI 4			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 5	liter/day	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1272,4
HARI 6	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	liter/day	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 7	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	liter/day	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 7	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	5027,4	0,0	0,0	0,0	0,0

SMS

HARI 1	liter/day	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	2894,1	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 2	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	liter/day	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
HARI 3	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	liter/day	MTK	WHO		EHO		
HARI 4			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 5	liter/day	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2932,6
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 6	liter/day	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 7	liter/day	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

V99

HARI 1	liter/day	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 2	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	liter/day	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
HARI 3	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	liter/day	MTK	WHO		EHO		
HARI 4			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	2761,6	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 5	liter/day	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 6	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	liter/day	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 7	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	liter/day	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 8	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	liter/day	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 9	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	liter/day	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 10	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	liter/day	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
HARI 11	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	liter/day	MTK	WHO		EHO		
HARI 12			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Lampiran 3 Contoh Hasil Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar AE

	Satuan	GO	SA	SMS	V99
FOC	ton/day	0,8	1,2	1,1	0,9
	liter / day	930,2	1395,3	1279,1	1046,5
Operation Time	hour	24	24	24	24
Consumption	liter / day	930,2	1395,3	1279,1	1046,5

Lampiran 4 Contoh Hasil Perhitungan Biaya Bahan Bakar

GO

HARI 1	rupiah per hari	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	-	-	-	-	-	-
HARI 2	BLD	-	-	-	-	-	-
	HT	-	-	-	-	-	-
	BLK	-	-	-	-	-	-
	KRS	-	-	-	-	-	-
	NB	-	-	-	-	-	-
	rupiah per hari	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
HARI 3	MTK	-	-	32.071.705	-	-	-
	BLD	-	-	-	-	-	-
	HT	-	-	-	-	-	-
	BLK	-	-	-	-	-	-
	KRS	-	-	-	-	-	-
	NB	-	-	-	-	-	-
	rupiah per hari	MTK	WHO		EHO		
HARI 4			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	-	-	-	-	-	-
	BLD	-	-	-	-	-	-
	HT	-	12.688.558	-	-	-	-
	BLK	-	-	-	-	-	-
	KRS	-	-	-	-	-	-
	NB	-	-	-	-	-	-
HARI 5	rupiah per hari	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	-	-	-	-	-	-
	BLD	-	7.790.698	-	-	-	-
	HT	-	-	-	-	-	-
	BLK	-	-	-	-	-	-
	KRS	-	-	-	-	-	-
HARI 6	NB	-	-	-	-	-	-
	rupiah per hari	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	-	-	-	-	-	-
	BLD	-	-	60.637.597	-	-	-
	HT	-	-	-	-	-	-
	BLK	-	-	-	-	-	-
HARI 7	KRS	-	-	-	-	-	-
	NB	-	-	-	-	-	-
	rupiah per hari	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	-	-	-	-	-	-
	BLD	-	-	-	-	-	-
	HT	-	-	-	24.870.720	-	-
	BLK	-	-	-	-	-	-
	KRS	-	-	-	-	-	-
	NB	-	-	-	-	-	-

SA

HARI 1	rupiah per hari	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	-	-	-	35.447.674,4	-	-
	BLD	-	-	-	-	-	-
	HT	-	-	-	-	-	-
	BLK	-	-	-	-	-	-
	KRS	-	-	-	-	-	-
	NB	-	-	-	-	-	-
HARI 2	rupiah per hari	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	-	-	-	-	-	-
	BLD	-	-	-	-	-	-
	HT	-	-	-	-	-	-
	BLK	-	-	-	11.686.047	-	-
	KRS	-	-	-	-	-	-
	NB	-	-	-	-	-	-
HARI 3	rupiah per hari	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	-	-	-	-	-	-
	BLD	-	-	-	-	-	-
	HT	-	-	-	-	-	-
	BLK	-	-	-	-	17.529.070	-
	KRS	-	-	-	-	-	-
	NB	-	-	-	-	-	-
HARI 4	rupiah per hari	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	-	-	-	-	-	-
	BLD	-	-	-	-	-	-
	HT	-	-	-	-	-	-
	BLK	-	-	-	-	-	-
	KRS	-	-	-	-	11.686.047	-
	NB	-	-	-	-	-	-
HARI 5	rupiah per hari	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	-	-	-	-	-	-
	BLD	-	-	-	-	-	-
	HT	-	-	-	-	-	-
	BLK	-	-	-	-	-	-
	KRS	-	-	-	-	-	22.341.990
	NB	-	-	-	-	-	-
HARI 6	rupiah per hari	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	-	-	-	-	-	-
	BLD	-	-	-	-	-	-
	HT	-	-	-	-	-	-
	BLK	-	-	-	-	-	-
	KRS	-	-	-	-	-	-
	NB	-	-	-	-	-	11.686.047
HARI 7	rupiah per hari	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	-	-	-	-	-	-
	BLD	-	-	-	-	-	-
	HT	-	-	-	-	-	-
	BLK	-	-	-	-	-	-
	KRS	-	-	-	-	-	-
	NB	-	53.790.439	-	-	-	-

SMS

HARI 1	rupiah per hari	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	-	34.949.935	-	-	-	-
	BLD	-	-	-	-	-	-
	HT	-	-	-	-	-	-
	BLK	-	-	-	-	-	-
	KRS	-	-	-	-	-	-
	NB	-	-	-	-	-	-
HARI 2	rupiah per hari	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	-	-	-	-	-	-
	BLD	-	-	-	-	-	-
	HT	-	-	-	-	-	-
	BLK	-	-	-	-	-	-
	KRS	-	-	-	-	-	-
	NB	-	-	-	-	-	-
HARI 3	rupiah per hari	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	-	-	-	-	-	-
	BLD	-	10.712.209	-	-	-	-
	HT	-	-	-	-	-	-
	BLK	-	-	-	-	-	-
	KRS	-	-	-	-	-	-
	NB	-	-	-	-	-	-
HARI 4	rupiah per hari	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	-	-	-	-	-	-
	BLD	-	10.712.209	-	-	-	-
	HT	-	-	-	-	-	-
	BLK	-	-	-	-	-	-
	KRS	-	-	-	-	-	-
	NB	-	-	-	-	-	-
HARI 5	rupiah per hari	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	-	-	-	-	-	-
	BLD	-	-	-	-	-	35.273.105
	HT	-	-	-	-	-	-
	BLK	-	-	-	-	-	-
	KRS	-	-	-	-	-	-
	NB	-	-	-	-	-	-
HARI 6	rupiah per hari	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	-	-	-	-	-	-
	BLD	-	-	-	-	-	-
	HT	-	-	-	-	-	-
	BLK	-	-	-	-	-	-
	KRS	-	-	-	-	-	-
	NB	-	-	-	-	-	10.712.209
HARI 7	rupiah per hari	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	-	-	-	-	-	-
	BLD	-	-	-	-	-	-
	HT	-	-	-	-	-	-
	BLK	-	-	-	-	-	-
	KRS	-	-	-	-	-	-
	NB	-	-	-	-	-	-

V99

HARI 1	rupiah per hari	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	-	-	-	-	-	-
	BLD	-	-	-	-	-	-
	HT	-	-	-	-	-	-
	BLK	-	-	-	-	-	-
	KRS	-	-	-	-	-	-
	NB	-	-	-	-	-	-
HARI 2	rupiah per hari	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	-	-	-	-	-	-
	BLD	-	-	-	-	-	-
	HT	-	-	-	-	-	-
	BLK	-	-	-	-	-	-
	KRS	-	-	-	-	-	-
	NB	-	-	-	-	-	-
HARI 3	rupiah per hari	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	-	-	-	-	31.893.169	-
	BLD	-	-	-	-	-	-
	HT	-	-	-	-	-	-
	BLK	-	-	-	-	-	-
	KRS	-	-	-	-	-	-
	NB	-	-	-	-	-	-
HARI 4	rupiah per hari	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	-	-	-	-	-	-
	BLD	-	-	-	-	-	-
	HT	-	-	-	-	-	-
	BLK	-	-	-	-	-	-
	KRS	-	-	-	-	-	-
	NB	-	-	-	-	-	-
HARI 5	rupiah per hari	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	-	-	-	-	-	-
	BLD	-	-	-	-	-	-
	HT	-	-	-	-	-	-
	BLK	-	-	-	-	-	-
	KRS	-	-	-	-	-	-
	NB	-	-	-	-	-	-
HARI 6	rupiah per hari	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	-	-	-	-	-	-
	BLD	-	-	-	-	-	-
	HT	-	-	-	-	-	-
	BLK	-	-	-	-	-	-
	KRS	-	-	-	-	-	-
	NB	-	-	-	-	-	-
HARI 7	rupiah per hari	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	-	-	-	-	-	-
	BLD	-	-	-	-	-	-
	HT	-	-	-	-	-	-
	BLK	-	-	-	-	-	-
	KRS	-	-	-	-	-	-
	NB	-	-	-	-	-	-

Lampiran 5 Penentuan Lokasi Awal dan Hari Pertama OSV

Posisi Kapal pada hari ke-
0

1st DAY

GO	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	1	0	1	0	0
BLD	0	0	0	0	0	0
HT	0	0	0	0	0	0
BLK	0	0	0	0	0	0
KRS	0	0	0	0	0	0
NB	0	0	0	0	0	0

**Code : (GO) for first location*

SA	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	1	0	1	0	0
BLD	0	0	0	0	0	0
HT	0	0	0	0	0	0
BLK	0	0	0	0	0	0
KRS	0	0	0	0	0	0
NB	0	0	0	0	0	0

**Code : (SA) for first location*

SMS	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	1	0	1	0	0
BLD	0	0	0	0	0	0
HT	0	0	0	0	0	0
BLK	0	0	0	0	0	0
KRS	0	0	0	0	0	0
NB	0	0	0	0	0	0

**Code : (SMS) for first location*

V99	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	1	0	1	0	0
BLD	0	0	0	0	0	0
HT	0	0	0	0	0	0
BLK	0	0	0	0	0	0
KRS	0	0	0	0	0	0
NB	0	0	0	0	0	0

**Code : (99) for first location*

Lampiran 6 Contoh Penugasan Hari Kedua Sampai Ketujuh

2nd DAY

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0			
BLD	0	0	1			
HT	0	0	0			
BLK				1	0	0
KRS				0	0	0
NB				0	0	0

3rd DAY

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0			
BLD	0	0	0			
HT	0	1	0			
BLK				0	1	0
KRS				0	0	0
NB				0	0	0

4th DAY

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0			
BLD	0	1	0			
HT	0	0	0			
BLK				0	0	0
KRS				0	1	0
NB				0	0	0

5th DAY

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0			
BLD	0	1	0			
HT	0	0	0			
BLK				0	0	0
KRS				0	0	1
NB				0	0	0

6th DAY

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0			
BLD	0	0	1			
HT	0	0	0			
BLK				0	0	0
KRS				0	0	0
NB				0	0	1

7th DAY

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0			
BLD	0	0	0			
HT	0	1	0			
BLK				0	0	0
KRS				0	0	0
NB				1	0	0

Lampiran 7 Contoh Faktor Pengali OSV GO Hari 1 Sampai Hari 7

hari ke-2 (peluang lain)

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	1	0	0	0
BLD	0	0	0	0	0	0
HT	0	0	0	0	0	0
BLK	0	0	0	0	0	0
KRS	0	0	0	0	0	0
NB	0	0	0	0	0	0

hari ke-3 (peluang lain)

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0	0	0	0
BLD	0	0	0	0	0	0
HT	0	1	0	0	0	0
BLK	0	0	0	0	0	0
KRS	0	0	0	0	0	0
NB	0	0	0	0	0	0

hari ke-4 (peluang lain)

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0	0	0	0
BLD	0	1	0	0	0	0
HT	0	0	0	0	0	0
BLK	0	0	0	0	0	0
KRS	0	0	0	0	0	0
NB	0	0	0	0	0	0

hari ke-5 (peluang lain)

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0	0	0	0
BLD	0	1	0	0	0	0
HT	0	0	0	0	0	0
BLK	0	0	0	0	0	0
KRS	0	0	0	0	0	0
NB	0	0	0	0	0	0

hari ke-6 (peluang lain)

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0	0	0	0
BLD	0	0	1	0	0	0
HT	0	0	0	0	0	0
BLK	0	0	0	0	0	0
KRS	0	0	0	0	0	0
NB	0	0	0	0	0	0

hari ke-7 (peluang lain)

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0	0	0	0
BLD	0	0	0	0	0	0
HT	0	0	0	1	0	0
BLK	0	0	0	0	0	0
KRS	0	0	0	0	0	0
NB	0	0	0	0	0	0

Lampiran 8 Contoh Faktor Pengali OSV SA Hari 1 Sampai Hari 7

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0	0	0	0
BLD	0	0	0	0	0	0
HT	0	0	0	0	0	0
BLK	0	0	0	1	0	0
KRS	0	0	0	0	0	0
NB	0	0	0	0	0	0

hari ke-3 (peluang lain)

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0	0	0	0
BLD	0	0	0	0	0	0
HT	0	0	0	0	0	0
BLK	0	0	0	0	1	0
KRS	0	0	0	0	0	0
NB	0	0	0	0	0	0

hari ke-4 (peluang lain)

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0	0	0	0
BLD	0	0	0	0	0	0
HT	0	0	0	0	0	0
BLK	0	0	0	0	0	0
KRS	0	0	0	0	1	0
NB	0	0	0	0	0	0

hari ke-5 (peluang lain)

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0	0	0	0
BLD	0	0	0	0	0	0
HT	0	0	0	0	0	0
BLK	0	0	0	0	0	0
KRS	0	0	0	0	0	1
NB	0	0	0	0	0	0

hari ke-6 (peluang lain)

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
--	-----	-----	----	-----	-----	----

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0	0	0	0
BLD	0	0	0	0	0	0
HT	0	0	0	0	0	0
BLK	0	0	0	0	0	0
KRS	0	0	0	0	0	0
NB	0	0	0	0	0	1

hari ke-7 (peluang lain)

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0	0	0	0
BLD	0	0	0	0	0	0
HT	0	0	0	0	0	0
BLK	0	0	0	0	0	0
KRS	0	0	0	0	0	0
NB	0	1	0	0	0	0

Lampiran 9 Contoh Faktor Pengali OSV SMS Hari 1 Sampai Hari 7

hari ke-2 (peluang lain)

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0	0	0	0
BLD	0	0	0	0	0	0
HT	0	0	0	0	0	0
BLK	0	0	0	0	0	0
KRS	0	0	0	0	0	0
NB	0	0	0	0	0	0

hari ke-3 (peluang lain)

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0	0	0	0
BLD	0	1	0	0	0	0
HT	0	0	0	0	0	0
BLK	0	0	0	0	0	0
KRS	0	0	0	0	0	0
NB	0	0	0	0	0	0

hari ke-4 (peluang lain)

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0	0	0	0
BLD	0	1	0	0	0	0
HT	0	0	0	0	0	0
BLK	0	0	0	0	0	0
KRS	0	0	0	0	0	0
NB	0	0	0	0	0	0

hari ke-5 (peluang lain)

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0	0	0	0
BLD	0	0	0	0	0	1
HT	0	0	0	0	0	0
BLK	0	0	0	0	0	0
KRS	0	0	0	0	0	0
NB	0	0	0	0	0	0

hari ke-6 (peluang lain)

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0	0	0	0
BLD	0	0	0	0	0	0
HT	0	0	0	0	0	0
BLK	0	0	0	0	0	0
KRS	0	0	0	0	0	0
NB	0	0	0	0	0	1

hari ke-7 (peluang lain)

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0	0	0	0
BLD	0	0	0	0	0	0
HT	0	0	0	0	0	0
BLK	0	0	0	0	0	0
KRS	0	0	0	0	0	0
NB	0	0	0	0	0	0

Lampiran 10 Contoh Faktor Pengali OSV V99 Hari 1 Sampai Hari 7

hari ke-2 (peluang lain)

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0	0	0	0
BLD	0	0	0	0	0	0
HT	0	0	0	0	0	0
BLK	0	0	0	0	0	0
KRS	0	0	0	0	0	0
NB	0	0	0	0	0	0

hari ke-3 (peluang lain)

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0	0	1	0
BLD	0	0	0	0	0	0
HT	0	0	0	0	0	0
BLK	0	0	0	0	0	0
KRS	0	0	0	0	0	0
NB	0	0	0	0	0	0

hari ke-4 (peluang lain)

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0	0	0	0
BLD	0	0	0	0	0	0
HT	0	0	0	0	0	0
BLK	0	0	0	0	0	0
KRS	0	0	0	0	0	0
NB	0	0	0	0	0	0

hari ke-5 (peluang lain)

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0	0	0	0
BLD	0	0	0	0	0	0
HT	0	0	0	0	0	0
BLK	0	0	0	0	0	0
KRS	0	0	0	0	0	0
NB	0	0	0	0	0	0

hari ke-6 (peluang lain)

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0	0	0	0
BLD	0	0	0	0	0	0
HT	0	0	0	0	0	0
BLK	0	0	0	0	0	0
KRS	0	0	0	0	0	0
NB	0	0	0	0	0	0

hari ke-7 (peluang lain)

	MTK	BLD	HT	BLK	KRS	NB
MTK	0	0	0	0	0	0
BLD	0	0	0	0	0	0
HT	0	0	0	0	0	0
BLK	0	0	0	0	0	0
KRS	0	0	0	0	0	0
NB	0	0	0	0	0	0

Lampiran 11 Penugasan OSV Disetiapharinya

		GO	SA		SMS	V99
Batasan	H 1	0	1		1	0
EHO+WHO	H 2	1	1		0	0
	H 3	1	1		1	1
	H 4	1	1		1	0
	H 5	1	1		1	0
	H 6	1	1		1	0
	H 7	1	1		0	0

Lampiran 12 Pengolahan *Decision Variable* Pada Zona WHO

	WHO	GO	SA	SMS	V99
Bantuan	H0-H1	1	0	0	1
H0	H0-H1-H2	0	0	0	1
	H0-H1-H2-H3	0	0	0	0
	H0-H1-H2-H3-H4	0	0	0	0
	H0-H1-H2-H3-H4-H5	0	0	0	0
	H0-H1-H2-H3-H4-H5-H6	0	0	0	0
Bantuan	H1-H2	0	0	1	0
H1	H1-H2-H3	0	0	0	0

WHO		GO	SA	SMS	V99
	H1-H2-H3-H4	0	0	0	0
	H1-H2-H3-H4-H5	0	0	0	0
	H1-H2-H3-H4-H5-H6	0	0	0	0

Bantuan	H2-H3	0	0	0	0
H2	H2-H3-H4	0	0	0	0
	H2-H3-H4-H5	0	0	0	0
	H2-H3-H4-H5-H6	0	0	0	0

Bantuan	H3-H4	0	0	0	1
H3	H3-H4-H5	0	0	0	1
	H3-H4-H5-H6	0	0	0	1

Bantuan	H4-H5	0	0	0	0
H4	H4-H5-H6	0	0	0	0

Bantuan	H5-H6	0	0	0	0
H5					

Lampiran 13 Pengolahan *Decision Variable* Pada Zona EHO

EHO		GO	SA	SMS	V99
Bantuan	H0-H1	1	0	0	1
H0	H0-H1-H2	0	0	0	1
	H0-H1-H2-H3	0	0	0	0
	H0-H1-H2-H3-H4	0	0	0	0
	H0-H1-H2-H3-H4-H5	0	0	0	0
	H0-H1-H2-H3-H4-H5-H6	0	0	0	0

Bantuan	H1-H2	0	0	1	0
H1	H1-H2-H3	0	0	0	0
	H1-H2-H3-H4	0	0	0	0
	H1-H2-H3-H4-H5	0	0	0	0
	H1-H2-H3-H4-H5-H6	0	0	0	0

Bantuan	H2-H3	0	0	0	0
H2	H2-H3-H4	0	0	0	0
	H2-H3-H4-H5	0	0	0	0
	H2-H3-H4-H5-H6	0	0	0	0

EHO		GO	SA	SMS	V99
Bantuan	H3-H4	0	0	0	1
H3	H3-H4-H5	0	0	0	1
	H3-H4-H5-H6	0	0	0	1

Bantuan	H4-H5	0	0	0	0
H4	H4-H5-H6	0	0	0	0

Bantuan	H5-H6	0	0	0	0
H5					

Lampiran 14 Pemilihan Perhitungan Jarak Akibat Adanya Pengiriman Barang

GO

HARI 0-1	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 1-2	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	81,6	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 2-3	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	96,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	81,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

HARI 3-4	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	96,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	96,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 4-5	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	96,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	96,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 5-6	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	81,6	0,0	0,0	0,0
	BLD	96,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 6-7	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	54,9	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	81,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

SA

HARI 0-1	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	54,9	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

HARI 1-2	nm	Matak	WHO		EHO		
			Belida	Hangtuah	Belanak	Kerisi	North Belut
	MTK	0,0	0,0	0,0	54,9	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	54,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 2-3	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	68,4	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	54,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 3-4	nm	Matak	WHO		EHO		
			Belida	Hangtuah	Belanak	Kerisi	North Belut
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	68,4	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	68,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 4-5	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	75,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	68,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 5-6	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	75,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	75,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 7	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	96,0	0,0	0,0	0,0	0,0

	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	75,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

SMS

HARI 0-1	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	96,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 1-2	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	96,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 2-3	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	96,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 3-4	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	96,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	96,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

HARI 4-5	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	75,0
	BLD	96,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 5-6	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	75,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	75,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 6-7	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	75,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

V99

HARI 0-1	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 1-2	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

HARI 2-3	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	68,4	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 3-4	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	68,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 4-5	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 5-6	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 6-7	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Lampiran 15 Rekayasa Penambahan Jarak

	GO	SA	SMS	V99
H1	0,0	54,9	96,0	0,0
H2	81,6	109,8	96,0	0,0
H3	177,6	123,3	96,0	68,4
H4	192,0	136,8	192,0	68,4
H5	192,0	143,4	171,0	0,0
H6	177,6	150,0	150,0	0,0
H7	136,5	171,0	75,0	0,0

Lampiran 16 Faktor Pengali Rekayasa Jarak

HARI 0-1	GO									
			1	0	0	0	0	0	0	
	hour		MTK	WHO		EHO				
				BLD	HT	BLK	KRS	NB		
	1	MTK	1	0		0	0	0	0	
	0	BLD	0							
	0	HT	0							
HARI 1-2	0	BLK	0							
	0	KRS	0							
	0	NB	0							
			1	0	1	0	0	0	0	
	hour		MTK	WHO		EHO				
				BLD	HT	BLK	KRS	NB		
	1	MTK	1	0		1	0	0	0	
HARI 2-3	0	BLD	0							
	0	HT	0							
	0	BLK	0							
	0	KRS	0							
			1	1	0	0	0	0	0	
	hour		MTK	WHO		EHO				
				BLD	HT	BLK	KRS	NB		
	1	MTK	1	1		0	0	0	0	
	0	BLD	0							
	1	HT	1							
	0	BLK	0							
	0	KRS	0							

0	NB	0							
	hour	MTK	WHO		EHO				
			BLD	HT	BLK	KRS	NB		
1	MTK	1	1		0	0	0		0
1	BLD	1							
0	HT	0							
0	BLK	0							
0	KRS	0							
0	NB	0							

		1	1	0	0	0	0
hour		MTK	WHO	EHO			
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
1	MTK	1	1	0	0	0	0
1	BLD	1					
0	HT	0					
0	BLK	0					
0	KRS	0					
0	NB	0					

		1	0	1	0	0	0
hour		MTK	WHO	EHO			
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
1	MTK	1	0	1	0	0	0
1	BLD	1					
0	HT	0					
0	BLK	0					
0	KRS	0					
0	NB	0					

		1	0	0	1	0	0
hour		MTK	WHO	EHO			
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
1	MTK	1	0	0	1	0	0
0	BLD	0					
1	HT	1					
0	BLK	0					
0	KRS	0					
0	NB	0					

HARI 0-1

SA									
		1	0	0	1	0	0		
hour		MTK	WHO		EHO				
			BLD	HT	BLK	KRS	NB		
1	MTK	1	0		0	1	0		0
0	BLD	0							
0	HT	0							
0	BLK	0							
0	KRS	0							
0	NB	0							

HARI 1-2

		1	0	0	1	0	0		
hour		MTK	WHO		EHO				
			BLD	HT	BLK	KRS	NB		
1	MTK	1	0		0	1	0		0
0	BLD	0							
0	HT	0							
1	BLK	1							
0	KRS	0							
0	NB	0							

HARI 2-3

		1	0	0	0	1	0		
hour		MTK	WHO		EHO				
			BLD	HT	BLK	KRS	NB		
1	MTK	1	0		0	0	1		0
0	BLD	0							
0	HT	0							
1	BLK	1							
0	KRS	0							
0	NB	0							

HARI 3-4

		1	0	0	0	1	0		
hour		MTK	WHO		EHO				
			BLD	HT	BLK	KRS	NB		
1	MTK	1	0		0	0	1		0
0	BLD	0							
0	HT	0							
0	BLK	0							
1	KRS	1							
0	NB	0							

HARI 4-5

		SMS						
hour		MTK	WHO	HT	EHO	KRS	NB	
		BLD	BLK		BLK			
1	MTK	1	0		0	0		1
0	BLD	0						
0	HT	0						
0	BLK	0						
1	KRS	1						
0	NB	0						

HARI 5-6

		SMS						
hour		MTK	WHO	HT	EHO	KRS	NB	
		BLD	BLK		BLK			
1	MTK	1	0		0	0		1
0	BLD	0						
0	HT	0						
0	BLK	0						
0	KRS	0						
1	NB	1						

HARI 6-7

		SMS						
hour		MTK	WHO	HT	EHO	KRS	NB	
		BLD	BLK		BLK			
1	MTK	1	1		0	0		0
0	BLD	0						
0	HT	0						
0	BLK	0						
0	KRS	0						
1	NB	1						

HARI 0-1

		SMS						
hour		MTK	WHO	HT	EHO	KRS	NB	
		BLD	BLK		BLK			
1	MTK	1	1		0	0		0
0	BLD	0						
0	HT	0						
0	BLK	0						

HARI 1-2

0	KRS	0							
0	NB	0							
	hour	MTK	WHO	HT	EHO	KRS	NB		
			BLD		BLK				
1	MTK	1	0	0	0	0	0	0	
1	BLD	1							
0	HT	0							
0	BLK	0							
0	KRS	0							
0	NB	0							

HARI 2-3

	hour	MTK	WHO	HT	EHO	KRS	NB		
			BLD		BLK				
1	MTK	1	1	0	0	0	0	0	
0	BLD	0							
0	HT	0							
0	BLK	0							
0	KRS	0							
0	NB	0							

HARI 3-4

	hour	MTK	WHO	HT	EHO	KRS	NB		
			BLD		BLK				
1	MTK	1	1	0	0	0	0	0	
1	BLD	1							
0	HT	0							
0	BLK	0							
0	KRS	0							
0	NB	0							

HARI 4-5

	hour	MTK	WHO	HT	EHO	KRS	NB		
			BLD		BLK				
1	MTK	1	0	0	0	0	0	1	
1	BLD	1							
0	HT	0							
0	BLK	0							
0	KRS	0							

HARI 5-6

0	NB		0							
	hour	MTK	1	0	0	0	0	0	1	
			WHO				EHO			
			BLD	HT		BLK	KRS	NB		
1	MTK	1		0	0	0	0	0	1	
0	BLD	0								
0	HT	0								
0	BLK	0								
0	KRS	0								
1	NB	1								
	hour	MTK	1	0	0	0	0	0	0	
			WHO				EHO			
			BLD	HT		BLK	KRS	NB		

HARI 6-7

1	MTK	1		0	0	0	0	0	0	
0	BLD	0								
0	HT	0								
0	BLK	0								
0	KRS	0								
1	NB	1								

HARI 0-1

	V99									
	hour	MTK	1	0	0	0	0	0	0	
			WHO				EHO			
			BLD	HT		BLK	KRS	NB		
1	MTK	1		0	0	0	0	0	0	
0	BLD	0								
0	HT	0								
0	BLK	0								
0	KRS	0								
0	NB	0								

HARI 1-2

	hour	MTK	1	0	0	0	0	0	0	
			WHO				EHO			
			BLD	HT		BLK	KRS	NB		
1	MTK	1		0	0	0	0	0	0	
0	BLD	0								
0	HT	0								
0	BLK	0								
0	KRS	0								
0	NB	0								

HARI 2-3

hour		MTK	WHO	HT	EHO	KRS	NB
			BLD		BLK		
1	MTK	1	0	0	0	1	0
0	BLD	0					
0	HT	0					
0	BLK	0					
0	KRS	0					
0	NB	0					

HARI 3-4

hour		MTK	WHO	HT	EHO	KRS	NB
			BLD		BLK		
1	MTK	1	0	0	0	0	0
0	BLD	0					
0	HT	0					
0	BLK	0					
1	KRS	1					
0	NB	0					

HARI 4-5

hour		MTK	WHO	HT	EHO	KRS	NB
			BLD		BLK		
1	MTK	1	0	0	0	0	0
0	BLD	0					
0	HT	0					
0	BLK	0					
0	KRS	0					
0	NB	0					

HARI 5-6

hour		MTK	WHO	HT	EHO	KRS	NB
			BLD		BLK		
1	MTK	1	0	0	0	0	0
0	BLD	0					
0	HT	0					
0	BLK	0					
0	KRS	0					
0	NB	0					

HARI 6-7

hour		MTK	WHO	HT	EHO	KRS	NB
			BLD		BLK		
1	MTK	1	0	0	0	0	0
0	BLD	0					
0	HT	0					
0	BLK	0					
0	KRS	0					
0	NB	0					

Lampiran 17 Contoh Hasil Rekayasa Jarak

GO

HARI 0-1	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 1-2	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	81,6	81,6	81,6	81,6	81,6
	BLD	81,6	0,0	81,6	81,6	81,6	81,6
	HT	81,6	81,6	0,0	81,6	81,6	81,6
	BLK	81,6	81,6	81,6	0,0	81,6	81,6
	KRS	81,6	81,6	81,6	81,6	0,0	81,6
	NB	81,6	81,6	81,6	81,6	81,6	0,0
HARI 2-3	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	177,6	177,6	177,6	177,6	177,6
	BLD	177,6	0,0	177,6	177,6	177,6	177,6
	HT	177,6	177,6	0,0	177,6	177,6	177,6
	BLK	177,6	177,6	177,6	0,0	177,6	177,6
	KRS	177,6	177,6	177,6	177,6	0,0	177,6
	NB	177,6	177,6	177,6	177,6	177,6	0,0
HARI 3-4	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	192,0	192,0	192,0	192,0	192,0
	BLD	192,0	0,0	192,0	192,0	192,0	192,0
	HT	192,0	192,0	0,0	192,0	192,0	192,0
	BLK	192,0	192,0	192,0	0,0	192,0	192,0
	KRS	192,0	192,0	192,0	192,0	0,0	192,0
	NB	192,0	192,0	192,0	192,0	192,0	0,0
HARI 4-5	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	192,0	192,0	192,0	192,0	192,0
	BLD	192,0	0,0	192,0	192,0	192,0	192,0
	HT	192,0	192,0	0,0	192,0	192,0	192,0
	BLK	192,0	192,0	192,0	0,0	192,0	192,0
	KRS	192,0	192,0	192,0	192,0	0,0	192,0
	NB	192,0	192,0	192,0	192,0	192,0	0,0

HARI 5-6	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	177,6	177,6	177,6	177,6	177,6
	BLD	177,6	0,0	177,6	177,6	177,6	177,6
	HT	177,6	177,6	0,0	177,6	177,6	177,6
	BLK	177,6	177,6	177,6	0,0	177,6	177,6
	KRS	177,6	177,6	177,6	177,6	0,0	177,6
	NB	177,6	177,6	177,6	177,6	177,6	0,0
HARI 6-7	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	136,5	136,5	136,5	136,5	136,5
	BLD	136,5	0,0	136,5	136,5	136,5	136,5
	HT	136,5	136,5	0,0	136,5	136,5	136,5
	BLK	136,5	136,5	136,5	0,0	136,5	136,5
	KRS	136,5	136,5	136,5	136,5	0,0	136,5
	NB	136,5	136,5	136,5	136,5	136,5	0,0

SA

HARI 0-1	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9
	BLD	54,9	0,0	54,9	54,9	54,9	54,9
	HT	54,9	54,9	0,0	54,9	54,9	54,9
	BLK	54,9	54,9	54,9	0,0	54,9	54,9
	KRS	54,9	54,9	54,9	54,9	0,0	54,9
	NB	54,9	54,9	54,9	54,9	54,9	0,0
HARI 1-2	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	109,8	109,8	109,8	109,8	109,8
	BLD	109,8	0,0	109,8	109,8	109,8	109,8
	HT	109,8	109,8	0,0	109,8	109,8	109,8
	BLK	109,8	109,8	109,8	0,0	109,8	109,8
	KRS	109,8	109,8	109,8	109,8	0,0	109,8
	NB	109,8	109,8	109,8	109,8	109,8	0,0
HARI 2-3	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	123,3	123,3	123,3	123,3	123,3
	BLD	123,3	0,0	123,3	123,3	123,3	123,3
	HT	123,3	123,3	0,0	123,3	123,3	123,3
	BLK	123,3	123,3	123,3	0,0	123,3	123,3
	KRS	123,3	123,3	123,3	123,3	0,0	123,3
	NB	123,3	123,3	123,3	123,3	123,3	0,0

HARI 3-4	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	136,8	136,8	136,8	136,8	136,8
	BLD	136,8	0,0	136,8	136,8	136,8	136,8
	HT	136,8	136,8	0,0	136,8	136,8	136,8
	BLK	136,8	136,8	136,8	0,0	136,8	136,8
	KRS	136,8	136,8	136,8	136,8	0,0	136,8
	NB	136,8	136,8	136,8	136,8	136,8	0,0
HARI 4-5	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	143,4	143,4	143,4	143,4	143,4
	BLD	143,4	0,0	143,4	143,4	143,4	143,4
	HT	143,4	143,4	0,0	143,4	143,4	143,4
	BLK	143,4	143,4	143,4	0,0	143,4	143,4
	KRS	143,4	143,4	143,4	143,4	0,0	143,4
	NB	143,4	143,4	143,4	143,4	143,4	0,0
HARI 5-6	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0
	BLD	150,0	0,0	150,0	150,0	150,0	150,0
	HT	150,0	150,0	0,0	150,0	150,0	150,0
	BLK	150,0	150,0	150,0	0,0	150,0	150,0
	KRS	150,0	150,0	150,0	150,0	0,0	150,0
	NB	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0	0,0
HARI 6-7	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	171,0	171,0	171,0	171,0	171,0
	BLD	171,0	0,0	171,0	171,0	171,0	171,0
	HT	171,0	171,0	0,0	171,0	171,0	171,0
	BLK	171,0	171,0	171,0	0,0	171,0	171,0
	KRS	171,0	171,0	171,0	171,0	0,0	171,0
	NB	171,0	171,0	171,0	171,0	171,0	0,0

SMS

HARI 6-7	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0
	BLD	96,0	0,0	96,0	96,0	96,0	96,0

	HT	96,0	96,0	0,0	96,0	96,0	96,0
	BLK	96,0	96,0	96,0	0,0	96,0	96,0
	KRS	96,0	96,0	96,0	96,0	0,0	96,0
	NB	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0	0,0
HARI 1-2	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0
	BLD	96,0	0,0	96,0	96,0	96,0	96,0
	HT	96,0	96,0	0,0	96,0	96,0	96,0
	BLK	96,0	96,0	96,0	0,0	96,0	96,0
	KRS	96,0	96,0	96,0	96,0	0,0	96,0
	NB	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0	0,0
HARI 2-3	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0
	BLD	96,0	0,0	96,0	96,0	96,0	96,0
	HT	96,0	96,0	0,0	96,0	96,0	96,0
	BLK	96,0	96,0	96,0	0,0	96,0	96,0
	KRS	96,0	96,0	96,0	96,0	0,0	96,0
	NB	96,0	96,0	96,0	96,0	96,0	0,0
HARI 3-4	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	192,0	192,0	192,0	192,0	192,0
	BLD	192,0	0,0	192,0	192,0	192,0	192,0
	HT	192,0	192,0	0,0	192,0	192,0	192,0
	BLK	192,0	192,0	192,0	0,0	192,0	192,0
	KRS	192,0	192,0	192,0	192,0	0,0	192,0
	NB	192,0	192,0	192,0	192,0	192,0	0,0
HARI 4-5	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	171,0	171,0	171,0	171,0	171,0
	BLD	171,0	0,0	171,0	171,0	171,0	171,0
	HT	171,0	171,0	0,0	171,0	171,0	171,0
	BLK	171,0	171,0	171,0	0,0	171,0	171,0
	KRS	171,0	171,0	171,0	171,0	0,0	171,0
	NB	171,0	171,0	171,0	171,0	171,0	0,0
HARI 5-6	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0
	BLD	150,0	0,0	150,0	150,0	150,0	150,0
	HT	150,0	150,0	0,0	150,0	150,0	150,0
	BLK	150,0	150,0	150,0	0,0	150,0	150,0
	KRS	150,0	150,0	150,0	150,0	0,0	150,0
	NB	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0	0,0

HARI 6-7	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0
	BLD	75,0	0,0	75,0	75,0	75,0	75,0
	HT	75,0	75,0	0,0	75,0	75,0	75,0
	BLK	75,0	75,0	75,0	0,0	75,0	75,0
	KRS	75,0	75,0	75,0	75,0	0,0	75,0
	NB	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	0,0

V99

HARI 0-1	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 1-2	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 2-3	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4
	BLD	68,4	0,0	68,4	68,4	68,4	68,4
	HT	68,4	68,4	0,0	68,4	68,4	68,4
	BLK	68,4	68,4	68,4	0,0	68,4	68,4
	KRS	68,4	68,4	68,4	68,4	0,0	68,4
	NB	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	0,0

HARI 3-4	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4
	BLD	68,4	0,0	68,4	68,4	68,4	68,4
	HT	68,4	68,4	0,0	68,4	68,4	68,4
	BLK	68,4	68,4	68,4	0,0	68,4	68,4
	KRS	68,4	68,4	68,4	68,4	0,0	68,4
	NB	68,4	68,4	68,4	68,4	68,4	0,0
HARI 4-5	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 5-6	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HARI 6-7	nm	MTK	WHO		EHO		
			BLD	HT	BLK	KRS	NB
	MTK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLD	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HT	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BLK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	KRS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	NB	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Lampiran 18 Penentuan OSV untuk Kegiatan Operasional Anjungan

Nama Kegiatan :	GO	SA	SMS	V99
1. Water & Sadiment Sampling	1	1	1	1
2. Install Spar Bouy		1	1	
3. Crude Oil Lifting		1	1	
4. Demob Waste	1	1	1	1
5. Kegiatan Lain	1	1	1	1

Lampiran 19 Jumlah *Bollard Pull* dan Daya untuk *Crude Oil Lifting*

<i>*crude oil lifting</i>	GO	SA	SMS	V99	Total
Bollard Pull (ton)	0	43,5	48,8	32	92,3
Daya (HP)	3200	3500	3240	2400	6740

Lampiran 20 Perhitungan *Bollard Pull*

Kalkulasi Bollard pull				Total
0	43,5	48,8	32	124,3
0	43,5	48,8	0	92,3
0	43,5	48,8	0	92,3
0	43,5	48,8	32	124,3
0	43,5	48,8	32	124,3

Lampiran 21 Perhitungan Daya

Kalkulasi Daya				Total
3200	3500	3240	2400	12340
0	3500	3240	0	6740
0	3500	3240	0	6740
3200	3500	3240	2400	12340
3200	3500	3240	2400	12340

Lampiran 22 Optimasi Untuk 1 Zona Lebih dari 1 Penugasan Pada Hari yang Sama

[illegible]

[illegible]

[illegible]

7					
MTK	BLD	HTU	BLK	KRS	NRB
0	0	0	1	0	0
0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0
0	1	0	1	0	0
MTK	BLD	HTU	BLK	KRS	NRB
1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1
4	4	4	4	4	4

Lampiran 23 Perhitungan Waktu Dihitung Dalam Jam

[illegible]

[illegible][illegible][illegible][illegible]

Lampiran 24 Contoh Penjadwalan pada Wilayah Operasi Laut Natuna Selatan

Please find enclosed the vessel schedule for your references and submit your cargo manifest before the vessel depart to Matak

NO	VESSEL FLEET	SPEC.	CONTRACT OWNER	VESSEL SCHEDULE					
		Type		Tuesday, August 01, 2017	Wednesday, August 02, 2017	Thursday, August 03, 2017	Friday, August 04, 2017	Saturday, August 05, 2017	Sunday, August 06, 2017
OFFSHORE OPS									
1	GARUDA OFFSHORE	SV	LOGISTICS	BELIDA	BELIDA	BELIDA	BELIDA	BELIDA	BELIDA
2	SWIBER ANNA	AHTS	LOGISTICS	BELIDA water and sediment sampling	HANG TUAH water and sediment sampling	HANG TUAH water and sediment sampling	HANG TUAH water and sediment sampling	MATAK	NORTH BELUT install spar-buoy
3	SMS STEADY	AHTS	LOGISTICS	BATAM	BATAM	MATAK	BATAM	BATAM	MATAK
4	VALIANT 99	UB	LOGISTICS	BELANAK	BELANAK	BELANAK	BELANAK	BELANAK	BELANAK
DRILLING									
5	P.WRANGLER/P.DEFIANCE	AHTS	DRILLING	MATAK	MATAK	MATAK	KERISI	KERISI	KERISI
6	ELANG LAUT	AHTS	DRILLING	KERISI	KERISI	KERISI	MATAK	INTAN fuel bunker	KERISI
CARGO									
7	SEJAHTERA 35	Cargo	MEDCO	SAILING TO JAKARTA	JAKARTA	JAKARTA	JAKARTA	SAILING TO MATAK	SAILING TO MATAK
8	GLOBAL-ONE / SOKA Medco portion 50%	Cargo	PREMIER OIL	MATAK	MATAK	MATAK	MATAK	SAILING TO JAKARTA	SAILING TO JAKARTA
9	SEJAHTERA 36	Cargo	Spot charter WS-CTU	JAKARTA	JAKARTA	JAKARTA	SAILING TO MATAK	SAILING TO MATAK	SAILING TO MATAK
FUEL									
10	PERMATA GLORY	SPOB	Pertamina						

Remarks :

31-July up to 3 August

2-Aug

3-Aug Night

4-Aug

5-Aug

5-Aug

Swiber Anna will assist water and sediment sampling at WHO area including future well purpose at Terubuk, Mlong, NW Bawal, SW Bawal, Kaci
SMS Steady will release to Matak after loading Drilling material 1st shipment
SMS Steady will release to Batam to pick up urgent explosives for D-24, MGB equipment and Drilling material
Swiber Anna will release to Matak to demob WHO cargo
SMS Steady will depart Batam to Matak after loading explosives, MGB material and Drilling material
Elang Laut will debunker fuel at Intan

Dangerous Permit Certificate

1. Swiber Anna, exp. 16-Dec-17
2. SMS Steady, exp. 21-Oct-17
3. Garuda Offshore, exp. 12-Sep-17
4. Valiant 99, exp 28-Aug-17

BIODATA PENULIS



Nama lengkap penulis adalah Sofyan Adi Robby, dilahirkan di Jember pada tanggal 20 September 1995. Riwayat pendidikan formal penulis dimulai dari SD Negeri Karang Rejo 2 Jember tahun 2002 – 2008, SMP Negeri 4 Jember tahun 2008 – 2011, SMA Negeri 4 Jember tahun 2011 – 2014, dan pada tahun 2014 penulis diterima sebagai mahasiswa Departemen Teknik Transportasi Laut, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama masa perkuliahan penulis aktif dalam berbagai kegiatan kepanitian, organisasi, dan lomba. Dalam kepanitian penulis aktif dalam kegiatan Gebyar Manarul Ilmi 2015 (GMAIL 2015), dan Ketua Komisi Peilihan Umum Himpunan Mahasiswa

Teknik Transportasi Laut FTK ITS tahun 2015-2016. Keorganisasian penulis selama masa perkuliahan yaitu staf Departemen Syiar Jemaah Masjid Manurul Ilmi tahun 2015-2016, staf Depertemen Syiar LDJ Assafinaah Teknik Perkapalan & Teknik Transportasi Laut tahun 2015-2016, Bendahara Umum LDJ Assafinaah Teknik Perkapalan & Teknik Transportasi Laut tahun 2016 – 2017, dan Ketua Divisi Keilmiahan Himpunan Mahasiswa Teknik Transportasi Laut FTK ITS tahun 2016 – 2017. Adapun perlombaan yang pernah dimenangkan oleh penulis adalah finalis Oceonovolution *Call for Paper* 2016 ITB, dan juara 3 *Floating Structure Competition* OCEANO 2017 ITS. Selain itu, penulis merupakan ketua tim dalam ajang Pekan Kreativitas Mahasiswa 2017 yang lolos terdanaioleh KEMENRISTEKDIKTI.

Email : sofyan.pekac799.sar@gmail.com