TUGAS AKHIR – MS184801

PERENCANAAN ARMADA KAPAL AMBULANS MODERN UNTUK WILAYAH KEPULAUAN: STUDI KASUS KABUPATEN PANGKAJENE DAN KEPULAUAN

Samuel Alan Darmasaputra
NRP 0441164 000 0051

Dosen Pembimbing
Dr. Eng. I. G. N. Sumanta Buana, S.T., M.Eng.
Irwan Tri Yunianto, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

TUGAS AKHIR – MS 184801

PERENCANAAN ARMADA KAPAL AMBULANS MODERN UNTUK WILAYAH KEPULAUAN: STUDI KASUS KABUPATEN PANGKAJENE DAN KEPULAUAN

Samuel Alan Darmasaputra
NRP 0441164 000 0051

Dosen Pembimbing
Dr. Eng. I. G. N. Sumanta Buana, S.T., M.Eng.
Irwan Tri Yunianto, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

FINAL PROJECT – MS 184801

FLEET PLANNING OF MODERN AMBULANCE BOAT FOR ARCHIPELAGIC AREA: A CASE STUDY OF PANGKAJENE DAN KEPULAUAN REGENCY

Samuel Alan Darmasaputra
NRP 0441146 000 0051

Supervisors
Dr. Eng. I. G. N. Sumanta Buana, S.T., M.Eng.
Irwan Tri Yunianto, S.T., M.T.

DEPARTMENT OF MARINE TRANSPORTATION ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2020

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN ARMADA KAPAL AMBULANS MODERN UNTUK WILAYAH KEPULAUAN: STUDI KASUS KABUPATEN PANGKAJENE DAN KEPULAUAN

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

SAMUEL ALAN DARMASAPUTRA
NRP 0441164 000 0051

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Dr. Eng. I. G. N. Sumanta Buana, S.T., M.Eng.	Irwan Tri Yunianto, S.T., M.T.
NIP 196808041994021001	NIP 198706052015041002

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT

SURABAYA, AGUSTUS 2020

LEMBAR REVISI

PERENCANAAN ARMADA KAPAL AMBULANS MODERN UNTUK WILAYAH KEPULAUAN: STUDI KASUS KABUPATEN PANGKAJENE DAN KEPULAUAN

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai hasil sidang Ujian Tugas Akhir

Tanggal 5 Agustus 2020

Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

SAMUEL ALAN DARMASAPUTRA

NRP 04411640000051

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Firmanto Hadi, S.T., M.Sc. .....
2. Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T. .....
3. Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T. .....
4. Muhammad Riduwan, S.Kom., M.Kom. .....

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

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

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT

SURABAYA, AGUSTUS 2020

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Perencanaan Armada Kapal Ambulans Modern untuk Wilayah Kepulauan: Studi Kasus Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan". Terselesaikannya Tugas Akhir ini tentu tidak lepas dari berbagai pihak yang telah mendukung penulis, baik secara langsung maupun tidak langsung. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. I. G. N. Sumanta Buana, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan ilmu dan motivasi kepada penulis. Penulis juga mengucapkan terima kasih karena beliau sudah berusaha memberikan bimbingan sebaik mungkin walaupun bimbingan yang diberikan hanya sebatas bimbingan daring akibat adanya pandemi Covid-19.
2. Bapak Irwan Tri Yuninanto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, ilmu, dan motivasi dengan sepenuh hati selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Penulis juga berterima kasih atas segala ilmu dan semangat yang telah beliau berikan selama proses perkuliahan penulis, terlebih saat beliau membimbing penulis dalam Tugas Merancang maupun Tugas Perencanaan Transportasi Laut.

Selain dosen pembimbing, penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bapak Dr. Suhartono, M.Sc. dari Departemen Statistika ITS yang telah memberikan saran terhadap penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ary Passere dari Dinas Kesehatan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan yang telah bersedia membantu saya tanpa pamrih di tengah situasi pandemi ini walaupun beliau tidak mengenal bahkan tidak pernah bertemu saya secara langsung. Tanpa beliau, penulis tentu tidak dapat memperoleh data maupun informasi yang berhubungan dengan Tugas Akhir ini.
3. Seluruh pegawai Tata Usaha Departemen Teknik Transportasi Laut atas kemudahan yang diberikan dalam pengurusan administrasi selama masa perkuliahan dan proses pengerjaan Tugas Akhir.
4. Bapak Ramli dan Ibu Sudjana Widiasih selaku kedua orang tua penulis yang telah membesarkan penulis dengan cinta kasih dan selalu memberikan dorongan dan semangat dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.

5. Bapak Christino Boyke S.T., M.T. selaku dosen wali penulis yang telah memberikan saran dan ilmu yang berharga kepada penulis.
6. Dosen Jurusan Transportasi Laut: Bapak Setyo Nugroho, Bapak Tri Achmadi, Bapak Firmanto Hadi, Bapak Eka Wahyu Ardi, Bapak Achmad Mustakim, Bapak Hasan Iqbal Nur, Ibu Pratiwi Wuryaningrum, Ibu Siti Dwi Lazuardi, dan Ibu Dika Virginia Devintasari atas segala ilmu dan arahan selama proses perkuliahan penulis.
7. Venansius Ryan Tjahjono yang telah memberikan banyak ilmu dan masukan terkait Tugas Akhir ini.
8. Dedek Arda Janardanha dan Nofariza Aulia Jeremi selaku teman Kerja Praktik 1 penulis yang sudah memberikan banyak motivasi dan bantuan kepada penulis.
9. Raihan Ruhama dan Danang Fiantara selaku teman seperjuangan kelompok bimbingan Tugas Akhir yang selalu memberikan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir.
10. Teman-teman P56 T14 “Mavericks” 2016 yang telah berjuang bersama serta secara tanpa henti memberikan semangat dan motivasi dalam menjalani perkuliahan selama 4 tahun ini.
11. Brenda Kristi selaku adik penulis yang selalu memberikan semangat dan bantuan serta masukan kepada penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
12. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis sadar bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata, penulis berharap tulisan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, Agustus 2020

Samuel Alan Darmasaputra

PERENCANAAN ARMADA KAPAL AMBULANS MODERN UNTUK WILAYAH KEPULAUAN: STUDI KASUS KABUPATEN PANGKAJENE DAN KEPULAUAN

Nama Mahasiswa	: Samuel Alan Darmasaputra
NRP	: 04411460000051
Departemen / Fakultas	: Teknik Transportasi Laut / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing	: 1. Dr. Eng. I. G. N. Sumanta Buana, S.T., M.Eng.
	2. Irwan Tri Yunianto, S.T., M.T.

ABSTRAK

Saat ini, layanan gawat darurat di wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan masih sangat kurang karena hanya dilayani oleh 1 (satu) unit kapal ambulans. Kapal ini belum dapat sepenuhnya melayani seluruh wilayah kepulauan tersebut. Rumah sakit rujukan untuk layanan ini terletak di ibu kota kabupaten dan di Kota Makassar. Karena tidak mencukupi, warga sering menggunakan perahu nelayan untuk mengangkut warga yang membutuhkan layanan gawat darurat. Warga yang sakit sering kali tidak mendapatkan pertolongan tepat waktu seperti yang direkomendasikan oleh WHO. Tugas Akhir ini bertujuan untuk merencanakan layanan kapal ambulans yang dapat memberikan pertolongan pertama sesuai dengan waktu standar dan dapat mengantar pasien ke rumah sakit rujukan terdekat. Metode optimasi dipakai untuk merencanakan pola operasi dengan memakai 2 (dua) skenario: (i) menggunakan kapal ambulans yang ada dan (ii) menggunakan kapal ambulans modern dengan ukuran optimal. Kapal ambulans modern adalah jenis kapal yang memiliki fasilitas dan layanan modern. Jumlah penduduk yang ditentukan dengan mengkombinasikan data yang ada dan dengan menggunakan citra satelit, dipakai untuk membangkitkan jumlah panggilan gawat darurat dengan menggunakan distribusi binomial dan simulasi Monte Carlo. Lokasi pangkalan ditentukan dengan menggunakan metode *Set Covering Problem*. Optimasi tiap skenario menghasilkan 4 (empat) zona operasi yang masing-masing dilayani oleh 1 (satu) pangkalan. Pangkalan tersebut terletak di Pulau Podangpodang Lompo dengan 2 (dua) unit kapal serta Pulau Kondongbali, Pulau Sapuli, dan Pulau Salebbo masing-masing dengan 1 (satu) unit kapal. Skenario kedua terpilih karena menghasilkan *Present Value* (PV) total biaya yang lebih rendah daripada skenario pertama. Kapal yang dipakai adalah kapal baru yang berkapasitas 13 orang (2 pasien, 2 keluarga, dan 9 awak kapal) serta berukuran Lpp 9,44 m, B 3,31 m, T 0,81 m, dan kecepatan dinas 25 knot.

Kata Kunci: Distribusi Binomial, Kapal Ambulans, Optimasi, Pangkalan Kapal Ambulans, *Present Value, Set Covering Problem*

FLEET PLANNING OF MODERN AMBULANCE BOAT FOR ARCHIPELAGIC AREA: A CASE STUDY OF PANGKAJENE DAN KEPULAUAN REGENCY

Author	:	Samuel Alan Darmasaputra
ID No.	:	04411460000051
Dept. / Faculty	:	Marine Transportation Engineering / Marine Technology
Supervisors	:	1. Dr. Eng. I. G. N. Sumanta Buana, S.T., M.Eng.
		2. Irwan Tri Yunianto, S.T., M.T.

ABSTRACT

Currently, emergency service in the island region of Pangkajene and Kepulauan Regency is inadequate because it is only served by 1 (one) unit of ambulance boat, which cannot cover the whole region. Referral hospitals are located in the capital of the regency and in Makassar. Because of this insufficient, local fishing boat is usually used to carry emergency patient. This patient often does not receive first aid on time as recommended by the World Health Organization (WHO). Therefore, the objective of this Final Project is to plan ambulance boat operational pattern which comply first aid standard time and can carry patient to the nearest referral hospital. Optimization method is used to plan operation pattern by using 2 (two) scenarios: (i) the existing boat and (ii) the proposed modern ambulance boat with optimum main dimensions. Modern ambulance boat is a kind of boat that has modern facility and service. Total number of population, determinated by combining available data and satellite imagery, is used to generate the number of emergency call by using binomial distribution and Monte Carlo Simulation. Ambulance base location is obtained by using Set Covering Problem method. Optimization of each scenario gives 4 (four) operation zones, which is served by 1 (one) base. The bases are: Podangpodang Lompo Island with 2 (two) ships, Kondongbali Island, Sapuli Island, and Salebbo Island with each 1 (one) ship. The second scenario is selected because it produces less total cost Present Value than the first scenario. The selected operation pattern is by using the proposed ship with capacity of 13 people (2 patients, 2 family members, and 9 ship crews), Lpp 9.44 m, B 3.31 m, T 0.81m, and service speed 25 knots.

Keywords: Ambulance Boat, Ambulance Boat Base, Binomial Distribution, Optimization, Present Value, Set Covering Problem

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN i

LEMBAR REVISI ii

KATA PENGANTAR v

ABSTRAK vii

ABSTRACT viii

DAFTAR ISI ix

DAFTAR GAMBAR xii

DAFTAR TABEL xiv

BAB 1 PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Perumusan Masalah 2

1.3 Tujuan 2

1.4 Manfaat 3

1.5 Batasan Masalah 3

1.6 Hipotesis 3

BAB 2 STUDI LITERATUR DAN TEORI 5

2.1 Kapal Ambulans 5

2.2 Kondisi Gawat Darurat 11

2.3 Standar Waktu Respons Ambulans di Beberapa Negara 13

2.4 Perbandingan Jumlah Ambulans dan Jumlah Penduduk 14

2.5 Kondisi Kesehatan Masyarakat Wilayah Pedesaan 14

2.6 *Facility Location* 15

2.7 Program Integer 20

2.8 Distribusi Frekuensi 22

2.9 Distribusi Binomial 24

2.10 Simulasi Monte Carlo 25

2.11 Biaya Transportasi Laut 25
2.12 Perhitungan Teknis Kapal *High Speed Craft (HSC)* 27
2.13 Penelitian Terkait 47
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN 51
3.1 Diagram Alir 51
3.2 Tahap Pengerjaan Penelitian 52
BAB 4 GAMBARAN UMUM 57
4.1 Lokasi Penelitian 57
4.2 Penduduk Wilayah Kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan 62
4.3 Fasilitas Kesehatan 66
4.4 Layanan Kapal Ambulans yang Ada 66
4.5 Kapal Ambulans yang Dioperasikan 72
BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN 75
5.1 Analisis Pola Operasi Kapal Ambulans Saat Ini 75
5.2 Penentuan Jumlah Penduduk Tiap Pulau 76
5.3 Identifikasi Panggilan Gawat Darurat dari Setiap Pulau 82
5.4 Penentuan Kandidat Pangkalan Kapal Ambulans 93
5.5 Pengukuran Jarak 93
5.6 Penentuan Dermaga Tujuan Rujukan Setiap Pulau 95
5.7 Pengukuran Waktu Respons dari Tiap Kandidat Pangkalan ke Tiap Pulau 99
5.8 Evaluasi Pola Operasi Kapal Ambulans Saat Ini 100
5.9 Layanan Kapal Ambulans Modern yang Akan Dioperasikan 101
5.10 Perhitungan Biaya Pengadaan Layanan Kapal Ambulans 103
5.11 Perhitungan Biaya Perlengkapan dan *Outfitting* Kapal Ambulans 105
5.12 Penentuan Pola Operasi Kapal Ambulans 107
5.13 Optimasi Penentuan Lokasi Pangkalan Kapal Ambulans Skenario Pertama 108
5.14 Optimasi Penentuan Lokasi Pangkalan Kapal Ambulans Skenario Kedua 124

5.15 Perbandingan Skenario Pengadaan Layanan Kapal Ambulans 149
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN 155
6.1 Kesimpulan 155
6.2 Saran 156
DAFTAR PUSTAKA 157
LAMPIRAN 163
BIODATA PENULIS 213

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kapal Ambulans Mavi Deniz 5
Gambar 2.2 Kapal Ambulans Smart Own 7
Gambar 2.3 Interior Kapal Ambulans Smart Own 7
Gambar 2.4 Kapal Ambulans Ares 58 8
Gambar 2.5 Pengklasifikasian Pemodelan Lokasi 15
Gambar 2.6 Pembagian *Discrete Models* dan Variannya 16
Gambar 2.7 Bentuk Lambung Seri 62 30
Gambar 2.8 Grafik Equilibrium Planning 33
Gambar 2.9 Stabilitas Positif 44
Gambar 2.10 Stabilitas Netral 44
Gambar 2.11 Stabilitas Negatif 45
Gambar 2.12 Kurva Stabilitas 46
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian Bagian 1 51
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian Bagian 2 52
Gambar 4.1 Lokasi Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan 57
Gambar 4.2 Cakupan Wilayah Kecamatan pada Wilayah Kepulauan Kabupaten Pangkep 59
Gambar 4.3 Pulau Langkadea 60
Gambar 4.4 Pulau Cambang-cambang 60
Gambar 4.5 Pulau-pulau di Kecamatan Liukang Tupabbiring dan Liukang Tupabbiring Utara 62
Gambar 4.6 Persentase Kelompok Usia Penduduk Kabupaten Pangkep, 2015 65
Gambar 4.7 Persentase Kelompok Usia Menurut Jenis Kelamin, 2015 65
Gambar 4.8 Kapal Ambulans Milik Dinas Kesehatan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan 67
Gambar 4.9 Lokasi Kapal Ambulans dan Dermaga Tujuan Evakuasi 67
Gambar 4.10 Simulasi Evakuasi Pasien dengan Kapal Ambulans 69
Gambar 4.11 Proses Rujukan Pasien dengan Menggunakan kapal Nelayan 70
Gambar 4.12 General Arrangement Kapal Ambulans yang Ada 73
Gambar 4.13 Interior dari Kapal Ambulans yang Ada 74
Gambar 5.1 Penggalan Artikel dengan Data Jumlah Penduduk Pulau Badi 76
Gambar 5.2 Citra Satelit dari Pulau Pala 77
Gambar 5.3 Pengukuran Luas Pulau Samatellu Laut 79
Gambar 5.4 Proyeksi Jumlah Penduduk Kecamatan Objek Studi Tugas Akhir 82
Gambar 5.5 Proyeksi Total Frekuensi Ekspektasi Panggilan Gawat Darurat 84

Gambar 5.6 Hasil Simulasi Jumlah Panggilan Gawat Darurat 86
Gambar 5.7 Hasil Simulasi Monte Carlo 92
Gambar 5.8 Contoh Perhitungan Jarak dengan Google Earth 94
Gambar 5.9 Contoh Perhitungan Jarak dengan Google Maps 97
Gambar 5.10 Pulau Asal Setiap Alternative Dermaga Tujuan Rujukan 98
Gambar 5.11 Evaluasi Pola Operasi Kapal Ambulans yang Ada 100
Gambar 5.12 Kapal Ambulans Nekton Bot 102
Gambar 5.13 Pola Operasi Kapal Ambulans 108
Gambar 5.14 Susunan Solver Model Skenario Pertama 116
Gambar 5.15 Hasil Optimasi Wilayah Cakupan Tiap Pangkalan 118
Gambar 5.16 Proyeksi Present Value Total Cost 121
Gambar 5.17 Perbandingan Komponen *Total Cost* 121
Gambar 5.18 Persentase Komponen *Total Cost* 122
Gambar 5.19 Komponen *Capital Cost* Skenario Pertama 122
Gambar 5.20 Komponen *Operating Cost* Skenario Pertama 123
Gambar 5.21 Komponen *Voyage Cost* Skenario Pertama 123
Gambar 5.22 Susunan Solver Model Skenario Kedua 133
Gambar 5.23 Stabilitas Kapal Ambulans 143
Gambar 5.24 Proyeksi Present Value Total Cost Skenario Kedua 146
Gambar 5.25 Perbandingan Komponen Biaya Total Skenario Kedua 146
Gambar 5.26 Persentase Komponen *Total Cost* Skenario Kedua 147
Gambar 5.27 Komponen *Capital Cost* Skenario Kedua 147
Gambar 5.28 Komponen *Operating Cost* Skenario Kedua 148
Gambar 5.29 Komponen *Voyage Cost* Skenario Kedua 148
Gambar 5.30 Biaya Total Setiap Skenario 149
Gambar 5.31 Biaya Total Setiap Tahun Setiap Skenario 150
Gambar 5.32 Perbandingan Komponen *Total Cost* 150
Gambar 5.33 Perbandingan Komponen *Capital Cost* Setiap Skenario 151
Gambar 5.34 Perbandingan Komponen *Operating Cost* Setiap Skenario 152
Gambar 5.35 Perbandingan Komponen *Voyage Cost* Setiap Skenario 152

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Puskesmas di Wilayah Kepulauan Kabupaten Pangkep 1
Tabel 2.1 Spesifikasi Kapal Ambulans Mavi Deniz 6
Tabel 2.2 Spesifikasi Kapal Ambulans Smart Own 7
Tabel 2.3 Spesifikasi Kapal Ambulans Ares 58 8
Tabel 2.4 Peralatan Exterior dan Interior Kapal Ambulans 9
Tabel 2.5 Peralatan Medis Kapal Ambulans 9
Tabel 2.6 Peralatan Paramedis pada Kapal Ambulans 10
Tabel 2.7 Waktu Respons Ambulans di Amerika Serikat 13
Tabel 2.8 Sifat Aluminium Alloy 36
Tabel 4.1 Pulau di Kecamatan Liukang Tupabbiring dan Liukang Tupabbiring Utara 61
Tabel 4.2 Jumlah Penduduk Tiap Desa di Kecamatan Objek Studi Tugas Akhir 63
Tabel 4.3 Luas Wilayah dan Kepadatan Penduduk Desa di Kecamatan Objek Studi 64
Tabel 4.4 Laju Pertumbuhan Penduduk Kecamatan yang Menjadi Objek Studi Tugas Akhir 64
Tabel 4.5 Kapal Ambulans yang Ada 72
Tabel 5.1 Notasi Nama Pulau yang Menjadi Objek Studi 75
Tabel 5.2 Perhitungan Jumlah Penduduk dengan Pendekatan Jumlah Rumah 78
Tabel 5.3 Hasil Pengukuran Luas Pulau 79
Tabel 5.4 Perkiraan Jumlah Penduduk Setiap Pulau Tahun 2020 80
Tabel 5.5 Proyeksi Jumlah Penduduk Setiap Pulau 81
Tabel 5.6 Frekuensi Ekspektasi Panggilan Gawat Darurat dari Setiap Pulau 83
Tabel 5.7 Peluang Terjadinya Kejadian Gawat Darurat Setiap Pulau 85
Tabel 5.8 Simulasi Distribusi Panggilan Gawat Darurat Harian 1 87
Tabel 5.9 Simulasi Distribusi Panggilan Gawat Darurat Harian 2 88
Tabel 5.10 Simulasi Distribusi Panggilan Gawat Darurat Harian 3 88
Tabel 5.11 Simulasi Distribusi Panggilan Gawat Darurat Harian 4 89
Tabel 5.12 Contoh Hasil Simulasi Jumlah Panggilan Gawat Darurat 89
Tabel 5.13 Tabel Distribusi Frekuensi Panggilan Gawat Darurat 91
Tabel 5.14 Jumlah Panggilan dengan Frekuensi Terbanyak Hasil Simulasi Monte Carlo 92
Tabel 5.15 Pulau Kandidat Pangkalan Kapal Ambulans 93
Tabel 5.16 Hasil Pengukuran Jarak Antar Pulau 94
Tabel 5.17 Hasil Pengukuran Jarak Antara Tiap Pulau dengan Alternatif Dermaga Tujuan 95
Tabel 5.18 Waktu Tempuh dari Pulau ke Dermaga Tujuan 96

Tabel 5.19 Keputusan Dermaga Tujuan Setiap Pulau 97
Tabel 5.20 Hasil Pengukuran Waktu Respons Dari Tiap Alternatif Pangkalan ke Tiap Pulau 99
Tabel 5.21 Perhitungan *Manning Cost* 103
Tabel 5.22 Perhitungan Store Cost 104
Tabel 5.23 Harga BBM 104
Tabel 5.24 Peralatan Ambulans 105
Tabel 5.25 Peralatan Navigasi, Komunikasi, dan *Emergency* 106
Tabel 5.26 Peralatan Keselamatan 106
Tabel 5.27 Daftar *Outfitting* Kapal Ambulans 106
Tabel 5.28 Peralatan Lain-lain 107
Tabel 5.29 Asumsi Spesifikasi Kapal Ambulans yang Ada 108
Tabel 5.30 Distribusi Harian Setelah Hasil Simulasi Monte Carlo 115
Tabel 5.31 Pulau yang Dilayani Oleh Setiap Pangkalan 117
Tabel 5.32 Jarak dan Seatime Satu Kali Roundtrip 119
Tabel 5.33 Frekuensi Setiap Jumlah Panggilan Gawat Darurat 119
Tabel 5.34 Perhitungan Biaya Pengadaan Layanan Kapal Ambulans Skenario Pertama 120
Tabel 5.35 *Owner Requirement* 136
Tabel 5.36 Hasil Optimasi Ukuran Utama Kapal Ambulans 136
Tabel 5.37 Kapal Ambulans Pembanding 137
Tabel 5.38 Daftar Mesin *Outboard* 140
Tabel 5.39 Kebutuhan Arus Listrik Kapal Ambulans 140
Tabel 5.40 Spesifikasi *Auxilary Engine* 141
Tabel 5.41 Hasil Perhitungan Stabilitas 143
Tabel 5.42 Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal Ambulans 144
Tabel 5.43 Hasil Perhitungan Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi 145
Tabel 5.44 Perhitungan Biaya Pengadaan Layanan Kapal Ambulans Skenario Kedua 145

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara kepulauan yang terdiri dari 17.508 pulau (Marwasta, 2016). Kondisi geografis Indonesia yang terdiri dari banyak pulau menyebabkan kurangnya pemerataan pembangunan (Yuliany, 2002). Dampak dari tidak meratanya pembangunan dapat dirasakan di wilayah kepulauan. Wilayah kepulauan cenderung memiliki tingkat pembangunan infrastruktur yang rendah, tak terkecuali infrastruktur kesehatan. Kualitas infrastruktur kesehatan di wilayah kepulauan cenderung rendah.

Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan adalah sebuah kabupaten yang terletak di Provinsi Sulawesi Selatan. Kabupaten ini terdiri dari wilayah daratan dan wilayah kepulauan. Luas wilayah daratan kabupaten ini adalah seluas 898,29 km² sedangkan luas wilayah lautnya adalah seluas 11.464,44 km². Saat ini, belum ada fasilitas kesehatan yang memadai di wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. Menurut data dari Dinas Kesehatan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, fasilitas kesehatan yang ada hanya berupa 7 (tujuh) puskesmas yang terletak di 7 (tujuh) pulau yang berbeda. Terlebih, saat ini juga belum ada sarana transportasi penanganan kasus gawat darurat untuk mengantar masyarakat yang tinggal di wilayah kepulauan yang membutuhkan rujukan segera ke rumah sakit. Rumah sakit terdekat dari wilayah tersebut terletak di ibu kota kabupaten dan di Pulau Sumbawa. Alat transportasi yang saat ini digunakan adalah kapal nelayan atau kapal perintis yang tidak selalu tersedia setiap hari. Warga juga kerap kesulitan mendapatkan pinjaman kapal dari saudagar kapal. Padahal, standard waktu respons ambulans menurut WHO adalah kurang dari 8 (delapan) menit (Cabral, Castro, & Florentino, 2018). Sedangkan, rata-rata waktu respons ambulans di beberapa negara, seperti Amerika Serikat adalah 15 menit (Auto Insurance Center, 2020). Oleh sebab itu, pasien sering kali tidak mendapatkan pertolongan dalam standard waktu respons sehingga pasien berpotensi meninggal dunia.

Tabel 1.1 Puskesmas di Wilayah Kepulauan Kabupaten Pangkep

Puskesmas	Jenis	Lokasi
Puskesmas Liukang Tangaya	Perawatan	Pulau Sapuka
Puskesmas Sailus	Non-Perawatan	Pulau Sailus Besar
Puskesmas Liukang Kalmas	Perawatan	Pulau Kalukalukuang
Puskesmas Pamantauang	Non-Perawatan	Pulau Pamantauang
Puskesmas Liukang Tupabbiring	Perawatan	Pulau Balang Lompo
Puskesmas Sarappo	Perawatan	Pulau Sarappo Lompo
Puskesmas Sabutung	Non-Perawatan	Pulau Sabutung

Sumber: (Badan Pusat Statistik Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, 2020)

Ambulans kini telah tersedia dalam bentuk *speed boat*. Di wilayah kepulauan Kabuaten Pangkajene dan Kepulauan, terdapat satu unit kapal ambulans yang beroperasi di Kecamatan Liukang Tupabbiring dan Liukang Tupabbiring Utara, namun kapal ambulans tersebut belum beroperasi secara penuh. Jika hanya satu unit yang dioperasikan, kapal ambulans tersebut tentu tidak akan dapat menanggapi panggilan gawat darurat dalam waktu yang cepat, di mana panggilan tersebut berasal dari 33 pulau yang tersebar dan 30.805 jiwa penduduk yang tinggal di kedua kecamatan tersebut (Badan Pusat Statistik Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, 2020).

Oleh sebab itu, dengan belum adanya fasilitas yang dapat menanggapi panggilan gawat darurat dengan optimal, penelitian tentang perencanaan armada kapal ambulans modern perlu dilakukan. Kapal ambulans modern adalah jenis kapal yang memiliki fasilitas dan layanan modern. Tugas Akhir ini bertujuan untuk menentukan jumlah panggilan gawat darurat dari setiap pulau, lokasi pangkalan dengan memperhatikan rumah sakit tujuan rujukan, desain, layanan, jumlah, serta ukuran utama optimum kapal ambulans modern yang akan disiagakan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sistem penanganan kondisi gawat darurat di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan saat ini?
2. Bagaimana menentukan jumlah panggilan gawat darurat dari setiap pulau?
3. Bagaimana menentukan lokasi pulau pangkalan kapal ambulans dengan memperhatikan rumah sakit tujuan rujukan?
4. Bagaimana menentukan desain, layanan, jumlah, dan ukuran utama kapal ambulans modern optimum yang harus dioperasikan?

1.3 Tujuan

Sesuai dengan rumusan masalah pada sub bab sebelumnya, maka tujuan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui sistem penanganan kondisi gawat darurat di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan saat ini.
2. Menentukan jumlah panggilan gawat darurat dari setiap pulau.
3. Menentukan lokasi pulau pangkalan kapal ambulans dengan memperhatikan rumah sakit tujuan rujukan.
4. Menentukan desain, layanan, jumlah, dan ukuran utama kapal ambulans modern optimum yang harus dioperasikan.

1.4 Manfaat

Manfaat dari pengerjaan Tugas Akhir ini adalah untuk memberikan masukan kepada Dinas Kesehatan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan dalam merencanakan layanan kapal ambulans modern yang efektif.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Kecamatan yang dijadikan objek studi dalam Tugas Akhir ini adalah Kecamatan Liukang Tupabbiring dan Liukang Tupabbiring Utara.
2. Model yang dikembangkan hanya mensimulasikan kejadian gawat darurat secara harian.

1.6 Hipotesis

Dugaan awal peneliti dari Tugas Akhir ini adalah dengan memperhatikan persebaran pulau di daerah operasional, jumlah kapal ambulans modern yang dibutuhkan akan lebih banyak dari jumlah kapal ambulans yang beroperasi saat ini.

BAB 2
STUDI LITERATUR DAN TEORI

Bab ini berisikan beberapa literatur dan teori yang berhubungan dengan pencapaian tujuan dari Tugas Akhir ini. Literatur yang dimaksud meliputi kapal ambulans, kondisi gawat darurat, waktu respons standar, perbandingan jumlah ambulans, kondisi kesehatan masyarakat wilayah pedesaan. Sedangkan teori yang dipakai adalah *facility location*, program integer, distribusi frekuensi, distribusi binomial, Simulasi Monte Carlo, Biaya Transportasi Laut, dan perhitungan teknis *High Speed Craft.*

2.1 Kapal Ambulans

Kapal ambulans merupakan jenis ambulans yang menggunakan jenis kapal penumpang sebagai kendaraannya. Kapal yang digunakan dapat berupa kapal perairan laut dan perairan darat (sungai atau danau) (Direktorat Fasilitas Pelayanan Kesehatan, Direktorat Jenderal Fasilitas Kesehatan, 2019). Pelayanan Kapal ambulans tergantung dari jenis kapal yang digunakan karena menyangkut dimensi kapal serta faktor lingkungan di mana kapal beroperasi. Pelayanan kegawatdaruratan akan sulit dilakukan di kapal karena faktor ombak. Pada kapal dengan ukuran yang lebih besar, misalnya kapal laut, pelayanan kegawatdaruratan dapat dilakukan di sini bahkan untuk kasus tertentu dapat digunakan juga sebagai rumah sakit.

2.1.1 Contoh Kapal Ambulans

Beragam kapal ambulans yang sudah pernah diproduks, di antaranya adalah 3 (tiga) jenis kapal berikut:

1. Kapal Ambulans Mavi Deniz

Kapal ambulans ini dirancang untuk pemindahan pasien, menanggapi situasi gawat darurat, perawatan rawat jalan, pemindahan pasokan medis di laut, sungai, atau danau. Kapal ambulans dilengkapi dengan peralatan medis yang setara dengan ambulans darat (Mavi Deniz, 2020).

Sumber: (Mavi Deniz, 2020)

Gambar 2.1 Kapal Ambulans Mavi Deniz

Kapal ambulans Mavi Deniz secara signifikan mempersingkat waktu yang dibutuhkan untuk mencapai pasien dan memulai operasi penyelamatan sebelum mencapai pantai. Kapal ambulans memenuhi semua aturan, dan peralatan medis sesuai dengan EN 1789. Lambung, dek, dan suprastruktur semua konstruksi yang dilas dalam aluminium, memberikan lambung yang ringan dan mudah digerakkan serta perawatan yang mudah di area di mana tidak tersedia listrik untuk pengelasan.

Kapal ambulans Mavi Deniz memiliki rembesan yang sangat baik, stabilitas, kekakuan, dan ketahanan terhadap rolling, dan platform yang relatif stabil untuk operasi kecil dan prosedur bedah, karakteristik yang sangat diinginkan dalam sebuah kapal ambulans di laut, sungai atau danau di mana perawatan, kenyamanan, dan keamanan pasien semuanya penting. Kapal ambulans juga cocok untuk digunakan hingga Sea State 5.

Kapal ambulans biasanya dilengkapi dengan fitur-fitur berikut:

a. Area medis untuk perawatan pasien yang terpisah dari kabin
b. Peralatan Medis Standar dan peralatan khusus untuk penyelamatan dan resusitasi medis.
c. Tandu penyerap goncangan
d. Kursi penyerap goncangan untuk pilot
e. Lemari penyimpanan untuk medis

Spesifikasi kapal ambulans Mavi Deniz dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Spesifikasi Kapal Ambulans Mavi Deniz

Component	*Material*	*Length (m)*	*Beam (m)*	*Draught (m)*	*Speed (knot)*	*Stretcher*	*Ramp*
Ambulance 20	*Steel/ Aluminium/ HDPE/GRP*	20	6	0,7	18 - 30	2-4	*Bow, Aft, or Sides*
Ambulance 18	*Steel/ Aluminium/ HDPE/GRP*	18	6	0,7	18 - 30	2-5	*Bow, Aft, or Sides*
Ambulance 15	*Steel/ Aluminium/ HDPE/GRP*	15	5,5	0,6	18 - 30	2	*Bow, Aft, or Sides*
Ambulance 12	*Steel/ Aluminium/ HDPE/GRP*	12	4	0,4	18 - 30	2	*Bow, Aft, or Sides*
Ambulance 10	*Steel/ Aluminium/ HDPE/GRP*	10	3	0,3	18 - 30	1-2	*Bow, Aft, or Sides*
Ambulance 8	*Steel/ Aluminium/ HDPE/GRP*	8	2,5	0,3	18 - 30	1-2	*Bow, Aft, or Sides*

Sumber : (Mavi Deniz, 2020)

Sumber: (Nauti Expo, 2020)

Gambar 2.2 Kapal Ambulans Smart Own

2. Kapal Ambulans Smart Own

Kapal Ambulans ini diproduksi oleh perusahaan Smart Own. Kapal ambulans Smart Own dibuat untuk sebagai sarana pendukung kesehatan di wilayah perairan. Tampilan luar kapal dari

Tabel 2.2 Spesifikasi Kapal Ambulans Smart Own

Komponen	Nilai	Satuan
Length	10,97	m
Beam	3,28	m
Draft	0,508	m
Weight	5,5	ton
Kapasitas Bahan Bakar	200	US Galon
Kapasitas Air	40	US Galon
Mesin	Yamaha Outboard GETX 2x250 HP	
Kecepatan Maksimal	40	knots
Ranjang Perawatan	1 atau 2	ranjang
Kapasitas Penumpang	13	penumpang

Sumber : (Nauti Expo, 2020)

ambulans *Smart Own* dapat dilihat pada Gambar 2.2 sedangkan interior dari kapal ambulans *Smart Own* dapat dilihat pada Gambar 2.3. Kapal ambulans ini dapat berlayar hingga kecepatan 40 knot. Kapal ambulans ini memiliki panjang 10,97 meter mengangkut hingga 13 penumpang. Spesifikasi kapal ambulans yang diproduksi oleh Smart Own dapat dilihat pada Tabel 2.2 (Nauti Expo, 2020).

Sumber: (Nauti Expo, 2020)

Gambar 2.3 Interior Kapal Ambulans Smart Own

Tabel 2.3 Spesifikasi Kapal Ambulans Ares 58

Komponen	Nilai	Satuan
Length Overall	18	m
Beam	5	m
Draught	0.9	m
Displacement	29	ton
Kecepatan Maksimal	42	knots
Klasifikasi/Survey	BV, TL / HSC-N	

Sumber : (Ares, 2020)

3. Kapal Ambulans Ares 58

Kapal ambulans Ares 58 diproduksi oleh Ares Shipyard. Kapal ambulans ini berfungsi untuk memberikan respon cepat, memindahkan pasien, dan melakukan operasi *Search and Rescue*. Kapal ambulans dengan tipe patroli ini dilengkapi dengan peralatan pertolongan pertama dan

Sumber: (Ares, 2020)

Gambar 2.4 Kapal Ambulans Ares 58

fasilitas perawatan intensif. Kapal ambulans dengan panjang 18 meter ini dapat bergerak hingga kecepatan 42 knot. Spesifikasi lengkap dan bentuk dari kapal ambulans Ares 58 dapat dilihat pada Tabel 2.3 dan Gambar 2.4.

2.1.2 Peralatan Kapal Ambulans

Kapal ambulans juga dapat dilengkapi dengan alat kesehatan dan spesifikasi khusus lainnya untuk menangani kondisi khusus seperti pasien infeksius, pasien psikiatri dan kondisi khusus lainnya (daerah terpencil atau kondisi geografis sulit) (Direktorat Fasilitas Pelayanan Kesehatan, Direktorat Jenderal Fasilitas Kesehatan, 2019). Spesifikasi teknis interior dan eksterior Kapal ambulans menurut Kementerian Kesehatan RI dapat dilihat pada lampiran. Sedangkan, peralatan eksterior dan interior kapal ambulans menurut (USAID, 2020) dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Peralatan Exterior dan Interior Kapal Ambulans

No	Peralatan Eksterior & Interior
1	*LED flash light bar oval*, 12 VDC, 18 Watt, l*ifetime* 10.000hr
2	*Multi sound sirene system*, 12 VDC, 100 Watt
3	*Logo & lettering standard, reflective sticker*
4	Kaca film 60% & 80% (Std)
5	Modifikasi lantai, *plywood* dilapisi *vinyl, hospital grade*
6	*Paramedic seat* (Jok dokter)
7	*Attendant seats* (Jok pengantar/paramedic) model box dengan ruang untuk menyimpan peralatan
8	Lemari peralatan medis, *plywood* di polyurethan dengan lapis acrylic dan pengaman stainless steel lengkap dengan wastafel
9	Sumber listrik DC 3 outlet
10	Gantungan Infus, *stainless steel* 2 ampul dilengkapi dengan straps/pengikat botol infus
11	Lampu periksa pasien, model geser *(sliding)*
12	Lampu sorot kabin belakang
13	Pelindung bumper belakang dari benturan Stretcher, berupa plat atau hambalan dari stainless steel
14	Pemadam kebakaran, kapasitas 1 kg lengkap dengan *bracket*
15	Landasan/*base stretcher* dengan ruang tempat *scoop stretcher*, dilapis *vinyl hospital grade* dan dilengkapi dengan *reel, stopper* serta pengunci S*tretcher* yang terbuat dari *Stainless Steel*

Sumber: (USAID, 2020)

Menurut Tabel 2.4, peralatan eksterior dan interior kapal yang ada saat ini terdiri dari lampu *flash*, sirene, jok dokter, jok paramedis, lemari medis, gantungan infus, pemadam kebakaran. dan lain-lain. Kapal ambulans juga sebaiknya dilengkapi dengan kaca film 60& dan 80%.

Kapal ambulans biasanya dilengkapi oleh peralatan medis maupun non medis untuk beroperasi. Daftar peralatan medis yang harus tersedia di kapal ambulans menurut (USAID, 2020) dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Peralatan Medis Kapal Ambulans

No	Peralatan Medis
1	*Automatic ambulance stretcher, roll in cot* dengan spesifikasi: material berupa aluminium, *Length, high-level: 190 cm, width/height, min /max level: 57 cm/ 85 cm/20 cm, weight : 26 kg, max. load: 160 kg, castor: 4 pcs, 2 pcs with Brake Accessories, 3 pcs metal buckle safety belts, 1 pc mattress, 1 pc 1.V pole*
2	*Fixed central oxygen delivery system*: *2 pcs oxygen cylinder* dengan kapapasitas 1 m^3, 1 set *alarm indicator, oxygen, 2 pcs standard regulator oxygen, 1 set kran on/off, 2 pcs elbow, HP tubing with clamp, 1 pc oxygen wall outlet, 1 set flowmeter & humidifier, 1 pc Nasal Cannula & Face Mask Cannula*
3	*Portable oxygen therapy: 1 pc oxygen cylinder* dengan kapasitas 1 m^3, *1 pc regulator oxygen complete with flowmeter & humidifier, 1 pc nasal cannula & face mask cannula, 1 set oxygen trolley*
4	*Scoop stretcher, aluminium structure complete with 3 pcs safety belt metal buckle*
5	*Neck collar* (S, M, L)
6	*Long spinal board, plywood with acrylic finishing*
7	*Emergency kit (softcase*) terdiri dari : *diagnostic set, airway & breathing set, manual hand suction & bandage set*
8	*Wall anaeroid sphygmomanometer (hanging blood pressure)*
9	*Transport incubator, manual temperature control adjustable*

Sumber: (USAID, 2020)

Menurut Tabel 2.5, peralatan medis kapal ambulans terdiri dari *ambulance stretcher*, sistem pengedaran oksigen, *scoop stretcher, neck collar, long spinal board, emergency kit, sphygomanmometer,* dan *transport incubator*. Berikut adalah kegunaan dari peralatan-peralatan medis tersebut:

1. *Ambulance stretcher* adalah alat yang digunakan untuk membawa dan memindahkan pasien yang tidak dapat berjalan yang akan di pindahkan dari ambulance ke fasilitas kesehatan.
2. *Fixed central oxygen delivery system* adalah sebuah sistem yang digunakan untuk mendistribusikan oksigen kepada pasien.
3. *Portable oxygen therapy* adalah alat yang digunakan untuk memberikan terapi kepada orang yang membutuhkan konsentrasi oksigen lebih besar daripada udara sekitar.
4. *Scoop stretcher* adalah alat yang digunakan khusus untuk memindahkan orang yang terluka. Alat ini sangat ideal untuk membawa korban dengan kemungkinan cedera tulang belakang.
5. *Neck collar* adalah alat medis yang digunakan untuk menopang leher seseorang. Ini juga diterapkan oleh personel darurat untuk mereka yang memiliki cedera kepala atau leher traumatis, dan dapat digunakan untuk mengobati kondisi medis kronis
6. *Long Spinal Board* adalah salah satu alat yang digunakan pada kegiatan pertolongan (rescue) saat emergency response.
7. *Emergency Kit* merupakan tas atau wadah yang berisi barang keperluan yang dapat digunakan pada saat darurat.
8. *Wall Anaeroid Sphygomomanometer* adalah alat yang digunakan untuk mengukur tensi pasien.
9. *Transport Incubator* adalah sebuah alat yang digunakan untuk menyediakan suhu yang pas untuk neonates. Alat ini bekerja dengan mengurangi laju pelepasan panas ke lingkungan sekitar.

Selain peralatan medis, kapal ambulans juga harus dilengkapi oleh peralatan paramedis. Peralatan paramedis adalah peralatan yang digunakan oleh tenaga paramedis. Tenaga paramedis

Tabel 2.6 Peralatan Paramedis pada Kapal Ambulans

No	Peralatan Paramedis
1	*PPE : Goggle, handscut, masker, rain clouth for adult*
2	*KED & spalk 3 sizes*
3	Kantong jenazah, *nylon material (2 set)*
4	Alat komunikasi, VFH frekuensi dengan 128 *channel*, *channel space* 12,5/20/25 kHz, baterai lithium

Sumber: (USAID, 2020)

adalah tim yang bertugas membantu tugas tenaga medis. Contoh tenaga paramedis adalah bidan, mantri, dan teknisi ambulans. Peralatan paramedis yang harus tersedia pada kapal ambulans dapat dilihat melalui Tabel 2.6. Menurut Tabel 2.6, terdapat beberap peralatan paramedis yang harus tersedia di kapal ambulans ini. Peralatan medis yang harus tersedia di kapal ambulans ini adalah *goggle, masker,* kantong jenazah, alat komunikasi, dan lain-lain

2.2 Kondisi Gawat Darurat

Gawat artinya mengancam nyawa, sedangkan darurat adalah perlu mendapatkan penanganan atau tindakan segera untuk menghilangkan ancaman nyawa korban. Jadi, gawat darurat adalah keadaan yang mengancam nyawa yang harus dilakukan tindakan segera untuk menghindari kecacatan bahkan kematian korban (Ruly Yanti Hutabarat, 2014). Gawat darurat juga merupakan suatu keadaan yang kejadiannya mendadak sehingga mengakibatkan seseorang atau pun banyak orang dengan segera memerlukan penanganan ataupun pertolongan. Pertolongan yang dimaksud di sini tentu saja pertolongan secara cermat, tepat dan cepat. Bila tidak langsung mendapat pertolongan atau semacamnya, maka bisa dipastikan korban tidak akan tertolong atau pun cacat.

Karena sifatnya mendadak, maka keadaan darurat bisa terjadi kapan saja, sewaktu-waktu dan di mana saja. Keadaan tidak pilih-pilih, siapa saja bisa mengalami keadaan gawat darurat, sebagai akibat dari proses medik, kecelakaan sampai perjalanan suatu penyakit.Saat keadaan tersebut terjadi, harus segera dilakukan pertolongan pertama. Pertolongan pertama pada gawat darurat adalah serangkaian usaha-usaha pertama yang dapat dilakukan pada kondisi gawat darurat dalam rangka menyelamatkan pasien dari kematian (Sutawijaya, 2009). Pertolongan pertama akan sangat berguna sebelum pertolongan definitive oleh dokter. Pertolongan pertama pun sebagai upaya pencegahan agar tidak terjadi hal yang lebih parah dan biasanya diberikan oleh orang awam sehingga tidak termasuk tindakan medik.

Pertolongan pertama ini masuk ke dalam perawatan kedaruratan. Dalam perawatan kedaruratan tidak hanya ada pertolongan pertama saja, tapi juga ada pertolongan transportasi yang biasanya diberikan pada orang yang mengalami kondisi sudah gawat akibat rudapaksa. Sebab, perjalanan penyakit bukan dimulai saat korban sampai di rumah sakit, tapi dari mulai tempat ditemukannya korban. Untuk itu diperlukan perawatan darurat sebelum pengobatan definitivf dilakukan di rumah sakit terdekat.

Keadaan gawat darurat pun harus lebih diperhatikan karena segala sesuatunya bisa terjadi baik itu berupa penyakit, atau pun trauma yang dapat menyebabkan ancaman pada fungsi-fungsi vital tubuh manusia, di antaranya seperti (Sutawijaya, 2009) :

1. Jalan nafas dan fungsi nafas

2. Fungsi dari sirkulasi
3. Fungsi dari otak dan kesadaran

Pasien gawat darurat biasanya merupakan seseorang atau pun banyak orang yang mengalami suatu keadaan, di mana keadaan tersebut mengancam jiwanya sehingga membutuhkan pertolongan serba cepat, tepat dan cermat. Sebab jika tidak segera ditolong, bisa menyebabkan kematian atau kecatatan. Sebenarnya pasien sendiri dibagi menjadi tiga jenis, seperti di bawah ini:

1. Pasien Gawat Darurat

Seperti yang sudah dijelaskan di atas, pasien gawat darurat membutuhkan penangan segera dengan kriteria sebagai berikut:

a. Jalan nafas terganggu, di antaranya sumbatan pada jalan nafas karena benda asing, spasme laryngeal, asma berat, trauma muka yang dapat mengganggu jalan nafas dan lainnya.
b. Fungsi pernafasan terganggu, di antarnaya seperti trauma thorak, (massif hematotorak, tension pneumotorak, fraktur flail chest, emfisema, fraktur iga), dapat jgua paralisis otot pernafasan yang diakibatkan oleh obat atau pun penyakit lainnya.
c. Fungsi sirkulasi terganggu lantaran syok (kardiogenik, hipovolumik, anafilaksisi, neurogenic, sepsis, tamponade jantung dan lainnya.
d. Fungsi otak dan kesadaran terganggu, antara lain karena stroke dengan penurunan kesadaran, koma diabetika, koma hepatikum, koma uremikum, trauma capitis dengan penurunan kesadaran, infeksi otak, kejang dan lainnya.

2. Pasien Akut

Selain itu, ada pasien akut yang merupakan pasien dengan masalah sakit secara mendadak (onset waktu yang cepat). Pasien membutuhkan pertolongan dengan segera. Apabila tidak ditolong maka penyakitnya akan bertambah parah. Kriteria Pasien Akut adalah:

a. Semua pasien yang termasuk pada pasien gawat darurat
b. Pasien dengan trauma
c. Pasien medis yang tidak termasuk gawat darurat seperti hematemesis melena tanpa syok, diare dengan dehidrasi ringan sampai sedang, stroke tanpa penurunan kesadaran dan lainnya.

3. Pasien Tidak Gawat dan Tidak Akut

Sementara pasien tidak gawat dan tidak akut merupakan pasien dengan kriteria di luar pasien gawat dan pasien akut. Bisa dibilang pasien yang satu ini memiliki penyakit yang masih bisa ditolong dengan pertolongan biasa, atau dengan cara diperiksa secara biasa saja karena

tidak terlalu membahayakan dan bisa disembuhkan dengan cara dirawat atau pun dengan istirahat.

2.3 Standar Waktu Respons Ambulans di Beberapa Negara

Standar waktu respons ambulans di beberapa negara adalah berbeda-beda. Berikut adalah standar waktu respons ambulans di beberapa negara:

2.3.1 Inggris

National Health Service England (Layanan Kesehatan Nasional Inggris) menetapkan standard waktu respons ambulans sebagai berikut (Nuffieldtrust, 2020):

1. Kategori 1 (Kondisi jiwa terancam. seperti: gagal jantung. pernafasan terhenti. tidak sadarkan diri dengan pernapasan tidak normal)

   Ambulans harus merespons panggilan kategori 1 dalam 7 menit secara rata-rata dan merespons 90% dari panggilan kategori 1 dalam 15 menit.

2. Kategori 2 (Kondisi gawat darurat. meliputi kondisi yang berpotensi serius (jalur udara. pernafasan. sirkulasi. dan disabilitas)

   Ambulans harus merespons panggilan kategori 2 dalam 18 menit secara rata-rata dan merespons 90% dari panggilan kategori 2 dalam 40 menit.

3. Kategori 3 (Kondisi mendesak namun tidak mengancam jiwa. membutuhkan perawatan untuk meringankan penderitaan/nyeri)

   Ambulans harus merespons 90% dari panggilan kategori 3 dalam 120 menit.

4. Kategori 4 (Kondisi tidak mendesak namun membutuhkan perawatan)

   Ambulans harus merespons 90% dari panggilan kategori 4 dalam 120 menit.

2.3.2 Amerika Serikat

Waktu respons ambulans di beberapa negara bagian Amerika Serikat dapat dilihat pada Tabel 2.7. Negara bagian Wyoming, Vermont, Montana, North Dakota, dan Kansas merupakan 5

Tabel 2.7 Waktu Respons Ambulans di Amerika Serikat

Negara Bagian	Waktu Respons
Wyoming	35 menit, 44 detik
Vermont	22 menit, 56 detik
Montana	22 menit, 34 detik
North Dakota	21 menit, 30 detik
Kansas	21 menit, 22 detik
Illinois	6 menit, 0 detik
California	6 menit, 51 detik
Rhode Islands	7 menit, 3 detik
Connecticut	7 menit, 54 detik
Massachusetts	8 menit, 33 detik

Sumber: (Auto Insurance Center, 2020)

negara dengan waktu respons terlama. Sedangkan, Illinois, California, Rhode Islands, Connecticur, dan Massachusetts merupakan 5 negara bagian dengan waktu respons tercepat. Rata-rata waktu respons dari seluruh negara bagian di Amerika Serikat adalah 15 menit, 19 detik (Auto Insurance Center, 2020).

2.3.3 Austria

Waktu respons ambulans rata-rata di Vienna, Austria yang tercatat pada tahun 2015 adalah 15 menit (Cabral, Castro, & Florentino, 2018). Waktu tersebut ditetapkan dengan mempertimbangkan dispersi 10% dari nilai tersebut menjadi lebih atau kurang karena keadaan lalu lintas yang padat dan kondisi iklim.

2.4 Perbandingan Jumlah Ambulans dan Jumlah Penduduk

Rasio atau perbandingan antara jumlah ambulans yang dioperasikan di suatu daerah dengan jumlah penduduk yang tinggal di daerah tersebut adalah sebesar 1 : 40.000 (Gui, Lu, Gu, & Zhou, 2011). Sehingga, dibutuhkan satu unit ambulans yang harus disiagakan untuk setiap 40.000 orang.

2.5 Kondisi Kesehatan Masyarakat Wilayah Pedesaan

Masyarakat yang tinggal di daerah kepulauan yang tergolong pedesaan lebih mungin meninggal lebih cepat dari masyarakat yang tinggal di daerah metropolitan akibat lima penyakit utama penyebab kematian : penyakit jantung, kanker, cedera, penyakit pernapasan kronis, dan stroke. Kesenjangan kesehatan tersebut disebabkan ole beberapa hal berikut (National Centre for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, 2019) :

1. Perilaku Kesehatan

Masyarakat yang tinggal di daerah pedesaan sering kali memiliki akses terbatas akan makanan sehat dan memiliki kecenderungan untuk tidak aktif secara fisik seperti masyarakat yang tinggal di daerah perkotaan. Hal tersebut medapat menyebabkan kondisi obesitas dan tekanan darah tinggi. Penduduk pedesaan juga memiliki tingkat merokok yang lebih tinggi yang dapat meningkatkan resiko terkena banyak penyakit kronis.

2. Fasilitas Kesehatan

Daerah pedesaan memiliki keterbatasan akan pekerja medis, spesialis (seperti dokter kanker), unit perawatan kritis, fasilitas darurat, dan sarana transportasi. Warga juga cenderung tidak diasuransikan dan tinggal lebih jauh dari layanan kesehatan.

3. Makanan Sehat

Studi menunjukkan bahwa penghuni lingkungan berpenghasilan rendah, minoritas, dan pedesaan sering memiliki keterbatasan akses ke supermarket dan makanan sehat.

4. Karakteristik Demografi

Penduduk di daerah pedesaan cenderung lebih tua, dengan pendapatan lebih rendah dan pendidikan kurang dari rekan-rekan perkotaan mereka. Faktor-faktor ini terkait dengan kesehatan yang lebih buruk.

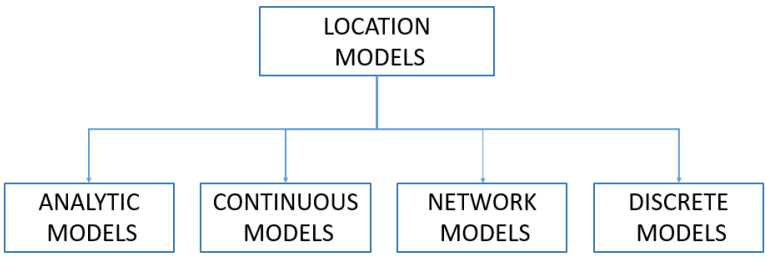
2.6 *Facility Location*

Facility location adalah proses pengidentifikasian lokasi geografis terbaik dari suatu fasilitas produksi atau jasa. Selain itu, *facility location* juga dapat diartikan sebagai suatu proses pemilihan lokasi geografis untuk operasi-operasi suatu perusahaan (Krajewski & Ritzman, 2005).

Dalam penentuan lokasi, terdapat 3 alternatif pilihan yang dapat diambil. Alternatif pertama yaitu tidak berpindah lokasi tetapi memperluas fasilitas yang telah ada *(on-site expansion)*. Alternatif kedua adalah membangun atau menambah fasilitas-fasilitas baru *(new location)*. Sedangkan, alternatif ketiga adalah menutup fasilitas yang ada dan berpindah ke lokasi lain *(relocation)*. *On-site expansion* mempunyai manfaat menjaga proses manajerial menjadi satu, mengurangi waktu dan biaya konstruksi, serta menghindari pemisahan operasi. Pemilihan *facility location* diperlukan karena berbagai alasan berikut :

1. Memulai bisnis baru.
2. Memperluas usaha dan lokasi yang telah ada sudah tidak memenuhi.
3. Membuka cabang baru.
4. Lokasi dipindah karena waktu sewa telah habis.
5. Alasan sosial, ekonomi, dan politik.

Model lokasi pada dasarnya memodelkan hubungan yang terjadi antara titik permintaan dan titik lokasi fasilitas pelayanan. Asumsi dan fungsi objektif pada model lokasi dibedakan menurut variannya. Pemodelan lokasi dapat diklasifikasikan menjadi 4 macam, yaitu *analytical models, continuous models, network models,* dan *discrete models* (Daskin M. S., 2008). Pengklasifikasian pemodelan lokasi dapat dilihat pada Gambar 2.5.

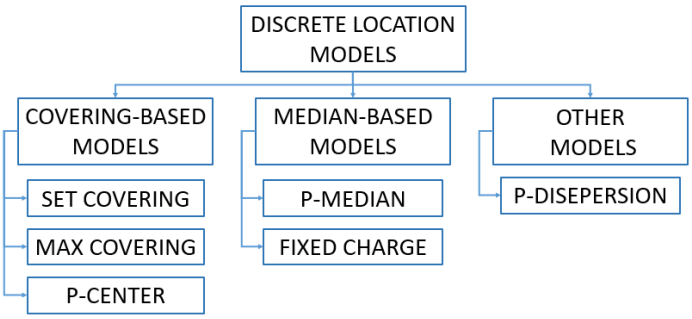


Sumber: (Daskin M. S., 2008)

Gambar 2.5 Pengklasifikasian Pemodelan Lokasi

Analytic models berasumsi bahwa alternatif lokasi fasilitas dan alternatif titik-titik permintaan keduanya tersebar kontinyu *(uniform)* pada suatu area. *Continuous models* merupakan model dengan permintaan hanya muncul pada lokasi atau titik-titik tertentu, tetapi alternatif lokasinya mencakup seluruh titik pada area tersebut. *Network models* dan *discrete models* keduanya berasumsi bahwa alternatif lokasi dan titik-titik permintaan keduanya bersifat diskrit, yaitu hanya terdapat pada titik-titik tertentu saja dalam area. *Network models* mengasumsikan adanya *network/path* atau jalan yang menghubungkan titik-titik permintaan dengan titik-titik alternatif lokasi sementara *discrete models* tidak memerlukan asumsi seperti itu. Lebih rinci lagi, Daskin (2008) membagi *discrete models* menjadi varian-variannya yang dapat dilihat pada Gambar 2.6.

Menurut Gambar 2.6, *discrete models* terdiri dari 3 cabang, yaitu *covering based models*, *median based models*, dan *p-dispersion*. Kelompok model berdasarkan median terbagi menjadi P-



Sumber: (Daskin M. S., 2008)

Gambar 2.6 Pembagian *Discrete Models* dan Variannya

Median dan Fixed Charge. Sedangkan, contoh model lainnya adalah P-Dispersion. Kelompok model berdasar *covering* dibedakan menjadi tiga model berdasarkan fungsi objektifnya, yaitu *set covering*, *max covering* dan *p-center*. Variabel keputusan untuk ketiga model ini adalah sama, yaitu lokasi-lokasi optimal untuk dibangun fasilitas pelayanan untuk mencapai fungsi objektif. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing kelompok model berdasar *covering* tersebut:

1. Set Covering Problem

Konsep dari metode *Set Covering Problem* (SCP) adalah bertujuan untuk meminimalisasi jumlah hub port / pangkalan yang dibutuhkan untuk melayani / *cover* pangkalan lainnya. *Set covering* muncul pada sebuah sistem yang mempunyai syarat setiap konsumen dapat dijangkau oleh minimal satu fasilitas (Heragu, 1997). Sedangkan menurut (Daskin, 1995) *set covering* merupakan cara menentukan biaya terendah dari penempatan sejumlah fasilitas di mana setiap *demand node* dapat dijangkau oleh minimal satu fasilitas.

Set Covering Problem dapat diformulasikan sebagai berikut :

I = Titik demand dengan indeks I

J = Titik alternatif pangkalan dengan indeks J

d_{ij} = Jarak terdekat dari titik permintaan i dengan titik lokasi j

DC = Jarak pemenuhan

$Ni = \{j \in J \mid d_{ij} \leq DC\}$

= semua alternative lokasi yang meliputi titik permintaan i

Keputusannya adalah

$$Xj = \begin{cases} 1, & Jika\ titik\ j\ terpilih\ menjadi\ pangkalan \\ 0, & Jika\ titik\ j\ tidak\ tidak\ terpilih\ menjadi\ pangkalan \end{cases}$$

$$Y_{ij} = \begin{cases} 1, & Jika\ titik\ i\ dapat\ dilayani\ oleh\ \ pangkalan\ j \\ 0, & Jika\ titik\ i\ tidak\ dapat\ dilayani\ oleh\ pangkalan\ j \end{cases}$$

Berdasarkan notasi di atas, dapat disimpulkan model matematis sebagai berikut :

$$\text{Minimize} \sum_{j \in J}^{n} X_j \tag{2.1}$$

$$s\text{ubject to} \sum_{j \in Ni}^{n} X_j \geq 1 \forall\ i \in I\ \ i = 1, \dots \dots, m \tag{2.2}$$

$$X_j \in \{0,1\}\ \forall\ j \in J = 1, \dots \dots, n \tag{2.3}$$

Sehingga, dapat disimpulkan bahwa tujuan dari *Set Covering Problem* adalah untuk meminimalkan jumlah pangkalan seperti ditunjukkan Persamaan 2.1. Batasan yang digunakan adalah setiap titik demand harus dapat dilayani oleh minimal satu pangkalan (2.1). Sementara, persamaan (2.1) menilai benar tidaknya sebuah keputusan.

2. Maximal Covering Problem

Model lokasi maximal covering (Church & ReVelle, 1974) menunjukkan adanya suatu batasan pada banyaknya fasilitas untuk dijadikan sebagai lokasi. Model *max covering* memiliki fungsi objektif untukmemaksimumkan jumlah titik permintaan yang terlayani dengan batasan hanya tersedia sejumlah p titiklokasi fasilitas pelayanan yang dapatmelayani titik-titik permintaan tersebut (Aickelin, 2002). Model *maximal covering* diformulasikan sebagai berikut :

H_i = Demand pada titik i

P = Banyaknya fasilitas penentuan lokasi

$$Xj = \begin{cases} 1, & \text{Jika titik j terpilih menjadi pangkalan} \\ 0, & \text{Jika titik j tidak tidak terpilih menjadi pangkalan} \end{cases}$$

Berdasarkan notasi di atas, dapat disimpulkan model matematis sebagai berikut :

$$\text{Maximize} \sum_{i \in I}^{n} H_i Z_i \tag{2.4}$$

$$\text{subject to} \sum_{j \in Ni}^{n} X_j - Z_i \geq 0 \forall\, i \in I \tag{2.5}$$

$$\sum_{j \in J}^{n} X_j = P \tag{2.6}$$

$$X_j \in \{0,1\} \forall\, j \in J = 1, \dots \dots, n \tag{2.7}$$

$$X_i \in \{0,1\} \forall\, j \in I = 1, \dots \dots, n \tag{2.8}$$

Berdasarkan formulasi atau rumus pada model *maximal covering* dapat diketahui, persamaan (2.1) bertujuan untuk memaksimalkan total permintaan yang dapat dipenuhi. Persamaan (2.1) berfungsi sebagai batasan pemenuhan permintaan pada titik I tidak terhitung, kecuali pada salah satu alternative lokasi yang dapat memenuhi titik. Persamaan (2.6) membatasi banyaknya fasilitas pada daerah penempatan. Sedangkan, persamaan (2.7) dan (2.8) merupakan suatu keputusan penempatan lokasi sebagai pemenuhan titik-titik permintaan.

3. P-Center Problem

Model p-center fungsi objektifnya adalah meminimumkan rata-rata jarak terjauh *(coverage distance)* antara titik permintaan dan titik lokasi fasilitas pelayanan. Fungsi objektif dalam model *p-center* sering disebut MinMax objective. Model *p-center* diformulasikan sebagai berikut (Aickelin, 2002) :

W = Memaksimalkan antara titik permintaan dan lokasi pada jarak yang telah ditentukan

$$Y_{ij} = \begin{cases} 1, & Jika\ titik\ i\ terpilih\ untuk\ menentukan\ sesuatu\ pada\ titik\ j \\ 0, & Jika\ titik\ i\ tidak\ terpilih\ untuk\ menentukan\ sesuatu\ pada\ titik\ j \end{cases}$$

Sehingga, *p-center problem* dapat dimodelkan sebagai berikut :

$$\text{Maximize } W \tag{2.9}$$

$$\text{subject to} \sum_{j \in J}^{n} X_j = P \tag{2.10}$$

$$\sum_{j \in J}^{n} Y_{ij} = 1 \forall\, i \in I \tag{2.11}$$

$$Y_{ij} - X_j \leq 0 \forall\, i \in I, j \in J \tag{2.12}$$

$$W - \sum_{j \epsilon J}^{n} h_i d_i y_{ij} \geq 0 \; \forall \; i \; \epsilon \; I \tag{2.13}$$

$$X_j \in \{0,1\} \; \forall \; j \; \epsilon \; J \tag{2.14}$$

$$Y_{ij} \in \{0,1\} \; \forall \; i \; \epsilon \; I \; , \forall \; j \; \epsilon \; J \tag{2.15}$$

Berdasarkan formulasi di atas, dapat diketahui bahwa : persamaan (2.9) bertujuan untuk meminimalkan jarak pada *demand-weighted* pada tiap titik permintaan dengan lokasi yang terdekat sehingga dapat bernilai maksimal. Persamaan (2.10) menetapkan p sebagai lokasi, persamaan (2.11) membatasi setiap titik permintaan hanya dapat dipenuhi oleh satu lokasi saja, persamaan (2.12) merupakan pembatasan pada titik-titik permintaan hanya pada satu lokasi, persamaan (2.13) membuat *demand-weighted* yang maksimal dapat diminimasi dengan jarak yang lebih kecil. Sedangkan, persamaan (2.14) merupakan variabel keputusan dengan bilangan biner, (15) permintaanhanya dapat ditentukan oleh satu titik lokasi saja.

Dalam metode ini, perlu dilakukan *Cochran Q-Test*. Uji ini dilakukan terhadap data yang diperoleh. Dalam metode *CochranQ-Test*, kita memberikan pertanyaan tertutup kepada responden, yaitu pertanyaan yang pilihan jawabannya sudah disediakan. Untuk mengetahui mana di antara lokasi yang dipilih, dilakukan *Cochran Q-Test* dengan prosedur sebagai berikut :

a. Hipotesis yang mau diuji :

   H0 : Semua atribut yang diuji memiliki proporsi jawaban “Ya” yang sama.

   H1 : Tidak semua atribut yang diuji memiliki proporsi jawaban “Ya” yang sama.

b. Mencari Q hitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Q = \frac{k - 1 \left| k \sum_i^k {C_i}^2 - (\sum_i^k C_i)^2 \right|}{k \sum_i^n R_i - \sum_i^n {R_i}^2} \tag{2.16}$$

c. Penentuan Q tabel dengan α = 0,05, derajat kebebasan = k – 1, maka diperoleh Qtab (0,05:df) dari tabel *Chi Square Distribution.*

d. Keputusan :

   1) Menolak H0 dan menerima H1 jika Q hitung > Q tabel

   2) Menerima H1 dan menolak H0 jika Q hitung < Q tabel

e. Kesimpulan :

   1) Jika menolak H0, berarti proporsi jawaban “Ya” masih berbeda pada semua atribut. Artinya, belum ada kesepakatan di antara para responden tentang atribut.

3) Jika menerima H0, berarti proporsi jawaban “Ya” pada semua atribut dianggap sama. Dengan demikian, semua responden dianggap sepakat mengenai semua atribut sebaai faktor yang dipertimbangkan.

2.7 Program Integer

Program Integer adalah program linier *(Linear Programming)* di mana variabelvariabelnya bertipe integer (bulat). Program Integer digunakan untuk memodelkan permasalahan yang variabel-variabelnya tidak mungkin berupa bilangan yang tidak bulat (bilangan riil), seperti variabel yang merepresentasikan jumlah orang atau benda, karena jumlah orang atau benda pasti bulat dan tidak mungkin berupa pecahan. Program Integer juga biasanya lebih dipilih untuk memodelkan suatu permasalahan karena program linier dengan variabel berupa bilangan riil kurang baik dalam memodelkan permasalahan yang menuntut solusi berupa bilangan integer, misalnya variabel-variabel keputusannya jumlah cabang Bank di daerah berbeda di suatu negara. Solusi pecahan tentu tidak dapat diterima dalam keputusan Bank.

Program Integer merupakan bentuk khusus atau variasi dari program linier, di mana salah satu atau lebih dalam vektor penyelesaiannya memiliki nilai integer. Program Integer yang membatasi variabel keputusan pada sebagian saja yang dibatasi pada nilai integer disebut Program Integer Campuran (Susi, 1999). Pokok pikiran utama dalam Program Integer adalah merumuskan masalah dengan jelas dengan menggunakan sejumlah informasi yang tersedia. Sesudah masalah terumuskan dengan baik, maka langkah berikut ialah menerjemahkan masalah ke dalam bentuk model matematika.

Pada masalah Program Integer untuk pola memaksimumkan, nilai tujuan dari Program Integer tidak akan pernah melebihi nilai tujuan dari program linier (Wahyujati, 2009).

Berikut adalah jenis-jenis dari program integer :

1. Program Integer Murni *(Pure Integer Programming)*

   Program Integer Murni yaitu program linier yang menghendaki semua variabel keputusan harus merupakan bilangan bulat non-negatif.

2. Program Integer Campuran *(Mixed Integer Programming*)

   Program Integer Campuranyaitu program linier yang menghendaki beberapa, tetapi tidak semua variabel keputusan harus merupakan bilangan bulat non-negatif.

3. Program Integer Biner *(Zero One Integer Programming)*

   Program Integer Biner yaitu program linier yang menghendaki semua variabel keputusan harus bernilai 0 dan 1.

Bentuk umum dari masalah Program Integer Murni adalah sebagai berikut (Susanta, 1994):

$$\text{Menentukan } X_j, j = 1, 2, \ldots, n \tag{2.17}$$

$$\text{Maximize or Minimize} : Z = \sum_{j=1}^{n} CjXj \tag{2.18}$$

Kendala:

$$\sum a_j x_j \begin{matrix} \geq \\ = \\ \leq \end{matrix} b, \text{di mana } x_j \geq 0 \text{ dan } x_j \in \text{bilangan bulat} \tag{2.19}$$

di mana :

Z = fungsi sasaran atau fungsi tujuan

x_j= variabel keputusan c_j= koefisien fungsi tujuan

a_j= koefisien kendala

b = nilai ruas kanan.

Bentuk (2.1) di atas merupakan bentuk umum dari Program Integer Murni. Jika dari bentuk (2.1) di atas x_j bilangan bulat, untuk j= 1,2,...,k dengan $k \leq n$, maka dinamakan bentuk umum dari Program Integer Campuran (Mixed Integer Programming). Program Integer Campuran merupakan Program Integer tapi variabel keputusannya tidak semua merupakan bilangan bulat ada variabel keputusan yang bernilai pecahan. (Yamit, 1997).

Sedangkan, Bentuk umum dari masalah Program Integer Biner adalah sebagai berikut:

$$\text{Maximize or Minimze} : Z = \sum_{j=1}^{n} CjXj \tag{2.20}$$

Kendala:

$$\sum_{j=1}^{n} a_j x_j \begin{matrix} \geq \\ = \\ \leq \end{matrix} b, \tag{2.21}$$

$$j = 1, 2, \ldots, n \tag{2.22}$$

$$X_j \geq 0 \text{ dan } X_j \geq \in \{0,1\} \tag{2.23}$$

Semua persoalan Program Integer mempunyai empat sifat umum yaitu, sebagai berikut (Susanta, 1994) :

1. Fungsi Tujuan (Objective Function)

Persoalan Program Integer bertujuan untuk memaksimumkan atau meminimumkan pada umumnya berupa laba atau biaya sebagai hasil yang optimal.

2. Kendala atau Batasan *(Constraints)*

Kendala berfungsi untuk membatasi tingkat sampai di mana sasaran dapat dicapai. Oleh karena itu, untuk memaksimumkan atau meminimumkan suatu kuantitas fungsi tujuan bergantung kepada sumber daya yang jumlahnya terbatas. Tujuan dan batasan dalam permasalahan Program Integer harus dinyatakan dalam hubungan dengan pertidaksamaan atau persamaan linier.

3. Variabel Keputusan *(Decision Variable)*

Variabel keputusan merupakan aspek dalam model yang dapat dikendalikan. Nilai variabel keputusan merupakan alternatif yang mungkin dari fungsi linier

2.8 Distribusi Frekuensi

Distribusi Frekuensi adalah penyusunan data dalam bentuk kelompok mulai dari yang terkecil sampai yang terbesar berdasarkan kelas-kelas interval dan kategori tertentu (Hasibuan, Supardi, & Syah, 2009). Manfaat penyajian data dalam bentuk distribusi frekuensi adalah untuk menyederhanakan penyajian data sehingga menjadi lebih mudah untuk dibaca dan dipahami sebagai bahan informasi. Tabel distribusi frekuensi disusun bila jumlah data yang akan disajikan cukup banyak, sehingga apabila disajikan dengan menggunakan tabel biasa menjadi tidak efektif dan efisien serta kurang komunikatif.

2.8.1 Bagian-bagian pada Distribusi Frekuensi

Beberapa bagian yang harus diperhatikan pada distribusi frekuensi antara lain:

1. Interval Kelas

Kelas merupakan kelompok-kelompok nilai atau variabel. Jumlah kelas menunjukkan jumlah kelompok nilai/variabel dari data yang diobservasi. Dalam menentukan jumlah kelas interval terdapat 3 pedoman sebagai berikut:

a. Ditentukan berdasarkan pengalaman

Pada umumnya jumlah kelas interval yang dipergunakan dalam penyusunan Tabel Distribusi Frekuensi berkisar antara 6-15 kelas. Makin banyak data, maka makin banyak pula jumlah kelas intervalnya, tetapi jumlah yang paling banyak atau maksimal adalah 15 kelas interval dalam satu tabel distribusi frekuensi.

b. Ditentukan dengan menentukan membaca grafik jumlah interval kelas

Dengan menggunakan Grafik yang menunjukkan hubungan antara banyaknya data (n) dengan jumlah kelas interval yang diperlukan, maka penentuan jumlah kelas interval akan

lebih cepat. Di mana dalam grafik tersebut, Garis Vertikal menunjukkan Jumlah Kelas Interval dan Garis Horisontal menunjukkan Jumlah Data Observasi. Misalnya, bila jumlah data yang diobservasi 200, maka berdasarkan Tabel, Jumlah Kelas Intervanya sekitar 12.

c. Ditentukan dengan Rumus Struges

Jumlah Interval Kelas Interval juga dapat dihitung dengan menggunakan rumus Sturges sebagai berikut:

$$k = 1 + 3.3 \log n \tag{2.24}$$

di mana

k = jumlah kelas interval

n = jumlah data observasi

2. Batas Kelas

Batas kelas merupakan nilai-nilai yang membatasi antara kelas yang satu dengan kelas berikutnya. Batas kelas terdiri atas 2 macam, yaitu:

a. Batas Kelas Bawah *(Lower Class Limit)*

Batas kelas bawah adalah nilai atau angka yang terdapat pada bagian sebelah kiri dari setiap kelas.

b. Batas Kelas Atas *(Upper Class Limit)*

Batas kelas atas adalah nilai atau angka yang berada pada bagian sebelah kanan dari setiap kelas.

c. Rentang Data *(Range)*

Rentang data adalah selisih antara data tertinggi dengsan data terendah (Data terbesar dikurangi data terkecil)

d. Panjang Interval Kelas *(Interval Size)*

Panjang interval kelas adalah jarak antara tepi kelas atas dengan tepi kelas bawah. Dapat dihitung dengan cara membagi rentang data dengan jumlah kelas. Sehingga

e. Frekuensi Kelas (Class Frequency)

Frekuensi kelas adalah banyaknya jumlah data yang terdapat pada kelas tertentu.

2.8.2 Teknik Menyusun Tabel Distribusi Frekuensi

Untuk membuat sebuah Tabel Distribusi Frekuensi, dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengurutkan data mulai dari yang terkecil sampai yang terbesar.
2. Menghitung Rentang/*Range* (R), yaitu Data terbesar dikurangi dengan Data terkecil.
3. Menentukan jumlah kelas, dengan menggunakan rumus Sturges: K = 1 + 3,3. log n
4. Menghitung Panjang Kelas atau Interval
5. Membuat tabel distribusi frekuensi yang terdiri atas kolom interval kelas dan frekuensi.

2.9 Distribusi Binomial

Distribusi peluang binomial adalah distribusi yang mempunyai dua macam kategori yaitu sukses dan gagal. Percobaan dalam distribusi ini dilakukan secara berulang – ulang sebanyak n kali dengan peluang sukses p untuk setiap percobaan dan q untuk peluang gagal, percobaan ini bersifat independent (Lucia, 2003).

Sebuah variabel acak X disebut variabel acak binomial jika mewakili jumlah total sukses dalam n percobaan Bernoulli. Fungsi densitas probabilitas X didefinisikan sebagai berikut (Sahoo, 2013):

$$f(x) = P\ (X = x) \tag{2.25}$$

Jadi, untuk menemukan fungsi densitas probabilitas X kita harus menemukan probabilitas dari x keberhasilan dalam n percobaan independen. Jika kita memiliki x keberhasilan dalam n percobaan, maka probabilitas dari masing-masing *tuple* n dengan x keberhasilan dan (n – x) adalah:

$$p^x\ (1\ -\ p)^{n-x} \tag{2.26}$$

Namun ada tuple $\binom{n}{x}$ dengan x keberhasilan dan n – x kegagalan dalam n percobaan. Sehingga,

$$P\ (X = x) =\ \binom{n}{x} p^x\ (1\ -\ p)^{n-x} \tag{2.27}$$

Maka, fungsi kepadatan probabilitass X adalah:

$$P\ (X = x) =\ \binom{n}{x} p^x\ (1\ -\ p)^{n-x}, \qquad x = 0, 1, \dots, n \tag{2.28}$$

di mana:

X = Variabel random independent

x = banyak percobaan (0, 1, …, n)

n = percobaan ke- n

p = peluang berhasil.

2.10 Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo adalah suatu metode untuk mengevaluasi suatu model deterministik yang melibatkan bilangan acak sebagai salah satu input. Metode ini sering digunakan jika model yang digunakan cukup kompleks, non linear atau melibatkan lebih dari sepasang parameter tidak pasti. Sebuah simulasi Monte Carlo dapat melibatkan 10.000 evaluasi atas sebuah model, suatu pekerjaan di masa lalu hanya bisa dikerjakan oleh sebuah software komputer.

Suatu model memerlukan parameter input dan beberapa persamaan yang digunakan untuk menghasilkan output (atau variabel respon). Dengan menggunakan parameter input berupa bilangan random, maka dapat mengubah suatu model deterministik menjadi model stokastik, di mana model deterministik merupakan suatu model pendekatan yang diketahui dengan pasti sedangkan model stokastik tidak pasti. Simulasi Monte Carlo adalah metode untuk menganalisa perambatan ketidakpastian, di mana tujuannya adalah untuk menentukan bagaimana variasi random atau error mempengaruhi sensitivitas, performa atau reliabilitas dari sistem yang sedang dimodelkan. Simulasi Monte Carlo digolongkan sebagai metode sampling karena input dibangkitkan secara random dari suatu distribusi probabilitas untuk proses sampling dari suatu populasi nyata. Oleh karena itu, suatu model harus memilih suatu distribusi input yang paling mendekati data yang dimiliki (Rubinstein, 1981).

2.11 Biaya Transportasi Laut

Teori biaya transportasi laut digunakan untuk menghitung besarnya biaya-biaya yang timbul akibat pengoperasian kapal desalinasi air laut. Pengoperasian kapal serta bangunan apung laut lainnya membutuhkan biaya yang biasa disebut dengan biaya berlayar kapal *(shipping cost)* (Stopford, 1997). Secara umum biaya tersebut meliputi biaya modal, biaya operasional, biaya pelayaran dan biaya bongkar muat. Biaya-biaya ini perlu diklasifikasikan dan dihitung agar dapat memperkirakan tingkat kebutuhan pembiayaan kapal desalinasi air laut untuk kurun waktu tertentu (umur ekonomis kapal tersebut).

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

1. Biaya modal *(Capital Cost)*
2. Biaya operasional *(Operating Cost)*
3. Biaya pelayaran *(Voyage Cost)*
4. Biaya bongkar muat *(Cargo Handling Cost)*

Sehingga, biaya total dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$TC = CC + OC + VC + CHC \tag{2.29}$$

Dalam beberapa kasus perencanaan transportasi menggunakan kapal sewa (charter ship), biaya modal (*Capital Cost)* dan biaya operasional *(Operating Cost)* diwakili oleh biaya sewa *(Charter Hire).* Sehingga, persamaan total biaya menjadi:

$$TC = TCH + VC + CHC \tag{2.30}$$

Berikut adalah penjelasan untuk masing-masing komponen biaya kapal:

1. Biaya Modal ***(****Capital Cost****)***

Capital Cost adalah biaya yang dikeluarkan untuk pembangunan kapal (belum memperhitungkan laba, inflasi selama masa pembangunan, dll.) Capital Cost biasanya ditanggung oleh galangan kapal yang dipercaya oleh owner untuk memproduksi kapal pesanannya.

2. Biaya Operasional *(Operating Cost)*

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

3. Biaya Pelayaran *(Voyage Cost)*

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

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

Tujuan dari kapal niaga adalah memindahkan muatan dari pelabuhan yang berbeda. Untuk mewujudkan hal tersebut, muatan harus dipindahkan dari kapal ke dermaga ataupun sebaliknya, atau dari kapal ke kapal atau tongkang. Biaya yang harus dikeluarkan untuk memindahkan itulah yang dikategorikan sebagai biaya bongkar muat. Biaya bongkar muat ditentukan oleh beberapa faktor, seperti jenis komoditi (minyak, bahan kimia, semen, gandum, hasil hutan, peti kemas),

jumlah muatan, jenis kapal, dan karakteristik dari terminal dan pelabuhan. Proses bongkar muat kapal di terminal dilakukan oleh perusahaan bongkar muat atau oleh penerima atau pengirim muatan. Adapun kegiatan yang dilakukan dalam kegiatan bongkar muat pada umumnya berupa *stevedoring, cargodoring, receiving/delivery.*

2.12 Perhitungan Teknis Kapal *High Speed Craft (HSC)*

Kapal *High Speed Craft* adalah kapal yang dapat bergerak dengan kecepatan tinggi atau kecepatan maksimum. Ketika kapal mencapai kecepatan maksimum, kapal tersebut berada pada kondisi *planing*. Kapal *planing* merupakan salah satu jenis kapal yang mempunyai tingkat efisiensi yang baik sebagai kapal cepat. Kapal ini bergantung pada kecepatan yang mengangkat sebagian lambungnya keluar dari air (*hydrodynamic support*). Kecilnya badan kapal yang bersentuhan dengan air mengakibatkan jumlah tahanan air yang ditanggung kapal juga kecil. Bentuk badan kapal dirancang mengikuti hukum *hydrodynamic* (Savitsky, Hydrodynamic Design of Planning Hulls, 1964).

2.12.1 Karakteristik Kapal *High Speed Craft (HSC)*

1. Froude Number

Bilangan Froude adalah sebuah bilangan non-dimensional yang digunakan untuk mengukur hambatan dari sebuah benda yang bergerak di permukaan air. Bilangan Froude dinamakan sesuai dengan penemunya, William Froude.

Sebuah kapal untuk mencapai fase *planing* itu dapat ditandai dengan kondisi di mana hampir seluruh berat kapal disangga oleh gaya angkat hidrodinamik dan hanya sebagian kecil berat kapal yang bertumpu pada gaya hidrostatik yang juga kecil. Kapal *High Speed Craft* memiliki *Froude Number Lwl* > 1.2 (Napitupulu, 2011). Bilangan Froude Number Lwl dapat diformulasikan sebagai berikut (Lewis, 1988):

$$Fn = \frac{v}{\sqrt{g * lwl}} \tag{2.31}$$

di mana :

Fn = Bilangan Froude

V = Kecepatan Kapal (m/s)

g = Percepatan Grafitasi (9,81 m/s2)

lwl = Panjang garis air (m).

Model Savitsky (awalnya berasal hanya untuk lambung prismatik) diperbaiki beberapa kali oleh Blount dan Fox pada tahun 1976 dan oleh Savitsky pada tahun 2006 dan 2012. Perbaikan tersebut terutama ditujukan untuk rezim perencanaan murni, yaitu di mana nilai Froude Number

Volume bernilai lebih dari 3 (Radojcic, Zgradic, Kalajdzic, & Simic, 2014). Bilangan Froude Number Volume dapat diformulasikan sebagai berikut (Lewis, 1988):

$$Fn\nabla = \sqrt{\frac{v}{g * \nabla^{1/3}}} \tag{2.32}$$

di mana :

$Fn\nabla$ = Bilangan Froude Volume

v = Kecepatan Kapal (m/s)

∇ = Displasemen Volume (m^3).

2. Koefisien Kecepatan

Suatu kapal cepat akan memiliki gaya angkat dinamik yang akan menghasilkan kenaikan yang signifikan pada pusat grafitasi, trim, dan semakin meningginya haluan, di mana nilai koefesien kecepatannya lebih dari 1,5 (Cv > 1,5) (Endro, 2014). Koefisien Kecepatan dapat diformulasikan sebagai berikut (Lewis, 1988):

$$Cv = \frac{v}{\sqrt{g * b}} \tag{2.33}$$

di mana :

Cv = Koefisien Kecepatan

v = Kecepatan Kapal (m/s)

b = Maximum Beam on waterline (m).

3. Speed Length Ratio (SLR)

Speed Length Ratio adalah rasio antara kecepatan dan panjang operational (SLR). Nilai SLR untuk kapal cepat dalam kondisi *planing* adalah lebih dari tiga (SLR > 3). *Speed Length Ratio (SLR)* dapat diformulasikan sebagai berikut (Savitsky, Hydrodynamic Design of Planning Hulls, 1964):

$$SLR = \frac{v}{\sqrt{lwl}} \tag{2.34}$$

di mana :

SLR = Speed Lenght Ratio

2.12.2 Perhitungan Koefisien

Perhitungan koefisien terdiri atas perhitungan koefisien blok, *froude number, froude number volume,* koefisien *waterplane,* koefisien *midship,* koefisien prismatik, *displacement,* dan *displacement* volume.

1. Koefisien Blok

Koefisien blok untuk *High Speed Craft* diasumsikan sebesar 0,43. Nilai koefisien blok tersebut digunakan karena *waterline* akan menjadi konsisten. (Savitsky, On the Subject of High-Speed Monohull, 2003)

2. Froude Number

Froude number didapatkan melalui Persamaan 2.31

3. Koefisien Midship

Koefisien midship didapatkan melalui rumus:

$$Cm = 1 + (1 - Cb)^{3.5})^{-1} \tag{2.35}$$

di mana:

CM = Koefisien Midship

CB = Koefisien Blok

4. Koefisien *Waterplane*

Koefisien *waterplane* didapatkan melalui rumus:

$$Cwp = CB^{0.5} - 0.025 \tag{2.36}$$

di mana:

CWP = Koefisien *Waterpane*

5. Koefisien Prismatik

Koefisien prismatik didapatkan melalui rumus:

$$Cp = Cb/Cm \tag{2.37}$$

di mana:

CP = Koefisien Prismatik

6. *Longitudinal Center of Bouyancy*

Longitudinal Center of Bouyancy didapatkan melalui rumus:

$$LCB = -13.5 + 19.4\ Cp \tag{2.38}$$

di mana:

LCB = *Longitudinal Center of Bouyancy*

7. Displacement

Displacement didapatkan melalui rumus:

$$\Delta = LWL\ x\ B\ x\ T\ x\ CB \tag{2.39}$$

di mana:

Δ = Displacement (Ton)

8. Volume Displacement

Volume *Displacement* didapatkan melalui rumus:

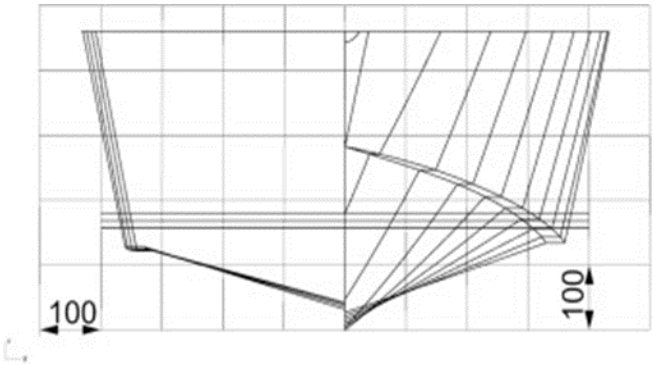
$$\nabla = LWL\ x\ B\ x\ T\ x\ CB\ x\ \rho \tag{2.40}$$

di mana:

ρ = Massa jenis air laut (1,025 Ton/m^3)

2.12.3 Rasio Dimensi *High Speed Craft*

(Clement & Blount, 1963) melakukan percobaan terkait model dari *planning hull*. Bentuk rencana garis dari *planning hull* seri 62 tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.7. Bentuk tersebut



Sumber: (Clement & Blount, 1963)

Gambar 2.7 Bentuk Lambung Seri 62

didapatkan dari analisis sebelumnya, termasuk fitur yang diinginkan untuk kualitas pengemudian yang baik dan performa yang baik pada air yang kasar. Hasil perobaan menunjukkan bahwa desain ini memiliki hambatan yang lebih sedikit dari desain konvesional lainnya. Berdasarkan percobaan tersebut, jangkauan dari parameter yang didapatkan adalah:

$$4{,}0 \leq Ap/\nabla^{\frac{2}{3}} \leq 8{,}25 \tag{2.41}$$

$$2{,}0 \leq Lp/B_{PX} \leq 7{,}0 \tag{2.42}$$

$$2{,}36 \leq Lp/B_{PA} \leq 8{,}56 \tag{2.43}$$

di mana:

Ap = Luas area *planning*

B_{PX} = *Chine beam* maksimum

B_{PA} = *Chine beam* rata-rata.

Sementara itu, menurut (Erlangga & Aryawan, 2018), batasan rasio ukuran utama kapal cepat adalah sebagai berikut:

$$2{,}52 \leq Lpp/B \leq 18{,}26 \tag{2.44}$$

$$1{,}7 \leq B/T \leq 9{,}8 \tag{2.45}$$

$$10 \leq Lpp/T \leq 30 \tag{2.46}$$

$$3{,}07 \leq Lpp/\nabla^{\frac{1}{3}} \leq 12{,}4 \tag{2.47}$$

$$Lpp/16 \leq H \tag{2.48}$$

di mana:

Lpp = *Length of Perpendicular*

B = Lebar kapal

T = Sarat kapal

∇ = *Volume Displacement*.

2.12.4 Perhitungan Hambatan *High Speed Craft*

Apabila dilihat dari desainnya, kapal cepat memiliki sudut *deadrise (angle of deadrise)*. Sehingga, sudut trim memiliki fungsi yang serupa dengan sudut *deadrise* pada teori hidrodinamik. Apabila gaya angkat menurun secara linear, maka sudut *deadrise* angkat meningkat. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa sudut deadrise memiliki hubungan langsung dengan gaya angkat (Endro, 2014). Metode yang digunakan dalam perhitungan hambatan kapal jenis *planning hull* adalah metode Savitsky. Tahap perhitungan hambatan dengan metode Savitsky adalah sebagai berikut:

1. Menghitung Koefisien Angkat

Perhitungan koefisien angkat dapat diformulasikan dengan formulasi berikut:

$$Clo = \frac{\Delta}{\frac{\rho}{2} * v^2 * b^2} \tag{2.49}$$

di mana :

Clo = Koefisien Angkat *(Lift Coeficient)*

p = Massa Jenis Air Laut (Slug/Cu.Ft)

V = Kecepatan Kapal (ft/sec)

b = Maximum Beam on waterline (ft)

Δ = Displasemen (lb).

2. Menghitung Bilangan Reynold

Selanjutnya, Savitsky melakukan perhitungan pendekatan untuk mengetahui nilai Bilangan *Reynold* dengan rumus sebagai berikut:

$$Rnb = \frac{v * \lambda * b}{\upsilon} \tag{2.50}$$

di mana:

Rnb = Bilangan Reynold

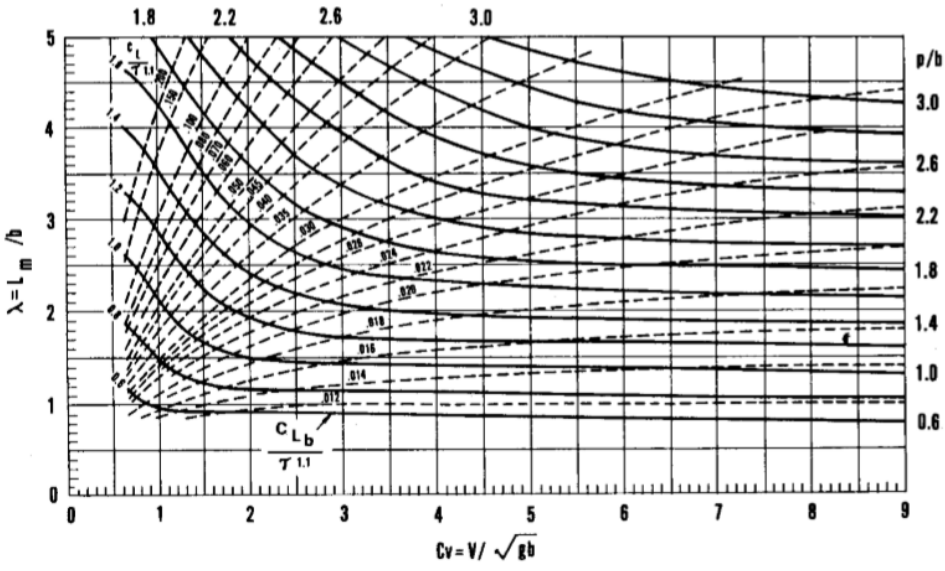
λ = Nilai rata-rata perbandingan antara panjang & lebar pada area basah

b = Maximum Beam on waterline (m)

v = Kecepatan Kapal (m/s)

υ = Viskositas Air laut (m^2/s).

Sebelumnya, nilai λ yang merupakan nilai rata rata perbandingan antara panjang dan lebar pada area basah kapal. Savitsky mengasumsikan bentuk lambung kapal bersifat prismatik. Untuk



Sumber: (Lewis, 1988)

Gambar 2.8 Grafik Equilibrium Planning

mengetahui besarnya sudut trim (τ) dan nilai λ yang bekerja pada kapal, digunakanlah grafik equilibrium Planning. Grafik *equilibrium planning* dapat dilihat pada Gambar 2.8.

3. Menghitung Koefisien Gesek

Kemudian, perhitungan koefisien gesek pun dilakukan dengan rumus berikut:

$$C_F = \frac{1}{(3{,}5 \log Rn - 5{,}96)^2} \tag{2.51}$$

di mana:

CF = *Koefisien tahanan gesek*

4. Menghitung Tahanan Total

Setelah mendapatkan nilai dari koefisien gesek, perhitungan hambatan total pun dapat dilakukan. Hambatan total dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$R_T = \Delta Tan\tau + \frac{{}^{1}/_{2} * \rho * v^2 * \lambda * b^2 * Cf}{cos\tau * cos\beta} \tag{2.52}$$

di mana :

RT = Hambatan Total (KN)

Setelah didapatkannya nilai hambatan total, nilai tersebut ditambahkan dengan faktor daerah pelayaran *(sea margin).* Untuk daerah Asia Timur, nilai *sea margin* berkisar antara 15% - 18% (Endro, 2014).

2.12.5 Perhitungan Kebutuhan Daya Mesin

Perhitungan kebutuhan daya mesin dilakukan untuk menentukan kebutuhan daya mesin utama dan mesin bantu.

1. Perhitungan Kebutuhan Daya Mesin Utama

Dalam perhitungan daya mesin, Savitsky mengasumsikan komponen-komponen seperti: thrust deduction, wake fraction, open-water propeller efficiency, dan propeller relative rotative efficiency menjadi Overall Propulsive Coefficients (OPC) dengan nilai 0.6 (Savitsky, Hydrodynamic Design of Planning Hulls, 1964). Selanjutnya, Savitsky merumuskan perhitungan daya dorong efektif atau Effective Horse Power (EHP) sebagai berikut:

$$EHP = \frac{RT * vk * 1{,}69}{550} \tag{2.53}$$

di mana :

EHP = Daya Dorong Efektif (HP)

RT = Hambatan Total (lbs)

vk = Kecepatan Kapal (knots).

Setelah didapatkan daya dorong efektif, Savitsky kemudian membaginya dengan nilai *Overall Propulsive Coefficients (OPC)* yang diasumsikan sebesar 0,6. Kemudian, didapatkan daya total melalui perhitungan dengan rumus sebagai berikut:

$$BHP = \frac{EHP}{OPC} \tag{2.54}$$

di mana :

BHP = *Brake Horse Power* (HP)

OPC = *Overall Propulsive Coefficients* (0,6).

2. Perhitungan Kebutuhan Daya Mesin Bantu

Dalam menentukan kebutuhan daya mesin bantu, kebutuhan arus listrik kapal harus diketahui terlebih dahulu. Setelah kebutuhan arus lisrik kapal diketahui, langkah selanjutnya adalah menghitung kebutuhan kapasitas genset kapal. Perhitungan kapasitas genset dapat dilakukan dengan persamaan berikut:

$$S = \frac{I * V}{1.000} \tag{2.55}$$

di mana:

S = Kapasitas Genset (kVA)

I = Arus listrik (A)

V = Tegangan listrik (V).

Setelah itu, kapasitas genset dikonversikan satuannya menjadi Kilowatt. Dalam mengkonversikan satuan kVA menjadi kW, kapasitas genset dalam kVA dikalikan dengan faktor daya sebesar 0,8.

$$S(kW) = S(kVA)\ x\ 0{,}8 \tag{2.56}$$

Selain itu, adanya faktor efisiensi juga perlu diperhitungkan. Dalam perhitungan ini, faktor efisiensi yang digunakan adalah sebesar 15%. Sehingga, kapasitas genset yang dibutuhkan oleh kapal ambulans ini adalah:

$$S_2 = S + (S\ x\ 15\%) \tag{2.57}$$

di mana:

S_2 = Kapasitas genset setelah dikalikan dengan faktor efisiensi (kW)

2.12.6 Perhitungan *Lightweight (LWT)*

Komponen LWT terdiri atas berat permesinan, berat baja, dan berat perlengkapan dan *outfitting*. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa LWT adalah berat kapal kosong tanpa muatan atau *consumable*.

1. Berat Permesinan

   Berat permesinan terdiri dari berat unit propulsi dan kelistrikan.

   a. Berat Unit Propulsi

      Berat unit propulsi merupakan berat dari mesin *outboard* yang digunakan oleh kapal ambulans.

   b. Electrical Unit

      Komponen berat *electrical unit* merupakan berat genset atau mesin yang digunakan oleh kapal ambulans.

2. Berat Baja Kapal

   Dalam menghitung berat baja lambung kapal, ada beberapa hal yang harus dihitung terlebih dahulu, di antaranya:

   a. Faktor Material

      Faktor material dihitung dengan persamaan:

$$k = \frac{635}{Rp0{,}2 + Rm} \tag{2.58}$$

di mana:

Rp = *Yeld strength* (N/mm^2)

Rm = *Tensile strength* (N/ mm^2).

Nilai Rp dan Rm dari aluminium alloy dapat dilihat pada Tabel 2.8.

b. Menghitung Tebal Pelat

Perhitungan tebal pelat mengacu pada (Biro Klasifikasi Indonesia, 2013). Pelat yang harus diukur tebalnya adalah pelat lambung, pelat geladak, dan pelat superstructure. Dalam menentukan tebal pelat, langkah yang pertama dilakukan adalah menghitung *Hull Loadings Shell Bottom* (P_{DBM}). *Hull Loadings Shell Bottom* untuk kapal motor dapat dihitung dengan rumus:

$$P_{DBM} = 2{,}7 * LPP + 3{,}29 \tag{2.59}$$

di mana:

P_{DBM} = Hull loadings shell bottom (m).

Perhitungan tebal pelat untuk masing-masing bagian kapal adalah dilakukan sebagai berikut:

Tabel 2.8 Sifat Aluminium Alloy

Alloying Number	Material Condition	Yeld Strength Rp0,2 [N/mm^2]	Tensile Strength Rm [N/mm^2]	Thickness [mm]	Elongation [%] A_{50mm}	A
KI AW-5059	H112	200	≤ 330	3 ≤ t ≤ 150	-	10
KI AW-5083	O/H111	110	270-350	t ≤ 12,5	10	-
	H112	125	> 270	t > 12,5	-	12
KI AW-5086	O/H111	95	240 - 320	t ≤ 12,5	15	-
	H112	95	240 - 320	t > 12,5	-	18
KI AW-5853	O/H111	145	≥ 290	3 ≤ t ≤ 50	-	17
	H112	190	≥ 310	3 ≤ t ≤ 50	-	13
KI AW-6005	T5/T6	215	≥ 260	t ≤ 12,5	8	-
		215	≥ 260	t > 12,5	-	6
KI AW-6061	T5/T6	240	≥ 260	t ≤ 12,5	10	-
		240	≥ 260	t > 12,5	-	8
KI AW-6082	T5/T6	260	≥ 310	t ≤ 12,5	10	-
		260	≥ 311	t > 12,5	-	8

Sumber: (Ramadhan & Aryawan, 2017)

1) Lambung

Tebal pelat lambung diasumsikan sama dengan tebal pelat *bottom*. Langkah-langkah menentukan tebal pelat untuk bagian *bottom* adalah sebagai berikut:

i. Menghitung Faktor Koreksi Kecepatan (F_{VB})

Faktor Koreksi Kecepatan *shell bottom* (F_{VB}) harus lebih besar sama dengan 1.

$$F_{VB} = 0{,}34 * \sqrt{\frac{V}{\sqrt{LWL}} + 0{,}355} \geq 1 \tag{2.60}$$

di mana:

F_{VB} = Faktor koreksi kecepatan *shell bottom*

V = Kecepatan kapal (knot)

LWL = Panjang garis air kapal (m).

ii. Menghitung Ketebalan Pelat Lambung

Ketebalan pelat lambung/*shell bottom* dapat dihitung dengan rumus:

$$t = 1{,}62 * a * F_{VB} * \sqrt{P_{DBM} * k} \tag{2.61}$$

di mana:

t = Tebal pelat (mm)

2) Geladak

Tebal pelat geladak diasumsikan sama dengan tebal pelat *side*. Langkah-langkah menentukan tebal pelat untuk bagian *side* adalah sebagai berikut:

i. Menghitung Faktor Koreksi Kecepatan *Shell Side* (F_{VS})

Faktor koreksi kecepatan *shell side* harus lebih besar dari 1. Faktor koreksi kecepatan *shell side* dapat dihitung dengan rumus:

$$F_{VS} = \left(0{,}024 * \frac{V}{\sqrt{LWL}} + 0{,}91\right) + (1{,}018 - 0{,}0024 * L) \geq 1 \tag{2.62}$$

di mana:

F_{VS} = Faktor koreksi kecepatan *shell side*

L = Panjang kapal (m).

ii. Menghitung Ketebalan Pelat Geladak

Ketebalan pelat geladak/*shell side* dapat dihitung dengan persamaan:

$$t = 1{,}62 * a * F_{VS} * \sqrt{P_{DBM} * k} \tag{2.63}$$

3) Superstructure

Tebal pelat *superstructure* diasumsikan sama dengan ketebalan pelat minimum. Ketebalan minimum dapat dihitung dengan persamaan:

$$t = 0{,}9 * \sqrt{LPP * k} \tag{2.64}$$

c. Menghitung Berat Baja Total

Dalam perhitungan berat baja total, perhitungan volume *superstructure* dan *structural weight* perlu dilakukan. Berikut adalah penjelasan dari perhitungan tersebut:

1) Perhitungan Volume *Superstructure*

Dalam menghitung volume *superstructure* atau volume *deckhouse*, rumus yang digunakan adalah:

$$V_{DA} = L_{D2} * B_{D2} * h_{D2} \tag{2.65}$$

di mana:

V_{DA} = Volume *deck douse* (m)

L_{D2} = Panjang *deck house* (m)

B_{D2} = Lebar *deck house* (m)

h_{D2} = Tinggi *deck house* (m).

2) Perhitungan Berat Struktur

Perhitungan berat struktur kapal dilakukan sebagai berikut:

i. Perhitungan Tinggi Kapal Setelah Koreksi (DA)

Perhitungan tinggi kapal setelah koreksi volume *superstructure* (DA) dapat dihitung dengan persamaan:

$$DA = H + \frac{V_{DA}}{Lpp * B} \tag{2.66}$$

di mana:

DA = Tinggi kapal setelah koreksi (m).

ii. Perhitungan U

Perhitungan nilai U dilakukan dengan persamaan:

$$U = log \frac{\Delta}{100} \tag{2.67}$$

di mana:

U = koefisien

Δ = Displacement (Ton).

iii. Perhitungan Cs

Perhitungan Cs dilakukan dengan persamaan:

$$C_{SO} + 0.06 \cdot e^{-(0.5 \cdot U + 0.1 \cdot U^{2.45})} \tag{2.68}$$

di mana:

C_{SO} = Koefisien.

iv. Perhitungan Berat Struktur

Perhitungan Berat Struktur dilakukan dengan persamaan:

$$W_{ST} = Lpp * B * DA * Cs \tag{2.69}$$

di mana:

W_{ST} = Berat struktur (Ton)

3. Perhitungan Berat Perlengkapan dan *Outfitting*

Berat perlengkapan dan *outfitting* terdiri atas berat *furniture* kapal, perlengkapan medis, perlengkapan keselamatan, peralatan tambat, dan lain-lain.

2.12.7 Perhitungan *Deadweight (DWT)*

Komponen *Deadweight* terdiri atas bahan bakar mesin induk, bahan bakar mesin bantu, penumpang, air tawar, dan barang bawaan. Berikut adalah penjelasan untuk masing-masing komponen tersebut:

1. Bahan Bakar Mesin Induk

Volume bahan bakar yang dibutuhkan mesin induk dihitung dengan persamaan:

$$W_{FO} = VT * FOC * Margin * \rho * \frac{1}{1000} \tag{2.70}$$

di mana:

W_{FO} = Berat BBM mesin induk (Ton)

VT = Waktu Pelayaran (Jam)

FOC = Konsumsi BBM mesin induk (liter/jam)

ρ = Massa jenis (Ton/m^3).

2. Bahan Bakar Mesin Bantu/Generator

Volume bahan bakar yang dibutuhkan mesin bantu dihitung dengan persamaan:

$$W_{DO} = VT * FOC * Margin * \rho * \frac{1}{1000} \tag{2.71}$$

di mana:

W_{FO} = Berat BBM mesin bantu (Ton).

3. Penumpang

Berat satu orang penumpang diasumsikan seberat 80 kg. Sehingga total berat penumpang dapat dihitung dengan persamaan:

$$W_P = \frac{n * 80}{1000} \tag{2.72}$$

di mana:

W_P = Berat penumpang (Ton)

n = Jumlah penumpang (orang).

4. *Fresh Water*

Berat air tawar diasumsikan seberat 0,17 ton per penumpang per hari. Berat air tawar total dihitung dengan persamaan berikut:

$$W_{FW} = n * 0{,}17 * \frac{VT}{24} \tag{2.73}$$

Di mana:

W_{FW} = Berat Air Tawar (Ton).

5. Barang Bawaan

Berat barang bawaan setiap penumpang diasumsikan seberat 15kg per penumpang. Berat barang bawaan total dihitung dengan persamaan berikut:

$$W_{BB} = \frac{n * 15}{1000} \tag{2.74}$$

di mana:

W_{BB} = Berat Barang Bawaan (Ton).

2.12.8 Perhitungan *Freeboard*

Perhitungan *freeboard* untuk kapal non konvensi berbendera Indonesia diatur dalam (Kementerian Perhubungan, 2009).

1. Penentuan Tipe Kapal
   a. Kapal tipe A adalah:
      1) Kapal yang didesain untuk mengangkut kargo curah cair
      2) Kapal yang memiliki kekokohan tinggi terhadap geladak terbuka
      3) Kapal yang memiliki tingkat keselamatan yang tinggi terhadap banjir
   b. Kapal tipe B adalah kapal selain tipe A.
2. Perhitungan Lambung Timbul Awal

   Perhitungan lambung timbul awal untuk kapal tipe B dilakukan dengan persamaan:

$$Fb_1 = 0{,}8 * Lpp \tag{2.75}$$

di mana:

Fb_1 = Lambung timbul awal (cm).

3. Perhitungan Koreksi Akibat Koefisien Blok

   Untuk kapal dengan koefisien blok lebih dari 0,68, maka *freeboard* harus dikoreksi dengan persamaan:

$$Fb_{koreksi} = \frac{0{,}68 + CB}{1{,}36} \tag{2.76}$$

di mana:

$Fb_{koreksi}$ = Tinggi lambung timbul setelah dikoreksi.

4. Perhitungan Koreksi *Depth*

   Apabila D lebih besar dari seperlima belas panjang kapal, maka lambung timbul harus ditambah dengan:

$$20 * (D - L/15)$$, untuk kapal dengan L<50m (2.77)

$$(0{,}1 * L + 15)(D - L/15)$$, untuk kapal dengan 50≤ $L \leq 100$m (2.78)

$$25 * (D - L/15)$$, untuk kapal dengan L> 100m (2.79)

di mana:

D = Tinggi kapal (m).

5. Penentuan Lambung Timbul Minimum

Lambung Timbul minimum Air Laut (L) untuk kapal type B adalah lambung timbul setelah dikoreksi dengan penambahan atau pengurangan. Besarnya lambung timbul tidak boleh kurang dari 15 (lima belas) cm.

2.12.9 Perhitungan Gross Tonnage

Menurut (International Maritime Organization, 1969), perhitungan Gross Tonnage kapal dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

1. Perhitungan Volume

Volume kapal terdiri dari volume di bawah geladak cuaca dan volume di ruang tertutup di atas geladak cuaca. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing komponen volume tersebut:

a. Pehitungan Volume di Bawah Geladak Cuaca (VU)

Volume di bawah geladak cuaca dapat dihitung dengan persamaan:

$$VU = \Delta * \left(1{,}25 * \frac{D}{d} - 0{,}115\right) \quad (2.80)$$

di mana:

VU = Volume di bawah geladak cuaca (m3)

d = Sarat kapal (m).

b. Perhitungan Volume Ruang Tertutup di Atas Geladak Cuaca (VH)

Volume ruang tertutup di atas geladak cuaca terdiri atas volume *superstructure*. Perhitungan volume *superstructure* dapat dilihat pada Persamaan

c. Perhitungan Volume total

Volume total merupakan volume di bawah geladak cuaca ditambah dengan volume ruang tertutup di atas geladak cuaca.

$$V = VU + VH \quad (2.81)$$

di mana:

V = Total Volume Ruang Tertutup (m^3).

2. Perhitungan Nilai Koefisien (k1)

Nilai koefisien (k1) dihitung dengan persamaan:

$$k1 = 0{,}2 + 0{,}02 * \log V \tag{2.82}$$

di mana:

$k1$ = Koefisien.

3. Perhitungan *Gross Tonnage (GT)* Kapal

Setelah nilai koefisien dan volume koefisien, *Gross Tonnage* kapal dihitung dengan persamaan:

$$GT = k1 * V \tag{2.83}$$

di mana:

GT = *Gross Tonnage* Kapal.

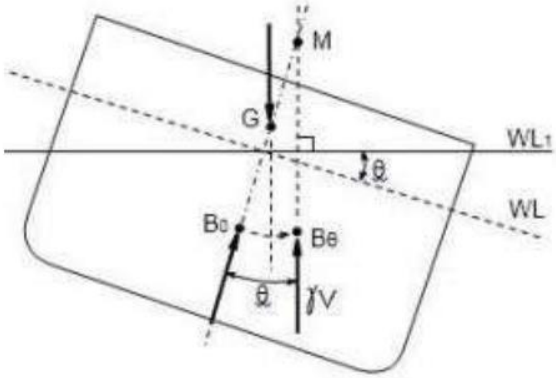
2.12.10 Perhitungan Stabilitas

Stabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan kapal untuk kembali ke keadaan semula setelah dikenai oleh gaya luar. Kemampuan tersebut dipengaruh oleh lengan dinamis (GZ) yang membentuk momen kopel yang menyeimbangkan gaya tekan ke atas dengan gaya berat. Komponen stabilitas terdiri dari GZ, KG dan GM. Dalam perhitungan stabilitas, hal yang paling penting adalah mencari harga dari lengan dinamis (GZ). Kemudian, setelah harga lengan dinamis tersebut didapatkan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengecekan dengan menggunakan ”*Intact Stability Code, IMO*” (Manning, 1956).

Pada prinsipnya keadaan stabilitas sebuah kapal terbagi menjadi tiga jenis., yaitu stabilitas positif, stabilitas netral, dan stabilitas negative. Penjelasan dari ketiga jenis stabilitas kapal tersebut adalah sebagai berikut:

1. Stabilitas Positif

Stabilitas positif adalah suatu kedaan di mana titik G kapal berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas positif sewaktu berada dalam keadaan miring akan memiliki kemampuan untuk menegak kembali.

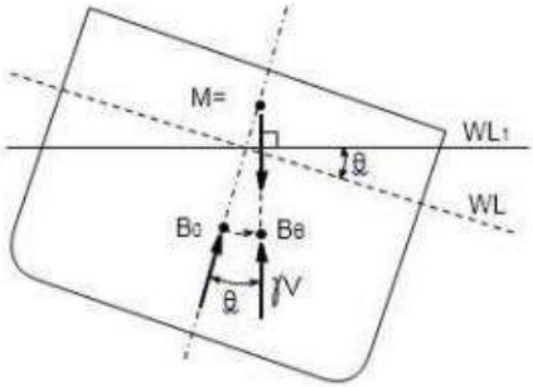


Sumber: (Manning, 1956)

Gambar 2.9 Stabilitas Positif

2. Stabilitas Netral

Stabilitas netral adalah suatu keadaan stabilitas di mana titik G-nya berhimpit dengan titik



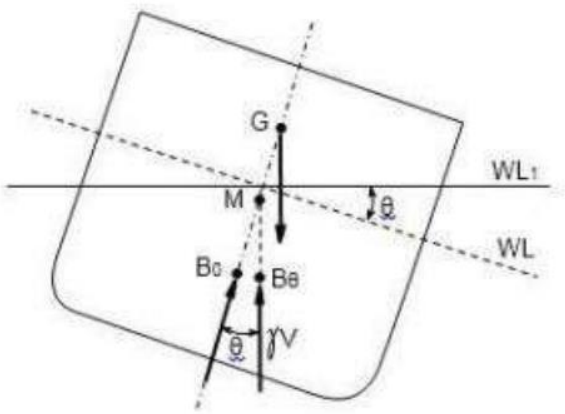
Sumber: (Manning, 1956)

Gambar 2.10 Stabilitas Netral

M. Momen penegak kapal yang memiliki stabilitas netral sama dengan nol, atau bahkan tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali sewaktu berada dalam keadaan miring. Dengan kata lain, apabila kapal berada dalam keadaan miring dan tidak memiliki MP maupun momen penerus, penyebabnya adalah titik G-nya terlalu tinggi dan berimpit dengan titik M.

3. Stabilitas Negatif

Stabilitas negative adalah suatu keadaan stabilitas di mana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga jika sebuah kapal yang memiliki stabilitas negative berada dalam keadaan miring, kapal tersebut tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali. Stabilitas negative juga dapat disebutkan sebagai suatu kondisi saat kapal miring karena adanya gaya dari luar. Hal tersebut menimbulkan sebuah momen yan dinamakan momen penerus atau *healing moment* sehingga kapal akan bertambah miring.



Sumber: (Manning, 1956)

Gambar 2.11 Stabilitas Negatif

Menurut (International Maritime Organization, 1993), terdapat 6 buah kriteria stabilitas untuk semua jenis kapal yang harus terpenuhi. Penjelasan dari keenam kriteria stabilitas adalah sebagai berikut:

1. $e_{0.30^o} \geq 0.055$ m.rad

   Luas gambar di bawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^o \geq 0{,}055$ meter rad.

2. $e_{0.40^o} \geq 0.09$ m.rad

   Luas gambar di bawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $40^o \geq 0.09$ meter rad.

3. $e_{30,40^o} \geq 0{,}03$ m.rad

   Luas gambar di bawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^o \sim 40^o \geq 0.03$ meter

4. $h_{30^o} \geq 0{,}2$ m

   Lengan penegak GZ paling sedikit 0.2 meter pada sudut oleng 30° atau lebih.

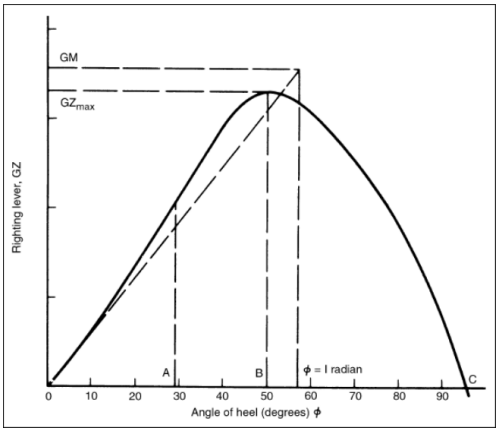
5. h_{max} pada $\phi_{max} \geq 25^o$

   Lengan penegak maksimum harus terletak pada sudut oleng lebih dari 25°

6. $GM_0 \geq 0.15$ m

   Tinggi metasenter awal GM_0 tidak boleh kurang dari 0,15 meter

   Kurva stabilitas dapat dilihat pada Gambar 2.12



Sumber: (Ship Stability - Understanding the Curves of Ship Stability, 2020)

Gambar 2.12 Kurva Stabilitas

Gambar 2.12 diplot dengan asumsi kapal dalam kondisi statis. Beberapa informasi penting yang dapat diperoleh dari kurva GZ kapal dibahas di bawah ini:

1. Jika kurva memotong titik asal, itu berarti bahwa tidak ada tuas *righting* ketika kapal tegak. Dengan kata lain, kapal memiliki stabilitas awal positif yang melekat.
2. Tuas *righting* maksimum (GZMAX), diwakili oleh titik "B" dalam grafik sebanding dengan momen *heeling* statis terbesar yang diperlukan untuk membawa kapal kembali ke posisi tegak. Nilai GZ maksimum dan sudut di mana itu terjadi adalah nilai penting. Dengan kata lain, tuas *righting* maksimum ketika dikalikan dengan perpindahan kapal, akan memberikan nilai momen *heeling* maksimum yang dapat dipertahankan kapal tanpa terbalik. Hal tersebut terjadi karena di luar sudut ini, tuas *righting* (dengan kata lain, stabilitas) kapal berkurang secara drastis.
3. Titik di mana kurva GZ memotong sumbu horizontal (ditunjukkan sebagai 'C' pada gambar), disebut *point vanishing stability*, karena tuas *righting* menjadi nol pada titik ini. Jadi, setiap sudut oleng di luar sudut ini akan menghasilkan kondisi stabilitas negatif. Jarak antara titik asal dan titik hilangnya stabilitas disebut kisaran stabilitas kapal. Dalam kasus di atas, kisaran stabilitas adalah dari 0 derajat hingga beberapa sudut di atas 90 derajat.
4. Ketika sudut oleng meningkat, tiba saatnya ketika dek kapal tenggelam. Sudut ini disebut *angle of deck immersion*, sedangkan titik pada kurva disebut titik infleksi.
5. Total area di bawah kurva stabilitas statis memberikan jumlah energi yang dapat diserap oleh kapal dari gaya oleng eksternal (angin, ombak, dll). Dengan demikian, bukan berarti jika sebuah kapal memiliki nilai GZ maksimum tinggi, kapal tersebut dianggap cukup stabil. Kurva GZ dengan nilai maksimum yang sangat tinggi mungkin tidak memiliki area

yang cukup. Akibatnya, kapal akan terbalik dengan mudah karena tidak akan mampu menyerap energi yang cukup sebelum terbalik.

2.13 Penelitian Terkait

Sub bab ini beisi penelitian-penelitian terdahulu yang juga menggunakan metode *Set Covering Problem* dalam pengerjaannya. Berikut adalah ringkasan dari penelitian-penelitian terkait Tugas Akhir ini:

1. Analisis Perencanaan Pangkalan Search and Rescue : Studi Kasus Wilayah Indonesia Barat

Penelitian berupa penentuan lokasi pangkalan optimal dengan metode *Set Covering* pernah dilakukan oleh (Maharani, 2019). Penelitian tersebut membahas tentang perencanaan pangkalan *Search and Rescue* untuk wilayah Indonesia Barat dengan menggunakan metode *Set Covering Problem* dengan jumlah kandidat pangkalan sebanyak 16 pangkalan. Ada tujuh batasan yang digunakan dalam penentuan lokasi pangkalan ini. Ketujuh batasan tersebut adalah setiap wilayah dapat dijangkau oleh minimal satu pangkalan, pangkalan terpilih dapat menjangkau semua pangkalan, jumlah korban terangkut lebih besar dari jumlah korban yang harus terpenuhi, area yang harus dijangkau harus dapat terjangkau, jarak kandidat pangkalan ke wilayah kurang dari sama dengan kemampuan jelajah kapal, kemampuan gelombang kapal lebih besar dari tinggi gelombang, dan waktu tempuh kapal ke wilayah kurang dari waktu tempuh maksimal. Penelitian ini juga dilakukan untuk menentukan jumlah kapal *Search and Rescue* yang optimal dengan menggunakan metode *Transportation Problem*. Tujuan dari penelitian ini adalah memaksimalkan kemampuan minimum tiap-tiap kelas kapal SAR yang mampu melayani luas wilayah kerja dan meminimumkan biaya operasional dan biaya investasi pembangunan pangkalan SAR.

2. Penentuan Lokasi Pangkalan Search and Rescue : Studi Kasus di Wilayah Indonesia Timur

Penelitian mengenai penentuan lokasi pangkalan SAR juga pernah dilakukan oleh (Erlangga F. Y., 2011). Penelitian ini dilakukan karena sarana kapal milik BASARNAS pada saat itu belum bisa memenuhi kebutuhan untuk menjangkau wilayah kerja SAR Indonesia bagian Timur, sehingga masih mengandalkan kapal milik TNI-AL untuk menjangkau wilayah yang belum dapat dijangkau oleh kapal SAR. Langkah pertama dalam penelitian ini adalah mengoptimalkan penugasan 23 kapal SAR ke 15 wilayah kerja SAR dengan model optimasi *Integer Linear Programming*. Variabel keputusan dalam langkah ini adalah keputusan tiap kapal akan ditugaskan ke tiap wilayah kerja SAR. Setelah itu, dilakukan pengoptimalan penugasan 27 KRI ke 8 wilayah kerja di zona laut bebas dengan metode *Integer Linear Programming*. Tujuan yang ingin diperoleh dari langkah ini adalah mencapai luasan wilayah maksimal yang dapat dijangkau oleh kapal SAR dan meminimalkan biaya operasi. Karena terdapat multi tujuan, maka metode yang digunakan

adalah metode *Multi Objective Program (MOP)* dengan pendekatan *Goal Programming* untuk meminimalkan deviasi. Sedangkan, batasan yang digunakan dalam langkah ini adalah *supply rescue area* seytiap kapal SAR di setiap sektor harus lebih kecil sama dengan kemampuan *coverage* area setiap kapal SAR dan biaya operasi harus kurang dari biaya yang dianggarkan. Langkah kedua dari penelitian ini adalah penempatan lebih lanjut kapal-kapal SAR ke tiap pangkalan pada tiap zona operasi. Metode yang digunakan adalah metode *Set Covering*. Variabel keputusan pada langkah ini adalah keputusan terpilihnya pangkalan pada tiap zona operasi. Tujuan dari langkah ini adalah memaksimalkan jangkauan pangkalan ke sektor operasi untuk menjangkau pangkalan lainnya, dengan meminimalkan jumlah pangkalan terpilih. Batasan yang digunaan pada langkah ini adalah jarak jangkauan operasional kapal SAR dari posisi pangkalan terpilih ke sektor operasi dan kembali ke pangkalan tidak melebihi kemampuan jarak jelajah kapal SAR sekali *endurance* dan tiap sektor patroli harus dijangkau oleh minimal satu pangkalan. Hasil dari penelitian ini yaitu terpilih 8 pangkalan, yaitu : Kalimantan Selatan, Makassar, Maumere, Gorontalo, Banda, Sorong, Obaka dan Manado. Hasil kedua dari penelitian ini adalah jangkauan *rescue area* maksimum kapal SAR sebesar 501.490 mil_2 dan jangkauan rescue area kapal KRI 1.904.096 mil^2.

3. Analisis Penentuan Lokasi Gudang Penyangga pada Distribusi Pupuk : Studi Kasus di Jawa Timur

Metode *Set Covering Problem* juga dapat digunakan dalam penentuan lokasi gudang yang optimal. (Ariyanto, 2009) melakukan penelitian tentang penentuan lokasi gudang penyangga pada distribusi pupuk untuk studi kasus di Jawa Timur. Penelitian ini dilakukan atas dasar belum adanya sistem yang efisien dan efektif dalam pendistribusian pupuk. Penentuan lokasi gudang penyangga dilakukan dengan metode *Set Covering Problem*. Batasan yang digunakan dalam penentuan lokasi ini adalah jangkauan maksimal tiap gudang dan kapasitas tiap gudang dalam memenuhi *demand* pupuk. Langkah pertama yang dilakukan pada penentuan lokasi gudang adalah dengan menggunakan batasan jangkauan maksimal tiap gudang. Setelah didapatkan lokasi gudang yang terpilih, dilakukan pemeriksaan terhadap kapasitas gudang, apabila kapasitas dari gudang-gudang yang sebelumnya telah didapatkan tidak dapat menampung *demand*, maka perlu dilakukan penambahan gudang. Hasil yang didapatkan melalui penelitian ini adalah 25 lokasi gudang penyangga di provinsi Jawa Timur.

4. Analisis Perencanaan Jumlah Kapal Patroli TNI AL: Studi Kasus Pengamanan Wilayah Perairan Sulawesi Utara

Selain itu, metode *Set Covering* juga pernah digunakan oleh (Gassani, 2019) dalam menentukan jumlah kapal patroli TNI AL yang paling efisien beserta pola operasinya. Latar

belakang dari penelitian ini adalah letak geografis dari Provinsi Sulawesi Utara yang berbatasan langsung dengan dua negara sehingga rawan terhadap ancaman yang mengganggu integritas Negara Kesatuan Republik Indonesia. Penelitian ini dilakukan dengan membagi wilayah operasi menjadi enam wilayah: 3 wilayah perairan dalam, yaitu A1, A2, dan A3 dan 2 wilayah perairan dangkal, yaitu B1 dan B2. Pola operasi kapal dimulai dari *bunkering port* menuju ke wilayah patroli yang ditetapkan, kemudian kembali lagi ke *bunkering port*. Tujuan dari optimasi ini adalah untuk meminimumkan biaya total operasi kapal patroli. Sedangkan, variabel keputusan yang digunakan dalam optimasi ini adalah jenis kapal, jumlah kapal, lokasi *bunkering port*, dan pembagian wilayah operasi. Jumlah pilihan kapal yang tersedia untuk dioperasikan di wilayah perairan dalam adalah 8 kapal, sedangkan jumlah pilihan kapal yang tersedia untuk dioperasikan di wilayah perairan dangkal adalah sebanyak 4 kapal. Sementara itu, titik *bunkering* yang digunakan adalah Toli-toli, Gorontalo, dan Manado. Batasan yang digunakan dalam optimasi ini adalah total luas wilayah jangkauan kapal patroli harus melebihi total luas wilayah yang harus dijangkau. Luas wilayah jangkauan kapal dipengaruhi oleh kemampuan radar kapall. Kesimpulan dari penelitian ini adalah jumlah kapal yang paling efisien untuk menjangkau wilayah perairan Sulawesi Utara adalah sebanyak 8 kapal dengan rincian: 6 kapal untuk menjangkau perairan dalam dengan biaya total sebesar Rp350.358.819.054 dan 2 kapal untuk menjangkau wilayah perairan dangkal dengan biaya total sebesar Rp117.426.685.112.

5. *The Potential Deployment of Set Covering and Location Assignment Problem : The Case of Locating Trauma Centers at the Midwest Region*

Dalam penentuan lokasi pusat trauma di wilayah *Midwest*, Amerika Serikat yang dilakukan oleh (Abuizam, 2014), metode *Set Covering Problem* juga digunakan. Penelitian ini dilakukan atas dasar 45 juta orang Amerika tidak dapat sampai ke pusat trauma 1 jam setelah terjadinya trauma. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah jarak antar kota dan jumlah penduduk di tiap kota di wilayah *Midwest*. Terdapat 5 skenario optimasi pada penelitian ini. Skenario pertama adalah menentukan lokasi pusat trauma dengan jumlah minimum dengan batasan jarak maksimum 300 mil dari tiap kota. Skenario kedua adalah menentukan lokasi pusat trauma dengan jumlah pusat trauma minimum dengan jarak maksimum yang divariasikan. Skenario ketiga adalah menentukan lokasi pusat trauma dengan jumlah pusat trauma minimum dengan batasan setiap kota berjarak maksimum 300 mil dengan minimal 2 pusat trauma. Skenario keempat adalah menentukan lokasi pusat trauma apabila diberi batasan jumlah pusat trauma maksimum dengan tujuan memaksimalkan jumlah orang yang dapat dilayani.

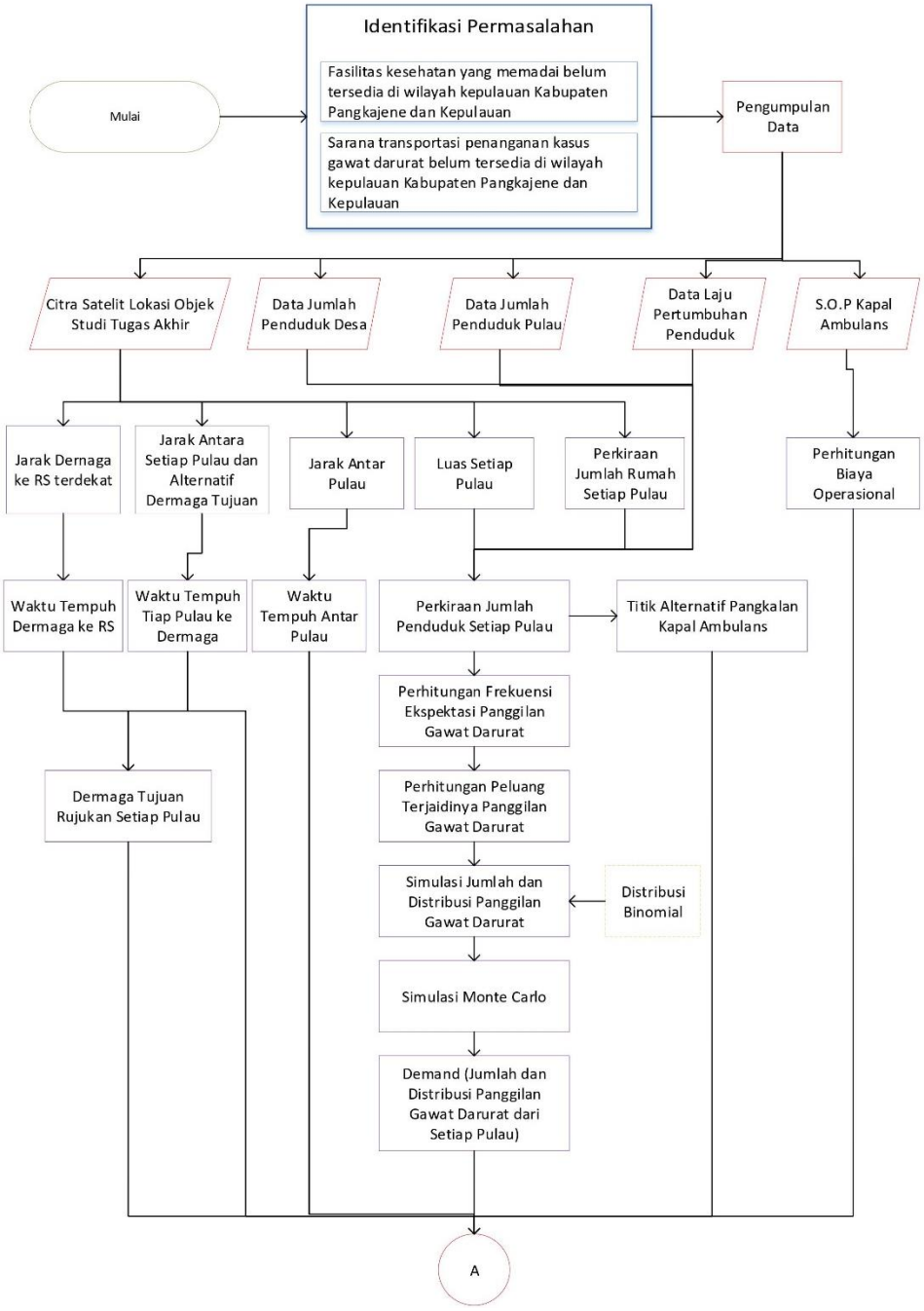
Tugas Akhir ini akan membahas tentang penentuan lokasi pangkalan kapal ambulans dari beberapa alternatif lokasi yang ada, jumlah kapal ambulans yang optimum agar dapat melayani

seluruh *demand* yang ada, serta ukuran utama kapal ambulans. Tujuan dari penelitian ini adalah meminimalkan biaya operasional dan biaya investasi pangkalan ambulans dengan cara meminimalkan jumlah pangkalan terpilih, seperti halnya penelitian yang dilakukan oleh (Maharani, 2019), (Erlangga F. Y., 2011), (Ariyanto, 2009), dan (Gassani, 2019). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Set Covering Problem* sama seperti penelitian-penelitian sebelumnya. Karena penelitian ini berhubungan dengan kondisi gawat darurat, maka batasan yang digunakan tentu pada penelitian ini adalah batasan waktu respons panggilan gawat darurat, seperti halnya batasan waktu tempuh kapal SAR yang digunakan oleh (Maharani, 2019). Hal yang membedakan Tugas Akhir ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya adalah *demand* yang digunakan dalam Tugas Akhir ini bersifat stokastik, karena kasus gawat darurat bukanlah sesuatu yang deterministik. Sehingga, perlu dilakukan distribusi terhadap kejadian gawat darurat. Hal lain yang membedakan penlitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya adalah proses optimasi penentuan pangkalan kapal ambulans ini juga dilakukan untuk mencari ukuran utama kapal ambulans yang optimum. Proses optimasi penentuan lokasi pangkalan yang dilakukan oleh (Erlangga F. Y., 2011), (Maharani, 2019), dan (Gassani, 2019) dilakukan dengan menggunakan kapal yang ada. Oleh sebab itu, pada penelitian ini hasil penentuan pangkalan kapal ambulans akan berpengaruh terhadap ukuran utama kapal ambulans.

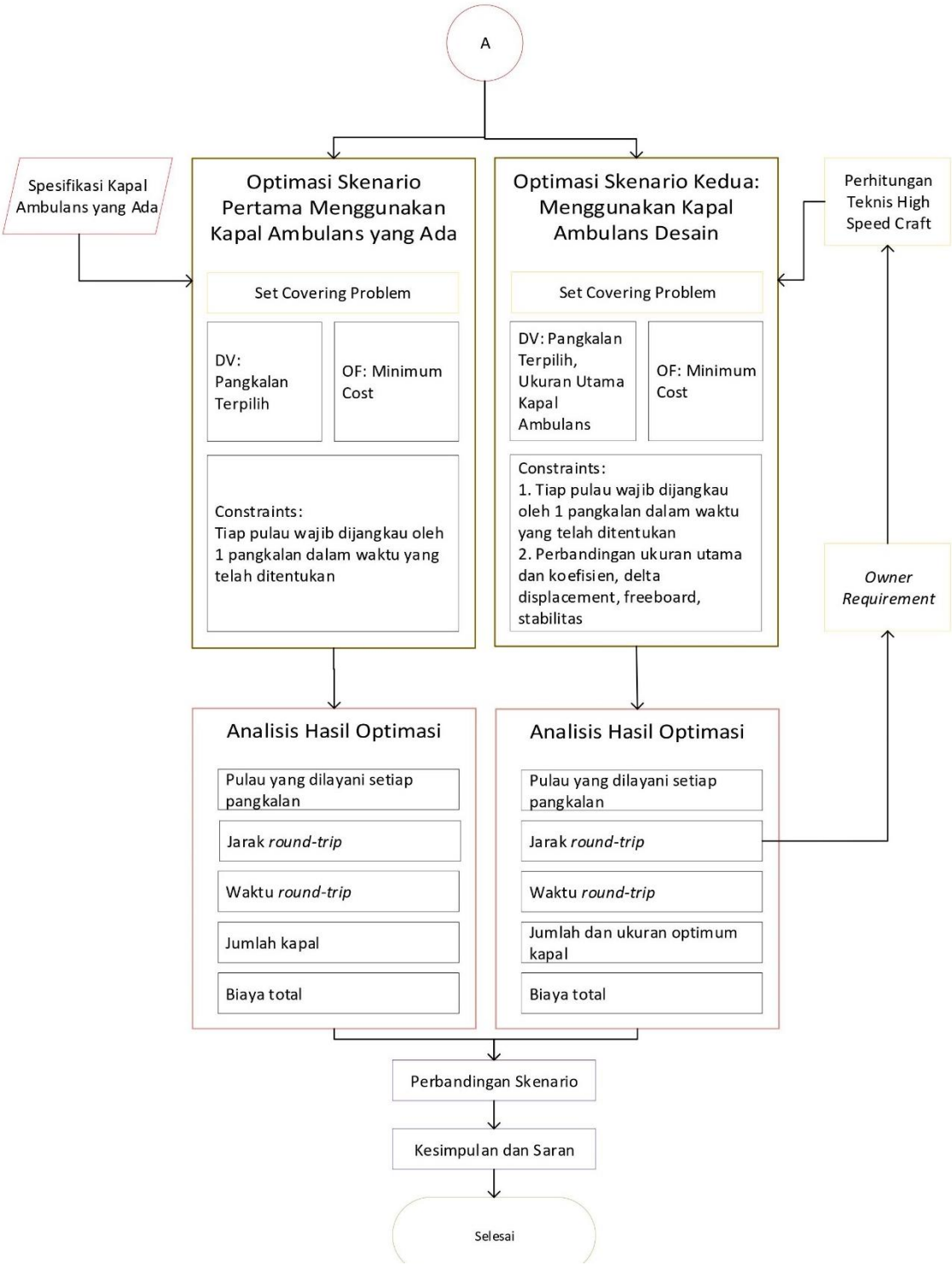
BAB 3
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Diagram alir diperlukan untuk mengetahui tahapan pengerjaan dari suatu penelitian. Diagram alir juga dijadikan sebagai sebuah kerangka pengerjaan yang menjelaskan setiap tahap pengerjaan. Berikut adalah diagram alir dari Tugas Akhir ini:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian Bagian 1



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian Bagian 2

3.2 Tahap Pengerjaan Penelitian

Penelitian ini dikerjakan dalam lima tahapan, yaitu identifikasi, pengumpulan data, pengolahan data, analisis, dan optimasi. Penjelasan rinci terhadap ke-lima tahapan berikut adalah sebagai berikut:

3.2.1 Tahap Identifikasi

Pada tahap ini, dilakukan identifikasi terhadap hal-hal yang terkait dengan permasalahan yang menjadi alasan pemilihan topik Tugas Akhir ini. Tahapan identifikasi yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Kondisi Fasilitas Kesehatan yang Ada di Wilayah Kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan

   Dalam penelitian ini hal pertama yang harus diidentifikasi adalah kondisi fasilitas kesehatan yang ada di wilayag kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. Kondisi fasilitas kesehatan inilah yang menjadi dasar diperlukannya layanan kapal ambulans.

2. Identifikasi Proses Rujukan Pasien dari Wilayah Kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan

   Pengidentifikasian proses rujukan warga yang membutuhkan rujukan ke rumah sakit dengan menggunakan kapal nelayan dan kapal ambulans perlu dilakukan. Hal-hal yang perlu diidentifikasi lebih lanjut meliputi pola operasi, proses evakuasi, perlengkapan yang dibutuhkan, kru, dan Standard Operasional Prosedur.

3.2.2 Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan 2 jenis data, yaitu :

1. Pengumpulan Data Primer

   Pengumpulan data primer dalam penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan wawancara dengan Dinas Kesehatan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. Wawancara ini dilakukan untuk mengetahui Standar Operasional Prosedur dari penanganan keadaan gawat darurat di wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan.

2. Pengumpulan Data Sekunder

   Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

   a. Standar Operasional Prosedur kapal ambulans yang ada
   b. Citra satelit wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan
   c. Jumlah penduduk tiap desa yang berada di wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan.
   d. Data laju pertumbuhan penduduk

3.2.3 Tahap Pengolahan Data dan Analisis

Setelah melakukan tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data dan analisis pun dilakukan. Tahap pengolahan data dan analisis yang dilakukan meliputi:

1. Menghitung jarak antar pulau

Jarak antar pulau dihitung melalui citra satelit.

2. Menghitung jarak setiap pulau ke setiap alternatif dermaga tujuan

Jarak setiap pulau ke setiap alternatif dermaga tujuan dihitung melalui citra satelit.

3. Menghitung waktu perjalanan kapal ambulans dari setiap pulau ke pulau atau dermaga tujuan.

Waktu perjalanan kapal dihitung dengan membagi jarak antara kedua titik dengan kecepatan kapal ambulans.

4. Menentukan dermaga tujuan rujukan setiap pulau

Dermaga tujuan rujukan setiap pulau ditentukan waktu perjalanan tersingkat dari setiap pulau ke setiap alternatif rumah sakit. Waktu perjalanan tersebut merupakan waktu total dari perjalanan laut dari pulau ke dermaga dengan waktu perjalanan darat dari dermaga ke rumah sakit.

5. Menghitung biaya operasional kapal ambulans.

Biaya operasional kapal ambulans terdiri dari gaji kru, uang makan kru, biaya umum, biaya asuransi, dan biaya maintenance. Kru kapal ambulans ditentukan berdasarkan data Standar Operasional Prosedur kapal ambulans.

6. Menentukan perlengkapan dan peralatan kapal ambulans yang akan didesain

Perlengkapan dan peralatan kapal ambulans yang akan didesain disesuaikan dengan Standar Operasional Prosedur Kapal Ambulans.

7. Menghitung perkiraan jumlah penduduk setiap pulau.

Perkiraan jumlah penduduk setiap pulau dilakukan dengan menggunakan data laju pertumbuhan penduduk dan citra satelit dari lokasi objek studi Tugas Akhir.

8. Menghitung frekuensi ekspektasi panggilan gawat darurat

Frekuensi ekspektasi panggilan gawat darurat merupakan fungsi dari jumlah penduduk.

9. Melakukan simulasi panggilan gawat darurat

Simulasi panggilan gawat darurat dilakukan untuk mengetahui distribusi harian panggilan gawat darurat dan jumlah total panggilan gawat darurat per tahun selama umur ekonomis kapal ambulans.

10. Melakukan simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo dilakukan untuk mengetahui distribusi dan demand dengan peluang terbesar.

3.2.4 Tahap Optimasi

Setelah analisis data yang dibutuhkan untuk optimasi selesai diperoleh, tahap yang berikutnya dilakukan adalah melakukan optimasi penentuan pangkalan kapal ambulans. Proses optimasi penentuan pangkalan kapal ambulans dilakukan dengan 2 skenario, yaitu:

1. Menggunakan kapal ambulans yang saat ini beroperasi di wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan.

Dalam operasi skenario pertama, spesifikasi kapal ambulans diperlukan untuk mengetahui konsumsi BBM *Main Engine* dan daya jelajah kapal yang akan digunakan pada proses optimasi.

2. Menggunakan moda kapal ambulans yang ukuran utama optimumnya dicari

Dalam optimasi skenario kedua, model perhitungan teknis kapal ambulans perlu dibuat untuk memperoleh harga kapal dan konsumsi BBM *Main Engine* yang akan digunakan pada optimasi penentuan pangkalan kapal ambulans. *Owner Requirement* pembuatan kapal ambulans ini disesuaikan dengan jarak terjauh pulau ke dermaga tujuan (sebagai jarak pelayaran), kemungkinan jumlah pasien yang sakit dalam waktu yang bersamaan (jumlah pasien), dan jumlah kru dan penumpang yang didapatkan melalui Standar Operasional Prosedur Kapal Ambulans.

3.2.5 Tahap Analisis Hasil Optimasi

Pada tahap ini, analisis dari hasil optimasi pun dilakukan. Hasil dari optimasi ini adalah: (i) pulau yang terpilih menjadi pangkalan kapal ambulans, (ii) pulau cakupan setiap pangkalan kapal ambulans, (iii) jumlah kapal ambulans yang dibutuhkan, (iv) ukuran optimum kapal ambulans, (v) waktu dan jarak *round-trip*, dan (vi) total biaya investasi layanan kapal ambulans.

3.2.6 Tahap Perbandingan Skenario

Pada tahap ini, perbandingan skenario optimasi pun dilakukan untuk mengetahui skenario mana yang lebih baik dan efisien, yaitu antara membangun kapal ambulans dan menggunakan kapal ambulans yang ada saat ini. Perbandingan meliputi perbandingan biaya total dan komponen-komponen biayanya.

BAB 4
GAMBARAN UMUM

Bab ini menjelaskan tentang gambaran umum dan pengumpulan data yang relevan terhadap objek penelitian. Gambaran umum yang akan dibahas terdiri dari lokasi penelitian, demografi penduduk, fasilitas kesehatan yang ada, layanan kapal ambulans yang ada, dan kapal ambulans yang saat ini beroperasi di wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan.

4.1 Lokasi Penelitian

Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan adalah salah satu kabupaten di Provinsi Sulawesi Selatan, Indonesia. Ibu kota dari kabupaten ini adalah Pangkajene. Kabupaten ini memiliki luas wilayah 1.112,29 km², tetapi setelah diadakan analisis bersama Bakosurtanal, luas wilayah tersebut

Sumber: (Google, 2020), diolah kembali

Gambar 4.1 Lokasi Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan

direvisi menjadi 12.362,73 km² dengan luas wilayah daratan 898,29 km² dan wilayah laut 11.464,44 km² (Badan Pusat Statistik Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, 2020)

Berdasarkan letak astronomis, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan berada pada 11.00' bujur timur, dan 040. 40' – 080. 00' lintang selatan. Secara Administratif Luas wilayah Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan adalah 12.362,73 Km^2 (setelah diadakan analisis Bakosurtanal) untuk wilayah laut seluas 11.464,44 Km^2, dengan daratan seluas 898,29 Km^2, dan panjang garis pantai di Kabupaten Pangkajene, dan Kepulauan yaitu 250 Km, yang membentang dari barat ke timur. Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan terdiri dari 13 kecamatan, di mana 9 kecamatan terletak pada wilayah daratan, dan 4 kecamatan terletak di wilayah kepulauan (lihat Gambar 4.1).

Batas administrasi, dan batas fisik Kabupaten Pangkajene, dan Kepulauan adalah sebagai berikut:

1. Utara : Kabupaten Barru
2. Timur : Kabupaten Bone
3. Selatan : Kabupaten Maros
4. Barat : Laut Jawa

Kabupaten Pangkajene, dan Kepulauan merupakan kabupaten yang struktur wilayah terdiri atas 2 bagian utama yang membentuk kabupaten ini yaitu:

1. Wilayah Daratan

Secara garis besar wilayah daratan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan ditandai dengan bentang alam wilayah dari daerah dataran rendah sampai pegunungan, di mana potensi cukup besar juga terdapat pada wilayah daratan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. Potensi tersebut ditandai dengan terdapatnya sumber daya alam berupa hasil tambang, seperti batu bara, marmer, dan semen. Di samping itu, potensi pariwisata alam yang mampu menembah pendapatan daerah.

Kecamatan yang terletak pada wilayah daratan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan terdiri dari :

a. Kecamatan Pangkajene
b. Kecamatan Balocci
c. Kecamatan Bungoro
d. Kecamatan Labakkang, Kecamatan Ma’rang
e. Kecamatan Segeri
f. Kecamatan Minasa Te’ne
g. Kecamatan Tondong Tallasa
h. Kecamatan Mandalle.

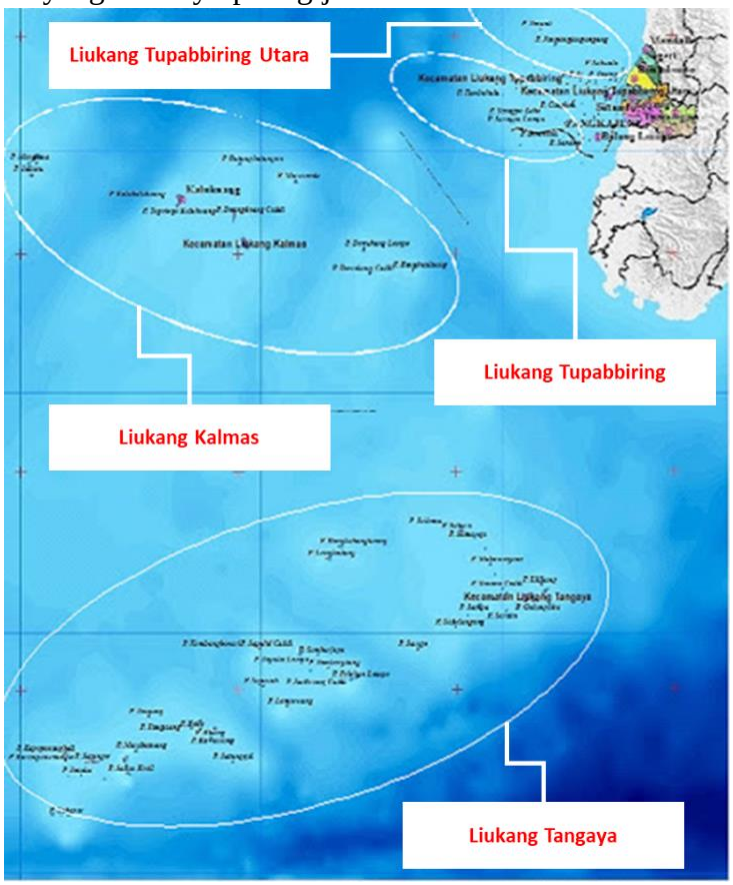
2. Wilayah Kepulauan

Wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan merupakan wilayah yang memiliki kompleksitas wilayah yang sangat urgen untuk dibahas. Wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan memiliki potensi wilayah yang sangat besar untuk dikembangkan secara lebih optimal untuk mendukung perkembangan wilayah Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan.

Kecamatan yang terletak di wilayah Kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan yaitu:

a. Kecamatan Liukang Tupabiring
b. Kecamatan Liukang Tupabiring Utara
c. Kecamatan Liukang Kalmas
d. Kecamatan Liukang Tangaya

Cakupan wilayah kecamatan yang berada di wilauah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan dapat dilihat melalui Gambar 4.2. Pada Gambar 4.2, terlihat cakupan wilayah dari masing-masing kecamatan yang ada di wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, yaitu : Kecamatan Liukang Tupabbiring, Liukang Tupabbiring Utara, Kecamatan Liukang Kalmas, dan Kecamatan Liukang Tangaya. Kecamatan Liukang Tupabbiring dan Kecamatan Liukang Tangaya terletak di dekat Pulau Sulawesi. Kecamatan Liukang Kalmas terletak lebih ke arah barat daya daripada kedua kecamatan sebelumnya. Sedangkan, Kecamatan Liukang Tangaya merupakan kecamatan yang letaknya paling jauh dari Pulau Sulawesi. Kecamatan ini terletak di



Sumber: (Pemerintah Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, 2020), diolah kembali

Gambar 4.2 Cakupan Wilayah Kecamatan pada Wilayah Kepulauan Kabupaten Pangkep

sebelah utara Pulau Sumbawa.

Dari 115 pulau yang ada di kabupaten ini, hanya 80 pulau yang berpenghuni. Pulau yang tidak berpenghuni biasanya digunakan sebagai tempat singgah oleh para nelayan untuk bermalam dan untuk pariwisata. Lokasi penelitian dalam Tugas Akhir ini adalah pulau-pulau yang ada di Kecamatan Liukang Tupabiring dan Liukang Tupabiring Utara. Kedua kecamatan tersebut memiliki 41 pulau, di mana 7 pulau di antaranya tidak berpenghuni dan satu pulau merupakan pulau wisata yang terdiri dari 15 villa, yaitu Pulau Cambang-cambang (lihat Gambar 4.4).

Sumber: (Native Indonesia, 2020)

Gambar 4.3 Pulau Langkadea

Sumber: (Visit Celebes, 2020)

Gambar 4.4 Pulau Cambang-cambang

Sedangkan, suasana dari salah satu pulau tidak berpenghuni di wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, yaitu Pulau Langkadea, dapat dilihat pada Gambar 4.3.

Sebagai informasi, daftar pulau dan desa yang terletak di Kecamatan Liukang Tupabbiring dan Liukang Tupabbiring Utara dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pulau di Kecamatan Liukang Tupabbiring dan Liukang Tupabbiring Utara

No	Kecamatan	Desa	Pulau	Keterangan
1	Liukang Tupabbiring	Mattiro Deceng	P. Badi	Berpenghuni
2			P. Pajenekang	Berpenghuni
3		Mattiro Sompe	P. Balang Lompo	Berpenghuni
4			P. Langkadea	Tidak Berpenghuni
5			P. Panambungang	Tidak Berpenghuni
6		Mattiro Bone	P. Bontosua	Berpenghuni
7		Mattiro	P. Cangkeh	Berpenghuni
8		Dolangeng	P. Lamputang	Berpenghuni
9			P. Pala	Berpenghuni
10			P. Podangpodang Caddi	Tidak Berpenghuni
11			P. Podangpodang Lompo	Berpenghuni
12		Mattiro Langi	P. Sarappo Keke	Berpenghuni
13			P. Sarappo Lompo	Berpenghuni
14		Mattiro Matae	P. Kondongbali	Berpenghuni
15			P. Pammanggangang	Tidak Berpenghuni
16			P. Suranti	Tidak Berpenghuni
17			P. Tambakulu	Tidak Berpenghuni
18		Mattiro Ujung	P. Kapoposang	Berpenghuni
19			P. Papandangang	Berpenghuni
20		Mattiro Adae	P. Sanane	Berpenghuni
21		Mattiro Bintang	P. Balang Caddi	Berpenghuni
22	Liukang Tupabbiring	Mattiro Bulu	P. Karanrang	Berpenghuni
23	Utara	Mattiro	P. Laiya	Berpenghuni
24		Labangeng	P. Polewali	Berpenghuni
25		Mattiro Uleng	P. Kulambing	Berpenghuni
26			P. Bangko-bangkoang	Berpenghuni
27		Mattiro Kanja	P. Sabutung	Berpenghuni
28		Mattiro Baji	P. Cambang Cambang	Pulau Wisata
29			P. Sapuli	Berpenghuni
30			P. Satando	Berpenghuni
31			P. Saugi	Berpenghuni
32		Mattiro Bombang	P. Sabanko	Berpenghuni
33			P. Sagara	Berpenghuni
34			P. Sakoala	Berpenghuni
35			P. Salemo	Berpenghuni
36		Mattiro Walie	P. Banabanawang	Tidak Berpenghuni
37			P. Jangangjangangang	Tidak Berpenghuni
38			P. Salebbo	Berpenghuni
39			P. Samatellu Laut	Berpenghuni
40			P. Samatellu Tinggi	Berpenghuni
41			P. Samatellu Ray	Berpenghuni

Sumber: (Badan Pusat Statistik Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, 2019)

Dengan melihat Tabel 4.1, nama-nama pulau yang berada di setiap desa dapat diketahui. Sementara itu, persebaran dari pulau-pulau yang berada di Kecamatan Liukang Tupabbiring dan Liukang Tupabbiring Utara dapat dilihat melalui Gambar 4.5 berikut :

Sumber: (Google, 2020)

Gambar 4.5 Pulau-pulau di Kecamatan Liukang Tupabbiring dan Liukang Tupabbiring Utara

Pada Gambar 4.5, terlihat juga lokasi pelabuhan yang menjadi tujuan dalam proses evakuasi ke rumah sakit. Pelabuhan tujuan yang biasanya dituju oleh masyarakat wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan yang akan melakukan rujukan ke rumah sakit adalah Pelabuhan Maccini Baji yang terletak di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan dan Pelabuhan Paotere yang terletak di Kota Makassar.

4.2 Penduduk Wilayah Kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan

Jumlah penduduk di wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan adalah sebanyak 67.264 orang . Jumlah tersebut merupakan jumlah dari penduduk yang tinggal di 4 kecamatan yang berada di wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, yaitu Kecamatan Liukang Tupabbiring, Liukang Tupabbiring Utara, Liukang Kalmas, dan Liukang Tangaya. Sedangkan, jumlah penduduk yang tinggal di kecaman yang menjadi objek studi Tugas Akhir ini, yakni Kecamatan Liukang Tupabbiring dan Liukang Tupabbiring Utara adalah 30.805 orang (Badan Pusat Statistik Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, 2019).

4.2.1 Jumlah Penduduk Menurut Desa dan Gender.

Wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan terdiri atas beberapa desa. Rincian jumlah penduduk tiap desa untuk tiap jenis kelamin pada kecamatan yang menjadi objek studi Tugas Akhir ini dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Jumlah Penduduk Tiap Desa di Kecamatan Objek Studi Tugas Akhir

Kecamatan	Desa	Jumlah Penduduk	Laki-laki	Perempuan
Liukang Tupabbiring	Mattiro Deceng	3.379	1.655	1.724
	Mattiro Sompe	4.768	2.392	2.376
	Mattiro Bone	818	399	419
	Mattiro Dolangeng	1.732	861	871
	Mattiro Langi	285	1.417	1.433
	Mattiro Matae	182	874	946
	Mattiro Ujung	1.625	829	796
	Mattiro Adae	1.377	684	693
	Mattiro Bintang	890	439	451
Total Liukang Tupabbiring		19.259	9.55	9.709
Liukang Tupabbiring Utara	Mattiro Bulu	3.222	1.588	1.634
	Mattiro Labangeng	802	378	424
	Mattiro Uleng	1.755	892	863
	Mattiro Kanja	1.353	632	721
	Mattiro Baji	1.372	667	705
	Mattiro Bombang	1.425	652	773
	Mattiro Walie	1.617	781	836
Total Liukang Tupabbiring Utara		11.546	5.59	5.956
Total		30.805	15.14	15.665

Sumber: (Badan Pusat Statistik Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, 2019)

Menurut data di atas, Kecamatan Liukang Tupabbiring memiliki jumlah penduduk sebanyak 19.259 orang. Desa dengan jumlah penduduk terbanyak di kecamatan ini yaitu Desa Mattiro Sompe dengan jumlah penduduk sebanyak 4.768 jiwa. Pada Desa Mattiro Sompe, hanya terdapat 1 pulau berpenghuni, yaitu Pulau Balang Lompo. Dengan demikian, Pulau Balang Lompo merupakan pulau dengan penduduk terbanyak di Kecamatan Liukang Tupabbiring. Sementara itu, persentase penduduk laki-laki yang tinggal di Kecamatan Liukang Tupabbiring adalah sebesar 49,59% dengan jumlah 9.550 orang. Sedangkan, persentase penduduk perempuannya adalah sebesar 50,41% dengan jumlah 9.709 orang.

Sementara itu, Kecamatan Liukang Tupabbiring Utara memiliki jumlah penduduk sebanyak 11.546 orang. Desa di kecamatan ini yang memiliki jumlah penduduk terbanyak adalah Desa Mattiro Bulu. Desa yang hanya terdiri dari Pulau Karanrang ini memiliki penduduk sebanyak 3.222 orang. 51,58% penduduk di Kecamatan Liukang Tupabbiring merupakan perempuan dengan jumlah 5.956 orang, Sisanya merupakan penduduk laki-laki dengan jumlah 5.590 orang dan memiliki persentase sebesar 48,42%.

Secara keseluruhan, kedua kecamatan yang merupakan objek studi dari Tugas Akhir ini memiliki jumlah penduduk sebanyak 30.805 orang dengan persentase penduduk laki-laki sebesar 49,15% dengan jumlah 15.140 orang dan perempuan adalah sebesar 50,85% dengan jumlah 15.655 orang. Pulau dengan jumlah penduduk terbanyak di kedua kecamatan ini adalah Pulau Balang Lompo.

Tabel 4.3 Luas Wilayah dan Kepadatan Penduduk Desa di Kecamatan Objek Studi

Kecamatan	Desa	Kepadatan Penduduk (Jiwa/Km^2)	Luas Wilayah (Km^2)
Liukang Tupabbiring	Mattiro Deceng	375	9,00
	Mattiro Sompe	955	4,99
	Mattiro Bone	288	2,84
	Mattiro Dolangeng	288	6,00
	Mattiro Langi	570	5,00
	Mattiro Matae	182	10,00
	Mattiro Ujung	108	15,00
	Mattiro Adae	331	4,16
	Mattiro Bintang	295	3,01
Liukang Tupabbiring Utara	Mattiro Bulu	1.074	3
	Mattiro Labangeng	201	4
	Mattiro Uleng	351	5
	Mattiro Kanja	287	4,72
	Mattiro Baji	321	4,28
	Mattiro Bombang	65	22
	Mattiro Walie	52	31

Sumber : (Badan Pusat Statistik Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, 2019)

4.2.2 Luas Setiap Desa dan Kepadatan Penduduk

Luas tiap desa dan kepadatan penduduk di tiap desa pada wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan dapat dilihat melalui Tabel 4.3. Menurut Tabel 4.3, desa dengan kepadatan penduduk tertinggi di Kecamatan Liukang Tupabbiring dipegang oleh Desa Mattiro Sompe dengan kepadatan penduduk sebesar 375 jiwa/km^2. Sedangkan, desa dengan kepadatan penduduk terkecilnya merupakan Desa Mattiro Ujung dengan kepadatan penduduk sebesar 108 jiwa/km2. Sementara itu, di Kecamatan Liukang Tupabbiring Utara, Desa Mattiro Bulu memiliki kepadatan penduduk tertinggi dengan kepadatan penduduk sebesar 1.074 jiwa/ km^2. Sedangkan, Desa Mattiro Walie merupakan desa dengan kepadatan penduduk terkecicl dengan kepadatan penduduk sebesar 52 jiwa/ km^2.

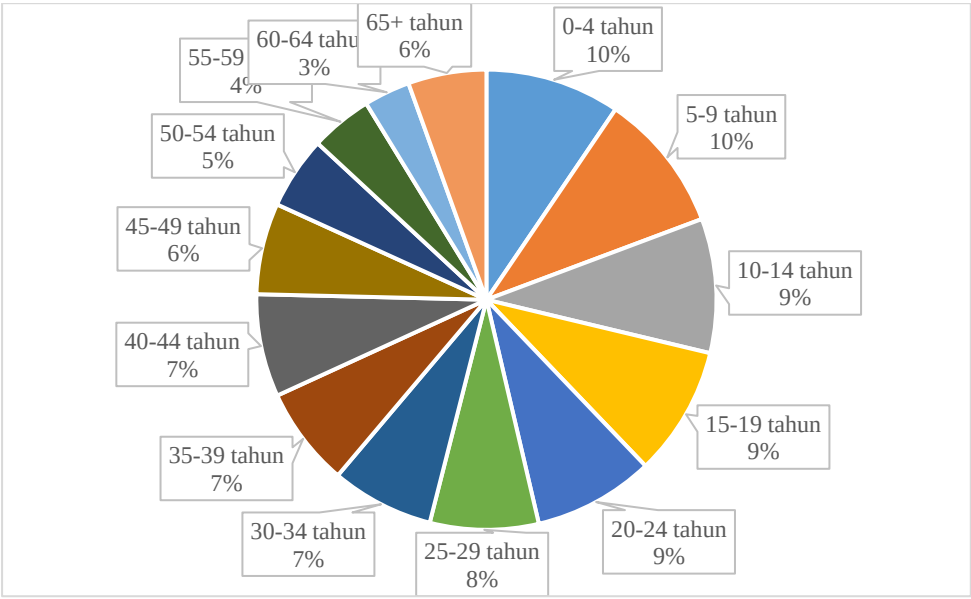
4.2.3 Laju Pertumbuhan Penduduk

Laju pertumbuhan penduduk yang tinggal di kecamatan yang menjadi objek studi pada Tugas Akhir ini dapat dilihat melalui Tabel 4.4. Menurut Tabel 4.4,jumlah penduduk Liukang Tupabbiring selalu lebih banyak dibandingkan Liukang Tupabbiring Utara. Selain itu, laju pertumbuhan penduduk Kecamatan Liukang Tupabbiring (7,66%) lebih tinggi daripada laju pertumbuhan penduduk Liukang Tupabbiring Utara (1,18%) pada tahun 2010 hingga tahun 2015.

Tabel 4.4 Laju Pertumbuhan Penduduk Kecamatan yang Menjadi Objek Studi Tugas Akhir

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk (Ribu)			Laju Pertumbuhan Penduduk per Tahun	
		2010	2014	2015	2010-2015	2014-2015
1	Liukang Tupabbiring	17.899	18.993	19.270	7,66%	1,46%
2	Liukang Tupabbiring Utara	11.429	11.545	11.564	1,18%	0,16%

Sumber: (Badan Pusat Statistik Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, 2020)

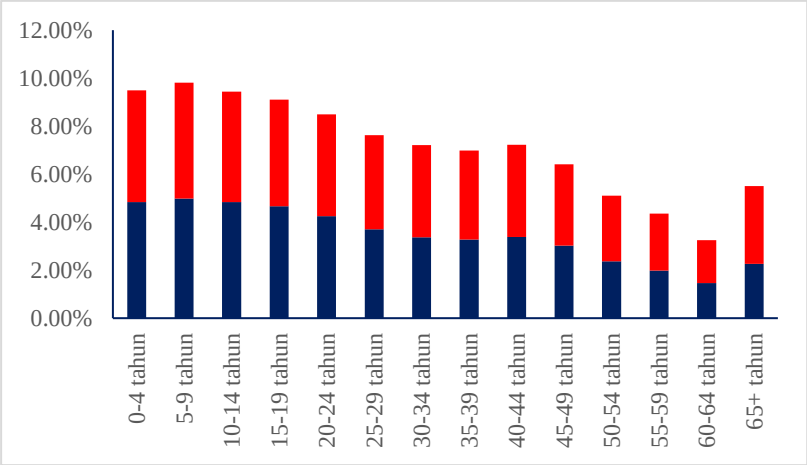


Sumber: (Pemerintah Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, 2020)

Gambar 4.6 Persentase Kelompok Usia Penduduk Kabupaten Pangkep, 2015

4.2.4 Rasio Kelompok Usia

Penduduk yang tinggal di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan terdiri dari berbagai kalangan usia. Persentase rasio kelompok usia penduduk yang tinggal di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan dapat dilihat melalui Gambar 4.6. Menurut Gambar 4.6, kelompok usia 5-9 tahun merupakan kelompok usia yang memiliki persentase populasi tertinggi di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. Persentase kelompok usia 5-9 tahun mencapai 9,81%. Sementara itu, kelompok usia 60-64 tahun memiliki persentase populasi terendah, di mana kelompok usia 60-64 tahun hanya memiliki persentase sebesar 3,25%. Persentase kelompok usia menurut jenis kelamin dapat dilihat melalui Gambar 4.7.



Sumber: (Pemerintah Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, 2020)

Gambar 4.7 Persentase Kelompok Usia Menurut Jenis Kelamin, 2015

Menurut gambar tersebut, persebaran gender di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan terlihat cukup merata. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa jumlah laki-laki dan perempuan untuk setiap kelompok usia di kabupaten tersebut hampir sama.

4.3 Fasilitas Kesehatan

Fasilitas kesehatan yang ada di wilayah kepulauan Kabupaten Pangkep hanya berupa 7 (tujuh) unit puskesmas yang tersebar di 7 (tujuh) pulau berbeda. Dari ketujuh puskesmas tersebut, beberapa puskesmas berjenis puskesmas non perawatan, sisanya berjenis puskesmas perawatan.

Puskesmas perawatan adalah puskesmas yang berdasarkan Surat Keputusan Bupati atau Walikota menjalankan fungsi perawatan dan untuk menjalankan fungsinya diberikan tambahan ruangan dan fasilitas rawat inap yang sekaligus merupakan pusat rujukan antara. (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2008). Puskesmas perawatan (rawat inap) berfungsi sebagai pusat rujukan pasien yang gawat darurat sebelum dibawa ke rumah sakit. Tindakan operatif terbatas seperti kecelakaan lalu lintas, persalinan dengan penyulit dan penyakit lain yang bersifat gawat darurat. Puskesmas perawatan sebagai puskesmas rawat inap tingkat pertama memberikan pelayanan kesehatan yang meliputi observasi, diagnosa, pengobatan, rehabilitasi medik dengan tinggal di ruang rawat inap puskesmas (Menteri Kesehatan RI, 2008).

Jenis puskesmas non perawatan hanya melakukan pelayanan kesehatan rawat jalan (Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Institut Teknologi Telkom, 2012). Permenkes No.029 tahun 2010 menyebutkan bahwa kegiatan di pelayanan kesehatan rawat jalan yakni observasi, diagnosis, pengobatan, dan atau pelayanan kesehatan lainnya tanpa dirawat inap (Menteri Kesehatan RI, 2010). Daftar puskesmas yang berada di wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan menurut data Dinas Kesehatan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan dapat dilihat pada Tabel 1.1.

4.4 Layanan Kapal Ambulans yang Ada

Proses evakuasi pasien dari wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan biasanya dilakukan dengan menggunakan kapal nelayan. Namun, semenjak kabupaten ini dihadiahi satu unit kapal ambulans oleh Pemerintah Sulawesi Selatan, beberapa kali proses evakuasi dilakukan dengan menggunakan kapal ambulans.

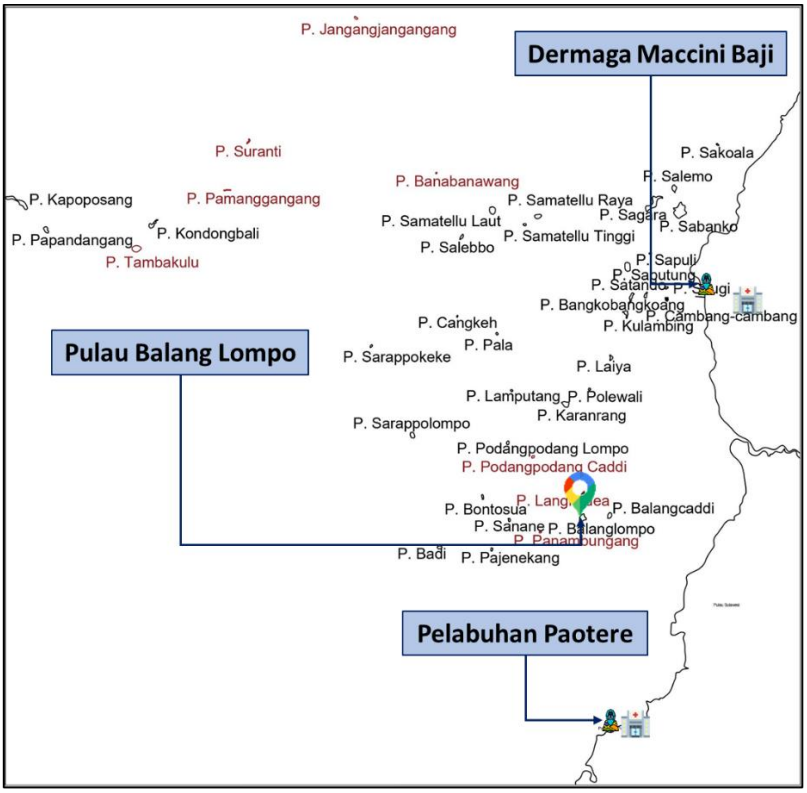
Kapal ambulans yang beroperasi di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan diproduksi oleh PT Merpati Marine Service. Tujuan pengadaan kapal ambulans ini adalah tertanganinya secara baik kasus kasus gawat darurat pada pulau – pulau di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. Kapal ambulans yang dimiliki oleh Dinas Kesehatan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan dapat dilihat pada Gambar 4.8.

Sumber: (Sindo News Makassar, 2020)

Gambar 4.8 Kapal Ambulans Milik Dinas Kesehatan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan

4.4.1 Pola Operasi

Kapal ambulans ini disiagakan pada salah satu puskesmas strategis yang ada di daerah kepulauan, yaitu Puskesmas Liukang Tupabbiring yang terletak di Pulau Balang Lompo. Lokasi dari Pulau Balang Lompo dapat dilihat pada Gambar 4.9. Kapal ambulans ini dioperasikan dengan menjemput pasien di pulau asal pasien tersebut untuk kemudian diberikan pertolongan pertama dan dirujuk ke rumah sakit di ibu kota kabupaten atau di Kota Makassar. Dalam proses evakuasi



Sumber : Pribadi

Gambar 4.9 Lokasi Kapal Ambulans dan Dermaga Tujuan Evakuasi

pasien gawat darurat, tempat tujuan rujukan yang biasa dituju adalah Rumah Sakit Batara Siang yang berada di Pangkep dan Rumah Sakit Angkatan Laut (RSAL) Jala Ammari yang berada di Makassar. Apabila pasien dirujuk ke Rumah Sakit Batara Siang, pasien biasa diturunkan dari kapal melalui Dermaga Maccini Baji. Sedangkan apabila pasien dirujuk ke rumah sakit di Makassar, pasien diturunkan melalui Pelabuhan Paotere (lihat Gambar 4.9). Jarak dari Dermaga Maccini Baji ke RSUD Batara Siang adalah 13 km dan ditempuh dalam waktu 21 menit. RSAL Jala Ammari berada pada komplek Pelabuhan Paotere.

4.4.2 Proses Evakuasi

Proses evakuasi pasien dengan kondisi gawat darurat dari wilayah kepulauan melibatkan pihak *Public Safety Center (PSC)* 119 Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. PSC 119 merupakan layanan cepat tanggap darurat kesehatan. Layanan ini dibentuk tahun 2016 bekerja sama dengan Kementerian Perhubungan untuk membantu penangan kesehatan terhadap masyarakat yang tidak hanya berhubungan dengan kecelakaan tetapi juga dalam situasi kritis. Tingginya kasus kegawatdaruratan penyakit tersebut, mendorong Kementerian kesehatan melakukan terobosan baru untuk meningkatkan layanan kegawatdaruratan, yaitu melalui layanan 119. Layanan ini menyediakan layanan emergensi khususnya emergensi medik dengan menggunakan kode akses 119 dan bebas biaya. Sinyal seluler sendiri sudah tersedia di pulau-pulau yang berada di kecamatan objek studi, sehingga, tidak ada hambatan dalam menggunakan layanan PSC 119. Proses evakuasi pasien dari wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan dengan menggunakan kapal ambulans adalah sebagai berikut:

1. Penerimaan Laporan Adanya Kejadian Gawat Darurat

Pertama-tama, pelapor menghubungi PSC 119 Pangkep untuk memberikan informasi tentang adanya kejadian gawat darurat di wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. Setelah lokasi dari pasien diketahui, kapal ambulans pun dikerahkan ke dermaga di pulau tempat kejadian gawat darurat berlangsung. Pasien biasanya dipindahkan dari rumah ke dermaga dengan menggunakan ambulans motor, karena di daerah kepulauan tidak tersedia kendaraan roda empat. Kapal ambulans bersandar di dermaga di pulau Balang Lompo, di mana Puskesmas Liukang Tupabbiring berada.

2. Pemindahan Pasien ke Kapal Ambulans

Setelah kapal ambulans tiba, kru kapal ambulans akan menstabilkan pasien. Setelah pasien dipastikan berada dalam kondisi stabil, pasien pun dinaikkan ke kapal ambulans. Di kapal ambulans, telah siap seorang dokter dibantu dengan empat orang paramedis. Dokter kapal ambulans dibantu dengan tim paramedis pun memasang monitor, oksigen, infus, dan tensi pada

Sumber: (Kabar News, 2020)

Gambar 4.10 Simulasi Evakuasi Pasien dengan Kapal Ambulans

pasien. Selanjutnya, tim di kapal ambulans segera menghubungi IGD rumah sakit untuk segera menyiapkan penyambutan di IGD. Sesampainya di dermaga Maccini Baji, ambulans milik PSC Pangkep sudah menunggu. Tim PSC lalu membantu memindahkan pasien dari kapal ambulans ke ambulans darat untuk kemudian dibawa ke rumah sakit. Simulasi evakuasi pasien dengan menggunakan kapal ambulans dapat dilihat pada Gambar 4.10. Kapal ambulans sendiri belum sepenuhnya beroperasi di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. Hal ini terjadi akibat kurangnya anggaran untuk BBM kapal ambulans. Untuk satu kali proses evakuasi pasien, BBM yang digunakan dapat mencapai 2 juta rupiah. Oleh sebab itu, kapal ambulans tersebut jarang digunakan.

Apabila kapal ambulans sedang tidak tersedia, proses evakuasi pasien gawat darurat dilakukan dengan menggunakan kapal nelayan. Proses evakuasi pasien gawat darurat dengan menggunakan kapal nelayan juga melibatkan pihak *Public Safety Center* 119 Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. Ada dua pelabuhan tujuan yang biasanya dituju oleh masyarakat wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan yang akan melakukan rujukan ke rumah sakit. Pelabuhan tersebut adalah Pelabuhan Maccini Baji yang terletak di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan dan Pelabuhan Paotere yang terletak di Kota Makassar. Pasien biasanya dirujuk ke rumah sakit terdekat dari pulau asal pasien. Pasien yang berasal dari pulau yang lebih dekat dengan Makassar biasanya dirujuk ke rumah sakit di Makassar melalui Pelabuhan Paotere. Sebaliknya, pasien yang berasal dari pulau yang lebih dekat dengan ibu kota Kabupaten Pangkajene biasanya dirujuk ke rumah sakit di ibu kota kabupaten melalui Pelabuhan Maccini Baji.

Apabila terjadi kasus gawat darurat, pihak puskesmas menghubungi pihak PSC 119 untuk mempersiapkan kedatangan pasien di dermaga Maccini Baji. Pasien dievakuasi dengan bantuan dari pihak puskesmas dan dengan menggunakan kapal nelayan. Sesampainya di dermaga tujuan, ambulans milik PSC 119 sudah menunggu. Pihak PSC kemudian membantu memindahkan pasien dari kapal nelayan ke ambulans. Setelah itu, PSC membantu proses pemindahan pasien hingga

Sumber: Pribadi

Gambar 4.11 Proses Rujukan Pasien dengan Menggunakan kapal Nelayan

sampai ke rumah sakit tujuan. Proses rujukan pasien dengan menggunakan kapal nelayan dapat dilihat pada Gambar 4.11.

Dari Gambar 4.11 terlihat bahwa pasien yang dirujuk dengan menggunakan kapal nelayan didampingi oleh pihak keluarga. Pihak PSC juga turut membantu proses evakuasi pasien dari kapal nelayan menuju dermaga dengan menggunakan tandu.

4.4.3 Standar Operasional Prosedur

Standar Operasional Prosedur Kapal Ambulans Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan terdiri dari: persyaratan umum, prosedur pemindahan pasien ke kapal ambulans, proses stabilisasi, dan proses transportasi (USAID, 2020).

1. Persyaratan Umum

Pasien yang akan dievakuasi harus distabilkan terlebih dahulu. Pasien tersebut juga harus dilengkapi dengan kelengkapan administrasi, seperti: surat rujukan, rekam medik, dan jaminan pembiayaan. Petugas puskesmas dan ambulans juga harus menghubungi sarana tujuan rujukan sebelum dan selama pasien tersebut dievakuasi. Selain itu, tenaga medis di tempat rujukan harus mengkomunikasikan apa saja yang harus dilakukan terhadap pasien. Persyaratan umum yang terakhir adalah petugas di kapal ambulans harus melakukan tindakan medis sesuai pedoman dari organisasi profesi masing-masing.

2. Prosedur Pemindahan Pasien ke Ambulans

Sebelum dipindahkan ke kapal ambulans, pasien harus diperiksa kondisinya dan dilakukan penanganan gawat darurat jika diperlukan, kecuali jika intervensi di tempat tidak memungkinkan

untuk dilakukan, maka pemindahan dapat dilakukan terlebih dahulu. Jika dicurigai terdapat cedera spinal, proses stabilisasi harus segera dilakukan.

3. Proses Stabilisasi

Stabilisasi adalah urutan tindakan untuk mempersiapkan pasien sebelum dipindahkan. Stabilisasi meliputi perawatan luka, fiksasi benda yang menusuk, pemasangan balut dan bidai, dll. Prinsipnya adalah pemindahan harus dilakukan secepat mungkin dengan memperhatikan kondisi pasien.

4. Proses Transportasi

Hal pertama yang dilakukan dalam proses transportasi adalah penentuan tujuan. Pasien kritis harus dipindahkan ke rumah sakit dengan fasilitas gawat darurat terdekat. Pasien yang termasuk dalam kondisi gawat darurat adalah: henti nafas atau henti jantung, sumbatan jalan nafas yang tidak dapat diatasi, kejang berulang, trauma mayor, amputasi, luka bakar, persalinan iminen, dan suspek infark miokard pada pasien lebih dai 40 tahun dengan nyeri dada hebat. Untuk pasien stabil, dapat dipindahkan ke RS yang menjadi pilihan pasien atau berdasarkan keputusan *chief* ambulans.

Hal-hal yang perlu diperhatikan sebelum proses transportasi adalah kondisi vital pasien yang meliputi jalan nafas, pernafasan, dan sirkulasi. Jika pasien berada dalam keadaan sadar, pasien harus mendapatkan pertukaran yang cukup. Keamanan posisi alat pengangkut di dalam kapal ambulans juga harus diperhatikan. Hal-hal lain yang harus dilakukan adalah mempersiapkan jka timbul perburukan kondisi pernafasan dan sirkulasi dengan meletakkan spinal board pendek atau papan RJP di bawah matras, melonggarkan pakaian yang ketat, memeriksa perban, menaikkan keluarga atau teman dekat yang harus menemani pasien, menaikkan barang pribadi, dan menenangkan pasien.

Selama perjalanan, kru kapal ambulans harus memberitahu (Emergency Medical Dispatch) bahwa ambulans telah meninggalkan lokasi. Tenaga medis yang berada di kapal ambulans juga dapat melanjutkan perawatan kegawat-daruratan yang dibutuhkan dan melakukan monitoring kondisi vital. Hal yang terpenting dalam proses ini adalah melaporkan kepada fasilitas medis yang menjadi tujuan mengenai identitas pasien, hasil pemeriksaan, tindakan yang telah dilakukan, dan perkiraan waktu kedatangan. Apabila terjadi henti jantung, RJP (Resuitasi Jantung Paru) harus dilakukan dengan kondisi ambulans berhenti dan fasilitas rujukan harus mengetahui hal tersebut.

Sesampainya di tempat rujukan, tenaga medis di kapal ambulans harus melanjutkan menangani pasien sampai ada petugas yang siap mengambil alih. Kemudian, tenaga medis kapal ambulans dapat memberikan laporan kepada tenaga medis dari fasilitas rujukan dan memberikan barang pribadi pasien. Setelah itu, peralatan ambulans dapat dikembalikan ke tempat semula. Kemudian, tenaga medis kapal ambulans dapat membuat laporan tertulis.

Sesampainya di rumah sakit, kompartemen pasien harus segera dibersihkan dengan sarung tangan industri. Hal-hal yang harus dibersihkan adalah darah, muntahan, dan cairan tubuh lain. Kemudian, segala sampah medis harus dibuang. Lalu, dilakukan pembersihan dan prosedur disinfeksi pada barang non-disposable. Setiap barang sekali pakai harus diganti dengan cadangan. Hal terakhir yang dilakukan adalah menukar barang-barang yang melekat pada pasien dengan milik rumah sakit jika memungkinkan.

4.5 Kapal Ambulans yang Dioperasikan

Sub bab ini akan menjelaskan kebutuhan, spesifikasi, dan *General Arrangement* dari kapal ambulans yang ber beroperasi di wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan.

4.5.1 Tenaga Medis Kapal Ambulans

Kapal ambulans yang beroperasi di wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan memiliki kebutuhan tenaga medis tertentu. Jumlah tenaga medis yang disiagakan pada kapal ambulans adalah seorang dokter, dua orang bidan, dua orang perawat, dan empat orang ABK, termasuk masinis.

4.5.2 Spesifikasi Kapal Ambulans

Kapal ambulans yang saat ini beroperasi untuk mengantarkan pasien dari di wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan menuju ibukota kabupaten Pangkajene dan Kepulauan memiliki panjang 13 meter, lebar 3 meter, dan tinggi 1,5 meter. Kapal yang kecepatan dinasnya dapat mencapai 25 knot ini dapat mengangkut 17 penumpang dengan rincian 2 pasien dan 15 orang penumpang lainnya yang terdiri dari tenaga medis, kru kapal, dan keluarga pasien. Kapal ini memiliki daya jelajah sejauh 180 mil laut. Spesifikasi selengkapnya dari kapal ambulans milik Dinas Kesehatan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan tersebut dapat dilihat melalui Tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Kapal Ambulans yang Ada

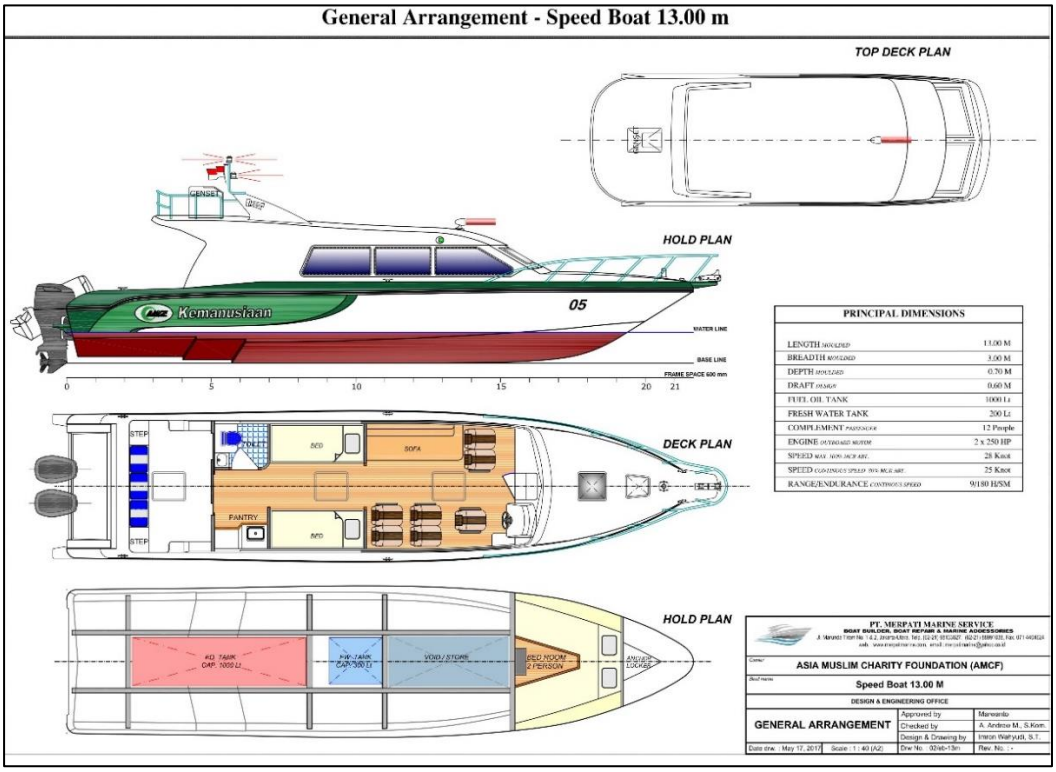
Komponen	Nilai	Satuan
Panjang *(moulded)*, LOA	13	meter
Lebar *(moulded)*, B	3	meter
Tinggi geladak *(moulded)*, H	1,5	meter
Sarat kapal, T	0,7	meter
Tangki bahan bakar	1000	liter
Tangki air tawar	300	liter
Engine outboard motor	2x250	HP
Kecepatan dinas (80% MCR)	25	knot
Daya jelajah	180	mil laut
Penumpang dan Kru	17	orang

Sumber: (Merpati Marine, 2020)

4.5.3 General Arrangement Kapal Ambulans

Kapal ambulans yang beroperasi di wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan dapat menampung hingga dua pasien. Kapal ini juga dilengkapi dengan sofa sebagai tempat duduk bagi keluarga maupun teman pasien yang dievakuasi. Mesin yang digunakan sebagai penggerak ini merupakan mesin dengan tipe outboard sebanyak dua unit. Sumber tenaga kapal ini adalah genset yang terletak pada *top deck*.

Di bawah *main deck*, terdapat tangki bahan bakar, tangka air tawar, kamar tidur, dan tempat jangkar. Tangki bahan bakar kapal ini memiliki kapasitas sebesar 1.000 liter. Sedangkan, tangki



Sumber: (Merpati Marine, 2020)

Gambar 4.12 General Arrangement Kapal Ambulans yang Ada

air tawar kapal ini hanya memiliki kapasitas 300 liter. Kamar tidur yang dimiliki kapal ini dapat digunakan oleh dua orang. *General Arrangement* kapal ambulans ini dapat dilihat pada Gambar 4.12. Sedangkan, interior dari kapal ambulans ini dapat dilihat pada Gambar 4.13.

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Gambar 4.13 Interior dari Kapal Ambulans yang Ada

Pada Gambar 4.13, terlihat bahwa kapal ambulans yang saat ini beroperasi di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan memiliki 1 buah ranjang rumah sakit dan 1 buah *portable bed*. Selain itu, kapal ambulans ini juga dilengkapi oleh rak di atas ranjang pasien untuk menyimpan peralatan medis. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa kapal ambulans yang ada dapat mengangkut 2 orang pasien sekaligus.

BAB 5
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang tahap pengolahan data serta tahap perhitungan dengan menggunakan data yang telah diolah dengan metode yang relevan. Bab ini juga berisi pembahasan mengenai kondisi saat ini dari proses penanganan kondisi gawat darurat di wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. Untuk memudahkan penulisan, nama pulau dan dermaga tujuan rujukan yang menjadi objek studi dalam Tugas Akhir ini ditulis dalam notasi. Notasi setiap pulau dan dermaga yang menjadi objek studi Tugas Akhir ini dapat dilihat pada Tabel 5.1

Tabel 5.1 Notasi Nama Pulau yang Menjadi Objek Studi

No	Nama Pulau	Notasi	No	Nama Pulau	Notasi
1	P. Badi	BAD	19	P. Kulambing	KUL
2	P. Pajenekang	PAJ	20	P. Bangko-bangkoang	BGK
3	P. Balang Lompo	BLL	21	P. Sabutung	SBT
4	P. Bontosua	BON	22	P. Cambang-cambang	CAM
5	P. Cangkeh	CAN	23	P. Sapuli	SAP
6	P. Lamputang	LAM	24	P. Satando	SAT
7	P. Pala	PAL	25	P. Saugi	SAU
8	P. Podangpodang Lompo	POD	26	P. Sabanko	SAB
9	P. Sarappo Keke	SKE	27	P. Sagara	SAG
10	P. Saroppo Lompo	SAL	28	P. Sakoala	SAK
11	P. Kondongbali	KON	29	P. Salemo	SLM
12	P. Kapoposang	KAP	30	P. Salebbo	SLB
13	P. Papandangang	PAP	31	P. Samatello Laut	SML
14	P. Sanane	SAN	32	P. Samatello Tinggi	SMT
15	P. Balang Caddi	BLC	33	P. Samatellu Raya	SMR
16	P. Karanrang	KAR	34	Dermaga Maccini Baji	DMB
17	P. Laiya	LAI	35	Pelabuhan Paotere	DPT
18	P. Polewali	POL			

5.1 Analisis Pola Operasi Kapal Ambulans Saat Ini

1 (satu) unit kapal ambulans yang saat ini disiagakan di Pulau Balang Lompo tidak dapat menjangkau seluruh pulau yang tersebar di Kecamatan Liukang Tupabbiring dan Liukang Tupabbiring Utara dalam waktu respons standar. Terlebih lagi, jika hanya 1 kapal ambulans yang disiagakan, kapal ambulans tersebut tidak akan mampu melayani 30.805 orang penduduk (Badan Pusat Statistik Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, 2019) dengan maksimal.

Karena kapal ambulans tersebut belum beroperasi secara penuh, warga biasanya menggunakan kapal nelayan sebagai sarana rujukan ke rumah sakit yang berada di ibu kota Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan dan di Makassar. Proses rujukan dengan menggunakan

kapal nelayan tentu tidak sebaik dan senyaman jika menggunakan kapal ambulans. Kapal nelayan juga tidak dapat melaju secepat kapal ambulans, di mana kapal ambulans dapat melaju hingga kecepatan 25 knot. Selain itu, kapal nelayan tidak dilengkapi dengan alat-alat pemberi pertolongan pertama dan tenaga medis seperti kapal ambulans. Sehingga, dengan tersedianya layanan kapal ambulans yang dioperasikan di wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, peluang pasien untuk selamat dari kejadian gawat darurat akan semakin besar.

5.2 Penentuan Jumlah Penduduk Tiap Pulau

Perhitungan jumlah penduduk tiap pulau perlu dilakukan mengingat data yang disediakan oleh Badan Pusat Statistik hanya berupa data jumlah penduduk per desa. Sedangkan, 1 desa bisa terdiri atas lebih dari 1 pulau. Perhitungan jumlah penduduk dapat dilakukan dengan tiga cara sesuai dengan ketersediaan data, yaitu dengan (i) menggunakan proyeksi jumlah penduduk, (ii) menghitung jumlah rumah yang berada pada pulau tersebut, dan (iii) membandingkan luas pulau.

5.2.1 Menggunakan Proyeksi Jumlah Penduduk pada Pulau yang Data Jumlah Penduduknya tersedia.

> Pulau Badi boleh dibilang pulau mungil yang eksotik. Luasnya hanya sekitar 6,50 hektar dengan jumlah penduduk 402 KK atau 1868 jiwa, 920 jiwa Laki-laki dan 948 jiwa perempuan menurut sumber data Desa Mattiro Deceng.

Sumber: (Palontaraq, 2020)

Gambar 5.1 Penggalan Artikel dengan Data Jumlah Penduduk Pulau Badi

Untuk pulau yang data jumlah penduduknya tersedia, jumlah penduduk untuk saat penelitian ini dilakukan, yaitu tahun 2020, dapat dihitung dengan metode proyeksi. Laju pertumbuhan penduduk yang digunakan untuk pulau yang terletak di Kecamatan Liukang Tupabbiring 1,46% per tahun. Sedangkan, untuk pulau yang terletak di Kecamatan Liukang Tupabbiring Utara, laju pertumbuhan penduduk yang digunakan adadlah 0,16% per tahun (lihat Tabel 4.4).

Sebagai contoh, pada Gambar 5.1, jumlah penduduk Pulau Badi pada tahun 2018 dapat diketahui, yaitu sebanyak 1.868 jiwa. Jumlah penduduk tersebut kemudian diproyeksikan hingga tahun 2020 dengan menggunakan persamaan berikut:

$$P1 = P0 * (1 + r) \tag{5.1}$$

di mana:

$P1$ = Jumlah penduduk setelah diproyeksikan

$P0$ = Jumlah penduduk sebelum diproyeksikan

r = Laju pertumbuhan penduduk

5.2.2 Menghitung Banyaknya Rumah di Setiap Pulau

Untuk pulau yang tidak memiliki data jumlah penduduk, penentuan jumlah penduduk pulau tersebut pada tahun 2020 dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan jumlah rumah yang berada di pulau tersebut. Perkiraan jumlah rumah yang berada di pulau tersebut dihitung secara manual dengan bantuan citra satelit dari Google Earth. Setelah perkiraan jumlah rumah yang berada di pulau tersebut diperoleh , jumlah rumah tersebut dikalikan dengan jumlah penduduk yang tinggal pada tiap rumah. Jumlah penghuni yang tinggal pada tiap rumah diasumsikan berjumlah 5 hingga 6 orang. Penentuan jumlah penduduk yang tinggal di tiap rumah disesuaikan dengan data jumlah penduduk per desa.

$$P = JR * A \tag{5.2}$$

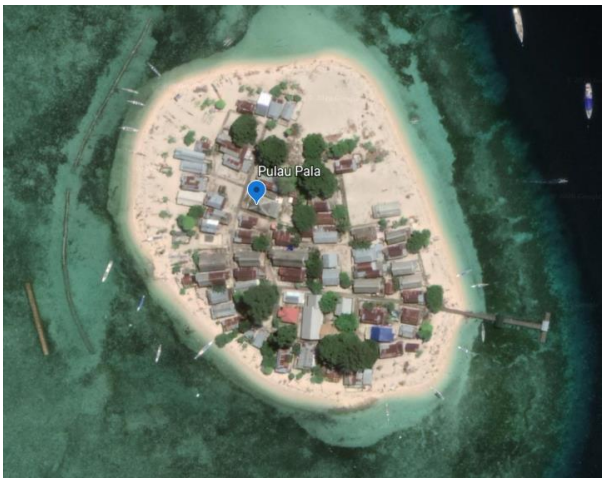
di mana:

JR = Jumlah rumah di suatu pulau

A = Asumsi jumlah penghuni yang tinggal pada sebuah rumah

Contoh citra satelit yang menunjukkan dengan jelas rumah-rumah yang berada di Pulau Pala dapat dilihat pada Gambar 5.2.

Berdasarkan gambar ini, kira-kira terdapat sekitar 70 rumah yang berada di Pulau Pala yang terletak di Desa Mattiro Dolangeng. Menurut hasil proyeksi, Desa Mattiro Dolangeng memiliki jumlah penduduk sebanyak 1.784 orang pada tahun 2020. Pulau yang terletak di Desa Mattiro Dolangeng adalah Pulau Pala, Pulau Cangkeh, Pulau Lamputang, Pulau Podangpodang Caddi, dan Pulau Podangpodang Lompo. Contoh perhitungan jumlah penduduk dengan menggunakan pendekatan jumlah rumah di tiap pulau dapat dilihat melalui Tabel 5.2.



Sumber: (Google, 2020)

Gambar 5.2 Citra Satelit dari Pulau Pala

Tabel 5.2 Perhitungan Jumlah Penduduk dengan Pendekatan Jumlah Rumah

No	Pulau	Jumlah Rumah	Asumsi Jumlah Penghuni tiap Rumah (Orang)	Perkiraan Jumlah Penduduk (Orang)
1	CAN	2	-	2
2	LAM	81	5	406
3	PAL	70	6	420
4	POD	159	6	954
Total Jumlah Penduduk				1.784

Jumlah penduduk di Pulau Cangkeh diketahui sebanyak 2 orang. Jumlah penduduk di Pulau Lamputang, Pulau Pala, dan Pulau Podangpodang Lompo dihitung berdasarkan jumlah rumah. Penentuan asumsi jumlah penghuni tiap rumah antara 5 hingga 6 orang dilakukan dengan memperhatikan total jumlah penduduk yang tinggal di Desa Mattiro Dolangeng. Sehingga, dengan menggunakan asumsi jumlah penghuni tiap rumah sebanyak 5 orang untuk Pulau Lamputang, 6 orang untuk Pulau Pala, dan 6 orang untuk Pulau Podangpodang Lompo, pada tahun 2020, jumlah penduduk di Pulau Lamputang dapat disimpulkan sebanyak 406 orang, Pulau Pala sebanyak 420 orang, dan Pulau Podangpodang Lompo sebanyak 954 orang.

5.2.3 Menggunakan Perbandingan Luas Pulau

Apabila cara kedua tidak dapat dilakukan karena citra satelit yang kurang baik, maka perhitungan jumlah penduduk dilakukan dengan menggunakan perbandingan luas pulau. Perbandingan jumlah penduduk pada pulau-pulau yang berada pada satu desa diasumsikan sama dengan perbandingan luas pulaunya.

Perhitungan luas pulau dapat digunakan dengan menggunakan fitur Measure Distance pada Google Earth. Luas pulau dapat dihitung dengan cara membuat garis-garis yang mengelilingi pulau tersebut. Setelah garis-garis tersebut membentuk sebuah parameter, luas pulau tersebut dapat diketahui.

Contoh pulau yang memiliki citra satelit kurang baik adalah pulau Samatellu Laut yang terletak di Desa Mattiro Walie. Langkah pertama dalam perhitungan jumlah penduduk yang tinggal di pulau Samatellu Lompo adalah dengan menghitung luas tiap pulau yang terletak di Desa Mattiro Walie. Desa Mattiro Walie yang memiliki 1.623 orang penduduk ini terdiri dari Pulau Samatellu Laut, Samatellu Tinggi, Samatellu Raya, Salebo, Banabanawang, dan Jangangjangangang. Namun, hanya Pulau Samatellu Laut, Samatellu Tinggi, Samatellu Raya, dan Salebo yang berpenghuni.

Dari ke-empat pulau berpenghuni tersebut, hanya Pulau Salebo yang memiliki citra satelit yang baik, sehingga proses penentuan jumlah penduduknya dilakukan dengan menggunakan pendekatan jumlah rumah. Maka, pulau yang dibandingkan luasnya untuk menentukan jumlah penduduk hanya Pulau Samatellu Laut, Samatellu Tinggi, dan Samatellu Raya. Proses pengukuran

Sumber: (Google, 2020)

Gambar 5.3 Pengukuran Luas Pulau Samatellu Laut

luas pulau Samatellu Laut dapat dilihat pada Gambar 5.3. Berdasarkan hasil pengukuran, dapat disimpulkan luas dari Pulau Samatellu Laut adalah 0,07 km2 (lihat Gambar 5.3). Hasil pengukuran luas Pulau Samatellu Laut, Samatellu Tinggi, dan Samatellu Raya dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hasil Pengukuran Luas Pulau

No	Pulau	Luas (km^2)
1	SML	0,07
2	SMT	0,04
3	SMR	0,05

Setelah mendapatkan luas masing-masing pulau yang ingin dibandingkan, jumlah penduduk setiap pulau dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$P = \frac{LP}{TLP} \, x \, TP \tag{5.3}$$

di mana:

P = Jumlah penduduk pulau

LP = Luas pulau

TP = Total jumlah penduduk dalam satu desa

TLP = Total luas pulau dalam satu desa.

Semisal, untuk menghitung jumlah penduduk Pulau Samatellu Laut, jumlah penduduk yang digunakan adalah penduduk Desa Mattiro Walie total dikurangi dengan jumlah penduduk Pulau Salebo, yang sudah diketahui sebelumnya. Sehingga, dengan luas 0,07 km^2, jumlah penduduk Pulau Samatellu Laut pada tahun 2020 adalah:

$$P = \frac{0{,}07}{0{,}07 + 0{,}04 + 0{,}05} * (1.623 - 350) = 559 \text{ orang}$$

Sehingga, dengan menggunakan ketiga metode penentuan jumlah penduduk yang tinggal di sebuah pulau, secara keseluruhan, jumlah penduduk tiap pulau yang berada di Kecamatan Liukang Tupabbiring dan Kecamatan Liukang Tupabbiring Utara pada tahun 2020 dapat diperkirakan seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 5.4.

Tabel ini menunjukkan bahwa Pulau Balang Lompo memiliki jumlah penduduk terbanyak sejumlah 4.909 orang, yang disusul oleh Pulau Karanrang dengan jumlah penduduk 3.234 orang. Sedangkan, pulau yang memiliki jumlah penduduk paling sedikit adalah Pulau Cangkeh yang

Tabel 5.4 Perkiraan Jumlah Penduduk Setiap Pulau Tahun 2020

No.	Pulau	Perkiraan Jumlah Penduduk (Orang)	No.	Pulau	Perkiraan Jumlah Penduduk (Orang)
1	BAD	1.923	18	POL	128
2	PAJ	1.557	19	KUL	1.546
3	BLL	4.909	20	BGK	215
4	BON	843	21	SBT	1.359
5	CAN	2	22	CAM	40
6	LAM	406	23	SAP	444
7	PAL	420	24	SAT	500
8	POD	954	25	SAU	434
9	SKE	1.600	26	SAB	266
10	SAL	1.335	27	SAG	289
11	KON	1.874	28	SAK	562
12	KAP	670	29	SLM	2.847
13	PAP	1.004	30	SLB	350
14	SAN	1.419	31	SML	559
15	BLC	917	32	SMT	317
16	KAR	3.234	33	SMR	397
17	LAI	678			

hanya dihuni oleh 2 orang penduduk. Sementara itu, Pulau Cambang-cambang yang merupakan pulau wisata yang difasilitasi oleh 15 buah villa diasumsikan dihuni oleh 40 orang.

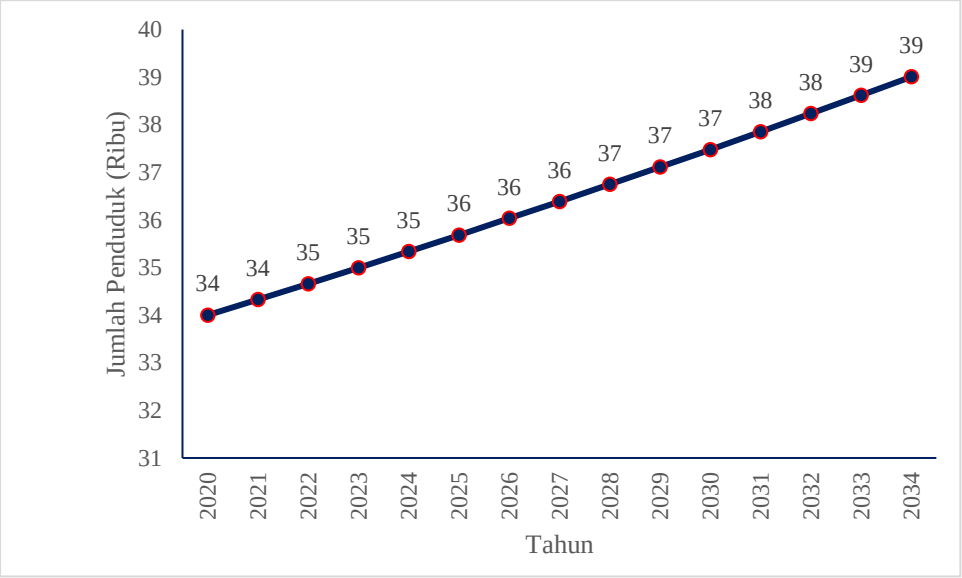
Karena penelitian ini mengasumsikan umur ekonomis kapal ambulans adalah 15 tahun, maka jumlah penduduk juga diproyeksikan sepanjang 15 tahun. Pertumbuhan penduduk pulau-pulau yang terletak di Kecamatan Liukang Tupabbiring adalah 0,16% penduduk. Sedangkan, pertumbuhan penduduk pulau-pulau yang terletak di Kecamatan Liukang Tupabbiring Utara adalah 1,46% (lihat Tabel 4.4). Hasil proyeksi jumlah penduduk dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Menurut tabel ini., terdapat pulau yang tidak mengalami penambahan jumlah penduduk, pulau tersebut adalah Pulau Cangkeh dan Pulau Cambang-cambang. Pulau Cangkeh hanya dihuni oleh sepasang lansia sedangkan Pulau Cambang-cambang adalah pulau wisata yang memiliki

Tabel 5.5 Proyeksi Jumlah Penduduk Setiap Pulau

No	Pulau	2020	2021	2022	2025	2026	2030	2032	2033	2034
1	BAD	1.923	1.952	1.981	2.070	2.101	2.229	2.296	2.330	2.365
2	PAJ	1.557	1.580	1.604	1.677	1.702	1.805	1.859	1.887	1.915
3	BLL	4.909	4.981	5.054	5.279	5.357	5.679	5.847	5.933	6.020
4	BON	843	856	869	909	923	980	1.010	1.025	1.040
5	CAN	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6	LAM	408	414	421	442	449	477	492	500	508
7	PAL	420	427	434	455	462	491	507	515	523
8	POD	954	968	983	1.028	1.044	1.108	1.142	1.159	1.176
9	SKE	1.600	1.624	1.648	1.723	1.749	1.855	1.911	1.939	1.968
10	SAL	1.335	1.355	1.375	1.438	1.459	1.548	1.594	1.618	1.642
11	KON	1.874	1.902	1.930	2.018	2.048	2.172	2.237	2.270	2.304
12	KAP	670	680	690	723	734	780	804	816	828
13	PAP	1.004	1.019	1.034	1.082	1.098	1.166	1.202	1.220	1.238
14	SAN	1.419	1.440	1.462	1.528	1.551	1.645	1.695	1.720	1.746
15	BLC	917	931	945	989	1.004	1.066	1.098	1.115	1.132
16	KAR	3.234	3.240	3.246	3.264	3.270	3.294	3.306	3.312	3.318
17	LAI	678	680	682	688	690	698	702	704	706
18	POL	128	129	130	133	134	138	140	141	142
19	KUL	1.546	1.549	1.552	1.561	1.564	1.576	1.582	1.585	1.588
20	BGK	215	216	217	220	221	225	227	228	229
21	SBT	1.359	1.362	1.365	1.374	1.377	1.389	1.395	1.398	1.401
22	CAM	40	40	40	40	40	40	40	40	40
23	SAP	444	445	446	449	450	454	456	457	458
24	SAT	500	501	502	505	506	510	512	513	514
25	SAU	434	435	436	439	440	444	446	447	448
26	SAB	266	267	268	271	272	276	278	279	280
27	SAG	289	290	291	294	295	299	301	302	303
28	SAK	562	563	564	567	568	572	574	575	576
29	SLM	2.847	2.852	2.857	2.872	2.877	2.897	2.907	2.912	2.917
30	SLB	350	351	352	355	356	360	362	363	364
31	SML	559	560	561	564	565	569	571	572	573
32	SMT	317	318	319	322	323	327	329	330	331
33	SMR	397	398	399	402	403	407	409	410	411
Total		34,000	34.327	34.659	35.683	36.034	37.478	38.233	38.617	39.006

fasilitas 15 unit villa, sehingga jumlah penduduknya diasumsikan konstan sebanyak 40 orang. Jumlah penduduk tinggi pada tahun 2034 adalah Pulau Balang Lompo dengan perkiraan jumlah penduduk sebanyak 6.020 orang. Grafik proyeksi jumlah penduduk total Kecamatan Liukang Tupabbiring dan Liukang Tupabbiring Utara dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Proyeksi Jumlah Penduduk Kecamatan Objek Studi Tugas Akhir

Menurut gambar ini, jumlah penduduk yang tinggal di Kecamatan Liukang Tupabbiring dan Liukang Tupabbiring Utara terus meningkat setiap tahunnya. Hal ini disebabkan karena laju pertumbuhan penduduk yang digunakan selalu bernilai positif setiap tahunnya. Sehingga, pada tahun 2034, di akhir umur ekonomis kapal ambulans, jumlah penduduk yang tinggal di Kecamatan Liukang Tupabbiring dan Liukang Tupabbiring Utara mencapai puncaknya, yaitu 39.006 orang.

5.3 Identifikasi Panggilan Gawat Darurat dari Setiap Pulau

Panggilan gawat darurat dari setiap pulau perlu diidentifikasi untuk dapat merencanakan pola operasi kapal dalam setahun. Karena data historis tidak tersedia, panggilan gawat darurat dibangkitkan dengan menggunakan distribusi binomial. Hal ini berhubungan dengan dua kejadian yang mungkin, yaitu: sakit dan tidak sakit. Langkah-langkah pendistribusian panggilan gawat darurat dari setiap pulau akan dijelaskan di sub bab berikut.

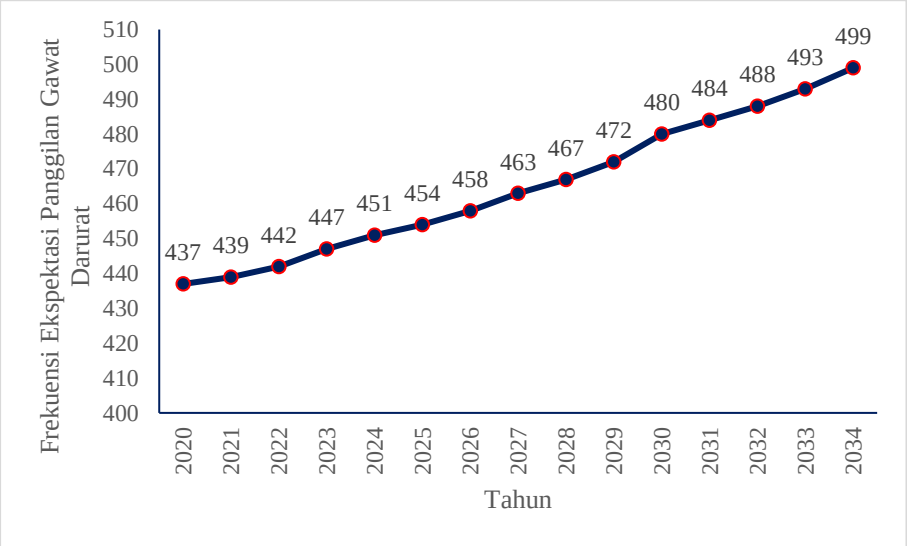
5.3.1 Penentuan Frekuensi Ekspektasi Panggilan Gawat Darurat dari Setiap Pulau

Langkah pertama dalam pendistribusian panggilan gawat darurat dari setiap pulau adalah menentukan frekuensi ekspektasi panggilan gawat darurat dari setiap pulau. Frekuensi ekspektasi panggilan gawat darurat merupakan fungsi dari jumlah penduduk. Volume panggilan gawat darurat di daerah pedesaan diasumsikan sebesar 1,23% dari total populasi per tahun (Huang, et al., 2001). Sehingga, volume panggilan gawat darurat dari tiap pulau yang menjadi objek studi Tugas Akhir ini juga diasumsikan sebesar 1,23% dari jumlah penduduk pulau per tahun. Sehingga, semakin banyak penduduk di suatu pulau, maka semakin besar pula frekuensi ekspektasi panggilan gawat darurat di pulau tersebut. Frekuensi ekspektasi panggilan gawat darurat dari setiap pulau selama umur ekonomis kapal ambulans dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Frekuensi Ekspektasi Panggilan Gawat Darurat dari Setiap Pulau

No	Pulau	2020	2021	2022	2025	2026	2030	2031	2032	2033	2034
1	BAD	24	25	25	26	26	28	28	29	29	30
2	PAJ	20	20	20	21	21	23	23	23	24	24
3	BLL	61	62	63	65	66	70	71	72	73	75
4	BON	11	11	11	12	12	13	13	13	13	13
5	CAN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	LAM	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7
7	PAL	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7
8	POD	12	12	13	13	13	14	14	15	15	15
9	SKE	20	20	21	22	22	23	24	24	24	25
10	SAL	17	17	17	18	18	20	20	20	20	21
11	KON	24	24	24	25	26	27	28	28	28	29
12	KAP	9	9	9	9	10	10	10	10	11	11
13	PAP	13	13	13	14	14	15	15	15	16	16
14	SAN	18	18	18	19	20	21	21	21	22	22
15	BLC	12	12	12	13	13	14	14	14	14	14
16	KAR	40	40	40	41	41	41	41	41	41	41
17	LAI	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
18	POL	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
19	KUL	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
20	BGK	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
21	SBT	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18
22	CAM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	SAP	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
24	SAT	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
25	SAU	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
26	SAB	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
27	SAG	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
28	SAK	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8
29	SLM	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
30	SLB	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
31	SML	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8
32	SMT	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
33	SMR	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6
Total		437	439	442	454	458	480	484	488	493	499

Tabel ini menunjukkan bahwa pulau yang memiliki frekuensi ekspektasi panggilan gawat darurat paling sedikit adalah Pulau Cangkeh dan Pulau Cambang-cambang dengan masing-masing 1 panggilan per tahun. Kecilnya frekuensi panggilan ini disebabkan oleh sedikitnya jumlah penduduk di pulau tersebut. Demikian sebaliknya untuk Pulau Balang Lompo yang memiliki jumlah penduduk terbanyak. Pada tahun 2034, frekuensi ekspektasi panggilan gawat darurat dari Pulau Balang Lompo mencapai 75 panggilan. Semakin banyak jumlah penduduk di suatu pulau, maka frekuensi ekspektasi panggilan gawat darurat dari pulau tersebut akan semakin banyak pula. Secara keseluruhan, total frekuensi ekspektasi panggilan gawat darurat dari 33 pulau berpenghuni di Kecamatan Liukang Tupabbiring dan Liukang Tupabbiring Utara dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Proyeksi Total Frekuensi Ekspektasi Panggilan Gawat Darurat

Berdasarkan gambar ini, dapat disimpulkan bahwa total frekuensi ekspektasi panggilan gawat darurat yang tersebar dari seluruh pulau selalu meningkat setiap tahunnya. Hal ini disebabkan oleh jumlah penduduk yang tinggal di pulau-pulau tersebut selalu bertambah setiap tahunnya. Pada tahun 2034, di akhir umur ekonomis kapal ambulans, total frekuensi ekspektasi panggilan gawat darurat yang didapatkan adalah sebanyak 499 panggilan.

5.3.2 Perhitungan Peluang Terjadinya Kejadian Gawat Darurat

Setelah mengetahui frekuensi ekspektasi panggilan gawat darurat dari setiap pulau, langkah selanjutnya yang harus dilakukan adalah menghitung peluang dari setiap penduduk di setiap pulau mengalami kejadian gawat darurat dalam sehari. Rumus yang digunakan dalam menghitung peluang setiap penduduk pulau tertentu mengalami kejadian gawat darurat dalam sehari adalah:

$$PG = \frac{\frac{FE}{P}}{365} \tag{5.4}$$

di mana:

PG = Peluang setiap orang mengalami kejadian gawat darurat di pulau *i*

FE = Frekuensi ekspektasi panggilan gawat darurat dari pulau *i* dalam setahun

P = Jumlah penduduk sebuah pulau

Sebagai contoh, peluang penduduk Pulau Badi dalam sehari, di mana pulau tersebut memiliki frekuensi ekspektasi panggilan gawat darurat sebanyak 24 kali dalam setahun (lihat Tabel 5.6) dan jumlah penduduk sebanyak 1.923 orang, adalah sebesar 0,00003419 (lihat Tabel 5.5).

Sehingga, peluang penduduk yang tinggal di pulau lainnya mengalami kejadian gawat darurat dalam sehari selama umur ekonomis kapal dapat dilihat pada Tabel 5.7. Menurut tabel ini, pulau dengan penduduk yang paling rentan mengalami kejadian gawat darurat adalah penduduk Pulau Cangkeh. Rata-rata peluang penduduk Pulau Cangkeh mengalami kejadian gawat darurat dalam sehari adalah 0,00137. Tingginya peluang tersebut diakibatkan oleh perbandingan antara frekuensi ekspektasi dan jumlah penduduk Pulau Cangkeh adalah yang terbesar di antara pulau lainnya. Penduduk Pulau Cangkeh sendiri hanya berjumlah 2 orang. Menurut Persamaan 5.4,

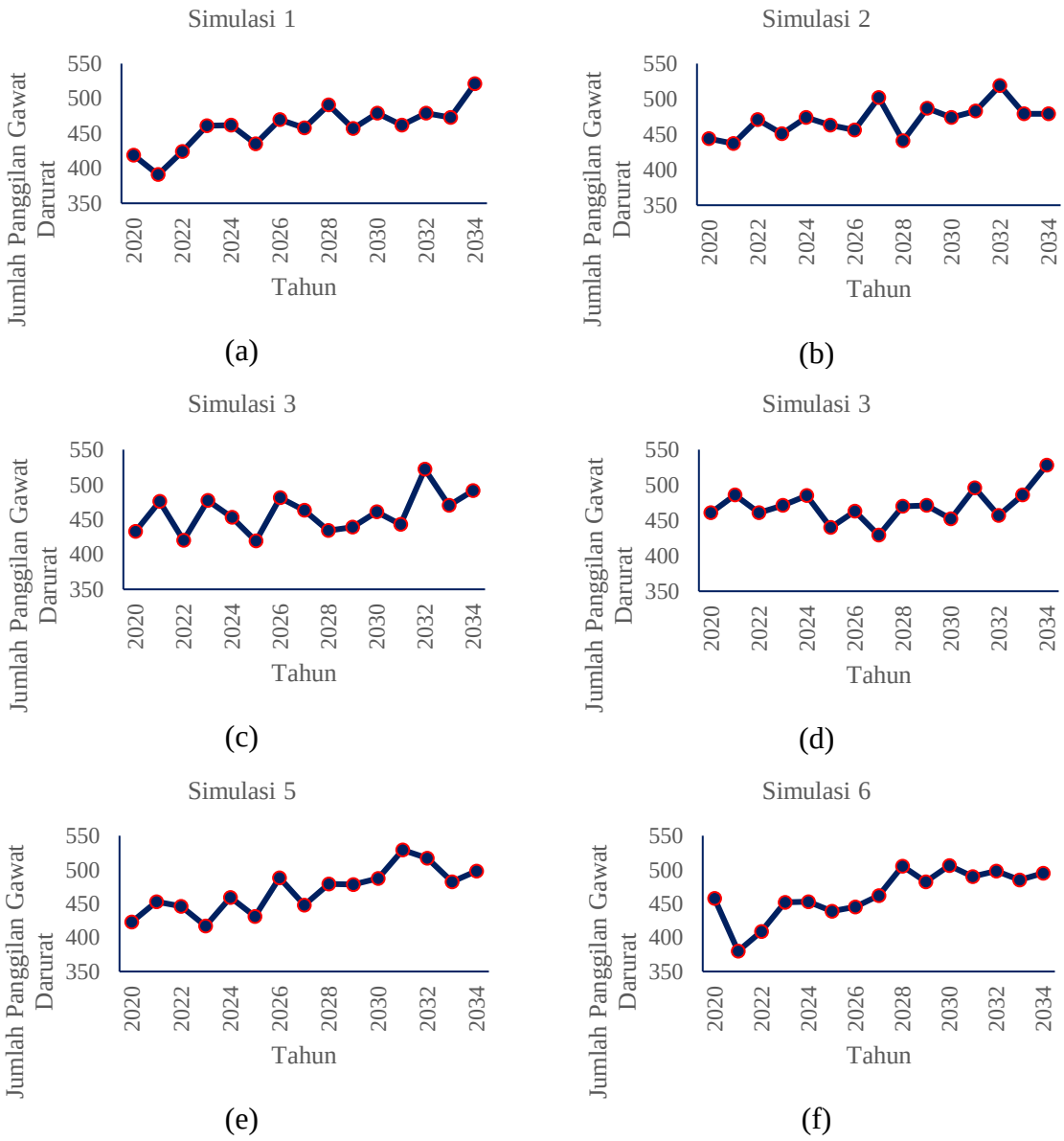
Tabel 5.7 Peluang Terjadinya Kejadian Gawat Darurat Setiap Pulau

No	Pulau	2020	2021	2025	2030	2034	Rata-rata
1	BAD	0,000034	0,000035	0,000034	0,000034	0,000035	0,000034
2	PAJ	0,000035	0,000035	0,000034	0,000035	0,000034	0,000035
3	BLL	0,000034	0,000034	0,000034	0,000034	0,000034	0,000034
11	KON	0,000035	0,000035	0,000034	0,000034	0,000034	0,000034
12	KAP	0,000037	0,000036	0,000034	0,000035	0,000036	0,000036
13	PAP	0,000035	0,000035	0,000035	0,000035	0,000035	0,000035
21	SBT	0,000034	0,000034	0,000034	0,000036	0,000035	0,000035
22	CAM	0,000068	0,000068	0,000068	0,000068	0,000068	0,000068
23	SAP	0,000037	0,000037	0,000037	0,000036	0,000036	0,000036
31	SML	0,000034	0,000034	0,000034	0,000034	0,000038	0,000035
32	SMT	0,000035	0,000034	0,000034	0,000042	0,000041	0,000037
33	SMR	0,000035	0,000034	0,000034	0,000040	0,000040	0,000036

jumlah penduduk turut menentukan peluang terjadinya kejadian gawat darurat. Sehingga, dengan frekuensi ekspektasi yang sama, semakin sedikit jumlah penduduk yang tinggal di suatu pulau, maka peluang orang mengalami kejadian gawat darurat akan semakin besar. Sementara itu, pulau dengan penduduk yang paling tidak berpotensi mengalami kejadian gawat darurat adalah penduduk Pulau Balang Lompo dengan rata-rata peluang 0,000034. Pulau Balang Lompo menjadi pulau dengan penduduk paling tidak berpotensi mengalami kejadian gawat darurat karena hasil perbandingan antara frekuensi ekspektasi dan jumlah penduduknya paling kecil dibandingkan pulau lain yang menjadi objek studi di Tugas Akhir ini.

5.3.3 Proses Simulasi Jumlah Panggilan Gawat Darurat

Setelah peluang dari masing-masing orang mengalami kejadian gawat darurat di setiap pulau diketahui, langkah yang selanjutnya dilakukan adalah melakukan simulasi terhadap panggilan gawat darurat. Simulasi distribusi panggilan gawat darurat perlu dilakukan untuk melihat persebaran dan jumlah kejadian sakit gawat darurat dalam setahun. Pendistribusian ini dilakukan dengan distribusi binomial. Salah satu *software* yang dapat mensimulasikan distribusi binomial adalah Microsoft Excel. Proses simulasi distribusi binomial pada Microsoft Excel dapat dilakukan dengan fungsi BINOM.INV dengan formula: BINOM.INV(jumlah percobaan; peluang sukses; alfa). Di mana, jumlah percobaan merupakan jumlah penduduk dalam suatu pulau, peluang sukses merupakan peluang terjadinya kasus gawat darurat pada masing-masing orang yang tinggal



Gambar 5.6 Hasil Simulasi Jumlah Panggilan Gawat Darurat

di satu pulau dalam sehari, dan alfa merupakan nilai kriteria. Alfa atau nilai kriteria pada Tugas Akhir ini diwakili oleh fungsi RAND(). Fungsi RAND() digunakan untuk mengacak nilai alfa. Sebagai contoh, untuk mensimulasikan distribusi panggilan gawat darurat dari Pulau Badi, *input* yang dilakukan pada Microsoft Excel adalah sebagai berikut: BINOM.INV(1923; (24/1923)/365; RAND()).

Setelah itu, simulasi pun dilakukan untuk mengetahui persebaran panggilan gawat darurat dari semua pulau yang berada di Kecamatan Liukang Tupabbiring dan Liukang Tupabbiring Utara . Simulasi ini dilakukan selama umur ekonomis kapal ambulans, yaitu 15 tahun. Setelah dilakukan simulasi beberapa kali, distribusi panggilan gawat darurat yang berbeda-beda pun berhasil didapatkan. Hasil simulasi jumlah panggilan gawat darurat per tahun dari seluruh pulau yang terjadi selama umur ekonomis kapal ambulans dapat dilihat pada Gambar 5.6.

Berdasarkan gambar tersebut jumlah panggilan gawat darurat menunjukkan trend yang meningkat, walaupun jumlahnya tidak mengalami peningkatan setiap tahunnya. Dari enam kali simulasi, jumlah panggilan gawat darurat terbanyak dalam setahun terjadi pada simulasi ke-empat pada gambar (d), tepatnya pada tahun 2031 dengan jumlah 529 panggilan. Sedangkan, jumlah panggilan gawat darurat paling sedikit dalam setahun terjadi pada simulasi ke-enam pada gambar (f), tepatnya pada tahun 2021 dengan jumlah 380 panggilan. Sementara itu, sebagai contoh, hasil distribusi panggilan gawat darurat per hari dapat dilihat pada Tabel 5.8 hingga Tabel 5.11.

Pada simulasi distribusi panggilan gawat darurat harian pertama yang dapat dilihat Tabel 5.8, terlihat bahwa pada hari ke-362 terdapat 2 panggilan gawat darurat dari pulau Samatellu Lompo pada hari yang sama. Sedangkan, jumlmah panggilan dari seluruh pulau yang didapatkan adalah sebanyak 520 panggilan. Demikian juga pada simulasi distribusi panggilan gawat darurat harian pertama yang dapat dilihat melalui Tabel 5.10, hasil simulasi juga menunjukkan adanya 2

Tabel 5.8 Simulasi Distribusi Panggilan Gawat Darurat Harian 1

Pulau	Hari ke-											Total
	1	2	180	181	182	183	184	362	363	364	365	
BAD	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	31
PAJ	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	27
KAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
LAI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
CAM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
SAK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
SLM	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	38
SMT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
SMR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Total	1	1	3	3	2	4	0	2	1	0	0	521

Tabel 5.9 Simulasi Distribusi Panggilan Gawat Darurat Harian 2

Pulau	Hari ke-											Total
	1	2	180	181	182	183	184	362	363	364	365	
BAD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
PAJ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
KAR	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	48
LAI	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8
CAM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SAK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14
SLM	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	33
SMT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
SMR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Total	2	1	0	5	1	0	1	2	1	0	1	491

panggilan gawat darurat dari Pulau Karanrang dengan total panggilan sebanyak 491 panggilan dari seluruh pulau.

Tabel 5.10 Simulasi Distribusi Panggilan Gawat Darurat Harian 3

Pulau	Hari ke-											Total
	1	2	180	181	182	183	184	362	363	364	365	
BAD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
PAJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	24
KAR	1	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	46
LAI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
CAM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
SAK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
SLM	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	38
SMT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
SMR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Total	4	0	1	4	0	2	3	0	0	3	1	491

Sementara itu, pada simulasi distribusi panggilan gawat darurat harian kedua yang dapat dilihat pada Tabel 5.9, tidak terlihat adanya lebih dari 1 panggilan gawat darurat dari pulau yang sama. Jumlah panggilan yang terjadi dalam sehari hanya sebanyak 0 atau 1 panggilan dari setiap pulau. Sedangkan, jumlah panggilan yang terjadi selama 1 tahun adalah sebanyak 491 panggilan dari seluruh pulau. Begitu pula hasil simulasi distribusi panggilan gawat darurat harian yang ditunjukkan pada simulasi keempat yang dapat dilihat melalui Tabel 5.11, jumlah panggilan yang terjadi hanya sebanyak 0 atau 1 panggilan dari setiap pulau. Jumlah panggilan dalam setahun dari seluruh pulau yang didapatkan dari simulasi tersebut adalah sebanyak 498 panggilan dalam setahun.

Tabel 5.11 Simulasi Distribusi Panggilan Gawat Darurat Harian 4

Pulau	Hari ke-											Total
	1	2	180	181	182	183	184	362	363	364	365	
BAD	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
PAJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
KAR	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	36
LAI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
CAM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SAK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
SLM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	35
SMT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
SMR	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	8
Total	2	1	3	1	1	1	2	1	3	1	1	498

5.3.4 Proses Simulasi Monte Carlo

Setelah simulasi jumlah panggilan gawat darurat dilakukan, langkah yang berikutnya dilakukan adalah melakukan simulasi Monte Carlo untuk mengetahui distribusi frekuensi panggilan gawat darurat. Proses ini perlu dilakukan untuk memperoleh jumlah panggilan dengan frekuensi terbanyak dan jumlah panggilan terbanyak. Proses pembuatan tabel distribusi frekuensi dilakukan dengan menggunakan fitur *Data Table* pada aplikasi *Microsoft Excel*. Berikut adalah contoh proses pembuatan tabel distribusi frekuensi panggilan gawat darurat dari Pulau Bontosua pada tahun 2026:

1. Melakukan simulasi jumlah panggilan gawat darurat

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah melakukan simulasi jumlah panggilan gawat darurat dari Pulau Bontosua pada tahun 2030 sebanyak 1.000 kali percobaan. Karena salah satu parameter dalam proses simulasi ini adalah bilangan random, setiap proses simulasi akan menghasilkan jumlah panggilan gawat darurat yang berbeda-beda. Sebagai contoh, hasil simulasi

Tabel 5.12 Contoh Hasil Simulasi Jumlah Panggilan Gawat Darurat

Simulasi ke-	Jumlah Panggilan Gawat Darurat
1	24
2	25
3	32
13	26
911	1
996	7
997	15
998	14
999	13
1000	8

jumlah panggilan gawat darurat dari Pulau Bontosua pada tahun 2030 dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Berdasarkan tabel ini, kita dapat melihat bahwa setiap hasi simulasi dapat menghasilkan jumlah panggilan gawat darurat yang berbeda-beda. Jumlah panggilan gawat darurat dalam setahun terbanyak terjadi pada simulasi ke-13 dengan jumlah panggilan sebanyak 26 panggilan. Sedangkan, jumlah panggilan gawat darurat paling sedikit terjadi pada proses simulasi ke-911 dengan jumlah panggilan sebanyak 1 panggilan.

2. Menentukan batas bawah data

Setelah melakukan simulasi jumlah panggilan gawat darurat sebanyak 1.000 kali, tahap berikutnya adalah menentukan batas bawah dari data jumlah panggilan gawat darurat yang telah disimulasikan. Batas bawah dari data ini adalah jumlah panggilan gawat darurat minimum dari 1.000 kali simulasi, yaitu 1.

3. Menentukan batas atas data

Tahap berikutnya adalah menentukan batas atas dari data jumlah panggilan gawat darurat yang telah disimulasikan. Batas bawah dari data ini adalah jumlah panggilan gawat darurat minimum dari 1.000 kali simulasi, yaitu 26.

4. Menentukan jumlah kelas

Setelah menentukan batas bawah dan batas atas data, tahap selanjutnya adalah menentukan jumlah kelas. Jumlah kelas ditentukan berdasarkan Persamaan 2.24. Proses perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$k = 1 + 3.3 \log 1000$$
$$k = 10.9 \approx 10$$

Nilai *k* dapat diperoleh dengan cara membulatkan hasil perhitungan tersebut ke atas maupun ke bawah. Dalam Tugas Akhir ini, pembulatan dilakukan ke bawah, sehingga jumlah kelas yang didapatkan adalah 10 kelas.

5. Menentukan *range*

Setelah itu, range dapat dihitung dengan cara mengurangi batas atas dan batas bawah data. Berikut adalah perhitungan *range:*

$$Range = 26 - 1$$
$$Range = 25$$

6. Menentukan interval kelas

Tahap selanjutnya adalah menentukan interval. Interval dapat diperoleh dengan membagi *range* dengan jumlah kelas.

$$Interval = \frac{25}{10}$$

$$Interval = 2{,}5 \approx 3$$

Sehingga, interval yang didapatkan adalah 6.

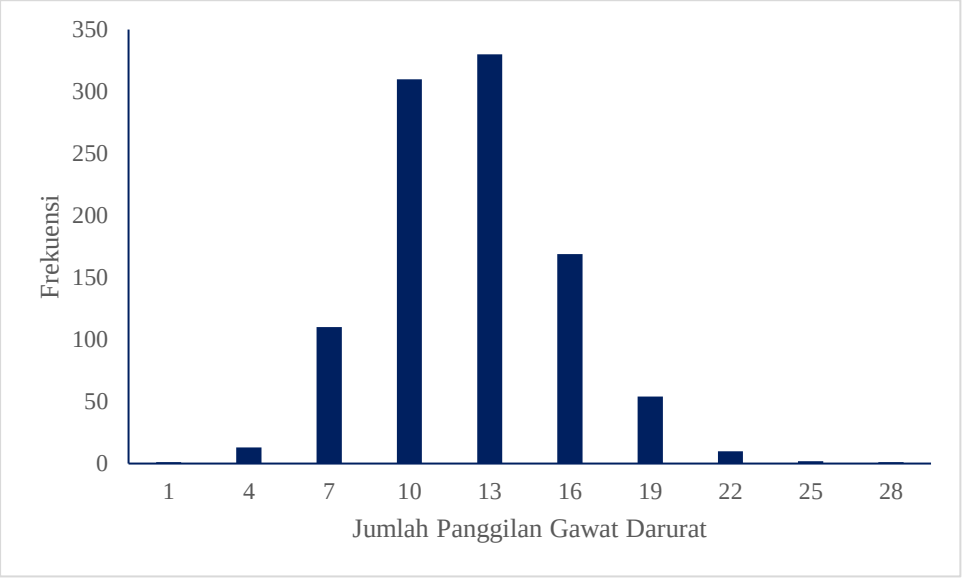
7. Membuat tabel distribusi frekuensi

Dalam membuat tabel distribusi frekuensi, hal pertama yang harus dipersiapkan adalah pembagian kelas yang dibuat berdasarkan interval kelas. Tabel distribusi frekuensi dibuat dengan menggunakan fungsi FREQUENCY pada *Microsoft Excel*. Input yang diberikan pada rumus tersebut adalah kelas yang telah dibuat dan data yang akan diolah. Setelah itu, persentase frekuensi tiap kelas harus dihitung untuk mengetahui kelas mana yang memiliki frekuensi terbanyak. Batas atas kelas dengan frekuensi terbanyak lah yang akan digunakan sebagai jumlah panggilan gawat darurat dalam proses optimasi. Tabel 5.13 menunjukkan tabel distribusi yang telah dibuat. Grafik distribusi panggilan gawat darurat dari Pulau Bontosua pada tahun 2030 dapat dilihat melalui Gambar 5.7.

Berdasarkan gambar ini, dapat disimpulkan bahwa jumlah panggilan gawat darurat yang memiliki frekuensi tertinggi adalah 13 panggilan. Sehingga, jumlah tersebut lah yang akan digunakan sebagai jumlah panggilan gawat darurat dari Pulau Bontosua pada tahun 2030 dalam proses optimasi. Jumlah panggilan gawat darurat dengan frekuensi terbanyak setiap pulau selama umur ekonomis yang didapatkan melalui proses simulasi Monte Carlo dapat dilihat pada Tabel 5.14.

Tabel 5.13 Tabel Distribusi Frekuensi Panggilan Gawat Darurat

Kelas Interval	Frekuensi	Persentase
1	1	0,1%
2-4	13	1,3%
5-7	110	11%
8-10	310	31%
11-13	330	33%
14-16	169	16,9%
17-19	54	5,4%
20-22	10	1%
23-25	2	0,2%
26	1	0.1%



Gambar 5.7 Hasil Simulasi Monte Carlo

Tabel ini menunjukkan jumlah panggilan gawat darurat setiap pulau dalam setiap tahun dengan frekuensi terbanyak yang didapatkan melalui proses Simulasi Monte Carlo. Jumlah panggilan terbanyak dengan frekuensi terbanyak terjadi pada tahun 2034 dengan jumlah 77

Tabel 5.14 Jumlah Panggilan dengan Frekuensi Terbanyak Hasil Simulasi Monte Carlo

Pulau	2020	2021	2025	2026	2030	2031	2032	2033	2034
BAD	26	25	27	27	31	31	28	30	30
PAJ	22	20	23	24	24	26	22	23	24
BLL	64	65	64	70	71	69	71	72	77
KON	24	23	27	26	28	28	28	27	31
KAP	9	9	8	11	10	10	11	11	12
PAP	15	15	14	12	14	14	15	16	18
SAN	20	18	19	20	20	21	22	24	22
BLC	12	12	13	14	14	13	16	15	13
KAR	39	42	44	42	41	39	40	43	41
LAI	8	9	8	10	8	8	10	9	9
POL	1	2	1	1	2	1	2	1	2
KUL	22	19	22	21	19	19	22	21	20
BGK	3	2	2	2	2	2	2	2	2
SBT	18	18	19	17	18	17	19	18	17
CAM	1	1	1	1	0	0	1	0	0
SAP	6	6	6	6	6	6	6	6	6
SAT	6	6	7	8	8	8	6	8	7
SAU	6	6	6	6	6	6	6	6	6
SAB	4	4	4	4	4	4	4	4	4
SAG	7	4	4	4	4	4	3	4	4
SAK	8	7	6	6	7	9	9	7	7
SLM	38	36	39	36	37	36	35	38	36
SLB	6	4	4	6	4	4	4	4	6
SML	6	7	6	7	8	9	9	8	9
SMT	4	4	4	3	6	4	6	6	6
SMR	4	4	6	6	6	6	5	6	6

panggilan dari Pulau Balang Lompo. Sedangkan jumlah panggilan dengan paling sedikit dengan frekuensi terbanyak terjadi pada beberapa tahun, yaitu di Pulau Cangkeh dan Cambang-cambang.

5.4 Penentuan Kandidat Pangkalan Kapal Ambulans

Pada tahap ini, penulis akan menentukan titik lokasi yang akan dijadikan sebagai kandidat pangkalan kapal ambulans. Pulau yang terpilih menjadi pangkalan kapal ambulans merupakan pulau yang menjadi tempat kapal ambulans bersiaga atau *stand by* dalam menanggapi panggilan gawat darurat. Titik yang dijadikan sebagai kandidat pangkalan kapal ambulans adalah pulau-pulau berpenghuni yang terletak di Kecamatan Liukang Tupabbiring dan Kecamatan Liukang Tupabbiring Utara dengan jumlah penduduk minimal 200 jiwa. Pulau-pulau berpenghuni dipilih menjadi kandidat pangkalan kapal ambulans agar tenaga kesehatan yang bertugas pada kapal ambulans dapat menyalurkan keahlian dan ilmunya dengan cara membuka praktik. Sehingga, secara keseluruhan terdapat 33 pulau kandidat pangkalan kapal ambulan. Daftar pulau yang menjadi alternatif kandidat pangkalan kapal ambulans dapat dilihat pada Tabel 5.15.

Tabel 5.15 Pulau Kandidat Pangkalan Kapal Ambulans

No	Pulau	No	Pulau
1	P. Balang Lompo	17	P. Kapoposang
2	P. Karanrang	18	P. Sakoala
3	P. Salemo	19	P. Satando
4	P. Badi	20	P. Samatellu Raya
5	P. Kondongbali	21	P. Sapuli
6	P. Sarappo Keke	21	P. Saugi
7	P. Pajenekang	23	P. Pala
8	P. Kulambing	24	P. Lamputang
9	P. Sanane	25	P. Samatellu Laut
10	P. Sabutung	26	P. Samatellu Tinggi
11	P. Sarappo Lompo	27	P. Salebbo
12	P. Papandangang	28	P. Sagara
13	P. Podangpodang Lompo	29	P. Sabanko
14	P. Balang Caddi	30	P. Bangko-bangkoang
15	P. Bontosua	31	P. Polewali
16	P. Laiya		

5.5 Pengukuran Jarak

Tahap ini merupakan tahap pengukuran jarak antara tiap kandidat pangkalan kapal ambulans dengan tiap pulau dan jarak antar pulau yang ada di Kecamatan Liukang Tupabbiring dan Liukang Tupabbiring Utara. Berikut adalah penjelasan dari tahap ini:

5.5.1 Pengukuran Jarak Antara Tiap Kandidat Pangkalan dengan Tiap Pulau

Pengukuran jarak antara tiap kandidat pangkalan dengan tiap pulau dilakukan dengan menggunakan bantuan aplikasi *Google Earth.* Jarak diukur dengan terlebih dahulu menentukan

titik tengah dari tiap pulau sebagai titik acuan setiap kandidat pangkalan. Satu hal yang harus diperhatikan dalam pengukuran ini adalah kemungkinan adanya pulau di antara kedua pulau yang diukur jaraknya. Contoh pengukuran jarak antar tiap kandidat pangkalan dengan tiap pulau dapat dilihat pada Gambar 5.8.

Gambar (a) merupakan tampilan dari pengukuran jarak antara Pulau Polewali dan Pulau Laiya. Pulau Polewali dan Pulau Laiya tidak terhalangi oleh pulau lain, sehingga pengukuran jarak bisa dilakukan dengan menarik sebuah garis lurus melalui fitur *Measure Distance*. Sehingga, jarak antara Pulau Polewali dan Pulau Laiya disimpulkan sejauh 1,76 Nm. Sementara itu, gambar (b) merupakan tampilan dari proses pengukuran jarak antara Pulau Polewali dan Pulau Balang Lompo. Pulau Laiya dan Pulau Balang Lompo terhalang oleh Pulauu Langkadea. Pengurukuran jarak dilakukan dengan dua garis untuk menghindari Pulau Langkadea sebagai penghalang. Maka, dapat disimpulkan bahwa jarak antara Pulau Polewali dan Pulau Balang Lompo adalah sejauh 6,02 Nm. Hasil pengukuran jarak dengan satuan mil laut dapat dilihat pada Tabel 5.16.

(a)

(b)

Gambar 5.8 Contoh Perhitungan Jarak dengan Google Earth

Menurut hasil pengukuran, dua pulau dengan jarak terjauh adalalah Pulau Kapoposang dan Pulau Sakoala yang berjarak 32,6 mil laut. Pulau Kapoposang merupakan pulau di Kecamatan Liukang Tupabbiring yang terletak paling barat. Sedangkan, Pulau Sakoala adalah pulau di

Tabel 5.16 Hasil Pengukuran Jarak Antar Pulau

Pulau	BAD	PAJ	BLL	SKE	KAP	BLC	KAR	CAM	SAU	SAK	SMR
BAD	0	2,4	6,7	9,9	25	8	8,8	16	16	23	16
PAJ	2,44	0	4,4	11	27	5,7	7,5	14	16	21	16
BLL	6,75	4,4	0	13	30	1,3	5,4	11	11	18	14
SKE	9,85	11	13	0	18	14	9,4	14	14	19	9,8
KAP	25,2	27	30	18	0	31	27	30	30	33	24
BLC	8,03	5,7	1,3	14	31	0	5,5	10	11	18	14
KAR	8,83	7,5	5,4	9,4	27	5,5	0	6,8	7,1	14	8,8
CAM	15,6	14	11	14	30	10	6,8	0	0,5	7,5	7,1
SAU	15,9	16	11	14	30	11	7,1	0,5	0	7,1	6,8
SAK	22,7	21	18	19	33	18	14	7,5	7,1	0	8,9
SMR	16	16	14	9,8	24	14	8,8	7,1	6,8	8,9	0

Kecamatan Liukang Tupabbiring Utara yang terletak paling utara. Sementara itu, dua pulau dengan jarak terdekat adalah Pulau Saugi dan Pulau Cambang-cambang dengan jarak 0,93 mil laut.

5.5.2 Pengukuran Jarak Tiap Pulau dengan Alternatif Dermaga Tujuan Rujukan

Setelah mengukur jarak antara tiap kandidat pangkalan dengan tiap pulau. penulis mengukur jarak antara tiap pulau dengan dermaga yang menjadi tujuan rujukan dari pasien yang berasal dari wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. Perhitungan jarak tiap pulau dengan

Tabel 5.17 Hasil Pengukuran Jarak Antara Tiap Pulau dengan Alternatif Dermaga Tujuan

No.	Pulau	Dermaga Maccini Baji (Nm)	Pelabuhan Paotere (Nm)
1	P. Badi	16,6	11,6
2	P. Pajenekang	15,03	10,02
3	P. Balang Lompo	11,56	9,91
4	P. Bontosua	13,51	12,33
5	P. Cangkeh	11,08	20,42
6	P. Lamputang	9,57	16,39
7	P. Pala	9,38	19,08
8	P. Podangpodang Lompo	11,04	14,11
9	P. Sarappo Keke	15,19	20,94
10	P. Sarappo Lompo	14,63	16,43
11	P. Kondongbali	25,56	31,7
12	P. Kapoposang	31,76	36,83
13	P. Papandangang	30,43	35,08
14	P. Sanane	13,44	10,83
15	P. Balang Caddi	10,87	9,96
16	P. Karanrang	7,82	15,23
17	P. Laiya	4,81	17,25
18	P. Polewali	6,51	15,84
19	P. Kulambing	3,31	19,29
20	P. Bangko-bangkoang	2,98	20,1
21	P. Sabutung	2,93	21,44
22	P. Cambang Cambang	1,32	20,12
23	P. Sapuli	2,93	22,15
24	P. Satando	2,32	20,21
25	P. Saugi	1,42	20,62
26	P. Sabanko	4,09	24,23
27	P. Sagara	4,66	24,4
28	P. Sakoala	7,12	27,55
29	P. Salemo	5,11	25,24
30	P. Salebbo	11,26	23,84
31	P. Samatellu Laut/Borong	5,74	23,44
32	P. Samatellu Tinggi/Lompo	8,6	23,76
33	P. Samatellu Raya	8,19	24,04

tiap alternatif dermaga tujuan rujukan juga dilakukan dengan menggunakan Google Earth. Tabel 5.17 menunjukkan hasil pengukuran jarak tiap pulau ke tiap dermaga tujuan.

5.6 Penentuan Dermaga Tujuan Rujukan Setiap Pulau

Dermaga tujuan suatu pulau ditentukan berdasarkan waktu tempuh dari pulau tersebut menuju rumah sakit yang berada di kota tempat suatu dermaga berada. Rumah sakit tujuan setiap pulau adalah rumah sakit dengan waktu tempuh yang paling minimum. Waktu tempuh tersebut

merupakan waktu tempuh perjalanan laut dari pulau asal pasien ke dermaga tujuan dan waktu tempuh perjalanan darat dari dermaga ke rumah sakit di kota tempat dermaga tersebut berada. Seperti yang sudah dijelaskan di Bab 4, terdapat dua alternatif rumah sakit yang tersedia, yaitu RSUD Batara Siang di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan (melalui Dermaga maccini Baji) dan RSAL Jala Ammari Makassar (melalui Pelabuhan Paotere). Sehingga, pengambilan keputusan rumah sakit tujuan setiap pulau dapat dirumuskan melalui persamaan berikut:

$$RS_i = min(ST_{id} + TD_d) \tag{5.5}$$

$$RS_i = min\left[\left(\frac{D_{id}}{VS} * 60\right) + TD_d\right] \tag{5.6}$$

di mana

i = Pulau asal pasien

d = Dermaga tujuan rujukan

ST = Waktu tempuh perjalanan laut (menit)

TD = Waktu tempuh perjalanan darat (menit)

D = Jarak antara kandidat pangkalan dan pulau asal pasien (mil laut)

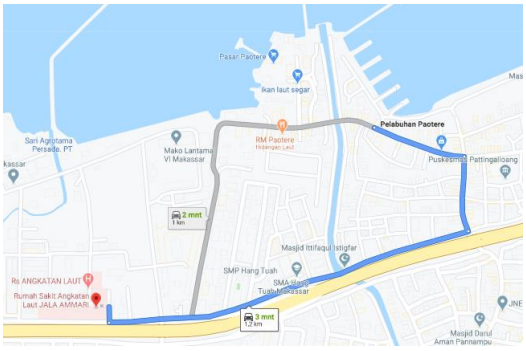
Vs = Kecepatan dinas kapal (knot).

Langkah pertama yang harus dilakukan yaitu menghitung waktu tempuh perjalanan laut dari setiap pulau ke masing-masing dermaga alternatif tujuan rujukan. Waktu tempuh perjalanan laut dari setiap pulau ke masing-masing dermaga alternatif tujuan rujukan dapat dilihat pada Tabel 5.18.

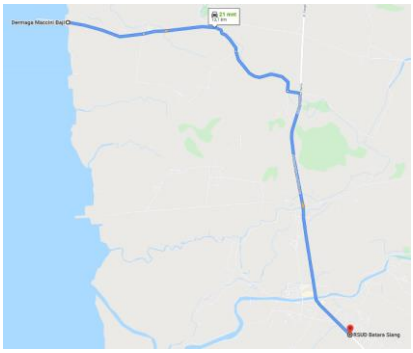
Setelah mendapatkan waktu perjalanan dari setiap pulau ke setiap alternatif dermaga, langkah selanjutnya adalah mencari waktu tempuh dari setiap dermaga ke rumah sakit di kota tempat dermaga tersebut berada. Waktu tempuh dari dermaga ke rumah sakit dapat diketahui dengan aplikasi *Google Maps.* Waktu tempuh perjalanan darat dari setiap dermaga ke rumah sakit dapat dilihat pada Gambar 5.9.

Tabel 5.18 Waktu Tempuh dari Pulau ke Dermaga Tujuan

Pulau	Waktu ke Dermaga Maccini Baji (menit)	Waktu ke Pelabuhan Paotere (menit)
BAD	39,84	27,84
PAJ	36,06	24,04
BLL	27,73	23,78
SKE	36,44	50,25
SAL	35,11	39,41
SML	24,91	59,47
SMT	20,62	57,01
SMR	19,63	57,69



(a)



(b)

Gambar 5.9 Contoh Perhitungan Jarak dengan Google Maps

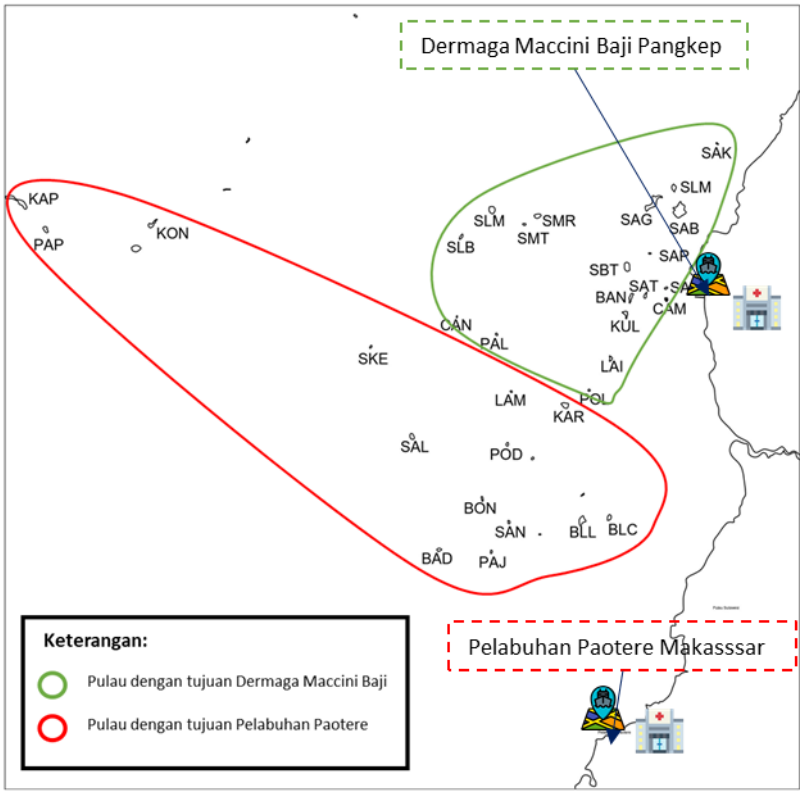
Menurut gambar ini, waktu tempuh dari Pelabuhan Paotere ke RSAL Jala Ammari adalah selama 3 menit (a). Sedangkan, waktu tempuh dari Dermaga Maccini Baji ke RSUD Batara Siang adalah sejauh 21 menit (b). Sehingga, setelah mengetahui waktu tempuh perjalanan laut dari setiap pula ke setiap alternatif dermaga tujuan dan waktu perjalanan darat dari setiap dermaga tujuan ke rumah sakit, keputusan rumah sakit tujuan rujukan setiap pulau pun dapat diketahui. Keputusan rumah sakit tujuan setiap pulau dapat dilihat pada Tabel 5.19.

Tabel 5.19 Keputusan Dermaga Tujuan Setiap Pulau

Pulau	Waktu Tempuh ke RSUD Batara Siang (menit)	Waktu Tempuh ke RSAL Jala Ammari (menit)	Keputusan Dermaga Tujuan
BAD	62,84	30,84	DPT
PAJ	57,06	27,04	DPT
BLL	48,73	26,78	DPT
BON	53,41	32,59	DPT
CAN	47,59	52,00	DMB
LAM	43,96	42,32	DPT
PAL	43,50	48,78	DMB
POD	47,48	36,86	DPT
SKE	57,44	53,25	DPT
SAL	56,11	42,41	DPT
KON	82,32	79,07	DPT
KAP	97,21	91,38	DPT
CAM	24,16	51,27	DMB
SAP	28,01	56,16	DMB
SAT	26,55	51,49	DMB
SAU	24,40	52,46	DMB
SAB	30,81	61,15	DMB
SAG	32,18	61,55	DMB
SAK	38,08	69,12	DMB
SLM	33,25	63,57	DMB
SLB	48,02	60,21	DMB
SML	45,91	62,47	DMB
SMT	41,62	60,01	DMB
SMR	40,63	60,69	DMB

Menurut tabel ini, waktu tempuh terlama dari pulau dengan tujuan RSUD Batara Siang Pangkep adalah waktu tempuh dari Pulau Salebbo, yaitu 48,02 menit. Sedangkan, waktu tempuh tersingkat dari pulau dengan tujuan RSUD Batara Siang adalah waktu tempuh dari Pulau Cambang-cambang, yaitu 24,16 menit. Sementara itu, waktu tempuh terlama dari pulau dengan tujuan RSAL Jala Ammari Makassar adalah waktu tempuh dari Pulau Kapoposang, yaitu 91,38 menit. Sedangkan, waktu tempuh tersingkat dari pulau dengan tujuan RSAL Jala Ammari adalah waktu tempuh dari Pulau Balang Lompo dengan waktu 26,78 menit.

Ilustrasi dermaga tujuan rujukan untuk setiap pulau dapat dilihat pada Gambar 5.10.



Gambar 5.10 Pulau Asal Setiap Alternative Dermaga Tujuan Rujukan

Menurut gambar ini, pulau dengan tujuan Pelabuhan Paotere lebih sedikit dibandingkan pulau dengan tujuan Dermaga Maccini Baji. Secara total, terdapat 14 pulau dengan tujuan Pelabuhan Paotere. Sedangkan, jumlah pulau dengan tujuan Dermaga Maccini Baji berjumlah 19 pulau. Berdasarkan Gambar 5.10, kita juga dapat melihat bahwa pulau terluar di wilayah objek studi Tugas Akhir ini, yaitu Pulau Kapoposang, memiliki tujuan Pelabuhan Paotere walaupun jarak dari pulau tersebut ke Dermaga Maccini Baji sekilas terlihat lebih dekat dibandingkan ke Pelabuhan Paotere. Hal ini disebabkan karena RSUD Batara Siang terletak cukup jauh dari Dermaga Maccini Baji (memakan waktu perjalanan sekitar 21 menit) sedangkan perjalanan dari Pelabuhan Paotere

ke RSAL Jala Ammari hanya memakan waktu 3 menit. Sehingga pasien akan lebih cepat jika dirujuk ke RSAL Jala Ammari Makassar dibandingkan ke RSUD Batara Siang Pangkep.

5.7 Pengukuran Waktu Respons dari Tiap Kandidat Pangkalan ke Tiap Pulau

Tahap pengukuran waktu respons dari tiap kandidat pangkalan ke tiap pulau adalah tahap yang dilakukan setelah tahap pengukuran jarak dari tiap kandidat pangkalan ke tiap pulau. Waktu respons adalah waktu yang dibutuhkan oleh kapal ambulans untuk mencapai posisi pasien untuk memberikan pertolongan pertama. Waktu respons kapal ambulans akan digunakan dalam proses optimasi penentuan pangkalan kapal ambulans. Dengan kecepatan dinas sebesar 25 knot, persamaan yang digunakan dalam proses pengukuran waktu tempuh dari tiap kandidat pangkalan ke tiap pulau adalah:

$$RT_{ij} = \frac{D_{ij}}{Vs}\ x\ 60 \tag{5.7}$$

di mana:

RT = Waktu respons (menit)

D = Jarak antara kandidat pangkalan dan pulau asal pasien (mil laut)

Dalam proses optimasi. waktu respons akan dijadikan variabel yang mempengaruhi batasan atau *constraint.* Dalam penelitian ini. ambulans yang disediakan berupa kapal ambulans untuk dioperasikan di wilayah perairan kepulauan. Kategori panggilan yang dijadikan acuan adalah kategori 1. Menurut NHS England. Ambulans harus merespons panggilan kategori 1 dalam 7 menit secara rata-rata dan merespons 90% dari panggilan kategori 1 dalam 15 menit. Mengingat

Tabel 5.20 Hasil Pengukuran Waktu Respons Dari Tiap Alternatif Pangkalan ke Tiap Pulau

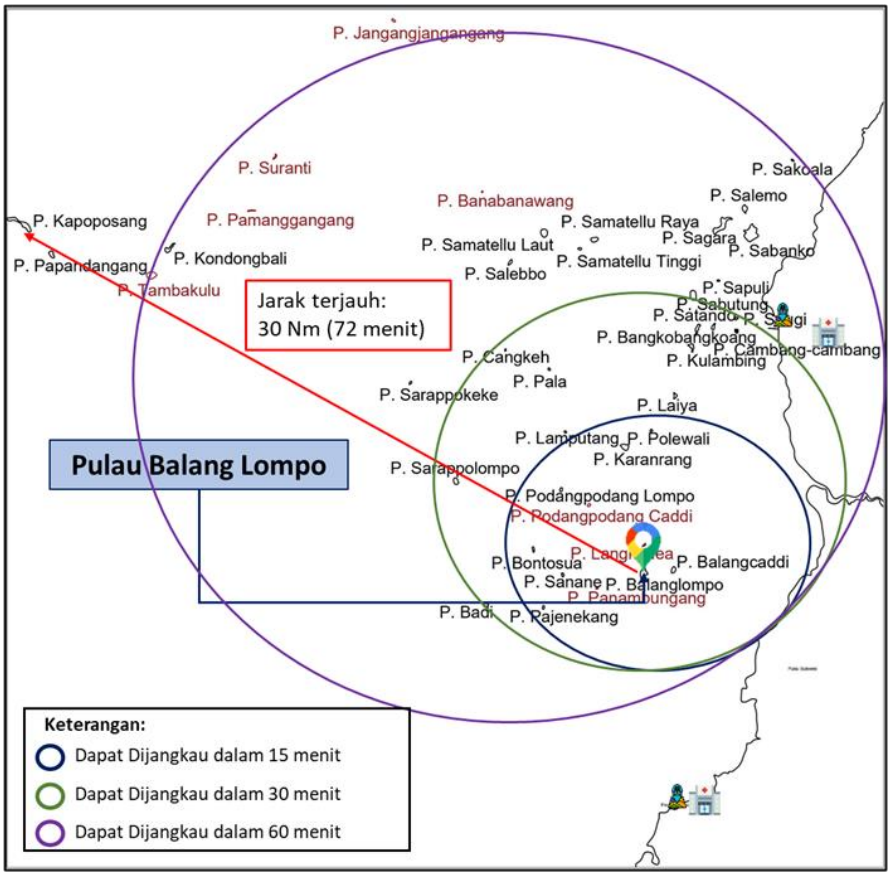
Pulau	BAD	PAJ	BLL	POD	SKE	KAP	BLC	KAR	CAM	SAU	SAK	SMR
BAD	0,00	5,86	16,20	13,92	23,65	60,54	19,28	21,20	37,45	38,27	54,40	38,44
PAJ	5,86	0,00	10,63	11,94	26,25	65,39	13,66	18,06	33,94	37,30	51,49	37,39
BLL	16,20	10,63	0,00	11,79	30,27	72,04	3,10	12,88	26,19	27,29	44,24	34,03
POD	13,92	11,94	11,79	0,00	18,60	60,78	13,85	7,75	23,88	24,63	40,56	25,49
SKE	23,65	26,25	30,27	18,60	0,00	42,56	32,44	22,52	33,29	33,40	44,53	23,55
KAP	60,54	65,39	72,04	60,78	42,56	0,00	74,53	65,03	73,14	72,86	78,19	58,07
BLC	19,28	13,66	3,10	13,85	32,44	74,53	0,00	13,23	24,83	25,97	42,88	34,16
KAR	21,20	18,06	12,88	7,75	22,52	65,03	13,23	0,00	16,26	17,08	33,45	21,14
CAM	37,45	33,94	26,19	23,88	33,29	73,14	24,83	16,26	0,00	1,21	18,06	17,04
SAU	38,27	37,30	27,29	24,63	33,40	72,86	25,97	17,08	1,21	0,00	16,95	16,30
SAK	54,40	51,49	44,24	40,56	44,53	78,19	42,88	33,45	18,06	16,95	0,00	21,42
SMR	38,44	37,39	34,03	25,49	23,55	58,07	34,16	21,14	17,04	16,30	21,42	0,00

penelitian ini mengkaji tentang wilayah kepulauan. untuk menerapkan waktu respons selama 7 menit dinilai sulit. Maka. waktu respons kapal ambulans yang digunakan dalam penelitian ini adalah 15 menit. Alasan lain digunakannya waktu respons selama 15 menit adalah karena waktu tersebut juga merupakan waktu rata-rata di Amerika Serikat dan Wina, Austria. Hasil pengukuran waktu respons dari tiap alternatif pangkalan ke tiap pulau dapat dilihat pada Tabel 5.20.

Menurut hasil pengukuran jarak, waktu respons atau *seatime* yang paling lama akan terjadi jika terdapat panggilan dari Pulau Sakoala yang direspons oleh pangkalan kapal ambulans di Pulau Kapoposang, jika Pulau Kapoposang terpilih menjadi lokasi dibangunnya pangkalan kapal ambulans, begitu pula sebaliknya. Lama waktu responsnya adalah selama 78,19 menit. Sedangkan, waktu respons yang paling cepat akan terjadi jika terdapat panggilan dari Pulau Cambang-cambang yang direspons oleh pangkalan kapal ambulans di Pulau Saugi, jika Pulau Saugi terpilih menjadi lokasi dibangunnya pangkalan kapal ambulans, begitu pula sebaliknya. Lama waktu responsnya adalah selama 1,12 menit.

5.8 Evaluasi Pola Operasi Kapal Ambulans Saat Ini

1 (satu) unit kapal ambulans yang saat ini disiagakan di Pulau Balang Lompo tidak dapat menjangkau seluruh pulau yang tersebar di Kecamatan Liukang Tupabbiring dan Liukang



Gambar 5.11 Evaluasi Pola Operasi Kapal Ambulans yang Ada

Tupabbiring Utara dalam waktu respons standar. Akibat persebaran pulau tersebut, berdasarkan hasil pengukuran waktu respons yang dapat dilihat pada Lampiran 5, kapal ambulans hanya dapat menjangkau 8 pulau dalam waktu kurang dari 15 menit, 20 pulau kurang dari 30 menit, dan 31 pulau kurang dari 60 menit. Pulau-pulau tersebut yang dapat dijangkau untuk setiap waktu tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.11. Sehingga, terdapat 25 pulau yang tidak dapat dijangkau oleh kapal ambulans dalam waktu 15 menit. Sehingga, pasien-pasien yang berasal dari pulau tersebut berpotensi meninggal dunia karena tidak mendapatkan pertolongan sesuai dengan waktu respons standar.

Berdasarkan jumlah perkiraan panggilan dari setiap pulau yang didapatkan melalui simulasi Monte Carlo (lihat Lampiran 11), pada tahun 2020, diperkirakan terdapat 453 panggilan gawat darurat dari 33 pulau yang menjadi objek studi Tugas Akhir ini. Sebanyak 181 panggilan gawat darurat atau 39,9% di antaranya berasal dari 8 pulau yang dapat dijangkau oleh kapal ambulans tersebut dalam waktu kurang dari 15 menit. 15 menit merupakan waktu rata-rata respons ambulans di Amerika Serikat (Auto Insurance Center, 2020) dan Wina, Austria (Cabral, Castro, & Florentino, 2018). Sedangkan, 272 panggilan gawat darurat atau 60,1% sisanya berasal dari 25 pulau yang tidak dapat dijangkau oleh kapal ambulans tersebut dalam waktu kurang dari 15 menit. Banyaknya pulau yang tidak dapat dijangkau oleh kapal ambulans dalam 15 menit diakbiatkan oleh kondisi geografis dari wilayah kepulauan tersebut, di mana pulau-pulau tersebar berjauhan. Sehingga, terdapat 272 panggilan gawat darurat yang berpotensi menimbulkan korban jiwa.

Oleh sebab itu, diperlukan adanya penambahan jumlah armada kapal ambulans di kedua kecamatan objek studi Tugas Akhir tersebut. Penambahan jumlah armada kapal ambulans tersebut perlu dilakukan agar seluruh pulau berpenghuni yang terletak di Kecamatan Liukang Tupabbiring dan Liukang Tupabbiring Utara dapat dijangkau oleh kapal ambulans dalam waktu respons standar. Mengingat persebaran pulau-pulau tersebut, di mana pulau-pulau terletak berjauhan, kapal ambulans harus disiagakan di pulau-pulau strategis agar dapat menjangkau seluruh pulau yang tersebar lokasi objek studi dalam waktu respons standar.

5.9 Layanan Kapal Ambulans Modern yang Akan Dioperasikan

Layanan kapal ambulans modern yang akan dioperasikan untuk melayani pulau-pulau objek studi Tugas Akhir ini akan menggunakan konsep modern. Definisi modern dari layanan kapal ambulans yang akan dioperasikan dapat dilihat dari aspek desain dan aspek layanan kapal ambulans tersebut. Berikut adalah penjelasan dari kedua aspek tersebut:

5.9.1 Kapal Ambulans Modern yang Digunakan

Kapal ambulans modern yang akan dioperasikan pada layanan ini akan dilengkapi dengan perlengkapan sekurang-kurangnya seperti kapal ambulans yang ada. Untuk desainnya, akan lebih baik jika kapal ambulans yang akan dioperasikan didesain seperti kapal ambulans buatan Nekton Bot. Kapal ambulans tersebut memiliki pintu di depan ruang kemudi kapal yang memungkinkan pasien dibawa dengan menggunakan *stretcher* melalui pintu tersebut tanpa diangkat (lihat Gambar 5.12). Sehingga, pasien akan mengalami goncangan yang lebih minimum daripada jika menggunakan kapal ambulans yang saat ini beroperasi di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan.

Apabila menggunakan kapal ambulans saat ini, pasien harus diangkat untuk dimasukkan ke ambulans melalui pintu belakang karena terhalangi oleh mesin *outboard* dan bagian belakang kapal (lihat Gambar 4.10). Selain itu, dengan adanya pintu di depan ruang kemudi, proses

Sumber: (Nokton Bot, 2020)

Gambar 5.12 Kapal Ambulans Nekton Bot

pemindahan pasien dari dan ke kapal ambulans akan berlangsung lebih cepat sehingga peluang pasien terselamatkan akan lebih besar. Dengan demikian, penggunaan pintu di bagian depan ruang kemudi akan membuat proses evakuasi pasien gawat darurat menjadi lebih efisien.

5.9.2 Layanan Kapal

Aspek modern dari layanan kapal ambulans modern ini juga dapat dilihat dari segi layanan.

1. Memberikan Penanganan dalam Waktu Respons Standar

Secara layanan, kapal ambulans ini bisa dianggap modern karena layanan ini memfasilitasi pasien dari seluruh pulau agar mendapatkan penanganan dalam waktu respons standar, seperti layaknya masyarakat perkotaan. Jika dibandingkan dengan layanan yang ada saat ini, di mana hanya ada satu kapal ambulans yang dioperasikan, terdapat banyak pulau yang tidak dapat dijangkau oleh kapal ambulans dalam waktu respon standar. Sehingga, dengan adanya layanan

kapal ambulans yang dapat menjangkau pasien dari seluruh pulau, kondisi kesehatan masyarakat wilayah kepulauan akan lebih terjamin.

2. Mempermudah Akses Masyarakat ke Layanan Kesehatan

Selain itu, selain melayani panggilan gawat darurat, tenaga medis yang bertugas sebagai kru kapal ambulans juga akan membuka praktik dokter dan bidan di kapal ambulans yang bersandar di dermaga pangkalan kapal ambulans. Dengan demikian, warga kepulauan juga bisa merasakan fasilitas kesehatan seperti layaknya masyarakat di daerah perkotaan Selain itu, ilmu kedokteran dan kebidanan yang dimiliki oleh kru kapal ambulans dapat dimanfaatkan. Saat ini, untuk menemui dokter, masyarakat wilayah kepulauan harus menuju ke puskesmas terdekat. Hanya ada 3 (tiga) unit puskesmas yang berada di kecamatan objek studi Tugas Akhir ini. Dengan adanya penambahan tenaga medis di beberapa pulau yang terpilih menjadi pangkalan kapal ambulans, jumlah dan tempat tersedianya tenaga medis di wilayah kepulauan tersebut akan meningkat, sehingga masyarakat akan lebih mudah dalam mengakses layanan kesehatan.

5.10 Perhitungan Biaya Pengadaan Layanan Kapal Ambulans

Perhitungan biaya operasi kapal perlu dilakukan untuk proses optimasi penentuan pangkalan kapal ambulans. Biaya pengadaan layanan kapal ambulans terdiri dari *Capital Cost, Operating Cost,* dan *Voyage Cost*. *Capital Cost* baru dapat diketahui setelah melakukan perhitungan teknis kapal ambulans. Berikut adalah rincian perhitungan *Operating Cost* dan *Voyage Cost:*

5.10.1 *Operating Cost*

Biaya operasional untuk satu kapal ambulans ini terdiri dari: *manning cost, store cost,* biaya perbaikan dan perawatan, biaya asuransi, dan biaya umum.

1. *Manning Cost*

Manning cost merupakan biaya yang dikeluarkan untuk membayar gaji kru kapal ambulans. Satu tim kapal ambulans terdiri atas: 1 orang dokter, 2 orang bidan, 2 orang perawat, dan 4 orang ABK yang ditugaskan dalam 2 shift, di mana terdapat 1 tim untuk masing-masing *shift*. Sehingga, dalam satu *shift*, kru yang bertugas adalah sebanyak 9 orang. Rincian dari *manning cost* untuk 1 tim dapat dilihat pada Tabel 5.21. Menurut tabel ini, total *manning cost* dalam pengoperasian satu kapal ambulans adalah Rp444 juta per tahun.

Tabel 5.21 Perhitungan *Manning Cost*

Crew	Gaji	Jumlah	Keterangan	Total per Bulan	Total per Tahun
Dokter	Rp5.000.000	1	/bulan	Rp5.000.000	Rp60.000.000
Bidan	Rp4.000.000	2	/bulan	Rp8.000.000	Rp96.000.000
Perawat	Rp4.000.000	2	/bulan	Rp8.000.000	Rp96.000.000
ABK	Rp4.000.000	4	/bulan	Rp16.000.000	Rp192.000.000
Total				Rp37.000.000	Rp444.000.000

Tabel 5.22 Perhitungan Store Cost

Komponen	Biaya	Keterangan	Jenis
Biaya makan kru	Rp15.000	sekali makan	*Fixed Cost*
Lubricating oil	0,00015	/HP.jam	*Variable Cost*

2. *Store Cost*

Store cost merupakan biaya yang dikeluarkan untuk kebutuhan perbekalan kru kapal ambulans dan minyak pelumas. Rincian dari *Store cost* dapat dilihat pada Tabel 5.22.

Biaya makan kru diasumsikan sebesar Rp15.000 dalam sekali makan, sehingga total uang makan kru 1 kapal ambulans per tahunnya adalah sebesar Rp291m6. Sedangkan, total biaya untuk minyak pelumas atau *lubricating oil* per tahunnya tidak tetap karena dipengaruhi oleh daya mesin dan lama kapal berlayar.

3. Biaya Perbaikan dan Perawatan

Biaya perbaikan dan perawatan diasumsikan sebesar 5% dari biaya pembangunan kapal per tahunnya.

4. Biaya Asuransi

Biaya asuransi dan perawatan diasumsikan sebesar 2% dari biaya pembangunan kapal ambulans.

5. Biaya Umum

Biaya umum diasumsikan sebesar 2% dari biaya pembangunan kapal ambulans.

5.10.2 *Voyage Cost*

Pada Tugas Akhir ini, *Voyage Cost* atau biaya pelayaran mencakup biaya *Marine Fuel Oil (MFO)* dan biaya *High Speed Diesel (HSD)*. Biaya total MFO dipengaruhi oleh harga MFO, konsumsi MFO dari *main engine* kapal, dan *sea time* kapal. Sedangkan, biaya total HSD dipengaruhi oleh harga HSD, konsumsi HSD dari *auxilary engine* kapal, dan *sea time* kapal. Pemilihan mesin induk merupakan fungsi dari hambatan kapal. Sehingga, konsumsi *Main Engine* baru bisa didapatkan setelah ukuran optimum kapal didapatkan. Harga MFO dan HSD yang digunakan dalam perhitungan ini dapat dilihat pada Tabel 5.23, di mana harga tersebut merupakan harga yang berlaku di wilayah III Pertamina. Sedangkan, konsumsi MFO dari tiap alternatif mesin induk dapat dilihat pada Tabel 5.38 dan konsumsi HSD dari genset atau mesin bantu dapat dilihat pada Tabel 5.40. Berdasarkan Tabel 5.23, dapat disimpulkan bahwa harga BBM yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah Rp10.200 untuk MFO dan Rp12.250 untuk HSD.

Tabel 5.23 Harga BBM

Jenis BBM	Harga	Satuan
MFO	Rp10.200	/liter
HSD	Rp12.250	/liter

Sumber: (Info Harga BBM, 2020)

5.11 Perhitungan Biaya Perlengkapan dan *Outfitting* Kapal Ambulans

Perlengkapan dan *outfitting* kapal ambulans terdiri dari peralatan ambulans, *outfitting*, peralatan tambat, dan perlengkapan elektrik. Berikut adalah daftar dari perlengkapan dan *outfitting* yang akan digunakan pada kapal ambulans yang akan didesain:

5.11.1 Peralatan Ambulans

Peralatan ambulans yang diletakkan di kapal ambulans yang akan didesain disesuaikan dengan peralatan medis dan peralatan paramedis yang harus ada di kapal ambulans berdasarkan (USAID, 2020). Daftar peralatan ambulans yang akan dilengkapi pada kapal ambulans ini dapat dilihat pada Tabel 5.24.

Menurut tabel ini, kapal ambulans yang akan didesain akan dilengkapi oleh tempat tidur *portable* untuk pasien, *scoop stretcher*, tiang infus, tabung oksigen, *defibelator*, monitor pasien, dan lain-lain. Biaya total yang dibutuhkan untuk pengadaan peralatan ambulans tersebut adalah sebesar Rp173,76 juta.

Tabel 5.24 Peralatan Ambulans

No.	Nama Item	Kebutuhan	Satuan	Harga Satuan	Harga Total
1	*Portable Bed*	2	Unit	Rp2.815.868	Rp5.631.737
2	*Scoop Stretcher*	2	Unit	Rp1.900.000	Rp3.800.000
3	Tiang Infus	2	Unit	Rp275.000	Rp550.000
4	Lampu Periksa Pasien	2	Unit	Rp670.000	Rp1.340.000
5	Tabung Oksigen	2	Unit	Rp2.880.309	Rp5.760.618
6	Alat Resuitasi	2	Unit	Rp914.760	Rp1.829.520
7	Monitor Pasien	2	Unit	Rp20.125.000	Rp40.250.000
8	*Defibelator*	1	Unit	Rp33.345.810	Rp33.345.810
9	*Long Spinal Board*	2	Unit	Rp1.225.000	Rp2.450.000
10	*Neck Collar*	2	Unit	125970	Rp251.940
11	*Wall Annaeroid Sphygonanometer*	1	Unit	Rp1.465.100	Rp1.465.100
12	*Transport Incubator*	1	Unit	Rp77.000.000	Rp77.000.00
13	Kantong jenazah	1	Unit	Rp90.000	Rp90.000
	Biaya Total Peralatan Ambulans				Rp173.764.725

5.11.2 Peralatan Navigasi, Komunikasi, dan *Emergency*

Peralatan navigasi dan komunikasi merupakan peralatan yang digunakan untuk mendukung navigasi dan komunikasi selama kapal ambulans beroperasi. Daftar peralatan navigasi, komunikasi, dan *emergency* yang akan dilengkapi pada kapal ambulans ini dapat dilihat pada Tabel 5.25. Peralatan navigasi kapal ambulans yang akan dirancang terdiri dari radar, *AIS*, teleskop, dan lain-lain. Sedangkan, peralatan komunikasi kapal ambulans terdiri dari telepon radio, *navtex*, dan *DSC*. Sementara itu, peralatan *emergency* kapal ambulans terdiri dari *EPIRB*, *SART*, dan *SVDR*. Sehingga, secara keseluruhan, biaya total yang harus dikeluarkan untuk pengadaan peralatan navigasi, komunikasi, dan *emergency* adalah sebesar Rp495,69 juta.

Tabel 5.25 Peralatan Navigasi, Komunikasi, dan *Emergency*

No.	Nama Item	Kebutuhan	Satuan	Harga Satuan	Harga Total
1	*Marine Radar*	1	Unit	Rp25.300.000	Rp25.300.000
2	*Marine Compass*	1	Unit	Rp4.507.313	Rp4.507.313
3	*Marine GPS*	1	Unit	Rp8.791.000	Rp8.791.000
4	*Masthead Light*	1	Unit	Rp1.082.000	Rp1.082.000
5	*Anchor Light*	1	Unit	Rp98.000	Rp98.000
6	*Starboard Light*	1	Unit	Rp2.076.000	Rp2.076.000
7	*Portside Light*	1	Unit	Rp2.076.000	Rp2.076.000
8	*Simplified Voyage Data Recorder*	1	Unit	Rp78.000.000	Rp78.000.000
9	*Automatic Identification System*	1	Unit	Rp7.950.000	Rp7.950.000
10	*Binocular Telescope*	1	Unit	Rp415.300	Rp415.300
11	*DSC*	1	Unit	Rp8.799.000	Rp8.799.000
12	*Radio Telephone*	1	Unit	Rp1.300.000	Rp1.300.000
13	*Navtex*	1	Unit	Rp49.900.000	Rp49.900.000
14	*EPIRB*	1	Unit	Rp8.900.000	Rp8.900.000
15	*SART*	1	Unit	Rp7.500.000	Rp7.500.000
16	*SSAS*	1	Unit	Rp228.997.020	Rp228.997.020
	Biaya Total Peralatan Navigasi, Komunikasi, dan *Emergency*				Rp495.691.633

5.11.3 Peralatan Keselamatan

Kapal ambulans yang dirancang juga harus memiliki peralatan keselamatan. Peralatan keselamatan yang harus tersedia pada kapal ambulans yang dirancang dapat dilihat pada Tabel 5.26. Peralatan keselamatan yang akan dilengkapi pada kapal ambulans yang akan didesain terdiri dari *lifebuoy, liferaft,* dan *life* jacket. Biaya untuk peralatan keselamatan adalah Rp1,94 juta.

Tabel 5.26 Peralatan Keselamatan

No.	Nama Item	Kebutuhan	Satuan	Harga Satuan	Harga Total
1	*Lifebuoy*	12	unit	Rp268,000	Rp3.216,000
2	*Liferaft*	1	unit	Rp30,600,000	Rp30,600,000
3	*Life Jacket*	12	unit	Rp110.000	Rp1.320.000
4	*Fire Extenguisher*	1	unit	Rp625.000	Rp625.000
	Biaya Total Peralatan Keselamatan				Rp1.948.216

5.11.4 *Outfitting*

Outfitting merupakan mebel yang ada pada kapal ambulans. Daftar *outfitting* yang akan diletakkan pada kapal ambulans yang akan didesain dapat dilihat pada Tabel 5.27. Berdasarkan Tabel 5.27, *outfitting* kapal ambulans terdiri atas kursi *marine suspension*, pintu utama, pintu belakang, pintu api, *closet*, dan wastafel. Jumlah kursi disesuaikan dengan jumlah tenaga medis,

Tabel 5.27 Daftar *Outfitting* Kapal Ambulans

No.	Nama Item	Kebutuhan	Satuan	Harga Satuan	Harga Total
1	*Marine Suspension Seat*	11	Unit	Rp13.528.161	Rp108.225.287
2	*Main Door*	1	Unit	Rp5.928.144	Rp5.928.144
3	*Back Door*	1	Unit	Rp9.781.438	Rp9.781.438
4	*Fire Door*	2	Unit	Rp1.185.629	Rp2.371.258
5	*Closet*	1	Unit	Rp850.000	Rp850.000
6	*Wastafel*	1	Unit	Rp375.000	Rp375.000
	Biaya Total *Outfitting* Kapal Ambulans				Rp127.531.127

ABK, dan keluarga pasien. Sedangkan, jumlah pintu yang digunakan adalah 4 pintu, dengan rincian: 1 pintu utama, 1 pintu belakang, dan 2 pintu antar ruangan. Jumlah closet dan wastafel yang digunakan adalah masing-masing 1. Biaya yang harus dikeluarkan adalah Rp127,53 juta.

5.11.5 Peralatan Lain-lain

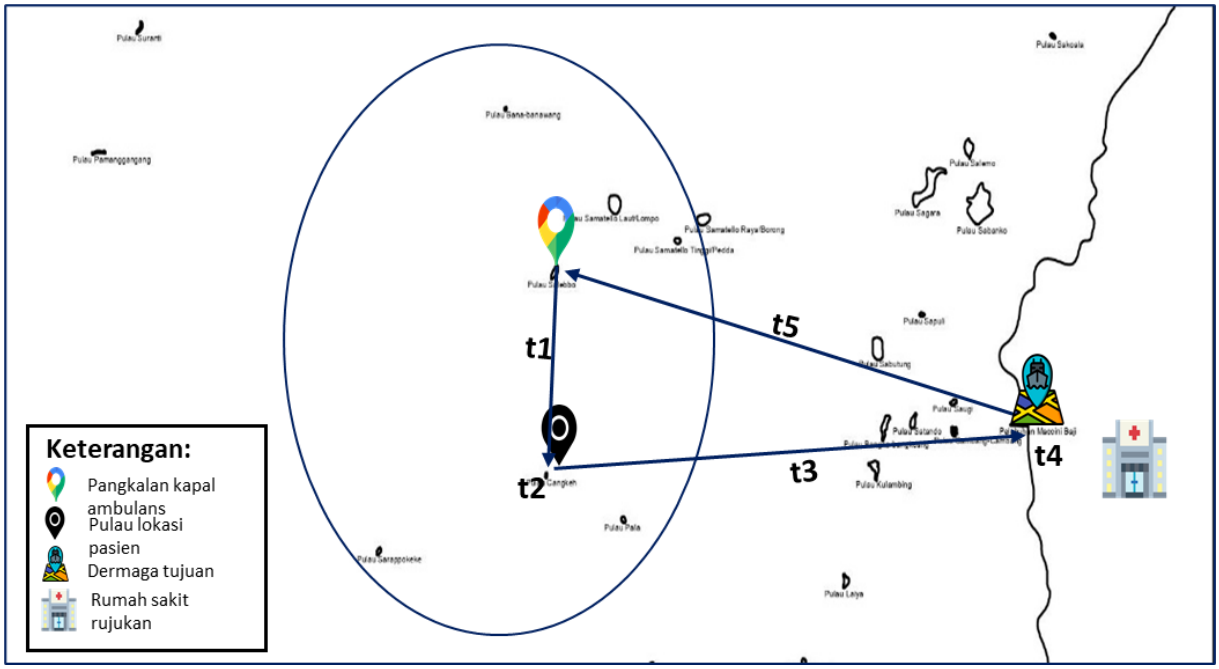
Peralatan lain-lain menyangkut peralatan elektronik dan peralatan tambat yang dibutuhkan kapal ambulans dalam beroperasi. Daftar peralatan lain-lain dapat dilihat pada Tabel 5.28. Menurut Tabel 5.28, peralatan lain yang harus ada pada kapal ambulans yang akan didesain meliputi peralatan tambat dan peralatan kelistrikan seperti Marine Air Conditioning, pompa air, dan electric winch. Marine Air conditioning dibutuhkan untuk menjaga kenyamanan penumpang kapal ambulans, termasuk pasien. Water pump diperlukan untuk memompa air tawar dari tangka air tawar. Sedangkan, electric winch digunakan dalam proses tambat kapal. Biaya total yang perlu dikeluarkan dalam pengadaan peralatan lain-lain untuk kapal ambulans ini adalah sebesar Rp15,67 juta.

Tabel 5.28 Peralatan Lain-lain

No.	Nama Item	Kebutuhan	Satuan	Harga Satuan	Harga Total
1	*Water Pump*	1	Unit	Rp1.800.000	Rp1.800.000
2	*Electric Winch*	1	Unit	Rp7.500.000	Rp7.500.000
3	*Marine Air Conditioning*	1	Unit	Rp5.705.838	Rp5.705.839
4	*Anchor*	1	Unit	Rp600.266	Rp600.266
5	Tali Tamnbat	2	Unit	Rp35.000	Rp70.000
	Biaya Total Peralatan Lain-lain				Rp15.676.105

5.12 Penentuan Pola Operasi Kapal Ambulans

Pola operasi dari kapal ambulans ini disesuaikan dengan pola operasi kapal ambulans yang ada. Pola operasi kapal ambulans ini dapat dilihat pada Gambar 5.13. Menurut Gambar 5.13, pola operasi kapal ambulans terdiri dari 5 kegiatan. Kegiatan pertama adalah kapal ambulans berlayar dari pangkalan menuju pulau asal pasien setelah kru ambulans mendapatkan panggilan gawat darurat (t1). Setelah itu, kapal ambulans merapat ke dermaga pulau asal pasien kemudian kru kapal ambulans memberikan pertolongan pertama kepada pasien di dermaga. Setelah itu, pasien pun dibawa ke kapal ambulans (t2). Lalu, kapal ambulans berlayar membawa pasien menuju dermaga tujuan, di mana rumah sakit terdekat terletak di kota tempat dermaga tersebut berada (t3). Sesampainya di dermaga, terjadi proses serah terima kepada kru ambulans darat yang telah *stand by* di dermaga tujuan (t4). Lalu, kapal ambulans pun berlayar kembali ke pangkalan asalnya untuk bersiaga menanggapi panggilan gawat darurat berikutnya (t5).



Gambar 5.13 Pola Operasi Kapal Ambulans

Pola operasi kapal ambulans ini lah yang akan digunakan dalam proses optimasi penentuan pangkalan kapal ambulans.

5.13 Optimasi Penentuan Lokasi Pangkalan Kapal Ambulans Skenario Pertama

Optimasi penentuan lokasi pangkalan kapal ambulans skenario pertama dilakukan dengan menggunakan moda kapal ambulans yang ada. Metode yang umumnya digunakan dalam penentuan lokasi fasilitas adalah metode *Set Covering Problem.* Penentuan lokasi pangkalan kapal ambulans juga termasuk dalam penentuan lokasi fasilitas. Oleh sebab itu, metode yang digunakan dalam proses penentuan lokasi pangkalan kapal ambulans adalah metode *Set Covering Problem*.

Spesifikasi dari kapal ambulans yang ada dapat dilihat pada Tabel 4.5. Asumsi terkait spesifikasi kapal ambulans yang ada dapat dilihat pada Tabel 5.29. Menurut pada Tabel 4.5, kapal ambulans yang saat ini beroperasi di wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan memiliki daya mesin sebesar 2x250 HP. Sedangkan, data konsumsi BBM mesin utama dan mesin bantunya tidak tersedia. Karena konsumsi BBM mesin utama dan mesin bantu diperlukan dalam proses optimasi ini, maka perlu dilakukan asumsi terhadap hal tersebut. Asumsi terkait spesifikasi kapal ambulans yang ada dapat dilihat pada Tabel 5.29. Daya dan konsumsi *Auxilary Engine* kapal

Tabel 5.29 Asumsi Spesifikasi Kapal Ambulans yang Ada

Komponen	Nilai	Satuan
Daya AE	17,7	HP
Konsumsi BBM ME	75,6	liter/jam
Konsumsi BBM AE	4,9	liter/jam
SFOC LO	0,00015	/HP/jam

ambulans yang ada diasumsikan sama dengan daya *Auxilary Engine* kapal ambulans yang didesain. Sementara itu, karena pada spesifikasi kapal ambulans yang ada hanya terdapat informasi mengenai daya mesin yang digunakan, yaitu 250 HP, konsumsi BBM mesin kapal ambulans ini diasumsikan sama dengan konsumsi BBM mesin yang memiliki daya 250 HP pada katalog mesin *outboard* yang digunakan dalam mendesain kapal (lihat Tabel 5.38).

Proses optimasi skenario pertama ini dilakukan untuk mendapatkan 4 hal, yaitu: (i) lokasi pangkalan kapal ambulans, (ii) jumlah kapal ambulans, (iii) jarak dan waktu *roundtrip* dalam menangani panggilan gawata darurat dari setiap pulau, dan (iv) biaya total dalam pengoperasian layanan kapal ambulans selama umur ekonomis kapal ambulans.

5.13.1 Model Matematis

Model ini dibuat untuk pengadaan layanan kapal ambulans dengan biaya total pengoperasian layanan kapal ambulans yang minimum. Berikut adalah model matematis dari model yang telah dibuat:

1. *Objective Function*

Tujuan dari optimasi penentuan pangkalan kapal ambulans ini adalah untuk meminimalkan total biaya dari pengoperasian armada kapal ambulans ini. Berikut adalah model matematis dari *Objective Function* dalam optimasi ini:

Fungsi tujuan dari proses optimasi ini adalah untuk memperoleh biaya total pengoperasian ambulans yang paling minimum. Biaya total pengoperasian kapal ambulans ini terdiri dari biaya kapital, biaya operasional, dan biaya pelayaran kapal ambulans. Sehingga, secara umum, fungsi tujuan dari proses optimasi ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Z = \text{Minimize } TC \tag{5.8}$$

$$TC = CC + OC + VC \tag{5.9}$$

di mana:

TC = Biaya Total

CC = Capital Cost

OC = Operating Cost

VC = Voyage Cost

Biaya kapital layanan kapal ambulans ini terdiri dari biaya total pembangunan kapal ambulans dan biaya pembangunan mess untuk kru kapal ambulans. Biaya pembangunan kapal

ambulans merupakan biaya total yang dibutuhkan untuk membangun kapal ambulans di setiap pangkalan terpilih. Sehingga, model matematis untuk biaya kapital layanan kapal ambulans ini adalah sebagai berikut:

$$CC = \left(\sum_{j|Y_{j=1}} NK_j * HK \right) + BM \tag{5.10}$$

di mana:

j = Alternatif Pangkalan Kapal Ambulans ; *j* = 1, 2, ..., 31

NK = Jumlah kapal ambulans di pangkalan

HK = Harga Pengadaan Kapal Ambulans

BM = Biaya Pembangunan Mess Kru Kapal Ambulans

Sementara itu, biaya pembangunan mess kru kapal ambulans merupakan fungsi dari jumlah kru kapal ambulans yang bertugas di seluruh pangkalan. Jumlah kru yang bertugas merupakan total dari jumlah tim yang bertugas di setiap pangkalan. Jumlah tim yang bertugas di setiap pangkalan sama dengan jumlah kapal ambulans di pangkalan tersebut ditambah satu. Jumlah kru di setiap tim kru kapal ambulans berjumlah 9 orang. Sehingga, biaya pembangunan mess kru kapal ambulans dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$BM = JK * KL * BP \tag{5.11}$$

$$JK = \left[\sum_{j|Y_{j=1}} \left(1 + NK_j\right) \right] * 9 \tag{5.12}$$

di mana:

JK = Jumlah Kru

KL = Kebutuhan Luas per Orang

BP = Biaya Pembangunan per Satuan Luas

Sementara itu, biaya operasional layanan kapal ambulans terdiri dari biaya umum kapal ambulans, biaya asuransi kapal ambulans, biaya perbaikan kapal ambulans, gaji kru, dan biaya makan kru. Biaya Biaya operasional kapal ambulans dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$OC = \left(\sum_{j|Y_{j=1}} \sum_{t=1}^{15} (BA_{jt} + BP_{jt} + BU_{jt}) * NK_j \right) + \left(\sum_{t=1}^{15} GT_t + MT_t \right) + \left(\sum_{i=1}^{31} \sum_{t=1}^{15} LO_{it} \right) \quad (5.13)$$

di mana:

t = Tahun ; *t = 1, 2, 3…, 15*

BA = Biaya Asuransi Kapal Ambulans

BU = Biaya Umum Kapal Ambulans

BP = Biaya Perbaikan Ambulans

GT = Gaji Kru Kapal Ambulans Total

MT = Biaya Makan Total Kru Kapal Ambulans Total

LO = Biaya *Lubricating Oil*

Biaya asuransi, biaya perbaikan, dan biaya umum kapal ambulans merupakan fungsi dari biaya total pembangunan kapal ambulans. Gaji kru dan biaya makan kru merupakan fungsi dari jumlah kru. Sedangkan, biaya LO merupakan fungsi dari konsumsi *Lubricating Oil* mesin utama dan mesin bantu kapal. Biaya asuransi, biaya perbaikan, biaya umum, gaji kru total, biaya makan kru total, dan biaya *Lubricating Oil* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$BA = 2\% * HK \quad (5.14)$$

$$BP = 5\% * HK \quad (5.15)$$

$$BU = 2\% * HK \quad (5.16)$$

$$GT = JK * GK \quad (5.17)$$

$$MT = JK * MK \quad (5.18)$$

$$LO = [(SL * ME * ST_i) + (SL * AE * ST_i)] * D_{it} * HL_t \quad (5.19)$$

$$ST = \frac{JRT_i}{Vs} \quad (5.20)$$

$$JRT = JR_{ij} + JD_i + JD_j \; ; j \in Np \quad (5.21)$$

di mana:

i = Pulau Berpenghuni ;*i = 1, 2, …, 33*

GK = Gaji Kru Kapal Ambulans

MK = Biaya Makan Kru Kapal Ambulans

SL =Konsumsi LO (liter/HP.jam)

ME = Daya *Main Engine* (HP)

AE = Daya *Auxilary Engine* (HP)

Np = $\{j \mid X_{ij} = 1\}$

X_{ij} = Keputusan pulau dengan indeks *i* dilayani oleh pangkalan dengan indeks *j*

Vs = Kecepatan kapal (knot)

D = *Demand* (Jumlah Panggilan Gawat Darurat)

JRT = Jarak *Round-trip* (Nm)

JD = Jarak dengan Dermaga Tujuan (Nm)

ST = *Sea Time* (jam)

Sementara itu, biaya pelayaran kapal ambulans terdiri dari biaya *Marine Fuel Oil* mesin utama dan biaya *High Speed Diesel* mesin induk. Sehingga, biaya pelayaran kapal ambulans dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$VC = \sum_{i=1}^{33} \sum_{t=1}^{15} MF_{it} + HS_{it} \tag{5.22}$$

di mana:

MF = Biaya *Marine Fuel Oil*

HS = Biaya *High Speed Diesel*

Biaya *Marine Fuel Oil* merupakan fungsi dari waktu pelayaran dan konsumsi *MFO* mesin induk kapal. Biaya *High Speed Diesel* merupakan fungsi dari waktu pelayaran dan konsumsi *HSD* mesin bantu. Sedangkan, waktu total pelayaran kapal adalah fungsi dari jarak *roundtrip* penjemputan di setiap pulau dan *demand* atau jumlah panggilan gawat darurat di setiap pulau. Di mana, jarak *roundtrip* merupakan fungsi dari jarak pangkalan ke pulau pasien, jarak dari pulau pasien ke dermaga tujuan, dan jarak dari dermaga tujuan ke pangkalan kapal ambulans.

$$MF = ST_i * SM * D_{it} * HM_t \tag{5.23}$$

$$HS = ST_i * SA * D_{it} * HS_t \tag{5.24}$$

di mana:

SM = Konsumsi BBM ME (liter/jam)

SA = Konsumsi BBM AE (liter/jam)

HM = Harga MFO

HH = Harga HSD

2. *Decision Variable*

Pada proses optimasi penentuan lokasi pangkalan kapal ambulans ini. variabel yang menjadi *Decision Variable* adalah kandidat pangkalan kapal ambulans terpilih. *Decision Variable* ini merupakan keputusan terpilihnya sebuah pulau berpenghuni sebagai pangkalan kapal ambulans. Berikut adalah model matematis dari *Decision Variable* kandidat pangkalan kapal ambulans terpilih:

$$Y_j = \begin{cases} 0, \text{jika alternatif pangkalan terpilih} \\ 1, \text{jika alternatif pangkalan tidak terpilih} \end{cases} \tag{5.25}$$

di mana:

Y_j = Keputusan pulau j terpilih sebagai pangkalan kapal ambulans

3. *Constraint*

Pada proses optimasi penentuan pangkalan kapal ambulans ini. terdapat beberapa batasan/*constraint* yang digunakan. Berikut adalah *constraints* yang digunakan:

a. Tiap pulau minimal dijangkau oleh 1 pangkalan kapal ambulans

Batasan ini mengharuskan setiap pulau berpenghuni pada kecamatan yang menjadi objek studi Tugas Akhir ini dapat dijangkau oleh minimal satu pangkalan kapal ambulans dalam *response time* yang telah ditentukan. Berikut adalah model matematis dari *constraint* ini:

$$\sum_{j \in Ni} Y_j \geq 1 \;\; \forall \, i \in I \tag{5.26}$$

di mana:

I = Pulau berpenghuni yang terletak di kecamatan yang menjadi objek studi Tugas Akhir ini

Ni = $\{j \mid t_{ij} \leq RT\}$

Ni = Alternatif pangkalan j yang mampu menjangkau pulau dengan indeks i kurang dari waktu respons yang ditetapkan

t_{ij} = Waktu respons kapal ambulans dari pangkalan *j* menuju pulau i

RT = Waktu respons kapal ambulans

b. Nilai *Decision Variable* pangkalan kapal ambulans terpilih harus berupa bilangan *binary*.

Nilai *Decision Variable* pangkalan kapal ambulans terpilih hanya boleh berupa angka 0 dan 1.

$$Y_j \{0,1\} \forall j \in J \tag{5.27}$$

di mana:

J = Pulau berpenghuni yang terletak di kecamatan yang menjadi objek studi Tugas Akhir ini yang menjadi alternatif pangkalan kapal ambulans.

5.13.2 Metode Penentuan Jumlah Kapal Ambulans

Menurut (Gui, Lu, Gu, & Zhou, 2011). perbandingan antara jumlah ambulans yang dioperasikan dengan jumlah penduduk adalah sebesar 1 : 40.000. Menurut hasil perhitungan jumlah penduduk, jumlah penduduk yang tinggal di Kecamatan Liukang Tupabbiring dan Kecamatan Liukang Tupabbiring Utara pada akhir umur ekonomis kapal (tahun 2034) adalah 39.020 orang. Karena jumlah penduduk yang tinggal di dua kecamatan terebut tidak mencapai 40.000 jiwa, maka jumlah penduduk yang tinggal di pulau yang berada dalam jangkauan sebuah pangkalan kapal ambulans tentu lebih sedikit dari angka tersebut. Tetapi, jika acuan tersebut digunakan, kapal ambulans tidak akan meraih pasien dalam *response time* yang telah ditentukan, yaitu 15 menit. Hal tersebut diakibatkan oleh kondisi geografis dari wilayah kepulauan, di mana pulau satu dengan pulau lainnya terpisahkan oleh laut dengan jarak yang cukup jauh.

Sehingga, dalam Tugas Akhir ini, penentuan jumlah armada kapal ambulans yang dioperasikan pada tiap pangkalan dilakukan dengan melihat adanya potensi terjadinya lebih dari satu panggilan gawat darurat pada hari yang sama, di mana panggilan tersebut berasal dari pulau yang dilayani oleh pangkalan yang sama. Potensi tersebut dapat dilihat pada hasil distribusi harian panggilan gawat darurat dari setiap pulau pada tahun terakhir dari umur ekonomis kapal ambulans, yaitu tahun 2034. Distribusi harian panggilan gawat darurat yang digunakan adalah distribusi dengan total panggilan gawat darurat dalam setahun yang didapatkan dari simulasi Monte Carlo. Sebagai contoh, jumlah panggilan gawat darurat Pulau Badi pada tahun 2034 yang didapatkan dari simulasi Monte Carlo Pulau Badi adalah sebanyak 30 panggilan (lihat Tabel 5.14), maka distribusi harian panggilan gawat darurat dari Pulau Badi yang digunakan dalam menentukan jumlah armada kapal ambulans adalah distribusi harian dengan total panggilan sebanyak 30 panggilan dalam

Tabel 5.30 Distribusi Harian Setelah Hasil Simulasi Monte Carlo

Pulau	BAD	PAJ	BLL	KON	KAP	PAP	SBT	CAM	SAP	SML	SMT	SMR
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
201	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
202	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
301	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
302	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
303	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
361	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
362	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0
363	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
365	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	30	24	77	31	12	18	17	0	6	9	6	6

setahun. Hasil distribusi panggilan gawat darurat yang digunakan dalam penentuan jumlah armada kapal ambulans dapat dilihat pada Tabel 5.30.

Berdasarkan tabel ini, kemungkinan adanya lebih dari satu panggilan gawat darurat dari pulau yang berbeda dapat terlihat, walaupun dua pulau tersebut belum tentu dilayani oleh pangkalan yang sama. Setelah proses optimasi dilakukan, saat pangkalan yang melayani tiap pulau telah diketahui, apabila terdapat lebih dari 1 panggilan yang dilayani oleh setiap pangkalan dalam satu hari, maka pertimbangan terhadap kemungkinan terjadinya panggilan dalam waktu yang bersamaan perlu dilakukan. Pertimbangan tersebut dilakukan dengan cara:

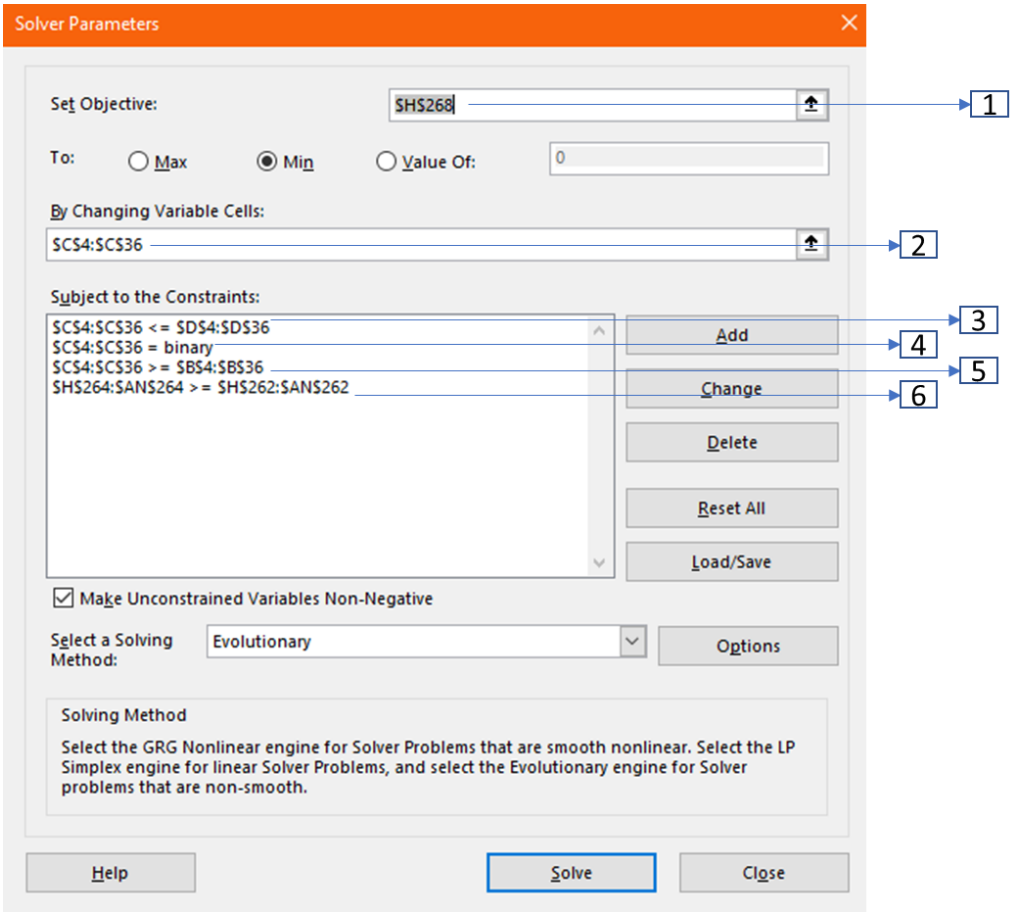
1. Menghitung jumlah panggilan gawat darurat untuk setiap jumlah harian kejadian panggilan gawat darurat dalam setahun. (1 panggilan dalam sehari, 2 panggilan dalam sehari, dst)
2. Apabila terdapat jumlah panggilan gawat darurat untuk suatu jumlah panggilan dalam sehari yang melebihi 10% total panggilan gawat darurat dalam setahun, maka jumlah harian tersebut diasumsikan mewakili cukup tingginya resiko terjadinya panggilan gawat darurat dalam waktu yang bersamaan. Sehingga, jumlah 1 kapal dianggap kurang dan perlu dilakukan penambahan jumlah kapal ambulans di pangkalan tersebut.
3. Jumlah kapal yang dioperasikan di pangkalan tersebut sama dengan jumlah harian kejadian gawat darurat yang memiliki jumlah panggilan gawat darurat lebih dari 10% total panggilan gawat darurat dalam setahun.

5.13.3 Running Model

Dari model matematis yang telah ditetapkan sebelumnya, model optimasi penentuan pangkalan kapal ambulans untuk skenario ini pun dibuat. Model optimasi ini dibuat dengan menggunakan bantuan software *Microsoft Excel*. Salah satu hal penting yang menjadi dasar pada model optimasi yang dibuat adalah apabila hasil optimasi menunjukkan terdapat lebih dari satu pangkalan yang dapat menjangkau sebuah pulau dalam waktu 15 menit, pangkalan yang ditugaskan untuk melayani pulau tersebut adalah pangkalan yang dapat melayani pulau tersebut dengan total jarak selama umur ekonomis kapal yang paling minimum.

Dari model matematis yang telah ditetapkan sebelumnya, model optimasi penentuan pangkalan kapal ambulans untuk skenario ini pun dibuat. Susunan yang terdiri dari *Decision Variable*, *Objective Function*, dan *Constraints* untuk skenario ini dapat dilihat pada Gambar 5.14..

1. Sel H268 merupakan *Objective Function* dari model ini, yaitu biaya total minimal. Bagian no.1 merupakan representasi dari Persamaan 5.8 pada model matematis.
2. Sel C4 hingga sel C36 merupakan *Decision Variabel* pertama dari model ini, yaitu keputusan suatu alternatif pangkalan kapal ambulans terpilih menjadi pangkalan kapal ambulans. Bagian no.2 merupakan representasi dari Persamaan 5.25 pada model matematis.



Gambar 5.14 Susunan Solver Model Skenario Pertama

3. Nilai dari sel C4 hingga C36 harus kurang dari nilai sel D4 hingga D36. Sel C34 hingga C36 yang merupakan keputusan suatu alternatif pangkalan kapal ambulans terpilih menjadi pangkalan harus kurang dari nilai dari sel D4 hingga D36 yang bernilai 1. Nilai 1 dari sel D4 hingga D36 merupakan batas atas dari hasil optimasi pada sel C4 hingga C36. Bagian no.3, 4, dan 5 merupakan representasi dari Persamaan 5.27
4. Nilai dari sel C4 hingga C36 harus bertipe *binary* (0 atau 1). Keputusan suatu alternatif pangkalan kapal ambulans terpilih menjadi pangkalan kapal ambulans diwakilkan oleh nilai 1. Sedangkan keputusan suatu alternatif pangkalan kapal ambulans terpilih menjadi pangkalan kapal ambulans diwakilkan oleh nilai 0.
5. Nilai dari sel C4 hingga C36 harus lebih besar dari nilai sel B4 hingga B36. Sel C34 hingga C36 yang merupakan keputusan suatu alternatif pangkalan terpilih menjadi pangkalan kapal ambulans harus lebih dari nilai dari sel B4 hingga B36 yang bernilai 0. Nilai 1 dari sel B4 hingga B36 merupakan batas bawah dari hasil optimasi pada sel C4 hingga C36.
6. Sel H264 hingga sel AN264 harus lebih besar dari nilai H262 hingga AN262 yang bernilai 1. Bagian 6 merupakan representasi dari Persamaan 5.26, di mana setiap pulau berpenghuni pada kecamatan yang menjadi objek studi Tugas Akhir ini harus dapat dijangkau oleh minimal satu pangkalan kapal ambulans dalam *response time* yang telah ditentukan.

5.13.4 Hasil Optimasi

Terdapat beberapa hasil yang diperoleh melalui proses optimasi penentuan pangkalan kapal ambulans skenario pertama ini. Hasil yang didapatkan meliputi pulau yang menjadi pangkalan kapal ambulans, pola operasi kapal ambulans, jumlah kapal ambulans yang dibutuhkan, dan ukuran utama kapal ambulans. Berikut adalah penjabaran dari hasil optimasi yang dilakukan:

1. Pulau yang Terpilih Menjadi Pangkalan Kapal Ambulans

Hasil yang didapatkan dari optimasi ini adalah keputusan pulau yang terpilih menjadi lokasi pangkalan kapal ambulans, pulau-pulau yang menjadi jangkauan dari tiap pangkalan kapal ambulans, dan biaya total dari pengoperasian layanan kapal ambulans selama umur ekonomis

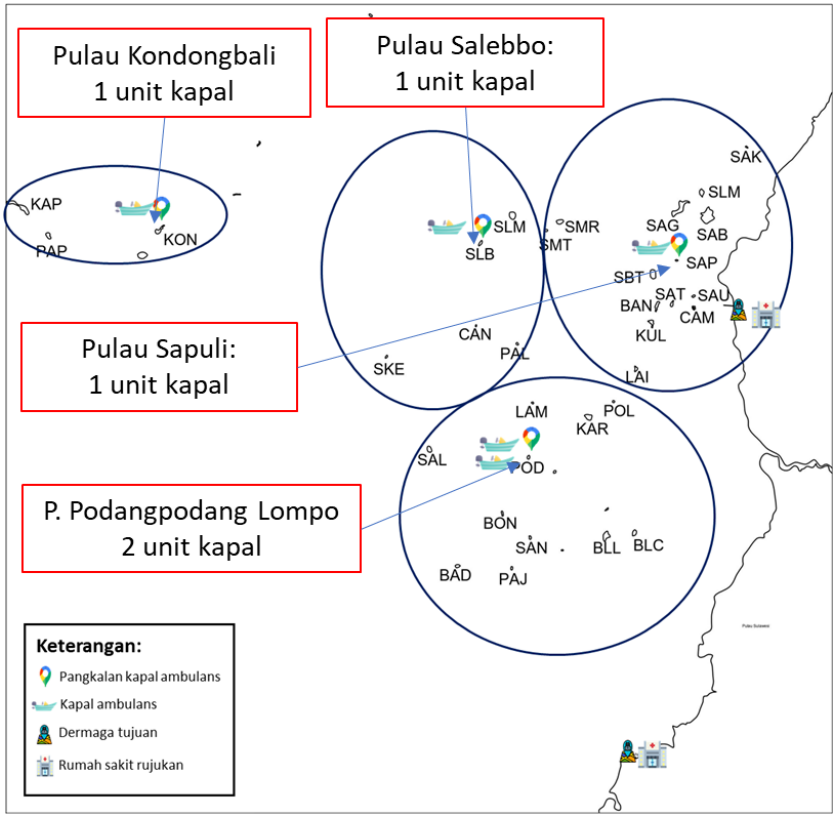
Tabel 5.31 Pulau yang Dilayani Oleh Setiap Pangkalan

No.	Pangkalan Terpilih	Pulau yang Dilayani
1	P. Salebbo	P. Cangkeh, P. Pala, P. Sarappo Keke, P. Salebbo, P. Samatellu Laut
2	P. Podangpodang Lompo	P. Badi, P. Pajenekang, P. Balang Lompo, P. Bontosua, P. Lamputang, P. Podangpodang Lompo, P. Sarappo Lompo, P. P. Sanane, P. Balang Caddi, P. Karanrang, P. Polewali
3	P. Kondongbali	P. Kondongbali, P. Kapoposang, P. Papandangang
4	P. Sapuli	P. Laiya, P. Kulambing, P. Bangkobangkoang, P. Sabutung, P. Cambang-cambang, P. Sapuli, P. Satando, P. Saugi, P. Sabanko, P. Sagara, P. Sakoala, P. Salemo, P. Samatellu Raya, P. Samatellu Tinggi

kapal. Keputusan terpilihnya sebuah pulau menjadi pangkalan kapal ambulans merupakan Decision Variable dari model ini.

Hasil optimasi pulau yang terpilih menjadi pangkalan kapal ambulans dapat dilihat pada Tabel 5.31. Menurut hasil optimasi, pulau yang terpilih sebagai lokasi pangkalan kapal ambulans adalah Pulau Podangpodang Lompo, Pulau Kondongbali, Pulau Sapuli, dan Pulau Salebbo. Setiap pangkalan kapal ambulans yang terpilih melalui optimasi ini memiliki cakupan pulau berbeda yang harus dilayani. Pada Tabel 5.31, pulau yang menjadi wilayah jangkauan setiap pangkalan ambulans terpilih juga dapat diketahui.

Pangkalan kapal ambulans yang terletak di Pulau Sapuli merupakan pangkalan dengan



Gambar 5.15 Hasil Optimasi Wilayah Cakupan Tiap Pangkalan

cakupan pulau terbanyak, yaitu 14 pulau. Sedangkan, Pulau kondongbali merupakan pulau yang menjadi pangkalan kapal ambulans dengan cakupan pulau paling sedikit, yaitu 3 pulau. Pangkalan kapal ambulans yang terletak di Pulau Kondongbali hanya dapat mencakup 3 pulau dikarenakan letak pulau yang menjadi cakupan wilayah pangkalan tersebut terpisah cukup jauh dari pulau-pulau lainnya. Cakupan wilayah tiap pangkalan dapat dilihat pada Gambar 5.15.

Pada gambar ini, wilayah cakupan dari masing-masing pangkalan terlihat dengan jelas. Selain itu, Gambar 5.15, juga menunjukkan lokasi dari masing-masing dermaga tujuan rujukan. Dermaga tujuan rujukan 1 adalah Dermaga Maccini Baji yang berada di ibu kota kabupaten sedangkan dermaga tujuan rujukan 2 adalah Pelabuhan Paotere yang berada di Kota Makassar.

Tabel 5.32 Jarak dan Seatime Satu Kali Roundtrip

No	Pulau	Jarak *Round-trip* (Nm)	Waktu *Round-trip* (Jam)	No	Pulau	Jarak *Round-trip* (Nm)	Waktu *Round-trip* (Jam)
1	BAD	31,51	1,59	18	POL	22,08	1,22
2	PAJ	29,10	1,50	19	KUL	9,24	0,70
3	BLL	28,93	1,49	20	BGK	8,08	0,66
4	BON	29,15	1,50	21	SBT	7,08	0,62
5	CAN	26,00	1,37	22	CAM	6,51	0,59
6	LAM	32,95	1,65	23	SAP	5,84	0,57
7	PAL	25,40	1,35	24	SAT	7,18	0,62
8	POD	28,22	1,46	25	SAU	6,13	0,58
9	SKE	50,99	2,37	26	SAB	9,43	0,71
10	SAL	34,97	1,73	27	SAG	9,82	0,73
11	KON	63,39	2,87	28	SAK	15,96	0,97
12	KAP	74,72	3,32	29	SLM	11,21	0,78
13	PAP	71,71	3,20	30	SLB	22,52	1,23
14	SAN	28,46	1,47	31	SML	23,66	1,28
15	BLC	29,83	1,53	32	SMT	17,47	1,03
16	KAR	32,56	1,64	33	SMR	16,54	1,00
17	LAI	12,88	0,85				

2. Jarak dan *Sea Time Round-trip*

Jarak dan *sea time* satu kali roundtrip dalam penjemputan pasien dari setiap pulau dapat dilihat pada Tabel 5.32. Berdasarkan Tabel 5.32, dapat disimpulkan bahwa semakin jauh jarak *round-trip,* waktu roundtrip kapal juga semakin lama juga. Penjemputan pasien dengan jarak *round-trip* terjauh adalah penjemputan pasien yang berasal dari Pulau Kapoposang dengan jarak *round-trip* 74,72 Nm dan waktu *round-trip* 3,32 jam. Sedangkan, penjemputan pasien dengan jarak *round-trip* terpendek adalah penjemputan pasien yang berasal dari Pulau Sapuli dengan jarak *round-trip* 5,84 Nm dan waktu *round-trip* 0,57 jam.

3. Jumlah Armada Kapal Ambulans

Jumlah armada kapal ambulans yang disiagakan ditentukan dengan melihat jumlah panggilan untuk setiap jumlah panggilan per hari. Tahun yang digunakan adalah tahun terakhir

Tabel 5.33 Frekuensi Setiap Jumlah Panggilan Gawat Darurat

Jumlah Panggilan untuk Setiap Jumlah Panggilan per Hari	Pangkalan			
	POD	KON	SAP	SLB
1	121	53	89	42
2	114	8	38	6
3	15	0	3	0
4	16	0	0	0
>5	0	0	0	0
Jumlah Kapal	2	1	1	1
Jumlah Tim	3	2	2	2

umur ekonomis, yaitu 2034, karena pada tahun tersebut jumlah *demand* mencapai puncaknya. Rekapan jumlah panggilan untuk setiap jumlah panggilan per hari dapat dilihat Tabel 5.33.

Berdasarkan tabel ini, dapat disimpulkan bahwa seluruh pangkalan hanya membutuhkan 1 kapal ambulans, kecuali pangkalan yang terletak di Pulau Podangpodang Caddi. Pangkalan yang terletak di Pulau Podangpodang Caddi membutuhkan 2 kapal karena jumlah panggilan gawat darurat dengan jumlah 2 kali panggilan dalam sehari, yaitu 114 panggilan, melebihi 10% total panggilan yang terjadi selama 1 tahun, yaitu 505 panggilan. Sehingga, jumlah armada kapal ambulans yang dibutuhkan untuk melayani 33 pulau yang terletak di Kecamatan Liukang Tupabbiring dan Liukang Tupabbiring Utara adalah sebanyak 5 unit kapal dengan jumlah tim kapal ambulans sebanyak 9 tim.

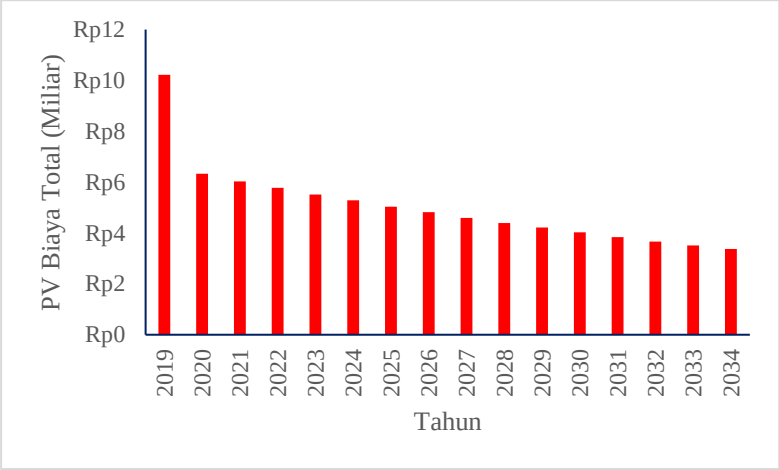
4. Biaya Investasi

Biaya investasi pengadaan layanan kapal ambulans skenario pertama ini terdiri dari biaya kapital, biaya operasi, dan biaya pelayaran kapal ambulans. Perhitungan biaya investasi yang diperlukan untuk pengadaan layanan kapal ambulans skenario kedua selama umur ekonomis kapal ambulans (15 tahun) dapat dilihat pada Tabel 5.34.

Berdasarkan Tabel 5.34, dapat disimpulkan bahwa total biaya yang diperlukan untuk mengadakan layanan kapal ambulans skenario pertama selama umur ekonomis diperkirakan sebesar Rp80,59 miliar. Asumsi inflasi yang digunakan adalah inflasi untuk setiap komponen biaya sebesar 5% setiap tahunnya sedangkan asumsi *Weighed Average Capital Cost (WACC)* yang

Tabel 5.34 Perhitungan Biaya Pengadaan Layanan Kapal Ambulans Skenario Pertama

Tahun	2019	2020	2026	2034
Tahun ke-	0	1	7	15
Inflasi		5%	5%	5%
Biaya Pengadaan Kapal	Rp10.222.811.843			
Total Gaji Kru		Rp3.996.000.000	Rp5.355.022.180	Rp7.911.806.671
Uang Makan		Rp1.312.200.000	Rp1.758.473.500	Rp2.598.066.245
Harga MFO		Rp10.200	Rp13.669	Rp20.195
Harga HSD		Rp12.250	Rp16.416	Rp24.254
Harga LO		Rp35.000	Rp46.903	Rp69.298
Total Biaya MFO		Rp811.389.747	Rp1.139.303.668	Rp1.880.111.688
Total Biaya HSD		Rp31.579.825	Rp44.342.452	Rp73.175.189
Total Biaya LO		Rp1.429.931	Rp2.007.821	Rp3.313.364
Perbaikan dan Perawatan		Rp450.000.000	Rp603.043.038	Rp890.969.220
Asuransi		Rp180.000.000	Rp241.217.215	Rp356.387.688
Biaya Umum		Rp180.000.000	Rp241.217.215	Rp356.387.688
Total Cost	Rp10.222.811.843	Rp6.962.599.503	Rp9.384.627.089	Rp14.070.217.753
Present Value	Rp10.222.811.843	Rp6.329.635.912	Rp4.815.797.577	Rp3.368.298.263
SUM PV	Rp80.597.120.403			
ANNUAL VALUE	Rp10.596.407.826			

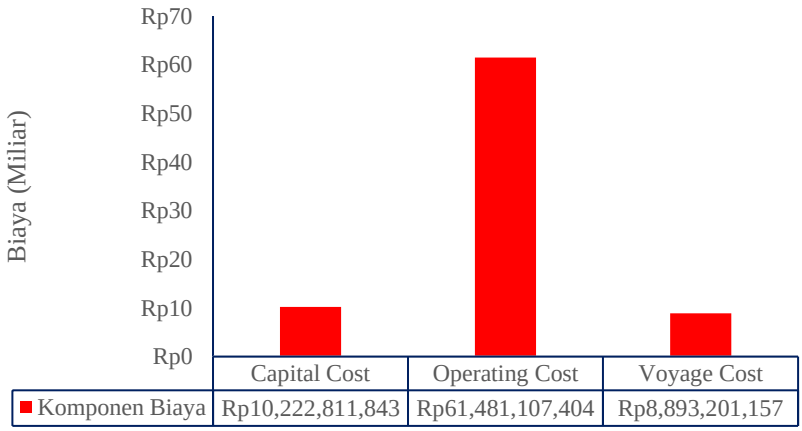


Gambar 5.16 Proyeksi Present Value Total Cost

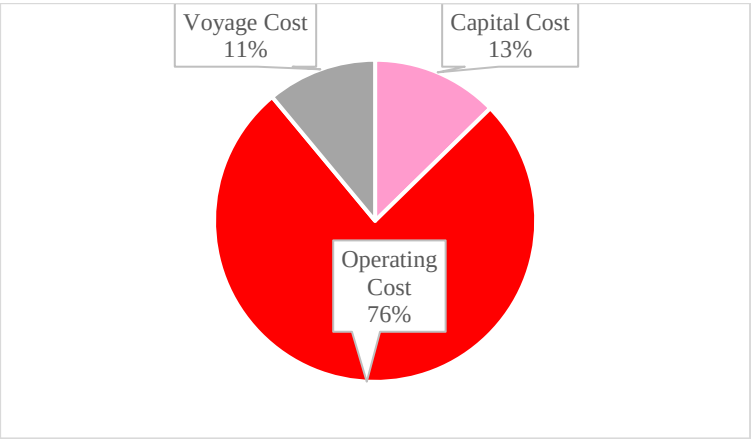
digunakan adalah sebesar 10%. Proyeksi *Present Value* dari biaya total selama umur ekonomis dapat dilihat pada Gambar 5.16.

Berdasarkan gambar ini, proyeksi *Present Value Total Cost* mengalami penurunan setiap tahunnya. Hal ini dikarenakan nilai WACC yang diasumsikan sebesar 10% lebih besar dari nilai inflasi yang diasumsikan, yaitu 5%. Pada tahun 2019, yaitu tahun di mana investasi dilakukan, *Present Value* mencapai titik tertinggi. Hal tersebut disebabkan oleh adanya pembayaran untuk membeli 5 unit kapal ambulans dan membangun mess untuk kru kapal ambulans. Sementara itu, perbandingan komponen biaya total yang terdiri dari *Capital Cost*, *Operating Cost*, dan *Voyage Cost* dapat dilihat pada Gambar 5.17.

Menurut gambar ini, apabila biaya total tersebut dijabarkan berdasarkan kelompok komponen biayanya, maka dapat disimpulkan bahwa *Operating Cost* memiliki biaya tertinggi, yaitu sebesar Rp61,48 miliar. *Capital Cost* merupakan komponen biaya dengan biaya tertinggi kedua, yaitu sebesar Rp10,22 miliar. Sedangkan, komponen biaya dengan biaya terendah adalah *Voyage Cost*, yaitu sebesar Rp8,89 miliar.



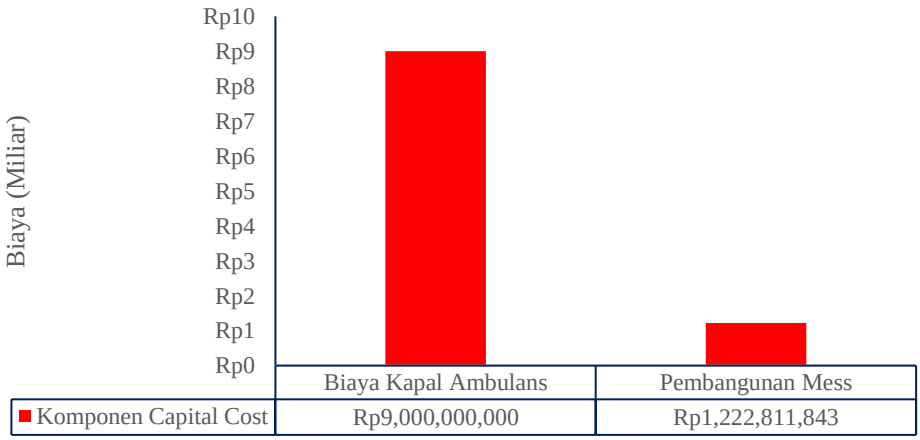
Gambar 5.17 Perbandingan Komponen *Total Cost*



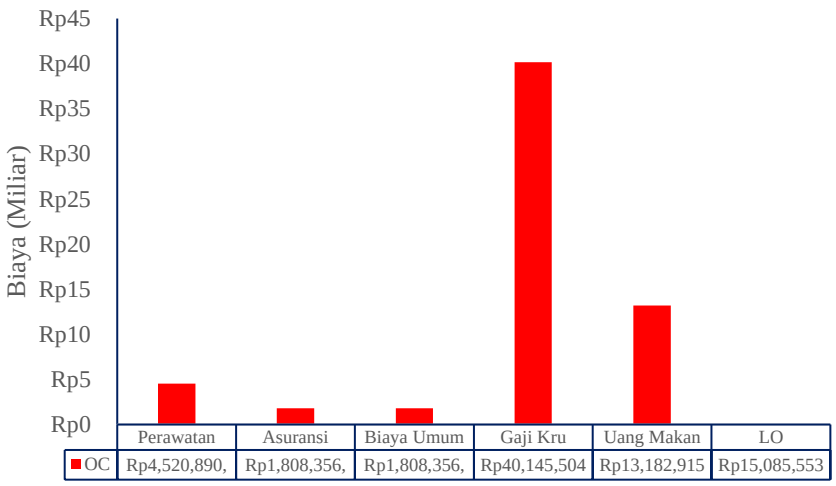
Gambar 5.18 Persentase Komponen *Total Cost*

Persentase perbandingan komponen biaya total yang terdiri dari *Capital Cost*, *Operating Cost*, dan *Voyage Cost* dapat dilihat pada dan Gambar 5.18. Berdasarkan Gambar 5.18, dapat disimpulkan bahwa komponen biaya dengan persentase tertinggi adalah *Operating Cost* dengan persentase sebesar 76%. *Capital Cost* memiliki persentase terbesar kedua dengan persentase sebesar 13%. Sementara itu, komponen biaya dengan persentase terendah adalah *Voyage Cost* dengan persentase sebesar 11%. Penjabaran dari masing-masing komponen biaya tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.19 hingga Gambar 5.21.

Gambar 5.19 merupakan penjabaran komponen *Capital Cost* pengadaan layanan kapal ambulans ini. Pembangunan kapal ambulans merupakan komponen *Capital Cost* terbesar dengan biaya Rp9 miliar untuk membeli 5 unit kapal ambulans, di mana 1 unit kapal ambulans memiliki harga Rp1,8 miliar (Kumparan, 2020). Sedangkan pembangunan mess hanya memakan biaya Rp1,22 miliar untuk membangun mess seluas 607,5m^2 untuk 81 orang kru dengan asumsi sestiap orang membutuhkan luas sebesar 7,5m^2. Harga pembangunan mess per m^2 yang digunakan adalah Rp2,01 juta (BAPPENAS, 2000).



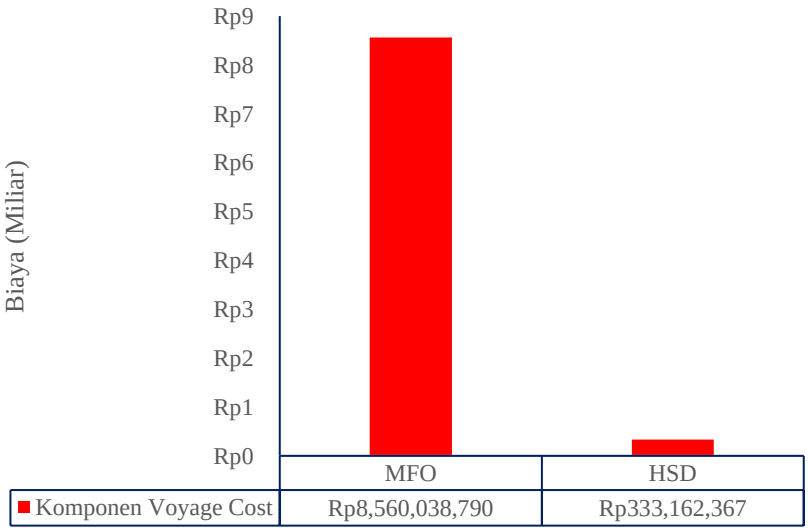
Gambar 5.19 Komponen *Capital Cost* Skenario Pertama



Gambar 5.20 Komponen *Operating Cost* Skenario Pertama

Sementara itu, melalui Gambar 5.20, penjabaran komponen *Operating Cost* skenario pertama dapat diketahui. Gaji kru merupakan komponen *Operating Cost* dengan biaya tertinggi dengan biaya sebesar Rp40,14 miliar. Komponen dengan biaya tertinggi kedua adalah uang makan kru dengan biaya Rp13,18 miliar. Sedangkan, komponen dengan biaya terendah adalah biaya *Lubricating Oil* atau minyak pelumas dengan biaya sebesar Rp15,08 juta.

Sedangkan, penjabaran komponen dari *Voyage Cost* dapat dilihat pada Gambar 5.21. Komponen *Voyage Cost* yang memiliki biaya tertinggi adalah biaya Bahan Bakar Minyak untuk mesin induk, yaitu *Marine Fuel Oil (MFO)* dengan biaya Rp8,56 miliar. Sedangkan, biaya untuk Bahan Bakar Minyak mesin bantu, yaitu *High Speed Diesel (HSD)* hanya sebesar Rp333,16 juta.



Gambar 5.21 Komponen *Voyage Cost* Skenario Pertama

5.14 Optimasi Penentuan Lokasi Pangkalan Kapal Ambulans Skenario Kedua

Optimasi penentuan lokasi pangkalan kapal ambulans skenario kedua dilakukan dengan menggunakan kapal ambulans modern yang ukuran utama optimumnya dicari. Dasar dilakukannya optimasi dengan skenario ini adalah untuk mengevaluasi apakah kapal ambulans yang ada saat ini sudah merupakan opsi yang terbaik. Sehingga, dalam proses optimasi penentuan lokasi pangkalan kapal ambulans skenario kedua ini, diperlukan adanya model perhitungan teknis *High Speed Ambulance Craft*. Optimasi ini dilakukan untuk memperoleh 4 hal, yaitu: (i) lokasi pangkalan kapal ambulans, (ii) jumlah kapal ambulans, (iii) ukuran optimum kapal ambulans, (iv) jarak dan waktu *roundtrip* dalam menangani panggilan gawat darurat dari setiap pulau, dan (iv) biaya total dalam pengoperasian layanan kapal ambulans.

5.14.1 Model Matematis

Model ini dibuat untuk memperoleh biaya total pengoperasian layanan kapal ambulans yang minimum. Karena pada skenario ini terdapat proses pencarian ukuran optimum kapal ambulans, maka model matematis yang dibuat juga harus mempertimbangkan persamaan yang terdapat pada proses perhitungan teknis kapal. Berikut adalah model matematis dari model yang dibuat:

1. *Objective Function*

Tujuan dari optimasi penentuan pangkalan kapal ambulans ini adalah untuk meminimalkan total biaya dari pengoperasian armada kapal ambulans ini. Berikut adalah model matematis dari *Objective Function* dalam optimasi ini:

Fungsi tujuan dari proses optimasi ini adalah untuk memperoleh biaya total pengoperasian ambulans yang paling minimum. Biaya total pengoperasian kapal ambulans ini terdiri dari biaya kapital, biaya operasional, dan biaya pelayaran kapal ambulans. Sehingga, secara umum, fungsi tujuan dari proses optimasi ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Z = \text{Minimize } TC \tag{5.28}$$

$$TC = CC + OC + VC \tag{5.29}$$

di mana:

TC = Biaya Total

CC = Capital Cost

OC = Operating Cost

VC = Voyage Cost

Biaya kapital layanan kapal ambulans ini terdiri dari biaya total pembangunan kapal ambulans dan biaya pembangunan mess untuk kru kapal ambulans. Biaya pembangunan kapal ambulans merupakan biaya total yang dibutuhkan untuk membangun kapal ambulans di setiap pangkalan terpilih. Sehingga, model matematis untuk biaya kapital layanan kapal ambulans ini adalah sebagai berikut:

$$CC = \left(\sum_{j|Y_{j=1}} NK_j * BK \right) + BM \tag{5.30}$$

di mana:

j = Alternatif Pangkalan Kapal Ambulans ; *j* = 1, 2, ..., 31

NK = Jumlah Kapal Ambulans di Pangkalan

BK = Biaya Pembangunan Total Kapal Ambulans

BM = Biaya Pembangunan Mess Kru Kapal Ambulans

Biaya total pembangunan kapal ambulans terdiri dari biaya pembangunan kapal ambulans ditambah dengan biaya koreksi setelah keadaan ekonomi. Sehingga, biaya total pembangunan kapal ambulans dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$BK = BX + BY \tag{5.31}$$

di mana:

BX = Biaya Pembangunan Kapal Ambulans Sebelum Adanya Biaya Koreksi

BY = Biaya Koreksi Akibat Keadaan Ekonomi

Biaya pembangunan kapal ambulans merupakan fungsi dari biaya struktur, biaya permesinan, dan biaya perlengkapan dan *outfitting* kapal ambulans. Biaya struktur sendiri merupakan fungsi dari berat struktur kapal dan harga aluminium. Berat struktur kapal merupakan fungsi dari ukuran utama kapal. Sehingga, biaya pembangunan kapal ambulans dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$BX = S + PO + M \tag{5.32}$$

$$S = WS * HA \tag{5.33}$$

$$WS = LPP * B * DA * Cs \tag{5.34}$$

$$DA = H + \frac{VDH}{LPP * B} \tag{5.35}$$

di mana:

S = Biaya Struktur Kapal Ambulans

PO = Biaya Perlengkapan dan *Outfitting* Kapal Ambulans

M = Biaya Permesinan Kapal Ambulans

WS = Berat Struktur Kapal Ambulans

HA = Harga Aluminium

VDH = Volume *Deckhouse* Kapal Ambulans

Sementara itu, biaya koreksi setelah keadaan ekonomi merupakan fungsi dari biaya pembangunan kapal. Biaya koreksi setelah keadaan ekonomi dirumuskan sebagai berikut:

$$BY = KG + IF + PJ \tag{5.36}$$

$$KG = 5\% * BK \tag{5.37}$$

$$IF = 2\% * BK \tag{5.38}$$

$$P = 10\% * BK \tag{5.39}$$

di mana:

KG = Keuntungan Galangan

IF = Inflasi

PJ = Pajak

Sementara itu, biaya pembangunan mess kru kapal ambulans merupakan fungsi dari jumlah kru kapal ambulans yang bertugas di seluruh pangkalan. Jumlah kru yang bertugas merupakan total dari jumlah tim yang bertugas di setiap pangkalan. Jumlah tim yang bertugas di setiap pangkalan sama dengan jumlah kapal ambulans di pangkalan tersebut ditambah satu. Jumlah kru di setiap tim kru kapal ambulans berjumlah 9 orang. Sehingga, biaya pembangunan mess kru kapal ambulans dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$BM = JK * KL * BP \tag{5.40}$$

$$JK = \left[\sum_{j|Y_{j=1}} \left(1 + NK_j\right) \right] * 9 \tag{5.41}$$

di mana:

JK = Jumlah Kru

KL = Kebutuhan Luas per Orang

BP = Biaya Pembangunan per Satuan Luas

Sementara itu, biaya operasional layanan kapal ambulans terdiri dari biaya umum kapal ambulans, biaya asuransi kapal ambulans, biaya perbaikan kapal ambulans, gaji kru, dan biaya makan kru. Biaya Biaya operasional kapal ambulans dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$OC = \left(\sum_{j|Y_{j=1}} \sum_{t=1}^{15} (BA_{jt} + BP_{jt} + BU_{jt}) * NK_j \right) + \left(\sum_{t=1}^{15} GT_t + MT_t \right) + \left(\sum_{i=1}^{31} \sum_{t=1}^{15} LO_{it} \right) \tag{5.42}$$

di mana:

t = Tahun ; *t = 1, 2, 3…, 15*

BA = Biaya Asuransi Kapal Ambulans

BU = Biaya Umum Kapal Ambulans

BP = Biaya Perbaikan Ambulans

GT = Gaji Kru Kapal Ambulans Total

MT = Biaya Makan Total Kru Kapal Ambulans Total

LO = Biaya *Lubricating Oil*

Biaya asuransi, biaya perbaikan, dan biaya umum kapal ambulans merupakan fungsi dari biaya total pembangunan kapal ambulans. Gaji kru dan biaya makan kru merupakan fungsi dari jumlah kru. Sedangkan, biaya LO merupakan fungsi dari konsumsi *Lubricating Oil* mesin utama dan mesin bantu kapal. Biaya asuransi, biaya perbaikan, biaya umum, gaji kru total, biaya makan kru total, dan biaya *Lubricating Oil* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$BA = 2\% * BY \tag{5.43}$$

$$BP = 5\% * BY \tag{5.44}$$

$$BU = 2\% * BY \tag{5.45}$$

$$GT = JK * GK \tag{5.46}$$

$$MT = JK * MK \tag{5.47}$$

$$LO = [(SL * ME * ST_i) + (SL * AE * ST_i)] * D_{it} * HL_t \tag{5.48}$$

$$ST = \frac{JRT_i}{Vs} \tag{5.49}$$

$$JRT = JR_{ij} + JD_i + JD_j \; ; j \in Np \tag{5.50}$$

di mana:

i = Pulau Berpenghuni ;*i = 1, 2, …, 33*

Np = $\{j \mid X_{ij} = 1\}$

X_{ij} = Keputusan pulau dengan indeks *i* dilayani oleh pangkalan dengan indeks *j*

GK = Gaji Kru Kapal Ambulans

MK = Biaya Makan Kru Kapal Ambulans

SL =Konsumsi LO (liter/HP.jam)

ME = Daya *Main Engine* (HP)

AE = Daya *Auxilary Engine* (HP)

ST = *Sea Time* (jam)

JRT = Jarak *Round-trip* (Nm)

JD = Jarak dengan Dermaga Tujuan (Nm)

Vs = Kecepatan kapal (knot)

D = *Demand* (Jumlah Panggilan Gawat Darurat)

Sementara itu, biaya pelayaran kapal ambulans terdiri dari biaya *Marine Fuel Oil* mesin utama dan biaya *High Speed Diesel* mesin induk. Sehingga, biaya pelayaran kapal ambulans dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$VC = \sum_{i=1}^{33} \sum_{t=1}^{15} MF_{it} + HS_{it} \tag{5.51}$$

di mana:

MF = Biaya *Marine Fuel Oil*

HS = Biaya *High Speed Diesel*

Biaya *Marine Fuel Oil* merupakan fungsi dari waktu pelayaran dan konsumsi *MFO* mesin induk kapal. Biaya *High Speed Diesel* merupakan fungsi dari waktu pelayaran dan konsumsi *HSD* mesin bantu. Sedangkan, waktu total pelayaran kapal adalah fungsi dari jarak *roundtrip* penjemputan di setiap pulau dan *demand* atau jumlah panggilan gawat darurat di setiap pulau. Di mana, jarak *roundtrip* merupakan fungsi dari jarak pangkalan ke pulau pasien, jarak dari pulau pasien ke dermaga tujuan, dan jarak dari dermaga tujuan ke pangkalan kapal ambulans.

$$MF = ST_i \ * \ SM * D_{it} * \ HM_t \tag{5.52}$$

$$HS = ST_i \ * \ SA * D_{it} * \ HH_t \tag{5.53}$$

di mana:

SM = Konsumsi BBM ME (liter/jam)

SA = Konsumsi BBM AE (liter/jam)

HM = Harga MFO

HH = Harga HSD

2. *Decision Variable*

Pada proses optimasi penentuan lokasi pangkalan kapal ambulans ini. variabel yang menjadi *Decision Variable* adalah kandidat pangkalan kapal ambulans terpilih. *Decision Variable* ini merupakan keputusan terpilihnya sebuah pulau berpenghuni sebagai pangkalan kapal ambulans. Berikut adalah model matematis dari *Decision Variable* kandidat pangkalan kapal ambulans terpilih:

$$Y_j = \begin{cases} 0, \text{jika alternatif pangkalan terpilih} \\ 1, \text{jika alternatif pangkalan tidak terpilih} \end{cases} \tag{5.54}$$

$$Lpp \tag{5.55}$$

$$B \tag{5.56}$$

$$T \tag{5.57}$$

$$H \tag{5.58}$$

di mana:

Y_j = Keputusan pulau j terpilih sebagai pangkalan kapal ambulans

Lpp = Length of Perpendicular kapal

B = Lebar kapal

T = Sarat kapal

H = Tinggi kapal

3. *Constraint*

Pada proses optimasi penentuan pangkalan kapal ambulans ini. terdapat beberapa batasan/*constraint* yang digunakan. Berikut adalah *constraint* yang digunakan:

a. Tiap pulau minimal dijangkau oleh 1 pangkalan kapal ambulans

Batasan ini mengharuskan setiap pulau berpenghuni pada kecamatan yang menjadi objek studi Tugas Akhir ini dapat dijangkau oleh minimal satu pangkalan kapal ambulans dalam *response time* yang telah ditentukan. Berikut adalah model matematis dari *constraint* ini:

$$\sum_{j \in Ni} Yj \geq 1 \ \forall \ i \in I \tag{5.59}$$

di mana:

I = Pulau berpenghuni yang terletak di kecamatan yang menjadi objek studi Tugas Akhir ini

Ni = $\{j \mid t_{ij} \leq RT\}$

Ni = Alternatif pangkalan j yang mampu menjangkau pulau dengan indeks i kurang dari waktu respons yang ditetapkan

t_{ij} = Waktu respons kapal ambulans dari pangkalan *j* menuju pulau i

RT = Waktu respons kapal ambulans

b. Nilai *Decision Variable* pangkalan kapal ambulans terpilih harus berupa bilangan *binary*.

Nilai *Decision Variable* pangkalan kapal ambulans terpilih hanya boleh berupa angka 0 dan 1.

$$Yj \ \{0,1\} \ \forall \ j \in J \tag{5.60}$$

di mana:

J = Pulau berpenghuni yang terletak di kecamatan yang menjadi objek studi Tugas Akhir ini yang menjadi alternatif pangkalan kapal ambulans.

c. Ukuran utama kapal

Batasan ukuran utama didapat melalui kapal pembanding. Berikut persamaannya:

$$Lpp_{min} \leq Lpp \leq Lpp_{max} \quad (5.61)$$

$$B_{min} \leq B \leq B_{max} \quad (5.62)$$

$$H_{min} \leq H \leq H_{max} \quad (5.63)$$

$$T_{min} \leq T \leq T_{max} \quad (5.64)$$

d. Perbandingan ukuran utama kapal

Persamaan batasan perbandingan ukuran utama adalah sebagai berikut:

$$2{,}52 \leq Lpp/B \leq 18{,}56 \quad (5.65)$$

$$1{,}7 \leq B/T \leq 9{,}8 \quad (5.66)$$

$$3{,}07 \leq L/\nabla^{1/3} \leq 12{,}4 \quad (5.67)$$

$$4 \leq Ap/\nabla^{2/3} \leq 8{,}5 \quad (5.68)$$

$$2 \leq Lpp/B_{px} \leq 7 \quad (5.69)$$

di mana:

Ap = Luas *planning* (m^2)

∇ = Volume *displacement* (m^3)

B_{px} = C*hine beam* maksimum. (m).

e. Batasan Freeboard

Sselisih antara tinggi dan sarat kapal harus lebih besar dari besar lambung timbul minimum kapal ambulans. Lambung timbul minimum harus lebih besar sama dengan 0,15 meter. Model matematis dari batasan ini adalah:

$$H\text{-}T > Fb\ min \quad (5.70)$$

di mana:

Fb = *Freeboard* (m)

f. Batasan Delta Displacement

Delta Displacement kapal ambulans yang dirancang harus berada dalam kisaran 2% hingga 10%. Model matematis dari batasan *delta displacement* adalah:

$$2\% \leq \Delta\ Displacement \leq 10\% \quad (5.71)$$

g. Batasan Stabilitas

Stabilitas dari kapal ambulans harus memenuhi kriteria stabilitas IMO. Terdapat 6 batasan stabilitas berdasarkan *Intact Stability Code.* Model matematis dari batasan stabilitas adalah sebagai berikut:

$$e_{0,30^o} \leq 0,055 \tag{5.72}$$

$$e_{0,40^o} \leq 0,09 \tag{5.73}$$

$$e_{30,40^o} \leq 0,08 \tag{5.74}$$

$$h_{30^o} \leq 0,45 \tag{5.75}$$

$$\phi_{GZmax} \leq 25 \tag{5.76}$$

$$GM_0 \leq 0,15 \tag{5.77}$$

5.14.2 Metode Penentuan Jumlah Kapal Ambulans

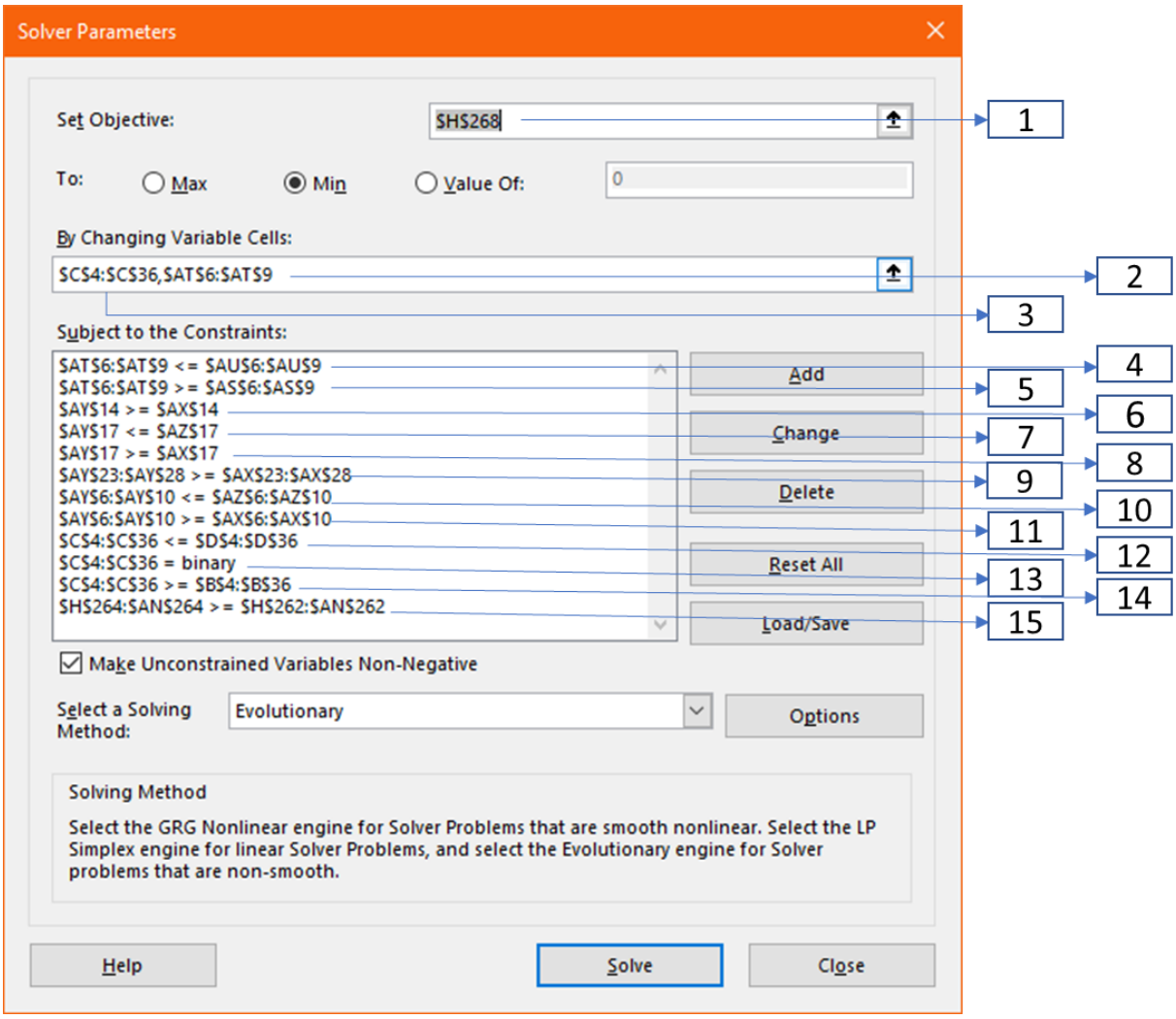
Metode yang digunakan dalam penentuan jumlah kapal ambulans yang disiagakan di setiap pangkalan terpilih pada proses optimasi pengadaan layanan kapal ambulans skenario kedua ini sama dengan metode yang digunakan pada proses optimasi pengadaan layanan kapal ambulans skenario pertama, yaitu dengan melihat distribusi harian panggilan gawat darurat yang sebelumnya telah didapatkan melalui Simulasi Monte Carlo (lihat Tabel 5.30). Pertimbangan terhadap kebutuhan jumlah armada kapal ambulans juga dilakukan dengan metode skenario pertama, yaitu dengan cara:

1. Menghitung frekuensi terjadinya setiap jumlah harian kejadian panggilan gawat darurat dalam setahun. (1 panggilan dalam sehari, 2 panggilan dalam sehari, 3 panggilan dalam sehari dan seterusnya)
2. Apabila terdapat frekuensi jumlah harian kejadian gawat darurat yang melebihi 10% total panggilan gawat darurat dalam setahun, maka jumlah harian tersebut diasumsikan mewakili cukup tingginya resiko terjadinya panggilan gawat darurat dalam waktu yang bersamaan. Sehingga, jumlah 1 unit kapal yang disiagakan di pangkalan tersebut dianggap kurang dan perlu dilakukan penambahan terhadap jumlahkapal ambulans di pangkalan tersebut.
3. Jumlah kapal yang dioperasikan di pangkalan tersebut sama dengan jumlah harian kejadian gawat darurat yang memiliki frekuensi panggilan lebih dari 10% total panggilan gawat darurat dalam setahun.

5.14.3 Running Model

Dari model matematis yang telah ditetapkan sebelumnya, model optimasi penentuan pangkalan kapal ambulans untuk skenario ini pun dibuat. Susunan yang terdiri dari *Decision Variable*, *Objective Function*, dan *Constraints* untuk skenario ini dapat dilihat pada Gambar 5.22

1. Sel H268 merupakan *Objective Function* dari model ini, yaitu biaya total minimal. Bagian no.1 merupakan representasi dari Persamaan 5.28 pada model matematis.
2. Sel C4 hingga sel C36 merupakan *Decision Variabel* pertama dari model ini, yaitu keputusan suatu alternatif pangkalan kapal ambulans terpilih menjadi pangkalan kapal ambulans. Bagian no.2 merupakan representasi dari Persamaan 5.54 pada model matematis.
3. Sel AT6 hingga sel AT9 merupakan *Decision Variabel* kedua dari model ini, yaitu ukuran utama kapal ambulans. Bagian no.3 merupakan representasi dari Persamaan 5.55 hingga Persamaan 5.58 pada model matematis.



Gambar 5.22 Susunan Solver Model Skenario Kedua

4. Nilai dari sel AT6 hingga AT9 yang merupakan keputusan ukuran utama kapal ambulans harus kurang dari nilai dari sel AU6 hingga AU9. Bagian no.4 ini merupakan representasi dari Persamaan 5.41 hingga Persamaan 5.44 pada model matematis.
5. Nilai dari sel AT6 hingga AT9 yang merupakan keputusan ukuran utama kapal ambulans harus lebih dari nilai dari sel AS6 hingga AS9. Bagian no.5 ini juga merupakan representasi dari Persamaan 5.61 hingga Persamaan 5.64 pada model matematis.
6. Nilai dari sel AY14 harus lebih besar dari nilai AX14. Nilai sel AY14 merupakan besar *freeboard* minimal kapal ambulans, sedangkan nilai sel AX14 merupakan besar *freeboard* aktual dari kapal ambulans ini. Bagian 6 merupakan representasi dari Persamaan 5.70.
7. Nilai dari sel AY17 harus kurang dari nilai AZ17. Nilai sel AY17 merupakan besar delta *displacement* kapal ambulans ini. Sedangkan, nilai sel AZ17 merupakan batas atas delta *displacement* kapal, yaitu 10%. Bagian no.7 merupakan representasi dari Persamaan 5.71
8. Nilai dari sel AY17 harus lebih besar dari nilai AX17. Nilai sel AX17 merupakan batas bawah dari delta *displacement* kapal, yaitu 2%. Bagian ini juga representasi Persamaan 5.71.
9. Nilai dari sel AY23 hingga AY28 harus lebih besar dari nilai AX23 hingga AX28. Nilai dari sel AY23 hingga sel AY28 merupakan nilai kriteria stabilitas IMO kapal ambulans ini. Sedangkan, nilai sel AX23 hingga AX28 merupakan nilai kriteria stabilitas IMO minimum. Bagian no.9 merupakan representasi dari Persamaan 5.72 hingga Persamaan 5.77.
10. Nilai dari sel AY6 hingga AY10 harus kurang dari nilai AZ6 hingga AZ10. Nilai dari sel AY6 hingga AY10 merupakan nilai kriteria perbandingan ukuran utama dan koefisien kapal ambulans ini. Sedangkan, nilai dari sel AZ6 hingga AZ10 merupakan batas atas dari masing-masing kriteria tersebut. Bagian ini merupakan representasi dari Persamaan 5.65 hingga Persamaan 5.69.
11. Nilai dari sel AY6 hingga AY10 harus lebih besar dari nilai AX6 hingga AX10. Nilai dari Nilai dari sel AX6 hingga AX10 merupakan batas bawah dari masing-masing kriteria tersebut. Bagian no.11 juga merupakan representasi Persamaan 5.65 hingga Persamaan 5.69.
12. Nilai dari sel C4 hingga C36 harus kurang dari nilai sel D4 hingga D36. Sel C34 hingga C36 yang merupakan keputusan suatu alternatif pangkalan kapal ambulans terpilih menjadi pangkalan kapal ambulans harus kurang dari nilai dari sel D4 hingga D36 yang bernilai 1. Nilai 1 dari sel D4 hingga D36 merupakan batas atas dari nilai hasil optimasi pada sel C4 hingga C36. Bagian no.12 merupakan representasi dari Persamaan 5.60.
13. Nilai dari sel C4 hingga C36 bertipe *binary*. Keputusan suatu alternatif pangkalan kapal ambulans terpilih menjadi pangkalan kapal ambulans diwakilkan oleh nilai 1. Sedangkan keputusan suatu alternatif pangkalan kapal ambulans terpilih menjadi pangkalan kapal

ambulans diwakilkan oleh nilai 0. Sehingga, nilai pada sel C4 hingga C36 harus memiliki tipe *binary*, yaitu 1 atau 0. Bagian no.13 merupakan representasi dari Persamaan 5.11 pada model matematis. Bagian ini juga merupakan representasi dari Persamaan 5.61.

14. Nilai dari sel C4 hingga C36 harus lebih besar dari nilai sel B4 hingga B36. Sel C34 hingga C36 yang merupakan keputusan suatu alternatif pangkalan kapal ambulans terpilih menjadi pangkalan kapal ambulans harus lebih dari nilai dari sel B4 hingga B36 yang bernilai 0. Nilai 1 dari sel B4 hingga B36 merupakan batas bawah dari nilai hasil optimasi pada sel C4 hingga C36. Bagian no.14 ini juga merupakan representasi dari Persamaan 5.60.
15. Sel H264 hingga sel AN264 harus lebih besar dari nilai H262 hingga AN262 yang bernilai 1. Bagian 6 merupakan representasi dari Persamaan 5.59, di mana setiap pulau berpenghuni pada kecamatan yang menjadi objek studi Tugas Akhir ini harus dapat dijangkau oleh minimal satu pangkalan kapal ambulans dalam *response time* yang telah ditentukan, yaitu 15 menit.

5.14.4 Hasil Optimasi

Terdapat beberapa hasil yang diperoleh melalui proses optimasi penentuan pangkalan kapal ambulans skenario pertama ini. Hasil yang didapatkan meliputi pulau yang menjadi pangkalan kapal ambulans, pola operasi kapal ambulans, jumlah kapal ambulans yang dibutuhkan, dan ukuran utama kapal ambulans. Berikut adalah penjabaran dari hasil optimasi yang dilakukan:

1. Pulau yang Terpilih Menjadi Pangkalan Kapal Ambulans

Hasil yang didapatkan dari optimasi ini adalah keputusan pulau yang terpilih menjadi lokasi pangkalan kapal ambulans, pulau-pulau yang menjadi jangkauan dari tiap pangkalan kapal ambulans, dan biaya total dari pengoperasian layanan kapal ambulans selama umur ekonomis kapal. Keputusan terpilihnya sebuah pulau menjadi pangkalan kapal ambulans merupakan Decision Variable dari model ini.

Menurut hasil optimasi, pulau yang terpilih sebagai lokasi pangkalan kapal ambulans sama dengan optimasi skenario pertama, yaitu: Pulau Podangpodang Lompo, Pulau Kondongbali, Pulau Sapuli, dan Pulau Salebbo. Keputusan pulau yang terpilih menjadi pangkalan kapal ambulans beserta wilayah jangkauan setiap pangkalan kapal ambulans dapat dilihat pada Tabel 5.31.

2. Jarak dan waktu *rounnd-trip*

Karena keputusan pangkalan dan pulau yang melayani setiap pangkalan skenario kedua ini sama dengan skenario pertama, maka jarak dan waktu satu kali *roundtrip* dalam menangani kejadian gawat darurat di setiap pulau pada skenario ini pun sama dengan skenario pertama. Jarak dan waktu roundtrip dalam penjemputan pasien dari setiap pulau dapat dilihat pada Tabel 5.32.

Tabel 5.35 *Owner Requirement*

Komponen	Jumlah	Satuan
Jumlah Pasien	2	Orang
Jumlah Kru	9	Orang
Jumlah Keluarga	2	Orang
Jarak Pelayaran	74,72	Nm
Bahan Pembuatan	Aluminium	

3. Ukuran Utama Kapal Ambulans

Dalam menentukan ukuran utama kapal ambulans optimum, diperlukan adanya *Owner Requirement* (lihat Tabel 5.35). Berdasarkan Tabel 5.35, kita dapat mengetahui bahwa kapal yang dirancang harus mampu mengangkut 2 orang pasien, 2 orang penumpang, 9 orang kru, dan menempuh jarak pelayaran 74,72 Nm. Jumlah pasien yang dapat diangkut ditetapkan sebanyak 2 orang karena kapal yang saat ini beroperasi dapat diisi oleh 2 ranjang pasien. Alasan lain ditetapkannya jumlah pasien yang dapat diangkut sebanyak 2 orang adalah adanya kemungkinan lebih dari 1 orang yang sakit dalam waktu yang bersamaan yang dapat dilihat melalui simulasi harian panggilan gawat darurat. Sementara itu, jarak pelayaran tersebut (74,72 Nm) merupakan jarak *round-trip* terjauh kapal dalam melayani penjemputan di suatu pulau, yaitu penjemputan

Tabel 5.36 Hasil Optimasi Ukuran Utama Kapal Ambulans

Komponen	Nilai	Satuan
LOA	10,39	meter
LPP	9,44	Meter
B	3,31	Meter
T	0,81	Meter
H	0,96	Meter

pasien dari Pulau Kapoposang (lihat Tabel 5.32). Jarak *round-trip* tersebut berpengaruh terhadap ukuran utama kapal. Ukuran utama kapal ambulans dapat dilihat pada Tabel 5.36.

Simulasi Monte Carlo untuk memperkirakan jumlah panggilan gawat darurat berpotensi mempengaruhi ukuran utama kapal. Karena, keputusan terpilihnya sebuah pulau menjadi pangkalan kapal ambulans juga dipengaruhi oleh jumlah panggilan. Apabila sebuah pulau terpilih menjadi pangkalan kapal ambulans, jarak dari pangkalan ke pulau asal pasien akan menjadi 0. Maka, jarak *round-trip* dalam melayani sebuah panggilan dari suatu pulau akan menjadi lebih minimum dengan terpilihnya pulau dengan jumlah panggilan yang banyak tersebut sebagai lokasi pangkalan. Apabila perubahan jumlah panggilan mengakibatkan perubahan lokasi pulau pangkalan dan lokasi pangkalan yang berubah tersebut merupakan pulau dengan jarak *roundtrip* terjauh dalam melayani panggilan dari suatu pulau, maka jarak *round-trip* terjauh akan berubah ukuran utama kapal akan berubah.

a. Kapal Pembanding

Kapal pembanding yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah kapal-kapal ambulans dengan ukuran yang berbeda-beda. Ukuran utama kapal pembanding akan

Tabel 5.37 Kapal Ambulans Pembanding

No	Nama Kapal	LOA	LPP	B	T	H	Vs (Knot)
1	Ambulance Boat Merpati	13	11,82	3	0,7	1,5	24
2	Mavi Deniz Ambulance 20	20	18,18	6	0,7	1,5	18 – 30
3	Mavi Deniz Ambulance 18	18	16,36	6	0,7	1,5	19 – 30
4	Mavi Deniz Ambulance 15	15	13,64	5,5	0,6	1,29	20 – 30
5	Mavi Deniz Ambulance 12	12	10,91	4	0,4	0,86	21 – 30
6	Mavi Deniz Ambulance 10	10	9,09	3	0,3	0,64	22 – 30
7	Mavi Deniz Ambulance 8	8	7,27	2,5	0,3	0,64	23 – 30
8	Smart Own Ambulance Boat	10,97	9,97	3,28	0,51	1,09	40
9	Ares 58 Ambulance Boat	18	16,36	5	0,9	1,93	42
10	Stem 12 Ambulance	12	10,91	3,7	-	-	-
11	Icarus Marine Ambulance Boat	15,6	14,18	5,9	0,7		
12	Hukkelberg Ambulance Boat	17,1	15,55	4,6	0,9	-	38-42
13	Vizag Ambulance Boat	15,23	13,85	3,82	0,45		-
14	St. John Ambulance Boat	13,72	12,47	3,96	1,37	-	
15	Normeca Ambulance Boat	8,45	7,68	2,5	0,4	-	30
16	Ambulance Boat MBI 14M	14	12,73	3,42	0,35	1,20	-
17	Ambulance Boat MBI 12M	12	10,91	3	0,7	1,40	-
18	Ambulance Boat MBI 6.5M	6,5	5,91	2,1	0,35	1,00	-
19	Ambulance Boat MBI 6M	6	5,45	1,8	0,25	0,83	-
20	MAKO Africa Ambulance Boat	10	9,09	3,675	-	-	28-40
21	MAKO Africa Ambulance Boat	11	10,00	3,4	-	-	40
22	FAB-Catamaran Ambulance	13	11,82	4	-	-	35-55
23	Sabrecraft Marine Ambulance	15	13,64	3,75	-	-	35
24	Rygerdoktoren	19,4	17,64	4,7	-	-	-
25	Rygervakt	20,9	19,00	7,2	-	-	-
	Min	6,00	5,45	1,80	0,25	0,64	-
	Max	20,90	19,00	7,20	1,37	1,93	-

digunakan sebagai acuan ukuran minimal dan maksimal dari kapal ambulans yang dirancang. Daftar kapal pembanding yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.37.

Berdasarkan tabel ini, kapal ambulans dengan panjang terpendek adalah Kapal Ambulans MBI 6M dengan panjang 6 meter. Sementara itu, kapal ambulans dengan panjang terpanjang adalah Kapal Ambulans Rygervakt dengan panjang 20,9 meter.

b. Koefisien

Koefisien kapal ambulans ini terdiri koefisien blok, *froude number, froude number volume, Speed Length Ratio,* koefisien *waterplane,* koefisien *midship,* koefisien prismatik, *displacement,* dan *displacement* volume.

1) Koefisien Blok

Koefisien blok yang digunakan oleh kapal ambulans ini adalah 0,43. Nilai koefisien blok tersebut digunakan karena *waterline* akan menjadi konsisten. (Savitsky, On the Subject of High-Speed Monohull, 2003)

2) *Froude Number*

Berdasarkan Persamaan 2.31, *Froude number* kapal ambulans yang didapatkan adalah sebesar

3) Froude Number Volume

Berdasarkan Persamaan 2.32, *Froude number* volume kapal ambulans yang didapatkan adalah sebesar 2,755.

4) *Speed Length Ratio*

Berdasarkan Persamaan 2.34, *Speed Length Ratio* kapal ambulans yang didapatkan adalah sebesar 4,185.

5) Koefisien *Midship*

Berdasarkan Persamaan 2.35, koefisien *midship* kapal ambulans yang didapatkan adalah sebesar 0,877.

6) Koefisien *Waterplane*

Berdasarkan Persamaan 2.36, koefisien *waterplane* kapal ambulans yang didapatkan adalah sebesar 0,631.

7) Koefisien Prismatik

Berdasarkan Persamaan 2.37, koefisien *midship* kapal ambulans yang didapatkan adalah sebesar 0,490.

8) Longitudinal Center of Bouyancy

Berdasarkan Persamaan 2.38, koefisien *midship* kapal ambulans yang didapatkan adalah sebesar 3,991 m dari AP.

9) Displacement

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan Persamaan 2.39, *displacement* kapal ambulans yang didapatkan adalah sebesar 11,23 Ton.

10) Volume Displacement

Berdasarkan Persamaan 2.40, *volume displacement* kapal ambulans yang didapatkan adalah sebesar 10.956 m^3.

c. Hambatan

Hasil perhitungan hambatan kapal ambulans yang meliputi perhitungan koefisien kecepatan, koefisien angkat, *Reynold number*, koefisien tahanan gesek, dan hambatan total adalah sebagai berikut:

1) Perhitungan Koefisien Kecepatan (Cv)

Berdasarkan Persamaan 2.33, koefisien kecepatan kapal ambulans yang didapatkan adalah sebesar 2,322.

2) Perhitungan Koefisien Angkat (Clo)

Berdasarkan Persamaan 2.49, koefisien angkat kapal ambulans yang didapatkan adalah sebesar 0,133.

3) Perhitungan *Reynold Number* (Rn)

Berdasarkan Persamaan 2.50, *Reynold number* kapal ambulans yang didapatkan adalah sebesar 102.199.123,661.

4) Perhitungan Koefisien Tahanan Gesek (Cf)

Berdasarkan Persamaan 2.51, *Reynold number* kapal ambulans yang didapatkan adalah sebesar 0,002.

5) Perhitungan Hambatan Total (RT)

Berdasarkan Persamaan 2.52, hambatan total kapal ambulans yang didapatkan setelah ditambahkan margin 15% adalah sebesar 15.588 kN.

d. Perhitungan Daya *Main Engine*

Hasil perhitungan daya *Main Engine* yang dibutuhkan oleh kapal ambulans ini dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan perhitungan *Effective Horse Power,* kemudian dilanjutkan dengan perhitungan *Brake Horse Power Maximum Contiuous Rate,* dan pemilihan mesin dari katalog mesin. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing komponen perhitungan di atas:

1) Effective Horse Power (EHP)

Berdasarkan Persamaan 2.53, *Effective Horse Power (EHP)* kapal ambulans yang didapatkan adalah sebesar 234,104 HP.

2) Brake Horse Power Maximum Contiunous Rate (BHPMCR)

Dengan menggunakan *Overall Propulsive Coefficient (OPC)* sebesar 0,6, setelah perhitungan dengan menggunakan Persamaan 2.54 dilakukan, *Brake Horse Power Maximum Conitnuous Rate (BHPMCR)* kapal ambulans yang didapatkan adalah sebesar 390,17 HP atau 290,955 kW.

3) Penentuan Daya Mesin yang Digunakan

Kapal ambulans ini dirancang dengan menggunakan *twin screw.* Karena kapal ambulans ini menggunakan *twin screw,* maka kebutuhan daya mesin total kapal ambulans ini terbagi oleh 2 mesin. Sehingga, daya 1 mesin yang digunakan dapat diketahui dengan membagi BHPMCR yang telah didapatkan, yaitu sebesar 290,955kW. Sehingga, daya 1 mesin yang dibutuhkan adalah minimal sebesar 145,078 kW atau 195,085 HP. Daftar mesin *outboard* dengan berbagai variasi daya dapat dilihat pada Tabel 5.38.

Tabel 5.38 Daftar Mesin *Outboard*

No	Mesin	Tenaga (HP)	Tenaga (Kw)	Tenaga (HP)	n (rpm)	Tinggi (inci)	Konsumsi BBM (l/h)
1	F350UCC	350,00	261,10	194,78	6.000	25,10	113,50
2	F300ECA2	300,00	223,80	166,95	6.000	25,30	96,60
3	F250UCA	250,00	186,50	139,13	6.000	25,30	75,60
4	F225UCA	225,00	167,85	125,22	6.000	25,30	73,70
5	F200LB	200,00	149,20	111,30	6.000	25,30	56,30
6	F175LA	175,00	130,55	97,39	6.000	25,30	31,90
7	F150LB	150,00	111,90	83,48	6.000	20,50	35,00
8	F115LB	115,00	85,79	64,00	6.000	20,50	45,00

Sumber: (Yamaha, 2020)

Mesin yang dapat digunakan adalah mesin dengan daya minimal sebesar 195,085 HP. Berdasarkan Tabel 5.38, mesin dengan daya yang paling mendekati BHPmcr adalah mesin dengan tipe F200LB dengan daya 200 HP.

e. Perhitungan Daya *Auxilary Engine*

Kapal ambulans ini membutuhkan mesin bantu dalam operasionalnya. Mesin bantu digunakan sebagai sumber tenaga dalam pengoperasian peralatan navigasi, lampu, *air*

Tabel 5.39 Kebutuhan Arus Listrik Kapal Ambulans

No	Peralatan Listrik	Arus Listrik (Ampere)
1	*Anchor Light*	0,9
2	*Anchor Windlass*	40,0
3	*Autopilot*	4,0
4	*Bilge Pump*	5,0
5	*Cabin Lights*	1,8
6	*Chart Plotter/GPS*	0,8
7	*Chart Table Light*	0,3
8	*Cockpit Instruments*	0,3
9	*Cockpit Light*	1,0
10	*Compass Light*	0,2
11	*Deck Lights*	1,7
12	*Distribution panel & DCM*	0,1
13	*Fresh Water Pump*	4,0
14	*Gas Alarm*	0,6
15	*Masthead Light*	0,9
16	*Navigation Lights*	3,7
17	*Navtex*	0,4
18	*Radar(Stanby)*	1,0
19	*Radar(Transmit)*	2,5
20	*SSB (Stanby)*	1,0
21	*SSB(Tansmit)*	25,0
22	*Stereo*	1,0
23	*Ventilation Fans*	1,0
24	*VHF (Stanby)*	0,3
25	*VHF (Transmit)*	1,2
26	*Marine Air Conditioning*	12,0
27	Monitor Jantung dan Napas	1,0
28	*Defibrilator*	1,0
	Total	112,7

Sumber: (Sailboat Cruising, 2020)

conditioning, peralatan kedokteran, dan lain-lain. Perhitungan kebutuhan daya mesin pembantu dapat dihitung dengan terlebih dahulu menghitung kebutuhan arus listrik kapal ambulans. Perhitungan kebutuhan arus listrik kapal ambulans ini dapat dilakukan dengan membuat daftar peralatan pada kapal ambulans yang membutuhkan energi listrik dalam pengoperasiannya. Hasil perhitungan kebutuhan arus listrik kapal ambulans yang dirancang dapat dilihat pada Tabel 5.39.

Setelah kebutuhan arus listrik diketahui, langkah berikutnya adalah menghitung kebutuhan kapasitas genset kapal. Dengan menggunakan voltase kapal sebesar 120 Volt, dengan mengacu pada Persamaan 2.55, hasil perhitungan kapasitas genset yang didapatkan adalah sebesar 13,524 kVA dan daya yang dibutuhkan setelah dikalikan faktorefisiensi sebesar 20% adalah 12,983 kW.

Dengan kebutuhan kapasitas genset sebesar 12,983 kW, maka kapasitas genset yang digunakan harus lebih besar sama dengan 12,983 kW. Sehingga, genset yang digunakan pada kapal ambulans ini adalah genset dengan merk CAT Diesel Generator CAT DE13 5E3 dengan spesifikasi yang dapat dilihat pada Tabel 5.40. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa mesin bantu atau genset yang digunakan memiliki daya 13,2 kW dan konsumsi HSD sebesar 4,9 liter/jam.

Tabel 5.40 Spesifikasi *Auxilary Engine*

Komponen	Nilai	Satuan
n	1	rpm
Maximum power	13,2	kW
Konsumsi BBM	4,9	liter/jam
Length	1400	mm
Height	620	mm
Width	1.054	mm
Weight	0,43	ton

f. Perhitungan Berat Permesinan dan Propulsi

Berat permesinan dan propulsi terdiri dari berat *Main Engine*, *Auxilary Engine*, dan berat propulsi. Berikut adalah perhitungan berat untuk masing-masing komponen tersebut:

1) Main Engine

Berat dari satu buah *outboard engine* adalah 0,364 Ton, sehingga, dengan jumlah *outboard engine* sebanyak 2 unit, berat total dari kedua *outboard engine* tersebut adalah 0,728 Ton.

2) Electrical Unit

Berat genset yang digunakan adalah sebesar 0,43 Ton.

Sehingga, berat total dari propulsi dan permesinan adalah total dari berat propulsi, *Main Engine*, dan *Auxilary Engine*, yaitu sebesar 1,158 Ton.

g. Perhitungan Lightweight (LWT)

Perhitungan *Lightweight* meliputi perhitungan berat permesinan, berat baja, dan berat perlengkapan dan *outfitting*.

1) Berat Permesinan

Berdasarkan mesin utama dan mesin bantu/generator yang didapatkan, berat permesinan yang digunakan oleh kapal ambulans ini adalah sebesar 1,158 Ton.

2) Berat Baja

Berdasarkan Persamaan 2.58 hingga Persamaan 2.69, berat baja yang didapatkan adalah sebesar 4,333 Ton.

3) Berat Perlengkapan dan *Outfitting*

Berat perlengkapan dan *outfitting* yang telah direncanakan untuk ditempatkan di kapal ambulans ini adalah sebesar 1,582 Ton.

h. Perhitungan Deadweight (DWT)

Perhitungan *deadweight* terdiri atas berat bahan bakar mesin induk, bahan bakar mesin bantu, penumpang, air tawar, dan barang bawaan.

1) Bahan Bakar Mesin Induk

Berdasarkan Persamaan 2.70, berat bahan bakar maksimal yang dibutuhkan oleh kedua *outboard engine* kapal ambulans ini dalam satu kali *round trip* adalah sebesar 0,313 Ton.

2) Bahan Bakar Mesin Bantu

Berdasarkan Persamaan 2.71, berat bahan bakar mesin bantu yang dibutuhkan oleh kapal ambulans ini adalah sebesar 0,018 Ton.

3) Penumpang

Kapal ambulans ini didesain untuk dapat menampung 13 orang dengan rincian 9 orang kru dan 4 orang penumpang. Karena berat setiap orang diasumsikan seberat 80 kg, maka melalui perhitungan dengan Persamaan 2.72, berat penumpang total kapal ambulans ini adalah sebesar 1,04 Ton.

4) Air Tawar

Kebutuhan air tawar per hari setiap penumpang kapal ambulans diasumsikan sebesar 0,17 Ton. Berdasarkan Persamaan 2.73, berat air tawar yang dibutuhkan oleh penumpang kapal ambulans ini dalam satu kali *roundtrip* adalah sebesar 0,26 Ton.

5) Barang Bawaan

Berat barang bawaan diasumsikan sebesar 15kg per orang. Maka, dengan mengacu pada Persamaan 2.74, berat barang bawaan total penumpang kapal ambulans ini adalah sebesar 0,195 Ton.

i. Perhitungan *Freeboard*

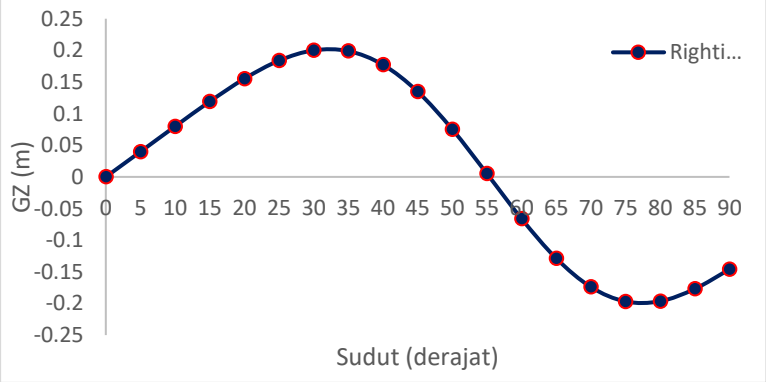
Berdasarkan perhitungan dengan Persamaan 2.75 hingga Persamaan 2.79, besar *freeboard* minimal kapal ambulans ini adalah sebesar 0,15 meter. Besar *freeboard* sesungguhnya (pengurangan antara tinggi dan sarat kapal) dari kapal ambulans ini juga sebesar 0,15 meter .

j. Perhitungan Gross Tonnage

Gross Tonnage kapal ambulans yang didapatkan melalui perhitungan dengan Persamaan 2.80 hingga Persamaan 2.83 adalah sebesar 9,36 GT.

k. Perhitungan Stabilitas

Hasil perhitungan kriteria stabilitas kapal ambulans berdasarkan "*Intact Stability Code, IMO* yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 5.41. Menurut Tabel 5.41, dapat disimpulkan bahwa seluruh kriteria stabilitas telah terpenuhi. Sementara itu, grafik stabilitas kapal ambulans ini dapat dilihat pada Gambar 5.23.



Gambar 5.23 Stabilitas Kapal Ambulans

Berdasarkan grafik ini, dapat disimpulkan bahwa *righting arm* atau lengan GZ kapal ambulans ini memiliki batas sudut oleng sekitar 56 derajat. Sedangkan, *righting arm* akan bekerja maksimal pada sudut 35 derajat.

Tabel 5.41 Hasil Perhitungan Stabilitas

No.	Kriteria	Min	Hasil
1	$e_{0,30^o}$	0.055	0,0594
2	$e_{0,40^o}$	0.09	0,0935
3	$e_{30,40^o}$	0.03	0,0341
4	h_{30^o}	0.2	0,2
5	φ_{GZmax}	25°	30°
6	GM_0	0.15	0,4562

l. Perhitungan Biaya Pembangunan

Biaya total pembangunan kapal terdiri atas: (i) biaya pembangunan dan (ii) biaya koreksi keadaan ekonomi.

1) Biaya Pembangunan Kapal

Hasil perhitungan biaya pembangunan kapal ambulans ini dapat dilihat pada Tabel 5.42..Biaya pembangunan kapal terdiri dari biaya material lambung, biaya permesinan, dan biaya perlengkapan dan *outfitting*. Biaya material lambung yang didapatkan setelah melakukan perhitungan berat lambung adalah sebesar Rp128.452.303. Biaya permesinan terdiri atas harga mesin utama dan mesin bantu ditambah dengan biaya pengiriman yang diasumsikan sebesar USD500. Biaya permesinan kapal ambulans yang didapatkan adalah sebesar Rp522,91 juta. Sementara itu, biaya perlengkapan dan *outfitting* yang didapatkan setelah melakukan pendataan dan perhitungan kebutuhan *outfitting* adalah sebesar Rp897,52 juta. Sehingga, biaya total yang dibutuhkan dalam pembangunan 1 unit kapal ambulans sebelum ditambahkan adanya koreksi biaya koreksi akibat keadaan ekonomi adalah Rp1,54 miliar.

Tabel 5.42 Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal Ambulans

No	Komponen	Biaya
1	Material Lambung	Rp128.452.303
2	Equipment and Outfitting	Rp897.524.514
3	Tenaga Penggerak	Rp522.913.000
	Total Biaya Pembangunan Kapal	Rp1.548.889.818

2) Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi

Setelah biaya pembangunan kapal didapatkan, biaya tersebut harus ditambahkan dengan biaya koreksi keadaan ekonomi. Biaya koreksi keadaan ekonomi terdiri atas keuntungan galangan, inflasi, dan pajak. Keuntungan galangan diasumsikan sebesar 5% dari biaya pembangunan kapal, inflasi diasumsikan sebesar 2% dari biaya pembangunan kapal, sedangkan pajak diasumsikan sebesar 10% dari biaya pembangunan kapal, Hasil perhitungan biaya koreksi dan ekonomi dapat dilihat pada Tabel 5.43. Berdasarkan Tabel 5.43, dapat disimpulkan bahwa total biaya koreksi keadaan ekonomi adalah sebesar Rp263,31 juta.

Tabel 5.43 Hasil Perhitungan Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi

No	Komponen	Biaya
1	Keuntungan Galangan	5% Biaya Pembangunan 77.444.490
2	Inflasi	2% Biaya Pembangunan Kapal Rp30.977.796
3	Pajak	10% Biaya Pembangunan Rp154.888.981
Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi		Rp263.311.269

Sehingga, biaya total pembangunan kapal ambulans setelah ditambahkan dengan biaya koreksi keadaan ekonomi adalah sebesar Rp1,81 miliar.

3. Jumlah Armada Kapal Ambulans

Jumlah armada kapal ambulans yang disiagakan pada skenario ini juga sama dengan pengadaan layanan kapal ambulans skenario pertama, hal ini terjadi karena lokasi pangkalan dan distribusi harian panggilan gawat darurat yang digunakan pada skenario ini sama dengan skenario pertama. Sehingga, dibutuhkan 5 unit kapal ambulans yang disiagakan di 4 pangkalan terpilih.

4. Biaya Investasi

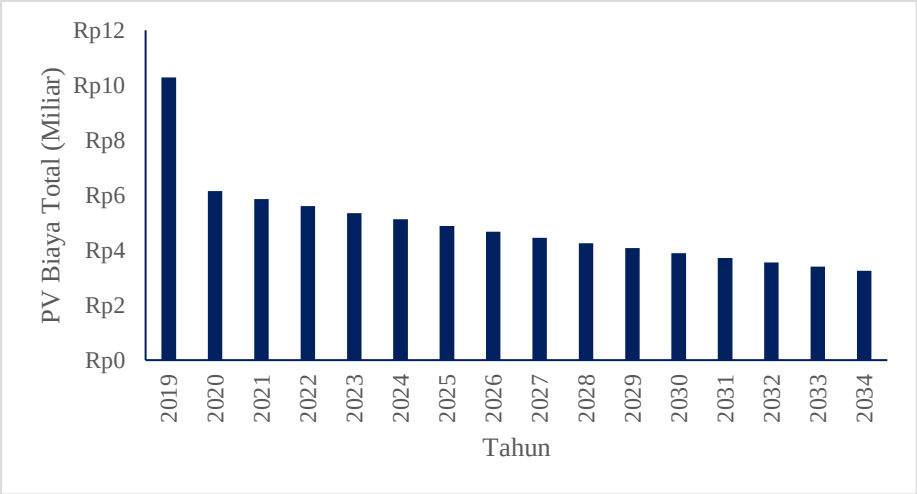
Biaya investasi pengadaan layanan kapal ambulans skenario pertama ini terdiri dari biaya kapital, biaya operasi, dan biaya pelayaran kapal ambulans. Perhitungan biaya investasi yang diperlukan untuk pengadaan layanan kapal ambulans skenario kedua selama umur ekonomis kapal ambulans (15 tahun) dapat dilihat pada Tabel 5.44.

Tabel 5.44 Perhitungan Biaya Pengadaan Layanan Kapal Ambulans Skenario Kedua

Tahun	2019	2020	2026	2034
Tahun ke-	0	1	7	15
Inflasi		5%	5%	5%
Biaya Pengadaan Kapal	Rp10.222.811.843			
Total Gaji Kru		Rp3.996.000.000	Rp5.355.022.180	Rp7.911.806.671
Uang Makan		Rp1.312.200.000	Rp1.758.473.500	Rp2.598.066.245
Harga MFO		Rp10.200	Rp13.669	Rp20.195
Harga HSD		Rp12.250	Rp16.416	Rp24.254
Harga LO		Rp35.000	Rp46.903	Rp69.298
Total Biaya MFO		Rp811.389.747	Rp1.139.303.668	Rp1.880.111.688
Total Biaya HSD		Rp31.579.825	Rp44.342.452	Rp73.175.189
Total Biaya LO		Rp1.429.931	Rp2.007.821	Rp3.313.364
Perbaikan dan Perawatan		Rp450.000.000	Rp603.043.038	Rp890.969.220
Asuransi		Rp180.000.000	Rp241.217.215	Rp356.387.688
Biaya Umum		Rp180.000.000	Rp241.217.215	Rp356.387.688
Total Cost	Rp10.222.811.843	Rp6.962.599.503	Rp9.384.627.089	Rp14.070.217.753
Present Value	Rp10.222.811.843	Rp6.329.635.912	Rp4.815.797.577	Rp3.368.298.263
SUM PV	Rp80.597.120.403			
ANNUAL VALUE	Rp10.596.407.826			

Berdasarkan Tabel 5.44, dapat disimpulkan bahwa total biaya yang diperlukan untuk mengadakan layanan kapal ambulans skenario pertama selama umur ekonomis diperkirakan sebesar Rp78,17 miliar. Asumsi inflasi yang digunakan adalah inflasi untuk setiap komponen biaya sebesar 5% setiap tahunnya sedangkan asumsi *Weighed Average Capital Cost (WACC)* yang digunakan adalah sebesar 10%. Proyeksi *Present Value* dari biaya total selama umur ekonomis dapat dilihat pada Gambar 5.24.

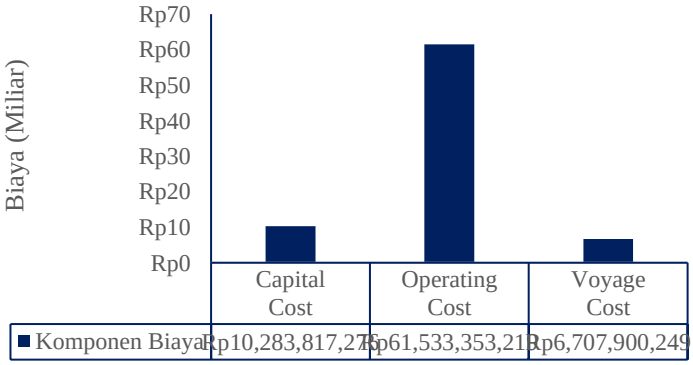
Berdasarkan gambar ini, proyeksi *Present Value Total Cost* mengalami penurunan setiap tahunnya. Hal ini dikarenakan nilai WACC yang diasumsikan sebesar 10% lebih besar dari nilai inflasi yang diasumsikan, yaitu 5%. Pada tahun 2019, yaitu tahun di mana investasi dilakukan, *Present Value* mencapai titik tertinggi. Hal tersebut disebabkan oleh adanya pembayaran untuk membeli 5 unit kapal ambulans dan membangun mess untuk kru kapal ambulans. Sementara itu, perbandingan komponen biaya total yang terdiri dari *Capital Cost*, *Operating Cost*, dan *Voyage*



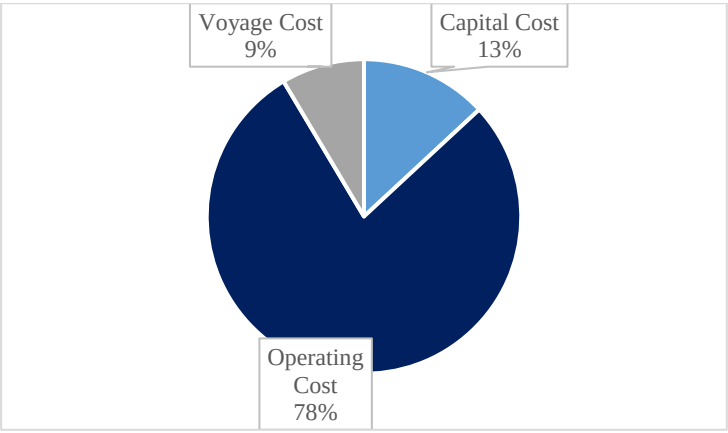
Gambar 5.24 Proyeksi Present Value Total Cost Skenario Kedua

Cost dapat dilihat pada Gambar 5.25.

Menurut gambar ini, apabila biaya total tersebut dijabarkan berdasarkan kelompok komponen biayanya, maka dapat disimpulkan bahwa *Operating Cost* memiliki biaya tertinggi,



Gambar 5.25 Perbandingan Komponen Biaya Total Skenario Kedua

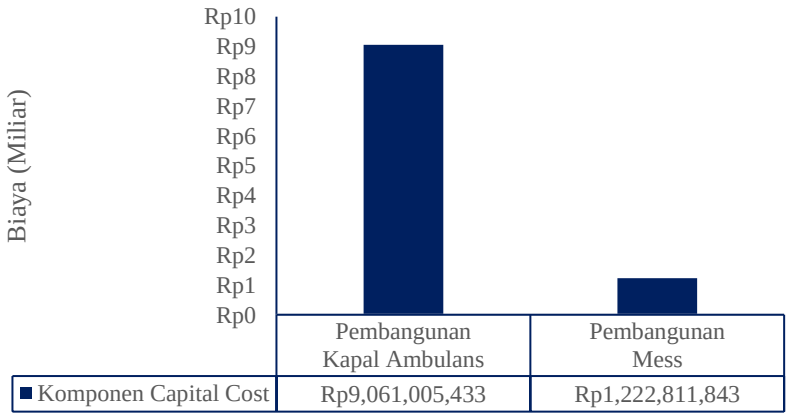


Gambar 5.26 Persentase Komponen *Total Cost* Skenario Kedua

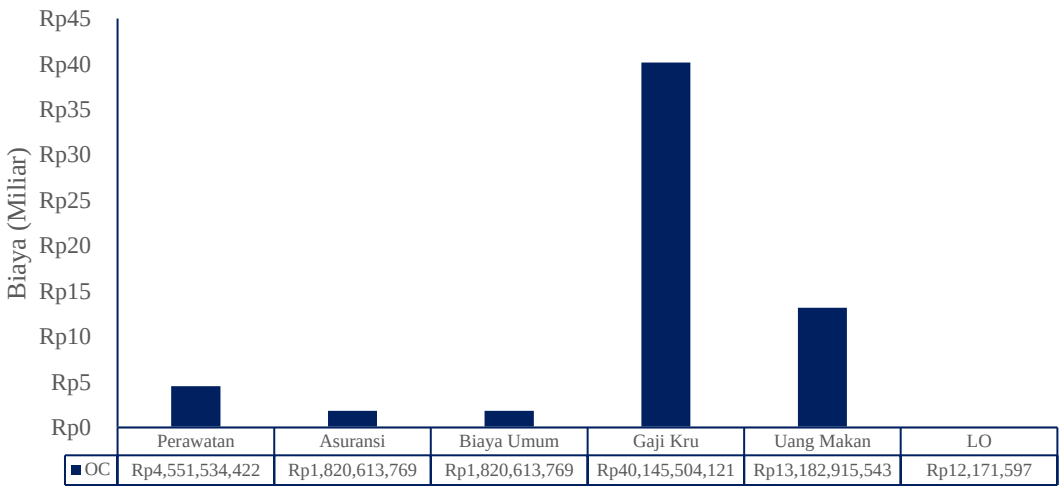
yaitu sebesar Rp61,53 miliar. *Capital Cost* merupakan komponen biaya dengan biaya tertinggi kedua, yaitu sebesar Rp10,22 miliar. Sedangkan, komponen biaya dengan biaya terendah adalah *Voyage Cost* dengan biaya sebesar Rp10,28 miliar. Sedangkan, komponen biaya dengan biaya terendah adalah *Voyage Cost*, yaitu sebesar Rp6,7 miliar. Persentase perbandingan komponen biaya total yang terdiri dari *Capital Cost*, *Operating Cost*, dan *Voyage Cost* dapat dilihat pada Gambar 5.26.

Berdasarkan gambar ini, dapat disimpulkan bahwa komponen biaya dengan persentase tertinggi adalah *Operating Cost* dengan persentase sebesar 78%. *Capital Cost* memiliki persentase terbesar kedua dengan persentase sebesar 13%. Sementara itu, komponen biaya dengan persentase terendah adalah *Voyage Cost* dengan persentase sebesar 9%. Penjabaran dari masing-masing komponen biaya tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.27 hingga Gambar 5.29.

Gambar 5.27 merupakan penjabaran komponen *Capital Cost* pengadaan layanan kapal ambulans ini. Pembangunan kapal ambulans merupakan komponen *Capital Cost* terbesar dengan biaya Rp9,06 miliar untuk membangun 5 unit kapal ambulans, di mana 1 unit kapal ambulans memakan biaya Rp1,81 miliar dalam pembangunannya. Sedangkan pembangunan mess hanya



Gambar 5.27 Komponen *Capital Cost* Skenario Kedua

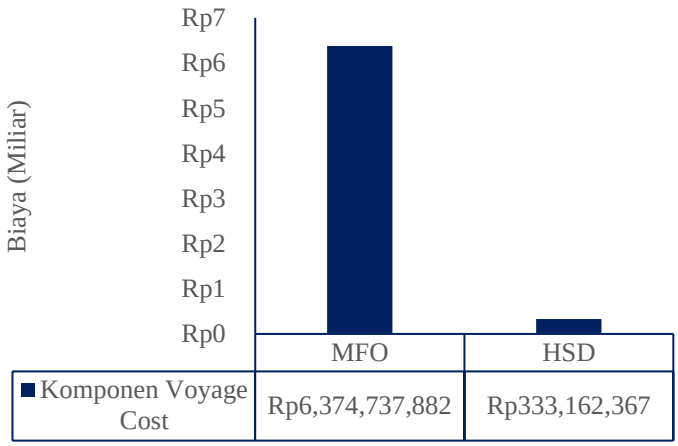


Gambar 5.28 Komponen *Operating Cost* Skenario Kedua

memakan biaya Rp1,22 miliar untuk membangun mess seluas 607,5m^2 untuk 81 orang kru dengan asumsi sestiap orang membutuhkan luas sebesar 7,5 m^2. Harga pembangunan mess per m^2 yang digunakan adalah Rp2,01 juta (BAPPENAS, 2000).

Sementara itu, melalui Gambar 5.28, penjabaran komponen *Operating Cost* skenario kedua dapat diketahui. Gaji kru merupakan komponen *Operating Cost* dengan biaya tertinggi dengan biaya sebesar Rp40,14 miliar. Komponen dengan biaya tertinggi kedua adalah uang makan kru dengan biaya Rp13,18 miliar. Sedangkan, komponen dengan biaya terendah adalah biaya *Lubricating Oil* atau minyak pelumas dengan biaya sebesar Rp12,17 miliar.

Sedangkan, penjabaran komponen dari *Voyage Cost* dapat dilihat pada Gambar 5.29. Komponen *Voyage Cost* yang memiliki biaya tertinggi adalah biaya Bahan Bakar Minyak untuk mesin induk, yaitu *Marine Fuel Oil (MFO)* dengan biaya Rp6,37 miliar. Sedangkan, biaya untuk Bahan Bakar Minyak mesin bantu, yaitu *High Speed Diesel (HSD)* hanya sebesar Rp333,16 juta.



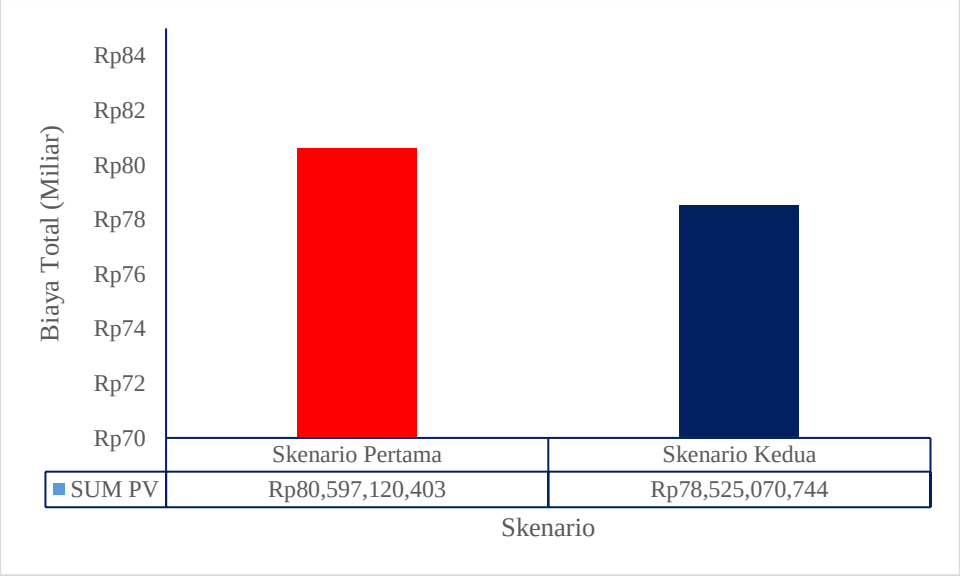
Gambar 5.29 Komponen *Voyage Cost* Skenario Kedua

5.15 Perbandingan Skenario Pengadaan Layanan Kapal Ambulans

Setelah melakukan kedua skenario pengadaan layanan kapal ambulans, analisis perbandingan antara kedua skenario tersebut pun dapat dilakukan. Analisis perbandingan kedua skenario tersebut perlu dilakukan untuk menentukan moda mana yang sebaiknya digunakan. Alernatif moda yang digunakan adalah kapal ambulans yang dicari ukuran optimumnya untuk skenario 1 dan kapal ambulans yang saat ini beroperasi di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. Perbandingan kedua skenario pengadaan layanan kapal ambulans ini dilakukan dengan membandingkan beberapa aspek, di antaranya adalah sebagai berikut:

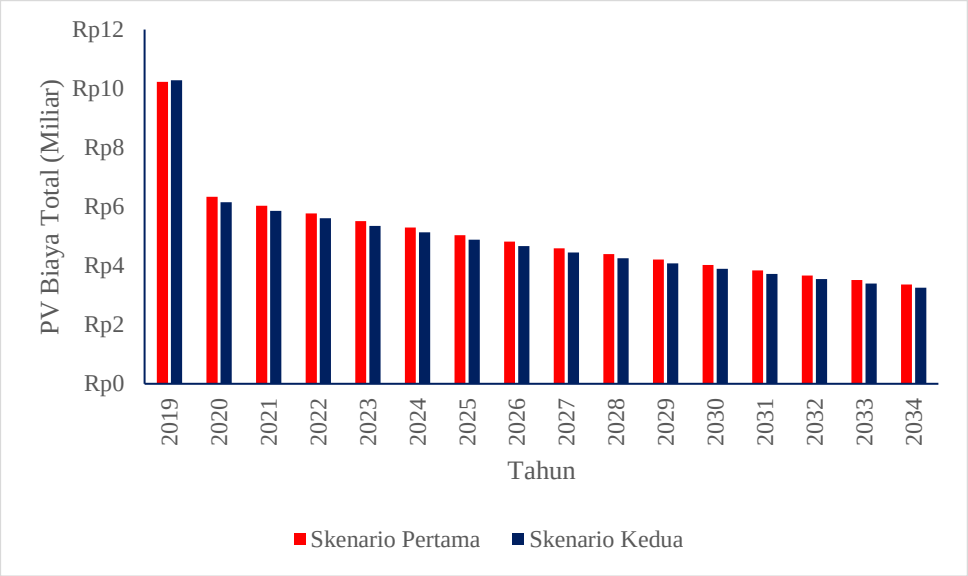
5.15.1 Perbandingan Biaya Total

Perbandingan biaya total pengadaan layanan kapal ambulans skenario pertama dan kedua dapat dilihat pada Gambar 5.30. Berdasarkan Gambar 5.30, pengadaan layanan kapal ambulans



Gambar 5.30 Biaya Total Setiap Skenario

skenario pertama menghasilkan perkiraan biaya total sebesar Rp80,59 miliar dalam pengoperasiannya selama umur ekonomis, yaitu hingga tahun 2034. Sedangkan, pengadaan layanan kapal ambulans skenario kedua membutuhkan biaya total sebesar Rp78,52 miliar dalam pengoperasiannya. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa pengadaan layanan kapal ambulans skenario pertama memiliki biaya total yang lebih tinggi dibandingkan skenario kedua. Pengadaan layanan kapal ambulans skenario pertama memiliki biaya total lebih tinggi sebesar Rp2,07 miliar dibandingkan dengan skenario kedua.



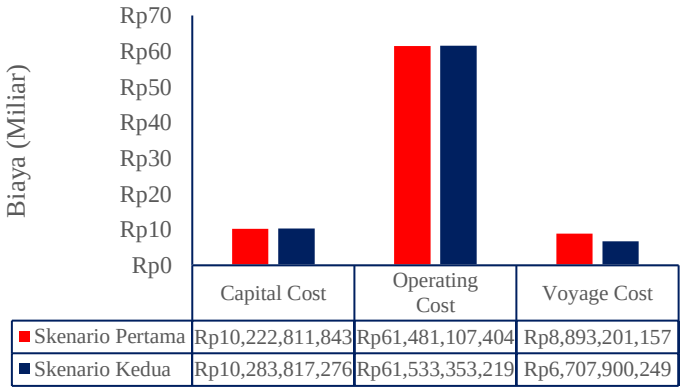
Gambar 5.31 Biaya Total Setiap Tahun Setiap Skenario

5.15.2 Perbandingan Biaya Setiap Tahun

Biaya setiap tahunnya untuk kedua skenario pengadaan layanan kapal ambulans tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.31. Menurut Gambar 5.31, pengadaan layanan kapal ambulans skenario pertama membutuhkan biaya lebih rendah dibandingkan skenario kedua pada tahun dilakukannya pengadaan, yaitu tahun 2019. Sedangkan, di tahun-tahun berikutnya, biaya yang harus dikeluarkan jika menggunakan skenario pertama lebih rendah dibandingkan menggunakan skenario kedua. Untuk mengetahui penyebabnya, perlu dilakukan perbandingan terhadap masing-masing komponen dari *Operating Cost* dan *Voyage Cost* dari setiap skenario.

5.15.3 Perbandingan Komponen Biaya Total

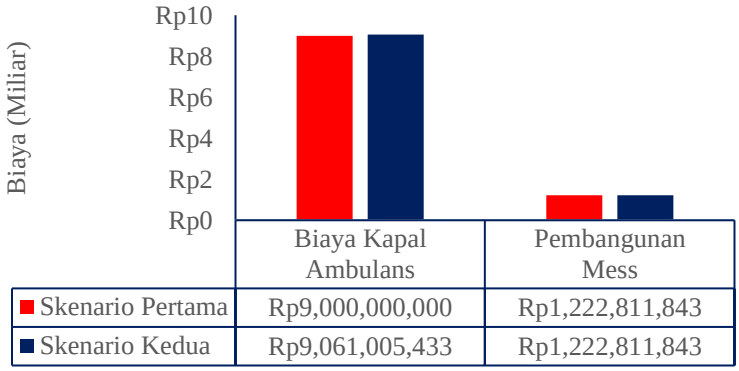
Perbandingan komponen biaya total yang terdiri dari *Capital Cost, Voyage Cost, dan Operating Cost* dapat dilihat pada Gambar 5.32. Menurut Gambar 5.32, biaya kapital dan biaya operasional untuk skenario pertama lebih rendah dibandingkan skenario kedua, walaupun perbedannya tidak begitu signifikan. Biaya kapital untuk skenario pertama hanya lebih rendah



Gambar 5.32 Perbandingan Komponen *Total Cost*

Rp61 juta dari skenario kedua. Biaya operasional skenario pertama juga hanya lebih rendah Rp52,24 juta dari skenario kedua. Perbedaan yang cukup signifikan terletak pada biaya pelayaran, di mana biaya pelayaran untuk skenario pertama lebih tinggi sebesar Rp2,18 miliar. Hal ini lah yang menyebabkan biaya total setiap tahun skenario pertama selalu lebih tinggi dibandingkan dengan skenario kedua. Sehingga, biaya pelayaran menjadi komponen biaya dengan perbedaan terbesar dibandingkan dengan kedua komponen biaya lainnya dan berperan besar dalam membuat biaya total skenario pertama lebih tinggi dibandingkan skenario kedua. Sedangkan, penjabaran dari masing-masing komponen *Capital Cost*, *Operating Cost*, dan *Voyage Cost* dapat dilihat pada Gambar 5.33 hingga Gambar 5.35.

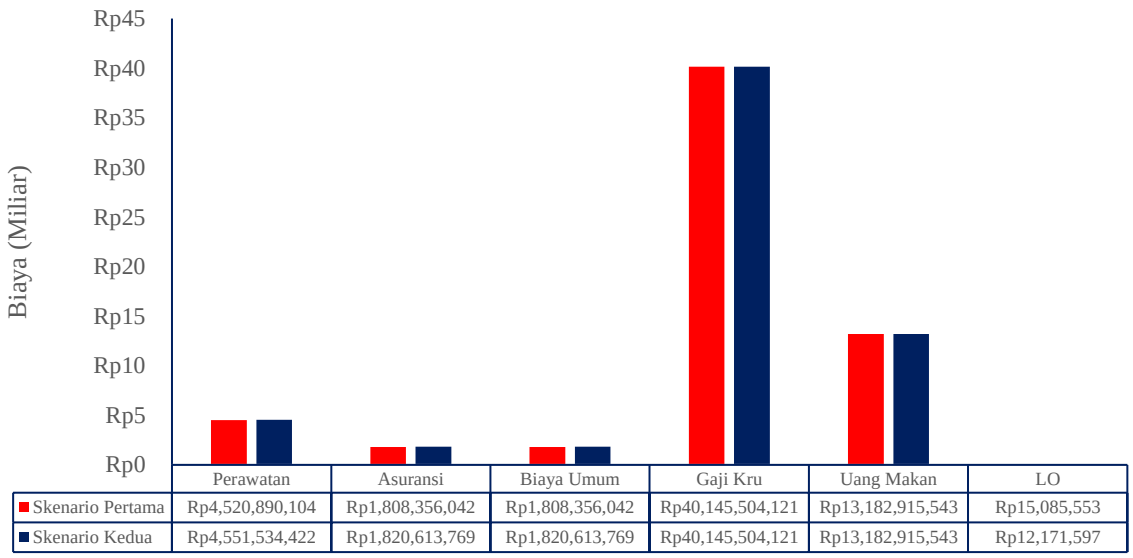
Perbandingan komponen *Capital Cost* untuk setiap skenario pengadaan layanan kapal ambulans dapat dilihat pada Gambar 5.33. Biaya pengadaan kapal ambulans untuk skenario pertama lebih rendah dibandingkan skenario kedua. Hal ini disebabkan karena biaya pembangunan kapal ambulans jika menggunakan skenario kedua, yaitu sebesar Rp1,81 miliar lebih besar



Gambar 5.33 Perbandingan Komponen *Capital Cost* Setiap Skenario

dibandingkan harga kapal ambulans yang saat ini beroperasi di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, yaitu seharga Rp1,8 miliar. Sedangkan, biaya pembangunan mess untuk kedua skenario pengadaan layanan kapal ambulans ini sama besar. Hal tersebut terjadi karena tidak ada perbedaan jumlah kru untuk setiap skenario pengadaan layanan kapal ambulans.

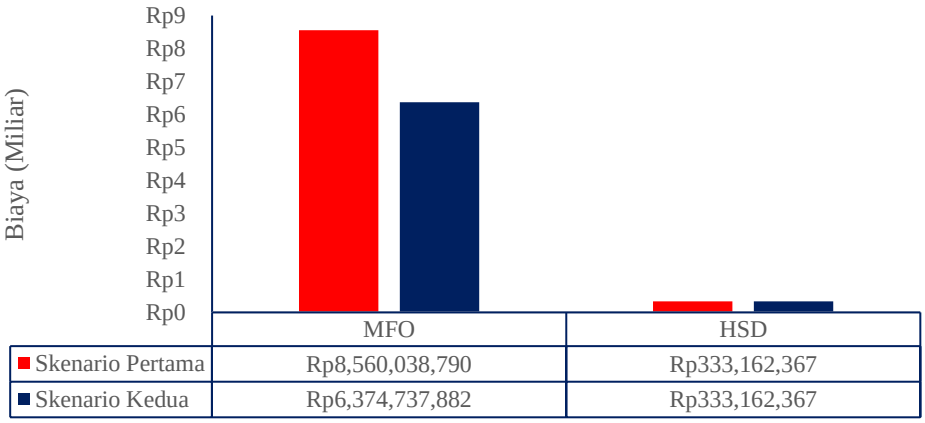
Sedangkan, perbandingan komponen *Operating Cost* untuk setiap skenario pengadaan layanan kapal ambulans dapat dilihat pada Gambar 5.34. Biaya perawatan, biaya umum, dan biaya asuransi skenario pertama lebih rendah dibandingkan skenario kedua. Hal ini dikarenakan biaya pengadaan kapal ambulans untuk skenario pertama lebih rendah dibandingkan skenario kedua, di mana biaya-biaya tersebut merupakan fungsi dari biaya pembangunan/pengadaan kapal. Sedangkan, biaya untuk minyak pelumas atau *Lubricating Oil* skenario kedua lebih rendah dibandingkan skenario pertama. Hal ini disebabkan oleh lebih besarnya daya mesin kapal ambulans yang saat ini beroperasi di wilayah kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. Konsumsi minyak pelumas sendiri merupakan fungsi dari daya mesin kapal, di mana semakin



Gambar 5.34 Perbandingan Komponen *Operating Cost* Setiap Skenario

besar daya mesin, maka semakin besar pula konsumsi minyak pelumasnya. Sementara itu, tidak ada perbedaan biaya untuk gaji kru dan uang makan kru kapal ambulans karena tidak ada pebedaan jumlah kru yang bertugas untuk setiap skenario pengadaan layanan kapal ambulans.

Sedangkan, perbandingan *Voyage Cost* untuk setiap skenario pengadaan layanan kapal ambulans dapat dilihat pada Gambar 5.35. Biaya *High Speed Diesel* untuk setiap skenario tidak memiliki perbedaan karena mesin bantu yang digunakan untuk setiap skenario pengadaan layanan kapal ambulans diasumsikan sama. Sedangkan, Biaya *Marine Fuel Oil* untuk skenario kedua, yaitu Rp6,37 miliar jauh lebih rendah dibandingkan biaya *Marine Fuel Oil* untuk skenario pertama, yaitu sebesar Rp8,56 miliar. Perbedaan biaya *Marine Fuel Oil* yang siginifikan antara kedua skenario tersebut disebabkan karena daya mesin yang digunakan oleh kapal ambulans untuk skenario kedua lebih rendah dibandingkan kapal ambulans yang ada saat ini. Kapal ambulans yang didesain pada skenario kedua memiliki daya 200 HP dan memiliki konsumsi BBM sebesar 56,3 liter/jam untuk setiap mesinnya. Sedangkan, kapal ambulans yang saat ini beroperasi di Kabupaten



Gambar 5.35 Perbandingan Komponen *Voyage Cost* Setiap Skenario

Pangkajene dan Kepulauan memiliki daya 250 HP dan diasumsikan memiliki konsumsi BBM sebesar 75,6 liter/jam untuk setiap mesinnya. Sehingga konsumsi MFO kapal ambulans yang didesain untuk skenario kedua jauh lebih rendah dibandingkan konsumsi MFO kapal ambulans yang ada. Sehingga, biaya pelayaran dan biaya total pengadaan layanan kapal ambulans skenario kedua menjadi lebih rendah jika dibandingkan dengan pertama.

BAB 6
KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang didapatkan melalui pengerjaan Tugas Akhir ini.

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan setelah pengerjaan Tugas Akhir ini adalah:

1. Saat ini terdapat 1 (satu) unit kapal ambulans yang disiagakan di Pulau Balang Lompo. Kapal ambulans ini beroperasi dengan menjemput pasien di pulau asalnya, kemudian mengantarnya ke Dermaga Maccini Baji. Setelah itu, kapal ambulans akan kembali lagi ke Pulau Balang Lompo. Apabila kapal ambulans sedang tidak tersedia, warga biasanya menggunakan moda kapal nelayan sebagai sarana transporasi rujukan.
2. Pulau dengan perkiraan jumlah panggilan gawat darurat terbanyak adalah Pulau Balang Lompo yaitu sebanyak 77 panggilan dalam setahun. Pulau Karanrang merupakan pulau dengan perkiraan jumlah panggilan gawat darurat terbanyak kedua yaitu sebanyak 44 panggilan dalam setahun. Pulau Salemo menjadi pulau dengan perkiraan jumlah panggilan gawat darurat terbanyak ketiga yaitu sebanyak 39 panggilan gawat darurat dalam setahun. Sementara itu, perkiraan jumlah panggilan gawat darurat dari 30 pulau lainnya tersebar merata dengan rata-rata sebanyak 10,84 panggilan tiap tahunnya.
3. Optimasi penentuan pangkalan kapal ambulans dilakukan dengan dua skenario pengadaan layananan kapal ambulans, yaitu: menggunakan kapal ambulans yang ada (skenario 1) dan menggunakan kapal ambulans modern yang ukuran optimumnya dicari (skenario 2). Pulau yang terpilih menjadi pangkalan kapal ambulans untuk kedua skenario pengadaan layanan kapal ambulans adalah Pulau Podangpodang Lompo dengan cakupan 11 pulau, Pulau Kondongbali dengan cakupan sebanyak 3 pulau, Pulau Sapuli dengan cakupan sebanyak 14 pulau, dan Pulau Salebbo dengan cakupan sebanyak 5 pulau. Sedangkan, biaya total yang diperlukan untuk pengadaan layanan kapal ambulans modern adalah sebesar Rp80,59 miliar untuk skenario pertama dan Rp78,52 miliar untuk skenario kedua.
4. Kapal ambulans yang diusulkan adalah kapal modern yang dilengkapi dengan pintu di bagian depan ruang kemudi untuk memudahkan proses pemindahan pasien, sedangkan layanan yang disediakan dapat memfasilitasi masyarakat wilayah kepulauan untuk mendapatkan penanganan gawat darurat dalam waktu respons standar dan memudahkan akses masyarakat wilayah kepulauan menuju fasilitas kesehatan. Jumlah kapal ambulans

modern yang diperlukan sebanyak 5 (lima) unit untuk setiap skenario pengadaan layanan kapal ambulans dengan rincian: 2 (dua) unit di Pulau Podangpodang Lompo dan 1 (satu) unit di Pulau Kondongbali, Pulau Sapuli, dan Pulau Salebbo. Ukuran utama kapal tersebut adalah 9,44 m (LPP), 3,31 m (B), 0,81 m (T), dan 0,96 m (H).

6.2 Saran

Berdasarkan hasil yang diperoleh melalui penelitian ini, saran penulis untuk pengembangan topik ini adalah:

1. Model yang dikembangkan akan semakin realistis apabila mensimulasikan waktu terjadinya kejadian gawat darurat.
2. Diperlukan adanya survey lebih mendalam terkait proses penanganan kondisi gawat darurat di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan.
3. Diperlukan data jumlah penduduk yang sebenarnya untuk setiap pulau.

DAFTAR PUSTAKA

Abuizam, R. (2014). Journal of Business Case Studies. *The Potential Deployment of Set Covering and Location Assignment Problem : The Case of Locating Trauma Centers at the Midwest Region*. Dipetik Juli 14, 2020, dari 10.19030/jbcs.v10i4.8829

Aickelin, U. (2002). An Indirect Genetic Algorithm for Set Covering Problems. Journal of the Operational Research So. *Journal of The Operational Research Society, School of Computer Science*, 1118-1126. doi:10.1057/palgrave.jors.26013

Ares. (2020, Juli 14). *Ares Ambulance Boat*. Diambil kembali dari Ares: https://bit.ly/301LduR

Ariyanto, D. (2009). Tugas Akhir. *Analisis Penentuan Lokasi Gudang Penyangga pada Distribusi Pupuk : Studi Kasus di Jawa Timur*. Dipetik Juli 26, 2020, dari https://bit.ly/3hzIVJx

Auto Insurance Center. (2020, Juli 13). *Emergency Response Times Across the US*. Diambil kembali dari Auto Insurance Center: https://bit.ly/2OUwyvn

Badan Pusat Statistik Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. (2019). *Kecamatan Liukang Tupabbiring dalam Angka.* Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. Dipetik Juli 14, 2020, dari https://bit.ly/39sYVdv

Badan Pusat Statistik Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. (2020). *Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan dalam Angka.* Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. Dipetik Juli 14, 2020, dari https://bit.ly/3fXuoH4

Badan Pusat Statistik Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. (2020, Juli 14). *Pangkepkab*. Diambil kembali dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan: https://bit.ly/3g70D6M

BAPPENAS. (2000). *Pedoman Harga Satuan per M-2 Tertinggi Bangunan Gedung Negara (Bangunan Gedung Negara dan Rumah Dinas).* Dipetik Juli 27, 2020, dari https://bit.ly/2D5WNw6

Biro Klasifikasi Indonesia. (2013). *Rules for Small Vessels up to 24m.* Dipetik Juli 14, 2020, dari https://bit.ly/2OVbN2n

Cabral, E. L., Castro, W. R., & Florentino, D. R. (2018). Acta Cirurgica Brasileira vo. 33 no. 12. doi:https://doi.org/10.1590/s0102-865020180120000009

Church, R. L., & ReVelle, C. S. (1974). The Maximal Covering Location Problem. *Papers of the Regional Science Association*, 101-108. Diambil kembali dari https://bit.ly/2Bvs9vB

Clement, E. P., & Blount, D. (1963, January). *Resistance Tests of a Systematic Series of Planing Hull Forms.* Dipetik Juli 20, 2020, dari https://bit.ly/3f9KvAl

Daskin. (1995). *Network and Discreate Location; Models, Algorithms, and Applications.* New York: John Wiley and Sons.

Daskin, M. S. (2008, March). *What You Should Know About Location Modelling*. doi:https://doi.org/10.1002/nav.20284

Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2008). *Profil Kesehatan Indonesia 2007.* Jakarta. Dipetik Juli 14, 2020, dari https://bit.ly/32XNlWG

Direktorat Fasilitas Pelayanan Kesehatan, Direktorat Jenderal Fasilitas Kesehatan. (2019). *Pedoman Teknis Ambulans.* Jakarta: Kementerian Kesehatan RI. Dipetik Juli 14, 2020, dari https://bit.ly/2OUlqhW

Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Institut Teknologi Telkom. (2012). Dipetik Agustus 18, 2020, dari https://bit.ly/31c16zL

Endro, W. (2014). High Speed Ship Total Resistance Calculation (An Empirical Study). *Jurnal Kapal VII*. doi:https://doi.org/10.14710/kpl.v11i1.6338

Erlangga, F. Y. (2011). Tugas Akhir Institut Teknologi Sepuluh Nopember. *Penentuan Lokasi Pangkalan Search and Rescue : Studi Kasus di Wilayah Indonesia Timur*. Dipetik Juli 14, 2020, dari https://bit.ly/3f2IzsY

Erlangga, R. N., & Aryawan, W. D. (2018). Desain High - Speed Passenger Craft (Ferry Hidrofoil) untuk Daerah Pelayaran Batam - Singapura. *Jurnal Teknik ITS 7*. doi:10.12962/j23373539.v7i1.29290

Gassani, E. N. (2019). Analisis Perencanaan Jumlah Kapal Patroli TNI AL: Studi Kasus Pengamanan Wilayah Perairan Sulawesi Utara. *Tugas Akhir*.

Google. (2020, Juli 15). *Citra Satelit Wilayah Kepulauan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan*. Diambil kembali dari Google Earth: https://www.google.com/intl/id/earth/

Google. (2020, Juli 15). *Jarak Dermaga ke Rumah Sakit Rujukan*. Diambil kembali dari Google Maps: https://www.google.co.id/maps

Gui, L., Lu, F., Gu, S., & Zhou, B. (2011). Resuscitation. *Confronting the Challenges of Emergency Medical Service in Shanghai*. doi:https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2011.01.030

Hasibuan, A. A., Supardi, & Syah, D. (2009). *Pengantar Statistika Pendidikan.* Jakarta: Gaung Persada Press. Dipetik Juli 14, 2020

Heragu, S. S. (1997). *Facilites Design.* Boston: PWS Publishing Company.

Huang, C.-H., Chen, W.-J., Ma, M. H.-M., Lai, C.-L., Lin, F.-Y., & Lee, a. Y.-T. (2001, September). Ambulance Utilization in Metropolitan and Rural Areas in Taiwan. *Journal of the Formosan Medical Association*. Dipetik Juli 14, 2020, dari https://bit.ly/3g3bNcO

Info Harga BBM. (2020, Januari 20). Diambil kembali dari infohargabbm.com: http://www.infohargabbm.com/

International Maritime Organization. (1969). *International Convention on Tonnage Measurement of Ships.* London. Dipetik Agustus 18, 2020, dari https://bit.ly/2Eg2NCT

International Maritime Organization. (1993). *"Intact Stability Code, IMO" Resolution A.749 (18).* Dipetik Juli 14, 2020, dari https://bit.ly/2BwOEQZ

Kabar News. (2020, Juli 15). *Ambulance Laut Mulai Beroperasi di Daerah Pangkep Kepulauan*. Diambil kembali dari Kabar News: https://bit.ly/30GOHU5

Kementerian Perhubungan. (2009). *Standar Kapal Non-Konvensi Berbendera Indonesia.* Dipetik Juli 14, 2020, dari https://bit.ly/3hDEnle

Krajewski, L. J., & Ritzman, L. P. (2005). Pennsylvania State: Pearson/Prentice Hall.

Kumparan. (2020, Agustus 2). *Pangkep Dihadiahi Ambulance Laut Senilai Rp 1,8 Miliar*. Diambil kembali dari Kumparan: https://bit.ly/2EDJcNf

Lewis, E. V. (1988). *Principles of Naval Architecture : Volume II.* Dipetik Juli 20, 2020, dari https://bit.ly/32Rk2VA

Maharani, N. K. (2019). Tugas Akhir Institut Teknologi Sepuluh Nopember. *Analisis Perencanaan Pangkalan Search and Rescue : Studi Kasus Wilayah Indonesia Barat*.

Manning, G. C. (1956). *The Theory and Techniques of Ship Design: A Study of the Basic Principles and the Processes Employed in the Design of Ships of All Classes.* The MIT Press. Diambil kembali dari https://bit.ly/301P2QY

Marwasta, D. (2016). Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat. *Pendampingan Pengelolaan Wilayah Perbatasan di Indonesia: Lesson Learned dari KKN-PPM UGM di Kawasan Perbatasan*. doi:https://doi.org/10.22146/jpkm.10607

Mavi Deniz. (2020, Juli 14). *Ambulance Boat*. Diambil kembali dari Mavi Deniz: https://bit.ly/2WXLo8A

Menteri Kesehatan RI. (2008). *Kepmenkes Nomor 28/MENKES/SK/IX/2008.* Dipetik Agustus 17, 2020, dari https://bit.ly/2CxP5uJ

Menteri Kesehatan RI. (2010). *Permenkes Nomor 029 tahun 2010.* Dipetik Agustus 18, 2020, dari https://bit.ly/31c16zL

Merpati Marine. (2020, Juli 15). *Ambulance Boat 13 Meter*. Diambil kembali dari Merpati Marine: https://bit.ly/32UQQwX

Napitupulu, R. (2011). Analisa Hambatan dan Seakeeping pada Fast Rescue Boat. *Tugas Akhir*. Dipetik Juli 14, 2020, dari https://bit.ly/2BAWusS

National Centre for Chronic Disease Prevention and Health Promotion. (2019, July 1). *Preventing Chronic Desease and Promoting Health in Rural Communities.* Dipetik Juli 14, 2020, dari https://bit.ly/3jDrGsy

Native Indonesia. (2020, Juli 15). *Pulau Langkadea, Pulau Pasir Indah yang Dulu Pernah Berpenghuni*. Diambil kembali dari Native Indonesia: https://bit.ly/2OZePmg

Nauti Expo. (2020, Juli 14). *Ambulance Boat Professional Boat*. Diambil kembali dari Nauti Expo: https://bit.ly/301N033

Nokton Bot. (2020, Agustus 14). *13,4 Meters HDPE Ambulance Boat*. Diambil kembali dari Youtube: https://bit.ly/30RiF7Y

Nuffieldtrust. (2020, May 1). *Ambulance Response Times*. Diambil kembali dari Nuffieldtrust: https://bit.ly/2WZD9cd

Palontaraq. (2020, Juli 29). *Pesona Wisata Bahari Pulau Badi Pangkep*. Diambil kembali dari Palontaraq: https://bit.ly/308QnoS

Pemerintah Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. (2020, Juli 15). *Pemerintah Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan*. Diambil kembali dari Pangkepkab: https://bit.ly/2OZeZKo

Pemerintah Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. (2020, Juli 15). *Pemerintah Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan*. Diambil kembali dari Pangkepkab: https://bit.ly/30UBCFI

Radojcic, D., Zgradic, A., Kalajdzic, M., & Simic, A. (2014). Resistance Prediction for Hard Chine Hulls in the Pre-Planing Regime. *Polish Maritime Research 21 (2),* 9-26. doi:10.2478/pomr-2014-0014

Ramadhan, F., & Aryawan, W. D. (2017). Pembuatan Detail Desain Unmaned Surface Vehicle (USV) untuk Monitoring Wilayah Perairan Indonesia. *Jurnal Teknik ITS*. doi:10.12962/j23373539.v6i2.27927

Rubinstein, R. Y. (1981). *Simulation and the Monte Carlo Method.* John Wiley & Sons, Inc.

Ruly Yanti Hutabarat, C. S. (2014). *Asuhan Keperawatan Kegawatdaruratan.* Jawa Barat. Dipetik Juli 14, 2020, dari https://bit.ly/3hAOtU3

Sahoo, P. (2013). *Probability and Mathematical Statistics.* Louisville, KY: Department of Mathematics, University of Louisville. Dipetik Juli 14, 2020, dari https://bit.ly/2D7d584

Sailboat Cruising. (2020, Juli 15). *Boat Electrics: The Demands of the Domestics System*. Diambil kembali dari sailboat-cruising: https://bit.ly/2D5PkNx

Savitsky, D. (1964). Hydrodynamic Design of Planning Hulls. *Marine Technology and SNAME News 1 (04),* 71-95. Dipetik Juli 14, 2020, dari https://bit.ly/2CSywtw

Savitsky, D. (2003). *On the Subject of High-Speed Monohull.* Athens. Dipetik Juli 23, 2020, dari https://bit.ly/2EmkeSw

Ship Stability - Understanding the Curves of Ship Stability. (2020, Juli 15). Diambil kembali dari marineinsight.com: https://bit.ly/30PmqcB

Sindo News Makassar. (2020, Juli 15). Diambil kembali dari makassar.sindonews.com: https://bit.ly/30Qw9iW

Stopford, M. (1997). *Maritime Economics Second Edition.* New York: Routledge. Dipetik Juli 14, 2020

Susanta, B. (1994). *Program Linear*. Yogyakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Dipetik Juli 14, 2020, dari https://bit.ly/3jHlkZm

Susi, A. H. (1999). Skripsi Universitas Diponegoro. *Penyelesaian Optimum Pemrograman Linier Binier (0-1) dengan Algoritma Batas*. Dipetik Juli 14, 2020, dari https://bit.ly/39wRB0c

Sutawijaya, B. R. (2009). *Gawat Darurat.* Yogyakarta: Aulia.

USAID. (2020). *Standar Prosedur Operasional Ambulans Apung Kabupaten Pangkep*. Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan.

Visit Celebes. (2020, Juli 15). *Visit Celebes*. Diambil kembali dari visitcelebes.com: https://bit.ly/3g36Pga

Wahyujati, A. (2009). *Operation Research 2.* Jakarta.

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

Yamaha. (2020, July 14). *Yamaha Outboards*. Diambil kembali dari Yamaha Outboards: https://bit.ly/2BxqfKZ

Yamit, Z. (1997). *Linear Programming.* Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.

Yuliany, R. I. (2002). Peranan Ulama dalam Pelaksanaan Pembangunan Daerah di Kabupaten Bangkalan (Kajian Tentang Peranan Ulama dalam Perspektif Otonomi Daerah). Dipetik Juli 14, 2020, dari https://bit.ly/39vnmHl

LAMPIRAN

Lampiran 1 Pulau-pulau yang Terletak di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan
Lampiran 2 Spesifikasi Teknis Interior Kapal Ambulans Menurut Kementerian Kesehatan RI
Lampiran 3 Spesifikasi Teknis Eksterior Kapal Ambulans Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia
Lampiran 4 Jarak Antar Pulau
Lampiran 5 Hasil Pengukuran Waktu Respons dari Setiap Alternatif Pangkalan ke Setiap Pulau
Lampiran 6 *Seatime* dari Setiap Pula uke Alternatif Dermaga
Lampiran 7 Waktu Perjalanan Total dari Setiap Pulau ke Setiap Alternatif Rumah Sakit
Lampiran 8 Hasil Perhitungan Luas Setiap Pulau Berpenghuni
Lampiran 9 Proyeksi Perkiraan Jumlah Penduduk
Lampiran 10 Frekuensi Ekspektasi Panggilan Gawat Darurat
Lampiran 11 Hasil Simulasi Monte Carlo Jumlah Panggilan Gawat Darurat
Lampiran 12 Proyeksi Biaya Skenario Pertama
Lampiran 13 Proyeksi Biaya Skenario Kedua
Lampiran 14 Perhitungan Koefisien *High Speed Ambulance Craft*
Lampiran 15 Perhitungan Hambatan *High Speed Ambulance Craft*
Lampiran 16 Perhitungan Daya Mesin *High Speed Ambulance Craft*
Lampiran 17 Perhitungan Kebutuhan Generator dan Pemilihan Mesin *High Speed Ambulance Craft*
Lampiran 18 Perhitungan Berat Propulsi *High Speed Ambulance Craft*
Lampiran 19 Perhitungan Berat Lambung *High Speed Ambulance Craft*
Lampiran 20 Peralatan dan *Outfitting High Speed Ambulance Craft*
Lampiran 21 Peralatan *High Speed Ambulance Craft*
Lampiran 22 Perhitungan *Deadweight High Speed Ambulance Craft*
Lampiran 23 Perhitungan *Freeboard High Speed Ambulance Craft*
Lampiran 24 Perhitungan *Gross Tonnage High Speed Ambulance Craft*
Lampiran 25 Perhitungan Stabilitas *High Speed Ambulance Craft*

Lampiran 1 Pulau-pulau yang Terletak di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan

No	Nama Pulau	No	Nama Pulau	No	Nama Pulau
1	Pulau Badi	40	Pulau Sarappo Lompo	79	Pulau Sambarjaga
2	Pulau Balang Caddi	41	Pulau Satando	80	Pulau Sanane Caddi
3	Pulau Balang Lompo	42	Pulau Saugi	81	Pulau Sanane Lompo
4	Pulau Banabanawang	43	Pulau Tambakulu	82	Pulau Sanipa
5	Pulau Bangkobangkoang	44	Pulau Aloang	83	Pulau Santigiang
6	Pulau Bontosua	45	Pulau Balobaloang Caddi	84	Pulau Sapinggang
7	Pulau Cambangcambang	46	Pulau Balobaloang Lompo	85	Pulau Sapiriah
8	Pulau Cangkeh	47	Pulau Banawaiya	86	Pulau Sapuka Caddi
9	Pulau Gondongbali	48	Pulau Bangkobangkoang	87	Pulau Sapuka Lompo
10	Pulau Gusungtinggi	49	Pulau Boko	88	Pulau Sarabu
11	Pulau Jangangjangangang	50	Pulau Gusungbira	89	Pulau Sarassang Caddi
12	Pulau Kapoposang	51	Pulau Gusunglilikang	90	Pulau Sarassang Lompo
13	Pulau Karanrang	52	Pulau Jailamu	91	Pulau Sarege
14	Pulau Kulambing	53	Pulau Kapoposangbali	92	Pulau Satanger
15	Pulau Laiya	54	Pulau Karangansatanger	93	Pulau Satuko
16	Pulau Lamputang	55	Pulau Kawassang	94	Pulau Satunggul
17	Pulau Langkadea	56	Pulau Kembanglemari	95	Pulau Saujung
18	Pulau Pajenekang	57	Pulau Laiya	96	Pulau Sumanga
19	Pulau Pala	58	Pulau Lamuruang	97	Pulau Tampaang
20	Pulau Pammanggangang	59	Pulau Lilikang	98	Pulau Tinggalungang
21	Pulau Panambungan	60	Pulau Longkoitang	99	Pulau Bangkauluang
22	Pulau Papandangang	61	Pulau Makarangana	100	Pulau Bangkobangkoang
23	Pulau Podangpodang Caddi	62	Pulau Makaranganang	101	Pulau Butungbutungan
24	Pulau Podangpodang Lompo	63	Pulau Manukang	102	Pulau Dewakang Caddi
25	Pulau Polewali	64	Pulau Marabatuang	103	Pulau Dewakang Lompo
26	Pulau Reangreang	65	Pulau Matalaang	104	Pulau Doangdoang Caddi
27	Pulau Sabangko	66	Pulau Meong	105	Pulau Doangdoang Lompo
28	Pulau Sabutung	67	Pulau Pamolikang	106	Pulau Kalukalukuang
29	Pulau Sagara	68	Pulau Pandangan	107	Pulau Marasende
30	Pulau Sakuala	69	Pulau Pattayangang	108	Pulau Masalima
31	Pulau Salebbo	70	Pulau Pelokan Caddi	109	Pulau Pamalikang
32	Pulau Salemo	71	Pulau Pelokan Lompo	110	Pulau Pammantauang
33	Pulau Samatellu Borong	72	Pulau Sabalana	111	Pulau Sabaru
34	Pulau Samatellu Lompo	73	Pulau Sabaru	112	Pulau Saliriang
35	Pulau Samatellu Pedda	74	Pulau Sadapur	113	Pulau Togotogo Kalukuang
36	Pulau Sanane	75	Pulau Sadolangang	114	Pulau Togotogo Marasende
37	Pulau Sapuli	76	Pulau Sailus Besar	115	Pulau Togotogo Pammantauang
38	Pulau Suranti	77	Pulau Sailus Kecil		
39	Pulau Sarappo Keke/Sarappo Caddi	78	Pulau Sambargitang		

Lampiran 2 Spesifikasi Teknis Interior Kapal Ambulans Menurut Kementerian Kesehatan RI

Interior	Keterangan
Lantai	• Bahan lantai dari non porosif dan mudah dibersihkan
Dinding dan Atap	• Kapal ambulans harus memiliki dinding dan atap untuk melindungi pasien dari cuaca luar • Dinding bagian dalam dilapisi bahan insulasi • Dinding dan langit-langit bagian dalam terbuat dari bahan non porosif dan mudah dibersihkan
Lemari Peralatan dan Obat	• Terdapat lemari penyimpanan alat dan obat • Ukuran disesuaikan dengan media interior kapal • Berbahan non porosif dan mudah dibersihkan. • Minimal plywood tebal 15 mm dan dilapis dengan acrylic pintu geser berbahan mika dapat menampung oksigen sentral, peralatan pendukung dan obat-obatan
Landasan Stretcher (Base Stretcher)	• Digunakan untuk meletakkan / mendudukkan stretcher di dalam ambulans • Berbahan stainless steel dengan pengunci brankar
Tempat Duduk Pengemudi	• Bahan jok disesuaikan dengan galangan • Dilengkapi dengan sabuk keselamatan (safety belt)
Tempat duduk multifungsi untuk petugas/ pendamping.	• Disediakan tempat duduk multifungsi untuk petugas/ pendamping di sebelah pasien (stretcher), ukuran menyesuaikan • Model dapat berupa captain seat yang dapat berputar (opsional) dilengkapi safety belt • Bahan disesuaikan dengan galangan kapal
	Sistem Gas Medik
Oksigen sentral	• Tabung oksigen minimal sebanyak 2 tabung, dengan ukuran tabung minimal 1 m3) • Terdapat minimal Regulator High pressure 2 buah • Dapat dioperasikan dengan katup (valve) On/Off secara manual dan dianjurkan terdapat alarm/indikator saat oksigen akan habis. • Selang oksigen tekanan tinggi dengan konektor sistem press sebanyak 1 set • Flowmeter dan humidifier sebanyak 1 set, dipasang pada wall outlet, dilengkapi dengan tulisan “OXYGEN”. • Penyimpanan tabung oksigen terletak dalam lemari yang dilengkapi dengan pintu dan diikat dengan sabuk agar tidak bergerak saat kendaraan bergerak • Tabung berwarna putih
Sistem Pengelolaan Limbah	• Sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku • Terikat pada badan kapal
	Sistem Kelistrikan
Inverter	• Kapasitas minimum 1000 VA (sinus wave) untuk ambulans transport • Kapasitas minimum 1300 VA (sinus wave) untuk ambulans gawat darurat • Dilengkapi overload alarm (Alarm berbunyi saat kelebihan beban) • Battery low shutdown (baterai lemah otomatis non aktif)
Amplifier Sirene	• Satu jenis suara high-low “Two Tone” • Kompresi level suara : ≥ 90-118 dB (setara 200 – 10.000 Hz) • Terdapat mikrofon
Lampu Penerangan :	• Disediakan lampu penerangan pada plafon • Lampu plafon : TL/ LED dengan output minimum 200 Lux

Interior	Keterangan
	• Lampu periksa Halogen/ LED : membutuhkan penerangan minimal 1650 lux di ukur dari posisi terendah tandu dorong utama dari jarak 750 mm. • Lampu periksa Halogen/LED dipasang pada plafon dan dapat digeser sesuai kebutuhan • Warna sinar penerangan dipilih yang tidak mempengaruhi penilaian medis pasien selama dalam ambulans
Uninterruptable Power Supply (UPS)	• Sesuai dengan kebutuhan ambulans
	Sistem Informasi dan komunikasi
Sistem Komunikasi	• Frekuensi yang dipakai sesuai peraturan perundangan yang berlaku. • Terhubung dengan SPGDT
Outlet Antena Coaxial	• Sesuai dengan sistem komunikasi yang digunakan.
Interkom	• Ada komunikasi interkom antara kabin pasien dan ruang kemudi (terutama untuk ambulans khusus pasien infeksi airborne)
Global Positioning Sistem (GPS)	• Digunakan untuk memantau posisi aktual ambulans
Sistem RADAR/ SONAR (opsional)	• Satu set
	Sistem Tata Udara
Air Conditioner (AC)	• Pendingin ruangan tipe split dengan kekuatan menyesuaikan dimensi kabin pasien
	Perlengkapan Pendukung
Alat Pemadam Kebakaran	• Berukuran minimal 1 kg • Jenis Alat Pemadam Api Ringan (APAR) Dry chemical atau Karbondioksida (CO2) • Ditempelkan pada lemari obat
Gantungan Infus	• Disediakan gantungan infus di atas pasien tepat dipasang di plafon, gantungan tersebut dapat digeser disesuaikan dengan kebutuhan • Dilengkapi dengan strap /pengikat • Terbuat dari bahan stainless steel • Berjarak minimal 90 cm dari stretcher
Alat pemeras infus (infusion bag)	• Alat untuk memeras cairan infus yang digantungkan

Sumber : Kementerian Kesehatan Republik Indonesia

Lampiran 3 Spesifikasi Teknis Eksterior Kapal Ambulans Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia

Spesifikasi Kendaraan	**Keterangan**
Model	• Jenis kapal penumpang dengan ruang akomodasi yang dibuat menjadi ambulans • Kapal memiliki minimal 2 mesin propeller (1 mesin propeller sebagai cadangan)
Dimensi (lebar, panjang, tinggi)	• Pembuatan kapal sesuai peraturan pemerintah yang berlaku: Kapal sesuai aturan standar kapal non konvensi berbendera Indonesia, atau mengikuti aturan SOLAS • Dapat menampung peralatan dan memungkinkan petugas kesehatan melakukan tindakan medis
Warna dasar	• Putih
Rancang bangun	• Konstruksi dan stabilitas mengikuti aturan kapal penumpang
Logo dan Tulisan	• Mengikuti peraturan perundang-undangan yang berlaku • Bahan cutting stiker tipe reflektif
Lain-Lain (Aksesoris)	Keterangan
Kaca film kabin pasien (bila menggunakan)	• Gelap (80 %)
Kaca depan dan samping kiri-kanan nahkoda	• Tergantung desain kapal • Transparan dan kaca film maksimal 20%
Lampu isyarat	• Lampu Rotary/ Blitz Light Bar (warna merah) • Termasuk pelantang suara/ Speaker • Lampu kabut
Perlengkapan kendaraan	• Perlengkapan keselamatan (Life Saving Appliances) • Bahan bakar cadangan (opsional)

Sumber : Kementerian Kesehatan Republik Indonesia

Lampiran 4 Jarak Antar Pulau (Nm)

Pulau	BAD	PAJ	BLL	BON	CAN	LAM	PAL	POD	SKE	SAL	KON
BAD	0,0	2,4	6,7	3,1	10,7	8,1	10,2	5,8	9,9	5,3	20,2
PAJ	2,4	0,0	4,4	2,5	10,9	7,4	10,0	5,0	10,9	6,4	21,9
BLL	6,7	4,4	0,0	4,7	11,0	6,8	9,4	4,9	12,6	8,8	24,3
BON	3,1	2,5	4,7	0,0	8,4	5,1	7,6	2,7	8,7	4,3	19,9
CAN	10,7	10,9	11,0	8,4	0,0	4,2	2,0	6,3	4,2	5,9	14,9
LAM	8,1	7,4	6,8	5,1	4,2	0,0	2,7	2,5	6,8	5,1	18,5
PAL	10,2	10,0	9,4	7,6	2,0	2,7	0,0	5,1	5,8	6,1	16,9
POD	5,8	5,0	4,9	2,7	6,3	2,5	5,1	0,0	7,7	4,4	19,5
SKE	9,9	10,9	12,6	8,7	4,2	6,8	5,8	7,7	0,0	4,6	11,7
SAL	5,3	6,4	8,8	4,3	5,9	5,1	6,1	4,4	4,6	0,0	15,6
KON	20,2	21,9	24,3	19,9	14,9	18,5	16,9	19,5	11,7	15,6	0,0
KAP	25,2	27,2	30,0	25,5	21,1	24,5	23,1	25,3	17,7	21,3	6,2
PAP	23,5	25,6	28,4	23,9	19,6	23,0	21,6	23,7	16,2	19,6	4,9
SAN	3,5	1,6	3,4	1,6	9,7	6,0	8,6	3,5	10,3	5,9	21,6
BLC	8,0	5,7	1,3	5,9	11,6	7,3	9,9	5,8	13,5	9,8	25,2
KAR	8,8	7,5	5,4	5,7	6,5	2,6	4,6	3,2	9,4	7,3	21,0
LAI	11,9	10,5	7,6	8,8	7,4	4,9	5,4	6,2	11,1	9,9	22,3
POL	10,1	8,7	6,0	7,0	7,0	3,6	5,0	4,5	10,3	8,5	21,8
KUL	13,9	12,6	9,7	10,8	7,8	6,4	6,1	8,1	11,9	11,4	22,5
BGK	14,7	13,4	10,6	11,5	8,1	7,1	6,5	8,9	12,3	12,0	22,6
SBT	15,6	14,5	11,8	12,5	8,2	7,8	6,8	9,9	12,4	12,7	22,3
CAM	15,6	14,1	10,9	12,5	9,8	8,4	8,1	10,0	13,9	13,4	24,3
SAP	16,8	15,5	12,7	13,7	9,4	9,0	8,0	11,0	13,6	13,9	23,3
SAT	15,1	13,8	10,8	12,0	8,8	7,6	7,1	9,4	12,9	12,6	23,3
SAU	15,9	15,5	11,4	12,8	9,8	8,6	8,1	10,3	13,9	13,6	24,2
SAB	19,2	18,0	15,0	16,1	11,5	11,4	10,3	13,4	15,6	16,2	24,6
SAG	18,7	17,6	14,9	15,7	10,5	10,8	9,4	13,0	14,7	15,5	23,5
SAK	22,7	21,5	18,4	19,6	14,5	14,9	13,5	16,9	18,6	19,6	26,6
SLM	19,9	18,7	15,9	16,8	11,7	12,0	10,6	14,1	15,8	16,7	24,4
SLB	14,4	14,5	14,2	12,0	3,7	7,5	4,8	9,8	6,2	9,5	14,5
SML	15,9	15,8	14,9	13,4	5,3	5,8	6,8	10,9	11,8	11,2	16,0
SMT	15,5	15,1	13,9	12,7	5,3	7,7	5,2	10,2	9,1	11,1	17,4
SMR	16,0	15,6	14,2	13,2	6,0	8,2	5,8	10,6	9,8	11,8	18,1
DMB	16,6	15,0	11,6	13,5	11,1	9,6	9,4	11,0	15,2	14,6	25,6
DPT	11,6	10,0	9,9	12,3	20,4	16,4	19,1	14,1	20,9	16,4	31,7

Pulau	KAP	PAP	SAN	BLC	KAR	LAI	POL	KUL	BGK	SBT	CAM
BAD	25,2	23,5	3,5	8,0	8,8	11,9	10,1	13,9	14,7	15,6	15,6
PAJ	27,2	25,6	1,6	5,7	7,5	10,5	8,7	12,6	13,4	14,5	14,1
BLL	30,0	28,4	3,4	1,3	5,4	7,6	6,0	9,7	10,6	11,8	10,9
BON	25,5	23,9	1,6	5,9	5,7	8,8	7,0	10,8	11,5	12,5	12,5
CAN	21,1	19,6	9,7	11,6	6,5	7,4	7,0	7,8	8,1	8,2	9,8
LAM	24,5	23,0	6,0	7,3	2,6	4,9	3,6	6,4	7,1	7,8	8,4
PAL	23,1	21,6	8,6	9,9	4,6	5,4	5,0	6,1	6,5	6,8	8,1
POD	25,3	23,7	3,5	5,8	3,2	6,2	4,5	8,1	8,9	9,9	10,0
SKE	17,7	16,2	10,3	13,5	9,4	11,1	10,3	11,9	12,3	12,4	13,9
SAL	21,3	19,6	5,9	9,8	7,3	9,9	8,5	11,4	12,0	12,7	13,4
KON	6,2	4,9	21,6	25,2	21,0	22,3	21,8	22,5	22,6	22,3	24,3
KAP	0,0	1,7	27,1	31,1	27,1	28,5	27,9	28,7	28,8	28,5	30,5
PAP	1,7	0,0	25,5	29,4	25,6	27,0	26,4	27,3	27,5	27,2	29,1
SAN	27,1	25,5	0,0	4,6	5,9	8,8	7,1	11,0	11,8	12,9	12,5
BLC	31,1	29,4	4,6	0,0	5,5	7,3	5,9	9,4	10,2	11,5	10,3
KAR	27,1	25,6	5,9	5,5	0,0	3,0	1,3	5,1	5,8	7,0	6,8
LAI	28,5	27,0	8,8	7,3	3,0	0,0	1,8	2,1	3,0	4,2	3,7
POL	27,9	26,4	7,1	5,9	1,3	1,8	0,0	3,9	4,7	5,9	5,5
KUL	28,7	27,3	11,0	9,4	5,1	2,1	3,9	0,0	0,8	2,1	2,0
BGK	28,8	27,5	11,8	10,2	5,8	3,0	4,7	0,8	0,0	1,4	1,7
SBT	28,5	27,2	12,9	11,5	7,0	4,2	5,9	2,1	1,4	0,0	2,4
CAM	30,5	29,1	12,5	10,3	6,8	3,7	5,5	2,0	1,7	2,4	0,0
SAP	29,4	28,2	13,9	12,3	8,0	5,2	6,9	3,0	2,2	1,2	2,3
SAT	29,5	28,1	12,2	10,3	6,3	3,3	5,1	1,2	0,7	1,5	1,0
SAU	30,4	29,0	12,9	10,8	7,1	4,1	5,9	2,2	1,7	2,1	0,5
SAB	30,7	29,5	16,4	14,5	10,4	7,5	9,3	5,4	4,6	3,6	4,2
SAG	29,6	28,4	16,0	14,5	10,1	7,3	9,0	5,2	4,4	3,1	4,4
SAK	32,6	31,5	19,8	17,9	13,9	11,0	12,8	8,9	8,1	7,1	7,5
SLM	30,5	29,3	17,1	15,4	11,2	8,3	10,1	6,2	5,4	4,3	5,1
SLB	20,6	19,4	13,2	14,6	9,1	8,9	9,2	8,5	8,4	7,8	10,0
SML	22,1	20,9	14,4	15,2	9,7	8,8	9,5	7,9	7,6	6,8	9,1
SMT	23,6	22,3	13,7	14,0	8,5	7,4	8,2	6,3	6,0	5,2	7,5
SMR	24,2	23,0	14,1	14,2	8,8	7,4	8,3	6,1	5,7	4,7	7,1
DMB	31,8	30,4	13,4	10,9	7,8	4,8	6,5	3,3	3,0	2,9	1,3
DPT	36,8	35,1	10,8	10,0	15,2	17,2	15,8	19,3	20,1	21,4	20,1

Pulau	SAP	SAT	SAU	SAB	SAG	SAK	SLM	SLB	SML	SMT	SMR
BAD	16,8	15,1	15,9	19,2	18,7	22,7	19,9	14,4	15,9	15,5	16,0
PAJ	15,5	13,8	15,5	18,0	17,6	21,5	18,7	14,5	15,8	15,1	15,6
BLL	12,7	10,8	11,4	15,0	14,9	18,4	15,9	14,2	14,9	13,9	14,2
BON	13,7	12,0	12,8	16,1	15,7	19,6	16,8	12,0	13,4	12,7	13,2
CAN	9,4	8,8	9,8	11,5	10,5	14,5	11,7	3,7	5,3	5,3	6,0
LAM	9,0	7,6	8,6	11,4	10,8	14,9	12,0	7,5	5,8	7,7	8,2
PAL	8,0	7,1	8,1	10,3	9,4	13,5	10,6	4,8	6,8	5,2	5,8
POD	11,0	9,4	10,3	13,4	13,0	16,9	14,1	9,8	10,9	10,2	10,6
SKE	13,6	12,9	13,9	15,6	14,7	18,6	15,8	6,2	11,8	9,1	9,8
SAL	13,9	12,6	13,6	16,2	15,5	19,6	16,7	9,5	11,2	11,1	11,8
KON	23,3	23,3	24,2	24,6	23,5	26,6	24,4	14,5	16,0	17,4	18,1
KAP	29,4	29,5	30,4	30,7	29,6	32,6	30,5	20,6	22,1	23,6	24,2
PAP	28,2	28,1	29,0	29,5	28,4	31,5	29,3	19,4	20,9	22,3	23,0
SAN	13,9	12,2	12,9	16,4	16,0	19,8	17,1	13,2	14,4	13,7	14,1
BLC	12,3	10,3	10,8	14,5	14,5	17,9	15,4	14,6	15,2	14,0	14,2
KAR	8,0	6,3	7,1	10,4	10,1	13,9	11,2	9,1	9,7	8,5	8,8
LAI	5,2	3,3	4,1	7,5	7,3	11,0	8,3	8,9	8,8	7,4	7,4
POL	6,9	5,1	5,9	9,3	9,0	12,8	10,1	9,2	9,5	8,2	8,3
KUL	3,0	1,2	2,2	5,4	5,2	8,9	6,2	8,5	7,9	6,3	6,1
BGK	2,2	0,7	1,7	4,6	4,4	8,1	5,4	8,4	7,6	6,0	5,7
SBT	1,2	1,5	2,1	3,6	3,1	7,1	4,3	7,8	6,8	5,2	4,7
CAM	2,3	1,0	0,5	4,2	4,4	7,5	5,1	10,0	9,1	7,5	7,1
SAP	0,0	1,9	1,8	2,4	2,2	5,9	3,2	8,8	7,6	6,0	5,4
SAT	1,9	0,0	1,0	4,2	4,2	7,7	5,1	9,0	8,1	6,5	6,2
SAU	1,8	1,0	0,0	3,7	3,9	7,1	4,6	9,8	8,8	7,2	6,8
SAB	2,4	4,2	3,7	0,0	1,2	3,5	1,0	10,2	8,6	7,2	6,5
SAG	2,2	4,2	3,9	1,2	0,0	4,0	1,2	9,1	7,5	6,1	5,4
SAK	5,9	7,7	7,1	3,5	4,0	0,0	2,9	12,7	10,8	9,7	8,9
SLM	3,2	5,1	4,6	1,0	1,2	2,9	0,0	10,2	8,5	7,1	6,4
SLB	8,8	9,0	9,8	10,2	9,1	12,7	10,2	0,0	2,0	3,0	3,8
SML	7,6	8,1	8,8	8,6	7,5	10,8	8,5	2,0	0,0	1,7	2,1
SMT	6,0	6,5	7,2	7,2	6,1	9,7	7,1	3,0	1,7	0,0	0,8
SMR	5,4	6,2	6,8	6,5	5,4	8,9	6,4	3,8	2,1	0,8	0,0
DMB	2,9	2,3	1,4	4,1	4,7	7,1	5,1	11,3	10,4	8,6	8,2
DPT	22,1	20,2	20,6	24,2	24,4	27,5	25,2	23,8	24,8	23,8	24,0

Lampiran 5 Hasil Pengukuran Waktu Respons dari Setiap Alternatif Pangkalan ke Setiap Pulau (menit)

Pulau	BAD	PAJ	BLL	BON	CAN	LAM	PAL	POD	SKE	SAL	KON
BAD	0,0	5,9	16,2	7,4	25,7	19,3	24,6	13,9	23,7	12,7	48,4
PAJ	5,9	0,0	10,6	6,0	26,2	17,8	24,0	11,9	26,3	15,4	52,5
BLL	16,2	10,6	0,0	11,3	26,4	16,3	22,7	11,8	30,3	21,0	58,2
BON	7,4	6,0	11,3	0,0	20,2	12,2	18,1	6,5	20,8	10,3	47,9
CAN	25,7	26,2	26,4	20,2	0,0	10,2	4,8	15,1	10,1	14,2	35,8
LAM	19,3	17,8	16,3	12,2	10,2	0,0	6,5	5,9	16,3	12,2	44,3
PAL	24,6	24,0	22,7	18,1	4,8	6,5	0,0	12,2	14,0	14,7	40,6
POD	13,9	11,9	11,8	6,5	15,1	5,9	12,2	0,0	18,6	10,7	46,7
SKE	23,7	26,3	30,3	20,8	10,1	16,3	14,0	18,6	0,0	11,0	28,2
SAL	12,7	15,4	21,0	10,3	14,2	12,2	14,7	10,7	11,0	0,0	37,5
KON	48,4	52,5	58,2	47,9	35,8	44,3	40,6	46,7	28,2	37,5	0,0
KAP	60,5	65,4	72,0	61,3	50,6	58,8	55,3	60,8	42,6	51,1	14,9
PAP	56,4	61,3	68,1	57,3	47,1	55,1	51,8	56,9	38,8	47,1	11,8
SAN	8,4	3,9	8,1	3,9	23,3	14,3	20,7	8,5	24,6	14,2	51,7
BLC	19,3	13,7	3,1	14,1	27,8	17,6	23,7	13,9	32,4	23,6	60,5
KAR	21,2	18,1	12,9	13,7	15,5	6,2	10,9	7,7	22,5	17,4	50,4
LAI	28,5	25,1	18,2	21,0	17,7	11,7	13,0	14,9	26,7	23,8	53,5
POL	24,3	20,9	14,5	16,8	16,7	8,7	11,9	10,9	24,7	20,4	52,3
KUL	33,3	30,1	23,4	25,8	18,8	15,4	14,6	19,5	28,6	27,4	54,0
BGK	35,2	32,1	25,3	27,7	19,5	16,9	15,5	21,3	29,4	28,9	54,2
SBT	37,5	34,8	28,4	30,1	19,7	18,8	16,3	23,7	29,8	30,4	53,4
CAM	37,5	33,9	26,2	30,0	23,4	20,1	19,3	23,9	33,3	32,2	58,2
SAP	40,2	37,3	30,5	32,8	22,6	21,7	19,3	26,4	32,6	33,4	55,8
SAT	36,2	33,0	25,9	28,8	21,1	18,3	17,1	22,5	31,0	30,3	55,8
SAU	38,3	37,3	27,3	30,8	23,5	20,6	19,5	24,6	33,4	32,7	58,0
SAB	46,2	43,2	36,1	38,7	27,5	27,5	24,7	32,2	37,5	38,8	59,1
SAG	44,9	42,3	35,8	37,6	25,2	26,0	22,7	31,1	35,2	37,2	56,3
SAK	54,4	51,5	44,2	47,0	34,7	35,7	32,3	40,6	44,5	46,9	63,9
SLM	47,7	44,9	38,2	40,3	28,0	28,8	25,5	33,8	37,9	40,1	58,5
SLB	34,5	34,8	34,1	28,9	8,8	17,9	11,4	23,5	14,9	22,7	34,7
SML	38,1	37,9	35,8	32,1	12,7	14,0	16,4	26,2	28,3	26,9	38,3
SMT	37,1	36,3	33,4	30,6	12,7	18,5	12,6	24,4	21,8	26,7	41,8
SMR	38,4	37,4	34,0	31,8	14,4	19,6	13,9	25,5	23,5	28,2	43,4

Pulau	KAP	PAP	SAN	BLC	KAR	LAI	POL	KUL	BGK	SBT	CAM
BAD	60,5	56,4	8,4	19,3	21,2	28,5	24,3	33,3	35,2	37,5	37,5
PAJ	65,4	61,3	3,9	13,7	18,1	25,1	20,9	30,1	32,1	34,8	33,9
BLL	72,0	68,1	8,1	3,1	12,9	18,2	14,5	23,4	25,3	28,4	26,2
BON	61,3	57,3	3,9	14,1	13,7	21,0	16,8	25,8	27,7	30,1	30,0
CAN	50,6	47,1	23,3	27,8	15,5	17,7	16,7	18,8	19,5	19,7	23,4
LAM	58,8	55,1	14,3	17,6	6,2	11,7	8,7	15,4	16,9	18,8	20,1
PAL	55,3	51,8	20,7	23,7	10,9	13,0	11,9	14,6	15,5	16,3	19,3
POD	60,8	56,9	8,5	13,9	7,7	14,9	10,9	19,5	21,3	23,7	23,9
SKE	42,6	38,8	24,6	32,4	22,5	26,7	24,7	28,6	29,4	29,8	33,3
SAL	51,1	47,1	14,2	23,6	17,4	23,8	20,4	27,4	28,9	30,4	32,2
KON	14,9	11,8	51,7	60,5	50,4	53,5	52,3	54,0	54,2	53,4	58,2
KAP	0,0	4,1	65,1	74,5	65,0	68,3	67,0	68,9	69,1	68,3	73,1
PAP	4,1	0,0	61,1	70,6	61,3	64,8	63,3	65,6	65,9	65,2	69,9
SAN	65,1	61,1	0,0	11,1	14,2	21,2	17,0	26,3	28,3	30,9	30,1
BLC	74,5	70,6	11,1	0,0	13,2	17,5	14,2	22,5	24,4	27,6	24,8
KAR	65,0	61,3	14,2	13,2	0,0	7,3	3,2	12,1	14,0	16,7	16,3
LAI	68,3	64,8	21,2	17,5	7,3	0,0	4,2	5,2	7,1	10,2	9,0
POL	67,0	63,3	17,0	14,2	3,2	4,2	0,0	9,3	11,2	14,1	13,2
KUL	68,9	65,6	26,3	22,5	12,1	5,2	9,3	0,0	2,0	5,2	4,8
BGK	69,1	65,9	28,3	24,4	14,0	7,1	11,2	2,0	0,0	3,3	4,0
SBT	68,3	65,2	30,9	27,6	16,7	10,2	14,1	5,2	3,3	0,0	5,7
CAM	73,1	69,9	30,1	24,8	16,3	9,0	13,2	4,8	4,0	5,7	0,0
SAP	70,7	67,6	33,5	29,5	19,2	12,4	16,5	7,2	5,2	3,0	5,5
SAT	70,7	67,5	29,2	24,8	15,1	7,9	12,1	3,0	1,6	3,7	2,4
SAU	72,9	69,7	31,0	26,0	17,1	9,8	14,0	5,3	4,0	4,9	1,2
SAB	73,7	70,9	39,3	34,8	25,1	18,1	22,2	12,9	11,0	8,6	10,1
SAG	70,9	68,1	38,5	34,8	24,3	17,6	21,7	12,5	10,5	7,5	10,6
SAK	78,2	75,7	47,6	42,9	33,4	26,4	30,6	21,4	19,4	16,9	18,1
SLM	73,1	70,4	41,1	37,0	26,9	20,0	24,2	14,9	12,9	10,2	12,3
SLB	49,5	46,5	31,8	35,0	21,9	21,4	22,1	20,3	20,1	18,8	24,0
SML	52,9	50,1	34,5	36,4	23,2	21,2	22,7	18,9	18,2	16,3	21,8
SMT	56,6	53,6	32,8	33,7	20,5	17,7	19,6	15,0	14,3	12,4	17,9
SMR	58,1	55,1	33,9	34,2	21,1	17,7	20,0	14,6	13,7	11,4	17,0

Pulau	SAP	SAT	SAU	SAB	SAG	SAK	SLM	SLB	SML	SMT	SMR
BAD	40,2	36,2	38,3	46,2	44,9	54,4	47,7	34,5	38,1	37,1	38,4
PAJ	37,3	33,0	37,3	43,2	42,3	51,5	44,9	34,8	37,9	36,3	37,4
BLL	30,5	25,9	27,3	36,1	35,8	44,2	38,2	34,1	35,8	33,4	34,0
BON	32,8	28,8	30,8	38,7	37,6	47,0	40,3	28,9	32,1	30,6	31,8
CAN	22,6	21,1	23,5	27,5	25,2	34,7	28,0	8,8	12,7	12,7	14,4
LAM	21,7	18,3	20,6	27,5	26,0	35,7	28,8	17,9	14,0	18,5	19,6
PAL	19,3	17,1	19,5	24,7	22,7	32,3	25,5	11,4	16,4	12,6	13,9
POD	26,4	22,5	24,6	32,2	31,1	40,6	33,8	23,5	26,2	24,4	25,5
SKE	32,6	31,0	33,4	37,5	35,2	44,5	37,9	14,9	28,3	21,8	23,5
SAL	33,4	30,3	32,7	38,8	37,2	46,9	40,1	22,7	26,9	26,7	28,2
KON	55,8	55,8	58,0	59,1	56,3	63,9	58,5	34,7	38,3	41,8	43,4
KAP	70,7	70,7	72,9	73,7	70,9	78,2	73,1	49,5	52,9	56,6	58,1
PAP	67,6	67,5	69,7	70,9	68,1	75,7	70,4	46,5	50,1	53,6	55,1
SAN	33,5	29,2	31,0	39,3	38,5	47,6	41,1	31,8	34,5	32,8	33,9
BLC	29,5	24,8	26,0	34,8	34,8	42,9	37,0	35,0	36,4	33,7	34,2
KAR	19,2	15,1	17,1	25,1	24,3	33,4	26,9	21,9	23,2	20,5	21,1
LAI	12,4	7,9	9,8	18,1	17,6	26,4	20,0	21,4	21,2	17,7	17,7
POL	16,5	12,1	14,0	22,2	21,7	30,6	24,2	22,1	22,7	19,6	20,0
KUL	7,2	3,0	5,3	12,9	12,5	21,4	14,9	20,3	18,9	15,0	14,6
BGK	5,2	1,6	4,0	11,0	10,5	19,4	12,9	20,1	18,2	14,3	13,7
SBT	3,0	3,7	4,9	8,6	7,5	16,9	10,2	18,8	16,3	12,4	11,4
CAM	5,5	2,4	1,2	10,1	10,6	18,1	12,3	24,0	21,8	17,9	17,0
SAP	0,0	4,7	4,3	5,8	5,4	14,2	7,7	21,1	18,1	14,3	13,1
SAT	4,7	0,0	2,4	10,2	10,1	18,5	12,2	21,6	19,5	15,6	14,8
SAU	4,3	2,4	0,0	8,9	9,4	17,0	11,1	23,6	21,2	17,3	16,3
SAB	5,8	10,2	8,9	0,0	2,8	8,4	2,4	24,5	20,6	17,2	15,6
SAG	5,4	10,1	9,4	2,8	0,0	9,7	2,8	21,9	18,0	14,6	13,0
SAK	14,2	18,5	17,0	8,4	9,7	0,0	6,9	30,4	26,0	23,2	21,4
SLM	7,7	12,2	11,1	2,4	2,8	6,9	0,0	24,4	20,3	17,1	15,4
SLB	21,1	21,6	23,6	24,5	21,9	30,4	24,4	0,0	4,8	7,3	9,0
SML	18,1	19,5	21,2	20,6	18,0	26,0	20,3	4,8	0,0	4,0	5,2
SMT	14,3	15,6	17,3	17,2	14,6	23,2	17,1	7,3	4,0	0,0	1,8
SMR	13,1	14,8	16,3	15,6	13,0	21,4	15,4	9,0	5,2	1,8	0,0
DMB	40,2	36,2	38,3	46,2	44,9	54,4	47,7	34,5	38,1	37,1	38,4
DPT	37,3	33,0	37,3	43,2	42,3	51,5	44,9	34,8	37,9	36,3	37,4

Lampiran 6 *Seatime* dari Setiap Pula uke Alternatif Dermaga (Menit)

Pulau	Dermaga Maccini Baji	Pelabuhan Paotere
BAD	39,84	27,84
PAJ	36,06	24,04
BLL	27,73	23,78
BON	32,41	29,59
CAN	26,59	49,00
LAM	22,96	39,32
PAL	22,50	45,78
POD	26,48	33,86
SKE	36,44	50,25
SAL	35,11	39,41
KON	61,32	76,07
KAP	76,21	88,38
PAP	73,01	84,18
SAN	32,25	25,97
BLC	26,07	23,88
KAR	18,75	36,53
LAI	11,53	41,39
POL	15,60	38,01
KUL	7,93	46,29
BGK	7,14	48,22
SBT	7,01	51,45
CAM	3,16	48,27
SAP	7,01	53,16
SAT	5,55	48,49
SAU	3,40	49,46
SAB	9,81	58,15
SAG	11,18	58,55
SAK	17,08	66,12
SLM	12,25	60,57
SLB	27,02	57,21
SML	24,91	59,47
SMT	20,62	57,01
SMR	19,63	57,69

Lampiran 7 Waktu Perjalanan Total dari Setiap Pulau ke Setiap Alternatif Rumah Sakit (Menit)

Pulau	RSUD Batara Siang Pangkep	RS Jala Ammari Makassar
BAD	62,84	30,84
PAJ	57,06	27,04
BLL	48,73	26,78
BON	53,41	32,59
CAN	47,59	52,00
LAM	43,96	42,32
PAL	43,50	48,78
POD	47,48	36,86
SKE	57,44	53,25
SAL	56,11	42,41
KON	82,32	79,07
KAP	97,21	91,38
PAP	94,01	87,18
SAN	53,25	28,97
BLC	47,07	26,88
KAR	39,75	39,53
LAI	32,53	44,39
POL	36,60	41,01
KUL	28,93	49,29
BGK	28,14	51,22
SBT	28,01	54,45
CAM	24,16	51,27
SAP	28,01	56,16
SAT	26,55	51,49
SAU	24,40	52,46
SAB	30,81	61,15
SAG	32,18	61,55
SAK	38,08	69,12
SLM	33,25	63,57
SLB	48,02	60,21
SML	45,91	62,47
SMT	41,62	60,01
SMR	40,63	60,69

Lampiran 8 Hasil Perhitungan Luas Setiap Pulau Berpenghuni

Pulau	Luas Pulau (km^2)
BAD	0,08
PAJ	0,05
BLL	0,25
BON	0,04
CAN	0,01
LAM	0,02
PAL	0,03
POD	0,03
SKE	0,05
SAL	0,02
KON	0,11
KAP	0,16
PAP	0,44
SAN	0,13
BLC	0,05
KAR	0,2
LAI	0,08
POL	0,03
KUL	0,13
BGK	0,14
SBT	0,26
CAM	0,01
SAP	0,02
SAT	0,05
SAU	0,04
SAB	0,74
SAG	0,58
SAK	0,02
SLM	0,15
SLB	0,03
SML	0,07
SMT	0,04
SMR	0,05

Lampiran 9 Proyeksi Perkiraan Jumlah Penduduk

Pulau	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
BAD	1.923	1.952	1.981	2.010	2.040	2.070	2.101	2.132
PAJ	1.557	1.580	1.604	1.628	1.652	1.677	1.702	1.727
BLL	4.909	4.981	5.054	5.128	5.203	5.279	5.357	5.436
BON	843	856	869	882	895	909	923	937
CAN	4	5	6	7	8	9	10	11
LAM	406	412	419	426	433	440	447	454
PAL	420	427	434	441	448	455	462	469
POD	954	968	983	998	1.013	1.028	1.044	1.060
SKE	1.600	1.624	1.648	1.673	1.698	1.723	1.749	1.775
SAL	1.335	1.355	1.375	1.396	1.417	1.438	1.459	1.481
KON	1.874	1.902	1.930	1.959	1.988	2.018	2.048	2.078
KAP	670	680	690	701	712	723	734	745
PAP	1.004	1.019	1.034	1.050	1.066	1.082	1.098	1.115
SAN	1.419	1.440	1.462	1.484	1.506	1.528	1.551	1.574
BLC	917	931	945	959	974	989	1.004	1.019
KAR	3.234	3.240	3.246	3.252	3.258	3.264	3.270	3.276
LAI	678	680	682	684	686	688	690	692
POL	128	129	130	131	132	133	134	135
KUL	1.546	1.549	1.552	1.555	1.558	1.561	1.564	1.567
BGK	215	216	217	218	219	220	221	222
SBT	1.359	1.362	1.365	1.368	1.371	1.374	1.377	1.380
CAM	40	40	40	40	40	40	40	40
SAP	444	445	446	447	448	449	450	451
SAT	500	501	502	503	504	505	506	507
SAU	434	435	436	437	438	439	440	441
SAB	266	267	268	269	270	271	272	273
SAG	289	290	291	292	293	294	295	296
SAK	562	563	564	565	566	567	568	569
SLM	2.847	2.852	2.857	2.862	2.867	2.872	2.877	2.882
SLB	350	351	352	353	354	355	356	357
SML	559	560	561	562	563	564	565	566
SMT	317	318	319	320	321	322	323	324
SMR	397	398	399	400	401	402	403	404

Pulau	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
BAD	2.164	2.196	2.229	2.262	2.296	2.330	2.365
PAJ	1.753	1.779	1.805	1.832	1.859	1.887	1.915
BLL	5.516	5.597	5.679	5.762	5.847	5.933	6.020
BON	951	965	980	995	1.010	1.025	1.040
CAN	12	13	14	15	16	17	18
LAM	461	468	475	482	490	498	506
PAL	476	483	491	499	507	515	523
POD	1.076	1.092	1.108	1.125	1.142	1.159	1.176
SKE	1.801	1.828	1.855	1.883	1.911	1.939	1.968
SAL	1.503	1.525	1.548	1.571	1.594	1.618	1.642
KON	2.109	2.140	2.172	2.204	2.237	2.270	2.304
KAP	756	768	780	792	804	816	828
PAP	1.132	1.149	1.166	1.184	1.202	1.220	1.238
SAN	1.597	1.621	1.645	1.670	1.695	1.720	1.746
BLC	1.034	1.050	1.066	1.082	1.098	1.115	1.132
KAR	3.282	3.288	3.294	3.300	3.306	3.312	3.318
LAI	694	696	698	700	702	704	706
POL	136	137	138	139	140	141	142
KUL	1.570	1.573	1.576	1.579	1.582	1.585	1.588
BGK	223	224	225	226	227	228	229
SBT	1.383	1.386	1.389	1.392	1.395	1.398	1.401
CAM	40	40	40	40	40	40	40
SAP	452	453	454	455	456	457	458
SAT	508	509	510	511	512	513	514
SAU	442	443	444	445	446	447	448
SAB	274	275	276	277	278	279	280
SAG	297	298	299	300	301	302	303
SAK	570	571	572	573	574	575	576
SLM	2.887	2.892	2.897	2.902	2.907	2.912	2.917
SLB	358	359	360	361	362	363	364
SML	567	568	569	570	571	572	573
SMT	325	326	327	328	329	330	331
SMR	405	406	407	408	409	410	411

Lampiran 10 Frekuensi Ekspektasi Panggilan Gawat Darurat

Pulau	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
BAD	24	25	25	25	26	26	26	27
PAJ	20	20	20	21	21	21	21	22
BLL	61	62	63	64	64	65	66	67
BON	11	11	11	11	12	12	12	12
CAN	1	1	1	1	1	1	1	1
LAM	5	6	6	6	6	6	6	6
PAL	6	6	6	6	6	6	6	6
POD	12	12	13	13	13	13	13	14
SKE	20	20	21	21	21	22	22	22
SAL	17	17	17	18	18	18	18	19
KON	24	24	24	25	25	25	26	26
KAP	9	9	9	9	9	9	10	10
PAP	13	13	13	13	14	14	14	14
SAN	18	18	18	19	19	19	20	20
BLC	12	12	12	12	12	13	13	13
KAR	40	40	40	40	41	41	41	41
LAI	9	9	9	9	9	9	9	9
POL	2	2	2	2	2	2	2	2
KUL	20	20	20	20	20	20	20	20
BGK	3	3	3	3	3	3	3	3
SBT	17	17	17	17	17	17	17	17
CAM	1	1	1	1	1	1	1	1
SAP	6	6	6	6	6	6	6	6
SAT	7	7	7	7	7	7	7	7
SAU	6	6	6	6	6	6	6	6
SAB	4	4	4	4	4	4	4	4
SAG	4	4	4	4	4	4	4	4
SAK	7	7	7	7	7	7	7	7
SLM	36	36	36	36	36	36	36	36
SLB	5	5	5	5	5	5	5	5
SML	7	7	7	7	7	7	7	7
SMT	4	4	4	4	4	4	4	4
SMR	5	5	5	5	5	5	5	5

Pulau	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
BAD	27	28	28	28	29	29	30
PAJ	22	22	23	23	23	24	24
BLL	68	69	70	71	72	73	75
BON	12	12	13	13	13	13	13
CAN	1	1	1	1	1	1	1
LAM	6	6	6	6	7	7	7
PAL	6	6	7	7	7	7	7
POD	14	14	14	14	15	15	15
SKE	23	23	23	24	24	24	25
SAL	19	19	20	20	20	20	21
KON	26	27	27	28	28	28	29
KAP	10	10	10	10	10	11	11
PAP	14	15	15	15	15	16	16
SAN	20	20	21	21	21	22	22
BLC	13	13	14	14	14	14	14
KAR	41	41	41	41	41	41	41
LAI	9	9	9	9	9	9	9
POL	2	2	2	2	2	2	2
KUL	20	20	20	20	20	20	20
BGK	3	3	3	3	3	3	3
SBT	18	18	18	18	18	18	18
CAM	1	1	1	1	1	1	1
SAP	6	6	6	6	6	6	6
SAT	7	7	7	7	7	7	7
SAU	6	6	6	6	6	6	6
SAB	4	4	4	4	4	4	4
SAG	4	4	4	4	4	4	4
SAK	8	8	8	8	8	8	8
SLM	36	36	36	36	36	36	36
SLB	5	5	5	5	5	5	5
SML	7	7	7	8	8	8	8
SMT	4	5	5	5	5	5	5
SMR	5	5	6	6	6	6	6

Lampiran 11 Hasil Simulasi Monte Carlo Jumlah Panggilan Gawat Darurat

Pulau	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
BAD	26	25	27	25	28	27	27	26
PAJ	22	20	20	23	21	23	24	20
BLL	64	65	64	63	70	64	70	62
BON	11	11	11	11	14	11	14	13
CAN	1	1	1	1	1	1	0	1
LAM	6	6	6	6	6	6	6	6
PAL	6	6	6	6	6	6	6	6
POD	12	12	15	13	14	12	13	15
SKE	21	20	23	22	23	23	22	21
SAL	17	17	18	19	17	17	18	18
KON	24	23	24	26	27	27	26	26
KAP	9	9	10	9	9	8	11	10
PAP	15	15	13	12	16	14	12	15
SAN	20	18	20	19	21	19	20	23
BLC	12	12	11	12	13	13	14	14
KAR	39	42	40	42	41	44	42	43
LAI	8	9	8	9	8	8	10	9
POL	1	2	2	1	1	1	1	1
KUL	22	19	20	19	21	22	21	23
BGK	3	2	2	3	4	2	2	2
SBT	18	18	17	18	16	19	17	17
CAM	1	1	1	0	1	1	1	1
SAP	6	6	6	6	6	6	6	6
SAT	6	6	8	7	6	7	8	7
SAU	6	6	6	6	6	6	6	6
SAB	4	4	4	4	4	4	4	4
SAG	7	4	4	4	4	4	4	4
SAK	8	7	8	7	6	6	6	7
SLM	38	36	38	37	35	39	36	34
SLB	6	4	6	6	6	4	6	4
SML	6	7	6	6	6	6	7	7
SMT	4	4	4	4	4	4	3	4
SMR	4	4	4	4	4	6	6	6

Pulau	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
BAD	28	28	31	31	28	30	30
PAJ	22	22	24	26	22	23	24
BLL	67	71	71	69	71	72	77
BON	15	11	13	15	15	15	12
CAN	1	1	0	1	0	1	0
LAM	6	5	6	6	6	6	7
PAL	6	6	7	6	6	8	8
POD	14	15	13	16	14	16	17
SKE	21	26	26	23	24	23	25
SAL	20	19	21	22	20	21	21
KON	28	26	28	28	28	27	31
KAP	10	11	10	10	11	11	12
PAP	13	16	14	14	15	16	18
SAN	21	21	20	21	22	24	22
BLC	15	14	14	13	16	15	13
KAR	40	43	41	39	40	43	41
LAI	9	10	8	8	10	9	9
POL	2	1	2	1	2	1	2
KUL	20	22	19	19	22	21	20
BGK	2	3	2	2	2	2	2
SBT	18	19	18	17	19	18	17
CAM	0	0	0	0	1	0	0
SAP	6	6	6	6	6	6	6
SAT	8	6	8	8	6	8	7
SAU	6	6	6	6	6	6	6
SAB	4	4	4	4	4	4	4
SAG	4	4	4	4	3	4	4
SAK	6	9	7	9	9	7	7
SLM	34	37	37	36	35	38	36
SLB	4	6	4	4	4	4	6
SML	6	8	8	9	9	8	9
SMT	4	4	6	4	6	6	6
SMR	6	6	6	6	5	6	6

Lampiran 12 Proyeksi Biaya Skenario Pertama

Tahun	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Tahun ke-	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Inflasi		5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Biaya Pengadaan Kapal	Rp10.283.817.276								
Total Gaji Dokter, Bidan, Perawat, dan ABK		Rp3.996.000.000	Rp4.195.800.000	Rp4.405.590.000	Rp4.625.869.500	Rp4.857.162.975	Rp5.100.021.124	Rp5.355.022.180	Rp5.622.773.289
Uang Makan		Rp1.312.200.000	Rp1.377.810.000	Rp1.446.700.500	Rp1.519.035.525	Rp1.594.987.301	Rp1.674.736.666	Rp1.758.473.500	Rp1.846.397.175
Harga MFO		Rp10.200	Rp10.710	Rp11.246	Rp11.808	Rp12.398	Rp13.018	Rp13.669	Rp14.352
Harga HSD		Rp12.250	Rp12.863	Rp13.506	Rp14.181	Rp14.890	Rp15.634	Rp16.416	Rp17.237
Harga LO		Rp35.000	Rp36.750	Rp38.588	Rp40.517	Rp42.543	Rp44.670	Rp46.903	Rp49.249
Total Biaya MFO		Rp604.249.243	Rp623.634.755	Rp671.365.450	Rp700.977.217	Rp775.139.144	Rp789.636.367	Rp848.449.689	Rp880.894.341
Total Biaya HSD		Rp31.579.825	Rp32.592.968	Rp35.087.514	Rp36.635.111	Rp40.511.029	Rp41.268.696	Rp44.342.452	Rp46.038.104
Total Biaya LO		Rp1.153.722	Rp1.190.736	Rp1.281.871	Rp1.338.410	Rp1.480.011	Rp1.507.691	Rp1.619.986	Rp1.681.934
Perbaikan dan Perawatan		Rp453.050.272	Rp475.702.785	Rp499.487.925	Rp524.462.321	Rp550.685.437	Rp578.219.709	Rp607.130.694	Rp637.487.229
Asuransi		Rp181.220.109	Rp190.281.114	Rp199.795.170	Rp209.784.928	Rp220.274.175	Rp231.287.883	Rp242.852.278	Rp254.994.892
Biaya Umum		Rp181.220.109	Rp190.281.114	Rp199.795.170	Rp209.784.928	Rp220.274.175	Rp231.287.883	Rp242.852.278	Rp254.994.892
Total Cost	Rp10.283.817.276	Rp6.760.673.280	Rp7.087.293.473	Rp7.459.103.599	Rp7.827.887.940	Rp8.260.514.247	Rp8.647.966.020	Rp9.100.743.056	Rp9.545.261.855
Present Value	Rp10.283.817.276	Rp6.146.066.618	Rp5.857.267.333	Rp5.604.134.935	Rp5.346.552.790	Rp5.129.129.435	Rp4.881.551.366	Rp4.670.120.181	Rp4.452.935.101
SUM PV	Rp78.525.070.744								
ANNUAL VALUE	Rp10.323.987.631								

Tahun	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2028
Tahun ke-	9	10	11	12	13	14	15	9
Inflasi	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Biaya Pengadaan Kapal								
Total Gaji Dokter, Bidan, Perawat, dan ABK	Rp5.903.911.953	Rp6.199.107.551	Rp6.509.062.929	Rp6.834.516.075	Rp7.176.241.879	Rp7.535.053.973	Rp7.911.806.671	Rp5.903.911.953
Uang Makan	Rp1.938.717.033	Rp2.035.652.885	Rp2.137.435.529	Rp2.244.307.306	Rp2.356.522.671	Rp2.474.348.805	Rp2.598.066.245	Rp1.938.717.033
Harga MFO	Rp15.070	Rp15.824	Rp16.615	Rp17.445	Rp18.318	Rp19.234	Rp20.195	Rp15.070
Harga HSD	Rp18.099	Rp19.004	Rp19.954	Rp20.952	Rp21.999	Rp23.099	Rp24.254	Rp18.099
Harga LO	Rp51.711	Rp54.296	Rp57.011	Rp59.862	Rp62.855	Rp65.998	Rp69.298	Rp51.711
Total Biaya MFO	Rp937.631.632	Rp1.029.355.910	Rp1.080.653.190	Rp1.129.945.081	Rp1.196.485.262	Rp1.285.100.325	Rp1.400.136.085	Rp937.631.632
Total Biaya HSD	Rp49.003.360	Rp53.797.138	Rp56.478.083	Rp59.054.221	Rp62.531.804	Rp67.163.086	Rp73.175.189	Rp49.003.360
Total Biaya LO	Rp1.790.266	Rp1.965.399	Rp2.063.344	Rp2.157.459	Rp2.284.507	Rp2.453.704	Rp2.673.348	Rp1.790.266
Perbaikan dan Perawatan	Rp669.361.590	Rp702.829.670	Rp737.971.153	Rp774.869.711	Rp813.613.196	Rp854.293.856	Rp897.008.549	Rp669.361.590
Asuransi	Rp267.744.636	Rp281.131.868	Rp295.188.461	Rp309.947.884	Rp325.445.279	Rp341.717.542	Rp358.803.420	Rp267.744.636
Biaya Umum	Rp267.744.636	Rp281.131.868	Rp295.188.461	Rp309.947.884	Rp325.445.279	Rp341.717.542	Rp358.803.420	Rp267.744.636
Total Cost	Rp10.035.905.106	Rp10.584.972.288	Rp11.114.041.150	Rp11.664.745.621	Rp12.258.569.877	Rp12.901.848.834	Rp13.600.472.926	Rp10.035.905.106
Present Value	Rp4.256.203.454	Rp4.080.965.034	Rp3.895.403.622	Rp3.716.747.436	Rp3.550.871.040	Rp3.397.460.036	Rp3.255.845.086	Rp4.256.203.454

Lampiran 13 Proyeksi Biaya Skenario Kedua

Tahun	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Tahun ke-	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Inflasi		5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Biaya Pengadaan Kapal	Rp10.222.811.843								
Total Gaji Dokter, Bidan, Perawat, dan ABK		Rp3.996.000.000	Rp4.195.800.000	Rp4.405.590.000	Rp4.625.869.500	Rp4.857.162.975	Rp5.100.021.124	Rp5.355.022.180	Rp5.622.773.289
Uang Makan		Rp1.312.200.000	Rp1.377.810.000	Rp1.446.700.500	Rp1.519.035.525	Rp1.594.987.301	Rp1.674.736.666	Rp1.758.473.500	Rp1.846.397.175
Harga MFO		Rp10.200	Rp10.710	Rp11.246	Rp11.808	Rp12.398	Rp13.018	Rp13.669	Rp14.352
Harga HSD		Rp12.250	Rp12.863	Rp13.506	Rp14.181	Rp14.890	Rp15.634	Rp16.416	Rp17.237
Harga LO		Rp35.000	Rp36.750	Rp38.588	Rp40.517	Rp42.543	Rp44.670	Rp46.903	Rp49.249
Total Biaya MFO		Rp811.389.747	Rp837.420.736	Rp901.513.820	Rp941.276.689	Rp1.040.861.800	Rp1.060.328.763	Rp1.139.303.668	Rp1.182.870.554
Total Biaya HSD		Rp31.579.825	Rp32.592.968	Rp35.087.514	Rp36.635.111	Rp40.511.029	Rp41.268.696	Rp44.342.452	Rp46.038.104
Total Biaya LO		Rp1.429.931	Rp1.475.806	Rp1.588.759	Rp1.658.834	Rp1.834.335	Rp1.868.642	Rp2.007.821	Rp2.084.600
Perbaikan dan Perawatan		Rp450.000.000	Rp472.500.000	Rp496.125.000	Rp520.931.250	Rp546.977.813	Rp574.326.703	Rp603.043.038	Rp633.195.190
Asuransi		Rp180.000.000	Rp189.000.000	Rp198.450.000	Rp208.372.500	Rp218.791.125	Rp229.730.681	Rp241.217.215	Rp253.278.076
Biaya Umum		Rp180.000.000	Rp189.000.000	Rp198.450.000	Rp208.372.500	Rp218.791.125	Rp229.730.681	Rp241.217.215	Rp253.278.076
Total Cost	Rp10.222.811.843	Rp6.962.599.503	Rp7.295.599.510	Rp7.683.505.592	Rp8.062.151.909	Rp8.519.917.502	Rp8.912.011.956	Rp9.384.627.089	Rp9.839.915.064
Present Value	Rp10.222.811.843	Rp6.329.635.912	Rp6.029.421.083	Rp5.772.731.474	Rp5.506.558.233	Rp5.290.198.448	Rp5.030.598.414	Rp4.815.797.577	Rp4.590.392.998
SUM PV	Rp80.597.120.403								
ANNUAL VALUE	Rp10.596.407.826								

Tahun	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2028
Tahun ke-	9	10	11	12	13	14	15	9
Inflasi	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Biaya Pengadaan Kapal								
Total Gaji Dokter, Bidan, Perawat, dan ABK	Rp5.903.911.953	Rp6.199.107.551	Rp6.509.062.929	Rp6.834.516.075	Rp7.176.241.879	Rp7.535.053.973	Rp7.911.806.671	Rp5.903.911.953
Uang Makan	Rp1.938.717.033	Rp2.035.652.885	Rp2.137.435.529	Rp2.244.307.306	Rp2.356.522.671	Rp2.474.348.805	Rp2.598.066.245	Rp1.938.717.033
Harga MFO	Rp15.070	Rp15.824	Rp16.615	Rp17.445	Rp18.318	Rp19.234	Rp20.195	Rp15.070
Harga HSD	Rp18.099	Rp19.004	Rp19.954	Rp20.952	Rp21.999	Rp23.099	Rp24.254	Rp18.099
Harga LO	Rp51.711	Rp54.296	Rp57.011	Rp59.862	Rp62.855	Rp65.998	Rp69.298	Rp51.711
Total Biaya MFO	Rp1.259.057.751	Rp1.382.225.697	Rp1.451.108.013	Rp1.517.297.481	Rp1.606.648.061	Rp1.725.640.934	Rp1.880.111.688	Rp1.259.057.751
Total Biaya HSD	Rp49.003.360	Rp53.797.138	Rp56.478.083	Rp59.054.221	Rp62.531.804	Rp67.163.086	Rp73.175.189	Rp49.003.360
Total Biaya LO	Rp2.218.866	Rp2.435.928	Rp2.557.321	Rp2.673.968	Rp2.831.433	Rp3.041.137	Rp3.313.364	Rp2.218.866
Perbaikan dan Perawatan	Rp664.854.950	Rp698.097.697	Rp733.002.582	Rp769.652.711	Rp808.135.347	Rp848.542.114	Rp890.969.220	Rp664.854.950
Asuransi	Rp265.941.980	Rp279.239.079	Rp293.201.033	Rp307.861.084	Rp323.254.139	Rp339.416.846	Rp356.387.688	Rp265.941.980
Biaya Umum	Rp265.941.980	Rp279.239.079	Rp293.201.033	Rp307.861.084	Rp323.254.139	Rp339.416.846	Rp356.387.688	Rp265.941.980
Total Cost	Rp10.349.647.873	Rp10.929.795.054	Rp11.476.046.523	Rp12.043.223.930	Rp12.659.419.472	Rp13.332.623.739	Rp14.070.217.753	Rp10.349.647.873
Present Value	Rp4.389.261.014	Rp4.213.909.138	Rp4.022.284.296	Rp3.837.342.289	Rp3.666.982.889	Rp3.510.896.532	Rp3.368.298.263	Rp4.389.261.014

Lampiran 14 Perhitungan Koefisien *High Speed Ambulance Craft*

MAIN DIMENSION AND COEFFICIENT CALCULATION

-

Input Data:

LoA =	10,39	m			
Lpp =	9,44	m			
Lwl =	9,44	m	L / B =	2,850	
B =	3,31	m	B / T =	4,068	
H =	0,96	m	T / H =	0,844	
T =	0,81	m	ρ =	1025	kg/m^3
g =	9,81	m/s^2	=	1,025	ton/m^3
V =	25	knot			
=	12,861	m/s			

Calculation:

- **Froude Number** *Principles of Naval Architecture Vol.II hlm.58 & Hlm. 102*

Speed (knot)	Fr	Fn∇
25	1,336	2,755

$Fn\nabla = \frac{V}{\sqrt{g\nabla^{1/3}}}$ Fr = $\frac{Vs}{\sqrt{g.L}}$

- **Ratios of Dimensions** *Principles of Naval Architecture Vol.I hlm.19*

L / B =	2,850	→	$2.52 \leq L/B \leq 18.26$	Accepted
B / T =	4,068	→	$1.7 \leq B/T \leq 9.8$	Accepted
$L / \nabla^{1/3}$ =	6,336	→	$3.07 \leq L/\nabla^{1/3} \leq 12.4$	Accepted
$Ap/\nabla^{2/3}$=	4,000	→	$4.0 \leq Ap/\nabla^{2/3} \leq 8.5$	Accepted
L_P / B_{PX}=	3,019	→	$2 \leq L_P/B_{PX} \leq 7$	Accepted
H-T=	0,150	→	H-T>0.15	Accepted

- **Block Coefficient**

C_B = 0,430 *On the subject of High Speed Monohull*

•	**Midship Section Coefficient**			*Parametric Design pg. 11-12*
	C_M =	$1 + (1 - Cb)^{3.5})^{-1}$		
	=	0,877		
•	**Waterplane Coefficient**			
	C_{WP} =	$Cb^{0.5} - 0.025$		*Parametric Design pg. 11-16*
	=	0,631		
•	**Longitudinal Center of Buoyancy (LCB)**			*Parametric Design pg.11-19*
	a. LCB =	-13.5+19.4 Cp		
	=	3,991641173	m	from AP
•	**Prismatic Coefficient**			*Parametric Design pg.11-19*
	C_P =	C_B/C_M		
	=	0,490		
•	**∇ (m^3)**			*Principles of Naval Architecture Vol.1 hal.19*
	∇ =	L_{WL} x B x T x C_B		
	=	10,956	m^3	
		10,956		
•	**Δ (ton)**			*Principles of Naval Architecture Vol.1 hal.19*
	Δ =	L_{WL} x B x T x C_B x ρ		
	=	11,230	ton	

Lampiran 15 Perhitungan Hambatan *High Speed Ambulance Craft*

Resistance Calculation (Savitsky Method)

Input Data:

V =	25	knot	b = Bpx =	Lebar maks *chine beam*	
=	12,861	m/s	=	3,128	m
=	42,195	ft/sec	=	10,26246752	ft
			∇ =	10,95589999	m^3
			Δ =	11,230	ton
			=	11229,79749	kg
ρ =	1025	kg/m^3	=	24757,43615	lbs
=	1,025	ton/m^3			
=	1,988828	slugs/cu.ft	λ =	Perbandingan panjang dgn lebar chine	
u =	1,18831E-06		=	3,0	
g =	9,81	m/s^2	τ =	4,4	°
LCB/b=	1,276	p/b	β =	10	°

Principles of Naval Architecture Vol.II hlm.90

Calculation:

1. Perhitungan Koefisien Kecepatan (Cv)

Cv = $\frac{V}{\sqrt{gb}}$

Principles of Naval Architecture Vol.II hlm.102

Principles of Naval Architecture Vol.II hlm.58

= 2,322

Principles of Naval Architecture Vol.II hlm.102

2. Perhitungan Froude Number Volume

• Perhitungan Froude Number LWL $\frac{Vs}{\sqrt{g.L}}$

$Fn\nabla = \frac{V}{\sqrt{g\nabla^{1/3}}}$ Fn =

= 2,755 = 1,336

Principles of Naval Architecture Vol.II hlm.102

3. Perhitungan Koefisien Angkat (Cl)

$Cl = \frac{\Delta}{\frac{\rho}{2} x V^2 x b^2}$ Clb= 0,11342016

= 0,133

4. Perhitungan Volume Displasemen

High Speed Ship Total Resistance Calculation (An Empirical Study) hlm.15

∇= L x B x T x C_B

= 10,956 m^3

5. Perhitungan Reynold Number (Rn)

Principles of Naval Architecture Vol.II hlm.104

$Rn = \frac{V x \lambda x b}{\upsilon}$

= 102199123,6617150000

= 1,02,E+08

High Speed Ship Total Resistance Calculation (An Empirical Study) hlm.16

6. Perhitungan Koefisien Tahanan Gesek (Cf)

$Cf = \frac{1}{(3.5 loa Rn - 5.96)^2}$

= 0,00205246

Principles of Naval Architecture Vol.II hlm.104

7. Perhitungan Hambatan Total (R_T)

$R_T = \Delta tan\tau + \frac{1/2 \rho V^2 \lambda b^2 Cf}{cos\tau cos\beta}$

= 3047,487 lbs

= 13,555 kN

R_T+15% (margin)= 15,5885 kN

Lampiran 16 Perhitungan Daya Mesin *High Speed Ambulance Craft*

RT		13,55522	kN
		3047,487	lbs
V		25,00	knot
		12,8611	m/s
EHP	$EHP = \frac{RT * vk * 1,69}{550}$	234,1024	HP
OPC		0,6	
BHP MCR		390,1707	HP
		290,955	kW
Sehingga, apabila menggunakan 2 mesin, 1 mesin minimal memiliki daya		**145,4775**	**kW**
		195,0854	**HP**

Lampiran 17 Perhitungan Kebutuhan Generator dan Pemilihan Mesin *High Speed Ambulance Craft*

2. Perhitungan *Power Generator*

Sistem Kelistrikan Kapal adalah AC

Daftar komponen kelistrikan kapal

Ref : https://www.sailboat-cruising.com/boat-electrics.html

No	Peralatan Listrik	Arus Listrik (Ampere)
1	Anchor Light	0,9
2	Electric Winch	40,0
3	Autopilot	4,0
4	Bilge Pump	5,0
5	Cabin Lights	1,8
6	Chart Plotter/GPS	0,8
7	Chart Table Light	0,3
8	Cockpit Instruments	0,3
9	Cockpit Light	1,0
10	Compass Light	0,2
11	Deck Lights	1,7
12	Distribution panel & DCM	0,1
13	Fresh Water Pump	4,0
14	Gas Alarm	0,6
15	Masthead Light	0,9
16	Navigation Lights	3,7
17	Navtex	0,4
18	Radar(Stanby)	1,0
19	Radar(Transmit)	2,5
20	SSB (Stanby)	1,0
21	SSB(Tansmit)	25,0
22	Stereo	1,0
23	Ventilation Fans	1,0
24	VHF (Stanby)	0,3
25	VHF (Transmit)	1,2
26	Marine Air Conditioning	12,0
27	Monitor Jantung dan Napas	1,0
28	Defibrilator	1,0
Total		112,7

System	120	
Faktor daya=	0,800	
KVA	13,524	
Power =	10,8192	KW
Eficiency Factor=	15%	
Power =	12,44208	KW
=	16,678	HP

<u>Pemilihan Main Engine</u>

Brand =	YAMAHA	
Type =	F200LB	
Output Power =	200	kW
n =	6000	rpm

Length =	0	mm
Height =	0	mm
Width =	0	mm
Weight =	0,364	ton
Pemilihan *Auxiliary Engine*		
Brand =	CAT DIESEL GENERATOR	
Type =	CAT DE13.5E3	
n =	1000	rpm
Maximum power =	13,2	kW
Length =	1400	mm
Height =	620	mm
Width =	1054	mm
Weight =	0,43	ton

Lampiran 18 Perhitungan Berat Propulsi *High Speed Ambulance Craft*

PERHITUNGAN BERAT PERMESINAN DAN PROPULSI

Input Data:

L=	9,443	m	DHP =	204,58	kW	(Delivery Horse Power)
H=	0,964	m	BHP =	250,60	kW	(Brake Horse Power)
n =	6000	rpm	Power =	12,44	kW	(Generator Set)
z =	2	buah				

Calculation:

1. Main Engine

n=	2	; termasuk berat *gearbox*
W_E =	0,728	ton
VCG=	0,241117	m
LCG=	-0,5	m

Ship Design for Efficiency and Economy-2nd Edition hlm.175

2. Propulsion Unit

Shafting

n=	0	
Panjang poros (l):	0	m
M_s/l =	$0.081 \left(\frac{P_D}{n}\right)^{\frac{2}{3}}$	
=	0,009	
M_s =	M_s/l . L .n	
Wsaft=	0,000	ton
VCG=	0	m
LCG=	0	m

Rudder

n=	0	
W_{Rud} =	Katalog Rudder	
=	0	
=	0,000	ton
VCG=	0	m
LCG=	0	m

Propeller

n=	0	
W_{Prop} =	Katalog propeller	
=	0	
=	0,000	ton
VCG=	0	m
LCG=	0	m

Total

W_{Prop} =	M_s + Wrudder + Wpropeller	
=	0,000	ton
VCG=	0	m
LCG=	0,000	m

3. Electrical Unit

Ship Design for Efficiency and Economy-2nd Edition hlm.176

W_{gen} =	0,430	ton
VCG=	0,241117	m
LCG=	4,249274	m

5. Total

Berat Total=	1,158	ton
VCG=	0,241	m
LCG=	1,264	m

Lampiran 19 Perhitungan Berat Lambung *High Speed Ambulance Craft*

Perhitungan Berat Lambung

Tabel 3.
Sifat Material *Aluminium Alloy*

Alloying Number	Material condition	Yield strength $R_{p0.2}$ [N/mm²] min.	Tensile strength R_m [N/mm²]	Thickness t [mm]	Elongation [%] A_{50mm}	Elongation [%] A
KI AW-5059	H112	200	≥ 330	3 ≤ t ≤ 50	-	10
KI AW-5083	O/H111	110	270 – 350	t ≤ 12.5	10	-
	H112	125	> 270	t > 12.5	-	12
KI AW-5086	O/H111	95	240 – 320	t ≤ 12.5	15	-
	H112	95	240 – 320	t > 12.5	-	18
KI AW-5383	O/H111	145	≥ 290	3 ≤ t ≤ 50	-	17
	H112	190	≥ 310	3 ≤ t ≤ 50	-	13
KI AW-6005	T5/T6	215	≥ 260	t ≤ 12.5	8	-
		215	≥ 260	t > 12.5	-	6
KI AW-6061	T5/T6	240	≥ 260	t ≤ 12.5	10	-
		240	≥ 260	t > 12.5	-	8
KI AW-6082	T5/T6	260	≥ 310	t ≤ 12.5	10	-
		260	≥ 310	t > 12.5	-	8

Sumber : Jurnal Teknik ITS (Pembuatan Detail Desain Unmanned Surface Vehicle (USV) untuk Monitoring Wilayah Perairan Indonesia)

Densitas Material Alumunium

= 2,7 g/cm³

= 2700 kg/m³

Material Factor (Al-5083)

$$k = \frac{635}{R\rho 0.2 + Rm}$$

$$k = 1{,}671$$

Perhitungan Tebal Pelat

Ref : BKI (Rules for Small Vessel up to 24 m) (2013)

1-96/111 F Section 1 - Hull Structures

8.4.2 The centreline girder's scantlings are to match those of the floors in accordance with Table 1.40.

Table 1.39

	Plate thickness [mm]	
	Shell plating for motor craft	**Shell plating for saling craft and motorsailers**
Shell bottom	$t = 1{,}62 \cdot a \cdot F_{VB} \cdot \sqrt{P_{dsM} \cdot k}$	$t = 1{,}62 \cdot a \cdot \sqrt{P_{dss} \cdot k}$
Shell side	$t = 1{,}62 \cdot a \cdot F_{VS} \cdot \sqrt{P_{dsM} \cdot k}$	$t = 1{,}62 \cdot a \cdot \sqrt{P_{dss} \cdot k}$
Min. thickness	$t_{min} = 0{,}9 \cdot \sqrt{L \cdot k}$	

a = frame spacing [m]
k = material factor in accordance with 3.3
F_{VB} = see A.1.9.3
F_{VS} = see A.1.9.3
P_{dsM} = see A.1.9.2
P_{dsM} = see A.1.9.2

Shell Bottom

Jarak gading =	359,44	mm
=	0,35944283	m
L =	9,44	m
Lwl =	9,44	m
V =	25	knot

FvB = Correction factors for speed

FvB =

$$0{,}34 \cdot \sqrt{\frac{v}{\sqrt{L_{WL}}}} + 0{,}355 \geq 1{,}0$$

= 1,32478034

PdBM = Hull loadings

PdBM =

$$2{,}7 \quad L + 3{,}29$$

= 28,78564184

t =

$$1{,}62 \cdot a \cdot F_{VB} \cdot \sqrt{P_{dBM} \cdot k}$$

= 5,350221189 mm

= 6 mm Diambil

Shell Side

FvS =

$$\left(0{,}024 \cdot \frac{v}{\sqrt{L_{WL}}} + 0{,}91\right)(1{,}018 - 0.0024 \cdot L) \geq 1{,}0$$

= 1,000608909

t =

$$1{,}62 \cdot a \cdot F_{VS} \cdot \sqrt{P_{dBM} \cdot k}$$

= 4,04103143

= 5 mm Diambil

Min Thicknes

t =

$$0{,}9 \cdot \sqrt{L \cdot k}$$

= 3,575103889

= 4 mm Diambil

Tebal Pelat Lambung

Tebal pelat lambung diasumsikan sama dengan tebal pelat *bottom*

Diambil= 6 mm

Perhitungan Tebal Pelat Geladak

Tebal pelat geladak diasumsikan sama dengan tebal pelat *side*

Diambil= 5 mm

Perhitungan Tebal Pelat Superstructure

Tebal pelat *superstructure* diasumsikan sama dengan tebal pelat minimum

Diambil= 4 mm

Perhitungan Berat

Super Structure

Ship Design and Construction, ch. 11 pg. 27

Length (L_{D2}) =	50%.L				
Length (L_{D2}) =	4,721	m			
Length (L_{D2}) =	5	m			
Length (L_{D2}) taken =	0	frame spacing			
Breadth (B_{D2}) taken =	2,650	m	Gangway =	0,5	m
Height (h_{D2}) taken =	2	m			
Height (h_{D2}) =	2	m			
V_{DH} =	$L_{D2}.B_{D2}.h_{D2}$				
V_{DH} =	25,03	m^3			

Structural Weight

Ship Design and Construction, ch. 11 pg. 27

D_A =	corrected depth due to superstructure and deckhouses volume	
D_A =	$H + (V_A+V_{DH})/(L*B)$	
D_A =	1,764467822	m
C_{SO} =	Rescue Vessel	
C_{SO} =	0,02	t/m^3
Δ_{kapal} =	11,22979749	ton
U =	$\log\left(\frac{\Delta}{100}\right)$	
U =	0,050	
C_S =	$C_{SO} + 0.06 . e^{-(0,5U + 0,1U^{2,45})}$	
C_S =	0,079	

Margin =	3%		
W_{ST} =	$L.B.D_A.C_S$		
=	4,333643144	ton	
LCG dh=	4,72141516	m from AP	*Ship Design and Construction, ch. 11 pg. 26*
%LCG Hull=	-0.15+LCB		
%LCG Hull=	0,03841641	% LWL	
%LCG Hull=	0,36275966	from midship	
%LCG Hull=	0.5Lpp+LCGhull from Midship		
=	5,08417481	m from AP	
LCG=	5,08417481	m from AP	

Lampiran 20 Peralatan dan *Outfitting High Speed Ambulance Craft*

EQUIPMENT AND OUTFITTING

1. Kursi		
Kursi Crew (With Suspension)		
Jumlah kursi =	4,000	unit
Berat kursi =	40,000	kg
Berat Total =	160,000	kg
=	0,160	ton
VCG=	1,464	m
LCG=	4,721	m
Kursi Ruang Medis (With Suspension)		
Jumlah kursi =	5,000	unit
Berat kursi =	40,000	kg
Berat Total =	200,000	kg
=	0,200	ton
VCG=	1,464	m
LCG=	4,721	m
Kursi Keluarga Pasien (With Suspension)		
Jumlah kursi =	2,000	unit
Berat kursi =	40,000	kg
Berat Total =	80,000	kg
=	0,080	ton
VCG=	1,464	m
LCG=	4,721	m
2. Peralatan Keselamatan		
· *Life Raft*		
Kapasitas angkut 1 life raft =	13,000	orang
Life raft yang dibutuhkan =	1,000	buah
Total kapasitas life raft =	13,000	orang
Berat 1 unit life raft =	144,000	kg
=	0,144	ton
VCG=	1,464	m
LCG=	3,777	m
· *Life Jacket*		
Jumlah manusia di kapal =	13,000	orang
Life jacket yang dibutuhkan =	13,000	buah
Berat 1 unit life jacket =	0,900	kg
Berat total=	11,700	kg
=	0,012	ton
VCG=	1,464	m

LCG=	3,777	m
· *Life Buoy*		
Life buoy yang dibutuhkan =	13,000	buah
Berat 1 unit lifebuoy =	2,500	kg
Berat total=	32,500	kg
=	0,033	ton
VCG=	1,464	m
LCG=	4,721	m
<u>3. Fresh Water Pump</u>		
Yang dibutuhkan =	1,000	buah
Berat 1 unit =	1,600	kg
Berat total=	1,600	kg
=	0,002	ton
VCG=	0,723	m
LCG=	2,361	m
<u>4. Marine Air Conditioning</u>		
Yang dibutuhkan =	1,000	buah
Berat 1 unit =	30,844	kg
Berat total =	30,844	kg
=	0,031	ton
VCG=	1,464	m
LCG=	2,361	m
<u>5. Electric Winch (Anchor Winch)</u>		
Yang dibutuhkan =	1,000	buah
Berat 1 unit =	38,000	kg
Berat total=	38,000	kg
=	0,038	ton
VCG=	1,464	m
LCG=	8,499	m
<u>6. Fire Extinguisher</u>		
Yang dibutuhkan =	2,000	buah
Berat 1 unit =	4,100	kg
Berat total =	8,200	kg
=	0,008	ton
VCG=	1,464	m
LCG=	4,721	m
<u>7. Anchor</u>		
Yang dibutuhkan =	1,000	buah
Berat 1 unit =	50,000	kg

Berat total =	50,000	kg
=	0,050	ton
VCG=	0,482	m
LCG=	8,971	m
8. Kaca		
Luas =	6,626	m^2
Tebal =	0,006	m
p Material Kaca =	2579,000	kg/m^3
Berat=	0,103	ton
VCG=	1,964	m
LCG=	5,666	m
9. Marine Aluminum Door for Boat (Pintu Belakang)		
Yang dibutuhkan =	1,000	buah
Berat 1 unit =	128,000	kg
Berat total=	128,000	kg
=	0,128	ton
VCG=	1,964	m
LCG=	3,305	m
Yang dibutuhkan =	1,000	buah
Berat 1 unit =	170,000	kg
Berat total=	170,000	kg
=	0,170	ton
VCG=	1,964	m
LCG=	6,138	m
Yang dibutuhkan =	2,000	buah
Berat 1 unit =	38,300	kg
Berat total=	76,600	kg
=	0,077	ton
VCG=	1,964	m
LCG=	6,138	m
12. Stainless Steel Wastafels		
Yang dibutuhkan =	1,000	buah
Berat 1 unit =	20,000	kg
Berat total=	20,000	kg
=	0,020	ton

VCG=	1,964	m
LCG=	4,249	m
<u>13. Multifunction Electric Toilet</u>		
Yang dibutuhkan =	1,000	buah
Berat 1 unit =	47,000	kg
Berat total=	47,000	kg
=	0,047	ton
VCG=	1,964	m
LCG=	4,249	m
<u>14. Other (Cable, Pipe, dll)</u>		
Diasumsikan beratnya 30% dari berat sistem outfitting		
Berat	=	0,358
VCG	=	1,964
LCG	=	6,138
<u>15. Total</u>		
Berat Total	=	1,582
VCG	=	1,760
LCG	=	5,501

Lampiran 21 Peralatan *High Speed Ambulance Craft*

1	Tempat Tidur portable		
	panjang =	198	cm
	lebar =	58	cm
	tinggi max =	65	cm
	berat =	67/30	lbs/kg
	=	0,06	Ton
	VCG =	2,464	m
	LCG =	4,7214152	m
1	Tandu set		
	panjang =	183	cm
	lebar =	46	cm
	tinggi =	7	cm
	berat =	33/16	lbs/kg
	=	0,032	Ton
	VCG =	2,464	m
	LCG =	4,721	m
3	Set tabung oksigen		
	diameter=	17	cm
	tinggi=	100	cm
	berat=	30	kg
	=	0,06	ton
	VCG =	2,464	m
	LCG =	4,721	m
4	Peralatan keperluan medis		
	sebesar =	300	kg
	=	0,3	ton
	VCG =	2,464	m
	LCG =	4,721	m
5	Peralatan Navigasi		
	sebesar =	500	kg
	=	0,5	ton
	VCG =	2,464	m
	LCG =	4,721	m
6	Berat Total		
	=	0,952	ton
	VCG =	2,309	m
	LCG =	4,424	m

Lampiran 22 Perhitungan *Deadweight High Speed Ambulance Craft*

DWT CALCULATION

1. Konsumsi Bahan Bakar Mesin Induk (*Fuel Oil Consumption*)

BHP =	251	kW	L=	9,44	m
S =	75	nm			
V =	25	knots =	13,6	m/s	
Fs=	0,35944283	m			
Voyage data					
Voyage radius =	75	nm			
Voyage radius =	138390,050	m			
Voyage time =	10175,739	s			
Voyage time =	2,827	hour			
konsumsi=	56,3	liter/jam			
V_{HFO} =	165,502742	liter			
=	0,16550274	m3	konsumsi untuk 1 mesin		
=	0,33100548	m3	konsumsi untuk 2 mesin		
ρ_{FO} =	0,9443	ton/m^3			
W_{HFO} =	0,156	ton	konsumsi untuk 1 mesin		
W_{HFO} =	0,313	ton	konsumsi untuk 2 mesin		
VCG=	0,67512748	m			
LCG=	1,88856606	m			

2. Konsumsi Bahan Bakar Generator (*Diesel Oil Consumption*)

konsumsi=	4,9	liter/jam	
V_{HFO} =	14,4043239	liter	
=	0,01872562	m3	konsumsi untuk 1 mesin
W_{HFO} =	0,018	ton	
W_{HFO} =	0,018	ton	
VCG=	0,67512748	m	
LCG=	1,88856606	m	

3. Fresh water

ρ_{FW} =	1000	kg/m^3	
ρ_{FW} =	1	ton/m^3	*Ship Design and Construction, ch. 11 pg. 26*
V_{FW} =	0,26028221	m^3	*page 305*
W_{FW} =	0,17	ton/(person x day)	
W_{FW} =	0,26028221	ton	
VCG=	0,67512748	m	
LCG=	3,30499061	m	

4. Crew dan Penumpang

Crew			
Jumlah =	9	orang	
Berat =	80	kg	*Ship Design and Construction, ch. 11 pg. 26*
Berat Total =	720	kg	*page 305*
=	0,72	ton	
VCG=	1,20558478	m	
LCG=	4,72141516	m	
Penumpang			
Jumlah =	4	orang	*Ship Design and Construction, ch. 11 pg. 26*
Berat =	80	kg	*page 305*
Berat Total =	320	kg	
=	0,32	ton	
VCG=	1,20558478	m	
LCG=	4,72141516	m	
5. Barang Bawaan			
Jumlah =	13	buah	*Ship Design and Construction, ch. 11 pg. 26*
Berat =	15	kg	*page 305*
Berat Total =	195	kg	
=	0,195	ton	
VCG=	1,20558478	m	
LCG=	2,83284909	m	
5. Total			
DWT=	1,826	ton	
VCG=	1,034	m	
LCG=	3,805	m	
Lambung Alumunium			
LWT=	8,026	ton	
VCG=	1,265	m	
LCG=	4,537	m	
Total=	9,852	ton	
VCG=	1,223	m	
LCG=	4,401	m	

Lampiran 23 Perhitungan *Freeboard High Speed Ambulance Craft*

FREEBOARD CALCULATION

Dimensi *HSAC*:

L:	9,44	m
B:	3,31	m
H :	0,96	m
T:	0,81	m

I Tipe Kapal

(NCVS) Indonesian Flagged - Chapter 6 Section 5.1.2 menyebutkan bahwa :

Kapal Tipe A adalah :

a. Kapal yang didesain untuk mengangkut kargo curah cair

b. Kapal yang memiliki kekokohan tinggi pada geladak terbuka.

c. Kapal yang memiliki tingkat keselamatan yang tinggi terhadap banjir.

Kapal Tipe B adalah selain kapal Tipe A.

Sehingga *workboat* ini termasuk kapal Tipe B

II Lambung Timbul Awal Kapal Tipe B

Fb =	0.8L cm	,untuk L sampai dengan 50 m
Fb_1 =	7,6	cm

III Block Coefficient Correction (CB)

Apabila CB lebih besar dari 0,68 maka fb harus dikali dengan faktor:

$$\frac{0,68 + CB}{1,36}$$

C_B	=	0,43	Koreksi=	-
			Cb=	0,43

IV Depth Correction (D)

Apabila D lebih besar dari seperlimabelas panjang kapal (L/15),
maka lambung timbul ditambah dengan:
20 (D – L/15) cm, untuk L sampai dengan 50 m
(0,1 L + 15)(D – L/15) cm, untuk L lebih dari 50 m sampai dengan 100 m
25 (D – L/15) cm, untuk L lebih dari 100 m

Apabila D lebih kecil dari seperlimabelas panjang kapal (L/15),
tidak ada koreksi terhadap lambung timbul.

L=	9,4	meter
D=	1,0	meter
L/15=	0,6	meter
D>L/15		Koreksi

Koreksi:

20 (D – L/15) cm =		6,698916	cm
Fb_2 =	14,3	cm	

V Koreksi bangunan atas dan trunk

Apabila kapal memiliki bangunan atas dan trunk tertutup, lambung timbul dikurangi dengan:

$$\frac{50\ \Sigma\ (ls\ x\ hs)}{L}\ cm$$

Di mana:

ls adalah jumlah panjang efektif bangunan atas dan trunk tertutup (meter)

hs adalah tinggi standar bangunan atas dan trunk tertutup (meter)

ls=	0	meter
hs=	2	meter
Koreksi:	0,0	
Fb_3=	14,3	cm

VI Lambung Timbul Minimum

Lambung Timbul minimum Air Laut (L) untuk kapal type B adalah lambung timbul setelah dikoreksi dengan penambahan atau pengurangan. Besarnya lambung timbul tidak boleh kurang dari 15 (lima belas) cm.

Fb=	14,3	cm

Karena Fb<15 cm, maka Fb minimum adalah 15 cm

Fb min =	15,0	cm
=	0,15	m

VII Pengecekan

Fb min =	0,15	m
H-T =	0,15	m

Kondisi: Memenuhi Persyaratan

Lampiran 24 Perhitungan *Gross Tonnage High Speed Ambulance Craft*

PERHITUNGAN GROSS TONNAGE

LoA =	10,39	m	*https://www.thoughtco.com/what-is-gross-tonnage-2292983*		
Lpp =	9,44	m			
Lwl =	9,44	m	L / B =	2,850	
B =	3,31	m	B / T =	4,068	
H =	0,96	m	T / H =	0,844	
T =	0,81	m	ρ =	1025	kg/m^3
g =	9,81	m/s^2	=	1,025	ton/m^3
V =	25	knot			
=	12,861	m/s			
Displ.=	11,2298	ton			
GT	=	K1 x V			
	=	9,367672			
V	=	Vu + Vh			
	=	40,36			
Vu	=	$\Delta\left(1.25\frac{D}{d} - 0.115\right)$			
	=	15,33105			
Vh	=	total volume bangunan atas kapal dan lambung			
	=	25,03 m3			
K1	=	0,2+0,02logV			
	=	0,232118			

Lampiran 25 Perhitungan Stabilitas *High Speed Ambulance Craft*

Calculation

Mannings - Ship Stability, Appendix I

Ship Dimension

L=	9,44	m	30,98041	ft	A0=	Cw x L x Bw		Cw'=	A2/(L*D)		f_0 =	H x ((A_1/A_0) - 1) / (2F x (1 - C_{PV}))			
B=	3,31	m	10,86897	ft	=	212,3874	sq.ft	=	0,991023		f_0 =	0,017826			
Bw=	3,31	m	10,86897	ft								X =	C_{PV}		
H=	0,96	m	3,164265	ft	Am=	Cx x Bw x H		Cw"=	Cw' - (140ϑ/(B x D x L)) x (1-Cpv")			X =	0,68173		
Dm=	0,81	m	2,672139	ft	=	30,17352	sq.ft					f_0 =	0		
Sf=	0							Cpv"=	35ΔT/(A2 x B)			h_0 =	0,39391		
Sa=	0				A3=	(d x Ld)	(no sheer)	=	0,497498			f_0 =	0,5		
Δ0 =	11,2298	ton			=	101,6418	sq.ft	1-Cpv"=	0,502502			h_0 =	0,40548		
Ld=	4,721415		15,49021	ft				Cw"=	0,889643		h_0 =	0,394324			
d=	2		6,56168	ft	D-Dm=	A3/L									
Cb=	0,43				=	3,28084	ft	Cx'=	(Am + (B x Fe))/B x D		KB_0 =	(1 - h_0) x H			
Cw=	0,630744				D=	5,95	ft	=	0,934797		KB_0 =	1,916519	ft		
Cx=	0,877333														
Cpv=	0,681735				Fe=	D-H		Cpv'=	35ΔT/(A1 x D)		$G'B_0$ =	KG' - KB_0			
KG=	1,222555	m	4,011006	ft	=	2,79	ft	=	0,773929		$G'B_0$ =	1,615298	ft		
LCG =	4,40131	m	14,43999	ft											
					A1=	1.01A0		KG=	4,011006	ft.	GG' =	KG' - KG			
					=	214,5113	sq.ft				GG' =	-0,47919	ft		

$f_1 =$ D x (1 - (A_0/A_1)) / (2F x (1 - C_{PV}'))

$\Delta_T =$ Δ0 + 0.5 x (A0+A1) x F/35

0.5(A0 + A1)= 213,4493 sq.ft

= 28,23692 tons

$\delta =$ 0.5ΔT - Δ0

= 2,888661 tons

= 2,888661

A2= 0.98 x L x Dm + A3

= 182,7701 sq.ft

$f_1 =$ 0,046745

X = C_{PV}'

X = 0,773929

$f_1 =$ 0

$h_1 =$ 0,424643

$f_1 =$ 0,5

$h_1 =$ 0,437028

$h_1 =$ 0,425801

KG'= (D x (1 - h_1) x Δ_T - δ) / (2Δ_0)

= 3,531817 ft

$f_2 =$ 9.1 (C_X' - 0.89) if Cx' <0.89; f2 = 0

$f_2 =$ 0,407656

X = C_{PV}"

X = 0,497498

$f_2 =$ 0,407656

$h_2 =$ 0,332499

$h_2 =$ 0,332499

G'B_{90} = ((Δ_T x h_2 x B) / (4Δ_0)) - (($|\delta|^2$ x 17.5) / (Δ_0 x (A_2 - 70 x ($|\delta|$/B) x (1 - C_{PV}"))))

G'B_{90} = 2,196791 ft

Factor C_I calculation

Line 1

C_W = C_{WP}

C_I = $(3C_W + 22C_W^2) / 300$

C_I = 0,035482

Line 2

C_W = C_{WP}

C_I' = $(38C_W'' - 13) / 300$

C_I' = 0,069355

$G'M_0$ = $KB_0 + B0M_0 - KG'$

$B0M0$ = $(C_I \times L \times Bw^3) / (35\Delta_0)$

= 3,591067 ft

$G'M_0$ = 1,975769 ft

$G'M_{90}$ = $BM_{90} - G'B_{90}$

BM_{90} = $((C_I' \times L \times D^3)/(35\Delta_0)) + ((L_d \times d \times D^2)/(140\Delta_0))$

= 3,444341 ft

$G'M_{90}$ = 1,24755 ft

GM_0 = $KB_0 + BM_0 - KG$

= 1,49658 ft

b_1 = $(9/8) \times (G'B_{90} - G'B_0) - (1/32) \times (G'M_0 - G'M_{90})$

b_1 = 0,631423 ft

b_2 = $(G'M_0 + G'M_{90}) / 8$

b_2 = 0,402915 ft

b_3 = $(3/32) \times (G'M_0 - G'M_{90}) - (3/8) \times (G'B_{90} - G'B_0)$

b_3 = -0,14979 ft

$G'Z'$ = $b_1 \sin 2\phi + b_2 \sin 4\phi + b_3 \sin 6\phi$

GZ = $G'Z' + GG' \sin\phi$

0	0,456157
0	57,2958

Dynamic righting arms

e = $\int GZ \, d\phi$

Simpson method

e = $(1/3) \times h \times \sum(GZ \times FS)$

ϕ (deg.)	h (rad)	e (ft rad)	e (m rad)
0 - 10	0,08727	0,02284	0,00696
10 - 20	0,08727	0,0679	0,0207
20 - 30	0,08727	0,10407	0,03172
30 - 40	0,08727	0,1119	0,03411
$\sum$		0,30672	0,09349

Sudut Maksimum	
Gzmax=	0,2
Kolom=	7
Sudut=	30

Intact Stability				
$e_{0,30^o}$	>=	0,055	m rad	
$e_{0,30^o}$	=	0,05938	m rad	Accepted
$e_{0,40^o}$	>=	0,09	m rad	
$e_{0,40^o}$	=	0,09349	m rad	Accepted
$e_{30,40^o}$	>=	0,03	m rad	
$e_{30,40^o}$	=	0,03411	m rad	Accepted
h_{30^o}	>=	0,2	m	
h_{30^o}	=	0,2	m	Accepted
φ_{GZmax}	>=	25	o	
ϕ_{GZmax}	=	30	o	Accepted
GM_0	>=	0,15	m	
GM_0	=	0,45616	m	Accepted

ϕ (deg.)	$b_1 \sin 2\phi$	$b_2 \sin 4\phi$	$b_3 \sin 6\phi$	GG' sinϕ	G'Z'	GZ (ft)	GZ (m)
0	0	0	0	0	0	0	0
5	0,10965	0,13781	-0,0749	-0,0418	0,17256	0,13079	0,03987
10	0,21596	0,25899	-0,1297	-0,0832	0,34523	0,26202	0,07986
15	0,31571	0,34893	-0,1498	-0,124	0,51486	0,39083	0,11913
20	0,40587	0,39679	-0,1297	-0,1639	0,67294	0,50905	0,15516
25	0,4837	0,39679	-0,0749	-0,2025	0,8056	0,60308	0,18382
30	0,54683	0,34893	-2E-17	-0,2396	0,89576	0,65617	0,2
35	0,59334	0,25899	0,07489	-0,2749	0,92723	0,65237	0,19884
40	0,62183	0,13781	0,12972	-0,308	0,88936	0,58134	0,17719
45	0,63142	4,9E-17	0,14979	-0,3388	0,78121	0,44237	0,13484
50	0,62183	-0,1378	0,12972	-0,3671	0,61375	0,24667	0,07518
55	0,59334	-0,259	0,07489	-0,3925	0,40925	0,01672	0,0051
60	0,54683	-0,3489	3,7E-17	-0,415	0,19789	-0,2171	-0,0662
65	0,4837	-0,3968	-0,0749	-0,4343	0,01201	-0,4223	-0,1287
70	0,40587	-0,3968	-0,1297	-0,4503	-0,1206	-0,5709	-0,174
75	0,31571	-0,3489	-0,1498	-0,4629	-0,183	-0,6459	-0,1969
80	0,21596	-0,259	-0,1297	-0,4719	-0,1728	-0,6447	-0,1965
85	0,10965	-0,1378	-0,0749	-0,4774	-0,1031	-0,5804	-0,1769
90	7,7E-17	-1E-16	-6E-17	-0,4792	-8E-17	-0,4792	-0,1461

BIODATA PENULIS

Samuel Alan Darmasaputra adalah nama penulis Tugas Akhir ini. Penulis dilahirkan di Cirebon, Jawa Barat pada tanggal 13 September 1998. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Ramli dan Sudjana Widiasih. Penulis menempuh pendidikan formal di SD YPPI IV Surabaya tahun 2004 dan 2006-2010, SDK Theresia 02 Manado tahun 2004-2006, SMPK Santa Clara Surabaya tahun 2010-2013, dan SMAK St. Louis 1 Surabaya tahun 2013-2016. Pada tahun 2016, penulis diterima di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan jurusan Transportasi Laut (saat ini Departemen Teknik Transportasi Laut), Fakultas Teknologi Kelautan.

Selama menempuh pendidikan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, penulis ikut serta dan aktif dalam berbagai organisasi dan kegiatan, di antaranya sebagai Staff Departemen Kewirausahaan KMK ITS periode 2017-2018 dan Wakil Kepala Departemen Kewirausahaan KMK ITS periode 2018-2019. Dalam bidang kepelatihan, penulis juga pernah mengikuti Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa Pra-Tingkat Dasar. Selama di bangku perkuliahan, penulis pernah menjalankan Kerja Praktik di PT PBM Adipurusa Jakarta pada tahun 2019 dan PT Wilmar Nabati Indonesia Gresik pada tahun 2020.

Apabila pembaca ingin menghubungi penulis, dapat melalui email: samuel.darmasaputra@gmail.com