TUGAS AKHIR – MN184801

ANALISIS HUBUNGAN ANTARA PERANCANGAN KAPAL DAN PENGEMBANGAN PELABUHAN DENGAN INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA : STUDI KASUS PELABUHAN TELUK BUNGUS, PADANG, SUMATERA BARAT

Triya Devi
NRP 0441164 000 0019

Dosen Pembimbing
Ir. Tri Achmadi, Ph.D.

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

TUGAS AKHIR – MN184801

ANALISIS HUBUNGAN ANTARA PERANCANGAN KAPAL DAN PENGEMBANGAN PELABUHAN DENGAN INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA : STUDI KASUS PELABUHAN TELUK BUNGUS, PADANG, SUMATERA BARAT

Triya Devi
NRP 0441164 000 0019

Dosen Pembimbing
Ir. Tri Achmadi, Ph.D.

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

FINAL PROJECT – MN184801

ANALYSIS OF RELATIONSHIP BETWEEN SHIP DESIGN AND DEVELOPMENT OF PORTS WITH HUMAN DEVELOPMENT INDEX : CASE STUDY PORT OF TELUK BUNGUS, PADANG, WEST SUMATERA

Triya Devi
NRP 0441164 000 0019

Supervisor
Ir. Tri Achmadi, Ph.D.

DEPARTMENT OF MARINE TRANSPORTATION ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2020

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS HUBUNGAN ANTARA PERANCANGAN KAPAL DAN PENGEMBANGAN PELABUHAN DENGAN INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA : STUDI KASUS PELABUHAN TELUK BUNGUS, PADANG, SUMATERA BARAT

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

TRIYA DEVI
NRP 0441164 000 0019

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing

18/08/20

Achmadi, Ph.D.
NIP 19650110 198803 1 001

SURABAYA, AGUSTUS 2020

LEMBAR REVISI
ANALISIS HUBUNGAN ANTARA PERANCANGAN KAPAL DAN PENGEMBANGAN PELABUHAN DENGAN INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA : STUDI KASUS PELABUHAN TELUK BUNGUS, PADANG, SUMATERA BARAT

TUGAS AKHIR
Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 04 Agustus 2020

Program Sarjana Departemen Teknik Transportasi Laut
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

TRIYA DEVI
NRP 0441164 000 019

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Irwan Tri Yunianto, S.T.,M.T. .....
2. Siti Dwi Lazuardi, S.T., M.Sc. .....
3. Dika Virginia Devintasari, S.Si, M.Sc. .....

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Tri Achmadi, Ph.D. .....

SURABAYA, 04 Agustus 2020

Dipersembahkan kepada kedua orang tua, abang dan adik tercinta,bangsa dan negara atas segala dukungan dan doanya

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Kedua orangtua saya, Papa Surya Darma dan Mama Wismal Edvieni, saudara saya Bang Dion, Bang Luki dan Nabila yang telah membantu, memfasilitasi dan mendukung saya selama pengerjaan Tugas Akhir ini
2. Bapak Ir. Tri Achmadi, Ph.D. selaku dosen bimbing satu serta Bapak Hasan Iqbal Nur, S.T., M.T. yang telah membimbing saya selama pengerjaan Tugas Akhir
3. Dosen Departemen Teknik Transportasi Laut atas ilmu dan bantuan selama menjalani proses perkuliahan
4. Bapak Seffra Yogi, Bapak Arista , Bapak Yudi selaku pihak ASDP dan Dinas Pehubungan Kota Padang yang telah membantu memberikan data kepada Penulis
5. Galih Wahyu Pratama yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada Penulis selama pengerjaan Tugas Akhir
6. Teman – teman Mavericks T-14/P – 56 atas dukungan dan bantuan kepada Penulis

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, 04 Agustus 2020

Triya Devi

ANALISIS HUBUNGAN ANTARA PERANCANGAN KAPAL DAN PENGEMBANGAN PELABUHAN DENGAN INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA : STUDI KASUS PELABUHAN TELUK BUNGUS, PADANG, SUMATERA BARAT

Nama Mahasiswa	: Triya Devi
NRP	: 04411460000019
Departemen / Fakultas	: Teknik Transportasi Laut / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing	: Ir. Tri Achmadi, Ph.D.

ABSTRAK

Peningkatan volume arus penumpang dan barang di Pelabuhan Teluk Bungus tidak diiringi dengan pengembangan Pelabuhan Teluk Bungus. Rata-rata laju pertumbuhan setiap sektor PDRB Kabupaten Kepulauan Mentawai tahun 2013-2017 menyebutkan bahwa sektor transportasi dan penyediaan akomodasi berkontribusi dengan jumlah ratio terbesar dari pertumbuhan dibanding sektor lainnya. Hal ini menjadi pengaruh yang besar terhadap perekonomian masyarakat Kabupaten Kepulauan Mentawai. Oleh karena itu dilakukan analisis hubungan antara transportasi laut dengan IPM untuk mengetahui keterkaitan dan pengaruh ketersediaan transportasi laut dengan peningkatan nilai IPM Kepulauan Mentawai. Metode analisis dilakukan menggunakan model analisis regresi linear. Di mana R majemuk dapat digunakan untuk mengukur tingkat keeratan antara variabel terikat dengan seluruh variabel bebas secara bersamaan. Hasil analisis hubungan perancangan kapal dengan Indeks Pembangunan Manusia menunjukkan terdapat hubungan kuat yang mempengaruhi IPM terutama pada indikator ekonomi yang bernilai 0.9889. Indikator ekonomi memiliki nilai lebih besar dibandingkan dengan indikator pendidikan yang bernilai 0.9882 dan indikator kesehatan yang bernilai 0.9817. Hasil analisis hubungan pengembangan pelabuhan dengan IPM dalam penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang berpengaruh antar variabel dengan nilai terbesar yaitu nilai *multiple r* pelabuhan dengan jenis beton bernilai 0.9992, sedangkan jenis kayu memiliki nilai *multiple r* sebesar 0.9747. Indikator hubungan dapat dikatakan kuat jika hasil *multiple r* mendekati nilai 1 dan bernilai positif, nilai positif menunjukkan terdapat hubungan yang saling berpengaruh dengan kata lain semakin meningkatnya salah satu variabel akan meningkat pula variabel lainnya.

Kata kunci: Desain kapal, Pengembangan Pelabuhan, IPM, Teluk Bungus

ANALYSIS OF RELATIONSHIP BETWEEN SHIP DESIGN AND DEVELOPMENT OF PORTS WITH HUMAN DEVELOPMENT INDEX : CASE STUDY PORT OF TELUK BUNGUS, PADANG, WEST SUMATERA

Author	: Triya Devi
StudentNumber	: 04411460000019
Department / Faculty	: Marine Transportation Engineering / Marine Technology
Supervisor	: Ir. Tri Achmadi, Ph.D.

ABSTRACT

The increase in the volume of the flow of passengers and goods at the Bungus Bay Port was not accompanied by the development of the Bungus Bay Port. The average growth rate for each sector of the Mentawai Islands Regency GRDP in 2013-2017 states that the transportation and accommodation provision sector contributed the largest ratio of growth compared to other sectors. This is a big influence on the economy of the people of the Mentawai Islands Regency. Therefore an analysis of the relationship between sea transportation and HDI was carried out to determine the relationship and influence of sea transportation availability with the increase in the HDI value of the Mentawai Islands. The method of analysis was carried out using a linear regression analysis model. Where *multiple r* can be used to measure the closeness level between the dependent variable and all independent variables simultaneously. The results of the analysis of the relationship between ship design and the Human Development Index show that there is a strong relationship that affects HDI, especially on the economic indicator which is valued at 0.9889. The economic indicator has a greater value than the education indicator which is valued at 0.9882 and the health indicator which is valued at 0.9817. The results of the analysis of the relationship between port development and HDI in this study indicate that there is an influential relationship between variables with the greatest value, namely the *multiple r* value of the port with the type of concrete worth 0.9992, while the type of wood has a *multiple r* value of 0.9747. The relationship indicator can be said to be strong if the *multiple r* results are close to the value of 1 and have a positive value, a positive value indicates that there is a relationship that is mutually influential, in other words the increasing one of the variables will also increase the other variables.

Keywords: ship design, port development, IPM, Teluk Bungus

DAFTAR ISI

LEMBAR REVISI v
KATA PENGANTAR vii
ABSTRAK viii
ABSTRACT ix
DAFTAR ISI x
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR TABEL xiv
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang Masalah 1
1.2. Perumusan Masalah 3
1.3. Tujuan 3
1.4. Batasan Masalah 3
1.5. Manfaat 3
1.6. Hipotesis 4
BAB 2 STUDI LITERATUR 5
2.1. Angkutan Laut Sebagai Penunjang Pembangunan 5
2.2. Indeks Pembangunan Manusia (IPM) 5
2.3. Model Analisis Regresi Linear 7
2.3.1. *Multiple r* (R majemuk) 7
2.3.2. *R Square* (***R2***) 8
2.3.3. Adjusted R Square. 8
2.3.4. *Observations* 8
2.4. Pola/Bentuk Hubungan antara 2 Variabel 8
2.5. Metode *Trend Linier* 9
2.6. Desain Konseptual 9
2.7. Tinjauan Teknis Desain Konseptual Kapal 10
2.7.1. Penentuan Ukuran Utama Kapal 11
2.7.2. Perhitungan Hambatan Kapal 12
2.7.3. Perhitungan Propulsi Kapal dan Daya Mesin Induk Kapal 12
2.7.4. Stabilitas 12
2.7.5. Desain Rencana Umum (*General Arrangement*) 13
2.8. Pola Operasi Kapal 14
2.9. Perencanaan Pelabuhan 15
2.10. Desain Konseptual Pelabuhan 15

BAB 3 METODOLOGI 17
3.1. Diagram Alir Penelitian 17
3.2. Tahapan Pengerjaan Tugas Akhir 20
3.2.1. Mengidentifikasi permasalahan 21
3.2.2. Pengambilan Data 21
3.2.3. Analisis kondisi eksisting 21
3.2.4. Tahap *welfare state* Pelabuhan Teluk Bungus 22
3.2.5. Analisis Hubungan Transportasi laut dan IPM 23
3.2.6. Analisis Teknis dan Pembahasan Desain Perancangan Kapal 24
3.2.7. Penentuan Ukuran Utama Kapal 24
3.2.8. Perhitungan Koefisien Utama Kapal 25
3.2.9. Perhitungan Hambatan Kapal 25
3.2.10. Perhitungan Berat Kapal 26
3.2.11. Berat Mesin dan Perlengkapan 26
3.2.12. Perhitungan Stabilitas Kapal 27
3.2.13. Perhitungan *Freeboard* 28
3.2.14. Rencana Umum 30
3.2.15. Pola Operasi Angkutan Penyeberangan Penumpang Di Teluk Bungus – Mentawai. 30
3.2.16. Merencanakan fasilitas pelabuhan 30
3.2.17. Membuat kesimpulan dan saran. 31
3.3. Pengumpulan Data 31
3.3.1. Data Indeks Pembangunan Manusia 31
3.3.2. Data Kapal 31
3.3.3. Data Pelabuhan 32
BAB 4 ANALISIS KONDISI EKSISTING 33
4.1. Lokasi Geografis Penelitian 33
4.2. Arus Pelayaran Kepulauan Mentawai 34
4.3. Analisis Transportasi Laut 35
4.4. Analisis Komponen Indeks Pembangunan Manusia 36
4.4.1. Indeks Pendidikan 38
4.4.2. Indeks Kesehatan 39
4.4.3. Indikator Ekonomi 41
4.5. Kapal Eksisting dan Arus Penumpang Kepulauan Mentawai 42
4.5.1. KMP Ambu – Ambu 42
4.5.2. KMP Gambolo 44
4.6. Pola Operasi Kapal Eksisting Kepulauan Mentawai 47
4.6.1. Tarif Kapal Eksisting Kepulauan Mentawai 47
4.7. Komponen Perencanaan Perancangan Kapal 49
4.7.1. Frekuensi Kunjungan Kapal 49
4.7.2. Jenis Kapal 49
4.7.3. Kapasitas Kapal 50
4.8. Kondisi Eksisting Pelabuhan Teluk Bungus 50

4.9. Komponen Perencanaan Pelabuhan 55
4.9.1. Jumlah Pelabuhan 55
4.10. Panjang Dermaga 55
BAB 5 ANALISIS HUBUNGAN TRANSPORTASI LAUT DENGAN INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA 57
5.1. Analisis Hubungan antara Transportasi Laut Dengan IPM 57
5.1.1. Analisis Hubungan Indikator Transportasi Laut dengan Indeks Pembangunan Manusia 58
5.1.2. Analisis Hubungan Indikator Transportasi Laut dengan Indikator Pendidikan dalam Indeks Pembangunan Manusia 59
5.1.3. Analisis Hubungan Indikator Transportasi Laut dengan Indikator Kesehatan dalam Indeks Pembangunan Manusia 61
5.1.4. Analisis Hubungan Indikator Transportasi Laut dengan Indikator Ekonomi dalam Indeks Pembangunan Manusia 63
5.2. Hasil Analisis Hubungan Perancangan Kapal dengan Indeks Pembangunan Manusia 64
5.3. Analisis Kebutuhan Kapal 65
5.4. Desain Konseptual Kapal 66
5.4.1. Penentuan Ukuran Utama Kapal 67
5.4.2. Perhitungan Koefisien Utama Kapal 67
5.4.3. Perhitungan Hambatan Kapal 68
5.4.4. Perhitungan Berat Kapal 68
5.4.5. Perhitungan Stabilitas Kapal 70
5.4.6. Perhitungan *Freeboard* 70
5.4.7. Rencana Umum 72
5.5. Pola Operasi KMP Baru Berguna 74
5.6. Analisis Hubungan antara Pengembangan Pelabuhan dengan Indeks Pembangunan Manusia 75
5.6.1. Perkembangan Pelabuhan Teluk Bungus Kota Padang 75
5.6.2. Perkembangan Pelabuhan di Kepulauan Mentawai 75
5.6.3. Rencana Pengembangan Pelabuhan Teluk Bungus 77
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN 79
6.1. Kesimpulan 79
6.2. Saran 80
DAFTAR PUSTAKA 81
LAMPIRAN I PERHITUNGAN DAN DESAIN KONSEPTUAL KMP BARU BERGUNA 83
LAMPIRAN II LINES PLAN KMP BARU BERGUNA 103
LAMPIRAN III POLA OPERASI MP BARU BERGUNA 105
LAMPIRAN IV Pengembangan Pelabuhan 109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kondisi Eksisting Pelabuhan Teluk Bungus 1
Gambar 1.2 Rata-rata Pertumbuhan Setiap Sektor PDRB Kabupaten Kepulauan Mentawai ... 2
Gambar 2.1 Human Development Index (HDI) 6
Gambar 2.2 *Classical Design Spiral* 11
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian 20
Gambar 4.1 Peta Kepulauan Mentawai 33
Gambar 4.2 Infografis Arus Pelayaran Kepulauan Mentawai 35
Gambar 4.3 Grafik Indeks Pembangunan Manusia Kepulauan Mentawai Tahun 2010 – 2018 37
Gambar 4.4 KMP Ambu – Ambu 42
Gambar 4.5 KMP Gambolo 45
Gambar 4.6 *Layout* Eksisting Pelabuhan Teluk Bungus 51
Gambar 4.7 Area penumpukan pelabuhan Teluk Bungus 52
Gambar 4.8 Jalan akses menuju dermaga 53
Gambar 4.9 Peralatan Tambat Pelabuhan Teluk Bungkus 53
Gambar 4.10 Dermaga Pelabuhan Teluk Bungus 54
Gambar 4.11 Peta Batimetri perairan Teluk Bungus dan sekitarnya 54
Gambar 5.1 Rencana Umum KMP Baru Berguna 73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perubahan Indeks Pembangunan Manusia Kepulauan Mentawai 2015 – 2019 7
Tabel 3.1 *Freeboard table for type B ships* 29
Tabel 4.1 Frekuensi Kunjungan Kapal Mentawai 35
Tabel 4.2 Indeks Pembangunan Manusia Kepulauan Mentawai Tahun 20145– 2019 37
Tabel 4.3 Variabel IPM Pendidikan 39
Tabel 4.4 Variabel IPM Kesehatan 41
Tabel 4.5 Variabel IPM Ekonomi 41
Tabel 4.6 Data Spesifikasi KMP Ambu - Ambu 43
Tabel 4.7 Arus penumpang dan barang KMP Ambu-ambu 44
Tabel 4.8 Data Spesifikasi KMP. GAMBOLO 45
Tabel 4.9 Arus penumpang dan barang KMP GAMBOLO 46
Tabel 4.10 Tarif kapal Kepulauan Mentawai 48
Tabel 4.11 Frekuensi Kunjungan Kapal 49
Tabel 4.12 Dimensi pelabuhan Teluk Bungus 51
Tabel 4.13 Jumlah Dermaga di Kepulauan Mentawai 55
Tabel 4.14 Dimensi Pelabuhan Teluk Bungus, Padang 56
Tabel 5.1 Skenario Transportasi Laut Terhadap Indeks Pembangunan manusia 57
Tabel 5.2 Frekuensi Kunjungan Kapal Eksisting Mentawai 58
Tabel 5.3 Variabel Data Analisis Hubungan Transportasi Laut dan IPM 59
Tabel 5.4 Analisis Hubungan Transportasi Laut dengan Indeks Pembangunan Manusia 59
Tabel 5.5 Variabel Analisis Hubungan Transportasi Laut dan Pendidikan 60
Tabel 5.6 Regresi Statistik IPM Pendidikan dan Transportasi Laut 60
Tabel 5.7 Variabel Analisis Hubungan Transportasi Laut dan Kesehatan 62
Tabel 5.8 Regresi Statistik IPM Kesehatan dan Transportasi Laut 62
Tabel 5.9 Variabel Analisis Hubungan Transportasi Laut dan Ekonomi 63
Tabel 5.10 Regresi Statistik IPM Ekonomi dan Transportasi Laut 64
Tabel 5.11 Hasil Analisis Perancangan Kapal dengan Indeks Pembangunan Manusia 65
Tabel 5.12 Frekuensi Kunjungan Kapal KMP Baru Berguna 66
Tabel 5.13 Data Ukuran Utama Kapal 67

Tabel 5.14 Data Koefisien Utama Kapal Baru 68
Tabel 5.15 Hasil Perhitungan Hambatan Kapal 68
Tabel 5.16 Jumlah Berat Muatan kapal..... 69
Tabel 5.17 Berat Mesin dan Perlengkapan Kapal 69
Tabel 5.18 Hasil Pengecekan Stabilitas Kapal 70
Tabel 5.19 *Freeboard table for type B ships* 71
Tabel 5.20 Hasil Perhitungan Tambung Timbul 72
Tabel 5.21 Pola Operasi KMP Baru Berguna 75
Tabel 5.22 Perkembangan Pelabuhan di Kepulauan Mentawai 76
Tabel 5.23 Variabel Analisis Pengembangan Pelabuhan Mentawai dengan IPM Mentawai .. 76
Tabel 5.24 Regresi Statisktik hubungan Pengembangan Pelabuhan di Kepulauan Mentawai dengan IPM Kepulauan Mentawai 77
Tabel 5.25 Perhitungan Fasilitas Pelabuhan Teluk Bayur 77
Tabel 5.26 Perhitungan Fasilitas Terminal Penumpang Pelabuhan Teluk Bungus 78

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

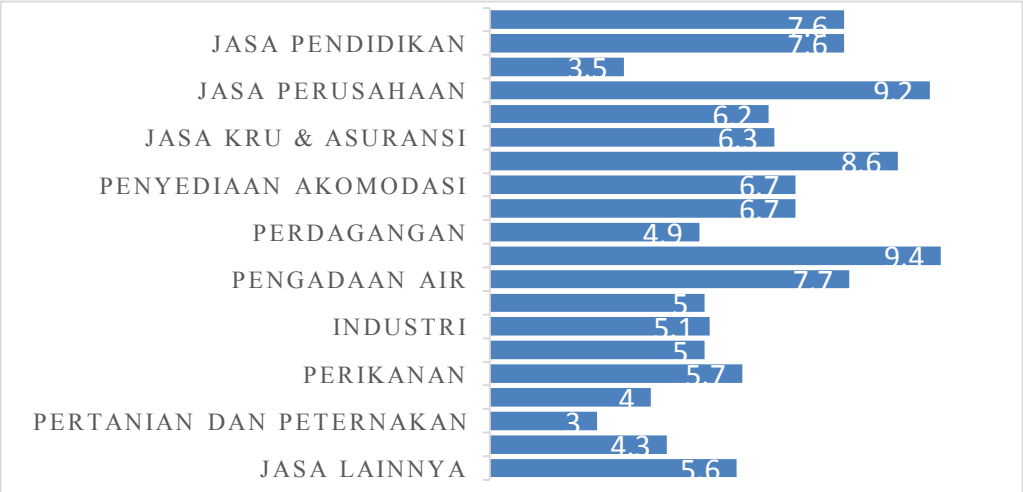
Perairan Barat Kepulauan Mentawai menurut Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) sering kali mengalami cuaca ekstrem dengan tinggi gelombang 2.5-4 meter. Ditjen Perhubungan Laut telah mengeluarkan Makluma Pelayaran No 11/PHBL/2019 untuk menghimbau kewaspadaan ke para nahkoda dan kapal-kapal. Hal tersebut menyebabkan terhambatnya pelayaran menuju Kepulauan Mentawai dikarenakan ombak dan cuaca. Hal ini menyebabkan mobilisasi penduduk Kepulauan Mentawai terganggu akibat kapal yang terhambat berlayar dikarenakan cuaca buruk.

Sumber : Dokumen Pribadi
Gambar 1.1 Kondisi Eksisting Pelabuhan Teluk Bungus

Sebagai satu – satunya akses prasarana transportasi yang menghubungkan Kepulauan Mentawai dengan wilayah luar Kepulauan Mentawai. Pelabuhan Teluk Bungus yang terletak di Kota Padang belum mengalami pengembangan pelabuhan sejak pelabuhan tersebut dibangun pada tahun 1981. Pelabuhan Teluk Bungus hanya terdapat dua buah kapal Ro – Ro yang sandar dan merupakan pelabuhan yang menjadi satu – satunya prasarana dari dua kapal Ro – Ro yang menghubungkan Kota Padang dengan Kepulauan Mentawai. Pergerakan barang dan kendaraan

di Kepulauan Mentawai mempengaruhi indeks pembangunan manusia, di mana pada indikator IPM terdapat indikator ekonomi, pendidikan dan kesehatan. Pada indikator ekonomi yang dimaksud yaitu pergerakan barang seperti sembako, peralatan rumah tangga, sandang serta pangan dan kendaraan penunjang transportasi darat di Kepulauan Mentawai, pada indikator kesehatan yang dimaksud yaitu berupa fasilitas kesehatan seperti obat – obatan dan alat penunjang kesehatan, sedangkan pada indikator pendidikan yang dimaksud berupa fasilitas penunjang proses mengajar seperti buku dan alat tulis.

Peningkatan volume arus penumpang dan barang di Pelabuhan Teluk Bungus tidak diiringi dengan pengembangan Pelabuhan Teluk Bungus. Dapat dilihat pada gambar 1, kondisi sarana dan prasana Pelabuhan Teluk Bungus terlihat kurang memadai, hal ini menyebabkan penumpang merasa kurang nyaman dan aman sehingga lebih memilih menggunakan Pelabuhan Swasta dengan patokan harga lebih tinggi. Menurut Peraturan Menteri Perhubungan no 20 tahun 2017 terminal khusus hanya dapat dibangun dan dioperasikan dalam hal seperti pelabuhan terdekat tidak dapat menampung kegiatan pokok instansi pemerintah atau badan usaha dan berdasarkan pertimbangan ekonomis dan teknis operasional akan lebih efektif dan efisien serta lebih menjamin keselamatan dan keamanan kerja, maka dari itu untuk menghindari adanya terminal untuk kepentingan sendiri maka dilakukan pengembangan terhadap Pelabuhan Teluk Bungus.



Sumber : Analisis Tim Konsultan Kementrian Kelautan, 2017
Gambar 1.2 Rata-rata Pertumbuhan Setiap Sektor PDRB Kabupaten Kepulauan Mentawai

Dapat dilihat dari rata-rata laju pertumbuhan setiap sektor PDRB Kabupaten Kepulauan Mentawai tahun 2013-2017 bahwa sektor transportasi dan penyediaan akomodasi berkontribusi dengan jumlah ratio 13.4 dari pertumbuhan dibanding sektor lainnya. Hal ini menjadi pengaruh yang besar terhadap perekonomian masyarakat Kabupaten Kepulauan Mentawai.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarakan latar belakang permasalahan di atas, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi eksisting penyelenggaraan angkutan penyeberangan di Pelabuhan Teluk Bungus dan antar Kepulauan Mentawai?
2. Bagaimana hubungan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dengan perancangan kapal di Pelabuhan Teluk Bungus, Padang dan Kepulauan Mentawai?
3. Bagaimana hubungan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dengan pengembangan pelabuhan di Pelabuhan Teluk Bungus, Padang dan di Kepulauan Mentawai?
4. Bagaimana pola operasi angkutan penyeberangan sesuai dengan desain konseptual dan standarisasi kementrian perhubungan Indonesia?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut;

1. Mengetahui kondisi eksisting penyelenggaraan angkutan transportasi laut di Pelabuhan Teluk Bungus – Mentawai dan antar Kepulauan Mentawai.
2. Mengetahui hubungan perancangan kapal dengan Indeks Pembangunan Manusia.
3. Mengetahui hubungan pengembangan Pelabuhan Teluk Bungus, Padang dan di Kepulauan Mentawai dengan Indeks Pembangunan Manusia.
4. Mengetahui pola operasi angkutan penyeberangan sesuai dengan desain konseptual dan standarisasi menurut kementrian perhubungan Indonesia.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Penelitian ini terbatas pada Daerah Teluk Bungus dan Kepulauan Mentawai.
2. Perhitungan IPM terbatas untuk masyarakat Pulau Mentawai
3. Desain kapal terbatas pada penentuan ukuran utama kapal dan rencana umum atau *general arrangement*
4. Desain pengembangan pelabuhan terbatas pada desain konseptual

1.5. Manfaat

Adapun manfaat yang diperoleh dari penulisan tugas akhir ini adalah:

a. Bagi Akademisi:

1. Mampu menganalisa pengaruh dari pengembangan pelabuhan terhadap peningkatan indeks pembangunan manusia
2. Mampu menganalisa desain konseptual kapal dan desain pengembangan pelabuhan sesuai dengan kebutuhan masyarakat demi terciptanya peningkatan IPM daerah Kepulauan Mentawai
3. Memberikan inspirasi kepada pembaca untuk melakukan penelitian lanjutan mengenai pengembangan pelabuhan atau dalam sektor lain dalam rangka peningkatan IPM suatu daerah

b. Bagi praktisi:

1. Memberikan masukan kepada ASDP Kota Padang mengenai desain konseptual kapal penyeberangan dan desain konseptual Pelabuhan Teluk Bungus, Padang, Sumatera Barat.
2. Memberikan pola operasi angkutan penyeberangan di Teluk Bungus – Mentawai untuk guna meningkatkan pelayanan dan efisiensi.

1.6. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah terdapat hubungan yang berpengaruh antara transportasi laut dengan Indeks Pembangunan Manusia di kepulauan Mentawai dengan melakukan pengembangan pelabuhan dan desain kapal yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat

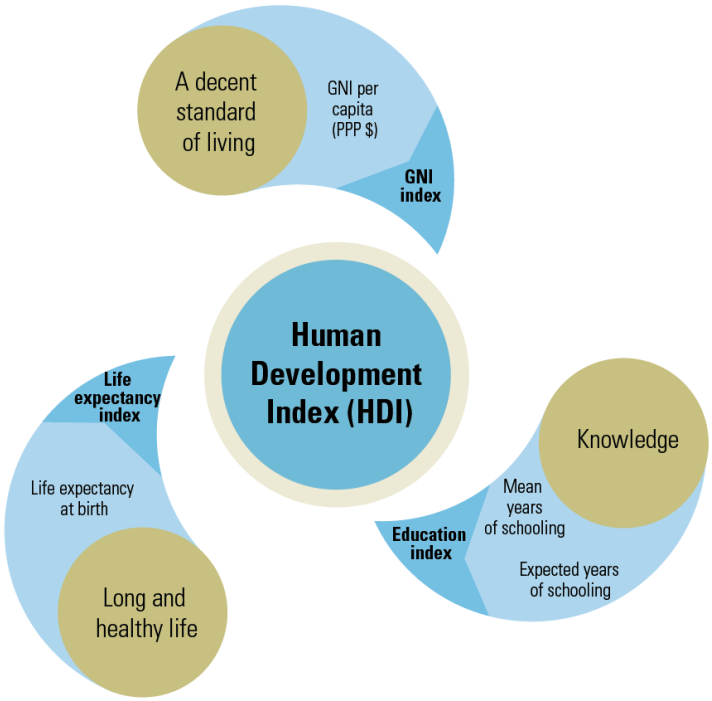
BAB 2
STUDI LITERATUR

2.1. Angkutan Laut Sebagai Penunjang Pembangunan

Sebagai negara maritim, angkutan laut menjadi *penghubung antar pulau* di Indonesia. Menurut Kementrian PPN/Bappenas, (2019), angkutan laut merupakan penguat konektivitas transportasi laut. Angkutan laut berperan besar dalam pemfasilitasan pergerakan logistik di seluruh Indonesia, serta meningkatkan konektivitas antar wilayah terutama dalam pengembangan ekonomi suatu wilayah dalam rangka mengurangi kesenjangan sosial dan disparitas harga. Salah satu arah kebijakan dan strategi untuk memperkuat konektivitas transportasi laut diantaranya yaitu peningkatan jumlah *coverage* dan frekuensi pelayanan angkutan laut yang komprehensif atau saling melengkapi dan terpadu antar layanan angkutan laut. Melalui memperkuat keterpaduan antarmoda angkutan laut dan udara serta jalan lintas sesuai dengan karakteristik wilayah dan penentuan rute subsidi yang sesuai dengan kebutuhan wilayah dapat mendorong aktivitas ekonomi suatu wilayah.

2.2. Indeks Pembangunan Manusia (IPM)

Menurut Badan Pusat Statistik Indonesia, (2018) indeks pembangunan manusia adalah tolak ukur perbandingan dari harapan hidup, pendidikan serta standar hidup untuk semua negara di seluruh dunia. Indeks pembangunan manusia merupakan indikator dalam mengukur taraf kualitas fisik dan non fisik penduduk, di mana kualitas fisik dapat dilihat dari angka harapan hidung, sedangkan kualitas non fisik dapat dilihat dari lamanya rata-rata penduduk bersekolah dan angka melek huruf. Konsep pembangunan manusia dengan menggunakan tiga dimensi manusia, yaitu umur panjang dan sehat, pengetahuan, dan standar hidup yang layak. Dimensi berumur panjang dan sehat diwakili oleh indikator harapan hidup saat lahir. Dimensi pengetahuan diwakili oleh indikator harapan lama sekolah dan rata-rata lama sekolah. Sementara itu, dimensi standar hidup layak diwakili oleh penggantian per-kapita. Ketiga dimensi ini dalam suatu indeks komposit yang membentuk IPM. (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2018)



(Sumber : *United Nations Development Programme*)
Gambar 2.1 Human Development Index (HDI)

Menurut Sen, (1999) indeks pembangunan manusia merupakan langkah pengantar dalam kumpulan informasi yang ada didalam *Human Development Report (HDR)*. Indeks pembangunan manusia dapat disajikan dengan tabel sistematis dan analisis kritis terperinci yang disajikan dalam *Human Development Report (HDR). Human Development Report* menjadi suatu unggulan yang berhasil menjadi salah satu patokan ukuran alternatif pembangunan yang melengkapi *Gross National Product (GNP)*. Indeks pembangunan manusia didasarkan pada tiga komponen yang berbeda yaitu indikator umur panjang, pendidikan serta pendapatan perkepala yang digagas oleh Sen, (1999), tidak seperti *GNP* yang hanya berfokus pada ekonomi suatu negara. Manfaat dari indeks pembangunan manusia diantaranya yaitu

- Merupakan indikator penting untuk mengukur keberhasilan dalam upaya pembangunan kualitas hidup manusia
- Dapat menentukan peringkat atau level pembangunan suatu daerah/negara
- Indeks pembangunan manusia merupakan data strategis sebagai ukuran kinerja pemerintah dan sebagai alokator penentuan Dana Alokasi Umum (DAU)

Berikut merupakan tabel perkembangan indeks pembangunan manusia di Kepulauan Mentawai dari tahun 2015-2019 yang dirilis oleh Badan Pusat Statistika (BPS) Kepulauan Mentawai.

Tabel 2.1 Perubahan Indeks Pembangunan Manusia Kepulauan Mentawai 2015 – 2019

Tahun	IPM Mentawai	Perubahan IPM
2015	57.41	-
2016	58.27	1.48%
2017	59.25	1.65%
2018	60.28	1.71%
2019	61.26	1.60%

Sumber : *Badan Pusat Statistika Kepulauan Mentawai* 2020

2.3. Model Analisis Regresi Linear

Regresi linear adalah alat statistik yang dipergunakan untuk mengetahui pengaruh antara satu atau beberapa variabel terhadap satu buah variabel. Variabel yang mempengaruhi sering disebut variabel bebas, variabel independen atau variabel penjelas. Variabel yang dipengaruhi sering disebut dengan variabel terikat atau variabel dependen. Regresi linear hanya dapat digunakan pada skala interval dan ratio. Secara umum regresi linear terdiri dari dua, yaitu regresi linear sederhana yaitu dengan satu buah variabel bebas dan satu buah variabel terikat; dan regresi linear berganda dengan beberapa variabel bebas dan satu buah variabel terikat.

Analisis regresi linear merupakan metode statistik yang paling jamak dipergunakan dalam penelitian-penelitian sosial, terutama penelitian ekonomi. Analisis regresi linear sederhana dipergunakan untuk mengetahui pengaruh antara satu buah variabel bebas terhadap satu buah variabel terikat. Persamaan umumnya adalah

$$Y = a + b\,.X \qquad \text{(Persamaan 2.1)}$$

Dengan Y adalah variabel terikat dan X adalah variabel bebas. Koefisien a adalah konstanta (*intercept*) yang merupakan titik potong antara garis regresi dengan sumbu Y pada koordinat kartesius. Analisis regresi linear berganda sebenarnya sama dengan analisis regresi linear sederhana, hanya variabel bebasnya lebih dari satu buah. Persamaan umumnya adalah:

$$Y = a + b1\ X1 + b2\ X2 + ... + bn\ Xn. \qquad \text{(Persamaan 2.2)}$$

Dengan Y adalah variabel bebas, dan X adalah variabel-variabel bebas, a adalah konstanta (intersept) dan b adalah koefisien regresi pada masing-masing variabel bebas.

2.3.1. *Multiple r* (R majemuk)

Multipel R adalah suatu ukuran untuk mengukur tingkat (keeratan) hubungan linear antara variabel terikat dengan seluruh variabel bebas secara bersama-sama. Pada kasus dua variabel (satu variabel terikat dan satu variabel bebas), besaran r (biasa dituliskan dengan huruf kecil untuk dua variabel) dapat bernilai positif maupun negatif (antara -1 – 1), tetapi untuk lebih

dari dua variabel, besaran R selalu bernilai positif (antara 0 – 1). Nilai R yang lebih besar (+ atau -) menunjukkan hubungan yang lebih kuat. (Supranto, 1987)

2.3.2. *R Square* (R^2)

Sering disebut dengan koefisien determinasi, adalah mengukur kebaikan suai (*goodness of fit*) dari persamaan regresi; yaitu memberikan proporsi atau persentase variasi total dalam variabel terikat yang dijelaskan oleh variabel bebas. Nilai R^2 terletak antara 0 – 1, dan kecocokan model dikatakan lebih baik kalau R^2 semakin mendekati 1. (Supranto, 1987)

2.3.3. *Adjusted R Square.*

Suatu sifat penting R^2 adalah nilainya merupakan fungsi yang tidak pernah menurun dari banyaknya variabel bebas yang ada dalam model. Oleh karenanya, untuk membandingkan dua R^2 dari dua model, orang harus memperhitungkan banyaknya variabel bebas yang ada dalam model. Ini dapat dilakukan dengan menggunakan "*adjusted R square*". Istilah penyesuaian berarti nilai R^2 sudah disesuaikan dengan banyaknya variabel (derajat bebas) dalam model. Memang, R^2 yang disesuaikan ini juga akan meningkat bersamaan meningkatnya jumlah variabel, tetapi peningkatannya relatif kecil. Seringkali juga disarankan, jika variabel bebas lebih dari dua, sebaiknya menggunakan adjusted R square. (Supranto, 1987)

2.3.4. *Observations*

Observations merupakan jumlah data yang diolah.

2.4. Pola/Bentuk Hubungan antara 2 Variabel

1. Korelasi Linear Positif (+1)

   Perubahan salah satu Nilai Variabel diikuti perubahan Nilai

Variabel yang lainnya secara teratur dengan arah yang sama. Jika Nilai Variabel X mengalami kenaikan, maka Variabel Y akan ikut naik. Jika Nilai Variabel X mengalami penurunan, maka Variabel Y akan ikut turun. Apabila Nilai Koefisien Korelasi mendekati +1 (positif Satu) berarti pasangan data Variabel X dan Variabel Y memiliki Korelasi Linear Positif yang kuat/Erat. (Supranto, 1987)

2. Korelasi Linear Negatif (-1)

Perubahan salah satu Nilai Variabel diikuti perubahan Nilai Variabel yang lainnya secara teratur dengan arah yang berlawanan. Jika Nilai Variabel X mengalami kenaikan, maka Variabel Y akan turun. Jika Nilai Variabel X mengalami penurunan, maka Nilai Variabel Y akan naik. Apabila Nilai Koefisien Korelasi mendekati -1 (Negatif Satu) maka hal ini

menunjukan pasangan data Variabel X dan Variabel Y memiliki Korelasi Linear Negatif yang kuat/erat. (Supranto, 1987)

2. Tidak Berkorelasi (0)

   Kenaikan Nilai Variabel yang satunya kadang-kadang diikut dengan penurunan Variabel lainnya atau kadang-kadang diikuti dengan kenaikan Variable yang lainnya. Arah hubungannya tidak teratur, kadang-kadang searah, kadang-kadang berlawanan.

Apabila Nilai Koefisien Korelasi mendekati 0 (Nol) berarti pasangan data Variabel X dan Variabel Y memiliki korelasi yang sangat lemah atau berkemungkinan tidak berkorelasi.

2.5. Metode *Trend Linier*

Analisis trend merupakan pendekatan dari garis regresi di mana variabel bebasnya berupa variabel waktu. (Supranto, 1987). Dalam penelitian ini terdapat dua macam pendekatan yaitu pendekatan garis trend linier dan non linier. Pemilihan pendekatan dalam penelitian ini didasarkan pada pola data yang dapat dilihat dari bentuk kurva. Menurut Arsyad, (2001) metode yang paling sering dipakai untuk menjelaskan trend linier adalah metode kuadrat terkecil dengan model persamaan

$$Yt = a + b\text{t} \qquad \text{(Persamaan 2.3)}$$

Di mana, Yt menunjukan nilai taksiran Y pada nilai t tertentu. Sedangkan *a* adalah nilai *intercept* dari Y, artinya nilai Yt akan sama dengan *a* jika nilai t = 0. Lalu *b* adalah nilai *slope* yang merupakan besar kenaikan nilai Yt pada setiap nilai *t.* Di mana *t* merupakan nilai tertentu yang menunjukan periode waktu.

2.6. Desain Konseptual

Desain Konseptual adalah fase awal dan kritis dari proses desain. Menurut Nagel, Stone, & McAdams, (2007) keputusan yang dibuat pada tahap ini dapat mempengaruhi tujuh puluh lima persen dari biaya produksi. Oleh karena itu, salah satu faktor penting untuk keberhasilan produksi adalah memiliki metode dan alat yang memungkinkan desainer bekerja lebih efektif selama fase desain konseptual. Untuk membangun metode dan alat seperti itu, pengetahuan tentang kegiatan desain seperti sifat proses desain dan faktor-faktor yang mempengaruhi kegiatan desain sangat diperlukan.

Desainer dapat memanfaatkan pemodelan fungsional teknik untuk secara sistematis mengembangkan desain berdasarkan persyaratan produk seperti kebutuhan pelanggan, desain tujuan, peraturan, dan kode tanpa mengacaukan proses desain dengan memperhatikan solusi teknik dan domain. Ketika seorang desainer bebas untuk mempertimbangkan interaksi

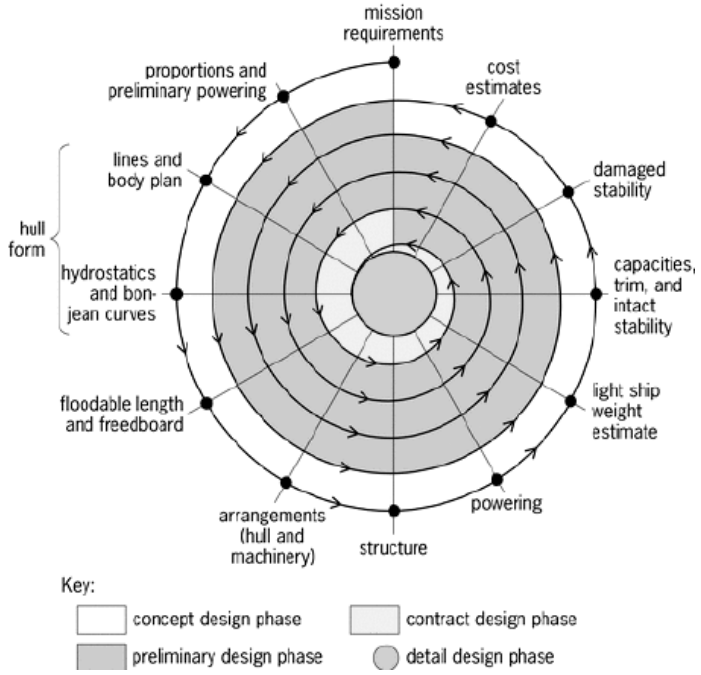
fungsional dari suatu solusi dikurangi desain dan domain rekayasa, semua elemen fungsional bisa sinergis dimasukkan ke dalam fungsional konseptual model. (Nagel, Stone, & McAdams, 2007)

2.7. Tinjauan Teknis Desain Konseptual Kapal

Proses desain kapal adalah proses yang berulang-ulang, artinya semua perencanaan dan analisis dilakukan secara berulang sampai didapatkan hasil yang *maks*imal ketika desain tersebut dikembangkan. (Evans, 1959).

Desain awal kapal pada umumnya didapatkan melalui 4 tahapan pokok, yaitu: *concept design, preliminary design, contract design* dan *detail design*. (INAMEQ, 2020). Desain ini digambarkan pada desain spiral yang dikembangkan oleh Evans, (1959).

1. *Concept design* adalah tahap lanjutan setelah adanya owner requirement, menurut Inameq,(2020) konsep desain dapat dibuat dengan menggunakan rumus pendekatan, kurva ataupun pengalaman untuk membuat perkiraan-perkiraan awal yang bertujuan untuk mendapatkan estimasi biaya konstruksi, biaya permesinan kapal dan biaya peralatan serta perlengkapan kapal. Hasil dari tahapan konsep desain ini umumnya berupa gambar atau sketsa.
2. *Preliminary design* adalah langkah lanjutan dari concept design yaitu dengan melakukan pengecekan kembali ukuran utama kapal yang didapat dari concept design untuk kemudian dikaitkan dengan performance.
3. *Contract design* merupakan tahap lanjutan setelah *pleminiary design* yaitu tahao oengembangan perancangan kapal dalam bentuk yang lebih detail di mana pembuat kapal memahami kapal secara akurat hingga estimasi biaya pembuatan kapal.
4. *Detail design* adalah tahap terakhir dari hasil tahapan *contract design,* di mana mengembangkan rencana dan perhitungan untuk proses konstruksi dan operasional kapal.



Sumber : http://www.marinewki.org/images/Ship_design_sprial.jpg
Gambar 2.2 *Classical Design Spiral*

2.7.1. Penentuan Ukuran Utama Kapal

Ukuran utama kapal yang optimum bisa didapatkan melalui metode optimisasi dengan menggunakan ukuran utama awal *(initial value)* sebagai acuan untuk melakukan perhitungan awal. Adapun ukuran utama awal yang perlu diperhatikan pada kapal pembanding antara lain:

1. *LPP (Length Between Perpendicular)*, yaitu panjang yang diukur antara dua garis tegak, yaitu jarak horizontal antara garis tegak buritan (AP) dengan garis tegak haluan (FP).
2. *Loa* (*Length overall*), merupakan panjang seluruhnya, jarak horizontal yang diukur dari titik terluar depan sampai titik terluar belakang kapal.
3. *B* (*Breadth*), yaitu lebar terbesar diukur pada bagian tengah kapal diantara dua sisi dalam kulit kapal. Khusus untuk kapal-kapal yang terbuat dari kayu, diukur pada sisi terluar kulit kapal.
4. *H (Height*), yaitu jarak tegak yang diukur pada bidang tengah kapal, dari atas lunas sampai sisi atas balok geladak di sisi kapal.
5. *T (Draught)*, yaitu jarak tegak yang diukur dari sisi atas lunas sampai permukaan air.

Ukuran utama kapal menjadi acuan dalam perhitungan komponen kapal selanjutnya seperti hambatan yang diterima kapal, stailitas, dan lain sebagainya. Ukuran utama awal ini diperoleh dari kapal pembanding.

2.7.2. Perhitungan Hambatan Kapal

Menurut Hernanta, Manik, & Iqbal, (2017) kapal yang bergerak di media air dengan kecepatan tertentu, akan mengalami gaya hambat (tahanan atau *resistance*) yang berlawanan dengan arah gerak kapal tersebut. Besarnya hambatan kapal sangat dipengaruhi oleh kecepatan gerak kapal (Vs), berat air yang dipindahkan oleh badan kapal yang tercelup dalam air (*displacement*), dan bentuk badan kapal (*hull form*). Berdasarkan pada proses fisiknya hambatan pada kapal yang bergerak di permukaan air terdiri dari dua komponen utama yaitu tegangan normal (*normal stress*) dan tegangan geser (*tangential stress*).

Tegangan normal berkaitan dengan hambatan gelombang (*wave making*) dan tegangan viskositas. Sedangkan tegangan geser disebabkan oleh adanya viskositasitas fluida. Komponen hambatan kemudian disederhanakan menjadi dua kelompok yaitu hambatan viskositas (*viscous resistance*) dan hambatan gelombang (*wave resistance*). Dalam melakukan perhitungan hambatan utama kapal, ada ukuran utama yang terlebih dahulu harus diubah, yaitu Lpp menjadi Lwl .

2.7.3. Perhitungan Propulsi Kapal dan Daya Mesin Induk Kapal

1. Propulsi

Untuk mendapatkan harga daya mesin induk yang dibutuhkan, terlebih dahulu dilakukan perhitungan *propulsive coeffisient*. Adapun untuk rumus-rumus perhitungan *propulsive coefficient* (η_D) dalam Lewis, (1980).

2. Daya Mesin Utama

Dalam memilih mesin induk yang akan digunakan suatu kapal, maka dibutuhkan perkiraan daya mesin utama yang mampu mencakup seluruh kebutuhan kapal sehingga kapal dapat beroperasi dengan baik. Setelah daya mesin utama dihitung, selanjutnya adalah memilih mesin utama pada di katalog mesin induk dengan kapasitas daya yang sama atau sedikit diatas daya yang telah dihitung. Dalam hal ini data mesin yang akan digunakan diambil dari katalog mesin induk. Untuk perhitungan daya motor induk (P_B).

2.7.4. 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, yang paling penting adalah mencari harga lengan dinamis (GZ). Kemudian setelah harga GZ didapat, maka dilakukan pengecekan dengan (IMO)

Sebagaimana yang telah disebutkan sebelumnya, maka pengecekan perhitungan stabilitas menggunakan (IMO) Regulasi A.749 (18), yang isinya adalah sebagai berikut :

Kriteria stabilitas untuk semua jenis kapal :

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

   Luas gambar dibawah 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 dibawah 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 dibawah 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 *maks*imum 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

2.7.5. Desain Rencana Umum (*General Arrangement*)

Rencana umum dibuat berdasarkan *lines plan* yang telah dibuat sebelumnya. Dengan *lines plan* secara garis besar bentuk badan kapal akan terlihat sehingga memudahkan dalam merencanakan serta menentukan pembagian ruangan sesuai dengan fungsinya masing-masing. Rencana Umum / *General Arrangement* dalam Watson didefinisikan sebagai perencanaan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapannya. Ruangan-ruangan tersebut misalnya: ruang muat, ruang akomodasi, ruang mesin, dll. Disamping itu, juga meliputi perencanaan penempatan lokasi ruangan beserta aksesnya. Menurut Watson karakteristik rencana umum dibagi menjadi 4 bagian antara lain :

a. Penentuan lokasi ruang utama
b. Penentuan batas-batas ruangan
c. Penentuan dan pemilihan perlengkapan yang tepat
d. Penentuan akses (jalan atau lintasan) yang cukup

Langkah pertama dalam menyelesaikan permasalahan rencana umum adalah menempatkan ruangan-ruangan utama beserta batas-batasnya terhadap lambung kapal dan bangunan atas. Adapun ruangan utama di*maks*ud adalah :

a. Ruang Muat
b. Kamar mesin
c. Ruangan untuk crew dan penumpang
d. Tangki-tangki (bahan bakar, ballast, air tawar, dll)
e. Ruangan-ruangan lainnya

Pada saat yang bersamaan juga ditentukan kebutuhan lain yang harus diutamakan seperti:

a. Sekat kedap masing-masing ruangan
b. Stabilitas yang cukup
c. Struktur / konstruksi
d. Penyediaan akses yang cukup

Penyusunan rencana umum merupakan suatu proses bertahap yang disusun dari percobaan, pengecekan, dan penambahan. Referensinya bisa didapat dari data rencana umum kapal-kapal pembanding yang memiliki spesifikasi tidak jauh berbeda dengan kapal yang sedang dirancang. Pendekatan penyelesaian permasalahan rencana umum harus didasarkan pada informasi *min*imum. Setelah semua langkah tersebut dipenuhi dan desain kapal sudah jadi lalu dibutuhkan pengecekan kembali atas ukuran-ukuran utama sudah sesuai dengan yang ditentukan.

2.8. Pola Operasi Kapal

Penentuan Rute Alternatif Kapal pada dasarnya merupakan hal penting dalam berjalannya roda ekonomi di suatu daerah. Menurut Khoiruddin.MZ, Ir. Tri Achmadi, & Eka Wahyu Ardhi, (2017), masalah rute dan penjadwalan kapal menghasilkan dua macam pendekatan metode, yaitu :

1. Metode optimal

   Pendekatan ini menggunakan metode-metode dari program linier atau integer programming di mana didasarkan pada pemograman matematis. Dengan menggunakan metode pendekatan ini akan diperoleh suatu solusi yang optimal, akan tetapi metode pendekatan ini hanya baik jika permasalahan yang dihadapi kecil. Untuk permasalahan yang melibatkan jumlah input data yang besar, metode penyelesaian ini menjadi tidak efisien Karena penyelesaiannya membutuhkan waktu

komputasi yang lama. (KHOIRUDDIN.MZ, Ir. Tri Achmadi, & Eka Wahyu ArdhI, 2017)

2. Metode Heuristik

   Pendekatan ini menggunakan alogaritma yang secara interaktif dan menghasilkan solusi yang mendekati optimal. Pendekatan heuristic menghasilkan perhitungan yang cepat dikarenakan dilakukan dengan membatasi pencarian dengan mengurangi jumlah alternatif yang ada. Pendekatan heuristic lebih dapat diterapkan ke permasalahan nyata di mana permasalahan melibatkan jumlah input data yang besar (KHOIRUDDIN.MZ, Ir. Tri Achmadi, & Eka Wahyu ArdhI, 2017)

2.9. Perencanaan Pelabuhan

Menurut Kementrian PPN/Bappenas, (2019) kebijakan dan strategi untuk memperkuat konektivitas transportasi laut salah satunya yaitu peningkatan dan pengembangan pelabuhan sesuai dengan standar layanan yang ditetapkan, serta aktivasi rute melalui aliansi strategis jaringan pelayaran dan utilitas kapal yang lebih besar. Tingkat pelayanan serta pelabuhan di Indonesia belum sesuai dengan standar pelayanan sesuai hierarki dan fungsinya seperti armada kapal yang dimiliki perusahaan pelayaran terbatas pada do*min*asi kapal yang berumur tua.

Perlu integrasi pengembangan pelabuhan dengan pembangunan kawasan industri. Pengembangan pelabuhan difokuskan pada fasilitas fisik suatu pelabuhan seperti peningkatan kapasitas pelabuhan, pengelolaan pelabuhan, waktu tunggu kapal, efisiensi bongkar muat, ad*min*istrasi dokumen dan perubahan fundamental lainnya, hal ini harus diiringi dengan penguatan terhadap armada pelayaran nasional yang mampu bersaing dengan dukungan sarana dan prasana yang lebih modern. (Kementrian PPN/Bappenas, 2019)

2.10. Desain Konseptual Pelabuhan

Menurut Kementrian Perhubungan, (2017) tentang penyelenggaraan pelabuhan penyeberangan, yang di*maks*ud dengan pelabuhan penyeberangan adalah pelabuhan laut, sungai, dan danau yang digunakan untuk melayani angkutan penyeberangan yang berfungsi menghubungkan jaringan jalan dan/atau jaringan jalur kereta api yang dipisahkan oleh perairan untuk mengangkut penumpang dan kendaraan beserta muatannya. Pelabuhan penyeberangan disusun berdasarkan kriteria kebutuhan seperti fasilitas pokok dan fasilitas penumpang.
Adapun beberapa fasilitas pokok yang di*maks*ud meliputi :

a. Ter*min*al penumpang
b. Penimbangan kendaraan bermuatan (angkutan barang)

c. Jalan penumpang keluar/masuk kapal (*Gang Way*)
d. Perkantoran untuk kegiatan pemerintahan dan pelayanan jasa pelabuhan, termasuk fasilitas untuk kegiatan pengaturan, pengendalian, dan pengawasan lalu lintas dan angkutan penyeberangan di daerah lingkungan kerja (DLKR)
e. Fasilitas *bungker,* Instalasi air bersih, listrik, dan telekomunikasi
f. Akses jalan dan/atau jalur kereta api
g. Fasilitas pemadam kebakaran dan Tempat tunggu kendaraan bermotor sebelum naik ke kapal

Adapun beberapa fasilitas penunjang yang di*maks*ud meliputi :

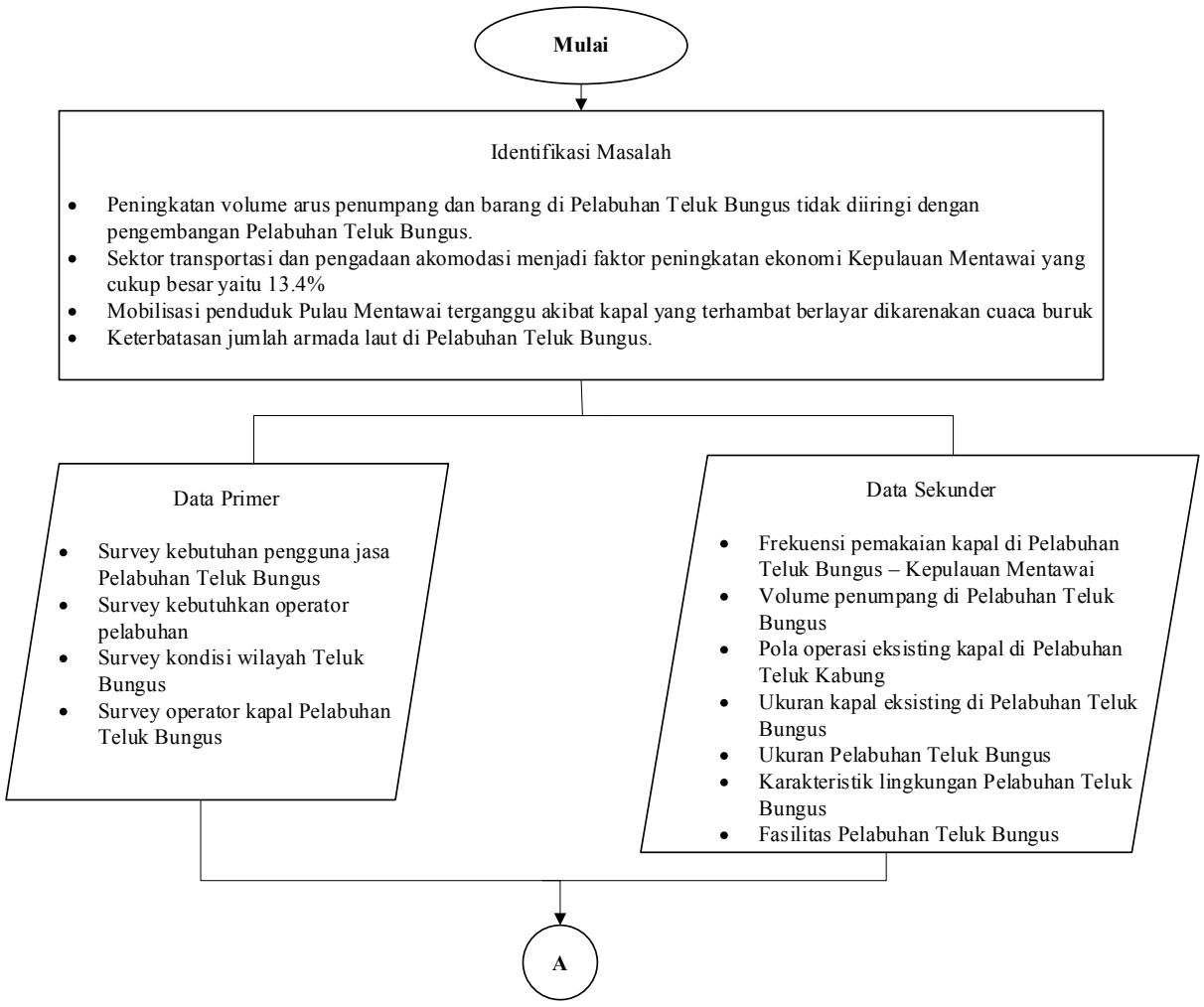
a. Kawasan perkantoran untuk Kristiana & Sunarni, (2018) menunjang kelancaran pelayanan jasa kepelabuhanan
b. Tempat penampungan limbah
c. Fasilitas usaha yang menunjang kegiatan pelabuhan penyeberangan
d. Areal pengembangan pelabuhan
e. Fasilitas umum lainnya

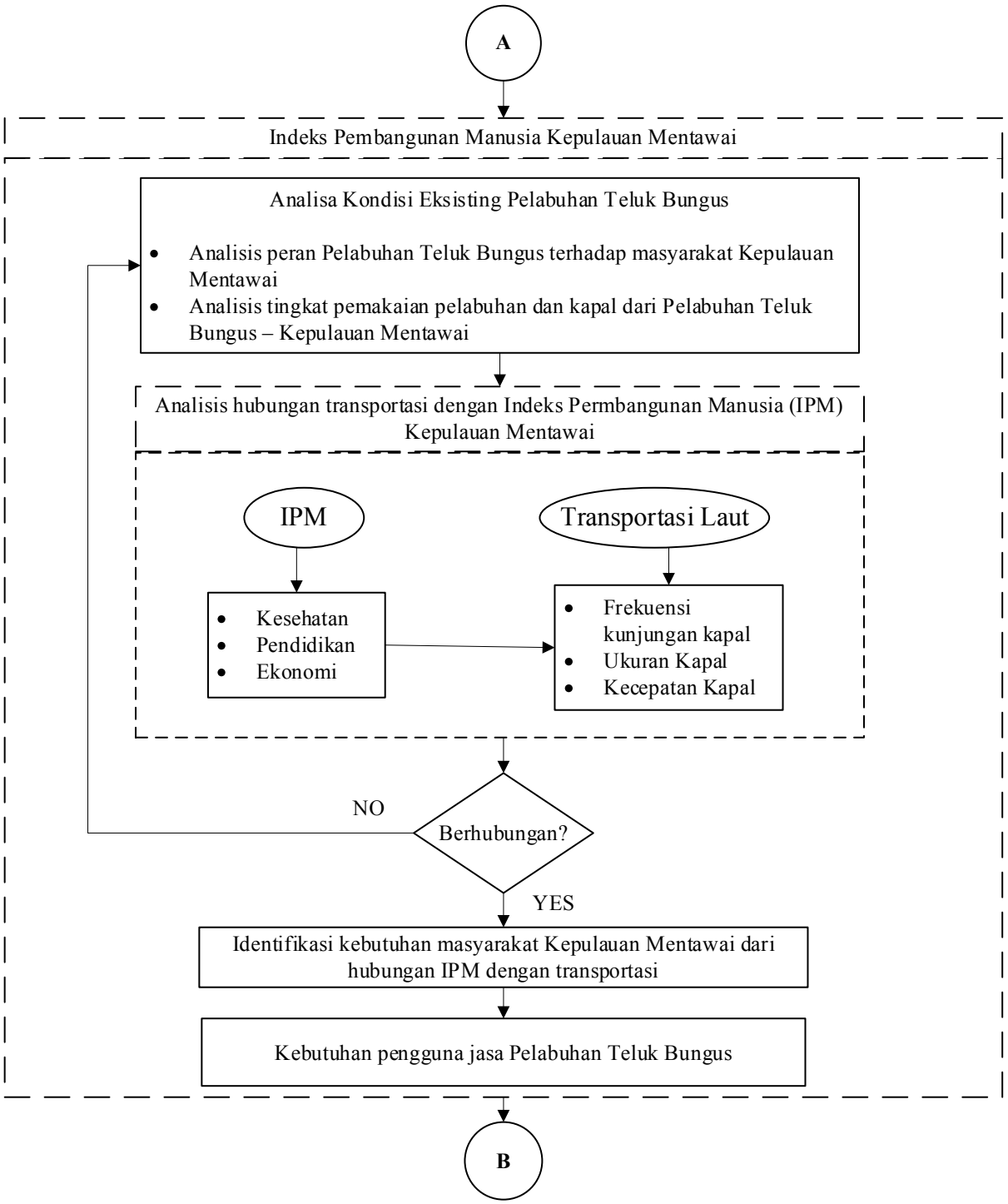
Menurut Keputusan Menteri Perhubungan Nomor Km 52 Tahun 2004 Pasal 74 dikatakan bahwa pengembangan dan/atau penambahan fasilitas pelabuhan penyeberangan hanya dapat dilakukan berdasarkan Rencana Induk Pelabuhan Nasional dan Rencana Pengembangan Transportasi Penyeberangan Nasional.

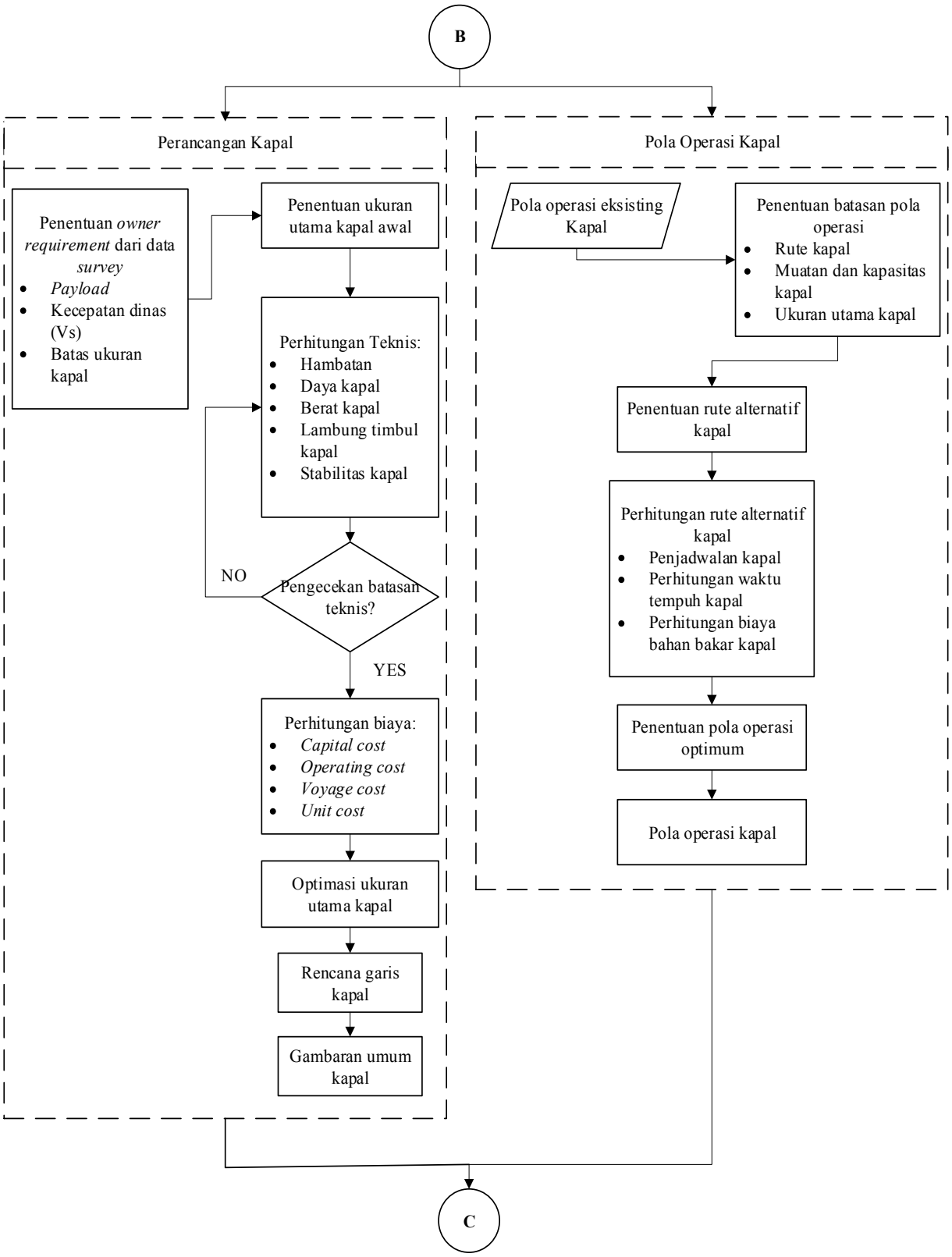
BAB 3
METODOLOGI

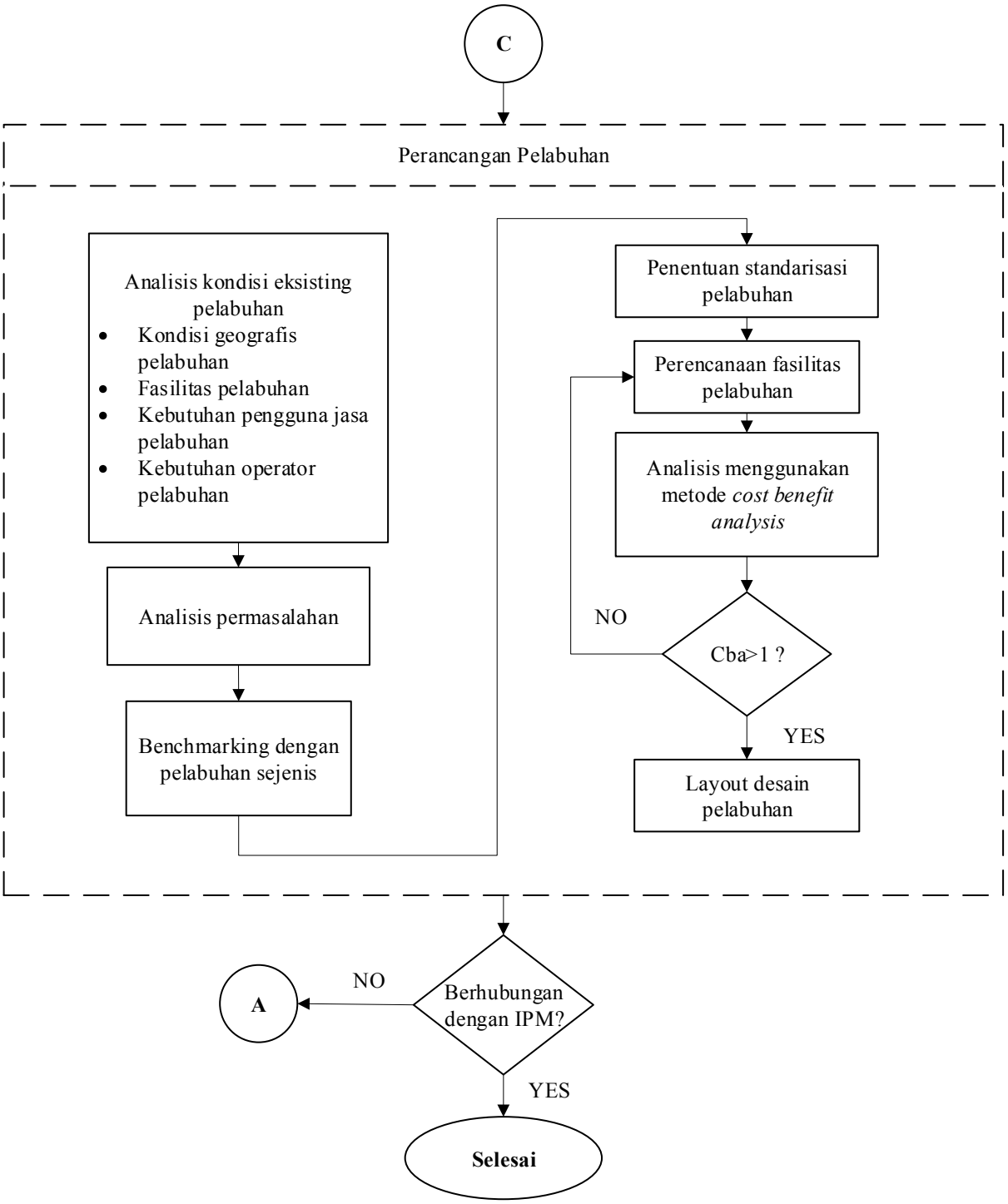
3.1. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan mengacu pada beberap metode analisis data. Tujuan utama dari Tugas Akhir ini adalah menjelaskan bagaimana hubungan antara ketersediaan transportasi laut dengan indeks pembangunan manusia di wilayah tertentu. Transportasi laut yang menghubungkan kepulauan Mentawai dengan pulau Sumatera dipilih sebagai studi kasus pada penelitian ini. Tahapan pengerjaan terperinci dijabarakan dalam bentuk diagram alir. Diagram alir dalam pengerjaan penelitian ini dapat dilihat pada tabel diagram alir sebagai berikut.




A
Indeks Pembangunan Manusia Kepulauan Mentawai
Analisa Kondisi Eksisting Pelabuhan Teluk Bungus
Analisis peran Pelabuhan Teluk Bungus terhadap masyarakat Kepulauan Mentawai
Analisis tingkat pemakaian pelabuhan dan kapal dari Pelabuhan Teluk Bungus – Kepulauan Mentawai
Analisis hubungan transportasi dengan Indeks Permbangunan Manusia (IPM) Kepulauan Mentawai
IPM
Transportasi Laut
Kesehatan
Pendidikan
Ekonomi
Frekuensi kunjungan kapal
Ukuran Kapal
Kecepatan Kapal
NO
Berhubungan?
YES
Identifikasi kebutuhan masyarakat Kepulauan Mentawai dari hubungan IPM dengan transportasi
Kebutuhan pengguna jasa Pelabuhan Teluk Bungus
B


B
Perancangan Kapal
Pola Operasi Kapal
Penentuan *owner requirement* dari data *survey*
Payload
Kecepatan dinas (Vs)
Batas ukuran kapal
Penentuan ukuran utama kapal awal
Perhitungan Teknis:
Hambatan
Daya kapal
Berat kapal
Lambung timbul kapal
Stabilitas kapal
Pengecekan batasan teknis?
NO
YES
Perhitungan biaya:
Capital cost
Operating cost
Voyage cost
Unit cost
Optimasi ukuran utama kapal
Rencana garis kapal
Gambaran umum kapal
Pola operasi eksisting Kapal
Penentuan batasan pola operasi
Rute kapal
Muatan dan kapasitas kapal
Ukuran utama kapal
Penentuan rute alternatif kapal
Perhitungan rute alternatif kapal
Penjadwalan kapal
Perhitungan waktu tempuh kapal
Perhitungan biaya bahan bakar kapal
Penentuan pola operasi optimum
Pola operasi kapal
C



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2. Tahapan Pengerjaan Tugas Akhir

Tahapan pengerjaan Tugas Akhir ini diawali dengan identifikasi masalah yang terjadi di lapangan. Dari hasil identifikasi tersebut dilakukan analisa menggunakan beberpa metode berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan maupun dari sumber data sekunder

berupa buku atau jurnal. Berikut ini merupakan prosedur umum yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian ini sesuai dengan diagram alir penelitian yaitu sebagai berikut:

3.2.1. Mengidentifikasi permasalahan

Mengidentifikasi permasalahan dilakukan dengan cara mengetahui permintaan serta masalah yang terjadi pada studi kasus penelitian. Permasalahan dipilih melalui proses syang sebelumnya telah dilakukan penulis. Dari hasil survey tersebut dilakukan analisa terhadap hubungan antara indeks pembangunan manusia dengan transportasi laut yang tersedia. Proses identifikasi dilakukan dengan beberapa metode yang diperoleh dari penelitian sejenis sebelumnya atau dari sumber literature yang tersedia sebagai olahan dari data sekunder Pada penelitian ini studi kasus yang dilakukan identifikasi permasalahan adalah rute Pelabuhan Teluk Bungus – Mentawai.

3.2.2. Pengambilan Data

Data didapatkan dengan cara menggunakan metode survei langsung melalui surat elektronik/*email*. Data primer didapatkan lewat survey langsung, sedangkan untuk data sekunder didapatkan dari data-data publik yang bisa diakses secara bebas dalam internet seperti contoh data publik Badan Pusat Statistik. Data primer pada penelitian ini diperoleh dan mengacu pada data yang tersedia di PT ASDP (Persero) Padang sebagai pihak yang berwenang di Pelabuhan Teluk Bungus. Pengambilan data sekunder dilakukan dari berbagai sumber yang dirasa terkait dengan peneitian ini. Data sekunder utama yang digunakan pada penelitian ini adalah data lengkap statistik Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Kepulauan Mentawai yang didapatkan dam laman resmi Badan Pusat Statistik Indonesia. Data yang diperlukan untuk mengidentikasi hubungan transportasi laut dengan indeks pembangunan manusia berupa beberpa komponen penunjang dlam perhitungan tersebut. Terbagi atas tiga indeks komponen yaiu, kesehatan, pendidikan, dan ekonomi. Dari semua data tersebut nantinya akan dianalisis pada masing-masing indeks komponen terkait hubungannya dengan transportasi laut

3.2.3. Analisis kondisi eksisting

Analisis kondisi eksisting merupakan langkah selanjutnya yang dilakukan dalam tujuan mengetahui dan menganalisa kondisi eksisting di lapangan sebelum dilakukannya penelitian. Dilakukan analisa kondisi eksisting dalam beberapa aspek pendukung penetian, dalam hal ini aspek ekonomi, pendidikan, dan kesehatan sebagai bahan basis data pendukung dalam meneliti indeks pembangunan manusia. Analisa juga dilakukan pada kondisi pelabuhan dan kapal eksisting bertujuan untuk langkah pengolahan data standarisasi Pelabuhan Teluk Bungus.

3.2.4. Tahap *welfare state* Pelabuhan Teluk Bungus

Pada tahapan ini diawali dengan menganalisa Indeks Pembangunan Manusia (IPM) eksisting Kepulauan Mentawai, kemudian analisa dampak indeks pembangunan manusia di Kepulauan Mentawai terhadap pengembangan Pelabuhan Teluk Bungus serta perancangan kapal. Pada kedua hal tersebut dilakukan peninjauan terkait hubungan antara Indeks Pembangunan Manusia terhadap sektor transportasi laut. Selanjutnya dilakukan pembuatan permodelan perhitungan hubungan indeks pembangunan manusia terhadap sektor transportasi laut di Kepulauan Mentawai

Berikut metode perhitungan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) menurut (Badan Pusat Statistik Indonesia, (2018). Dalam menghitung indeks pembangunan manusia secara hitungan kasar menurut United nation development programme, (2020) merupakan rata-rata sederhana dari umur panjang, pendidikan dan pendapatan suatu negara dan dapat diterima secara luas dalam wacana pembangunan suatu wilayah/negara. Perhitungan IPM selama bertahun-tahun dilakukan beberapa modifikasi serta penyempurnaan, penyesuaian perhitungan indeks ini membantu menggambarkan lebih luas mengenai pembangunan manusia global.

$$IPM = \sqrt[\alpha]{Ikesehatan \times Ipendidikan \times Ipengeluaran} \times 100 \qquad \text{(Persamaan 3.1)}$$

Keterangan :

IPM = Indeks Pembangunan Manusia

I = Indeks Komponen

1. Indikator Kesehatan

$$Ikesehatan = \frac{AHH - AHHmin}{AHHmaks - AHHmin} \qquad \text{(Persamaan 3.2)}$$

Keterangan :

I = Indeks Komponen

AHH = Angka Harapan Hidup

AHH*min* = Angka Harapan Hidup Terendah

AHH*maks*= Angka Harapan Hidup Tertinggi

2. Indikator Pendidikan

$$IHLS = \frac{HLS - HLSmin}{HLSmaks - HLSmin} \qquad \text{(Persamaan 3.3)}$$

Keterangan :

I = Indeks Komponen

HLS = Harapan Lama Sekolah

HLS*min* = Harapan Lama Sekolah Terendah

HLS*maks* = Harapan Lama Sekolah Tertinggi

$$IRLS = \frac{RLS - RLSmin}{RLSmaks - RLSmin}$$ (Persamaan 3.4)

Keterangan :

I = Indeks Komponen

RLS = Rata-Rata Lama Sekolah

RLS*min* = Rata-Rata Lama Sekolah Terendah

RLS*maks* = Rata-Rata Lama Sekolah Tertinggi

$$Ipendidikan = \frac{\text{I}HLS + \text{I}RLS}{2}$$ (*Persamaan* 3.5)

Keterangan :

I = Indeks Komponen

RLS = Rata-Rata Lama Sekolah

HLS = Harapan Lama Sekolah

3. Indikator Ekonomi

$$\boldsymbol{I}pengeluaran = \frac{\boldsymbol{I}\text{n}(pengeluaran) - \boldsymbol{I}\text{n}(pengeluaran\boldsymbol{min})}{\boldsymbol{I}\text{n}(pengeluaranmaks) - \boldsymbol{I}\text{n}(pengeluaran\boldsymbol{min})}$$ (Persamaan 3.6)

Keterangan :

I = Indeks Komponen

$I\text{n}$ = Indeks komponen

pengeluaran$maks$ = Pengeluaran Tertinggi

pengeluaranmin = Pengeluaran Terendah

3.2.5. Analisis Hubungan Transportasi laut dan IPM

Tujuan utama dari penelitian ini yaitu menjelaskan keterkaitan antara ketersediaan transportasi laut yang memadai dalam hal ini mengambil studi kasus kapal penyeberangankota padang – Mentawai kepualuan dengan indeks pembangunan manusia kawasan pulau Mentawai. Analisis hubungan dilakukan terhadap masing-masing komponen penghitungan indeks pembangunan manusia di antaranya hubungan antara kesehatan (Angka Harapan Hidup) kepulauan mentawai dengan transportasi laut, hubungan antara kualitas pendidikan (Harapan dan Rata-Rata Lama Sekolah) dengan transportasi laut, serta hubungan antara ekonomi (Pengeluaran Per Kapita) dengan transportasi laut. Dilakukan analisa terhadap perubahan frekuensi kunjungan kapal dan desain pelabuhan terhadap peningkatan indeks pembangunan

manusia. Dampak tersebut dianalisa dari beberapa skenario pemodelan arus transportasi yang dilakukan dengan tujuan mendapatkan hasil yang optimal. Semua perhitungan data-data komponen penyusun indeks pembangunan manusia disajikan dalam bentuk grafik.

Perhitungan analisis hubungan antara variabel dalam penelitian ini menggunakan metode regresi linear. Dalam mencari analisis hubungan antara transportasi laut dengan Pendidikan dalam Indeks Pembangunan Manusia, dilakukan metode regresi linear dengan melihat variabel *multiple regression*. *Multiple r* adalah suatu ukuran untuk mengukur tingkat keeratan suatu hubungan linear antara variabel terikat dengan seluruh variabel bebas secara bersama – sama. Dalam penelitian ini, variabel bebas berupa variabel transportasi laut, sedangkan variabel terikat adalah variabel Indeks Pembangunan Manusia (IPM).

Persamaan umumnya adalah:

$$Y = a + b1\ X1 + b2\ X2 + ... + bn\ Xn \qquad \text{(Persamaan 3.7)}$$

Dengan Y adalah variabel terikat dan X adalah variabel bebas. Koefisien a adalah konstanta (*intercept*) yang merupakan titik potong antara garis regresi dengan sumbu Y pada koordinat kartesius. Analisis regresi linear berganda sebenarnya sama dengan analisis regresi linear sederhana, hanya variabel bebasnya lebih dari satu buah.

3.2.6. Analisis Teknis dan Pembahasan Desain Perancangan Kapal

Pada tahap ini desain perancangan kapal dimulai dengan penentuan *payload* kapal, lalu setelah didapatkan *payload* kapal maka dilakukan perhitungan ukuran utama. Perhitungan ukuran utama kemudian dilakukan pengecekan batasan dengan metode optimasi, jika iya maka dilakukan perhitungan teknis, setelah dilakukan perhitungan teknis maka dilakukan perhitungan biaya dengan mencari *capital cost, operating cost, voyage cost* dan *unit cost.* Kemudian mulai merancang desain kapal sesuai perhitungan yang telah didapatkan.

3.2.7. Penentuan Ukuran Utama Kapal

Berikut adalah langkah yang dilakukan dalam proses perhitungan ukuran utama kapal

1. Jumlah kapal pembanding yang diambil datanya dan sesuai dengan *range* DWT yang telah ditentukan. Kemudian data-data kapal pembanding tersebut dibuat grafik dengan absis DWT dan ordinat ukuran utama kapal, misalnya grafik DWT vs Lpp, DWT vs B, DWT vs H, dan DWT vs T. Selain membuat grafik-grafik tersebut, kita juga membandingkan antara ukuran utama yang satu dengan ukuran utama yang lainnya. Misalnya grafik Lpp vs B, Lpp vs T, dan Lpp vs H.

2. Harga R^2 harus sebesar mungkin, minimal 0,6. Untuk persamaan regresi yang dapat dipilih linear, kuadrat, eksponensial, log, *power* atau yang lainnya (disesuaikan dengan sebaran data kapal pembanding). Untuk kapal ini tipe regresi yang digunakan adalah regresi linear.
3. Dengan membaca grafik yang dihasilkan dari regresi, akan didapatkan ukuran utama awal L_0, B_0, T_0 dan H_0.
4. Angka Froude awal (Fn_0) dihitung dari ukuran utama awal yang sudah didapatkan sebelumnya dan kecepatan dinas yang telah ditentukan. Adapun rumus yang dipakai sebagai berikut :

$$Fn_0 = \frac{Vs}{\sqrt{g \cdot L}} \qquad \text{(Persamaan 3.8)}$$

di mana

Vs : kecepatan dinas [ms^{-1}]
g : percepatan gravitasi [ms^{-2}]
L : panjang kapal hasil regresi [m]

Berikut ini merupakan data ukuran utama kapal baru diperoleh dari proses regresi berdasarkan beberapa data kapal *ro-ro* yang beroperasi di pelayaran yang menghubungkan pulau di Indonesia.

3.2.8. Perhitungan Koefisien Utama Kapal

Perhitungan koefisien utama kapal bisa dilakukan dengan menggunakan harga dari angka *Froude* yang telah didapatkan berdasarkan ukuran utama yang telah disusun sebelumnya. Adapun koefisien utama kapal yang dimaksud antara lain *Cb*, *Cm*, *Cwp*, *LCB*, *Cp*, *Volume Displacement* (∇) dan *Displacement* (Δ). Dengan ukuran utama yang telah disusun beserta koefisien utama maka perhitungan selanjutnya dapat dilakukan, mulai dari hambatan kapal, perkiraan *propulsive coefficient,* diameter baling-baling, perhitungan daya motor induk, DWT, LWT, stabilitas, *freeboard* dan lain-lain. Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan koefisien utama kapal yang dihitung menggunakan rumus tertera pada *Parametric Design, Chapter* 11.

3.2.9. Perhitungan Hambatan Kapal

Perhitungan hambatan total kapal dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan daya mesin yang dibutuhkan kapal. Dengan demikian kapal dapat berlayar dengan kecepatan sebagaimana yang diinginkan oleh pemilik kapal sesuai dengan *owner requirement*. Untuk menghitung hambatan kapal, digunakan metode Holtrop. Di dalam metode ini, Holtrop

membagi hambatan total menjadi beberapa komponen hambatan. Komponen tersebut yaitu *viscous resistance* (hambatan kekentalan), *appendages resistance* (hambatan karena bentuk kapal), dan *wave making resistance* (hambatan gelombang karena gerak kapal). Dalam melakukan perhitungan hambatan utama kapal, ada ukuran utama yang terlebih dahulu harus diubah, yaitu *Lpp* menjadi *Lwl* dengan rumus $Lwl = 1.04\ Lpp$.

Adapun untuk rumus hambatan total (R_T) adalah sebagai berikut :

$$R_T = \frac{1}{2}\rho V^2 \cdot S_{tot}\left[C_F(1+k)+C_A\right]+\frac{R_W}{W}W \qquad (Persamaan\ 3.9)$$

(Principles of Naval Architecture Second Revision, Vol II, 1980)

3.2.10. Perhitungan Berat Kapal

1. Berat Muatan

Muatan kapal adalah kendaraan yang terdiri dari truk dan mobil, serta penumpang (orang). Berat penumpang dapat dihitung berdasarkan asumsi berat orang dan gaya yang diakibatkan adalah 0.17 ton/orang. (Schneekluth, 1998)

2. Berat Baja (*Steel Weight*)

Berat baja merupakan berat konstruksi kapal secara keseluruhan, terdiri dari berat lambung dan berat bangunan atas. Perhitungan berat baja dilakukan secara pendekatan berdasarkan rumus Wst = Lpp.B.DA.CS (Schneekluth, 1998). Berat baja dihitung berdasarkan pembagian *deck*, terbagi atas *car deck, passanger deck, dan navigation room*. Berat masing-masing ruangan tersebut dihasilkan dari perkalian antara volume ruangan dengan berat jenis.

3. Berat Peralatan dan Perlengkapan

Berat perlengkapan yang dimaksud adalah semua peralatan dan perlengkapan kapal kecuali di bagian kamar mesin, karena ada perhitungannya sendiri. Perhitungan dilakukan secara pendekatan di mana dibagi menjadi 3 grup, yaitu grup III merupakan berat pada bangunan atas, grup IV berat lain-lain dan berat *ramp door*. (Schneekluth, 1998),.

3.2.11. Berat Mesin dan Perlengkapan

Berat perlengkapan yang dimaksud adalah berat sistem propulsi, kelistrikan, dan berat lain-lain yang terdiri dari sistem perpipaan di kamar mesin. Perhitungan dilakukan secara pendekatan di mana berat yang dihitung terdiri dari berat mesin, berat sistem, propulsi, berat sistem, kelistrikan, dan berat lain-lain. (Schneekluth, 1998). Berat mesin induk dan generator diperoleh dari katalog mesin yang disediakan. Sedangkan untuk berat perlengkapan lainnya dihitung dari beberapa rumus pendekatan.

3.2.12. Perhitungan Stabilitas Kapal

Kapal yang akan dibangun harus dapat dibuktikan secara teoritis bahwa kapal tersebut memenuhi standard keselamatan pelayaran *Safety Of Life At Sea* (SOLAS) atau *International Maritime Organization* (IMO). Stabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan kapal untuk kembali ke keadaan semula setelah dikenai oleh gaya luar. Kemampuan tersebut di pengaruhi 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, yang paling penting adalah mencari harga lengan dinamis (GZ). Kemudian setelah harga GZ didapat, maka dilakukan pengecekan dengan "*Intact Stability Code, IMO*". Berikut ini merupakan proses perhitungan stabilitas utuh mengacu pada (*The Theory and Technique of Ship Design hal.* 251-256).

Berikut merupakan data-data yang di input guna menghitung stabiltas kapal:

L	= Lwl	[feet]
B	= lebar maksimum	[feet]
B_w	= lebar maksimum pada waterline	
	= B	[feet]
H	= tinggi waterline	
	= T (sarat pada muatan penuh)	[feet]
D_M	= minimum depth	[feet]
S_F	= sheer depan = 0	[tanpa sheer]
S_A	= sheer belakang= 0	[tanpa sheer]
Δ_0	= displacement pada waterline	[tons]
L_d	= panjang bangunan atas yang selebar kapal atau minimum 0.96 B	[feet]
d	= tinggi bangunan atasyang selebar kapal atau minimum 0.96 B	[feet]
C_B	= koefisien blok	
C_W	= koefisien waterline pada sarat H	
C_X	= koefisien midship pada sarat H = Cm	
C_{PV}	= koefisien prismatik vertikal pada sarat H	

$$= \frac{C_B}{C_W} \qquad \text{(Persamaan 3.10)}$$

A_0	= luas waterline pada sarat	
	= L . B_W . C_W	[feet^2]
A_M	= luas midship yang tercelup air	

$= Bw \,.\, H \,.\, C_X$ [feet^2]

A_2 = luas vertical centerline plane sampai depth D

$= \left(0.98 \,.\, L \,.\, D_M\right) + S$ [feet^2]

S = sheer [feet^2]

= luas centerline plane di atas minimum depth dibagi dengan panjang

$= \left(L_d \,.\, d\right) + \left[\tfrac{1}{2} . L . \left(\frac{S_F}{3}\right)\right] + \left[\tfrac{1}{2} . L . \left(\frac{S_A}{3}\right)\right]$ (Persamaan 3.11)

D = mean depth [feet]

$= \left(\frac{S}{L}\right) + D_M$ (*Persamaan* 3.12)

F = effective freeboard

$= D - H$ [feet]

A_1 = luas waterline pada depth D yang diestimasikan dari A_0 dan station dasar dibawah waterline

$= 1.01 \,.\, A_0$ [feet^2]

Sebagaimana yang telah disebutkan sebelumnya, maka pengecekan perhitungan stabilitas menggunakan "*Intact Stability Code, IMO*" Regulasi A.749 (18)

3.2.13. Perhitungan *Freeboard*

Besarnya nilai *freeboard* adalah selisih antara tinggi (H) dan sarat (T) kapal. Dikarenakan untuk setiap ukuran kapal yang berbeda memiliki nilai standar *freeboard* yang berbeda, maka perlu dilakukan pemeriksaan. Pemeriksaan *freeboard* atau lambung timbul mengacu pada ketentuan *International Convention on Load Lines* (ICLL) 1966, IMO (*International Maritime Organitation*). Pemeriksaan kondisi lambung timbul dilakukan pada kondisi kapal pada saat direncanakan dan ketika kapal sudah *launching*. Kondisi kapal termasuk dalam kategori kapal dengan muatan selain minyak, sehingga ukuran lambung timbul standarnya termasuk dalam kategori kapal tipe B. Langkah-langkah pemeriksaan kondisi lambung timbul adalah sebagai berikut:

- Perhitungan nilai *freeboard* awal

  Untuk menghitung nilai lambung timbul awal dapat dilakukan dengan cara interpolasi dari tabel 28 pada ICLL Reg. III/28. Terdapat dua pilihan tabel, yaitu tabel untuk kapal tipe A dan tabel untuk kapal tipe B, sehingga menggunakan tabel untuk kapal tipe B.

Tabel 3.1 *Freeboard table for type B ships*

Length of ship (m)	**Freeboard (mm)**
41	344
42	354
43	364
44	374
45	385
46	396
47	408
48	420
49	432
50	443

- Koreksi *freeboard* dilakukan mengacu pada kondisi *superstructure*, koefisien blok (Cb) kapal, *sheer,* tinggi *superstructure* berpengaruh terhadap ukuran standar *freeboard,* sehingga perlu dilakukan koreksi-koreksi untuk mendapatkan nilai *freeboard* standar. Perhitungan dilakukan berdasarkan ketentuan ICLL 1966.
  - Koreksi panjang efektif *superstructure*

    Bangunan atas kapal lebarnya tidak ada yang mencapai 0.96 lebar kapal. Sesuai dengan ketentuan BKI Vol. II Section XVI/1.1 bangunan atas tersebut tidak termasuk *superstructure*. Kapal tidak memiliki *superstructure*, sehingga tidak ada koreksi
  - Koreksi koefisien blok (Cb)

    Menurut ICLL Reg. III/30, koreksi terhadap Cb dilakukan untuk nilai Cb lebih dari 0.68

    Nilai Cb lebih dari 0.68, sehingga perlu dilakukan koreksi dengan perhitungan berikut:
  - Koreksi *sheer*

    Kapal tidak memiliki *sheer*, sehingga tidak perlu dilakukan koreksi
  - Koreksi tinggi *superstructure*

    Kapal tidak memiliki *superstructure*, sehingga tidak perlu dilakukan koreksi

3.2.14. Rencana Umum

Pembuatan gambar rencana garis menggunakan bantuan aplikasi *maxsurf modeler* sedangkan untuk gambar rencana umum sketsa yang dibuat menggunakan aplikasi *AutoCAD.* Penataan ruangan kapal mengacu pada kondisi eksisting kapal penyeberangan Teluk Bungus – Kepulauan Mentawai. Ruangan dibuat sedemikian rupa dan mengutamakan fungsi sesuai dengan kebutuhan masyarakat Mentawai yang biasa menggunakan transportasi laut ini sehari-hari.

3.2.15. Pola Operasi Angkutan Penyeberangan Penumpang Di Teluk Bungus – Mentawai.

Pada tahap ini diperlukan untuk menentukan pola operasi maksimal yang menekan biaya dan menekan waktu dalam operasi kapal di rute pelayaran Teluk Bungus – Mentawai. Langkah dalam penentuan pola operasi kapal baru dilakukan dengan mencermati dan menganalisa pola operasi kapal eksisting untuk mendapatkan beberapa celah waktu yang dapat digunakan untuk waktu pelayanan kapal baru.

3.2.16. Merencanakan fasilitas pelabuhan

Pada tahap ini dilakukan perencanaan fasilitas dalam pengembangan Pelabuhan Teluk Bungus, Padang. Perencanaan pelabuhan Teluk Bungus dilakukan berdasarkan kebutuhan masyarakat dalam hal ini bertindak sebagai pengguna jasa mengacu pada tingkat ideal sebuah pelabuhan penyeberangan lokal sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Untuk mengetahui kondisi eksisting sudah mencukupi permintaan masyarakat, maka dilakukan perhitungan luas terminal dan luas dermaga penyeberangan.

Menurut Kementrian Perhubungan, (2004) tentang penyelenggaaan pelabuhan penyeberangan, menyatakan ketentuan-ketentuan untuk perencanaan fasilitas laut pelabuhan penyeberangan sebagai berikut

$$L = 1{,}3\ LOA \qquad \text{(}\textit{Persamaan}\text{ 3.13)}$$

Di mana :

L = Panjang Dermaga (m)

LOA = Panjang Kapal (m)

Sedangkan dalam menentukan perhitungan luas terminal didapatkan dari rumus perhitungan berikut:

$$A\boldsymbol{\tau} = \beta.\psi + \frac{P}{\varphi.Call} \qquad \text{(}\textit{Persamaan}\text{ 3.14)}$$

Di mana :

$A\tau$ = Luas Terminal (m2)
β = Koefisien musim puncak penumpang
ψ = kebutuhan Luas untuk satu penumpang (m2/org)
P = Proyeksi jumlah penumpang (org/tahun)
$\mathcal{C}all$ = kunjungan kapal pertahun (kunjungan/tahun)
φ = koefisien luas fasilitas pendukung

3.2.17. Membuat kesimpulan dan saran.

Dalam penelitian yang berjudul "Analisis Hubungan antara Perancangan Kapal dan Pengembangan Pelabuhan dengan Indeks Pembangunan Manusia : Studi Kasus Pelabuhan Teluk Bungus, Padang, Sumatera Barat" ini membutuhkan data sebagai bahan yang akan diolah dan dijawab menggunakan metode. Pengambilan kesimpulan berdasarkan data riil. Kesimpulan dan saran pada penelitian ini bergantung pada hasil analisa hubungan yang telah dilakukan.

3.3. Pengumpulan Data

Berikut merupakan data-data relevan yang dibutuhkan dalam penelitian ini:

3.3.1. Data Indeks Pembangunan Manusia

Data indeks pembangunan manusia dibagi atas tiga komponen penyusun. Pada masing-masing komponen penyusun terdapat data yang memiliki keterkaitan dengan transportasi laut. Sumber basis data semua komponen IPM diperoleh dari data survei yang dilakukan oleh BPS.

1. Indeks kesehatan

   Dalam indeks kesehatan terdapat beberapa data yang diperlukan untuk mendapatkan besar nilai indeks kesehatan, data tersebut meliputi angka harapan hidup (AHH).

2. Indeks Pendidikan

   Komponen pendukung guna mendapatkan indeks pendidikan pada suatu wilayah adalah Angka Harapan Lama Sekolah (HLS) dan Rata-rata Lama Sekolah (RLS)

3. Indeks ekonomi

   Komponen pendukung guna mendapatkan indeks ekonomi pada suatu wilayah adalah Pengeluaran Per Kapita (PPK) berdasarkan tiap rumah tangga di wilayah Mentawai

3.3.2. Data Kapal

Untuk mengidentifikasi kapal sebagai sarana, maka dibutuhkan data dari pihak pelabuhan sebagai berikut :

- Jumlah kapal eksisting untuk rute pelayaran Teluk Bungus – Mentawai

- Frekuensi kunjungan kapal dan waktu tempuh kapal rute pelayaran Teluk Bungus – Mentawai
- Kecepatan rata-rata kapal eksisting untuk rute pelayaran Teluk Bungus – Mentawai
- Data jumlah arus penumpang dan persebaran pengguna jasa
- Pola operasi kapal untuk rute pelayaran Teluk Bungus – Mentawai
- Data ukuran kapal eksisting untuk rute pelayaran Teluk Bungus – Mentawai

3.3.3. Data Pelabuhan

Data pelabuhan digunakan untuk mengidentifikasi kondisi eksisting pelabuhan, maka dibutuhkan beberapa data dari pihak pelabuhan sebagai berikut :

- Jumlah dermaga atau pelabuhan di Kepulauan Mentawai.
- Kapasitas kapal tambat di Pelabuhan Teluk Bungus, Padang.
- Gambaran kondisi eksisting Pelabuhan Teluk Bungus, Padang.
- Pola operasi Pelabuhan Teluk Bungus, Padang.
- Frekuensi kapal sandar di Pelabuhan Teluk Bungus, Padang.
- Dimensi dan Fasilitas pendukung eksisting meliputi infrastruktur dan suprastruktur Pelabuhan Teluk Bungus, Padang.

BAB 4
ANALISIS KONDISI EKSISTING

4.1. Lokasi Geografis Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan penelitian di Kabupaten Kepulauan Mentawai, tepatnya di Provinsi Sumatera Barat. Kabupaten Kepulauan Mentawai merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Sumatera Barat dengan posisi geografis yang terletak antara 0$_0$55'00"-3$_0$21'00' Lintang Selatan dan 98$_0$35'00"-100$_0$32'00' Bujur Timur dengan luas wilayah 6.011,35 km$_2$ dan garis pantai sepanjang 1.402,66 km. Kepulauan Mentawai terdiri dari gugusan pulau-pulau secara gerografis, ibu kota Kabupaten Kepulauan Mentawai terletak di Tua Pejat yang terletak di Kecamatan Sipora Utara. Perairan Barat Kepulauan Mentawai menurut Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) sering kali mengalami cuaca ekstrim dengan tinggi gelombang 2.5-4 meter. Hal tersebut menyebabkan terhambatnya pelayaran menuju Mentawai dikarenakan ombak dan cuaca. Kebudayaan penduduk asli Kepulauan Mentawai berbeda jauh dengan penduduk minangkabau karena terpisah oleh laut. Kepulauan mentawai salah satu destinasi favorit para wisatawan domestik maupun mancanegara karena terkenal memiliki kawasan pantai yang indah serta kebudayaan yang menarik utuk dipelajari. Secara administratif kepulauan mentawai masuk pada daerah pengelolaan Ibukota Provinsi Sumatera Barat yaitu Kota Padang, untuk mencapai Kota Padang harus ditempuh melalui jalur laut, begitu pula dengan transportasi dari masing-masing ibukota kecamatan ke Kota Padang ataupun ke ibukota kabupaten juga harus ditempuh melalui jalur laut. Peningkatan volume arus penumpang dan barang di Pelabuhan Teluk Bungus tidak diiringi dengan pengembangan Pelabuhan Teluk Bungus

Sumber : Google Maps

Gambar 4.1 Peta Kepulauan Mentawai

Kabupaten Kepulauan Mentawai terdiri dari 10 kecamatan, 34 desa dan 341 dusun. Kepulauan Mentawai memiliki empat pulau besar dan 98 pulau kecil lainnya, diantaranya adalah:

1. Pulau Siberut
2. Pulau Sipora
3. Pulau Pagai Utara dan Pulau Pagai Selatan

Di wilayah laut Kepulauan Mentawai juga terdapat beberapa selat, diantaranya yaitu :

1. Selat Mentawai, yaitu selat yang memisahkan Pulau Sumatera dan Kepulauan Mentawai
2. Selat Siberut, yaitu selat yang memisahkan Pulau Siberut dengan Pulau Sipora
3. Selat Sipora, yaitu selat yang memisahkan Pulau Sipora dengan Pulau Pagai Utara
4. Selat Sikakap, yaitu selat yang memisahkan Pulau Pagai Utara dan Pulau Pagai Selatan
5. Selat Sanding.

Secara topografi, keadaan geografis Kepulauan Mentawai bervariasi antara dataran, sungai dan berbukit-bukit. Sedangkan secara geografis, Daratan Kabupaten Kepulauan Mentawai berada terpisah dari Provinsi Sumatera Barat oleh lautan dengan batas sebelah utara adalah Selat Siberut, sebelah selatan berbatasan dengan Samudera Hindia, sebelah timur berbatasan dengan Selat Mentawai, dan sebelah barat berbatasan dengan Samudera Hindia. Salah satu fasilitas penghubung transportasi laut antara Kepulauan Mentawai dan Ibukota Provinsi Sumatera Barat yaitu Kota Padang adalah Pelabuhan Teluk Bungus yang berada di Kota Padang.

4.2. Arus Pelayaran Kepulauan Mentawai

Kepulauan mentawai terdiri atas 99 pulau yang terbagi atas 43 desa di 10 kecamatan. Sebagai wilayah kepulauan tentunya konektivitas utama sebagai penghubung antar pulau yaitu kapal atau perahu penyeberangan. Daerah Tua Pejat menjadi poros atau pusat dari arus pelayaran antar pulau dalam wilayah Kabupaten kepulauan Mentawai. Terdapat sepuluh arus pelayaran yang terdapat di kawasan Kepulauan Mentawai dengan jarak terdekat antara Tuan Pejat – Sipora Utara yang berjarak 7 km, hingga jarak tertinggi pelayaran sebesar 192 km terhitung dari daerah Tua Pejat menuju Pulau Siberut barat. Kepulauan mentawai terbentang dari ujung barat (Siberut Barat) hingga ujung selatan (Pagai Selatan). Banyaknya arus penyeberangan antar pulau dalam kawasan Kepulauan Mentawai ini menandakan pentingnya ketersedian transportasi sebagai penghubung antar pulau. Konektivitas antar pulau dapat

disenergikan dengan ekonomi untuk meningkatkan tingkat kesehatan, pendidikan, serta keberlangsungan hidup masyarakat Kepulauan mentawai.

Sumber : Badan Pusat Statistika Kabupaten Kepulauan Mentawai
Gambar 4.2 Infografis Arus Pelayaran Kepulauan Mentawai

4.3. Analisis Transportasi Laut

Dalam penelitian ini digunakan frekuensi kunjungan kapal dalam mengetahui hubungan Indeks Pembangunan Manusia dengan transportasi laut, frekuensi kunjungan kapal ke Pulau Mentawai yang di rekap mengacu pada data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistika (BPS) Kepulauan Mentawai. Frekuensi kapal terbagi atas setiap tahun untuk mempermudah pembacaan data tersaji dalam Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Frekuensi Kunjungan Kapal Mentawai

Tahun	Frekuensi Kunjungan kapal	Satuan	Persentase Kenaikan (Per Tahun)
2015	3205	Kali/Tahun	-
2016	3402	Kali/Tahun	6%

Tahun	Frekuensi Kunjungan kapal	Satuan	Persentase Kenaikan (Per Tahun)
2017	3705	Kali/Tahun	8%
2018	4493	Kali/Tahun	18%
2019	5353	Kali/Tahun	16%

Sumber : Badan Pusat Statistika ,2020

Kunjungan kapal di Kepulauan Mentawai memiliki rata – rata frekuensi kunjungan kapal sebanyak 4032 kali selama satu tahun dan rata – rata kenaikan sebesar 12% setiap tahunnya, dengan total frekuensi kunjungan ke Pulau Mentawai terbanyak yaitu pada tahun 2019 sebesar 5353 kali selama satu tahun. Indikator yang digunakan untuk mencari hubungan transportasi laut dengan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dalam penelitian ini yaitu terbatas pada frekuensi kunjungan kapal di Kepulauan Mentawai.

4.4. Analisis Komponen Indeks Pembangunan Manusia

Analisa Indeks Pembangunan Manusia (IPM) eksisting Kepulauan Mentawai dilakukan pada penelitian ini untuk mengetahui hubungan antara transportasi laut dengan IPM. Keseluruhan komponen penyusun rumus yang pada akhirnya menghasilkan nilai indeks dari pembangunan manusia dibedah satu-persatu. Komponen penyusun IPM terdiri atas tiga sektor utama yaitu Kesehatan, Pendidikan, dan Ekonomi. Metode perhitungan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) merupakan rata-rata sederhana dari umur panjang, pendidikan dan pendapatan suatu negara dan dapat diterima secara luas dalam wacana pembangunan suatu wilayah/negara. Perhitungan IPM selama bertahun-tahun dilakukan beberapa modifikasi serta penyempurnaan, penyesuaian perhitungan indeks ini membantu menggambarkan lebih luas mengenai pembangunan manusia global. Berikut ini merupakan persamaan sederhana yang digunakan dalam proses perhitungan nilai dari indeks pembangunan manusia di satu wilayah. Perhitungan masing-masing indeks komponen dilakukan dalam persamaan rata-rata yang di dalamnya terdapat beberapa data penunjang. Dalam tiga sektor tersebut dilakukan analisis terhadap hubungan keterkaitan masing-masing komponen transportasi laut.

Data dari Badan Pusat Statistik Indonesia, (2018), terdapat data Indeks Pembangunan Manusia dari tahun 2014 – 2018. Di mana terdapat data indikator IPM yaitu data harapan lama sekolah atau *Expected Years of Schooling* (*EYS*) , data rata-rata lama sekolah atau *Mean Years of Schooling* (*MYS*), data Angka Harapan Hidup (AHH) dan data pengeluaran perkapita Kepulauan Mentawai, dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.2 Indeks Pembangunan Manusia Kepulauan Mentawai Tahun 20145– 2019

TAHUN	Angka Harapan Hidup	Harapan Lama Sekolah	Rata – Rata Lama Sekolah	Pengeluaran per Kapita	IPM
2015	64.05	11.48	6.27	5648	57.41
2016	64.36	11.74	6.52	5771	58.27
2017	64.37	12.07	6.69	6010	59.25
2018	64.49	12.39	6.95	6211	60.28
2019	64.68	12.76	7,08	6429	61.26

Sumber : Badan Pusat Statistika, 2020

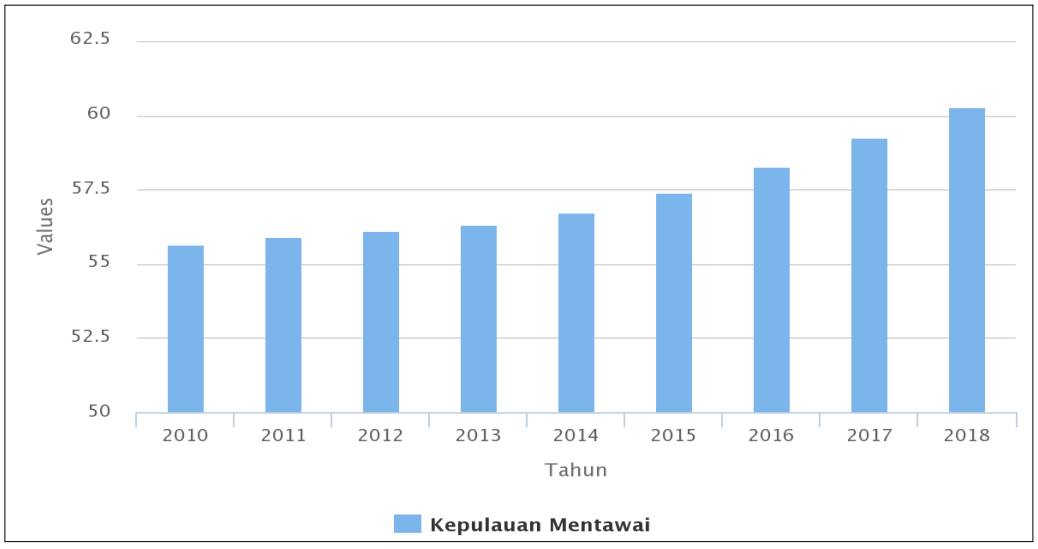
Pengelompokan IPM menurut (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2018) dalam melihat capaian IPM antar wilayah di Indonesia, dikelompokkan ke dalam beberapa kategori, diantaranya yaitu:

$$IPM < 60 = \text{rendah}$$

$$60 \leq IPM < 70 = \text{sedang}$$

$$70 \leq IPM < 80 = \text{tinggi}$$

$$IPM \geq 80 = \text{sangat tinggi}$$



Sumber : Badan Pusat Statistika ,2018

Gambar 4.3 Grafik Indeks Pembangunan Manusia Kepulauan Mentawai Tahun 2010 – 2018

Kondisi kepulauan Mentawai dalam dala aspek Indeks Pembangunan Manusia mengalami penigkatan pada setiap tahunnya. Angka peningkatan IPM rata-rata diangka 1,43, rata-rata untuk angka harapan hidup sebesar 0.6. Angka harapan lama sekolah (HLS) dan angka rata-rata lama sekolah (RLS pada kepulauan Mentawai tergolong tidak mengalami peningkatan. Dapat disimpulkan bahwa kondisi eksisting Indeks Pembangunan manusia kepulauan

Mentawai dalam katagori rendah dan sedang dinyatakan dalam angka sebesar $60 \leq \text{IPM} < 70$, ditunjukkan dalam grafik 4.3 skema peningkatan IPM kepulauan Mentawai dalam delapan tahun terakhir.

4.4.1. Indeks Pendidikan

Pendidikan merupakan salah satu komponen tolak ukur suatu wilayah dalam hal kemajuaan sebuah wilayah. Dalam perhitungan nilai indeks pembangunan manusia pendidikan hal pokok dalam persamaan ini adalah angka harapan lama sekolah. Angka harapan lama sekolah dapat dikategorikan dalam bentuk rata-rata per tahun. Harapan lama sekolah didefinisikan sebagai lamanya sekolah dalam tahun yang dirasakan oleh anak pada umur tertentu di masa mendatang. Angka harapan lama sekolah dapat digunakan untuk mengetahui kondisi pembangunan sistem pendidikan di berbagai jenjang. Harapan lama sekolah dipengaruhi oleh beberapa faktor pendukung yaitu ketersediaan fasilitas sekolah baik itu berupa infrastruktur atau alat penunjang lain seperti buku. Faktor lain yang berpengaruh terhadap harapan lama sekolah adalah jumlah tenaga pengajar yaitu guru dalam sebuah wilayah tersebut. Untuk mencapai jumlah ideal dalam proses belajar mengajar maka jumlah guru dan siswa yang diajar haruslah seimbang dengan ketentuan yang berlaku.

Perhitungan indeks pendidikan tidak hanya menggunakan angka harapan lama sekolah melainkan juga memperhitungkan rata-rata lama sekolah. Rata-rata lama sekolah didefinisikan dalam bentuk jumlah tahun belajar penduduk usia 15 tahun ke atas yang telah diselesaikan dalam pendidikan formal (tidak termasuk tahun yang mengulang). Untuk menghitung Rata-rata Lama Sekolah dibutuhkan informasi meliputi Partsipasi sekolah, Jenjang dan jenis pendidikan yang pernah/sedang diduduki, Ijasah tertinggi yang dimiliki, serta Tingkat/kelas tertinggi yang pernah/sedang diduduki. Tujuan dari perhitungan rata – rata lama sekolah ini berguna untuk melihat kualitas penduduk dalam hal mengenyam pendidikan formal. Peran transportasi dalam dunia pendidikan cukup erat. Transportasi merupakan salah satu komponen yang dibutuhkan dalam dunia pendidikan. Ketersediaan transportasi berpengaruh terhadap ketersediaan sumber daya manusia sebagai tenaga pengajar maupun buku sebagai bahan ajar. Ketersediaan akses ke sekolah disuatu wilayah berupa transportasi dapat meningkatkan produktifitas sekolah itu sendiri. Semakin sering atau semakin banyak alat transportasi melayani kebutuhan dalam proses belajar mengajar maka mutu pendidikan yang diusahakan akan berjalan beriringan. Sarana tersebut dapat mengurangi keterbatasan jumlah guru yang terhambat aksesnya.

Tingkat pencapaian program pembangunan pendidikan masyarakat secara umum dapat diukur melalui perubahan dan perkembangan tingkat pendidikan yang berhasil dicapai masyarakat dalam periode waktu tertentu. Hasil pembangunan pendidikan masyarakat dapat dilihat melalui beberapa indikator, antara lain yang akan dibahas adalah angka melek huruf, angka harapan lama sekolah, rata-rata lama sekolah, angka pendidikan yang ditamatkan, Angka Partisipasi Kasar (APK), Angka Partisipasi Murni (APM). Secara umum keadaan kondisi pendidikan di Kepulauan Mentawai dapat di lihat dari perkembangan indikator makro pendidikan. Angka melek huruf menunjukkan perkembangan pembangunan pendidikan. Semakin besar angka melek huruf, berarti semakin banyak penduduk yang mengerti baca tulis.

Tabel 4.3 Variabel IPM Pendidikan

Tahun	Harapan Lama Sekolah	Rata - Rata Lama Sekolah
2015	11.48	6.27
2016	11.74	6.52
2017	12.07	6.69
2018	12.39	6.95
2019	12.76	7.08

Sumber : Data BPS Kabupaten Mentawai ,2020

4.4.2. Indeks Kesehatan

Kesehatan merupakan salah satu komponen penyusun dalam menilai sebuah indeks pembangunan manusia. Dalam indikator kesehatan terdapat beberapa data penunjang untuk mendapatkan angka indeks komponen kesehatan. Persamaan dalam menghitung indeks menggunakan persamaan rata-rata sederhana di dalamnya terdapat unsur utama yaitu angka harapan hidup masyarakat di kawasan tertentu. Angka harapan hidup pada suatu wilayah dipengaruhi oleh beberapa faktor. Angka harapan hidup pada dasarnya merupakan gambaran kondisi suatu wilayah secara garis besar. Semakin tingginya angka harapan hidup di Indonesia menandakan adanya perbaikan status kesehatan masyarakat, termasuk peningkatan akses dan kualitas pelayanan kesehatan. Hal itu berdasarkan atas penghitungan angka harapan hidup sendiri dengan menggunakan rata-rata anak yang dilahirkan hidup, serta rata-rata anak yang masih hidup pada periode sensus. Jika angka kematian bayi tinggi, maka harapan hidup di wilayah tersebut akan rendah, begitu pula sebaliknya. Angka harapan hidup penduduk adalah rata-rata kesempatan atau waktu hidup yang tersisa

Usia harapan hidup bisa diartikan pula dengan banyaknya tahun yang ditempuh penduduk yang masih hidup sampai umur tertentu. Dalam hal ini berdasarkan serangkaian *Age Specific Rate* atau rata-rata umur spesifik dari kematian, besar kecilnya usia harapan hidup suatu

generasi sangat dipengaruhi oleh banyaknya penduduk yang mampu melewati umur tertentu, dan banyaknya penduduk yang dilahirkan hidup dari suatu generasi sampai mencapai umur tertentu. Berikut beberapa faktor di antaranya adalah:

1. Harapan subjektif: keinginan yang dimiliki seseorang terhadap panjang usianya sendiri.
2. Demografi: terdiri dari jenis kelamin, usia, dan kondisi kesehatan. Kondisi kesehatan yang dimaksud adalah catatan seseorang apakah ia pernah terkena salah satu dari penyakit berat, seperti hipertensi, osteoartritis, TBC, asma, diabetes, kanker, depresi, sirosis hati, maupun gagal ginjal.
3. Sosio-ekonomi: termasuk kondisi tempat tinggal, pekerjaan, pendapatan, tingkat pendidikan, jenis rumah tinggal (mengontrak atau rumah sendiri), dan asuransi.
4. Gaya hidup: misalnya merokok, konsumsi alkohol, atau rutin berolahraga atau tidak.
5. Psikososial: menggambarkan kondisi mental seseorang, apakah ia merasa depresi, seberapa sering ia memiliki *quality time*, dan lain-lain.

Faktor-faktor di atas berhubungan satu sama lain. Misalnya, orang yang rentan mengalami depresi bisa saja dikarenakan akses yang terbatas terhadap pendidikan, pekerjaan, serta fasilitas kesehatan. Keterbatasan ini bisa mengakibatkan kerentanan terkena berbagai macam penyakit dan akhirnya menurunkan angka harapan hidup di wilayah tersebut.

Transportasi berperan dalam suplai kebutuhan yang menunjang kesehatan seperti obat-obatan serta sebagai moda transportasi yang digunakan oleh tenaga medis untuk mencapai tujuan. Frekuensi atau peningkatan kapasitas muatan suatu moda transportasi akan berpengaruh terhadap peningkatan besar nilai dari indeks kesehatan. Angka harapan hidup (AHH) dapat dihitung dengan cara membagi antara penjumlahan umur semua orang yang meninggal pada kawasan tersebut per tahun dengan jumlah orang meninggal di kawasan tersebut per tahun. Peningkatan kualitas kesehatan masyarakat sangat ditentukan oleh akses masyarakat dalam memperoleh pelayanan kesehatan. Ketersediaan tenaga kesehatan merupakan hal yang sangat mendasar dibutuhkan oleh masyarakat dalam menangani permasalahan kesehatan masyarakat. Secara umum terdapat peningkatan jumlah tenaga kesehatan yang tersedia di Kabupaten Kepulauan Mentawai. Upaya yang dilakukan oleh pemerintah daerah dalam menyediakan tenaga kesehatan melalui beberapa saluran, antara lain penerimaan CPNS, tenaga medis kontrak, tenaga penyuluh, kemitraan dengan perdesaan/dusun, tenaga kesehatan PTT dan melalui saluran lainnya.

Tabel 4.4 Variabel IPM Kesehatan

Tahun	Angka Harapan Hidup
2015	64.05
2016	64.36
2017	64.37
2018	64.49
2019	64.68

Sumber : Badan Pusat Statistika Kabupaten Mentawai ,2020

Meningkatnya derajat kesehatan masyarakat salah satunya ditandai dengan meningkatnya Angka Harapan Hidup (AHH), yang berarti tingkat kepedulian masyarakat terhadap hidup sehat mengalami perubahan peningkatan perilaku. Pembangunan kesehatan harus dipandang sebagai suatu investasi untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia. indikator kesehatan. Angka Harapan Hidup (AHH) Kepulauan Mentawai mengalami peningkatan dari 64.49 tahun 2018 meningkat menjadi 64.68 tahun 2019.

4.4.3. Indikator Ekonomi

Ekonomi merupakan salah satu pondasi dalam menjalani kehidupan. Pengaruh tingkat ekonomi terhadap keberlangsungan hidup manusia merupakan hal yang erat. Begitupun dalam penghitungan nilai indeks pembangunan manusia. Sektor ekonomi merupakan salah satu dari tiga sektor yang dipertimbangkan dalam proses perhitungan. Tingkat ekonomi suatu daerah dapat menjadi cerminan manusia yang menempati kawasan tersebut baik dalam hal kesejahteraan, kesehatan, pemenuhan kebutuhan sehari-hari dan lain sebagainya. Dalam proses penghitungan indeks komponen ekonomi, data penunjang dalam perhitungan indeks tersebut adalah jumlah pengeluaran per kapita.

Pengeluaran per kapita dapat didefinisikan sebagai jumlah biaya yang dikeluarkan untuk konsumsi semua anggota rumah tangga selama sebulan dibagi dengan banyaknya anggota rumah tangga. Pengeluaran rumah tangga dibedakan menurut kelompok makanan dan bukan makanan. Perubahan pendapatan seseorang akan berpengaruh pada pergeseran pola pengeluaran. Semakin tinggi pendapatan, semakin tinggi pengeluaran bukan makanan. Dengan demikian, pola pengeluaran dapat dipakai sebagai salah satu alat untuk mengukur tingkat kesejahteraan penduduk, di mana perubahan komposisinya digunakan sebagai petunjuk perubahan tingkat kesejahteraan

Tabel 4.5 Variabel IPM Ekonomi

Tahun	**Pendapatan Per Kapita (Y)**
2015	5648
2016	5771
2017	6010

Tahun	Pendapatan Per Kapita (Y)
2018	6211
2019	6429

Sumber : Data BPS Kabupaten Mentawai, 2020

Data pengeluaran dihitung untuk dapat mengungkap tentang pola konsumsi rumah tangga secara umum menggunakan indikator proporsi pengeluaran untuk makanan dan non makanan. Komposisi pengeluaran rumah tangga dapat dijadikan ukuran untuk menilai tingkat kesejahteraan ekonomi penduduk, makin rendah persentase pengeluaran untuk makanan terhadap total pengeluaran makin membaik tingkat kesejahteraan.

4.5. Kapal Eksisting dan Arus Penumpang Kepulauan Mentawai

Untuk mendukung transportasi penghubung antara Kota Padang dan Kepulauan Mentawai, peran kapal sangat dibutuhkan sebagai sarana pendukung transportasi laut. Peran kapal tidak hanya sebagai penghubung antara Kota Padang dan Kepulaun Mentawai, kapal dibutuhkan juga sebagai sarana yang menghubungkan perekonomian, pendidikan dan kesehatan di Kepulauan Mentawai dengan Kota Padang, di mana banyak kebutuhan Kepulauan Mentawai yang di *supply* dari Kota Padang. Kapal yang berada di Pelabuhan Teluk Bungus merupakan milik dari PT ASDP Indonesia (Persero) Padang, di mana terdapat dua buah kapal tipe *Roll On – Roll Off* (*RO–RO*) yang mengangkut penumpang dan kendaraan. Kapal ini dioperasikan juga oleh PT ASDP Indonesia (Persero) Padang terdiri dari KMP Ambu–Ambu dan KMP Gambolo. Kapal tersebut hanya melayani rute pelayaran Pelabuhan Teluk Bungus – Pelabuhan di Kepulauan Mentawai.

4.5.1. KMP Ambu – Ambu

Sumber: PT ASDP Indonesia (Persero) Padang ,2020

Gambar 4.4 KMP Ambu – Ambu

Gambar 4.4 merupakan KMP Ambu – Ambu milik PT ASDP Indonesia (Persero) Padang. Kapal tersebut merupakan salah satu dari dua kapal Ro-Ro yang beroperasi melayani

rute pelayaran Padang (Teluk Bungus) – Mentawai (Tua Pejat). Berikut merupakan data spesifikasi dari KMP Ambu – Ambu yang dimiliki dan dioperasikan oleh PT ASDP Indonesia (Persero) Padang :

Tabel 4.6 Data Spesifikasi KMP Ambu - Ambu

DATA SPESIFIKASI KMP. AMBU – AMBU			
1	Pemilik / Operator	:	PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero)
2	Nama Kapal	:	KMP. AMBU – AMBU
3	Gross Tonnage	:	571 GT
4	Net Tonnage	:	177 NT
5	Panjang Keseluruhan (L.O. A.)	:	45,50 Meter
6	(L.B.P.)	:	40,15 Meter
7	Lebar / Beadth	:	12 Meter
8	Tinggi / Depth	:	3,2 Meter
9	Sarat / Draugth	:	2,15 Meter
10	**Main Engine (ME)**	:	YANMAR Type 6 AYM - ETE
	Power / HP / RPM	:	2 X 829 HP
	RPM	:	1900
	Kecepatan	:	8.0 Knot
	Jenis Bahan Bakar	:	Solar (HSD)
11	**Auxiliary Engine (AE)**	:	PERKIN SABRE Type 6 TG 2 AM
	Power / HP / RPM	:	2 X 124 HP / 1500
	Jenis Bahan Bakar	:	Solar (HSD)
	KVA	:	85 KVA
12	RAMP DOOR depan & belakang		
	Panjang	:	6 Meter
	Lebar	:	4 Meter
13	Tinggi Langit2 Geladak(Cardeck)	:	3,9 Meter

Sumber: Data PT ASDP Indonesia (Persero) Padang ,2020

KMP Ambu – Ambu memiliki kecepatan rata – rata 8 knot dan memiliki daya mesin induk 2 x 829 HP. Kapasitas dari KMP Ambu – Ambu terdiri dari 225 penumpang dan 21 unit kendaraan campuran, di mana kendaraan campuran terdiri dari kendaraan bio diesel dan kendaraan penumpang. Jumlah awak kapal dari KMP Ambu – Ambu terdiri dari 19 orang awak kapal. Kapasitas dari tangki bahan bakar KMP Ambu – Ambu yaitu 2 x 24,563 Ton, tangki air tawar memiliki kapasitas 2 x 35,322 Ton dan kapasitas tangki air *ballast* yaitu 19,195 Ton. KMP Ambu-ambu merupakan kapal yang telah beroperasi cukup lama dalam melayani rute Padang – Kepulauan Mentawai. Frekuensi kapal tersebut diatur oleh pihak PT ASDP Kota Padang di mana frekuensi tersebut berpengaruh pada jumlah penumpang, kendaran dan barang

yang telah diangkut oleh kapal tersebut. Berikut ini merupakan data terkait dengan arus penumpang dan barang dalam rekapan lima tahun terakhir dalam Tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7 Arus penumpang dan barang KMP Ambu-ambu

NO	**Jenis Muatan**	**Tahun**				
		2015	2016	2017	2018	2019
1	Penumpang (orang)					
	Kelas Ekonomi					
	Dewasa (orang)	49,172	18,190	15,868	14,048	15,140
	Anak (orang)	3,460	1,724	2,485	3,503	3,159
	Kelas Bisnis					
	Dewasa (orang)	23,034	18,431	22,691	18,709	19,443
	Anak (orang)	-	-	-	-	6
2	Kendaraan (unit)					
	Golongan I	163	12	44	72	82
	Golongan II	9,003	3,905	4,007	3,359	3,494
	Golongan III	77	12	18	41	47
	Golongan IV					
	Kendaraan Penumpang (unit)	-	-	-	176	266
	Kendaraan Barang (unit)	676	373	534	274	352
	Golongan V					
	Kendaraan Penumpang (unit)	-	-	-	-	1
	Kendaraan Barang (unit)	300	241	425	1,193	1,484
	Golongan VI					
	Kendaraan Penumpang	-	-	-	-	-
	Kendaraan Barang (unit)	107	43	284	701	549
	Golongan VII	46	10	100	36	59
	Golongan VIII	24	11	42	16	16
	Golongan IX	-	-	-	29	43

Sumber: Data PT ASDP Indonesia (Persero) Padang ,2020

4.5.2. KMP Gambolo

Gambar di bawah merupakan KMP Gambolo milik PT ASDP Indonesia (Persero) Padang. Kapal tersebut merupakan kapal kedua setelah KMP Ambu-Ambu. Kedua kapal yang melayani rute Kota Padang – Kepulauan Mentawai mempunyai dimensi yang mendekati sama atau dapat dikatakan sebagai *sister ship.* Berbeda dengan KMP Ambu – Ambu yang memiliki kecepatan rata – rata 8 knot, KMP Gambolo memiliki kecepatan rata – rata 8,5 – 9 knot dan memiliki daya mesin induk 2 x 829 HP.

Sumber: PT ASDP Indonesia (Persero) Padang ,2020
Gambar 4.5 KMP Gambolo

Kapasitas dari KMP Gambolo terdiri dari 222 penumpang dan 19 unit kendaraan campuran, di mana kendaraan campuran terdiri dari kendaraan bio diesel dan kendaraan penumpang. Hal ini dapat diartikan bahwa kapasitas baik penumpang dan barang antara kedua kapal nyaris sama. Berikut merupakan data spesifikasi dari KMP Gambolo yang dimiliki dan dioperasikan oleh PT ASDP Indonesia (Persero) Padang :

Tabel 4.8 Data Spesifikasi KMP. GAMBOLO

DATA SPESIFIKASI KMP. GAMBOLO			
1	Pemilik / Operator	:	PT. ASDP Indonesia Ferry (Persero)
2	Nama Kapal	:	KMP. GAMBOLO
3	Gross Tonnage	:	560 GT
4	Net Tonnage	:	168 NT
5	L.O. A.	:	45,50 Meter
6	(L.B.P.)	:	40,15 Meter
7	Lebar / Beadth	:	12,00 Meter
8	Tinggi / Depth	:	3,20 Meter
9	Sarat / Draugth	:	2,15 Meter
10	Main Engine (ME)	:	YANMAR Type 6 AYM - WET Thn. 2012
	Power / HP / RPM	:	2 X 829 HP / 1900
	RPM	:	1900
	Kecepatan	:	8,5 - 9 Knot
	Jenis Bahan Bakar	:	Solar (HSD)
11	Auxiliary Engine (AE)	:	PERKIN SABRE Type 4.4 TWGM Thn. 05 - 2011
	Power / HP / RPM	:	2 X 100,6 HP / 1500
	Jenis Bahan Bakar	:	Solar (HSD)
	Generator /Output	:	Stamford Type UCM274D1 / 67.2 KW

DATA SPESIFIKASI KMP. GAMBOLO			
12	Emergency Generator	:	CUMMINS Type KM20KW Th. 05 - 2012
	Power / HP	:	24 KW
	RPM	:	1500
	Jenis Bahan Bakar	:	Solar (HSD)
	KVA	:	25 KVA
13	RAMP DOOR Depan &Belakang		
	Panjang	:	5,80 Meter
	Lebar	:	4 Meter
14	Tinggi Geladak (Cardeck)	:	4 Meter

Sumber: PT ASDP Indonesia (Persero) Padang ,2020

Jumlah awak kapal dari KMP Gambolo sama dengan KMP Ambu – Ambu yang terdiri dari 19 orang awak kapal. Kapasitas dari tangki bahan bakar KMP Gambolo yaitu 2 x 24,6 Ton, tangki air tawar memiliki kapasitas 2 x 33,68 Ton dan kapasitas tangki air *ballast* yaitu 2 x 21,7 Ton. *Ramp door* kapal diletakkan pada kedua sisi kapal yaitu sisi depan dan belakang kapal bagian *port side*. Penempatan ramp door disesuaikan dengan *ramp door* dermaga. Berikut ini Merupakan penyajian data kapal terkait dengan arus penumpang dan barang kapal motor Gambolo.

Tabel 4.9 Arus penumpang dan barang KMP GAMBOLO

NO	**Jenis Muatan**	**Tahun**				
		2015	2016	2017	2018	2019
1	Penumpang (orang)					
	Kelas Ekonomi					
	Dewasa (orang)	24,120	12,810	12,030	13,860	10,560
	Anak (orang)	1,214	898	2,208	2,972	2,172
	Kelas Bisnis					
	Dewasa (orang)	18,805	24,967	22,419	26,487	15,812
	Anak (orang)	-	-	58	-	4
2	Kendaraan (unit)					
	Golongan I	55	27	41	61	79
	Golongan II	5,077	4,117	3,796	3,655	2,856
	Golongan III	44	13	24	36	36
	Golongan IV					
	Kendaraan Penumpang (unit)	-	-	249	190	223
	Kendaraan Barang (unit)	360	372	210	344	291
	Golongan V					
	Kendaraan Penumpang (unit)	-	-	-	1	3
	Kendaraan Barang (unit)	143	150	467	776	1,671

NO	Jenis Muatan	Tahun				
		2015	2016	2017	2018	2019
	Golongan VI					
	Kendaraan Penumpang (unit)	-	-	-	-	-
	Kendaraan Barang (unit)	40	90	469	339	294
	Golongan VII	16	30	85	28	22
	Golongan VIII	13	32	41	15	7
	Golongan IX	-	-	-	22	27

Sumber: PT ASDP Indonesia (Persero) Padang ,2020

KMP Gambolo merupakan kapal yang telah beroperasi cukup lama dalam melayani rute Padang – Kepulauan Mentaawai. Frekuensi kapal berpengaruh pada jumlah penumpang, kendaraan dan barang yang telah diangkut oleh kapal tersebut. Berikut ini merupakan data terkait dengan arus penumpang dan barang dalam rekapan lima tahun terkahir yang disajikan tiap tahun. Data tersebut terbagi atas data penumpang dan kendaraan yang terbagi atas golongan 1-IX. Penumpang KMP Gambolo didominasi oleh dewasa baik dalam kelas ekonomi maupun bisnis sedangkan untuk golongan kendaraan didominasi oleh kendaraan golongan II dan kendaraan barang golongan V. Data penumpang yang terlihat jarang menggunakan transportasi laut adalah kendaraan golongan IX dan kendaraan penumpang golongan V yang hanya terhitung berjumlah satu di tahun 2018 dan berjumlah tiga di tahun 2019.

4.6. Pola Operasi Kapal Eksisting Kepulauan Mentawai

Kapal KMP Ambu-Ambu memiliki frekuensi pelayaran sebanyak 28 kali dalam satu bulan, di mana terdapat waktu perbaikan kapal atau kapal tidak beroperasi selama 3 hari dalam satu bulan. Pola operasi dari kapal KMP Ambu – Ambu yaitu Padang – Tua Pejat – Padang – Sikakap – Padang – Siberut – Padang. Sedangkan kapal KMP Gambolo memiliki frekuensi pelayaran sebanyak 23 kali dalam satu bulan, di mana terdapat waktu kapal tidak beroperasi selama 13 hari dalam satu bulan. Pola operasi dari kapal KMP Gambolo yaitu Padang – Sikabaluan – Padang – Tua Pejat – Sioban – Padang. Pola operasi tersebut mengacu pada jadwal operasi eksisting yang dilakukan sebagai rutinitas pola operasi PT ASDP (Persero) Padang.

4.6.1. Tarif Kapal Eksisting Kepulauan Mentawai

Dalam upaya untuk memperoleh keuntungan, maka ditetapkan tarif terhadap pengguna jasa kapal, di mana tarif tersebut terdiri dari tarif penumpang dewasa, tarif penumpang anak-anak serta tarif kendaraan. Tarif penumpang terdiri dari dua kelas yaitu kelas ekonomi dan kelas bisnis di mana rata-rata pengguna kapal akan memilih kelas ekonomi dibandingkan kelas

bisnis. Tarif kapal tersebut didapatkan dari data PT ASDP di mana tarif termahal untuk rute palayaran Padang – Kepulauan Mantawai mencapai jutaan rupiah untuk penumpang dan barang.

Tabel 4.10 Tarif kapal Kepulauan Mentawai

NO	Jenis Muatan	Lintasan					
		Siberut - Sikabaluan (45 Mile)	Padang - Siberut (82 Mile)	Padang - Tua Pejat (84 Mile)	Padang - Sikabaluan (90 Mile)	Padang - Sikakap (104 Mile)	Tua Pejat - Sioban (25 Mile)
1	Penumpang						
	Kelas Ekonomi						
	Dewasa	Rp 40,000	Rp 88,000	Rp 90,000	Rp 92,000	Rp 110,000	Rp 35,000
	Anak	Rp 30,000	Rp 60,000	Rp 60,000	Rp 65,000	Rp 75,000	Rp 20,000
	Kelas Bisnis						
	Dewasa	Rp -	Rp 135,000	Rp 140,000	Rp 145,000	Rp 160,000	Rp -
	Anak	Rp -	Rp 95,000	Rp 95,000	Rp 95,000	Rp 100,000	Rp -
2	Kendaraan						
	Golongan I	Rp 55,000	Rp 125,000	Rp 125,000	Rp 130,000	Rp 160,000	Rp 40,000
	Golongan II	Rp 80,000	Rp 195,000	Rp 200,000	Rp 190,000	Rp 250,000	Rp 65,000
	Golongan III	Rp 180,000	Rp 405,000	Rp 390,000	Rp 390,000	Rp 410,000	Rp 150,000
	Golongan IV						
	Kendaraan Penumpang	Rp 700,000	Rp 1,350,000	Rp 1,500,000	Rp 1,400,000	Rp 1,660,000	Rp 550,000
	Kendaraan Barang	Rp 525,000	Rp 1,220,000	Rp 1,200,000	Rp 1,150,000	Rp 1,400,000	Rp 425,000
	Golongan V						
	Kendaraan Penumpang	Rp 950,000	Rp 1,900,000	Rp 1,900,000	Rp 1,650,000	Rp 2,500,000	Rp 775,000
	Kendaraan Barang	Rp 735,000	Rp 1,600,000	Rp 1,600,000	Rp 1,500,000	Rp 2,000,000	Rp 580,000
	Golongan VI						
	Kendaraan Penumpang	Rp 1,200,000	Rp 2,350,000	Rp 2,500,000	Rp 2,500,000	Rp 3,200,000	Rp 1,000,000
	Kendaraan Barang	Rp 800,000	Rp 1,900,000	Rp 2,200,000	Rp 1,800,000	Rp 2,450,000	Rp 800,000
	Golongan VII	Rp 1,350,000	Rp 3,100,000	Rp 3,400,000	Rp 2,950,000	Rp 4,155,000	Rp 1,250,000

NO	Jenis Muatan	Lintasan					
		Siberut - Sikabaluan (45 Mile)	Padang - Siberut (82 Mile)	Padang - Tua Pejat (84 Mile)	Padang - Sikabaluan (90 Mile)	Padang - Sikakap (104 Mile)	Tua Pejat - Sioban (25 Mile)
	Golongan VIII	Rp 2,135,000	Rp 4,900,000	Rp 5,500,000	Rp 4,700,000	Rp 6,700,000	Rp 2,000,000
	Golongan IX	Rp 4,000,000	Rp 8,500,000	Rp 8,500,000	Rp 8,000,000	Rp 9,000,000	Rp 3,750,000

Sumber: PT ASDP Indonesia (Persero) Padang

4.7. Komponen Perencanaan Perancangan Kapal

Dalam perencanaan perancangan kapal dibutuhkan beberapa komponen diantaranya yaitu frekuensi kunjungan kapal, jenis kapal dan kapasitas kapal.

4.7.1. Frekuensi Kunjungan Kapal

Dengan adanya penambahan jumlah kapal maka frekuensi kunjungan kapal dari Kota Padang ke Kepulauan Mentawai akan bertambah hal tersebut diharapkan mengakibatkan pertumbuhan Indeks Pembangunan Manusia di Kepulauan Mentawai. Penambahan frekuensi kunjungan kapal didapatkan dari pola operasi penambahan kapal, jika terdapat penambahan kapal, maka mempengaruhi pola operasi kapal eksisting dan terjadi penambahan frekuensi, baik itu frekuensi sandar di Pelabuhan Teluk Bungus dan frekuensi kunjungan kapal di Kepulauan Mentawai. Berikut merupakan data frekuensi kunjungan kapal di Kepulauan Mentawai.

Tabel 4.11 Frekuensi Kunjungan Kapal

Tahun	Frekuensi Kunjungan kapal	Satuan
2015	3205	Kali/Tahun
2016	3402	Kali/Tahun
2017	3705	Kali/Tahun
2018	4493	Kali/Tahun
2019	5353	Kali/Tahun

Sumber : Badan Pusat Statistika ,2020

4.7.2. Jenis Kapal

Kapal *ro-ro* merupakan sarana transportasi yang digunakan dalam penyeberangan Padang – Kepulauan Mentawai dan antar Kepulauan Mentawai. Pada kondisi eksisting hanya terdapat dua jenis kapal Ro – Ro yang memiliki kemampuan mengangkut kendaraan roda empat, sedangkan kapal jenis lainnya hanya mampu mengangkut penumpang dan barang saja. Kapal tersebut merupakan kapal milik PT ASDP Kota Padang yaitu KMP Ambu – Ambu dan KMP Gambolo. Berbeda dengan kapal PT ASDP tersebut, kapal eksisting lainnya hanya digunakan untuk armada angkutan antar pulau di Kepulauan Mentawai. Dengan menambahkan kapal jenis Ro – Ro maka akan membantu pengiriman kendaraan di Kepulauan Mentawai.

4.7.3. Kapasitas Kapal

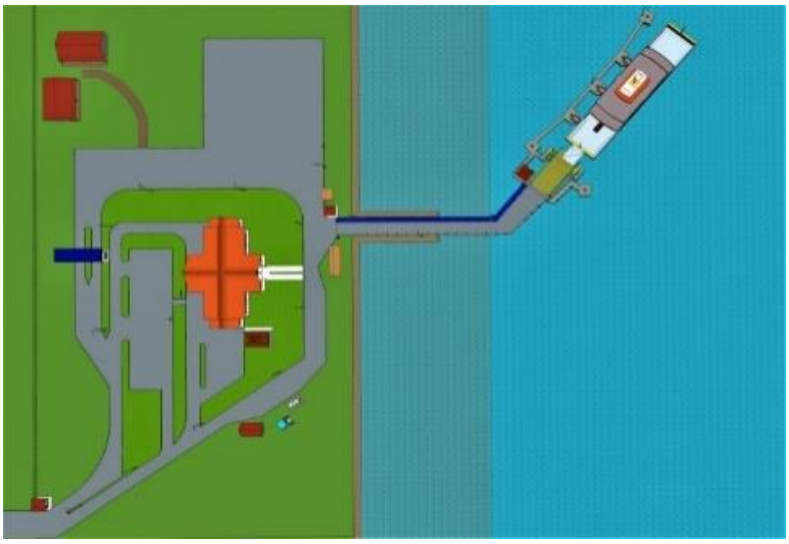
Kapasitas kapal mempengaruhi jumlah pergerakan penumpang, barang dan kendaraan di Kepulauan Mentawai, di mana pergerakan penumpang, barang dan kendaraan akan mempengaruhi indeks pembangunan manusia, di mana pada indikator IPM terdapat indikator ekonomi, pendidikan dan kesehatan. Pada indikator ekonomi yang dimaksud yaitu pergerakan barang seperti sembako, peralatan rumah tangga, sandang serta pangan dan kendaraan penunjang transportasi darat di Kepulauan Mentawai, pada indikator kesehatan yang dimaksud yaitu berupa fasilitas kesehatan seperti obat – obatan dan alat penunjang kesehatan, sedangkan pada indikator pendidikan yang dimaksud berupa fasilitas penunjang proses mengajar seperti buku dan alat tulis. Pada kondisi eksisting kapasitas dari KMP Gambolo terdiri dari 222 penumpang dan 19 unit kendaraan campuran, di mana kendaraan campuran terdiri dari kendaraan bio diesel dan kendaraan penumpang. Sedangkan Kapasitas dari KMP Gambolo terdiri dari 222 penumpang dan 19 unit kendaraan campuran, di mana kendaraan campuran terdiri dari kendaraan bio diesel dan kendaraan penumpang. Hal ini dapat diartikan bahwa kapasitas baik penumpang dan barang antara kedua kapal nyaris sama.

4.8. Kondisi Eksisting Pelabuhan Teluk Bungus

Kawasan Pesisir Teluk Bungus yang terletak di Selatan Kota Padang memegang peranan penting, tidak hanya bagi Provinsi Sumatera Barat khususnya Kota Padang, tetapi juga Indonesia bagian barat Pulau Sumatera. Pesisir Teluk Bungus telah lama menjadi salah satu pusat pariwisata dan pusat distribusi Bahan Bakar Minyak (BBM) Pertamina di Provinsi Sumatera Barat. Dalam kawasan pesisir Teluk Bungus terdapat beberapa fasilitas penunjang roda ekonomi berupa pelabuhan dan galangan kapal. Pelabuhan pesisir Teluk Bungus di antaranya Pelabuhan Perikanan Samudra (PPS) Teluk Bungus dan pelabuhan penyeberangan kapal *Roll on-Roll off* Teluk Bungus. Kawasan pelabuhan ini dalam perjalanannya tidak mengalami perubahan yang signifikan terkait dengan pertumbuhan kapasitas dermaga maupun pelabuhan. Pelabuhan Teluk Bungus merupakan salah satu pelabuhan yang melayani rute Padang - Pulau Mentawai di mana tujuan pertama yang dilalui adalah Teluk Bungus-Tua Pejat.

Menurut Peraturan Pemerintah No. 61 tahun 2009 tentang pelabuhan, pelabuhan adalah tempat yang terdiri dan daratan dan perairan di sekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, berlabuh, naik turun penumpang dan/atau bongkar muat barang yang

dilengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi



Sumber *: Dinas Perhubungan Kota Padang*
Gambar 4.6 *Layout* Eksisting Pelabuhan Teluk Bungus

Pelabuhan ini dikelola oleh Dinas Perhubungan Kota Padang dan dioperasikan oleh PT. ASDP Persero Kota Padang melalui kapal yang dimiliki oleh pihak ASDP. Adapun dimensi dari Pelabuhan Teluk Bungus dapat di lihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.12 Dimensi pelabuhan Teluk Bungus

No	Uraian	Ukuran	Satuan
1	Panjang dermaga	15	Meter
2	Lebar dermaga	12	Meter
3	Panjang *trestle*	32	Meter
4	Panjang alur Teluk Bungus	4900	Meter
5	Kedalaman Alur rata-rata	11	Meter
6	Lebar alur masuk	1200	Meter
7	Area penumpukan	1330	m^2
8	Area Kantor	1216	m^2

Sumber : *Google earth*

Kondisi eksisting pelabuhan Teluk Bungus saat ini dalam segi fasilitas tergolong sedikit. Pelabuhan Teluk Bungus sendiri masuk dalam kategori pelabuhan kelas III sesuai dengan yang telah diatur dalam tatanan kepelabuhan nasional sesuai keputusan Menteri

Perhubungan Nomor 53 tahun 2002 pasal 22 ayat 1 huruf c, bahwa pelabuhan kelas III sekurang-kurangnya memperhatikan hal-hal berikut ini :

a. Volume angkutan:
    - Penumpang < 1000 orang/hari;
    - Kendaraan < 250 unit/hari
b. Frekuensi < 6 trip/hari;
c. Dermaga < 500 GRT;
d. Waktu operasi < 6 jam/hari;
e. Fasilitas pokok sekurang-kurangnya meliputi:
    - Perairan tempat labuh termasuk alur pelayanan;
    - Kolam pelabuhan;
    - Fasilitas sandar kapal dan fasilitas penimbangan muatan;
    - Terminal penumpang,
    - Akses penumpang dan barang ke dermaga;
    - Perkantoran kegiatan perkantoran pemerintahan dan pelayanan jasa.

Pelabuhan Teluk Bungus yang merupakan pelabuhan kelas III, setelah dilakukan survei diperoleh beberapa data terkait dengan kondisi fasilitas pelabuhan Teluk Bungus. Pada pelabuhan terdapat area penumpukan barang dan dapat dijadikan lahan parkir oleh truk-truk ekspedisi pembawa bahan pokok yang akan melakukan penyeberangan menuju pulau Mentawai. Area tersebut merupakan area terbuka bebas yang cukup luas berukuran 1330 m^2.

Sumber: *Google picture*
Gambar 4.7 Area penumpukan pelabuhan Teluk Bungus

Pada area tersebut terjadi proses bongkar muat barang yang kurang tertata dengan baik, fasilitas pendukung lain seperti toilet, tempat sampah dan lain sebagainya dalam kondisi rusak sehingga memperparah kondisi ke tidak tertiban pekerjaan di area penumpukan tersebut. Akses

menuju dermaga pada pelabuhan Teluk Bungus dalam kondisi cukup baik. Akses jalan merupakan jalan aspal dengan lebar ± 5 meter yang terbentang dari pintu masuk pelabuhan sampai pada *trestle* pelabuhan Teluk Bungus. Jalan tersebut merupakan akses satu-satunya yang bisa dilalui oleh calon penumpang kapal yang akan menuju ke pulau Mentawai.

Sumber: *Google Picture*
Gambar 4.8 Jalan akses menuju dermaga

Dermaga pelabuhan Teluk Bungus dalam kondisi baik. Pada Dermaga terdapat fasilitas berupa *Ramp Door* yang berfungsi sebagai jembatan ketika kapal akan melakukan proses bongkar muat. Fasilitas tersebut berjumlah satu buah dengan kondisi baik. Kondisi pagar dermaga untuk melindungi calon penumpang dari kecelakaan terjatuh juga dalam kondisi baik. Perawatan rutin dilakukan oleh pihak pelabuhan untuk menjaga kenyamanan calon penumpang kapal. Perawatan yang dilakukan meliputi pengecekan kondisi fasilitas dan pemeliharaan berkala.

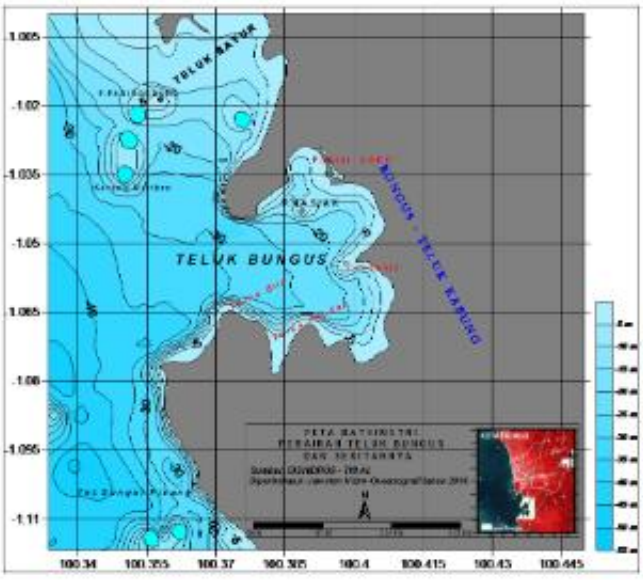
Sumber: *Google Picture*
Gambar 4.9 Peralatan Tambat Pelabuhan Teluk Bungkus

Fasilitas pendukung lainnya pada pelabuhan ini juga tersedia seperti peralatan tambat kapal berupa *mooring* dan *breasthing dolphin*. Untuk peralatan *mooring* berupa *bolder* pada pelabuhan ini terdapat dua buah masing-masing pada sisi kanan dan kiri dermaga. Jarak kedua *mooring* tersebut sebesar 23 meter. Untuk *dolphin* pada pelabuhan Teluk Bungus ini terdapat

tiga buah *breasthing dolphin* dan dua *mooring dolphin* pada masing-masing ujung depan dan belakang dengan jarak di antara *dolphin* tersebut sebesar 15 meter.

Sumber: *Google Picture*
Gambar 4.10 Dermaga Pelabuhan Teluk Bungus

Pada proses pembuatan atau pengembangan pelabuhan, peta batimetri merupakan salah satu aspek penting yang dipertimbangkan dalam tahapan desain dan penempatan beberapa fasilitas seperti kolam labuh dan kolam putar. Kawasan Teluk Bungus merupakan kawasan yang tepat dikarenakan dalam citra batimetri memiliki kedalaman rata-rata yang cukup untuk kapal sandar dan merapat ke daratan. Berikut ini citra peta batimetri kawasan Teluk Bungus yang dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Sumber: (Tanto, et al., 2016)
Gambar 4.11 Peta Batimetri perairan Teluk Bungus dan sekitarnya

Dengan adanya peta batimetri maka informasi kedalaman laut, gambaran dasar laut Kepulauan Mentawai dapat diketahui. Peta batimetri merujuk pada kedalaman laut relatif terhadap permukaan laut. Informasi kedalaman dalam peta batimetri digunakan untuk

mengelola sarana dan fasilitas pelabuhan, memprediksi sedimen yang berasal dari sungai yang bermuara ke laut dan menjadi informasi yang mendukung operasi pengerukan.

4.9. Komponen Perencanaan Pelabuhan

Dalam perencanaan pelabuhan dilakukan perhitungan beberapa komponen seperti jumlah pelabuhan dan panjang dermaga. Di mana komponen tersebut akan mempengaruhi perencanaan dalam pengembangan pelabuhan, jika kapasitas pelabuhan dan dermaga eksisting masih mencukupi aktivitas pengguna jasa pelabuhan, maka tidak diperlukan pengembangan dan penambahan jumlah dermaga.

4.9.1. Jumlah Pelabuhan

Pada kondisi eksisting, jumlah pelabuhan di Kepulauan Mentawai pada tahun 2019 mencapai 32 unit pelabuhan, di mana terdiri jenis dermaga beton dan jenis dermaga kayu.

Tabel 4.13 Jumlah Dermaga di Kepulauan Mentawai

Tahun	Jumlah Pelabuhan / Dermaga Laut (unit)		Jumlah Pelabuhan (unit)
	Beton	Kayu	
2015	8	14	22
2016	8	14	22
2017	8	14	22
2018	9	23	32
2019	9	23	32

Sumber : Badan Pusat Statistika Kabupaten Mentawai ,2020

Sebagai satu – satunya pelabuhan yang menjadi akses Kepulauan Mentawai dengan wilayah luar yaitu Pelabuhan Teluk Bungus yang berlokasi di Kota Padang, jumlah pelabuhan di Pelabuhan Teluk Bungus, Padang hanya berjumlah satu, di mana belum adanya pengembangan pelabuhan sejak pelabuhan tersebut dibangun pada tahun 1981. Jumlah pelabuhan menjadi patokan dalam pengukuran *BOR* maksimum, *BOR* maksimum merupakan tingkat pengukuran di mana pelabuhan tersebut padat atau tidaknya kapal yang sandar, jika terjadi kepadatan kapal sandar, maka akan terjadi antrian kapal.

4.10. Panjang Dermaga

Panjang dermaga mempengaruhi jumlah kapasitas kapal sandar dan dimensi kapal yang akan sandar di pelabuhan. Panjang dermaga juga mempengaruhi tingkat pemakaian dermaga dan kinerja pelabuhan seperti *Berth Occupation Ratio (BOR)* dari pelabuhan, di mana panjang dermaga menjadi salah satu komponen perhitungan *BOR*. Pada kondisi eksisting, terdapat keterbatasan data berupa dimensi dari pelabuhan di Kepulauan Mentawai. Sedangkan dimensi Pelabuhan Teluk Bungus tersaji dalam tabel 4.14 berikut

Tabel 4.14 Dimensi Pelabuhan Teluk Bungus, Padang

No	Uraian	Ukuran	Satuan
1	Panjang dermaga	15	Meter
2	Lebar dermaga	12	Meter
3	Panjang *trestle*	32	Meter
4	Panjang alur Teluk Bungus	4900	Meter
5	Kedalaman Alur rata-rata	11	Meter

Sumber : Google Earth

BAB 5
ANALISIS HUBUNGAN TRANSPORTASI LAUT DENGAN INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA

5.1. Analisis Hubungan antara Transportasi Laut Dengan IPM

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara transportasi laut dengan indeks pembangunan manusia Kepulauan Mentawai. Analisa hubungan dilakukan dengan beberapa metode. Pada sub bab ini analisa dilakukan memanfaatkan metode korelasi. Pengaruh dari transportasi laut terhadap indeks pembangunan manusia di lihat dari hasil simulasi yang tercipta berdasarkan data-data sekunder yang diolah sebelumnya. Analisis hubungan terbagi atas tiga indeks penyusun indeks pembangunan manusia. Indeks tersebut yaitu indeks pendidikan, indeks kesehatan, dan indeks ekonomi. Dari ketiga indeks tersebut di buat beberapa skenario-skenario yang dapat mempengaruhi hasil atau sebuah nilai pengaruh dari transportasi laut. Berikut ini merupakan skenario-skenario yang dipilih dan menjadi acuan dalam proses menganalisa hubungan antara transportasi laut dengan indeks pembangunan manusia.

Tabel 5.1 Skenario Transportasi Laut Terhadap Indeks Pembangunan manusia

No	Transportasi Laut		IPM
1	Frekuensi Kunjungan Kapal Eksisting	→	Ekonomi
2	Frekuensi Kunjungan Kapal Eksisting	→	Kesehatan
3	Frekuensi Kunjungan Kapal Eksisting	→	Pendidikan

Frekuensi kunjungan kapal menjadi yang divariasikan dalam menyusun skenario-skenario hubungan antara transportasi laut dengan ketiga indeks tersebut. Dalam penelitian ini dilakukan analisis hubungan antara transportasi dengan ketiga indeks yang telah disebut diatas menggunakan 3 skenario. Kondisi eksisting dari pola operasi transportasi laut antara Padang – Kepulauan mentawai yaitu memiliki dua armada kapal *roll on-roll off* dengan disediakan satu buah dermaga di pelabuhan Teluk Bungus. Pengembangan yang dilakukan adalah dengan menambah satu unit armada kapal jenis *roll on-roll off* baru dengan pola operasi baru yang telah diatur sedemikian rupa sehingga dapat memberikan dampak terhadap kenaikan nilai indeks pembangunan manusia di Kabupaten Kepulauan Mentawai.

5.1.1. Analisis Hubungan Indikator Transportasi Laut dengan Indeks Pembangunan Manusia

Sarana transportasi yang umum digunakan dalam menghubungkan Kota Padang dan Kepulauan Mentawai serta transportasi yang menghubungkan antar pulau di Kepulaun Mentawai adalah kapal motor berjenis *ro-ro* dan kapal penumpang berjenis lainnya yang merupakan sarana transportasi laut. Akses tersebut berperan penting dalam proses peningkatan dan pemerataan beberapa aspek penunjang dalam kemajuan suatu daerah. Hingga saat ini akses utama yang dapat dilalui oleh orang, barang dan kendaraan dari luar Kabupaten Mentawai menuju Kepulauan Mentawai adalah Pelabuhan Teluk Bungus – Mentawai di mana pada kondisi eksisting terdapat dua buah kapal *ro-ro* yang melayani pelayaran rute tersebut. Kapal tersebut milik PT ASDP Indonesia (persero) Padang, yaitu kapal motor penumpang GAMBOLO dan kapal motor penumpang AMBU-AMBU. Kapal tersebut merupakan kapal yang selama ini menjadi transportasi laut yang memiliki nilai ekonomis terhadap penumpang, barang dan kendaraan dibandingkan dengan menggunakan kapal motor lainnya yang melayani rute antar Kepulauan Mentawai. Berikut merupakan frekuensi kunjungan kapal ke Pulau Mentawai yang di rekap mengacu pada data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistika (BPS) Kepulauan Mentawai. Frekuensi kapal terbagi atas setiap tahun untuk mempermudah pembacaan data tersaji dalam Tabel 5.2 berikut.

Tabel 5.2 Frekuensi Kunjungan Kapal Eksisting Mentawai

Tahun	Frekuensi Kunjungan kapal	Satuan	Persentase Kenaikan (Per Tahun)
2015	3205	Kali/Tahun	-
2016	3402	Kali/Tahun	6%
2017	3705	Kali/Tahun	8%
2018	4493	Kali/Tahun	18%
2019	5353	Kali/Tahun	16%

Sumber : Badan Pusat Statistika ,2020

Kunjungan kapal di Kepulauan Mentawai memiliki rata – rata frekuensi kunjungan kapal sebanyak 4032 kali selama satu tahun dan rata – rata kenaikan sebesar 12% setiap tahunnya, dengan total frekuensi kunjungan ke Pulau Mentawai terbanyak yaitu pada tahun 2019 sebesar 5353 kali selama satu tahun. Indikator yang digunakan untuk mencari hubungan transportasi laut dengan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dalam penelitian ini yaitu terbatas pada frekuensi kunjungan kapal di Kepulauan Mentawai.

Tabel 5.3 Variabel Data Analisis Hubungan Transportasi Laut dan IPM

Tahun (X1)	**IPM Mentawai (Y)**	**Frekuensi Kunjungan kapal (X2)**
2015	57.41	3205
2016	58.27	3402
2017	59.25	3705
2018	60.28	4493
2019	61.26	5353

Dalam mencari analisis hubungan antara transportasi laut dengan Indeks Pembangunan Manusia, dilakukan metode regresi linear dengan melihat variabel *multiple regression*. *Multiple r* adalah suatu ukuran untuk mengukur tingkat keeratan suatu hubungan linear antara variabel terikat dengan seluruh variabel bebas secara bersama – sama. Dalam penelitian ini, variabel bebas berupa variabel transportasi laut, sedangkan variabel terikat adalah indeks pembangunan manusia.

Tabel 5.4 Analisis Hubungan Transportasi Laut dengan Indeks Pembangunan Manusia

Regression Statistics	
Multiple r	**0.999984**
R Square	0.999967
Adjusted R Square	0.666623
Standard Error	0.437705
Observations	5

Multiple r dalam analisis ini bernilai 0.999, di mana nilai tersebut bersifat positif dan mendekati nilai 1, maka itu artinya hubungan antara variabel tersebut menunjukkan hubungan yang lebih kuat atau dengan kata lain semakin meningkatnya salah satu variabel maka akan meningkat pula variabel lainnya. Dapat disimpulkan dalam analisis tersebut variabel indeks pembangunan manusia mengalami perubahan nilai akibat variabel transportasi laut.

5.1.2. Analisis Hubungan Indikator Transportasi Laut dengan Indikator Pendidikan dalam Indeks Pembangunan Manusia

Pendidikan merupakan salah satu indikator yang termasuk dalam indeks penyusun perhitungan nilai indeks pembangunan manusia (IPM). Indikator pendidikan dinilai dari angka harapan lama sekolah dan rata-rata lama sekolah. Dengan kondisi geografis Kepulauan Mentawai yang termasuk dalam salah satu pulau terluar di Indonesia, maka segala sesuatu yang berhubungan dengan pendidikan berasal dari luar pulau baik sumber daya manusia maupun

peralatan dan perlengakapan penunjang kegiatan belajar mengajar seperti buku, alat laboraturium dan perlengkapan lainnya. Pemerataan kualitas pendidikan pada daerah Kepulauan Mentawai menjadi masalah dari tiap tahunnya. Masalah tersebut timbul akibat dari keterbatasan moda transportasi yang menjadi penghubung antara guru dengan siswa yang ada di daerah Kepulauan Mentawai. Dalam penelitian ini akan dilakukan analisa terkait hubungan antara transpotasi laut dengan indeks pendidikan. Dalam langkah menentukan hubungan transportasi laut dengan indeks pendidikan, dilakukan dengan memecah indeks menjadi dua variabel. Variabel tersebut didapatkan dari beberapa data penyusun nilai indeks pendidikan. Berikut ini merupakan beberapa varibel indikator pendidikan yang digunakan untuk menganalisis hubungan untuk mengetahui keeratan variabel transportasi laut dengan IPM pendidikan.

Tabel 5.5 Variabel Analisis Hubungan Transportasi Laut dan Pendidikan

Tahun (X1)	**Harapan Lama Sekolah (Y)**	**Rata - Rata Lama Sekolah (Y)**	**Frekuensi Kunjungan kapal (X2)**
2015	11.48	6.27	3205
2016	11.74	6.52	3402
2017	12.07	6.69	3705
2018	12.39	6.95	4493
2019	12.76	7.08	5353

Berdasarkan data di atas diketahui bahwa terjadi peningkatan pada semua komponen. Peningkatan cenderung stabil dengan menghasilkan angka yang fluktuatif. Selanjutnya dilakukan perhitungan analisis hubungan antara variabel tersebut menggunakan metode regresi linear. Dalam mencari analisis hubungan antara transportasi laut dengan Pendidikan dalam Indeks Pembangunan Manusia, dilakukan metode regresi linear dengan melihat variabel *multiple regression*. *Multiple r* adalah suatu ukuran untuk mengukur tingkat keeratan suatu hubungan linear antara variabel terikat dengan seluruh variabel bebas secara bersama – sama. Dalam penelitian ini, variabel bebas berupa variabel frekuensi kunjungan kapal, sedangkan variabel terikat adalah variabel harapan lama sekolah dan rata – rata lama sekolah. Diperoleh hasil regresi seperti berikut tersaji dalam Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Regresi Statistik IPM Pendidikan dan Transportasi Laut

Regression Statistics		
Summary Output	**Harapan Lama Sekolah**	**Rata - Rata Lama Sekolah**
Multiple r	0.999	0.999
R Square	0.999	0.999

Regression Statistics		
Summary Output	**Harapan Lama Sekolah**	**Rata - Rata Lama Sekolah**
Adjusted R Square	0.666	0.666
Standard Error	0.132	0.124
Observations	5	5

Multiple r dalam analisis hubungan Harapan Lama Sekolah (HLS) dengan frekuensi kunjungan kapal bernilai 0.9999 dan *Multiple r* dalam analisis hubungan Rata - Rata Lama Sekolah (RLS) dengan frekuensi kunjungan kapal bernilai 0.999, di mana nilai tersebut bersifat positif dan mendekati nilai 1, maka itu artinya hubungan antara variabel tersebut menunjukkan hubungan yang lebih kuat atau dengan kata lain semakin meningkatnya salah satu variabel maka akan meningkat pula variabel lainnya. Dapat disimpulkan dalam analisis tersebut variabel pendidikan mengalami perubahan nilai akibat variabel frekuensi kunjungan kapal dan dapat dibenarkan bahwa terdapat hubungan antara frekuensi kunjungan kapal dengan indeks pendidikan di daerah Mentawai.

5.1.3. Analisis Hubungan Indikator Transportasi Laut dengan Indikator Kesehatan dalam Indeks Pembangunan Manusia

Kesehatan merupakan indikator penyusun dalam penentuan nilai indeks pembangunan manusia pada suatu daerah. Kesehatan merupakan salah satu tolok ukur dari suatu daerah ketika akan melihat kemajuan dari daerah tersebut. Dalam indeks pembangunan manusia, indeks kesehatan dinilai dari angka harapan hidup masyarakat pada daerah tersebut. Semakin tinggi angka harapan hidup di suatu daerah maka nilai indeks kesehatan daerah tersebut juga tinggi begitupun sebaliknya. Kondisi eksisting kualitas kesehatan di daerah Kepulauan Mentawai tergolong rendah mengingat ketersediaan tenaga medis yang masih rendah. Maksud dari rendah disini adalah pemerataan tenaga medis seperti dokter dan bidan di berbagai gugusan pulau yang belum merata. Hal tersebut disebabkan salah satunya akibat dari keterbatasan akses menuju daerah tersebut dan membutuhkan waktu yang cukup lama menuju daerah tersebut yang berdampak pada penanganan masalah kesehatan masyarakat yang ada di Mentawai. Jumlah tenaga medis dan fasilitas medis seperti obat – obatan sangat terbatas di Kepulauan Mentawai dan sebagian besar berasal dari luar pulau. Oleh karena itu para tenaga medis membutuhkan transportasi laut untuk memberikan penanganan dan pengabdian kepada masyarakat Kepulauan Mentawai dalam menjaga kesehatan masyarakat.

Oleh karenanya dalam penelitian ini dilakukan analisa hubungan antara indeks kesehatan Kepulauan Mentawai dengan transportasi laut. Analisa hubungan tersebut bermuara

pada peningkatan atau perubahan nilai indeks pembangunan manusia khususnya di daerah Kepulauan Mentawai. Dalam mencari hubungan transportasi laut dengan Indeks Pembangunan Manusia indeks kesehatan digunakan variabel indikator kesehatan yaitu angka harapan hidup untuk pengujian. Variabel tersebut diperoleh dari sumber data sekunder Badan Pusat Statistik tahun 2019 dari 5 tahun ke belakang dan berhubungan dengan transportasi laut. Penentuan hubungan varibel indeks kesehatan dengan meninjau pemenuhan komponen indeks tersebut. Berikut merupakan beberapa varibel yang akan dilakukan pengujian tentang hubungan dengan transportasi laut.

Tabel 5.7 Variabel Analisis Hubungan Transportasi Laut dan Kesehatan

Tahun (X1)	**Angka Harapan Hidup (Y)**	**Frekuensi Kunjungan kapal (X2)**
2015	64.05	3205
2016	64.36	3402
2017	64.37	3705
2018	64.49	4493
2019	64.68	5353

Berdasarkan data pada Tabel 5.7 didapatkan bahwa peningkatan jumlah terjadi pada secara signifikan setiap tahunnya pada variabel angka harapan hidup. Peningkatan angka harapan hidup paling tinggi terjadi pada tahun 2019 bernilai 64,68.

Selanjutnya dilakukan perhitungan analisis hubungan antara variabel tersebut menggunakan metode regresi linear. Dalam mencari analisis hubungan antara transportasi laut dengan Pendidikan dalam Indeks Pembangunan Manusia, dilakukan metode regresi linear dengan melihat variabel *multiple regression*. *Multiple r* adalah suatu ukuran untuk mengukur tingkat keeratan suatu hubungan linear antara variabel terikat dengan seluruh variabel bebas secara bersama – sama. Dalam penelitian ini, variabel bebas berupa variabel frekuensi kunjungan kapal, sedangkan variabel terikat adalah variabel angka harapan hidup (AHH). Diperoleh hasil regresi seperti berikut tersaji dalam Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Regresi Statistik IPM Kesehatan dan Transportasi Laut

Regression Statistics	
Multiple r	**0.999**
R Square	0.999
Adjusted R Square	0.666
Standard Error	0.102
Observations	5

Multiple r dalam analisis hubungan Angka Harapan Hidup (AHH) dengan frekuensi kunjungan kapal bernilai 0.982, di mana nilai tersebut bersifat positif dan mendekati nilai 1, maka itu artinya hubungan antara variabel tersebut menunjukkan hubungan yang lebih kuat atau dengan kata lain semakin meningkatnya salah satu variabel maka akan meningkat pula variabel lainnya. Dapat disimpulkan dengan adanya peningkatan frekuensi kunjungan kapal maka nilai indeks kesehatan sebagai komponen penyusun dari indeks pembangunan manusia akan mengalami kenaikan juga pada setiap tahunnya.

5.1.4. Analisis Hubungan Indikator Transportasi Laut dengan Indikator Ekonomi dalam Indeks Pembangunan Manusia

Dari ketiga indikator penyusun perhitungan indeks pembangunan manusia indikator ekonomi merupakan indikator terpenting. Kondisi ekonomi pada suatu daerah mencerminkan kondisi kesehatan dan pendidikan daerah tersebut dikarenakan sejatinya dalam kehidupan ekonomi merupakan hal penting yang diraih demi keberlangsungan hidup manusia. Indeks ekonomi dalam praktiknya bersentuhan langsung dengan beberapa hal di bidang transportasi laut. Waktu bongkar muat baik untuk penumpang maupun barang merupakan salah satu contoh kegiatan ekonomi yang rutin terjadi. Kegiatan ekonomi tidak berhenti disitu, kegiatan ekonomi mikro misalnya para pedagang kecil di pelabuhan dan atas kapal yang juga sedikit mempengaruhi dari tingkat ekonomi daerah Kepulauan Mentawai. Selanjutnya dilakukan analisis hubungan antara beberapa indikator ekonomi dengan kehadiran transportasi laut sebagai media perputaran ekonomi. Analisis hubungan dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi eksisting dari variabel yang dihubungkan. Dalam proses analisa ini indeks ekonomi yang digunakan untuk pengujian adalah pendapatan per kapita masyarakat Kepulauan Mentawai dan frekuensi kunjungan kapal di Kepulauan Mentawai.

Tabel 5.9 Variabel Analisis Hubungan Transportasi Laut dan Ekonomi

Tahun (X1)	Pendapatan Per Kapita (Y)	Frekuensi Kunjungan kapal (X2)
2015	5648	3205
2016	5771	3402
2017	6010	3705
2018	6211	4493
2019	6429	5353

Data dari beberapa variabel tersebut diperoleh dari data sekunder mengacu pada hasil survei dan perhitungan yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik tahun 2015 hingga 2019. Berdasarkan data di atas dapat dilihat pendapatan perkapita setiap tahunnya mengalami

peningkatan, dengan rata – rata peningkatan setiap tahunnya sebesar 3 %. Dalam mencari analisis hubungan antara transportasi laut dengan Pendidikan dalam Indeks Pembangunan Manusia, dilakukan metode regresi linear dengan melihat variabel *multiple regression*. *Multiple r* adalah suatu ukuran untuk mengukur tingkat keeratan suatu hubungan linear antara variabel terikat dengan seluruh variabel bebas secara bersama – sama. Dalam penelitian ini, variabel bebas berupa variabel frekuensi kunjungan kapal, sedangkan variabel terikat adalah variabel Pendapatan Per Kapita (PPK). Berikut merupakan hasil regresi yang tersaji dalam Tabel 5.8.

Tabel 5.10 Regresi Statistik IPM Ekonomi dan Transportasi Laut

Regression Statistics	
Multiple r	**0.999**
R Square	0.999
Adjusted R Square	0.666
Standard Error	84.662
Observations	5

Multiple r dalam analisis hubungan Angka Harapan Hidup (AHH) dengan frekuensi kunjungan kapal bernilai 0.999, di mana nilai tersebut bersifat positif dan mendekati nilai 1. Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa dengan adanya perubahan jumlah dan frekuensi transportasi laut terjadi peningkatan yang cukup signifikan di semua variabel yang telah dilakukan perhitungan. Dengan nilai *multiple r* yang mendekati 1 tersebut maka dapat dibenarkan bahwa terdapat hubungan simetris antara transportasi laut dengan indeks pembangunan manusia, di mana dalam hal ini analisis hubungan ini dilakukan dengan indeks ekonomi.

5.2. Hasil Analisis Hubungan Perancangan Kapal dengan Indeks Pembangunan Manusia

Dalam mencari analisis hubungan antara transportasi laut dengan Indeks Pembangunan Manusia (IPM), dilakukan metode regresi linear dengan melihat variabel *multiple regression*. *Multiple r* adalah suatu ukuran untuk mengukur tingkat keeratan suatu hubungan linear antara variabel terikat dengan seluruh variabel bebas secara bersama – sama. Dalam penelitian ini, variabel bebas berupa variabel frekuensi kunjungan kapal, sedangkan variabel terikat adalah variabel komponen Indeks Pembangunan Manusia. Dari hasil analisis didapatkan hasil analisis korelasi seperti tabel berikut

Tabel 5.11 Hasil Analisis Perancangan Kapal dengan Indeks Pembangunan Manusia

Persamaan Regresi							
Indeks Pembangunan Manusia (Y)	=	***Intercept* (a)**	+	**b1 × Tahun (X1)**	+	**b2 × Frekuensi Kunjungan Kapal (X2)**	***Multiple r* (R)**
IPM	=	0	+	0.0262 × (X1)	+	0.0016 × (X2)	0.99998
IPM - Ekonomi	=	0	+	2.2931 × (X1)	+	0.3445 × (X2)	0.99994
IPM - Pendidikan HLS	=	0	+	0.0049 × (X1)	+	0.0005 × (X2)	0.99996
IPM - Pendidikan RLS	=	0	+	0.0026 × (X1)	+	0.0003 × (X2)	0.99990
IPM - Kesehatan	=	0	+	0.0316 × (X1)	+	0.0002 × (X2)	0.99999

Dari hasil analisis diatas dapat disimpulkan bahwa bahwa nilai hasil korelasi antara hubungan variabel frekuensi kunjungan kapal dengan komponen Indeks Pembangunan Manusia (IPM) memiliki nilai yang erat, dikarenakan hasil *multiple r* yang merupakan ukuran untuk mengukur tingkat keeratan mendekati nilai positif 1. Dengan nilai *multiple r* yang mendekati 1 tersebut maka dapat dibenarkan bahwa terdapat hubungan simetris antara transportasi laut dengan indeks pembangunan manusia, di mana dalam hal ini. Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa dengan adanya perubahan jumlah dan frekuensi transportasi laut maka terjadi peningkatan yang cukup signifikan pada variabel indeks pembangunan manusia.

5.3. Analisis Kebutuhan Kapal

Kapal *ro-ro* merupakan sarana transportasi yang digunakan dalam penyeberangan Padang – Kepulauan Mentawai. Pada kondisi eksisting terdapat dua buah kapal *ro-ro* yang melayani pelayaran rute tersebut. Kapal tersebut milik PT ASDP Indonesia (persero) Padang, yaitu kapal motor penumpang Gambolo dan kapal motor penumpang Ambu-Ambu. Kedua kapal tersebut memiliki kecenderungan ukuran utama yang mirip sehingga dalam menunjang pemenuhan permintaan melayani jumlah penumpang dan barang baik dari Padang – Kepulauan Mentawai maupun sebaliknya terbatas. Berbeda dengan kapal ASDP tersebut, kapal eksisting lainnya hanya digunakan untuk armada angkutan antar pulau di Kepulauan Mentawai, di mana kapal tersebut tidak memiliki kemampuan mengangkut kendaraan roda empat dan hanya memiliki kemampuan mengangkut penumpang dan barang saja.

Tabel 5.12 Frekuensi Kunjungan Kapal KMP Baru Berguna

Kapal	Frekuensi Kunjungan (Bulan)	Total (Tahun)	Kenaikan
KMP Ambu-Ambu	14	308	42%
KMP Gambolo	14		
KMP Baru Berguna	20	528	

Pada penelitian ini direncanakan jumlah kapal yang melayani rute Padang – Mentawai dan antar pulau di Mentawai ditambah satu buah kapal Ro-Ro yakni KMP Baru Berguna bertujuan untuk menambah peningkatan nilai indeks pembangunan manusia sehingga proses pemerataan pendidikan, kesehatan, dan ekonomi menjadi meningkat. Dengan adanya penambahan jumlah kapal maka frekuensi kunjungan kapal dari Kota Padang ke Kepulauan Mentawai akan bertambah sebesar 42% dari frekuensi kunjungan eksisting kapal yang ada, hal ini mengakibatkan pertumbuhan Indeks Pembangunan Manusia di Kepulauan Mentawai. Dengan menambahkan kapal jenis Ro – Ro maka akan membantu pengiriman kendaraan di Kepulauan Mentawai, di mana pada kondisi eksisting hanya terdapat dua kapal Ro – Ro yang memiliki kemampuan mengangkut kendaraan roda empat, sedangkan kapal lainnya hanya mampu mengangkut penumpang dan barang saja. Pergerakan barang dan kendaraan di Kepulauan Mentawai mempengaruhi indeks pembangunan manusia, di mana pada indikator IPM terdapat indikator ekonomi, pendidikan dan kesehatan. Pada indikator ekonomi yang dimaksud yaitu pergerakan barang seperti sembako, peralatan rumah tangga, sandang serta pangan dan kendaraan penunjang transportasi darat di Kepulauan Mentawai, pada indikator kesehatan yang dimaksud yaitu berupa fasilitas kesehatan seperti obat – obatan dan alat penunjang kesehatan, sedangkan pada indikator pendidikan yang dimaksud berupa fasilitas penunjang proses mengajar seperti buku dan alat tulis.

5.4. Desain Konseptual Kapal

Dalam penelitian ini dilakukan proses desain kapal baru berdasarkan dari data ukuran utama kapal eksisting yang di modifikasi sehingga dapat menambah jumlah penumpang dan barang sehingga roda ekonomi, pendidikan, dan kesehatan masyarakat Kepulauan Mentawai bertumbuh pada setiap tahunnya. Penulis mengambil sampel kapal *roll on-roll off* sebanyak 25 buah, yang ditinjau dari DWT dan selanjutnya dilakukan analisa statistik menggunakan metode *trend curve approach*.

5.4.1. Penentuan Ukuran Utama Kapal

Berikut ini merupakan data ukuran utama kapal baru diperoleh dari proses regresi berdasarkan beberapa data kapal *ro-ro* yang beroperasi di pelayaran yang menghubungkan pulau di Indonesia. Jumlah kapal pembanding yang diambil datanya dan sesuai dengan *range* DWT yang telah ditentukan. Kemudian data-data kapal pembanding tersebut dibuat grafik dengan absis DWT dan ordinat ukuran utama kapal, misalnya grafik DWT vs Lpp, DWT vs B, DWT vs H, dan DWT vs T. Selain membuat grafik-grafik tersebut, kita juga membandingkan antara ukuran utama yang satu dengan ukuran utama yang lainnya. Misalnya grafik Lpp vs B, Lpp vs T, dan Lpp vs H. Harga R^2 harus sebesar mungkin, minimal 0,6. Untuk persamaan regresi yang dapat dipilih linear, kuadrat, eksponensial, log, *power* atau yang lainnya (disesuaikan dengan sebaran data kapal pembanding). Untuk kapal ini tipe regresi yang digunakan adalah regresi linear. Dengan membaca grafik yang dihasilkan dari regresi, akan didapatkan ukuran utama awal L_0, B_0, T_0 dan H_0. Berikut merupakan data ukuran utama kapal yang telah didapatkan.

Tabel 5.13 Data Ukuran Utama Kapal

Data Ukuran Utama Kapal Baru	
Length Between Perperndicular (L.B.P.)	44,94 Meter
Lebar / *Beadth*	12,00 Meter
Tinggi / *Depth*	3,00 Meter
Sarat / *Draugth*	1,90 Meter
Kecepatan Dinas / *Speed*	11 Knot (5,658 ms^{-1})

5.4.2. Perhitungan Koefisien Utama Kapal

Perhitungan koefisien utama kapal bisa dilakukan dengan menggunakan harga dari angka *Froude* yang telah didapatkan berdasarkan ukuran utama yang telah disusun sebelumnya. Adapun koefisien utama kapal yang dimaksud antara lain *Cb*, *Cm*, *Cwp*, *LCB*, *Cp*, *Volume Displacement* (∇) dan *Displacement* (Δ). Dengan ukuran utama yang telah disusun beserta koefisien utama maka perhitungan selanjutnya dapat dilakukan, mulai dari hambatan kapal, perkiraan *propulsive coefficient,* diameter baling-baling, perhitungan daya motor induk, DWT, LWT, stabilitas, *freeboard* dan lain-lain. Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan koefisien utama kapal yang dihitung menggunakan rumus tertera pada *Parametric Design, Chapter* 11.

Tabel 5.14 Data Koefisien Utama Kapal Baru

Data Koefisien Utama	
Block Coefficient (Cb)	0,787
Midship Coefficient (Cm)	0,993
Waterplane Coefficient (Cwp)	0,870
Longitudinal Center of Buoyancy (LCB)	1,870 meter
Prismatic Coefficient (Cp)	0,792
Volume Displacement (∇)	838,252 m^3
Displacement (Δ)	859,209 ton

5.4.3. Perhitungan Hambatan Kapal

Perhitungan hambatan total kapal dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan daya mesin yang dibutuhkan kapal. Dengan demikian kapal dapat berlayar dengan kecepatan sebagaimana yang diinginkan oleh pemilik kapal sesuai dengan *owner requirement*. Untuk menghitung hambatan kapal, digunakan metode Holtrop. Di dalam metode ini, Holtrop membagi hambatan total menjadi beberapa komponen hambatan. Komponen tersebut yaitu *viscous resistance* (hambatan kekentalan), *appendages resistance* (hambatan karena bentuk kapal), dan *wave making resistance* (hambatan gelombang karena gerak kapal). Dalam melakukan perhitungan hambatan utama kapal, ada ukuran utama yang terlebih dahulu harus diubah, yaitu *Lpp* menjadi *Lwl*.

Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan hambatan kapal menggunakan rumus hambatan yang telah dijelaskan, dapat di lihat pada Tabel 5.13 berikut ini.

Tabel 5.15 Hasil Perhitungan Hambatan Kapal

Hambatan	Jumlah	Satuan
Viscous Resistance	12,179	kN
Resistance of Appendages	636,657	m^2
Wave Making Resistance	10.513	kN
Total Resistances	34,396	kN
Total Resistances+15% Margin	39,556	kN

5.4.4. Perhitungan Berat Kapal

1. Berat Muatan

Muatan kapal adalah kendaraan yang terdiri dari truk dan mobil, serta penumpang (orang). Berat penumpang dapat dihitung berdasarkan asumsi berat orang dan gaya yang

diakibatkan adalah 0.17 ton/orang (Schneekluth, 1998). Sehingga berat total penumpang adalah 170 orang x 0.17 ton/orang = ton. Sedangkan untuk perhitungan berat kendaraan dengan asumsi berat truk 36.5 ton dan berat mobil 5 ton dapat dilihat pada Tabel 5.14.

Tabel 5.16 Jumlah Berat Muatan kapal

Jenis Muatan	Kapasitas	Berat (ton)	Berat Total (ton)
Penumpang (orang)	170	0,08	13,6
Mobil	19	5	95
Truk	9	36,5	328,5

2. Berat Baja (*Steel Weight*)

Berat baja merupakan berat konstruksi kapal secara keseluruhan, terdiri dari berat lambung dan berat bangunan atas. Perhitungan berat baja dilakukan secara pendekatan berdasarkan rumus Wst. Berat baja dihitung berdasarkan pembagian *deck*, terbagi atas *car deck, passanger deck, dan navigation room*. Berat masing-masing ruangan tersebut dihasilkan dari perkalian antara volume ruangan dengan berat jenis. Berat baja dari hasil pendekatan kapal tersebut sebesar **246,26 Ton**.

3. Berat Peralatan dan Perlengkapan

Berat perlengkapan yang dimaksud adalah semua peralatan dan perlengkapan kapal kecuali di bagian kamar mesin, karena ada perhitungannya sendiri. Perhitungan dilakukan secara pendekatan di mana dibagi menjadi 3 grup, yaitu grup III merupakan berat pada bangunan atas, grup IV berat lain-lain (*miscellaneous*) (Schneekluth, 1998), dan berat *ramp door*. Total dari berat peralatan dan perlengkapan sebesar **121,73 Ton**.

4. Berat Mesin dan Perlengkapan

Berat perlengkapan yang dimaksud adalah berat sistem propulsi, kelistrikan, dan berat lain-lain yang terdiri dari sistem perpipaan di kamar mesin. Perhitungan dilakukan secara pendekatan di mana berat yang dihitung terdiri dari berat mesin, berat sistem, propulsi, berat sistem, kelistrikan, dan berat lain-lain (Schneekluth, 1998). Berat mesin induk dan generator diperoleh dari katalog mesin yang disediakan. Sedangkan untuk berat perlengkapan lainnya dihitung dari beberapa rumus pendekatan. Hasil tersebut dapat di lihat pada Tabel 5.15 berikut.

Tabel 5.17 Berat Mesin dan Perlengkapan Kapal

Item	Berat (ton)
Mesin Induk	40,5
Generator (2 buah)	27,6
Unit Propulsi	1,43

Item	Berat (ton)
Unit elektrikal	27,6
Lain-lain	14,69

5.4.5. Perhitungan Stabilitas Kapal

Kapal yang akan dibangun harus dapat dibuktikan secara teoritis bahwa kapal tersebut memenuhi standard keselamatan pelayaran *Safety Of Life At Sea* (SOLAS) atau *International Maritime Organization* (IMO). Stabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan kapal untuk kembali ke keadaan semula setelah dikenai oleh gaya luar. Kemampuan tersebut di pengaruhi 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, yang paling penting adalah mencari harga lengan dinamis (GZ). Kemudian setelah harga GZ didapat, maka dilakukan pengecekan dengan "*Intact Stability Code, IMO*". Berikut ini merupakan proses perhitungan stabilitas utuh mengacu pada (*The Theory and Technique of Ship Design hal.* 251-256).

Tabel 5.18 Hasil Pengecekan Stabilitas Kapal

Kriteria	Nilai	Status
$e_{0.30^o} \geq 0.055$ m.rad	0,357	Diterima
$e_{0.40^o} \geq 0.09$ m.rad	0,40	Diterima
$e_{30,40^o} \geq 0.03$ m.rad	0.04	Diterima
$h_{30^o} \geq 0.2$ m	24,00	Diterima
h_{max} pada $\phi_{max} \geq 25^o$	41	Diterima
$GM_0 \geq 0.15$ m	5,95	Diterima

5.4.6. Perhitungan *Freeboard*

Besarnya nilai *freeboard* adalah selisih antara tinggi (H) dan sarat (T) kapal. Dikarenakan untuk setiap ukuran kapal yang berbeda memiliki nilai standar *freeboard* yang berbeda, maka perlu dilakukan pemeriksaan. Pemeriksaan *freeboard* atau lambung timbul mengacu pada ketentuan *International Convention on Load Lines* (ICLL) 1966, IMO (*International Maritime Organitation*). Pemeriksaan kondisi lambung timbul dilakukan pada kondisi kapal pada saat direncanakan dan ketika kapal sudah *launching*. Kondisi kapal termasuk dalam kategori kapal dengan muatan selain minyak, sehingga ukuran lambung timbul standarnya termasuk dalam kategori kapal tipe B. Untuk menghitung nilai lambung timbul awal dapat dilakukan dengan cara interpolasi dari tabel pada ICLL Reg. III/28. Terdapat dua pilihan

tabel, yaitu tabel untuk kapal tipe A dan tabel untuk kapal tipe B, sehingga menggunakan tabel untuk kapal tipe B.

Tabel 5.19 *Freeboard table for type B ships*

Length of ship (m)	**Freeboard (mm)**
41	344
42	354
43	364
44	374
45	**385**
46	396
47	408
48	420
49	432
50	443

Panjang kapal yang direncanakan (Lpp) adalah **45 meter**, sehingga berdasarkan data nilai di Tabel 5.17 didapatkan lambung timbul awal adalah **385 mm**.

- Koreksi *freeboard* dilakukan mengacu pada kondisi *superstructure*, koefisien blok (Cb) kapal, *sheer,* tinggi *superstructure* berpengaruh terhadap ukuran standar *freeboard,* sehingga perlu dilakukan koreksi-koreksi untuk mendapatkan nilai *freeboard* standar. Perhitungan dilakukan berdasarkan ketentuan ICLL 1966.
    - Koreksi panjang efektif *superstructure*

      Bangunan atas kapal lebarnya tidak ada yang mencapai 0.96 lebar kapal. Sesuai dengan ketentuan BKI Vol. II Section XVI/1.1 bangunan atas tersebut tidak termasuk *superstructure*. Kapal tidak memiliki *superstructure*, sehingga tidak ada koreksi
    - Koreksi koefisien blok (Cb)

      Menurut ICLL Reg. III/30, koreksi terhadap Cb dilakukan untuk nilai Cb lebih dari 0.68

      Nilai Cb lebih dari 0.68, sehingga perlu dilakukan koreksi dengan perhitungan berikut:
    - Koreksi *sheer*

      Kapal tidak memiliki *sheer*, sehingga tidak perlu dilakukan koreksi
    - Koreksi tinggi *superstructure*

Kapal tidak memiliki *superstructure*, sehingga tidak perlu dilakukan koreksi

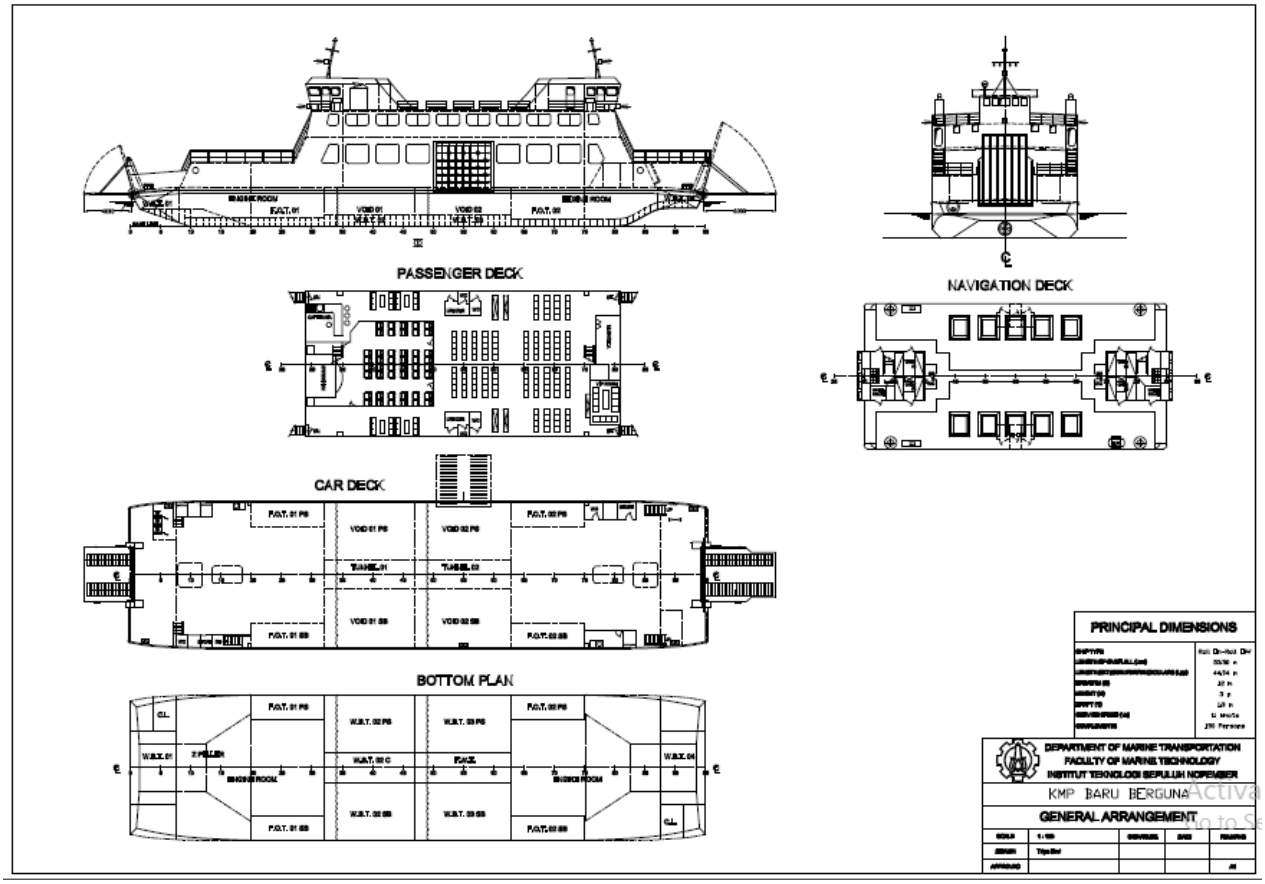
Maka hasil dari perhitungan *freeboard* untuk kapal yang di desain pada penilitian ini dapat di lihat pada Tabel 5.18 di mana *freeboard* minimal untuk kapal nantinya sebesar **301 mm**.

Tabel 5.20 Hasil Perhitungan Tambung Timbul

Item	Nilai
Bow height	2556 mm
Freeboard required	301 mm
Freeboard Design	110 mm

5.4.7. Rencana Umum

Kapal baru direncanakan memiliki ruangan yang mampu menampung penumpang sebanyak 170 orang, 19 kendaraan keluarga, dan 9 kendaraan besar. Proses penentuan jumlah tersebut dilakukan dengan melakukan rata-rata jumlah penumpang tiap tahunnya dan mengacu pada informasi yang diberikan oleh pihak PT ASDP (Persero) Padang. Penataan ruangan kapal mengacu pada kondisi eksisting kapal penyeberangan Teluk Bungus – Kepulauan Mentawai. Ruangan dibuat sedemikian rupa dan mengutamakan fungsi sesuai dengan kebutuhan masyarakat Mentawai yang biasa menggunakan transportasi laut ini sehari-hari. Ruangan kapal terbagi atas beberpa pembagian yaitu *car deck, passenger deck, dan navigation room*. Penempatan *ramp door* di letakkan pada sisi depan dan belakang sebelah kiri menyesuaikan dengan *ramp door* yang tersedia di pelabuhan Teluk Kabung. Kapal tersebut diberi nama **KMP Baru Berguna**. Berikut ini merupakan hasil dari desain rencana umum di lihat pada Gambar 5.l. Kapal motor penumpang Baru Berguna merupakan kapal penumbang berjenis *roll on-roll off* yang cenderung digunakan dalam pelayaran lokal. Berdimensi panjang keseluruhan sebesar 53.50 meter, lebar 12 meter, dan tinggi sebesar 3 meter. Kapal tersebut memiliki kecapatan dinas maksimal sebesar 11 knots dan mampu mengangkut penumpang sebanyak 170 orang. Desain kapal mengacu pada kapal eksisting yang ada serta disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Tersusun atas tiga *deck* yaitu *navigation deck, passenger deck,* dan *car deck.* Kamar mesin terletak pada bawah lambung tepatnya di bawah *car deck*. Ruang navigasi berisi segala perlengkapan kenavigasian yang membantu *captain* dalam pengoperasian kapal. Selain itu terdapat beberapa ruangan yaitu kamar *captain, chief engineer* dan ruangan *crew*. Ruangan navigasi terletak di lantai paling atas di bagian depan kapal. Dimensi dari ruangan ini dibuat selebar kapal dengan tinggi 1,5 meter. Ruangan dibawah ruang navigasi adalah ruang penumpang. Ruang penumpang terbagi atas kelas penumpang.



Gambar 5.1 Rencana Umum KMP Baru Berguna

Bagian depan adalah ruangan untuk kelas bisnis dan di bagian belakang adalah ruangan untuk penumpang kelas ekonomi. Dalam ruangan penumpang terdapat fasilitas hiburan dan *cafeteria* yang dapat dipergunakan sesuai dengan hak yang diterima masing-masing kelas penumpang. Ruang penumpang berdimensi sepanjang kapal dengan pembagian ruang sesuai dengan kapasitas penumpang sesuai dengan kelasnya. Akses menuju ruang penumpang dihubungkan dengan tangga di kedua sisi kapal sebagai akses penumpang keluar masuk kapal. Untuk akses penumpang dari bawah yaitu dari geladak kendaraan dihubungkan melalui tangga yang berada di bagian buritan kapal. Lantai geladak kendaran dibuat lapang sehingga memudahkan kendaraan yang akan parker di dalamnya. Susunan kendaraan di lantai geladak memperhatikan berat kendaraan yang akan memasuki kapal. Distribusi berat kendaaran diperhatikan untuk menambah kestabilan kapal ketika beroperasi mengingat pelayaran dari Teluk Bungus ke Kepulauan Mentawai sering menjumpai gelombang yang cukup tinggi. Geladak kendaraan juga dilengkapi dengan perlengkapan *lashing* untuk mengikat kendaraan agar ketika kapal melintasi gemlombang tinggi, antara kendaraan satu dengan yang lain tidak mengalami tubrukan dan dapat merubah kestabilan atau kemiringan kapal. Dibawah geladak kendaraan terdapat kamar mesin. Mesin dari kapal Baru Berguna terdiri atas dua mesin utama

dan dua generator. Alasan kapal ini bermesin ganda adalah untuk menyeimbangkan beban tranversal kapal dan mencapai kecepatan dinas yang ditentukan. Untuk perlengkapan tambahan seperti *ramp door* diletakkan pada bagian haluan dan buritan kapal sebelah kiri menyesuaikan dengan *ramp door* pelabuhan yang tersedia.

5.5. Pola Operasi KMP Baru Berguna

Kegitan operasional pelabuhan secara umum meliputi kegiatan arus barang, waktu pelayanan kapal, rasio pemakaian fasilitas dermaga, dan biaya bongkar muat barang. Hal tersebut merupakan dasar yang digunakan dalam memperhitungkan efisiensi dan efektifitas kegiatan operasional. Waktu pelayanan kapal merupakan kegiatan yang berkaitan dengan waktu menunggu ketersediaan fasilitas dermaga, muatan, penyelesaian dokumen, dan jadwal kerja pelabuhan, sehingga yang diharapkan adalah kapal tidak terlalu lama menunggu di pelabuhan. Langkah dalam penentuan pola operasi KMP Baru Berguna dilakukan dengan mencermati dan menganalisa pola operasi kapal eksisting untuk mendapatkan beberapa celah waktu yang dapat digunakan untuk waktu pelayanan KMP Baru Berguna. Setelah melewati serangkaian proses optimasi maka ditentukan KMP Baru Berguna melakukan perjalanan kapal sebanyak 28 kali dalam sebulan, di mana terdapat tiga hari dalam sebulan dilakukan perawatan ringan terhadap kapal yaitu perawatan perlatan dan peremajaan perlengkapan. Dalam waktu tiga hari tersebut selain melakukan perawatan kapal, waktu tersebut digunakan kapal lain untuk beroperasi sehingga dermaga pelabuhan Teluk Bungus tetap melayani penumpang dan barang yang akan ke Kepulauan Mentawai.

KMP Baru Berguna melakukan *docking* kapal selama satu bulan setiap tahun. Dalam waktu satu bulan tersebut, kapal KMP Baru Berguna melakukan proses *annual survey* yang dilakukan oleh klas kapal sesuai dengan ketentuan dan peraturan yang berlaku. Frekuensi kunjungan KMP Baru Berguna ke Pulau Mentawai dalam satu bulan sebanyak 20 kali dalam sebulan. Rute yang ditempuh oleh kapal meliputi Padang – Tua Pejat, Padang – Sikalabuan, Padang – Sikakap dan seterusnya, lebih lengkapnya terlampir. Maka didapatkan total perjalanan KMP Baru Berguna sebanyak 308 kali dalam satu tahun dengan beberpa rute yang berbeda dan frekuensi kunjungan ke Pulau Mentawai sebanyak 220 kali di beberapa daerah tujuan dalam satu tahun. Berikut merupakan hasil rekap dari jumlah frekuensi dan frekuensi kunjungan KMP Baru Berguna yang diharapkan mampu menambah nilai indeks dari pendidikan, kesehatan, dan ekonomi pada derah Kepulauan Mentawai.

Tabel 5.21 Pola Operasi KMP Baru Berguna

Pola Operasi KMP Baru Berguna		
Frekuensi	28	/Bulan
	308	/Tahun
Frekuensi Kunjungan	20	/Bulan
	220	/Tahun

5.6. Analisis Hubungan antara Pengembangan Pelabuhan dengan Indeks Pembangunan Manusia

5.6.1. Perkembangan Pelabuhan Teluk Bungus Kota Padang

Sebagai satu – satunya akses prasarana transportasi yang menghubungkan Kepulauan Mentawai dengan wilayah luar Kepulauan Mentawai. Pelabuhan Teluk Bungus yang terletak di Kota Padang belum mengalami pengembangan pelabuhan sejak pelabuhan tersebut dibangun pada tahun 1981. Hal ini menjadi hambatan dalam menganalisis hubungan antara pengembangan pelabuhan di Pelabuhan Teluk Bungus dengan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Kepulauan Mentawai. Pelabuhan Teluk Bungus hanya terdapat dua buah kapal Ro – Ro yang sandar dan merupakan pelabuhan yang menjadi satu – satunya prasarana dari dua kapal Ro – Ro yang menghubungkan Kota Padang dengan Kepulauan Mentawai. Kapal tersebut milik PT ASDP Indonesia (persero) Padang, yaitu Kapal Motor Penumpang Gambolo dan Kapal Motor Penumpang Ambu-Ambu. Hanya dua kapal Ro – Ro tersebut yang memiliki kemampuan mengangkut kendaraan roda empat, sedangkan kapal lainnya hanya dapat mengangkut penumpang dan barang saja. Hanya dua kapal Ro – Ro tersebut yang menjadi akses keluar – masuk dari wilayah luar menuju Kepulauan Mentawai, hal ini menjadi kunci dalam pergerakan barang dan kendaraan di Kepulauan Mentawai. Pergerakan barang dan kendaraan di Kepulauan Mentawai mempengaruhi indeks pembangunan manusia, di mana pada indikator IPM terdapat indikator ekonomi, pendidikan dan kesehatan. Pada indikator ekonomi yang dimaksud yaitu pergerakan barang seperti sembako, peralatan rumah tangga, sandang serta pangan dan kendaraan penunjang transportasi darat di Kepulauan Mentawai, pada indikator kesehatan yang dimaksud yaitu berupa fasilitas kesehatan seperti obat – obatan dan alat penunjang kesehatan, sedangkan pada indikator pendidikan yang dimaksud berupa fasilitas penunjang proses mengajar seperti buku dan alat tulis.

5.6.2. Perkembangan Pelabuhan di Kepulauan Mentawai

Dalam menunjang transportasi laut antar pulau di Kepulauan Mentawai, pemerintah membangun beberapa dermaga di beberapa kecamatan di Kepulauan Mentawai. Hal ini

mempengaruhi pergerakan barang, penumpang dan kendaraan antar pulau di Kepulauan Mentawai. Di mana sebelumnya telah dibahas bagaimana pergerakan barang, penumpang dan kendaraan mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Kepulauan Mentawai. Berikut merupakan data perkembangan pelabuhan di Kepulauan Mentawai

Tabel 5.22 Perkembangan Pelabuhan di Kepulauan Mentawai

Tahun	**Jumlah Pelabuhan / Dermaga Laut (unit)**		**Jumlah Pelabuhan (unit)**
	Beton	Kayu	
2015	8	14	22
2016	8	14	22
2017	8	14	22
2018	9	23	32
2019	9	23	32

Sumber : Data BPS Kabupaten Mentawai

Jumlah pelabuhan mengalami kenaikan pada tahun 2018, di mana di tahun sebelumnya berjumlah 22 unit pelabuhan, sedangkan pada tahun 2018 mengalami kenaikan sebesar 10 unit dengan total menjadi 32 unit pelabuhan. Untuk mencari hubungan pengembangan pelabuhan dengan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Kepulauan Mentawai, dilakukan uji korelasi menggunakan metode regresi linear dengan melihat variabel *multiple regression*. *Multiple r* adalah suatu ukuran untuk mengukur tingkat keeratan suatu hubungan linear antara variabel terikat dengan seluruh variabel bebas secara bersama – sama. Dalam penelitian ini, variabel bebas berupa variabel pengembangan pelabuhan, sedangkan variabel terikat adalah indeks pembangunan manusia. Di mana data yang dihubungkan berupa data berikut:

Tabel 5.23 Variabel Analisis Pengembangan Pelabuhan Mentawai dengan IPM Mentawai

Tahun (X1)	Jumlah Pelabuhan / Dermaga Laut (unit)		IPM Mentawai| (Y)
	Beton (X2)	Kayu (X2)	
2015	8	14	57.41
2016	8	14	58.27
2017	8	14	59.25
2018	9	23	60.28
2019	9	23	61.26

Multiple r dalam analisis hubungan pelabuhan jenis beton dengan IPM bernilai 0.999, sedangkan nilai *multiple r* hubungan pelabuhan jenis kayu bernilai 0.999. Di mana nilai tersebut bersifat positif dan mendekati nilai 1, maka itu artinya hubungan antara variabel tersebut menunjukkan hubungan yang lebih kuat atau dengan kata lain semakin meningkatnya salah satu variabel maka akan meningkat pula variabel lainnya. Dapat disimpulkan dalam analisis tersebut

variabel indeks pembangunan manusia mengalami perubahan nilai akibat variabel pengembangan pelabuhan.

Tabel 5.24 Regresi Statisktik hubungan Pengembangan Pelabuhan di Kepulauan Mentawai dengan IPM Kepulauan Mentawai

Regression Statistics		
Summary Output	**Beton**	**Kayu**
Multiple r	**0.999**	**0.999**
R Square	0.998	0.998
Adjusted R Square	0.666	0.665
Standard Error	0.833	0.827
Observations	5	5

5.6.3. Rencana Pengembangan Pelabuhan Teluk Bungus

Dalam menganalisis keputusan dalam pengembangan Pelabuhan Teluk Bungus akibat adanya penambahan armada transportasi laut, maka dilakukan analisis dampak dari penambahan kapal dan perhitungan kebutuhan di Pelabuhan Teluk Bungus, diantaranya yaitu:

1. Perhitungan Kebutuhan Dermaga

Pada perhitungan panjang dermaga kapal ro-ro, saya menggunakan perhitungan untuk menggantikan panjang kapal dengan panjang fasilitas bongkar muat kapal ro-ro yaitu lebar *ramp door*, dikarenakan kapal ro-ro menggunakan fasilitas *ramp door* sebagai alat bongkar muat.

Tabel 5.25 Perhitungan Fasilitas Pelabuhan Teluk Bungus

Keterangan	Nilai	Satuan
Hari Operasional/tahun	365	hari
Jam Operasional/hari	24	jam
Jam Operasional Setahun	8760	Jam
Lebar Ramp Door	4	m
Panjang Dermaga Eksisting	4.49	m
Prediksi Panjang dermaga	$1.3\ x\ Lebar\ Ramp\ Door$	m
	5.20	m
Jumlah tambatan	1	tambatan
Frekuensi Aktual	154	Kali/Kapal/Tahun
Jumlah Kapal Aktual	2	Kapal
Asumsi Waktu Kapal Sandar	2	Jam
Berthing Time	616	Jam
Prediksi Frekuensi	176	Kali/Kapal/Tahun
Prediksi Jumlah Kapal	3	Kapal
Prediksi Berthing Time	1056	Jam
BOR Aktual	7.0%	
Prediksi BOR	14.0%	
BOR Maksimum	30%	
Hasil Analisis Dermaga	**Tidak Perlu Dikembangkan**	

Pada tabel perhitungan diatas, didapatkan hasil prediksi BOR ketika terjadinya penambahan kapal sebesar 14%, di mana BOR maksimum yang telah ditentukan yaitu 30% untuk 1 tambatan, hasil prediksi BOR akibat penambahan kapal memiliki nilai lebih kecil dibandingkan BOR maksimum yang ditentukan. Dapat disimpulkan bahwa tidak perlu adanya pengembangan dermaga di Pelabuhan Teluk Bungus.

2. Perhitungan Kebutuhan Terminal Penumpang

Dalam menentukan fasilitas terminal penumpang di Pelabuhan Teluk Bungus, dilakukan perhitungan dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 5.26 Perhitungan Fasilitas Terminal Penumpang Pelabuhan Teluk Bungus

No	Uraian	Simbol	Satuan	Tahun			
				2019	2024	2029	2039
1	Proyeksi arus penumpang	P	org/th	66325	289029	463600	794743
2	Koefisien musim puncak penumpang	β		1.25	1.25	1.25	1.25
3	Kebutuhan luas per penumpang	ψ	m2/org	1.5	1.5	1.5	1.5
4	Kunjungan kapal per tahun	$Call$	kunjungan/th	281	869	869	869
5	Koefisien fasilitas pendukung	φ		0.6	0.6	0.6	0.6
6	Kebutuhan luas terminal penumpang	A$\boldsymbol{\tau}$	m^2	395.3	556.2	891.02	1526.1
7	Luas terminal penumpang efektif		m^2	842.2			
8	Luas terminal penumpang eksisting		m^2	27,000			
9	Prediksi luas terminal penumpang yang dibangun		m^2	1526.2			

Dari tabel perhitungan diatas, didapatkan hasil prediksi luas terminal penumpang yang dibangun sebesar **1526.2** m^2, sedangkan luas terminal penumpang di Pelabuhan Teluk Bungus saat ini adalah **27,000** m^2. Dari hasil perhitungan tersebut, diketahui bahwa luas terminal penumpang di Pelabuhan Teluk Bungus lebih luas dan sudah memenuhi prediksi luas terminal penumpang pada tabel perhitungan diatas. Dapat disimpulkan bahwa tidak diperlukan adanya pengembangan terminal di Pelabuhan Teluk Bungus akibat adanya penambahan armada kapal.

BAB 6
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

1. Kondisi eksisting penyelenggaraan angkutan transportasi laut di Pelabuhan Teluk Bungus – Mentawai dan antar Kepulauan Mentawai menunjukkan terdapat peningkatan setiap tahunnya dengan rata – rata peningkatan sebesar 12%.
2. Hasil analisis hubungan perancangan kapal dengan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) menunjukkan terdapat hubungan kuat yang mempengaruhi IPM terutama pada indikator kesehatan yang bernilai 0.99999, di mana indikator kesehatan memiliki nilai lebih besar dibandingkan dengan indikator pendidikan yang bernilai 0.99996 dan indikator pendidikan yang bernilai 0.99994. Di mana indikator hubungan dapat dikatakan kuat jika hasil *multiple r* mendekati nilai 1 dan bernilai positif, nilai positif menunjukkan terdapat hubungan yang saling berpengaruh dengan kata lain semakin meningkatnya salah satu variabel maka akan meningkat pula variabel lainnya.
3. Hasil analisis hubungan pengembangan pelabuhan dengan Indeks Pembangunan Manusia dalam penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang berpengaruh antar variabel. Dengan nilai terbesar yaitu nilai *multiple r* pelabuhan dengan jenis beton bernilai 0.9999, sedangkan jenis kayu memiliki nilai *multiple r* sebesar 0.9999. Di mana indikator hubungan dapat dikatakan kuat jika hasil *multiple r* mendekati nilai 1 dan bernilai positif, nilai positif menunjukkan terdapat hubungan yang saling berpengaruh dengan kata lain semakin meningkatnya salah satu variabel maka akan meningkat pula variabel lainnya.
4. Dari hasil analisis penelitian didapatkan kesimpulan adanya hubungan kuat antara transportasi laut dengan Indeks Pembangunan Manusia, maka dilakukan penambahan angkutan penyeberangan yaitu KMP Baru Berguna. Pola operasi angkutan penyeberangan KMP Baru Berguna menambah frekuensi kunjungan di Kepulauan Mentawai sebanyak 220 kali per tahun.

6.2. Saran

1. Dilakukan penelitian lanjutan yang lebih mendalam seperti mengumpulkan data primer berupa profesi dan kepentingan pengguna jasa di penyeberangan Pelabuhan Teluk Bungus menuju Kepulauan Mentawai. Khususnya pada indeks ekonomi karena hubungan indeks ekonomi dengan transportasi laut sangat besar. Peningkatan jumlah kapal beriringan dengan peningkatan indeks ekonomi
2. Akibat dari terjadinya pandemi covid-19 maka pada penelitian ini data yang digunakan kurang maksimal. Maka disarankan untuk melakukan survei langsung di berbagai sektor untuk mendapatkan data riil dari semua data pada ketiga indikator penyusun indeks pembangunan manusia

DAFTAR PUSTAKA

(t.thn.). *The Theory and Technique of Ship Design*, 251.

Badan Pusat Statistik Indonesia. (2018). *Indeks Pembangunan Manusia.*

Evans, J. H. (1959). Basic Design Concept. *Journal of the american society for naval engineers*, 671.

Hernanta, H. H., Manik, P., & Iqbal, M. (2017). Analisa perubahan geometri, ukuran dan bentuk centerbulb berbentuk foil terhadap hambatan kapal katamaran MV. Laganbar Menggunakan Metode Computatuinal FLuid Dynamic (CFD). *Jurnal Teknik Perkapalan*, 830.

Hutomo, A., Fitrananda, A., Marshadiany, A., Prikarti, G., & Imah, E. (2011). Implementasi Algoritma Integer Linear Programming Untuk Sistem Informasi Penjadwalan Ruangan Di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia. *Journal of Information Systems Vol 7*, 28-30.

IMO. (t.thn.). *Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO.* London: Intact Stability Code.

INAMEQ. (2020, April 19). *Teori Desain Kapal*. Diambil kembali dari Indonesia Marine Equipment: https://inameq.com/types-of-ship/teori-desain-kapal

Kementrian Perhubungan. (2004). *Keputusan Menteri Perhubungan Nomor: KM 52 Tahun 2004 tentang Penyelenggaraan Pelabuhan Penyeberangan.* Jakarta.

Kementrian Perhubungan. (2017). *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia PM 104 Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Angkutan Penyeberangan.* Jakarta.

Kementrian PPN/Bappenas. (2019). Rancangan Teknokratik. Dalam *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024* (hal. 154-181). Kementrian PPN/Bappenas.

KHOIRUDDIN.MZ, M., Ir. Tri Achmadi, P., & Eka Wahyu ArdhI, S. M. (2017). DESAIN KONSEPTUAL DAN POLA OPERASI PELAYANAN. Surabaya: Repository ITS.

Kristiana, L. R., & Sunarni, T. (2018). Aplikasi Pendekatan Theory of Constraint pada maksimasi Throughput Produksi PT XYZ. *Jurnal Media Teknik dan Sistem Industri*, 11-13.

Lewis, E. V. (1980). *Principles of Naval Architecture Second Revision, Vol II.* Jersey City: The Society of Naval Architects & Marine engineers.

Nagel, R. L., Stone, R. B., & McAdams, D. A. (2007). A Theory For The Development Of Conceptual Functional Models For Automation Of Manual Processes. . *Proceedings of the ASME 2007 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information*.

Parson. (2001). *Parametric Design Chapter 11.*

Parson, M. G. (2001). *Parametric Design Chapter 11.* University of Michigan: Departement of Naval Architecture and Marine Engineering.

Schneekluth, H. a. (1998). *Ship Design Efficiency and Economy, Second Edition.* Oxford, UK : Butterworth Heinemann.

Sen, A. (1999). Human Development Report. New York: Oxford University Press.

Silviana, E. (2014). Teknik Pengambilan Keputusan : Economic Impact Bennefit -Cost Analysis. 1-13.

Tanto, T. A., Husrin, S., Wisha, U. J., Putra, A., Putri, R. K., & Ilham. (2016). Karakteristik Oseanografi Fisik (Batimetri, Pasang Surut, Gelombang Signifikan dan Arus Laut) Perairan Teluk Bungus. *researchgate.net*, 110-111.

United nation development programme. (2020, April 14). Diambil kembali dari United nation development programme: http://hdr.undp.org/en

Watson, D. (t.thnf.). *Practical Ship Design, Volume I.* Oxford, UK: Elsevier Science Ltd.

Supranto J. 1987. Statistik Teori dan Aplikasi, Edisi 5, Jilid Satu. Penerbit Erlangga. Jakarta.

Arsyad L. 2001. Peramalan Bisnis, Edisi Pertama. BPFE. Yogyakarta.

http://www.undp.or.id/pubs/imdg2005/BI/TUJUAN%204.pdf. (Sitasi 19 Agustus 2020)

LAMPIRAN I
PERHITUNGAN DAN DESAIN KONSEPTUAL KMP BARU BERGUNA

Perhitungan Hambatan

Ukuran Utama Koefisien dan Ukuran utama lainya

LPP	=	44.94 m	CB	=	0.787
LWL	=	46.738 m	CM	=	0.993
B	=	12.000 m	CP	=	0.792
H	=	3.000 m	C_{WP}	=	0.870
T	=	1.900 m	LCB	=	1.870
			Fn	=	0.269
			Cstern	=	0.000 ; normal section shape
			VS	=	5.658 m/s^2

1. Viscous Resistance

Rn = Angka reynolds
= (LWL . Vs)/(1.18831 x 10^{-6})
= 222,551,384.61

Principle of Naval Architecture Vol. II hal 91

CF_O = Koefisien tahanan gesek
= 0,075/(log Rn - 2)^2
= 0.002

Resistance Appendages

C = 1 + (0.011 ·Cstern)
= 1

Principle of Naval Architecture Vol. II hal 91

L_R/L = $(1 - C_P + 0{,}06.C_P.LCB)/(4.C_P - 1)$
= 0.249

Principle of Naval Architecture Vol. II hal 91

$_W$ L^3/V = 121.794

Principle of Naval Architecture Vol. II hal 91

1+k1 = $0{,}93 + 0{,}4871.C.(B/L)^{1{,}0681}.(T/L)^{0{,}4611}.(L/L_R)^{0{,}1216}(L^3/V)^{0{,}3649}(1-CP)^{-0{,}6042}$

= 1.418

Principle of Naval Architecture Vol. II hal 91

1 + k2 = lihat di tabel

= 1.4

*Principle of Naval Architecture Vol. II hal 92*Wetted Surface Area (S)

A_{BT} = 10%.B.T.Cm ; bulb

= 2.26373 m^2

Principle of Naval Architecture Vol. II hal 92

S = Wetted Surface Area

= $L(2T + B)C_m^{0.5}(0.453 + 0.4425\ C_b - 0.2862C_m - 0.003467\ B/T + 0.3696\ C_{wp}) + 2.38\ A_{BT}/C_b$

= 607.64 m^2

Principle of Naval Architecture Vol. II hal 91

Wetted Surface Area of

Appendages (Sapp)

Srudder = $c_1.c_2.c_3.c_4$

$(1.75.L.T/100)$

= 2.989 m^2

(BKI Vol. II hal 14-1)

Sbilgekeel = $4\cdot(0.6\cdot CB\cdot LPP)\cdot(0.18/(CB-0.2))$

26.032867

S_{app} = S_{rudder} + $S_{bilgekeel}$

= 29.021 m^2

Stotal = S + Sapp

= 636.65724

1 + K = 1 + k1 + [1 + k2 – (1 + k1)] . Sapp/Stot

= 1.4173081

Principle of Naval Architecture Vol. II hal 92

- Wave Making Resistance **C_1**

B/LWL = 0.257

C_4 = 0.257 ; karena 0.11 < B/LWL ≤ 0.25

Ta = 1.900 m

Tf = 1.900 m

i_E = $125.67\ B/L - 162.25Cp^2 + 234.32\ Cp^3 + 0.1551\ (LCB + 6.8\ (Ta - Tf)/T)^3$

= 48.535

d = -0.9 *; Principle of Naval Architecture Vol. II hal 92*

C_1 = $2223105\ C_4^{3.7861}\ (T/B)^{1.0796}\ (90 - i_E)^{-1.3757}$

= 10.51329

m_1

C5 = $8.0798\ Cp - 13.8673\ Cp2 + 6.9844\ Cp3$

1.170 ; untuk CP ≤ 0.8

$\nabla^{1/3}/L$ = 0.202

m_1 = $0.01404\ L/T - 1.7525V^{1/3}/L - 4.7932\ B/L - C_5$

= -2.409

λ = $1.446\ Cp - 0.03\ L/B$; L/B < 16

= 1.029

- m_2

L^3/∇ = 121.794

C_6 = -1.694

m_2 = $C_6.0.4e^{-0.034Fn\ -3.29}$

= -0.053 *Principle of Naval Architecture Vol. II hal 92*

C_2 *Principle of Naval Architecture Vol. II hal 92*

C_2 = 1 ; tanpa bulbous bow

- C_3

A_T = 0

C_3 = $1 - 0.8\ A_T/(BTC_M)$

= 1

- RW/W

RW/W = $C_1 . C_2 . C_3 . e^{(m1Fn\hat{}d + m2\ \cos(\lambda . Fn^{-2}))}$

0.004 *Principle of Naval Architecture Vol. II hal 92*

- Air Resistance

C_A

C_A = $0{,}006\ (LWL + 100)^{-0{,}16} - 0{,}00205$

= 0.001 *Principle of Naval Architecture Vol. II hal 93*

- Bouyancy

W = $D \cdot g$

= 8428.84

- Total Resistance

R_{total} = ½ . ρ . v^2 . S_{tot} [C_F (1 + k) + C_A] + RW/W . W
= 34396.890 N
= 34.40 kN *Principle of Naval Architecture Vol. II hal 93*

R_{total} + 15% R_{total} = 39.55642299 kN

(+15% margin akibat daerah pelayaran : kuliah perancangan kapal 1)

Perhitungan Propulsi dan Daya Mesin

- Input Data

L_{WL}	=	46.74 m	
T	=	1.900 m	
C_B	=	0.7866	
R_T	=	39.556 kN	
D	=	1 m	; Diameter (0.6 s.d. 0.65) · T
n_{rpm}	=	150 rpm	
n_{rps}	=	2.500 rps	
P/D	=	1.0	; Pitch Ratio (0.5 s.d. 1.4)
z	=	4 blade	; Jumlah Blade
A_E/A_0	=	0.4	; Expanded Area Ratio

Perhitungan Awal

1+k	=	1.417	
CF	=	0.002	
CA	=	0.001	

CV = (1+ k) C_F + C_A *; Principle of Naval Architecture Vol. II hal. 162*
= 0.003

w = 0.3 Cb + 10 Cv Cb - 0. *; Principle of Naval Architecture Vol. II hal. 163*
= 0.162

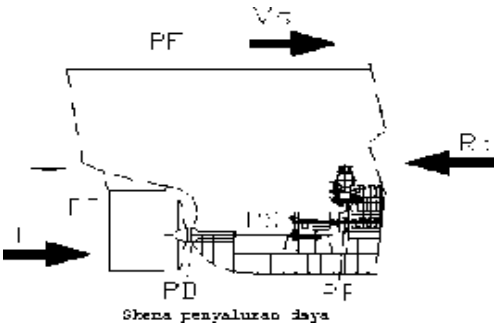
t = 0.1 *; Principle of Naval Architecture Vol. II hal. 163*

Va = V (1 - w) ; Speed of Advantages
= 4.743 *(parametric design hal 11-27)*

- Effective Horse Power (EHP)

P_E = Rt x Vs
= 223.8260638 **KW**

- Thrust Horse Power



Skema penyaluran daya

THP = $P_E \cdot (1-w)/(1-t)$

= 208.44057 **KW**

- Propulsive Coefficient Calculation

η_H = Hull Efficiency *(parametric design hal 11-29)*

= $(1 - t)/(1 - w)$

= 1.074

η_O = Open Water Test Propeller Efficiency

= $(J/(2 \cdot n)) \cdot (KT/KQ)$ (propeller B-series = 0.5 - 0.6)

= 0.6

η_r = Rotative Efficiency ; Ship Resistance and Propultion

= 0.985 Modul 7 hal. 2

(PNA vol 2 hal 163)

ηp = Quasi-Propulsive Coefficient

= $\eta_O \eta_r$ (parametric design hal 11-27)

= 0.591

- Delivered Horse Power

DHP = Delivered Power at Propeller *(parametric design hal 11-29)*

= $PT/\eta p$

= 352.6913 Kw

- Shaft Horse Power

η_S = Shaft Efficiency ; (0.981 ~ 0.985)

= 0.98 ; untuk mesin di after

PS = Shaft Power *(parametric design hal 11-29)*

= PD/η_S

= 359.8891 kw

Brake Horse Power Calculation (BHP)

η_R = Reduction Gear Efficiency

= 0.98

PB_0 = Brake Horse Power (BHP_0)

= PS/η_R

= 367.2338 Kw

Koreksi MCR = 15% · PB0

PB = 115% · PB0 = BHP

BHP = 422.32 Kw

= BHP * 1.3596 HP

= 574.18 HP

Konsumsi Fuel Oil

= 170 g/kWh

MCR Mesin

BHP = 422.319 KW

= 574.18 HP

Mesin

Merk = MAN B&W Four-stroke Propulsion Systems
Type = L27/38-AMG28EV-50VO30-VBS980

Konsumsi Lubricating Oil

Number of Cylinders = 7

Cylinder Oil = 1 g/kWh

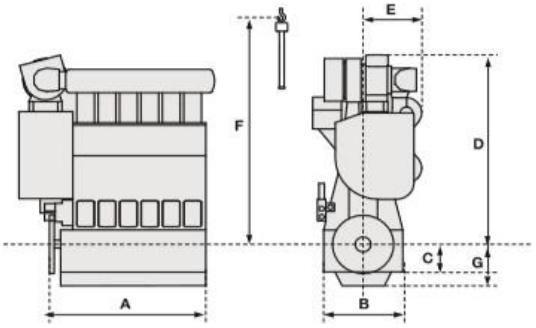
- Daya Mesin yang digunakan

Daya = 3060 kW
= 4160.38 HP

- Spesifikasi Mesin

Mesin = MAN B&W Four-stroke Propulsion Systems
Tipe = = L27/38-AMG28EV-50VO30-VBS980

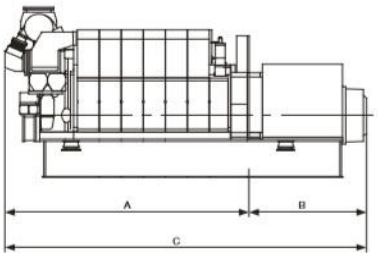
Daya =	=	3060	kW
RPM =	=	800	rpm
L =	=	7563	mm
W =	=	2018	mm
H =	=	3907	mm
Dry mass	=	40.5	ton
SFR_{fuel}	=	182	g/kWh
$SFR_{lubrication}$	=	0.8	g/kWh

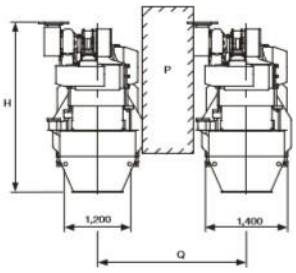


Pemilihan Genset

Geberator set

Tipe	=	auxpack 20-68W4L20
Daya	=	721 kW
H	=	2248 mm
W	=	1920 mm
L	=	4764 mm
Dry mass	=	13.8 ton
	=	27.6 ton





Perhitungan Berat Mesin

(Ship Design for Efficiency & Economy - SCHNEEKLUTH ; hal 175-176)

- Input Data

D = Diameter Propeler

= 1 m

n_{rpm} = 151

z = 4

AE/AO = 0.4

DHP = Delivered Power at Propeller

= 352.691 KW

BHP = Brake Horse Power

= 367.234 KW

We = Berat Mesin Induk

= 40.5 Ton

- Unit Propulsi Unit Elektrikal

(n)l = Panjang Poros

= 2 m untuk area gearbox, poros,

+ 2 m untuk area gangway

= 4 m

M_s/l = Berat Poros/Panjang Poros

= 0.081(PD/Nrpm)*(2/3)

= 0.13 Ton

M_s = Berat Poros Propeler

= M_s/l·l

= 0.53 Ton

Wprop = Berat Propeler

= 0.00 Ton

Wproptotal = $W_{gear} + M_s + W_{prop}$

= 1.43 Ton

W_{gear} = Berat Gear Box

Ton

= 0.89984

Lain - Lain :

W_{ot} = (0.04 ~ 0.07) · PB

= 14.69 Ton

Berat Total Permesinan

W_{total} = $W_e + W_{proptotal} + W_{gs} + W_{ot}$

= 84.21 Ton

Titik Berat Machinery :

$h_{db\,M}$ = Tinggi Double bottom KM

= B/15

= 0.80 m

(BKI vol 2 section 24 hal 24-2)

KG = h_db+0.35·(H−h_db)

= 1.13 m

LCB = Panjang Ceruk Buritan

= 5% · L_{PP}

= 2.20 m

LCG_{FP} = L_{WL} - LCB - 8

= 36.54 m

LCG_M = $-(LCG_{FP} - 0.5 \cdot L_{PP})$

= -14.07 m

W_{gs} (P_B) = Berat untuk 2 Genset

= (0.34 ~ 0.4) Ton = 27.6

Input data

LPP = 44.940 m

Lwl 46.738 m

B = 12.000 m

H = 3.000 m

T = 1.900 m

Cb = 0.787

Volume Deckhouse

- **Volume Car Deck**

Panjang ($L_{D\ II}$) =

= 25.4 m

Tinggi ($h_{D\ II}$) =

= 2.2 m

$V_{DH\cdot layer\ II} = L_{D\ II}.B_{D\ II}.h_{D\ II}$

= **111.8** m^3

- **Volume Passenger Deck**

Panjang ($L_{D\ II}$) =

= 25.4 m

Lebar ($B_{D\ II}$) =

= 12.0 m

Tinggi ($h_{D\ II}$) =

= 2.2 m

$V_{DH\cdot layer\ II} = L_{D\ II}.B_{D\ II}.h_{D\ II}$

= **670.6** m^3

- **Volume Navigation Deck**

Panjang ($L_{D\ III}$) =

= 14.4 m

Lebar ($B_{D\ III}$) =

= 10.5 m

Tinggi ($h_{D\ III}$)

=

= 2.2 m

$V_{DH\cdot layer\ III} = L_{D\ III}.B_{D\ III}.h_{D\ III}$

= **100** m^3

- **Volume Total**

$V_{DH} = V_{DH.Passenger\ Deck} + V_{DH.Navigation\ Deck} + VDH.Car\ Deck$

= **882.6** m^3

Steel Weight ***; Ship Design for Efficiency and Economy Page 154***

- D_A = Tinggi kapal setelah dikoreksi dengan superstructure dan deckhouse
  $= H + (V_A+V_{DH})/(Lpp*B)$
  $=$ 4.637 m
- C_{SO} = Passenger Ship
  $=$ 0.0580 t/m^3
- Δ_{kapal} = 943.60 ton
- $U = \log\left(\frac{\Delta}{100}\right)$
  $=$ 0.975
- $C_S = C_{SO} + 0.06 . e^{-(0,5U+0,1U^{2,45})}$
  $=$ 0.098 t/m^3
- $W_{ST} = Lpp.B.D_A.C_S$
  $=$ **246.26** ton (total berat rumah geladak dan bangunan atas)

; Harvald and Jensen 1992 Method

; Ship Design for Efficiency and Economy, Page 154

No	Tipe kapal	CSO
1	Bulk carriers	0.070
2	Cargo ship (1 deck)	0.070
3	Cargo ship (2 decks)	0.076
4	Cargo ship (3 decks)	0.082
5	Passenger ship	0.058
6	Product carriers	0.0664
7	Reefers	0.0609
8	Rescue vessel	0.0232
9	Support vessels	0.0974
10	Tanker	0.0752
11	Train ferries	0.650
12	Tugs	0.0892
13	VLCC	0.0645

Koefisien titik berat

Type kapal	CKG
Passenger sh	0.67–0.72
Large cargos	0.58–0.64
Small cargos	0.60–0.80
Bulk carrier	0.55–0.58
Tankers	0.52–0.54

Ship Design for Efficiency and Economy Page 150 & 154

TITIK BERAT HULL

untuk $L \leq 120$ m

$0.01D\,(46.6 + 0.135(0.81 - CB)(L/D)2) + 0.008D(L/B - 6.5)$,

0.87705155 m (Parametric design hal 11-25)

23.21 **m dari AP**

15.79 m dari FP

(Parametric design hal 11-25)

Perhitungan Berat Peralatan dan Perlengkapan

Ship Design Efficiency and Economy, 1998

Input Data

L_{PP} = 44.94 m

B = 12.00 m

H = 3.00 m

C_{ALV} = 160 *; 160 – 170 kg/m2, Ship Design for Efficiency and Economy hal. 172*

1. Car deck

ℓ_{cd} = 25.40 m

bcd = 12.00 m

Acd = $\ell_{PO} \cdot b_{PO}$

= 304.80 m²

Wcd = (□□□∗ □_□□V)/1000

= 48.77 Ton

Vcar deck = 670.56 m^3

2. Passenge r Deck

ℓpd = 25.40 m

bpd = 12.00 m

Apd = $\ell_{DH2} \cdot b_{DH2}$

= 304.80 m²

Wpd = (□□□2∗ □_□□□)/1000

= 48.77 Ton

vpd = 670.56

3. Navigation Deck

ℓnd = 14.40 m

bnd = 10.50 m

And = $\ell_{DH4} \cdot b_{DH4}$

= 151.20 m²

Wnd = (□□□4∗ □_□□□)/1000

= 24.19 Ton

vnd = 332.64 m^3

Berat Total Peralatan dan Perlengkapan

$W_{E\&O}$ = Wcd + Wpd + Wnd

= 121.73 Ton

Perhitungan Lambung Timbul

Input Data

L_{PP} = 44.94 m

L_{WL} = 46.7376 m

B = 12.00 m

H = 3.00 m

T = 1.9 m

L_{CH} = 6

V = 838.25244

$D_{moulded}$ = 3.00 m

0.85 $D_{moulded}$ = 2.55 m

Length (L)

1 . L = 96%

LWL at 0.85 $D_{moulded}$ LWL at 0.85 $D_{moulded}$

= 49 m

L = 47 m

2 . L = Lpp

= 44.940

L diambil maxi 47

Cb at 0.85 $D_{moulded}$

Cb = V = 0.58

L B 0.85$D_{moulded}$

Koreksi Freeboard

Koreksi jenis kapal

Untuk Kapal Tipe B

L = 47 m

Fmin = 385 mm

koreksi Cb

koreksi Cb = $\frac{Cb + 0.68}{1.36}$

= 0.9300415

F = 358.06598

panjang bangunan atas < 1 L

total effective length of superstructures and trunks	0	0.1 L	0.2 L	0.3 L	0.4 L	0.5 L	0.6 L	0.7 L	0.8 L	0.9 L
percentage of deduction for all types of superstructures	0	7	14	21	31	41	52	63	75	87.7

L poop = 19.2 = 47 m
= 1.0034454 L

Lforcesatle = 9.4 = 47 m
= 1.0034454 L

total effective length = 2.01 L

pengurangan = 21 %

F = $F_{koreksi}$ - deduction
= 300.58991 mm = 0.30059 m

koreksi Depth

D = 3
L / 15 = 3.12257 D < L/15
D>L/15 ; Ada koreksi Depth

Koreksi Depth :

$Fb_3 = R(D-L/15)$ [mm]

R = 93.625 (R=250 ; untuk L>120m)
(D-L/15)R -11.48 m (R=L/0.48 ; untuk L<120m)
= 346.59 mm
Fb_3 =

koreksi posisi deckline

diasumsikan sisi atas

deckline < D tinggi

deckline = 25 mm

F = 321.59 mm

koreksi panjang kapal

L [m]	dart Height [m] ed Quarterdeck	Other Superstructure
30 or less	0.9	1.8
75	1.2	1.8
125 or more	1.8	2.3
46.839	0.862	1.518

hss = 3.1 status **ok**

hdh = 1.2 status **ok**

Pengecekan Tinggi Freeboard dan Bow Height

Bow height Re = - L / 500) (1.36) = 2556.07 mm

= 2.55607 m CB + 0.68

bow height = F + h_{FC} 4.2 m

Ketinggian Bow harus lebih besar dari Ketinggian Bow Minimum

bow height = accepted

Freeboard Re = 0.301 m

Freeboard De = H - T 1.1 m

Lambung Timbul Sebenarnya harus lebih besar dari Lambung Timbul Total

Freeboard = accepted

upperdeck 13.89

Perhitungan Trim

Chapter 11 Parametric Design , Michael G. Parsons

Input Data

L_{PP} = 44.94 m

B = 12.00 m

T = 1.90 m

C_M = 0.99

C_B = 0.79

C_{WP} = 0.87

∇ = 838.2524 m³

KG = 1.106

$LCG_{LWT\ FP}$ = 23.21 m

$LCB_{\ dari\ FP}$ = 23.14 m

Sifat Hidrostatik

1. KB

$KB/T = 0.9 - 0.3 \cdot C_M - 0.1 \cdot C_B$

Parametric Ship Design hal. 11 - 18

= 0.52 m

KB = 0.99 m

2. BM_T

$C_I = 0.1216 \cdot C_{WP} - 0.041$

Transverse Inertia Coefficient

Parametric Ship Design hal. 11 - 19

= 0.065 m

$I_T = C_I \cdot L_{PP} \cdot B^3$

= 5029.17 m

$BM_T = I_T / \nabla$ *; jarak B dan M secara melintang*

= 6.00 m

3. BM_L

$C_{IL} = 0.350 \cdot C_{WP}^{\ 2} - 0.405 \cdot C_{WP} + 0.146$

Longitudinal Inertia Coefficient

= 0.059 m

$I_L = C_{IL} \cdot L_{PP}^3 \cdot B$

= 63730.02 m

$BM_L = I_L / \nabla$ *; jarak B dan M secara melintang*

= 76.03 m

4. $GM_L = KB + BM_L - KG$

= 75.92 m

5. Trim = ((LCG−LCB)·L_PP)/GM_L

= 0.03853733 m

Kondisi Trim

Trim Buritan

6. Batasan Trim

= Δ (LCG - LCB)

= 0.07

$= 0.01 \cdot L_{PP}$

= 0.4494

Kondisi Batasan Trim

DITERIMA

Perhitungan Stabilitas

Input Data

L_{PP}	=	147.441 ft	Panjang ka panjang	= 1 feet	=	0.3048 m	
B	=	39.3701 ft	Lebar berat	= 1 long ton	=	1.016 ton	
B_w	=	39.3701 ft	Max Breadth WL				
T	=	6.2336 ft	Sarat				
H_M	=	9.84252 ft					
S_F	=	0 ft					
S_A	=	0 ft					
Δ_0	=	845.678	Displasement dibagi 1	long ton			
ℓ_{ST}	=	83.3333 ft	Panjang superstructure			25.40	
h_{ST}	=	0 ft	Tinggi superstructure				
C_B	=	0.78664	Koefisien block				
C_{WP}	=	0.86975	Koefisien bidang garis	air			
C_X	= C_M		Koefisien midship				
	=	0.99286					

Perhitungan Awal

C_{PV}	= CB/CWP	Koefisien prismatik vertikal	
	= 0.90444		
A_0	= $L_{PP} \cdot B_W \cdot C_{WP}$	Luas bidang air	
	= 5048.71		
A_M	= $B_W \cdot C_X \cdot T$	Luas midship	
	= 243.666		
S	= (□_ST·h_ST)+(0.5·L_PP·S_F/3)+(0.5·L_PP·S_A/3)		
	= 0	*; sheer rata-rata*	

A_2 = $(0.98 \cdot L_{PP} \cdot H_M) + S$ 0.98 * LPP * Tinggi kapal yang sudah dikonversi ke feet + Sheer rata2

= 1422.17

D = S/L_PP +H_M Tinggi kapal

= 9.84252

F = D - T Tinggi- sarat (Freeboard)

= 3.60892

$A_1 = 1.01 \cdot A_0$

$= 5099.19$ Luas bidang air * 1.01

stabilitas melintang jarang karena trim karena tidak stabil,

Perhitungan GZ

$D_T = \Delta 0+((A0+A1)/2)\cdot(F/35)$

$= 1368.86$

$\delta = DT/2-\Delta 0$

$= -161.246$

$C_W' = A\_2/(L\_PP\cdot D)$

$= 0.98$ A2/LPP*rata rata tinggi kapal

$C_X' = (A\_M+(B\cdot F))/(B\cdot D)$

$= 9.46326$

$C_{PV}' = (35\cdot D\_T)/(A\_1\cdot D)$

$= 0.9546$

$C_{PV}'' = (35\cdot D\_T)/(A\_2\cdot B)$

$= 0.85568$

$C_W'' = C\_W\text{^}'-((140\cdot\delta)\cdot(1-C\_PV\text{^}''))/(L\_PP\cdot D\cdot B$

$= 1.03702$

$f_0 = (T\cdot(A\_0/A\_1-1))/(2\cdot F\cdot(1-C\_PV))$

$= -0.08948$

$f_1 = (D\cdot(1-A\_0/A\_1))/(2\cdot F\cdot(1-C\_PV\text{^}'))$

$= 0.29737$

f_2 = *jika* $C_X' \geq 0.89$, *maka* $f_2 =$ $9.1 \cdot (C_X' - 0.89)$ *jika* $C_X' \leq 0.89$, *maka* $f_2 = 0$

= 0.93606

KG = 3.62768

Perhitungan h_1

Referensi : Regresi Kurva Faktor h

h_1 untuk f= 0	=	0.48162
h_1 untuk f= 0.5	=	0.48655
h_1 untuk f= 1	=	0.49024
h_1 *interpolasi*	=	0.48455
KG'	=	(((D·(1−h_1)·D_T)−δ))/(2·D_0)
	=	4.20133
GG'	=	KG' – KG
	=	0.57365

Perhitungan h_0

Referensi : Regresi Kurva Faktor h

h_0 untuk f= 0	=	0.46389
h_0 untuk f= 0.5	=	0.47269
h_0 untuk f= 1	=	0.48005
h_0 *interpolasi*	=	0.46231
KB_0	=	(1 - h_0) · T
	=	3.35172
$G'B_0$	=	KG' – KB_0
	=	0.84961

Perhitungan h_2

Referensi : Regresi Kurva Faktor h

h_2 untuk f= 0	=	0.44789
h_2 untuk f= 0.5	=	0.45931
h_2 untuk f= 1	=	0.46981
h_2 *interpolasi*	=	0.46926
$G'B_{90}$	=	(D_T·h_2·B)/(4·D_0)−(d^2/D_0 ·17.5/ ((A_2−((70·d)/8·(1−C_PV^″)))))
	=	7.47475
C_I	=	a x^4 + b x^3 + c x^2 + d x + e
	=	0.06508
BM_0	=	(C_I·L_PP·B_W^3)/(35·D_0)
	=	19.7815
C_I'	=	a x^4 + b x^3 + c x^2 + d x + e
	=	0.06815
BM_{90}	=	(C′_I·L_PP·D^3)/(35·D_0)+(L_d·d·D^2)/(140·D_0)
	=	0.32371
GM_0	=	KB_0 + BM_0 – KG
	=	19.5055
$G'M_0$	=	KB_0 + BM_0 – KG'
	=	18.9319
$G'M_{90}$	=	BM_{90} – G'B_{90}

= -7.15104

b1 = (9·(〖G`B〗 _90− 〖G`B〗 _0))/
8−(〖G`M〗 _0− 〖G`M〗 _90)/32

= 6.6382

b2 = (〖G`M〗 _0+ 〖G`M〗 _90)/8

= 1.4726

b3 = 3·(〖G`M〗 _0− 〖G`M〗 _90)/32−3·
((〖G`B〗 _90− 〖G`B〗 _0))/8

= -0.03916

syarat dihitung di tiga lokasi, jadi 6 lokasi, 3 posisi halfbreadth 3 lokasi sheer posisi kapalnya oleng kiri atau kanan atau trim depan belakang itu berarti T nya sama

Perhitungan Lengan Stabilitas

Φ	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°
GG' · sin (1 · Φ)	0	0.04997	0.09956	0.1484	0.1961	0.24232	0.2866931	0.32889	0.36858	0.40547
b_1 · sin (2 · Φ)	0	1.15213	2.26929	3.31757	4.26515	5.083267	5.7470861	6.23646	6.53653	6.6382
b_2 · sin (4 · Φ)	0	0.50342	0.94617	1.27492	1.45005	1.450457	1.2760935	0.94797	0.50562	0.00235
b_3 · sin (6 · Φ)	0	-0.01957	-0.0339	-0.03916	-0.03393	-0.019623	-6.24E-05	0.01952	0.03387	0.03916
GZ (ft)	0	1.68595	3.28113	4.70174	5.87738	6.756421	7.3098102	7.53283	7.4446	7.08517
GZ (m)	0	5.53133	10.7649	15.4256	19.2827	22.16674	23.982317	24.714	24.4245	23.2453

Φ	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
GG' · sin (1 · Φ)	0.40547	0.43928	0.46975	0.49664	0.51976	0.538933	0.5540046	0.56486	0.57143	0.57365
b_1 · sin (2 · Φ)	6.6382	6.53837	6.24007	5.75237	5.09006	4.273248	3.3267265	2.27923	1.16254	0.01057
b_2 · sin (4 · Φ)	0.00235	-0.50121	-0.94437	-1.27375	-1.44964	-1.450861	-1.277262	-0.94976	-0.50782	-0.00469
b_3 · sin (6 · Φ)	0.03916	0.03396	0.01968	0.00012	-0.01946	-0.033838	-0.039156	-0.03399	-0.01973	-0.00019
GZ (ft)	7.08517	6.5104	5.78512	4.97539	4.14072	3.327482	2.5643124	1.86034	1.20642	0.57934
GZ (m)	23.2453	21.3596	18.9801	16.3235	13.585	10.91694	8.4130983	6.10346	3.95807	1.90074

GG' · sin (1 · Φ) =

(GG'·sin 〖(Φ·π)〗)/180

b_1 · sin (2 · Φ) = (b_1·sin 〖(Φ·2·π)〗)/180

b_2 · sin (4 · Φ) =(b_2·sin 〖(Φ·4·π)〗)/180

b_3 · sin (6 · Φ) = (b_3·sin 〖(Φ·6·π)〗)/180

Perhitungan Lengan Dinamis (L_D) ; h = 0.08727 rad

L_Dn= 1/3·h·(GZ_(n−10)+4·GZ_(n−5)+GZ_n)

Sudut[°]	LD [ft.rad]	LD [m.rad]
10	0.291613	0.0888838
20	0.813482	0.2479493
30	1.169745	0.3565383
40	1.305673	0.3979691
L_D Total	3.580513	1.0913404

Sudut Maksimum

GZ max	=	24.71 m	; nilai maksimum GZ dari semua sudut (0° s.d. 90°)
Kolom Ke -	=	8	; nilai terbesar tersebut pada kolom ke berapa
Heel at GZ ma	=	35	; pada sudut heel berapa GZ maksimum

Titik

X_1	=	30
X_2	=	35
X_3	=	40
Y_1	=	23.9823
Y_2	=	24.714
Y_3	=	24.4245

Matriks

1	35	1225
1	40	1600
1	45	2025

Hasil Perkalian Matrik

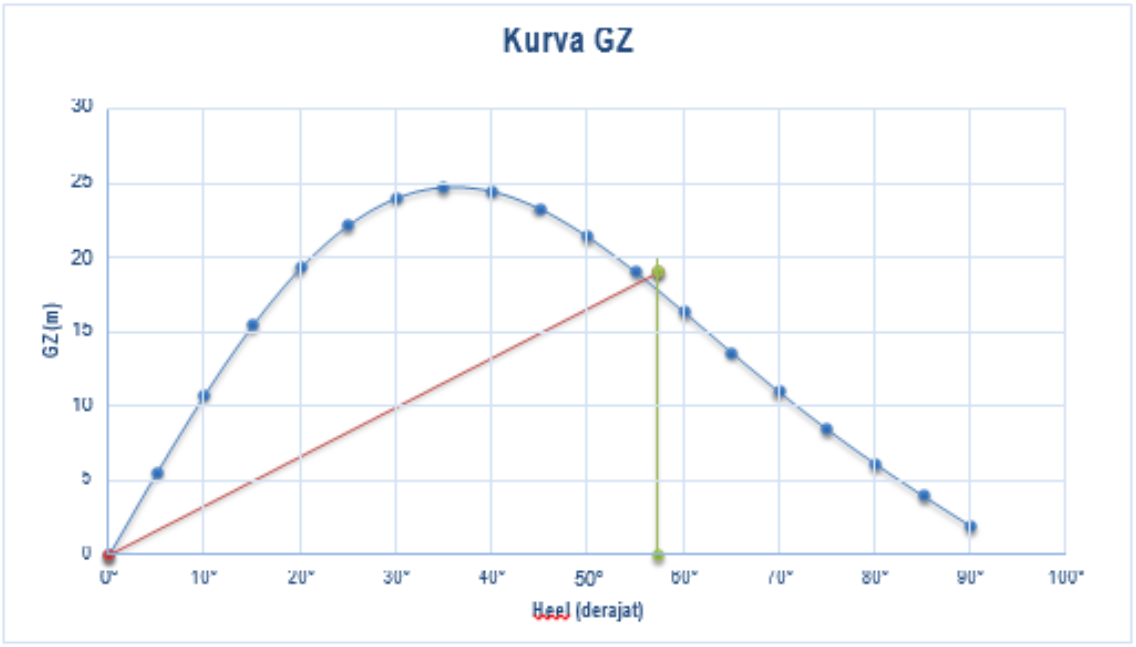
a	=	-9.73191
b	=	1.67807
c	=	-0.02042

Invers Matrik

36	-63	28
-1.7	3.2	-1.5
0.02	-0.04	0.02

θ_{max} = 41.0826

Sudut [°]	Lengan Statis (m)	
0°	0	0°
5°	5.53133	57°
10°	10.7649	57°
15°	15.4256	
20°	19.2827	
25°	22.1667	
30°	23.9823	
35°	24.714	
40°	24.4245	
45°	23.2453	
50°	21.3596	
55°	18.9801	
60°	16.3235	
65°	13.585	
70°	10.9169	
75°	8.4131	
80°	6.10346	
85°	3.95807	
90°	1.90074	



Batasan Stabilitas Menurut IMO

IMO Resolution A. 749 (18)

Input Data

1. e (mrad)

   $e_{30°}$ = 0.35654

   $e_{40°}$ = 0.39797

   e = $e_{30°}$ - $e_{40°}$

   = 0.04143

2. $GZ_{30°}$ = 23.9823
3. θ_{max} = 41.0826
4. GM_0

   GM_0 = 19.5055

   = 5.94528
5. B = 12
6. G'Mo = 18.9319

Kriteria IMO

1. $e_{30°} \geq$ 0.055

   $e_{30°}$ = 0.357

   = Diterima

2. $e_{40°} \geq$ 0.09

   $e_{40°}$ = 0.40

   = Diterima

3. $e_{30\text{-}40°} \geq$ 0.03

   $e_{30\text{-}40°}$ = 0.04

   = Diterima

4. $h_{30°} \geq$ 0.2

   $h_{30°}$ = 24.0

   = Diterima

5. $\theta_{max} \geq$ 25

   θ_{max} = 41

   = Diterima

6. $GM_0 \geq$ 0.15

   GM_0 = 5.95

   = Diterima

Status = Kriteria Dipenuhi

Periode Rolling

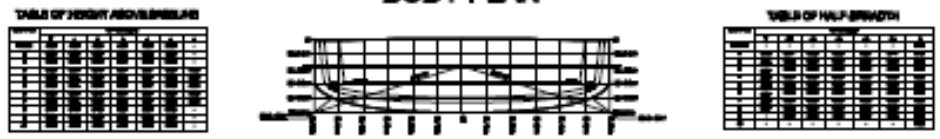
T = (0.79·B)/√(G^′ Mo)

= 2.18 s

LAMPIRAN II

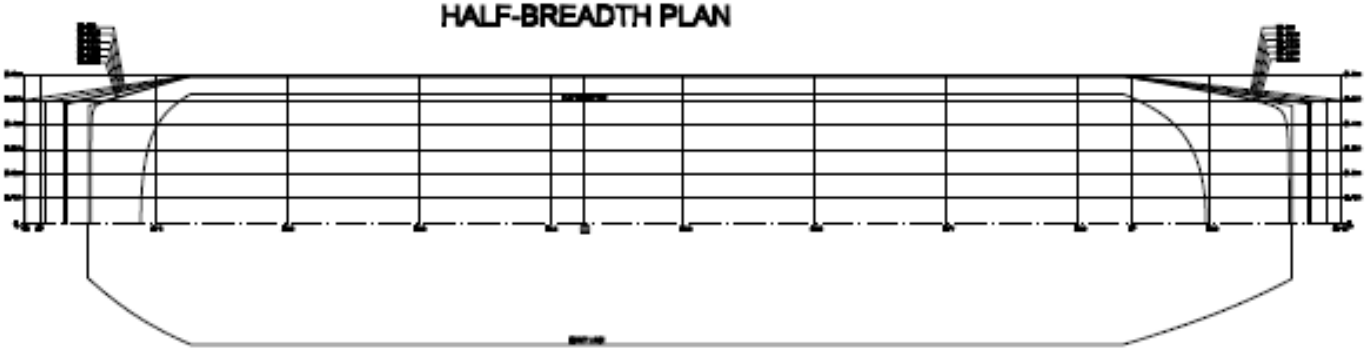
LINES PLAN KMP BARU BERGUNA

BODY PLAN



SHEER PLAN

HALF-BREADTH PLAN



PRINCIPAL DIMENSIONS

SHIP TYPE	Roll On-Roll Off
LENGTH OVERSPUN (LOA)	53.50 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULARS (LPP)	44.84 m
BREADTH (B)	12 m
HEIGHT (H)	3 m
DRAFT (T)	1.9 m
SERVICE SPEED (VS)	11 knots
COMPLEMENTS	150 Persons

DEPARTMENT OF MARINE TRANSPORTATION
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KMP BARU BERGUNA

LINES PLAN

SCALE	1 : 100	SIGNATURE	DATE	REMARKS
DRAWN	Tiya Dwi			
APPROVED				

LAMPIRAN III

POLA OPERASI MP BARU BERGUNA

1. Pola Operasi Kapal Baru

Pola Operasi Kapal Baru							
NO	Tanggal	Hari	Rute			Jarak	Sea time (Hour)
1	1/1/2021	Jumat	Padang	Tua Pejat		84	7.6
2	1/2/2021	Sabtu	Tua Pejat	Padang		84	7.6
3	1/3/2021	Minggu	Padang	Sikabaluan	Padang	90	8.2
4	1/4/2021	Senin	Padang	Siberut		82	7.5
5	1/5/2021	Selasa	Siberut	Padang		82	7.5
6	1/6/2021	Rabu					0.0
7	1/7/2021	Kamis	Padang	Sikakap		104	9.5
8	1/8/2021	Jumat	Sikakap	Padang		104	9.5
9	1/9/2021	Sabtu	Padang	Tua Pejat		84	7.6
10	1/10/2021	Minggu	Tua Pejat	Padang		84	7.6
11	1/11/2021	Senin	Padang	Siberut		82	7.5
12	1/12/2021	Selasa	Siberut	Padang		82	7.5
13	1/13/2021	Rabu					0.0
14	1/14/2021	Kamis	Padang	Sikabaluan	Padang	90	8.2
15	1/15/2021	Jumat	Padang	Sikakap		104	9.5
16	1/16/2021	Sabtu	Sikakap	Padang		104	9.5
17	1/17/2021	Minggu	Padang	Tua Pejat		84	7.6
18	1/18/2021	Senin	Tua Pejat	Padang		84	7.6
19	1/19/2021	Selasa	Padang	Sikabaluan	Padang	90	8.2
20	1/20/2021	Rabu					0.0
21	1/21/2021	Kamis	Padang	Siberut		82	7.5
22	1/22/2021	Jumat	Siberut	Padang		82	7.5
23	1/23/2021	Sabtu	Padang	Sikakap		104	9.5
24	1/24/2021	Minggu	Sikakap	Padang		104	9.5
25	1/25/2021	Senin	Padang	Tua Pejat		84	7.6
26	1/26/2021	Selasa	Tua Pejat	Padang		84	7.6
27	1/27/2021	Rabu					0.0
28	1/28/2021	Kamis	Padang	Sikabaluan	Padang	90	8.2
29	1/29/2021	Jumat	Padang	Sikakap		104	9.5
30	1/30/2021	Sabtu	Sikakap	Padang		104	9.5

2. Penjadwalan Pola Operasi Kapal

NO	Tanggal	Hari	Jam Berangkat	Kapal	Rute		Jarak	Sea time (Hour)
1	1/1/2021	Jumat	12:00:00 AM	Kapal Baru	Padang	Tua Pejat	84	7.6
2			10:00:00 AM	KMP Gambolo	Tua Pejat	Sioban	37	3.4
			13:30:00 PM		Sioban	Tua Pejat	37	3.4
			19:00:00 PM		Tua Pejat	Padang	84	7.6
3			19:00:00 AM	KMP Ambu-Ambu	Padang	Siberut	82	7.5
4	1/2/2021	Sabtu		KMP Gambolo				0.0
5			19:00:00 PM	KMP Ambu-Ambu	Siberut	Padang	82	7.5
6			12:00:00 AM	Kapal Baru	Tua Pejat	Padang	84	7.6
7	1/3/2021	Minggu		KMP Gambolo				0.0
8			19:00:00 PM	KMP Ambu-Ambu	Padang	Tua Pejat	84	7.6
9			9:00:00 AM	Kapal Baru	Padang	Sikabaluan	45	4.1
			16:00:00 PM		Sikabaluan	Padang	45	4.1
10	1/4/2021	Senin	19:00:00 PM	KMP Gambolo	Padang	Sikabaluan	45	4.1
11			12:00:00 AM	KMP Ambu-Ambu	Tua Pejat	Padang	84	7.6
12			9:00:00 AM	Kapal Baru	Padang	Siberut	82	7.5
13	1/5/2021	Selasa	17:00:00 PM	KMP Gambolo	Sikabaluan	Padang	45	4.1
14			19:00:00 PM	KMP Ambu-Ambu	Padang	Sikakap	104	9.5
15			12:00:00 AM	Kapal Baru	Siberut	Padang	82	7.5
16	1/6/2021	Rabu		KMP Gambolo				0.0
17			17:00:00 PM	KMP Ambu-Ambu	Sikakap	Padang	104	9.5
18				Kapal Baru				0.0
19	1/7/2021	Kamis	19:00:00 PM	KMP Gambolo	Padang	Tua Pejat	84	7.6
20				KMP Ambu-Ambu				0.0
21			15:00:00 PM	Kapal Baru	Padang	Sikakap	104	9.5
22	1/8/2021	Jumat	10:00:00 AM	KMP Gambolo	Tua Pejat	Sioban	37	3.4
			13:30:00 PM		Sioban	Tua Pejat	37	3.4
			19:00:00 PM		Tua Pejat	Padang	84	7.6
23			19:00:00 PM	KMP Ambu-Ambu	Padang	Siberut	82	7.5
24			9:00:00 AM	Kapal Baru	Sikakap	Padang	104	9.5
25	1/9/2021	Sabtu		KMP Gambolo				0.0
26			19:00:00 PM	KMP Ambu-Ambu	Siberut	Padang	82	7.5
27			12:00:00 AM	Kapal Baru	Padang	Tua Pejat	84	7.6
28	1/10/2021	Minggu		KMP Gambolo				0.0
29			19:00:00 PM	KMP Ambu-Ambu	Padang	Tua Pejat	84	7.6
30			12:00:00 AM	Kapal Baru	Tua Pejat	Padang	84	7.6
31	1/11/2021	Senin	19:00:00 PM	KMP Gambolo	Padang	Sikabaluan	45	4.1

NO	Tanggal	Hari	Jam Berangkat	Kapal	Rute		Jarak	Sea time (Hour)
32			19:00:00 PM	KMP Ambu-Ambu	Tua Pejat	Padang	84	7.6
33			12:00:00 AM	Kapal Baru	Padang	Siberut	82	7.5
34	1/12/2021	Selasa	17:00:00 PM	KMP Gambolo	Sikabaluan	Padang	45	4.1
35			17:00:00 PM	KMP Ambu-Ambu	Padang	Sikakap	104	9.5
36			12:00:00 AM	Kapal Baru	Siberut	Padang	82	7.5
37	1/13/2021	Rabu	9:00:00 AM	KMP Gambolo	Padang	Sikabaluan	45	4.1
			21:00:00 PM		Sikabaluan	Padang	45	4.1
38			17:00:00 PM	KMP Ambu-Ambu	Sikakap	Padang	104	9.5
39				Kapal Baru				0.0
40	1/14/2021	Kamis	19:00:00 PM	KMP Gambolo	Padang	Tua Pejat	84	7.6
41			9:00:00 AM	KMP Ambu-Ambu	Padang	Siberut	82	7.5
			21:00:00 PM		Siberut	Padang	82	7.5
42			12:00:00 AM	Kapal Baru	Padang	Sikabaluan	45	4.1
			19:00:00 AM		Sikabaluan	Padang	45	4.1
43	1/15/2021	Jumat	10:00:00 AM	KMP Gambolo	Tua Pejat	Sioban	37	3.4
			13:30:00 PM		Sioban	Tua Pejat	37	3.4
			19:00:00 PM		Tua Pejat	Padang	84	7.6
44			19:00:00 PM	KMP Ambu-Ambu	Padang	Siberut	82	7.5
45			12:00:00 AM	Kapal Baru	Padang	Sikakap	104	9.5
46	1/16/2021	Sabtu		KMP Gambolo				0.0
47			19:00:00 PM	KMP Ambu-Ambu	Siberut	Padang	82	7.5
48			12:00:00 AM	Kapal Baru	Sikakap	Padang	104	9.5
49	1/17/2021	Minggu		KMP Gambolo				0.0
50			19:00:00 PM	KMP Ambu-Ambu	Padang	Tua Pejat	84	7.6
51			12:00:00 AM	Kapal Baru	Padang	Siberut	82	7.5
52	1/18/2021	Senin	19:00:00 PM	KMP Gambolo	Padang	Sikabaluan	45	4.1
53			19:00:00 PM	KMP Ambu-Ambu	Tua Pejat	Padang	84	7.6
54			12:00:00 AM	Kapal Baru	Siberut	Padang	82	7.5
55	1/19/2021	Selasa	17:00:00 PM	KMP Gambolo	Sikabaluan	Padang	45	4.1
56			17:00:00 PM	KMP Ambu-Ambu	Padang	Sikakap	104	9.5
57			9:00:00 AM	Kapal Baru	Padang	Sikabaluan	45	4.1
			15:30:00 PM		Sikabaluan	Padang	45	4.1
58	1/20/2021	Rabu		KMP Gambolo				0.0
59			17:00:00 PM	KMP Ambu-Ambu	Sikakap	Padang	104	9.5
60				Kapal Baru				0.0
61	1/21/2021	Kamis	19:00:00 PM	KMP Gambolo	Padang	Tua Pejat	84	7.6
62				KMP Ambu-Ambu				0.0
63			12:00:00 AM	Kapal Baru	Padang	Siberut	82	7.5

NO	Tanggal	Hari	Jam Berangkat	Kapal	Rute		Jarak	Sea time (Hour)
64	1/22/2021	Jumat	10:00:00 AM	KMP Gambolo	Tua Pejat	Sioban	37	3.4
			13:30:00 AM		Sioban	Tua Pejat	37	3.4
			19:00:00 PM		Tua Pejat	Padang	84	7.6
65			19:00:00 PM	KMP Ambu-Ambu	Padang	Siberut	82	7.5
66			12:00:00 AM	Kapal Baru	Siberut	Padang	82	7.5
67	1/23/2021	Sabtu		KMP Gambolo				0.0
68			19:00:00 PM	KMP Ambu-Ambu	Siberut	Padang	82	7.5
69			12:00:00 AM	Kapal Baru	Padang	Sikakap	104	9.5
70	1/24/2021	Minggu		KMP Gambolo				0.0
71			19:00:00 PM	KMP Ambu-Ambu	Padang	Tua Pejat	84	7.6
72			12:00:00 AM	Kapal Baru	Sikakap	Padang	104	9.5
73	1/25/2021	Senin	19:00:00 PM	KMP Gambolo	Padang	Sikabaluan	45	4.1
74			19:00:00 PM	KMP Ambu-Ambu	Tua Pejat	Padang	84	7.6
75			12:00:00 AM	Kapal Baru	Padang	Tua Pejat	84	7.6
76	1/26/2021	Selasa	17:00:00 PM	KMP Gambolo	Sikabaluan	Padang	45	4.1
77			17:00:00 PM	KMP Ambu-Ambu	Padang	Sikakap	104	9.5
78			9:00:00 AM	Kapal Baru	Tua Pejat	Padang	84	7.6
79	1/27/2021	Rabu		KMP Gambolo				0.0
80			17:00:00 PM	KMP Ambu-Ambu	Sikakap	Padang	104	9.5
81				Kapal Baru				0.0
82	1/28/2021	Kamis	19:00:00 PM	KMP Gambolo	Padang	Tua Pejat	84	7.6
83				KMP Ambu-Ambu				0.0
84			9:00:00 AM	Kapal Baru	Padang	Sikabaluan	45	4.1
			15:00:00 PM		Sikabaluan	Padang	45	4.1
85	1/29/2021	Jumat	10:00:00 AM	KMP Gambolo	Tua Pejat	Sioban	37	3.4
			13:30:00 PM		Sioban	Tua Pejat	37	3.4
			19:00:00 PM		Tua Pejat	Padang	84	7.6
86			19:00:00 PM	KMP Ambu-Ambu	Padang	Siberut	82	7.5
87			9:00:00 AM	Kapal Baru	Padang	Sikakap	104	9.5
88	1/30/2021	Sabtu		KMP Gambolo				0.0
89			19:00:00 AM	KMP Ambu-Ambu	Siberut	Padang	82	7.5
80			12:00:00 PM	Kapal Baru	Sikakap	Padang	104	9.5

LAMPIRAN IV
PENGEMBANGAN PELABUHAN

BOR maksimum

Sumber:
UNCTAD

Berth	Max BOR
1	30%
2	50%
3	60%
4	66%
5	70%
6	74%
7	77%
8	78%

BIODATA PENULIS

Nama lengkap penulis adalah Triya Devi, dilahirkan di Padang, 02 Oktober 1998 yang merupakan anak ketiga dari Bapak Surya Darma dan Ibu Wismal Edvieni. Penulis menempuh pendidikan formal di SD Baiturrahmah pada tahun 2004 – 2010, kemudian melanjutkan ke SMP Negeri 12 Padang pada tahun 2010 – 2013 dan SMA Negeri 3 Padang pada tahun 2013 – 2016. Pada pertengahan tahun 2016 penulis diterima sebagai mahasiswa Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Jurusan Teknik Transportasi Laut, Fakultas Teknologi Kelautan. Selama masa perkuliahan penulis aktif dan ikut serta dalam berbagai organisasi dan kegiatan, diantaranya mengikuti organisasi kampus seperti Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Fakultas Teknologi Kelautan pada tahun 2017 – 2019, penulis pernah menjabat menjadi staff Badan Usaha Milik Fakultas (BUMF) pada tahun 2017 – 2018 dan menjadi kepala departemen Perekonomian pada tahun 2018 – 2019. Dalam bidang pelatihan, penulis juga pernah mengikuti Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa (LKMM) Pra-Tingkat Dasar dan LKMM Tingkat Dasar. Dalam masa perkuliahan, penulis juga pernah mengikuti kegiatan kerja prakter di berbagai perusahaan, penulis mengikuti kerja praktek di PT IPC Terminal Petikemas Jakarta pada tahun 2019 dan PT Wilmar Nabati Indonesia pada tahun 2020. Bagi pembaca yang ingin menghubungi penulis dapat melalui e-mail triyadevi23@gmail.com