



TUGAS AKHIR - MN 184802

**DESAIN KAPAL TERNAK 2-IN-1 PENGANGKUT SAPI DAN
KAMBING UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN DAGING DI
IBU KOTA BARU KUTAI KARTANEGARA, KALIMANTAN
TIMUR**

**Febby Ahmad Iman Kurnia
NRP 0411164000007**

**Dosen Pembimbing
Hasanudin S.T., M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**



TUGAS AKHIR - MN 184802

DESAIN KAPAL TERNAK 2-IN-1 PENGANGKUT SAPI DAN KAMBING UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN DAGING DI IBU KOTA BARU KUTAIKARTANEGERA, KALIMANTAN TIMUR

Febby Ahmad Iman Kurnia
NRP 0411164000007

Dosen Pembimbing
Hasanudin S.T., M.T.

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**



FINAL PROJECT - MN 184802

**DESIGN OF 2-IN-1 LIVESTOCK CARRIER TO TRANSPORT
CATTLES AND GOATS TO SUPPLY MEAT NEEDS IN
CAPITAL CITY KUTAI KARTANEGARA, EAST
KALIMANTAN**

**Febby Ahmad Iman Kurnia
NRP 0411164000007**

**Supervisor
Hasanudin S.T.,M.T.**

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN KAPAL TERNAK 2-IN-1 PENGANGKUT SAPI DAN KAMBING UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN DAGING DI IBU KOTA BARU KUTAIKARTANEGERA, KALIMANTAN TIMUR

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

FEBBY AHMAD IMAN KURNIA
NRP 04111640000007

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing

Hasanudin S.T., M.T.
NIP 19800623 200604 1 001

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan

Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
NIP 19640210 198903 1 001

SURABAYA, 7 AGUSTUS 2020



LEMBAR REVISI

DESAIN KAPAL TERNAK 2-IN-1 PENGANGKUT SAPI DAN KAMBING UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN DAGING DI IBU KOTA BARU KUTAI KARTANEGARA, KALIMANTAN TIMUR

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 24 Juli 2020

Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

FEBBY AHMAD IMAN KURNIA
NRP 04111640000007

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Pd.D.
 2. Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T.
 3. Danu Utama, S.T., M.T.
- 

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Hasanudin S.T., M.T.

SURABAYA, 7 AGUSTUS 2020

Dipersembahkan kepada kedua orang tua penulis atas segala dukungan dan doanya dan adik penulis yang selalu memberikan semangat dalam penggerjaan Tugas Akhir

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya, Tugas Akhir dengan judul “Desain kapal ternak 2-in-1 pengangkut sapi dan kambing untuk memenuhi kebutuhan daging di ibu kota baru, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur” ini dapat diselesaikan dengan baik. Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Hasanudin S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama penggerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Dony Setyawan, S.T., M.Eng. selaku Dosen Wali penulis selama menjalani masa perkuliahan di Departemen Teknik Perkapalan ITS;
3. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Pd.D. selaku Kepala Departemen Teknik Perkapalan ITS;
4. Kedua orang tua penulis, Erfan Malik dan Munawaroh yang sangat penulis cintai dan sayangi yang telah memberikan dukungannya baik berupa moril maupun materiil;
5. Adik laki-laki penulis, Mohammad Richo Iman Kurnia yang selalu menjadi motivasi penulis;
6. Keluarga dandangan terutama yatini selaku nenek penulis yang selalu mendukung dan mendoakan penulis;
7. Teman-teman kosan “NOGO”, Imam, Fudin, Danang, Ari Paping, Ghilam, Nafa, Dhiva, Ari Kitip, Aan, Erald, Fatah, Yoga, Rendi, Mahen, Andi, Amin dan Bagas yang telah memberikan dukungan dan hiburan tersendiri pada saat penggerjaan Tugas Akhir;
8. Teman-teman bermain, Sony, Risky, Ragil, Aby, Dandy, Badi’ah, Nurhayati, Nurmalienda, Safitri, Reza, Ilham, Ilmi, Steven dan Sandy yang telah memberikan hiburan juga di sela-sela penggerjaan Tugas Akhir;
9. Teman-teman P-56 (IRONCLAD) atas segala hal yang telah dilalui bersama penulis dari awal masuk hingga akhir kuliah;
10. Dan semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

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, 7 AGUSTUS 2020

Febby Ahmad Iman Kurnia

DESAIN KAPAL TERNAK 2-IN-1 PENGANGKUT SAPI DAN KAMBING UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN DAGING DI IBU KOTA BARU KUTAI KARTA NEGARA, KALIMANTAN TIMUR

Nama Mahasiswa : Febby Ahmad Iman Kurnia
NRP : 04111640000007
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Hasanudin S.T., M.T.

ABSTRAK

Provinsi Kalimantan Timur memiliki tingkat konsumsi daging sapi dan kambing yang tinggi. Produksinya juga tidak dapat memenuhi kebutuhan yang tinggi tersebut. Ditambah lagi, pada tahun 2024, Ibu kota Indonesia akan dipindah ke Provinsi Kalimantan Timur tepatnya Kabupaten Kutai Kartanegara dan Kabupaten Penajem Paser Utara. Kekurangan pasokan tersebut dapat dipenuhi dengan melakukan pengiriman sapi dan kambing dari luar Provinsi tepatnya Provinsi Sulawesi Selatan. Pada Tugas Akhir ini dilakukan desain *Livestock Carrier* untuk mengangkut Sapi dan Kambing dengan payload yang didapat dari total kekurangan sapi dan kambing yang harus terpenuhi. Payload didapatkan dari perhitungan demand Provinsi Kalimantan Timur dan kemampuan supply Provinsi Sulawesi Selatan. Kemudian mencari ukuran utama dengan menggunakan metode geosim. Kapal pembanding yang digunakan memiliki kapasitas angkut sebesar 2000 ekor sapi sehingga kapasitasnya tidak jauh berbeda dengan kapal ternak yang akan didesain. Rute pelayaran-nya adalah dari Pelabuhan Makassar Sulawesi Selatan menuju Pelabuhan Samarinda Kalimantan Timur. Selanjutnya, menghitung analisa teknis berupa hambatan, kapasitas mesin, berat dan titik berat total, trim, *freeboard* dan stabilitas. Tahap selanjutnya adalah mengambar *linesplan*, *general arrangement* dan 3D kapal. Tahap terakhir adalah analisa ekonomis. Didapatkan ukuran utama kapal adalah Lpp : 70.00 m, Lwl : 72.80 m, Lebar : 12.00 m, tinggi : 7.20 m, sarat : 4.20 m, displasemen : 2715.95 ton, hambatan total : 64.89 kN dan kapasitas mesin : 1177 kW. Perhitungan trim, *freeboard* dan stabilitas telah memenuhi persyaratan. Biaya pembangunan membutuhkan anggaran dana sebesar Rp 75,487,402,926. Biaya operasional sebesar Rp 57,780,640,802. Pendapatan pertahun adalah Rp 95,914,700,000 dengan *payback* 13 tahun, 3 bulan dan 23 hari..

Kata Kunci : *Livestock Carrier*, Kalimantan Timur, sapi dan kambing

CATTLES AND GOATS TO SUPPLY MEAT NEEDS IN CAPITAL CITY KUTAI KARTA NEGARA, EAST KALIMANTAN

Author : Febby Ahmad Iman Kurnia
Student Number : 04111640000007
Department / Faculty : Naval Architecture / Marine Technology
Supervisor : Hasanudin S.T., M.T.

ABSTRACT

East Kalimantan Province has a high consumption of beef and goat meat. Production also cannot meet these high needs. Plus, in 2024, the capital city of Indonesia will be moved to the Province of East Kalimantan, to be precise, Kutai Kartanegara Regency and Penajem Paser Utara Regency. This shortage of supply can be met by sending cows and goats from outside the Province, specifically South Sulawesi Province. In this Final Project, a Livestock Carrier design was carried out to transport Cows and Goats with the payload obtained from the total shortage of cows and goats that had to be fulfilled. The payload is obtained from the calculation of demand in East Kalimantan Province and supply capacity of South Sulawesi Province. Then find the main size using the geosime method. The comparison ship used has a carrying capacity of 2000 heads of cattle so that the capacity is not much different from the cattle ship to be designed. The shipping route is from Makassar Port, South Sulawesi to Samarinda Port, East Kalimantan. Next, calculate the technical analysis in the form of resistance, engine capacity, total weight and center of gravity, trim, freeboard and stability. The next stage is drawing the lines plan, general arrangement and 3D ship. The last step is economic analysis. Obtained the main size of the ship is Lpp: 70.00 m, Lwl: 72.80 m, Width: 12.00 m, height: 7.20 m, loaded: 4.20 m, displacement: 2715.95 tons, total resistance: 64.89 kN and engine capacity: 1177 kW. Trim, freeboard and stability calculations meet the requirements. Development costs require a budget of Rp 75,487,402,926. The operational cost is IDR 57,780,640,802. Annual income is IDR 95,914,700,000 with a payback of 13 years, 3 months and 23 days.

Keywords: Livestock Carrier, East Kalimantan, cows and goats

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	v
LEMBAR REVISI	vii
HALAMAN PERUNTUKAN	ix
KATA PENGANTAR	xi
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR TABEL	xxv
DAFTAR SIMBOL	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Manfaat	2
1.6. Hipotesis	2
BAB 2 STUDI LITERATUR	5
2.1. Dasar Teori	5
2.1.1. Tahapan Desain Kapal	5
2.1.2. Metode Desain Kapal	6
2.1.3. Perhitungan Koefisien	7
2.1.4. Perhitungan Hambatan	8
2.1.5. Propulsi Kapal	9
2.1.6. Perhitungan Berat dan Titik Berat Kapal	10
2.1.7. Perhitungan <i>Freeboard</i>	10
2.1.8. Perhitungan Trim	12
2.1.9. Perhitungan Stabilitas	12
2.1.10. Ekonomi Kapal	12
2.2. Tinjauan Pustaka	14
2.2.1. <i>Livestock Carrier</i>	14
2.2.2. Karakteristik Hewan Ternak	15
2.2.3. Fasilitas Kandang	17
2.2.4. Hasil Penelitian Sebelumnya	18
BAB 3 METODOLOGI	19
3.1. Diagram Alir	19
3.2. Tahap Pengerjaan	20
3.2.1. Tahap Identifikasi Masalah	20
3.2.2. Tahap Studi Literatur	20
3.2.3. Tahap Pengumpulan Data	20
3.2.4. Tahap Pengolahan Data	20
3.2.5. Tahap Perencanaan	21
3.2.6. Tahap Perhitungan Biaya	21

3.2.7. Kesimpulan dan Saran	21
BAB 4 ANALISIS TEKNIS.....	23
4.1. <i>Owner Requirements</i>	23
4.1.1. Perencanaan <i>Payload</i> Awal	23
4.1.2. Perencanaan Rute Pelayaran.....	27
4.1.3. Kecepatan Kapal	28
4.1.4. Penentuan <i>Payload</i> Akhir	28
4.2. Penentuan Ukuran Utama	28
4.3. Pemeriksaan Ukuran Utama Kapal dan Perhitungan Koefisien	29
4.4. Perhitungan Hambatan Kapal	30
4.5. Perhitungan Propulsi dan Penentuan <i>Main Engine</i>	30
4.5.1. Perhitungan Daya <i>Main Engine</i>	30
4.5.2. Perhitungan Daya <i>Generator</i>	32
4.6. Perhitungan Berat dan Titik Berat	32
4.6.1. Perhitungan Berat dan Titik Berat DWT Kapal.....	32
4.6.2. Perhitungan Berat dan Titik Berat LWT Kapal	33
4.7. Perhitungan <i>Freeboard</i>	33
4.8. Perhitungan Trim	34
4.9. Perhitungan Stabilitas	35
BAB 5 DESAIN KAPAL	37
5.1. Rencana Garis (<i>Lines Plan</i>)	37
5.1.1. Pemilihan Lambung Kapal	37
5.1.2. Pembuatan Bentuk Tengah Kapal (<i>Midship</i>)	37
5.1.3. Pembuatan Bentuk Haluan kapal	38
5.1.4. Penentuan Letak Transom.....	39
5.1.5. Pembuatan Rencana Garis (<i>Lines plan</i>)	39
5.2. Rencana Umum	43
5.2.1. Penentuan Sekat	43
5.2.2. Penentuan Dimensi Kandang	44
5.2.3. Penentuan Akses Muat Sapi dan Kambing	44
5.2.4. Penentuan Akses Bongkar Sapi dan Kambing	45
5.2.5. Pembuatan Rencana Umum.....	46
5.3. Pembuatan <i>Safety Plan</i>	47
5.4. Pembuatan 3D Model	49
5.4.1. 3D Model <i>Livestock Carrier</i>	49
5.4.2. 3D Model Kandang Sapi dan Kambing	49
BAB 6 ANALISIS EKONOMI.....	51
6.1. Biaya Pembangunan	51
6.2. Pendapatan Tiap Tahun	51
6.3. Biaya Operasional.....	52
6.4. <i>Payback</i>	52
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN	53
7.1. Kesimpulan.....	53
7.2. Saran	53
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN	
LAMPIRAN A PERHITUNGAN TEKNIS	
LAMPIRAN B DESAIN RENCANA GARIS	
LAMPIRAN C RENCANA UMUM	

**LAMPIRAN D DESAIN SAFETY PLAN
LAMPIRAN E 3D MODEL
LAMPIRAN F ANALISA EKONOMIS
BIODATA PENULIS**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Ship Spiral Design</i>	5
Gambar 2.2 <i>Livestock Carrier</i>	14
Gambar 3.1 Diagram Alir Penggeraan Tugas Akhir	19
Gambar 4.1 Grafik Produksi Daging Sapi Kalimantan Timur	23
Gambar 4.2 Grafik Produksi Daging Kambing Kalimantan Timur	24
Gambar 4.3 Grafik Jumlah Penduduk Kalimantan Timur.....	24
Gambar 4.4 Rute Pelayaran	27
Gambar 5.1 Bentuk Tengah Kapal (<i>Midship Section</i>).....	38
Gambar 5.2 Bentuk Haluan Kapal.....	38
Gambar 5.3 Letak Transom Diatas Sarat Kapal	39
Gambar 5.4 Penampang Awal	40
Gambar 5.5 Penentuan Zero Point.....	40
Gambar 5.6 Penentuan <i>Section</i>	41
Gambar 5.7 Data Hidrostatik.....	41
Gambar 5.8 <i>Perspective</i> pada <i>Maxsurf Modeler Advanced</i>	42
Gambar 5.9 Rencana Garis	43
Gambar 5.10 Mekanisme Muat Sapi kedalam Kapal	45
Gambar 5.11 Mekanisme Bongkar Sapi keluar Kapal	45
Gambar 5.12 Rencana Umum diatas <i>Main Deck</i>	46
Gambar 5.13 Rencana Umum <i>Main Deck</i> kebawah	47
Gambar 5.14 <i>Safety Plan</i> diatas <i>Main Deck</i>	48
Gambar 5.15 <i>Safety Plan</i> dibawah <i>Main Deck</i>	48
Gambar 5.16 Pembuatan 3D Model Livestock Carrier	49
Gambar 5.17 3D Model Kandang Sapi	50
Gambar 5.18 3D Model Kandang Kambing.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Freeboard Standard</i>	11
Tabel 4.1 Faktor Karkas	26
Tabel 4.2 Perencanaan Kecepatan dan Waktu Pelayaran	28
Tabel 4.3 Pemeriksaan Ukuran Utama Kapal	29
Tabel 4.4 Spesifikasi <i>Main Engine</i>	31
Tabel 4.5 Spesifikasi <i>Generator</i>	32
Tabel 4.6 Analisa trim dengan <i>software Maxsurf</i>	34
Tabel 4.7 Perencanaan Tangki	35
Tabel 4.8 Tabel Stabilitas	36
Tabel 5.1 Tabel Dimensi Kandang	44
Tabel 6.1 Biaya Pembangunan	51
Tabel 6.2 Total Pendapatan Pertahun	52

DAFTAR SIMBOL

L	= Panjang kapal (m)
B	= Lebar Kapal (m)
H	= Tinggi Kapal (m)
T	= Sarat Kapal (m)
∇	= Volume <i>displacement</i> kapal
C _b	= <i>Coefficient blok</i>
C _m	= <i>Coefficient midship</i>
C _{wp}	= <i>Coefficient water plane</i>
C _p	= <i>Coefficient prismatic</i>
CA	= <i>Coleration Allowance</i>
F _n	= Froude number
g	= Percepatan gravitasi (m/s ²)
V _s	= Kecepatan dinas (knot)
C _f	= Koefisien gesek
RT	= Hambatan total (kW)
EHP	= <i>Effective horse power</i> (kW)
DHP	= <i>Delivery horse power</i> (kW)
SHP	= <i>Shaft horse power</i> (kW)
BHP	= <i>Brake horse power</i> (kW)
LCG	= <i>Longitudinal center of gravity</i> (m)
VCG	= <i>Vertical center of gravity</i> (m)
GM	= Tinggi metasentris (m)
GZ	= Lengan Dinamis (m)
KG	= Tinggi titik berat dari lunas (m)
KB	= Tinggi titik apung dari lunas (m)
BM	= Jarak titik apung ke metasentris (m)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Daging merupakan komoditas yang penting bagi masyarakat Indonesia dan memiliki nilai jual yang tinggi. Berbagai olahan produk dibuat dengan menggunakan daging sapi dan kambing. Kebutuhan daging pada suatu daerah dipengaruhi oleh jumlah penduduk pada daerah tersebut. Permintaan akan daging setiap tahun akan meningkat. Peningkatan permintaan daging harus diimbangi dengan jumlah produksi ternak. Apabila kebutuhan daging tidak terpenuhi maka perlu dilakukan pembelian dari luar daerah atau impor dari luar negeri. Pembelian dari provinsi lain dapat dilakukan dengan mengirim hewan ternak hidup ataupun berupa daging beku.

Kalimantan timur merupakan salah satu provinsi yang memiliki kebutuhan daging sapi dan kambing yang besar. Pada tahun 2018 produksi daging sapi di Kalimantan timur yaitu 8406 ton dan produksi kambing sebesar 596 ton (Badan Pusat Statistik, t.t.). Hasil produksi tersebut masih belum bisa memenuhi kebutuhan daging sapi dan kambing provinsi Kalimantan Timur.

Pada tahun 2020-2024, ibu kota Indonesia akan dipindah dari Kota Jakarta ke Kabupaten Kutai Kartanegara. Perpindahan ibu kota ke provinsi Kalimantan Timur diputuskan oleh Presiden Joko Widodo di Istana Negara, Jakarta Pusat pada tanggal 26 agustus 2019. Perpindahan jumlah penduduk ke ibu kota baru sekitar 1,5 juta penduduk yang terdiri dari pejabat negara, polisi, dokter dan pegawai negeri lainnya beserta keluarganya (Media, t.t.). Berdasarkan badan pusat statistika, tingkat konsumsi daging sapi dari penduduk Jakarta sangat tinggi yaitu 8 kg/tahun melebihi konsumsi rata-rata perkapita nasional yang hanya 1.8 kg/tahun (*Agricultural Output - Meat Consumption - OECD Data*, t.t.). Demikian, pemerintah Provinsi Kalimantan Timur harus menyediakan daging sapi dan kambing untuk memenuhi kebutuhan penduduk yang pindahan dari Provinsi Jakarta. Berbagai upaya telah dilakukan dengan menambah populasi ternak yang ada. Metode ini membutuhkan waktu yang sangat lama dan tidak dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari.

Oleh karena itu, Kekurangan ternak sapi dan kambing tersebut harus didatangkan dari provinsi lain, terutama Provinsi Sulawesi Selatan. Provinsi Sulawesi Selatan merupakan penghasil sapi dan kambing terbesar ketiga di Indonesia. Berdasarkan data dan fakta tersebut,

untuk mengatasi permasalahan tersebut maka diperlukan sebuah kapal yang dapat mengirimkan sapi dan kambing ke Kalimantan Timur.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, beberapa permasalahan yang akan diselesaikan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan payload, ukuran utama kapal yang optimal, gambar rencana garis dan rencana umum?
2. Bagaimana desain ruang muat untuk mengangkut ternak sapi dan kambing ?
3. Bagaimana analisis ekonomis kapal ternak hidup 2-in-1 pengangkut sapi dan kambing?

1.3. Tujuan

Berdasarkan latar belakang, tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Menentukan *payload*, ukuran utama kapal, gambar rencana garis, rencana umum, *safety plan* dan 3D model.
2. Membuat desain ruang muat untuk mengangkut ternak sapi dan kambing.
3. Menghitung analisis ekonomis kapal ternak hidup 2-in-1 pengangkut sapi dan kambing.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah digunakan sebagai acuan dalam penulisan Tugas Akhir sehingga dapat sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang diharapkan. Batasan permasalahan yang dibahas dalam Tugas Akhir adalah sebagai berikut:

1. Tidak melakukan perhitungan kontruksi dan kekuatan memanjang kapal .

1.5. Manfaat

Dari penulisan Tugas Akhir ini diharap dapat memberi manfaat sebagai berikut:

1. Mempelajari mendesain ruang muat hewan ternak sapi dan kambing.
2. Menyediakan kapal ternak pengangkut sapi dan kambing.
3. Dapat menunjang kebutuhan daging sapi dan kambing di Kalimantan Timur.

1.6. Hipotesis

Desain kapal ternak hidup 2-in-1 pengangkut sapi dan kambing dapat memenuhi kebutuhan daging sapi dan kambing di Kalimantan Timur setelah adanya perpindahan

penduduk dari Jakarta dan dapat mengurangi pengurangan bobot sapi dan kambing saat pengiriman dari Provinsi Sulawesi Selatan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 2

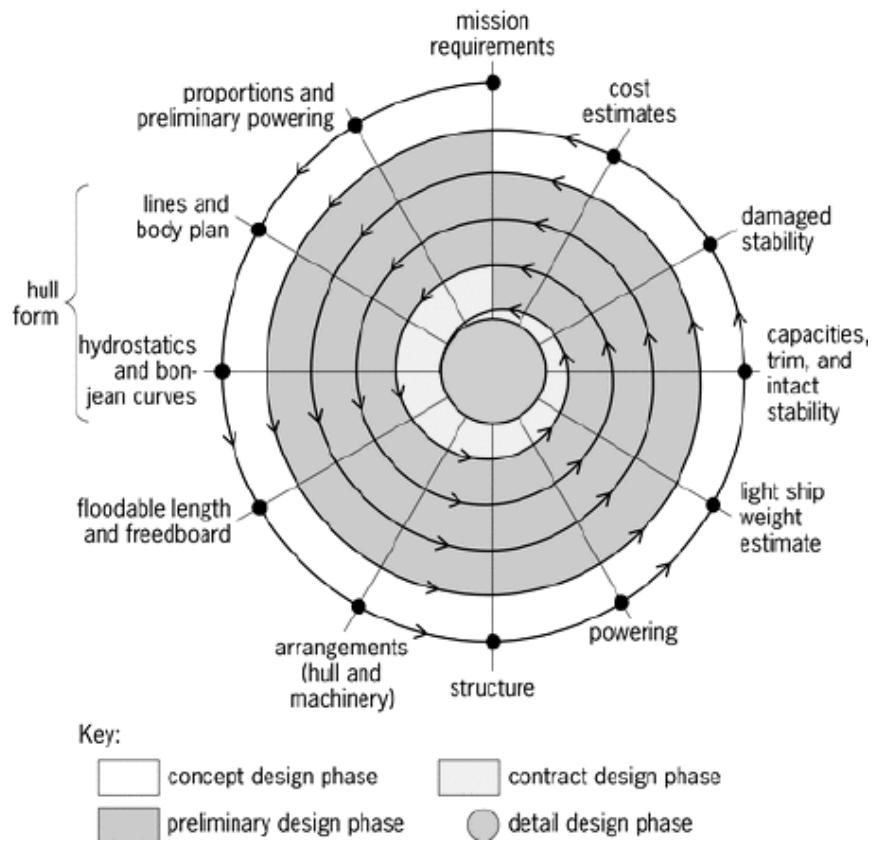
STUDI LITERATUR

2.1. Dasar Teori

Dasar teori adalah teori-teori yang digunakan sebagai landasan dalam penelitian Tugas Akhir. Teori yang digunakan dalam Tugas Akhir ini berasal dari berbagai sumber antara lain: materi perkuliahan, percobaan dan penelitian-penelitian yang telah ada. Berikut adalah teori yang digunakan dalam penggerjaan Tugas Akhir.

2.1.1. Tahapan Desain Kapal

Desain suatu kapal dilakukan secara berulang-ulang dari perencanaan, analisis hingga proses desain agar didapatkan hasil yang optimal ketika dikembangkan. Proses desain ini dinamakan dengan *spiral design*. Dalam *spiral design*, terdapat empat tahapan yaitu: *concept design*, *preliminary design*, *contract design* dan *detail design* (Papanikolaou, 2014). Gambaran dari proses *spiral design* ditunjukkan pada Gambar 2.1 dibawah ini:



Gambar 2.1 *Ship Spiral Design*

(Sumber: Evans, 1959)

1. *Concept Design*

Dalam tahap desain ini, kegiatan yang dilakukan adalah menerjemahkan *owner requirement*. Hasil dari tahap ini adalah estimasi panjang, lebar, tinggi, sarat, koefisien C_b, *powering* dll.

2. *Preliminary Design*

Dalam tahap ini merupakan pengembangan dari tahap sebelumnya yaitu berupa perhitungan teknis untuk persiapan tahap selanjutnya. Pada tahap ini dilakukan perhitungan-perhitungan seperti titik berat, trim, stabilitas dan lain-lain.

3. *Contract Design*

Dalam tahap ini dilakukan pengembangan pada rancangan kapal secara lebih detail dan dibuat estimasi terhadap seluruh biaya pembangunan kapal. Tahap *contract design* bertujuan untuk membuat dokumen yang mendeskripsikan kapal yang akan dibuat, Adapun komponen dalam *contract drawing* adalah: *Arrangement Drawing, Structural Drawing, Structural Details, Propulsion Arrangement, Machinery Selection, Propeller Selection, Generator Selection, Electrical Selection*.

4. *Detail Design*

Dalam tahap ini, hasil dari tahapan sebelumnya akan di detailkan secara menyeluruh menjadi gambar kerja untuk proses produksi. Tahap ini berisi rencana dan perhitungan untuk proses konstruksi dan operasional kapal.

2.1.2. Metode Desain Kapal

Desain kapal memiliki beberapa metode yang dapat digunakan. Setiap metode memiliki keunggulan dan kekurangan masing-masing. Berikut adalah metode-metode dalam desain kapal:

1. *Parent Design Approach*

Parent Design Approach adalah salah satu metode desain kapal dengan menggunakan kapal pembanding sebagai acuan karena memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan dirancang. Dalam metode ini, kapal pembanding sudah terbukti memiliki performa yang baik.

2. *Trend Curve Approach*

Trend Curve Approach adalah salah satu dari metode desain kapal dengan menggunakan beberapa kapal pembanding kemudian diregresi untuk mendapatkan nilai ukuran utama kapal yang akan dirancang.

3. *Parametric Design Approach*

Parametric Design Approach adalah salah satu metode desain kapal dengan menggunakan parameter ukuran utama seperti L, B, T, C_b dan lain-lain yang didapatkan dari hasil regresi kapal pembanding. Setelah itu dihitung komponen lain seperti hambatan, perkiraan daya mesin utama, jumlah kru, titik berat dan lain-lain.

2.1.3. Perhitungan Koefisien

Berikut adalah koefisien-koefisien yang ada pada desain kapal:

1. *Froude Number*

Froude number adalah koefisien yang digunakan untuk menentukan jenis kapal tersebut termasuk kapal cepat atau kapal *non-cepat*. Rumus untuk menghitung *Froude Number* sebagai berikut:

$$Fn = \frac{Vs}{\sqrt{(g \cdot L)}} \quad (2.1)$$

2. Koefisien Blok (C_b)

Koefisien blok adalah koefisien yang didapatkan dari perbandingan volume kapal dengan volume balok yang memiliki ukuran panjang L, lebar B dan tinggi T. Rumus untuk menghitung C_b didapatkan dengan rumus pendekatan sebagai berikut:

$$Cb = -4.22 + 27.8 \sqrt{Fn} - 39.1 Fn + 46.6 Fn^3 \quad (2.2)$$

3. Koefisien *Midship* (CM)

Koefisien *midship* adalah koefisien yang didapatkan dari perbandingan luas penampang *midship* kapal dengan luas penampang yang memiliki ukuran lebar B dan tinggi T. Rumus untuk menghitung CM didapatkan dengan rumus pendekatan sebagai berikut:

$$CM = 0.977 + 0.085(CB - 0.6) \quad (2.3)$$

4. Koefisien *Waterplane* (C_{wp})

Koefisien *waterplane* adalah koefisien yang didapatkan dari perbandingan luas bidang garis air dengan luas penampang yang memiliki ukuran panjang L dan lebar B. Rumus untuk menghitung C_{wp} didapatkan dengan rumus pendekatan sebagai berikut:

$$C_{wp} = 0.180 + 0.860 \cdot C_p \quad (2.4)$$

5. Koefisien Prismatik (C_p)

Koefisien prisma adalah koefisien yang didapatkan dari perbandingan antara volume badan kapal dibawah permukaan air dengan volume prisma yang memiliki ukuran luas

penampang midship (A_m) $\times Lwl$. Rumus untuk menghitung C_p didapatkan dengan rumus pendekatan sebagai berikut:

$$C_p = C_b/C_m \quad (2.5)$$

6. *Longitudinal Center of Buoyancy (LCB)*

Longitudinal center of buoyancy adalah jarak titik tekan *bouyancy* terhadap penampang tengah kapal untuk tiap-tiap sarat kapal (Parsons, 2001).

7. *Volume Displacement*

Volume displacement adalah volume zat cair yang dipindahkan oleh badan kapal yang berada dibawah permukaan cairan (Parsons, 2001).

8. Berat *Displacement*

Berat *displacement* adalah berat zat cair yang dipindahkan oleh badan kapal yang berada dibawah permukaan cairan dimana kapal berada atau bisa dikatakan bahwa *displacement* adalah berat kapal (Parsons, 2001).

2.1.4. Perhitungan Hambatan

Hambatan adalah gaya yang muncul akibat adanya gesekan antara badan kapal dengan fluida ketika kapal bergerak. Metode yang digunakan dalam perhitungan hambatan adalah metode holtrop dan mennen. Berikut adalah persamaan-persamaan dalam perhitungan hambatan:

1. Koefisien tahanan gesek (C_F)

Tahanan gesek ditimbulkan akibat kapal yang beregerak melalui fluida yang memeliki viskositas. Rumus untuk menentukan nilai koefisien tahanan gesek (C_F) adalah:

$$C_F = 0.075 / (\log R_n - 2)^2 \quad (2.6)$$

2. Luas Permukaan Basah (S_{Tot})

Luas permukaan basah adalah keseluruhan luas daerah badan kapal yang tercelup air termasuk baling-baling, kemudi dll. Perhitungan luas permukaan basah dapat dilakukan dengan rumus pendekatan sebagai berikut:

$$S = Lwt(2T+B) \cdot \sqrt{C_m(0.453 + 0.4425.C_b - 0.2862.C_m - 0.003467.(B/T) + 0.3696.C_{wp})} + 2.38.(A_s/C_b) \quad (2.7)$$

$$S_{app} = S_{rudder} + S_{bilge keel} \quad (2.8)$$

$$S_{Tot} = S + S_{app} \quad (2.9)$$

3. Koefisien Bentuk ($1+k$)

Perhitungan koefisien bentuk dapat dilakukan dengan rumus berikut:

$$(1+k) = (1+k_1) + [(1+k_2) - (1+k_1)] S_{app} / S_{tot} \quad (2.10)$$

Dimana:

$(1+k_1)$ = Faktor bentuk badan kapal.

$(1+k_2)$ = Faktor *appendages* yang tercekup dalam air.

4. Celeration Allowance (CA)

Perhitungan nilai CA dapat dilakukan dengan rumus berikut:

$$CA = T / Lwl \quad (2.11)$$

5. Koefisien Hambatan Gelombang (RW)

Koefisien hambatan gelombang didapatkan dengan rumus berikut:

$$\frac{RW}{W} = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot e^{\{m_1 Fn^d + m_2 \cos(\lambda Fn^{-2})\}} \quad (2.12)$$

6. Hambatan Total

Perhitungan nilai hambatan total dapat dilakukan dengan rumus berikut:

$$R_T = \frac{1}{2} \rho V^2 S_{Tot} [C_F(1+k) + C_A] + R_w/W \times W \quad (2.13)$$

2.1.5. Proporsi Kapal

Setelah nilai hambatan ditemukan maka selanjutnya adalah mencari nilai *Brake Horse Power* (BHP). Nilai BHP digunakan untuk menentukan kapasitas mesin utama yang akan dipakai. Berikut adalah langkah-langkah mendapatkan nilai BHP:

1. Effective Horse Power (EHP)

Perhitungan nilai EHP dilakukan dengan rumus:

$$EHP = RT \times V_s (\text{kW}) \quad (2.14)$$

2. Delivered Horse Power (DHP)

Perhitungan nilai DHP dilakukan dengan rumus berikut:

$$DHP = \frac{EHP}{\eta_D} (\text{kW}) \quad (2.15)$$

3. Shaft Horse Power (SHP)

Perhitungan nilai SHP dilakukan dengan rumus berikut:

$$SHP = \frac{DHP}{\eta_S} (\text{kW}) \quad (2.16)$$

4. Brake Horse Power (BHP)

Perhitungan nilai BHP dilakukan dengan rumus berikut:

$$BHP = \frac{SHP}{\eta R} \quad (2.17)$$

5. Maximum Continues Rate (MCR)

MCR merupakan daya yang telah ditambahkan akibat *loss* dari hal yang lain. Pertambahan daya dari BHP menuju MCR disebut *service margin* yang nilainya sebesar 10% - 20%.

2.1.6. Perhitungan Berat dan Titik Berat Kapal

Berat kapal dibedakan menjadi DWT dan LWT. Komponen DWT terdiri dari *payload*, kru dan *consumable*. Sedangkan komponen LWT terdiri dari berat permesinan, berat baja dan berat peralatan. Titik berat kapal adalah sebuah titik di kapal yang merupakan titik tangkap dari *resultant* semua gaya berat yang bekerja di kapal dan dipengaruhi oleh konstruksi kapal. Arah bekerjanya gaya berat kapal adalah tegak lurus kebawah. Letak titik berat dibagi menjadi dua yaitu *longitudinal center of gravity* (LCG) dan *vertical center of gravity* (VCG). LCG adalah letak titik berat secara memanjang yang ditinjau dari AP dan VCG adalah letak titik berat secara vertikal yang ditinjau dari *keel*.

2.1.7. Perhitungan Freeboard

Freeboard adalah jarak yang diukur secara vertikal dari ujung atas garis geladak lambung timbul kapal hingga ujung atas dari garis sarat air pada tengah kapal. Geladak lambung timbul kapal adalah geladak teratas yang menyeluruh dan terbuka atau tak terlindung terhadap cuaca dan air laut dan mempunyai cara penutupan yang permanen dan kedap air. *Freeboard* wajib dipasang pada kapal karena merupakan salah satu faktor keselamatan kapal. *Freeboard* diatur dalam *International Convention on Load Lines* (ICLL) tahun 1966.

Berikut adalah perhitungan freeboard:

1. Tipe Kapal

Tipe kapal dibedakan menjadi 2 yaitu tipe kapal A dan tipe kapal B. Kapal yang termasuk dalam tipe kapal A adalah:

- Kapal yang mengangkut muatan curah cair atau memiliki kekokohan tinggi pada geladak terbuka dengan alasan kenyataan bahwa tangki kargo hanya memiliki lubang akses yang kecil, ditutup dengan penutup baja atau bahan lain dengan paking kedap air,
- Memiliki permeabilitas yang rendah pada ruang muat yang terisi penuh.

Kapal yang tergolong dalam tipe B adalah kapal yang tidak memenuhi syarat dari tipe kapal A.

2. Freeboard Standard

Freeboard standard ditunjukkan pada Tabel 2.1:

Tabel 2.1 *Freeboard Standard*

Length of ship (metres)	Freeboard (milli-metres)	Length of ship (metres)	Freeboard (milli-metres)	Length of ship (metres)	Freeboard (milli- metres)
24	200	41	344	58	544
25	208	42	354	59	559
26	217	43	364	60	573
27	225	44	374	61	587
28	233	45	385	62	601
29	242	46	396	63	615
30	250	47	408	64	629
31	258	48	420	65	644
32	267	49	432	66	659
33	275	50	443	67	674
34	283	51	455	68	689
35	292	52	467	69	705
36	300	53	478	70	721
37	308	54	490	71	738
38	316	55	503	72	754
39	325	56	516	73	769
40	334	57	530	74	784

3. Koreksi Freeboard

- Koreksi panjang kapal <100 m

Kapal tipe B dengan ukuran panjang $24 < L < 100$ m dan *superstructure* dengan panjang 35% L , maka *freeboard* ditambah dengan koreksi. Berikut adalah rumus Fb1 adalah:

$$Fb1 = Fb + (7.5(100-L)(0.35-E/L)) \quad (2.18)$$

- Koreksi Koefisien Blok (Cb)

Apabila Cb > 0.68, maka rumus Fb2 adalah:

$$Fb2 = Fb \times ((Cb+0.68)/1.36) \quad (2.19)$$

- Koreksi Depth

Jika D > L/15, maka rumus Fb3 adalah:

$$Fb3 = Fb + (D-L/15)R \quad (2.20)$$

- Koreksi Akibat Pengurangan Bangunan Atas

Jika panjang efektif bangunan atas (E) = 1,0 L maka pengurangan harga *freeboard* pada kapal Panjang 24 m sebesar 350 mm, Panjang kapal 85 m sebesar 860 mm, dan untuk panjang kapal 122 m pengurangannya sebesar 1070 mm.

2.1.8. Perhitungan Trim

Trim merupakan keadaan dimana terjadi perbedaan antara sarat depan dan sarat belakang. Ada dua jenis trim yaitu trim haluan dan trim buritan. Trim haluan terjadi jika sarat haluan lebih tinggi dari sarat buritan, begitu pula sebaliknya.

2.1.9. Perhitungan Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan kapal untuk kembali ke posisi atau kedudukan semula ketika terjadi kemiringan akibat gaya luar maupun gaya dari kapal itu sendiri. Dalam perhitungan stabilitas, kriteria yang digunakan adalah *Intact Stability Code*, IMO Regulasi A.749 (18) yang isinya sebagai berikut:

1. $e_{0,30} \geq 0.055 \text{ m.rad}$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \geq 0.055$ meter rad.

2. $e_{0,40} \geq 0.09 \text{ m.rad}$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $40^\circ \geq 0.09$ meter rad.

3. $e_{30,40} \geq 0.03 \text{ m.rad}$

Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut $30^\circ \sim 40^\circ \geq 0.03$ meter

4. $h_{30} \geq 0.2 \text{ m}$

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

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

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

6. $GM_0 \geq 0.15 \text{ m}$

Tinggi Metasenter awal GM_0 tidak boleh kurang dari 0.15 meter.

2.1.10. Ekonomi Kapal

Biaya kapal adalah jumlah yang dibutuhkan untuk membayar bahan dan biaya tenaga kerja yang terkibat dalam kontruksinya ditambah biaya *overhead* yang dikeluarkan. Setelah selesai melakukan analisa teknis dan mendesain kapal, tahap selanjutnya adalah melakukan

perhitungan ekonomis. Dalam perhitungan ekonomis, terdapat beberapa biaya yang harus dihitung antara lain:

1. Biaya pembangunan kapal

Biaya pembangunan kapal terdiri dari (Watson, 1998) :

- *Structural cost*

Biaya struktur terdiri dari biaya material, biaya tenaga kerja dan biaya overhead. Biaya struktur juga dipengaruhi oleh kualitas baja yang digunakan. Rumus pendekatan untuk menghitung biaya struktur adalah:

$$Pst = Wst \cdot Cst \quad (2.21)$$

Dimana:

Pst = Biaya struktur.

Wst = Berat LWT kapal.

Cst = koefisien biaya struktur.

- *Outfit cost*

$$P_{E\&O} = W_{E\&O} \cdot C_{E\&O} \quad (2.22)$$

Dimana:

$P_{E\&O}$ = Biaya peralatan dan perlengkapan.

$W_{E\&O}$ = Berat peralatan dan perlengkapan.

$C_{E\&O}$ = Koefisien biaya peralatan dan perlengkapan.

- *Machinery cost*

$$P_{ME} = W_{ME} \cdot C_{ME} \quad (2.23)$$

Dimana:

P_{ME} = Biaya Mesin.

W_{ME} = Berat mesin.

C_{ME} = Koefisien biaya mesin.

- *Non-Weight cost*

$$P_{NW} = C_{NW} \cdot (Pst + P_{E\&O} + P_{ME}) \quad (2.24)$$

2. Biaya operasional kapal

Biaya operasional kapal terdiri dari biaya tetap dan biaya variabel. Biaya tetap terdiri dari:

- Biaya perawatan dan reparasi.
- Biaya asuransi.

Biaya sekunder terdiri dari:

- Gaji kru
- Bahan bakar
- Air bersih
- Pakan ternak

2.2. Tinjauan Pustaka

Tinjauan Pustaka pada penelitian Tugas Akhir ini adalah:

2.2.1. *Livestock Carrier*

Livestock carrier adalah kapal yang khusus dibuat dengan tujuan untuk mengangkut hewan ternak seperti sapi, domba, kambing, ayam dll. Pada kapal ini terdapat kandang yang dilengkapi dengan beberapa fasilitas untuk hewan ternak seperti tempat makan, tempat minum, tempat saluran kotoran dll. Kapal harus memenuhi prinsip *animal welfare* yang meliputi bebas dari lapar dan haus, bebas untuk mengekspresikan tingkah laku natural, bebas dari rasa ketidaknyamanan, bebas dari rasa sakit dan bebas dari rasa takut dan stress. Tujuannya adalah agar hewan ternak yang diangkut tetap dalam kondisi sehat dan tanpa cacat sehingga tidak terjadi bobot berkurang ataupun kematian. Gambar 2.2 di bawah ini merupakan contoh *livestock carrier*:



Gambar 2.2 *Livestock Carrier*

(“Alondra Container Ship Partly Converted to a Livestock Carrier,” 2017)

Livestock carrier dibagi menjadi 2 jenis yaitu *Open Livestock Carrier* dan *Closes Livestock Carrier*. Untuk jenis *open livestock carrier*, kandang hewan terletak di geladak dan dengan demikian tidak diperlukan sistem ventilasi mekanis di seluruh kapal. Untuk jenis *closed livestock carrier* kandang berada dalam kapal dan tertutup. Sistem ventilasi mekanis dilengkapi dengan cadangan darurat (Raunekk, 2009).

2.2.2. Karakteristik Hewan Ternak

Seperti yang telah diketahui bahwa berat setiap ekor sapi berbeda tergantung dari kondisi kesehatan, penanganan makanan, dan siklus hidupnya. Namun pada umumnya berat seekor sapi layak potong adalah sekitar 400 – 500 kg. Berat karkas dari seekor sapi adalah sekitar 47 – 57% dari berat sapi itu sendiri. Selanjutnya, berat daging yang dapat dikonsumsi oleh manusia adalah sekitar 75% dari berat karkas. Di Indonesia terdapat 9 jenis sapi potong kualitas terbaik (Liputan6.com, 2019):

1. Sapi Brahma

Sapi potong yang pertama adalah sapi Brahma. Jenis sapi ini banyak dikenal dengan sebutan nama brahman. Sesuai namanya, sapi potong ini berasal dari India. Fisiknya yang kuat menarik perhatian peternak sapi asal Amerika untuk mengembangbiakkan sapi brahma. Berkat teknologi di Amerika yang memadai, sapi brahma telah dikembangbiakkan menjadi sapi dengan daging berkualitas dan bobot yang tidak akal-akalan. Sapi brahma dapat diimpor dari Amerika dan kini terkenal sebagai sapi potong fenomenal.

2. Sapi Beefalo

Sapi beefalo adalah hasil persilangan antara sapi catallo yang merupakan sapi lokal Amerika dengan bison Amerika yang terkenal dengan bobotnya yang besar. Dari persilangan tersebut, terciptalah sapi beefalo yang juga berukuran besar. Sapi beefalo disebut-sebut memiliki rendah lemak, rendah kolesterol jahat, dan tinggi protein ketimbang sapi lain.

3. Sapi Limousin

Sapi limousin adalah sapi potong impor yang banyak dicari di Indonesia. Jenis ini termasuk sapi tertua karena banyaknya gambar di gua nenek moyang Perancis. Habitat sapi limousin berada di daerah yang sangat dingin. Sehingga rumput tidak tumbuh subur di sana.

4. Sapi Angus

Sapi angus asal Skotlandia juga tidak kalah saing dengan sapi potong lainnya. Ciri sapi angus adalah kulitnya yang berwarna hitam dengan bobot yang besar. Sapi angus memiliki

kualitas daging yang baik dan juga daya tahan tubuh yang tidak jauh berbeda dengan sapi brahma. Kualitas daging sapi angus berdasar pada kandungan lemaknya yang sangat rendah sekaligus serat yang padat. Seperti sapi beefalo, sapi angus dapat beradaptasi dengan baik di segala cuaca.

5. Sapi Brangus

Sapi brangus yang merupakan hasil persilangan antara dua jenis tersebut. Sapi brangus memiliki daya tahan tubuh yang bagus yang membuat mereka jarang terserang penyakit dan virus. Mengenai bobotnya, sapi brangus jantan memiliki rata-rata bobot sekitar 1800 pon atau 816 kg hingga 2200 pon yang setara dengan 997 kg. Sementara itu, sapi brangus betina paling besar bisa mencapai 1200 pon atau 544 kg. Dengan persilangan tersebut, sapi brangus memiliki kualitas daging yang baik pula.

6. Sapi Hereford

Rekor sapi hereford terberat pernah dipelihara oleh Benjamin Tomkins, yaitu 3900 pon atau setara dengan 1,7 ton. Sapi ini memiliki ciri khas muka putihnya, yang berasal dari Inggris. Sapi hereford sangat populer di seluruh penjuru dunia, khususnya untuk kalangan jenis sapi potong.

7. Sapi Braford

Selain brangus dan beefalo, terdapat sapi potong campuran seperti sapi braford. Dari namanya, sudah terlihat bahwa sapi ini adalah hasil dari perkawinan sapi brahma dan hereford. Sapi ini memiliki ciri tubuh yang kuat seperti kedua indukannya. Sapi hereford pertama kali diternak di Amerika, tepatnya di daerah Florida yang terkenal memiliki iklim yang panas.

8. Sapi Madura

Sapi lokal ini berasal dari madura. Sapi Madura adalah sapi potong hasil persilangan sapi Bali dengan sapi zebu. Karena merupakan sapi potong lokal, sapi madura memiliki tubuh berukuran kecil. Selain sebagai sapi potong, sapi madura juga dimanfaatkan tenaganya untuk membantu petani dalam membajak sawah.

9. Sapi Bali

Sapi bali memiliki ciri khas yaitu kakinya yang berwarna putih. Sapi bali berasal dari habitat liar sehingga jenis ini memiliki tenaga yang cukup besar. Jenis-jenis kambing di Indonesia ada berbagai macam, antara lain (W. Pratama, 2018):

1. Kambing Kacang.

Berat badan kambing kacang dewasa mencapai 25-30 kg.

2. Kambing Ettawa (Kambing Jamnapari).
Berat badan kambing ettawa dewasa bisa mencapai 60-95 kg.
3. Kambing Jawarandu.
Berat badan kambing Jawarandu dewasa bisa mencapai 35-50 kg.
4. Kambing PE (Peranakan Etawa).
Berat badan kambing PE dewasa bisa mencapai 60-90 kg.
5. Kambing Boer.
Berat badan kambing Boer dewasa bisa mencapai 80-150 kg.
6. Kambing Saanen
Berat badan kambing Saanen dewasa bisa mencapai 30-90 kg.
7. Kambing Gembrong
Berat badan kambing Gembrong dewasa bisa mencapai 30-50 kg.
8. Kambing Boerawa.
Berat badan kambing Boerawa dewasa bisa mencapai 60-80 kg.
9. Kambing Samosir
Berat badan kambing Samosir dewasa bisa mencapai 30-60 kg.

2.2.3. Fasilitas Kandang

Demi menjaga kesehatan dan kondisi hewan ternak terutama sapi maka harus memperhatikan fasilitas kandang dengan baik. Berikut adalah fasilitas kandang (Rasyid, 2007):

1. Lantai
Lantai kandang harus kuat, tahan lama, tidak licin dan tidak terlalu kasar, mudah dibersihkan dan mampu menopang beban yang ada diatasnya. Lantai kandang dapat berupa tanah yang dipan, beton atau pasir cemen (PC) dan kayu yang kedap air. Lantai kandang harus selalu terjaga drainasenya, sehingga untuk lantai kandang non dibuat miring kebelakang untuk memudahkan pembuangan kotoran dan menjaga kondisi lantai tetap kering. Kemiringan lantai berkisar antara 2 – 5 %, artinya setiap panjang lantai 1 meter maka ketinggian lantai bagian belakang menurun sebesar 2 – 5 cm.
2. Tempat Makan (palungan)
Palungan merupakan tempat pakan dan tempat minum yang berada didepan ternak, terbuat dari kayu atau tembok dengan uran mengikuti lebar kandang. Kandang individu yang mempunyai lebar kadang sebesar 1,5 meter, maka panjang tempat pakan berkisar antara 90 – 100 cm dan tempat minum berkisar antara 50 – 60 cm. Sedangkan lebar palungan adalah 50 cm, dan tinggi bagian luar 60 cm dan bagian dalam sebesar 40 cm. Ukuran palungan untuk

kandang kelompok adalah mengikuti panjang kandang, dengan proporsi tempat minum yang lebih kecil dari tempat pakan.

3. Selokan

Merupakan saluran pembuangan kotoran dan air kencing yang berada dibelakang kandang ternak individu. Ukuran selokan kandang disesuaikan dengan kondisi kandang tujuan pemeliharaan. Ukuran selokan digunakan pada untuk kandang individu, dengan ukuran lebar 30 – 40 cm dan dalam 5 – 10 cm.

4. Sistem ventilasi

Sistem ventilasi adalah sistem pengaturan udara dan sistem pendingin yang terdapat pada kapal. Tujuannya adalah untuk membuang atau menghilangkan *contaminants* (zat pencemar udara) dan panas yang terjadi di ruangan tertentu

2.2.4. Hasil Penelitian Sebelumnya

1. Desain *Livestock Carrier* Rute Makassar – Jakarta Untuk Menyuplai Kebutuhan Sapi di Jakarta dan Sekitarnya.

Pada penelitian tugas akhir ini, kapal memiliki payload 1020 ekor dengan jarak tempuh 762 mil. Kapal ini memiliki konsep *sewage treatment plant* metode biologis untuk sistem sanitasi di dalam kapal. Sebanyak 8 unit *sewage treatment unit* dengan kapasitas 10 m³ per hari digunakan di dalam kapal untuk menjadi sistem sanitasi dalam kapal bekerja dengan baik (Fikri, 2016).

2. Desain Kapal Khusus Pengangkut Sapi di Kawasan Kepulauan Nusa Tenggara Timur (NTT).

Pada penelitian tugas akhir ini, kapal memiliki *payload* 480 ekor dengan jarak tempuh 466 mil (G. R. R. Pratama, 2015). Kapal ini mengangkut sapi dari dua pelabuhan berbeda. Kapal ini memiliki konsep dua kandang besar di sisi kanan dan sisi kiri sehingga dalam pemberian pakan, si kleder harus masuk kedalam kandang.

3. Desain Kapal 2-in-1 Pengangkut Ternak Sapi dan Barang Rute Nusa Tenggara Timur (NTT) – Surabaya

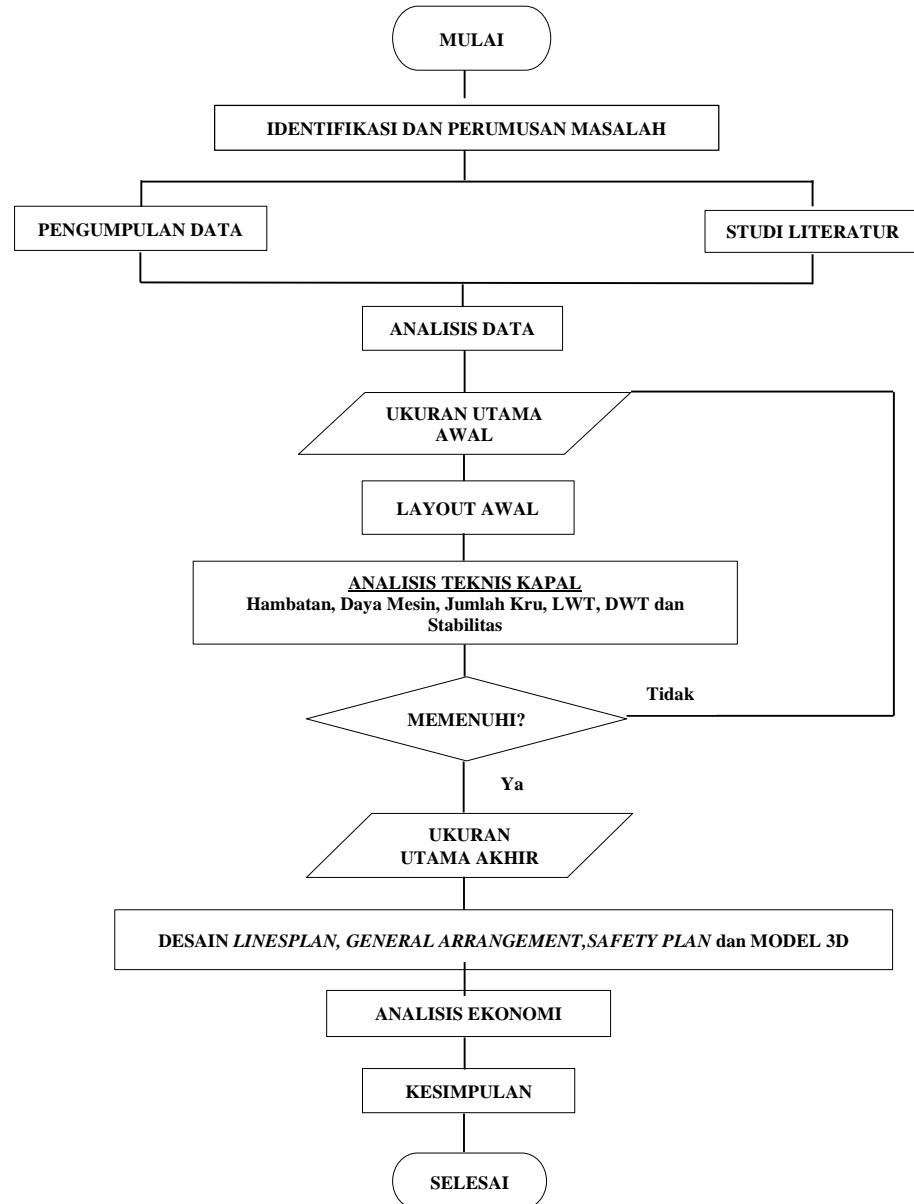
Pada penelitian tugas akhir ini, kapal memiliki payload 1800 ekor sapi dan 3300 ton beras. Kapal ini memiliki konsep dalam mekanisme sistem bongkar muat sapi dengan crane (Supriyanto, 2015)

BAB 3

METODOLOGI

3.1. Diagram Alir

Berikut adalah diagram alir pengerjaan Tugas Akhir ditunjukkan pada Gambar 3.1:



Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

3.2. Tahap Pengerjaan

Secara garis besar pengerjaan Tugas Akhir ini dibagi menjadi beberapa tahapan sebagai berikut:

3.2.1. Tahap Identifikasi Masalah

Langkah awal dalam pengerjaan adalah dengan menentukan permasalahan yang terjadi, yaitu kebutuhan daging sapi dan kambing di Provinsi Kalimantan Timur yang cukup tinggi namun produksinya belum memenuhi sehingga harus membeli dari provinsi lain.

3.2.2. Tahap Studi Literatur

Pada tahapan ini dilakukan tinjauan pustaka terkait dengan permasalahan pada tugas akhir ini. Materi-materi yang dijadikan pokok dalam studi literatur adalah:

1. *Livestock carrier*
2. Jenis-jenis sapi dan kambing
3. Fasilitas kandang
4. *Refrigated container*
5. Peti kemas khusus pengangkut sapi

3.2.3. Tahap Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data tugas akhir ini adalah metode pengumpulan data secara tidak langsung (*sekunder*). Data-data yang akan digunakan diperoleh dari literatur, *paper*, buku, internet, serta data dari Dinas Peternakan dan Pertanian. Adapun data-data yang diperlukan, yaitu:

1. Jumlah kebutuhan dan produksi daging sapi dan kambing Kalimantan Timur dan Sulawesi Selatan.
2. Tingkat konsumsi perkapita daging sapi dan kambing di Kalimantan Timur, Sulawesi Selatan dan DKI Jakarta.
3. Jumlah penduduk di Kalimantan Timur dan Sulawesi Selatan serta prediksi jumlah perpindahan penduduk dari Kalimantan Timur.

3.2.4. Tahap Pengolahan Data

Dari data-data yang didapatkan, maka proses berikutnya adalah pengolahan data tersebut sebagai input dalam perhitungan selanjutnya. Pengolahan data tersebut dilakukan untuk mengetahui beberapa hal diantaranya:

1. Penentuan jumlah sapi dan kambing yang mampu diangkut kapal.

2. Penentuan ukuran utama kapal.
3. Hambatan dan sistem propulsi kapal.
4. Penentuan mesin utama, mesin bantu dan propulsi kapal.
5. Menghitung peralatan dan perlengkapan kapal.
6. Menghitung berat dan titik berat kapal.
7. Menghitung *Light Weight Tonnage* (LWT) dan *Dead Weight Tonnage* (DWT).
8. Menghitung displasemen kapal.
9. Melakukan analisis biaya pembangunan kapal dan operasional kapal.
10. Menghitung tonase kapal.
11. Menghitung lambung timbul (*freeboard*).
12. Menghitung stabilitas dan trim kapal.

3.2.5. Tahap Perencanaan

Setelah didapatkan ukuran utama final, selanjutnya dilakukan pembuatan Rencana Garis untuk memodelkan bentuk lambung kapal secara keseluruhan. Pembuatan Rencana Garis dilakukan dengan *software Maxsurf Advanced* sebagai alat bantu dengan mengambil sampel desain yang sudah tersedia. Lalu di-*export* ke AutoCAD untuk proses *finishing*. Pembuatan Rencana Umum dilakukan setelah Rencana Garis selesai, karena *outline* dari Rencana Umum didapatkan dari Rencana Garis. Pembuatan Rencana Umum dilakukan dengan menggunakan bantuan software AutoCAD. Desain 3D Model dibuat menggunakan *software* AutoCAD.

3.2.6. Tahap Perhitungan Biaya

Perhitungan biaya pembangunan kapal ini dimaksudkan untuk mengetahui estimasi biaya pembangunan kapal. Perhitungan estimasi biaya dilakukan dengan cara menghitung biaya material kapal, permesinan, komponen outfitting berdasarkan harga di pasaran, dan koreksi ekonomi.

3.2.7. Kesimpulan dan Saran

Tahapan ini berupa hasil desain yang didapat dan saran untuk pengembangan lebih lanjut. Setelah semua tahapan selesai dilaksanakan, selanjutnya ditarik kesimpulan dari analisis dan perhitungan. Kesimpulan berupa ukuran utama kapal dan koreksi terhadap standar yang ada. Saran dibuat untuk menyempurnakan terhadap beberapa hal yang belum tercakup di dalam proses desain ini.

Halaman ini sengaja dikosongkan

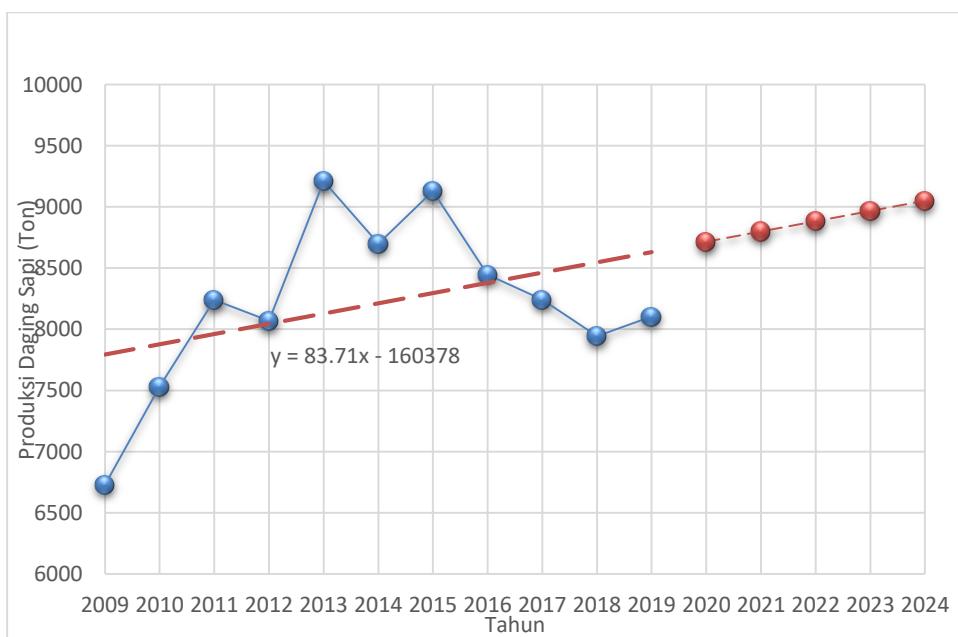
BAB 4

ANALISIS TEKNIS

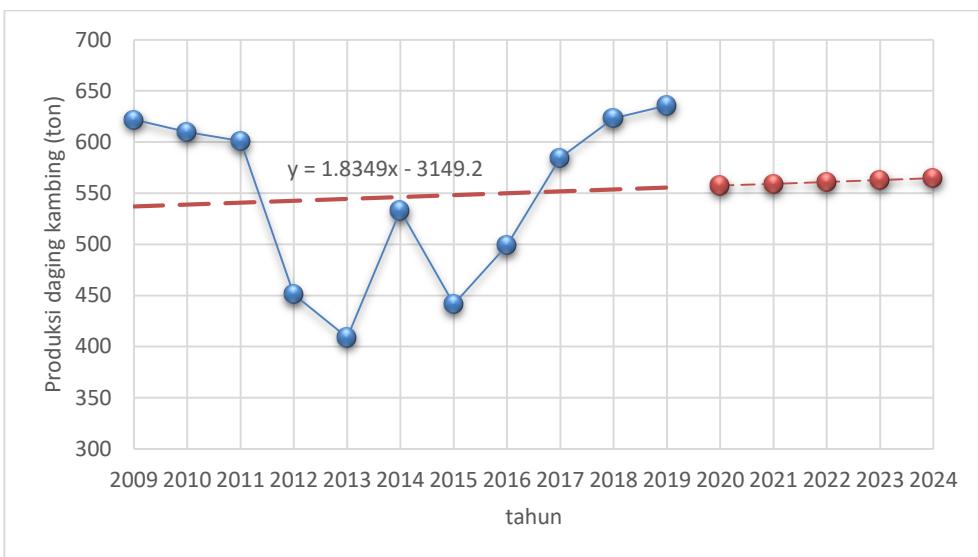
4.1. Owner Requirements

4.1.1. Perencanaan Payload Awal

Tahapan pertama kali dalam desain kapal adalah perencanaan *Owner requirements*. Salah satu bagian dari *Owner requirements* adalah *payload*. *Payload* yang dimaksud adalah sapi dan kambing. Dalam perencanaan *payload*, data awal yang dibutuhkan adalah data konsumsi, produksi dan populasi sapi maupun kambing di Kalimantan Timur dan Sulawesi Selatan, data jumlah penduduk kedua provinsi tersebut dll. *Payload* didapatkan setelah mengetahui *demand* dari Provinsi Kalimantan Timur dan kondisi *supply* yang mampu dikirim dari Provinsi Sulawesi Selatan. Kekurangan pasokan daging sapi dan kambing yang tidak terpenuhi akibat tingkat konsumsinya yang terlalu tinggi melebihi tingkat produksinya. Apalagi ditambah dengan adanya pemindahan ibu kota Indonesia ke Provinsi Kalimantan Timur tepatnya di Kabupaten Penajam Paser Utara dan Kabupaten Kutai Kartanegara menurut Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024. Jumlah penduduk yang pindah ke ibu kota baru sebesar 1.500.000 penduduk (Bappenas : Ibu Kota Baru Hanya Akan Dihuni 1,5 Juta Jiwa - Ekonomi Bisnis.com, t.t.). Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 berikut adalah data produksi daging sapi dan kambing di Kalimantan Timur.



Gambar 4.1 Grafik Produksi Daging Sapi Kalimantan Timur



Gambar 4.2 Grafik Produksi Daging Kambing Kalimantan Timur

Dari grafik diatas dapat dijelaskan produksi daging sapi dan kambing di Provinsi Kalimantan Timur dari tahun 2009-2019 dan pada tahun 2020-2024 dilakukan metode *forecasting* untuk memprediksi data pada tahun-tahun yang akan datang dengan data yang sudah ada. Diketahui pada tahun 2024, produksi daging sapi adalah 9050.04 ton/tahun dan produksi sapi adalah 564.69 ton/tahun.

Langkah selanjutnya adalah menghitung tingkat konsumsi daging sapi dan kambing seluruh penduduk Kalimantan Timur yang didapatkan dari perhitungan jumlah penduduk dikalikan dengan tingkat konsumsi perkapita di Kalimantan Timur. Maka dari itu dibutuhkan data dari jumlah penduduk Provinsi Kalimantan Timur seperti yang terlihat pada Gambar 4.3 dibawah ini:



Gambar 4.3 Grafik Jumlah Penduduk Kalimantan Timur

Pada grafik tersebut dilakukan metode forecasting untuk memprediksi jumlah penduduk pada tahun 2024 yaitu 4,085,879 jiwa. Untuk tingkat konsumsi perkapita di Kalimantan Timur adalah 2.68 kg/kapita/tahun untuk sapi dan 0.15 kg/kapita/tahun untuk kambing. Sehingga tingkat konsumsi daging sapi dan kambing seluruh penduduk Kalimantan Timur adalah:

- Sapi = Konsumsi perkapita x jumlah penduduk
= $2.68 \times 4,085,879$
= 10,950,157 kg/tahun
= 10,950 ton/tahun
- Kambing = Konsumsi perkapita x jumlah penduduk
= $0.15 \times 4,085,879$
= 612,882 kg/tahun
= 613 ton/tahun

Tingkat konsumsi daging sapi dan kambing seluruh penduduk Kalimantan Timur sangat besar sehingga tingkat produksinya tidak dapat memenuhi kebutuhan. Akibatnya kekurangan pasokan daging sapi dan kambing harus dibeli dari Provinsi Sulawesi Selatan. Perhitungan kekurangan pasokan daging sapi dan kambing sebagai berikut:

- Sapi = Konsumsi seluruh penduduk – produksi yang dapat dihasilkan
= $10,950 - 9050.04$
= 1900 ton/tahun
- Kambing = Konsumsi seluruh penduduk – produksi yang dapat dihasilkan
= $613 - 564.69$
= 48 ton/tahun

Selanjutnya menghitung jumlah daging sapi dan kambing sebagai konsumsi penduduk baru pindahan dari DKI Jakarta. Diperkirakan penduduk yang pindah sebesar 1,500,000 jiwa. Untuk tingkat konsumsi perkapita di Jakarta adalah 8 kg/kapita/tahun untuk sapi dan 1.78 kg/kapita/tahun untuk kambing. Sehingga perhitungan konsumsi daging sapi dan kambing penduduk baru adalah:

- Sapi = Tingkat konsumsi daging di jakarta x penduduk baru
= $8 \times 1,500,000$
= 12,000,000 kg/tahun
= 12,000 ton/tahun

- Kambing = Tingkat konsumsi daging di jakarta x penduduk baru
 $= 1.78 \times 1,500,000$
 $= 2,666,667 \text{ kg/tahun}$
 $= 2,666.7 \text{ ton/tahun}$

Daging sapi dan kambing yang harus dibeli dari Provinsi Sulawesi Selatan dapat diketahui dengan menjumlahkan antara kekurangan pasokan daging sapi dan kambing oleh penduduk asli Kalimantan Timur dengan konsumsi dari penduduk baru yang pindah dari DKI Jakarta. Sehingga perhitungannya adalah sebagai berikut:

- Sapi = Kekurangan pasokan + konsumsi untuk penduduk baru
 $= 1,900 + 12,000$
 $= 13,900 \text{ ton/tahun}$
- Kambing = Kekurangan pasokan + konsumsi untuk penduduk baru
 $= 48 + 2,666.7$
 $= 2,715 \text{ ton/tahun}$

Selanjutnya adalah menghitung faktor karkas. Faktor karkas dapat digunakan sebagai konversi daging sapi dan kambing menjadi satuan ekor dikarenakan pengiriman yang akan dilakukan berupa sapi dan kambing hidup. Faktor karkas dapat dilihat pada Tabel 4.1:

Tabel 4.1 Faktor Karkas

Keterangan	Karkas	Berat potong (kg)	Daging tanpa tulang
sapi	50%	400	75%
kambing	45%	50	75%

Dari tabel diatas, faktor karkas adalah:

- Sapi = $0.400 \times 50\% \times 75\%$
 $= 0.15$
- Kambing = $0.05 \times 45\% \times 75\%$
 $= 0.02$

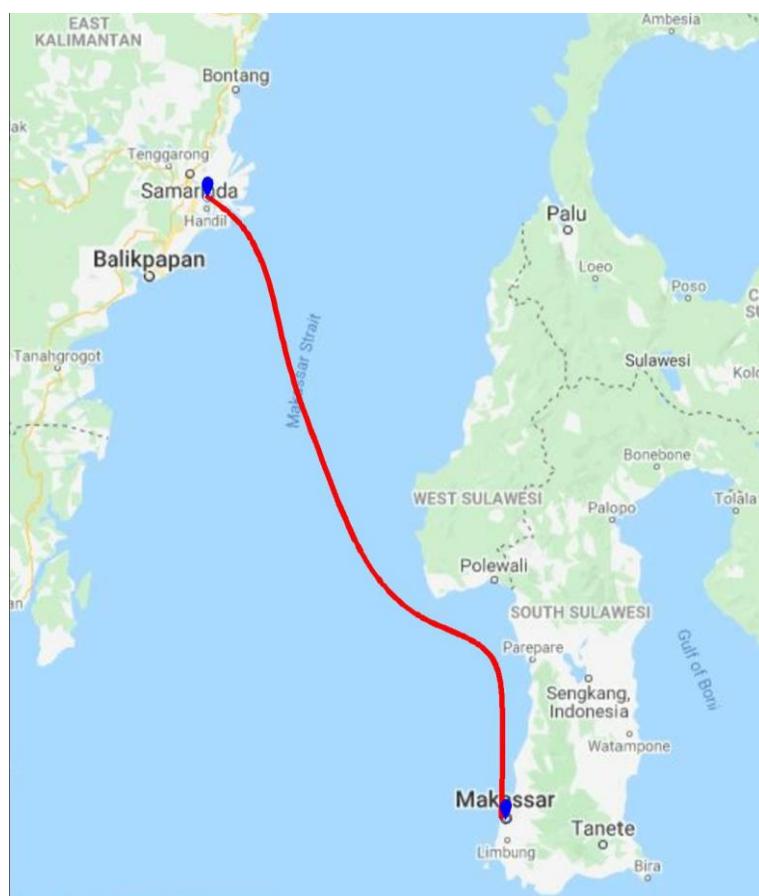
Sehingga payload awal adalah:

- Sapi = $13,900 \div 0.15$
 $= 92,666.67 \text{ ekor/tahun}$
 $= 254 \text{ ekor/hari}$

- Kambing = $2,715 \div 0.02$
= 135,750 ekor/tahun
= 372 ekor//hari

4.1.2. Perencanaan Rute Pelayaran

Perencanaan rute pelayaran harus mempertimbangkan pemilihan pelabuhan. Provinsi Kalimantan Timur dan Sulawesi Selatan memiliki beberapa pelabuhan besar yang dapat dipilih sebagai tempat bongkar muat ternak sapi dan kambing. Selain itu, pelabuhan yang akan dipilih juga diusahakan tidak jauh dari wilayah yang memiliki jumlah populasi sapi dan kambing terbesar. Maka dari itu pelabuhan yang dipilih adalah Pelabuhan Makassar karena dekat dengan wilayah yang mempunyai populasi sapi terbesar kedua yaitu Kabupaten Gowa dan juga dekat dengan wilayah yang mempunyai populasi kambing terbesar pertama yaitu di Kabupaten Jeneponto. Pelabuhan yang dipilih di Provinsi Kalimantan Timur adalah Pelabuhan Samarinda. Jarak dari Pelabuhan Makassar ke Pelabuhan Samarinda adalah 309 mil laut seperti terlihat pada Gambar 4.1 berikut:



Gambar 4.4 Rute Pelayaran

(Sumber: <http://indonesia.distanceworld.com/distance/33001851-33003477>)

4.1.3. Kecepatan Kapal

Setelah rute pelayaran telah ditentukan, maka langkah selanjutnya adalah penentuan kecepatan kapal untuk mendapatkan waktu pelayaran. Waktu pelayaran juga berpengaruh dalam perencanaan payload. Perencanaan kecepatan dan waktu pelayaran ditunjukkan pada Tabel 4.2:

Tabel 4.2 Perencanaan Kecepatan dan Waktu Pelayaran

Item	Value	Unit
Rute Pelayaran Sulsel - Kaltim	309	nm
Kecepatan Dinas	12	knot
Waktu tempu sekali jalan	25.8	jam
Port Time	20	jam
Roundtrip Time	71.5	jam
Total Time	3.0	hari

4.1.4. Penentuan Payload Akhir

Setelah dilakukan perencanaan *payload* awal dan waktu pelayaran, maka langkah selanjutnya adalah menentukan *payload* akhir. Perencanaan waktu pelayaran adalah 3 hari, sehingga *payload* akhir merupakan tiga kali dari *payload* awal. Sehingga *payload* akhir adalah:

- Sapi = 3×254
 = 762 ekor
- Kambing = 3×372
 = 1116 ekor

4.2. Penentuan Ukuran Utama

Metode yang digunakan dalam menentukan ukuran utama kapal adalah *Geosim Procedure*. Penentuan ukuran utama dilakukan berdasarkan koefisien perbandingan geometris ukuran utama (K). Nilai K memiliki formula sebagai berikut:

$$L_2/L_1 = B_2/B_1 = T_2/T_1 = (W_2/W_1)^{1/3} = K \quad (4.1)$$

Kapal yang digunakan sebagai acuan untuk menentukan ukuran utama adalah ALONDRA dengan IMO *Number* 9113719. Kapal tersebut memiliki spesifikasi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} L_{pp} (L_1) &= 91.41 \text{ m} \\ B (B_1) &= 15.9 \text{ m} \\ H (H_1) &= 9.3 \text{ m} \end{aligned}$$

$$T(T_1) = 5.2 \text{ m}$$

$$DWT(W_1) = 2800 \text{ ton}$$

Selanjutnya adalah mencari komponen K, L₂, B₂, H₂ dan T₂. Berat displasemen dari kapal yang akan dicari atau W₁ adalah 967 ton. Dengan formula (4.1) maka perhitungan nilai K adalah:

$$K = (W_2/W_1)^{1/3}$$

$$K = (967/2800)^{1/3}$$

$$K = 0.701557654$$

Untuk perhitungan ukuran utama adalah:

$$\begin{aligned} L_2 &= L_1 \times K \\ &= 91.1 \times 0.701557654 \end{aligned}$$

$$= 6.13 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} B_2 &= B_1 \times K \\ &= 15.9 \times 0.701557654 \end{aligned}$$

$$= 11.15 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} H_2 &= H_1 \times K \\ &= 9.3 \times 0.701557654 \end{aligned}$$

$$= 6.52 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} T_2 &= T_1 \times K \\ &= 5.2 \times 0.701557654 \end{aligned}$$

$$= 3.65 \text{ m}$$

4.3. Pemeriksaan Ukuran Utama Kapal dan Perhitungan Koefisien

Setelah didapatkan ukuran utama kapal, maka dilakukan pemeriksaan terhadap ukuran utama kapal. Rasio ukuran utama kapal ditunjukkan pada Tabel 4.3 dibawah ini:

Tabel 4.3 Pemeriksaan Ukuran Utama Kapal

L ₀ /B ₀	5.749	3.5 < L/B < 10	OK
B ₀ /T ₀	3.058	1.8 < B/T < 5	OK
L ₀ /T ₀	17.579	10 < L/T < 30	OK
L/16	4.008	H > L/16	OK

Dengan koefisien-koefisien utama sebagai berikut:

- $C_b = 0.70$
- $C_m = 0.985$
- $C_{wp} = 0.786$
- $C_p = 0.705$
- $F_n = 0.241$
- Displasemen = 1933.767 ton

4.4. Perhitungan Hambatan Kapal

Metode yang digunakan dalam perhitungan kapal adalah metode Holtrop. Dalam metode ini, nilai dari hambatan total kapal terdiri dari hambatan kekentalan (*viscous resistance*), hambatan bentuk (*resistance of appendages*), dan hambatan gelombang (*wave making resistance*). Hasil yang didapatkan menggunakan metode Holtrop adalah:

1. Hambatan Kekentalan (*viscous resistance*)

Dengan menggunakan persamaan, maka nilai hambatan kekentalan (*viscous resistance*) atau nilai CF adalah 0.001754.

2. Hambatan Bentuk (*resistance of appendages*)

Dengan menggunakan persamaan, maka nilai hambatan bentuk (*resistance of appendages*) atau dipresentasikan sebagai *form factor* ($1+k$) adalah 1.2496.

3. Hambatan Gelombang (*wave making resistance*)

Dengan menggunakan persamaan, maka nilai hambatan gelombang (*wave making resistance*) atau nilai R_w adalah 0.00122653.

4. Hambatan Total

Nilai dari hambatan total adalah 64.877.

4.5. Perhitungan Propulsi dan Penentuan *Main Engine*

Daya penggerak kapal harus memenuhi kebutuhan keseluruhan kapal agar dapat beroperasi dengan baik. Didalam perhitungan kebutuhan daya penggerak kapal, terdapat beberapa komponen seperti EHP, DHP, SHP, dan BHP.

4.5.1. Perhitungan Daya *Main Engine*

1. *Effective Horse Power* (EHP)

Effective Horse Power adalah daya yang digunakan oleh kapal untuk mengatasi hambatan total dari badan kapal. Nilai dari perhitungan EHP dengan menggunakan rumus (2.14) adalah 326.636 kW.

2. *Delivery Horse Power* (DHP)

Delivery Horse Power adalah daya dari baling-baling pada kecepatan dinas yang telah berkurang akibat kerugian dari poros. Nilai dari perhitungan DHP dengan menggunakan rumus (2.15) adalah 666.326 kW.

3. *Shaft Horse Power* (SHP)

Shaft Horse Power adalah daya pada poros baling-baling. Nilai dari perhitungan SHP dengan menggunakan rumus (2.16) adalah 679.924 kW.

4. *Break Horse Power* (BHP)

Break Horse Power adalah Daya yang diberikan poros ke baling-baling kapal setelah dikurangi efisiensi transmisi. Nilai perhitungan dari BHP dengan menggunakan rumus (2.17) adalah 700.953 kW.

Setelah didapatkan nilai dari BHP, maka selanjutnya BHP ditambahkan dengan *voyage margin*, *power design margin*, dan *power service margin* sebesar 15%. BHP yang ditambah margin disebut dengan *Brake Horse Power Maximum Continuous Rating* (BHP_{MCR}). Nilai dari perhitungan BHP_{MCR} yang didapatkan adalah 838.037 kW atau 1123.825 HP.

Main engine yang dipilih tidak boleh kurang dari BHP_{MCR}. Pemilihan main engine harus memperhatikan ukuran dimensinya agar tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil dengan ukuran kamar mesin pada kapal yang akan didesain. Jenis *main engine* juga ditentukan oleh tipe kapal. *Main engine* yang direncakan memiliki tingkat konsumsi bahan bakar yang rendah dan ramah lingkungan. Spesifikasi *main engine* ditunjukkan pada Tabel 4.4 :

Tabel 4.4 Spesifikasi Main Engine

Merk	Yanmar	
Tipe	8N21A-SN	
Daya	1117	kW
Konsumsi FO	174	g/kWh
Konsumsi LO	14.4	g/kWh
n	850	rpm
Panjang	5069	mm
Lebar	1586	mm
Tinggi	2151	mm
Berat	10.5	ton

4.5.2. Perhitungan Daya *Generator*

Generator adalah mesin yang dapat menghasilkan energi listrik. *Generator* sebagai sumber listrik untuk menggerakkan peralatan-peralatan yang ada di kapal seperti lampu penerangan, alat navigasi, alat komunikasi, sistem AC, sistem kebakaran, peralatan dapur, sistem kebakaran dll. *Generator* yang direncanakan ada 3 buah yaitu 2 *generator* utama dan 1 *generator* cadangan. Spesifikasi *generator* yang dipilih ditunjukkan pada Tabel 4.5:

Tabel 4.5 Spesifikasi *Generator*

Merk	Yanmar	
Tipe	6NY16L-SW	
Daya	250	kW
n	1000	rpm
Panjang	3112	mm
Lebar	1265	mm
Tinggi	1813	mm
Berat	5.87	ton

4.6. Perhitungan Berat dan Titik Berat

Berat dapat disebut dengan displasemen atau bobot secara keseluruhan dari kapal. Displasemen kapal dibedakan menjadi dua yaitu *Dead Weight Tonnage* (DWT) dan *Light Weight Tonnage* (LWT). Total LWT+DWT kapal adalah 2083.958 ton dengan VCG dan LCG masing-masing adalah 4.141 m dan 32,526 dari FP. Nilai tersebut didapat dari penjabaran berikut:

4.6.1. Perhitungan Berat dan Titik Berat DWT Kapal

Komponen DWT kapal meliputi 3 bagian yaitu:

1. *Payload* Kapal

Payload dari kapal yang akan didesain adalah 1877 ekor yang terdiri dari 762 ekor sapi dan 1116 ekor kambing.

2. Kru Kapal

Jumlah kru kapal adalah 30 orang. Kru dan kebutuhannya masing-masing diasumsikan 170 kg/orang.

3. *Consumable*

Komponen-komponen yang termasuk dalam *consumable* adalah bahan bakar *main engine* dan *generator*, minyak pelumas, *fresh water*, pakan ternak dll.

Total berat dari ketiga komponen *consumable* tersebut adalah 93.606 ton. Letak VCG *consumable* adalah 3.65 m. Letak LCG *consumable* adalah 23.6 dari FP.

4.6.2. Perhitungan Berat dan Titik Berat LWT Kapal

LWT adalah berat kapal kosong atau tidak membawa muatan. Berikut adalah komponen-komponen LWT kapal:

1. Berat Permesinan

Berat permesinan terdiri dari berat *main engine*, baling-baling dan *electrical unit*. Total dari berat permesinan adalah 83.204 ton. VCG dari permesinan adalah 2.837 m. LCG dari permesinan adalah 60.29 dari FP.

2. Berat Baja

Berat baja terdiri dari seluruh konstruksi kapal seperti konstruksi lambung, bangunan atas, *double bottom*, *engine foundation* dll. Total Berat baja adalah 736.34 ton. VCG dan LCG masing-masing adalah 3.03 m dan 33.38 m dari FP.

3. Berat Peralatan dan Perlengkapan

Total berat peralatan dan perlengkapan adalah 297.585 ton. VCG dan LCG masing-masing adalah 7.77 m dan 50.339 dari FP.

4.7. Perhitungan *Freeboard*

Perhitungan lambung timbul dilakukan berdasarkan aturan dan standar pada *International Convention on Load Lines 1966 and Protocol of 1988*. Hasil perhitungan lambung timbul yang telah dilakukan adalah 2524 mm. Rincian perhitungan yang dilakukan sebagai berikut:

- *Freeboard Standard*

Panjang kapal yang didesain adalah 66.69 m. Berdasarkan dengan Tabel 2.1, maka nilai *freeboard standard* adalah 674 mm.

- Koreksi *Freeboard* untuk Kapal Dibawah 100 m

Hasil perhitungan koreksi *freeboard* dengan menggunakan rumus (2.18) adalah 711.9889 mm.

- Koreksi C_b

Karena nilai C_b adalah 0.501 sehingga C_b kurang dari 0.68 tidak perlu koreksi.

- Koreksi *Depth*

Hasil perhitungan untuk koreksi *depth* dengan menggunakan rumus (2.20) adalah 847.2543 mm.

- Koreksi Akibat Pengurangan Bangunan Atas

Hasil dari perhitungan koreksi tersebut adalah 706.955 mm.

- *Minimum Freeboard*

Hasil dari perhitungan *minimum freeboard* adalah 852.289 mm.

- *Freeboard Actual*

Nilai dari *freeboard actual* adalah 2524 mm.

- Pengecekan

Freeboard actual = 2524 mm dan *minimum freeboard* adalah 852.289 mm. Kondisi tersebut terpenuhi karena *freeboard actual* > *minimum freeboard*.

4.8. Perhitungan Trim

Pada perhitungan trim, dilakukan dengan menggunakan *software Maxsurf* pada kondisi *loadcase* yang berbeda-beda. Kondisi *loadcase* dibagi menjadi 4 macam, yaitu:

1. *Loadcase* kapal kosong
2. *Loadcase* kapal berangkat (penuh) : *Consumable* 100% dan muatan 100%
3. *Loadcase* tengah perjalanan : *Consumable* 50% dan muatan 100%.
4. *Loadcase* pulang : *Consumable* 100%, muatan 0% tetapi *Fresh water* asumsi 20% untuk kebutuhan kru.

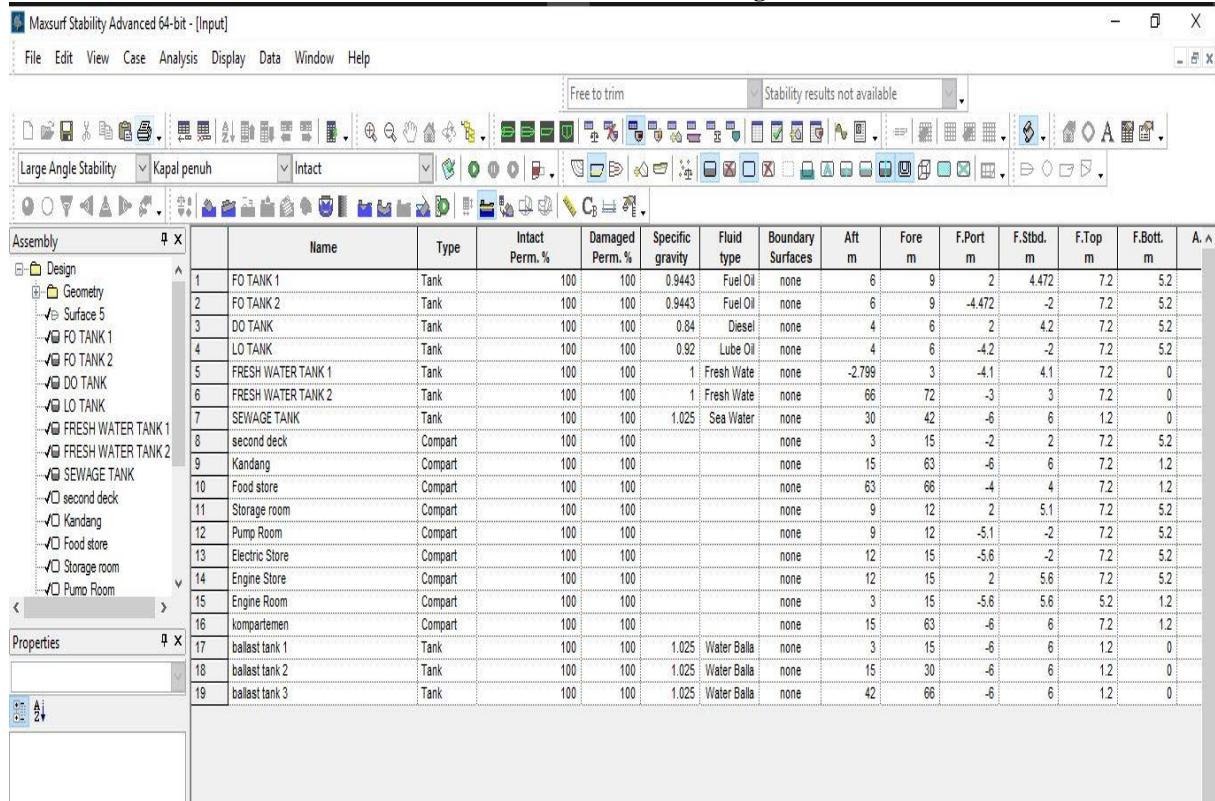
Tabel 4.6 Analisa trim dengan *software Maxsurf*

<i>Loadcase</i>	Kondisi	Nilai Trim (m)	Trim	Syarat
1	Kapal Kosong	0.00001	Buritan	<i>Pass</i>
2	Kapal Penuh	0.0522	Buritan	<i>Pass</i>
3	Kapal Tengah Jalan	0.3182	Buritan	<i>Pass</i>
4	Kapal Pulang	0.206	Haluan	<i>Pass</i>

4.9. Perhitungan Stabilitas

Pada perhitungan stabilitas dilakukan dengan menggunakan *software Maxsurf Stability*. Langkah pertama adalah memasukkan model yang telah didesain kedalam *Maxsurf Stability*. Kemudian membuat tangki dan compartemen sesuai dengan rencana umum dan perhitungan melalui pendekatan yang telah dilakukan. Perencanaan tangki ditunjukkan pada Tabel 4.7:

Tabel 4.7 Perencanaan Tangki



The screenshot shows the Maxsurf Stability Advanced 64-bit software interface. The main window displays an assembly table with 19 rows of data. The columns represent various parameters such as Name, Type, Intact Perm. %, Damaged Perm. %, Specific gravity, Fluid type, Boundary Surfaces, and several dimensions (Aft m, Fore m, F.Port m, F.Stbd. m, F.Top m, F.Bott. m). The assembly tree on the left shows the hierarchical structure of the ship's compartments, including tanks and rooms. The properties panel on the right contains settings for the current case.

Assembly	Name	Type	Intact Perm. %	Damaged Perm. %	Specific gravity	Fluid type	Boundary Surfaces	Aft m	Fore m	F.Port m	F.Stbd. m	F.Top m	F.Bott. m	A. ▲
Design	FO TANK 1	Tank	100	100	0.9443	Fuel Oil	none	6	9	2	4.472	7.2	5.2	
	FO TANK 2	Tank	100	100	0.9443	Fuel Oil	none	6	9	-4.472	-2	7.2	5.2	
	DO TANK	Tank	100	100	0.84	Diesel	none	4	6	2	4.2	7.2	5.2	
	LO TANK	Tank	100	100	0.92	Lube Oil	none	4	6	-4.2	-2	7.2	5.2	
	FRESH WATER TANK 1	Tank	100	100	1	Fresh Water	none	-2.799	3	-4.1	4.1	7.2	0	
	FRESH WATER TANK 2	Tank	100	100	1	Fresh Water	none	66	72	-3	3	7.2	0	
	SEWAGE TANK	Tank	100	100	1.025	Sea Water	none	30	42	-6	6	1.2	0	
	second deck	Compart	100	100			none	3	15	-2	2	7.2	5.2	
	Kandang	Compart	100	100			none	15	63	-6	6	7.2	1.2	
	Food store	Compart	100	100			none	63	66	-4	4	7.2	1.2	
	Storage room	Compart	100	100			none	9	12	2	5.1	7.2	5.2	
	Pump Room	Compart	100	100			none	9	12	-5.1	-2	7.2	5.2	
	Electric Store	Compart	100	100			none	12	15	-5.6	-2	7.2	5.2	
	Engine Store	Compart	100	100			none	12	15	2	5.6	7.2	5.2	
	Engine Room	Compart	100	100			none	3	15	-5.6	5.6	5.2	1.2	
	kompartemen	Compart	100	100			none	15	63	-6	6	7.2	1.2	
	ballast tank 1	Tank	100	100	1.025	Water Ball	none	3	15	-6	6	1.2	0	
	ballast tank 2	Tank	100	100	1.025	Water Ball	none	15	30	-6	6	1.2	0	
	ballast tank 3	Tank	100	100	1.025	Water Ball	none	42	66	-6	6	1.2	0	

Selanjutnya adalah pembuatan *loadcase*. Pada tugas akhir ini, *loadcase* yang dibuat adalah:

1. *Loadcase* kapal kosong
2. *Loadcase* kapal berangkat (penuh) : *Consumable* 100% dan muatan 100%
3. *Loadcase* tengah perjalanan : *Consumable* 50% dan muatan 100%.
4. *Loadcase* pulang : *Consumable* 100%, muatan 0% tetapi *Fresh water* asumsi 20% untuk kebutuhan kru.

Kriteria yang digunakan adalah *Intact Stability Code*, IMO Regulasi A.749 (18). Kemudian perhitungan dilakukan dan didapatkan hasil sesuai dengan Tabel 4.8:

Tabel 4.8 Tabel Stabilitas

No	Kriteria	Value	Loadcase				Satuan	Kondisi
			Kapal Kosong	Kapal Berangkat	Tengah Perjalanan	Kapal Pulang		
1	<i>Area 0 to 30 shall ≥</i>	3.151	9.3339	9.8657	7.2334	12.5546	m.deg	Pass
2	<i>Area 0 to 40 shall ≥</i>	5.157	16.9583	19.0046	15.058	22.7409	m.deg	Pass
3	<i>Area 30 to 40 shall ≥</i>	1.719	7.6244	9.139	7.8246	10.1863	m.deg	Pass
4	<i>GZ Max shall ≥</i>	0.2	0.956	1.104	0.971	1.215	m	Pass
5	<i>Angle of GZ Max shall ≥</i>	25	54.1	49.5	49.1	49.5	deg	Pass
6	<i>Initial GMt ≥</i>	0.15	1.07	1.063	0.264	1.412	m	Pass
7	<i>Passenger Crowding Angle of Equilibrium ≤</i>	10	0.4	0.6	3.3	0.5	deg	Pass

BAB 5

DESAIN KAPAL

5.1. Rencana Garis (*Lines Plan*)

Tahap selanjutnya adalah pembuatan rencana garis (*lines plan*). Rencana garis merupakan proyeksi dari potongan kapal dari berbagai arah. *Body plan* adalah proyeksi dari potongan kapal secara melintang. *Sheer plan* adalah proyeksi dari potongan kapal secara vertikal memanjang. *Half-breadth plan* adalah proyeksi dari potongan kapal secara horizontal memanjang. Rencana garis dibuat dengan memperhatikan bentuk tengah kapal (*midship*), bentuk haluan kapal (*bow*) dan bentuk buritan kapal (*stern*).

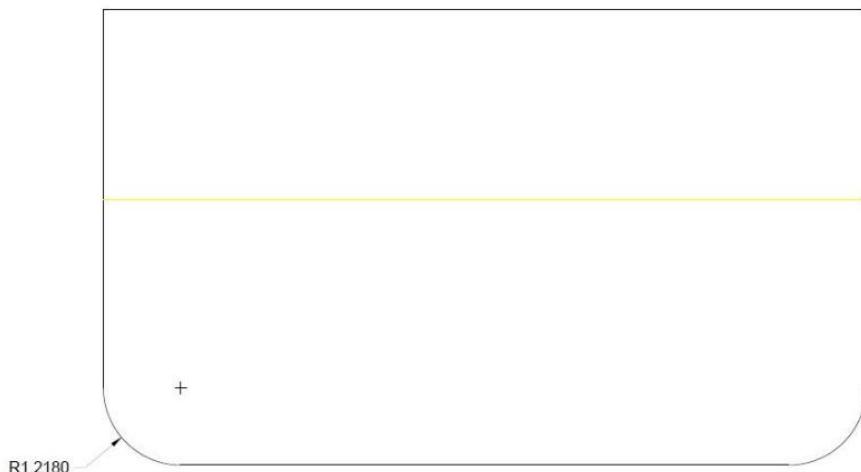
5.1.1. Pemilihan Lambung Kapal

Dalam pembuatan bentuk lambung kapal, terlebih dahulu harus menentukan jenis dan bentuk lambung kapal sesuai dengan kebutuhan dari kapal yang akan didesain. Lambung kapal terdiri dari dua jenis yaitu *displacement hull* dan *planning hull*. Berdasarkan bentuknya, lambung kapal dibagi menjadi empat jenis yaitu lambung alas datar (*flat bottom*), lambung bentuk V, lambung U dan lambung *multihull*. Jenis lambung dan bentuk lambung tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Pada tugas akhir ini, jenis lambung yang dipilih adalah *displacement hull* dengan bentuk U karena cocok memiliki kestabilan yang tinggi dengan kecepatan yang rendah.

5.1.2. Pembuatan Bentuk Tengah Kapal (*Midship*)

Setelah menentukan jenis dan bentuk kapal sesuai kebutuhan dari kapal yang akan di desain, maka selanjutnya adalah pembuatan bentuk tengah kapal (*midship*). Bentuk tengah kapal sangat mempengaruhi posisi dari *longitudinal center of buoyancy* (LCB) kapal. Pada perhitungan yang telah dilakukan didapatkan nilai luas *midship* adalah 49.764 m^2 dan panjang jari-jari bilga adalah 1.218 meter.

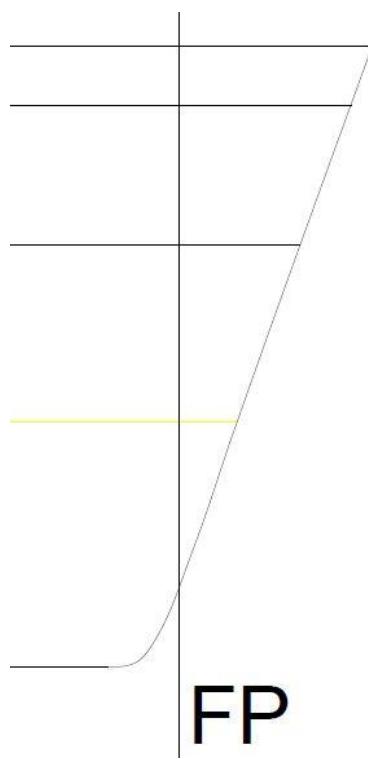
Bentuk tengah kapal ditunjukkan pada Gambar 5.1 berikut:



Gambar 5.1 Bentuk Tengah Kapal (*Midship Section*)

5.1.3. Pembuatan Bentuk Haluan kapal

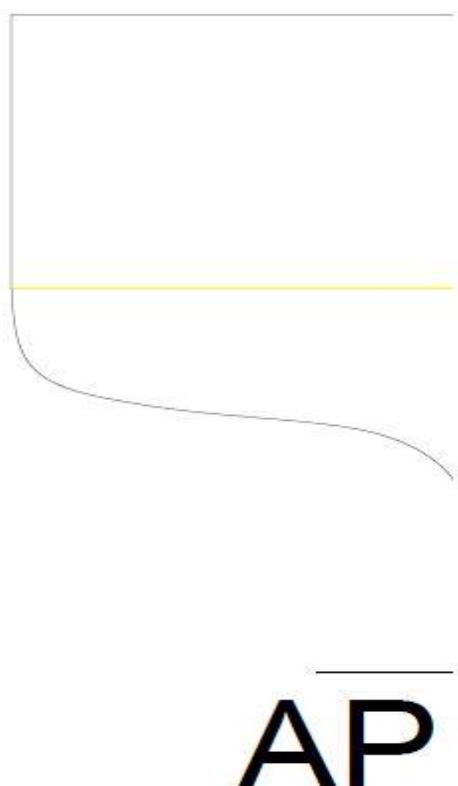
Bentuk haluan kapal terdiri dari berbagai jenis. Setiap jenis bentuk memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Seperti halnya lambung dengan bentuk *bulbus bow* dapat mengurangi hambatan kapal namun tidak efisien ketika diterapkan pada kapal dengan kecepatan rendah. Pada tugas akhir ini, bentuk haluan kapal adalah *raked bow* karena dapat mengurangi *piching* kapal atau anggukan kapal. Bentuk haluan ditunjukkan Gambar 5.2 pada :



Gambar 5.2 Bentuk Haluan Kapal

5.1.4. Penentuan Letak Transom

Penentuan Letak transom dipengaruhi oleh nilai Fn (Schneekluth & Bertram, 1998). Pada perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan nilai Fn adalah 0.23 sehingga nilai Fn < 0.3. Pada nilai Fn < 0.3, maka transom berada diatas sarat kapal. Letak transom ditunjukkan pada Gambar 5.3 berikut:



Gambar 5.3 Letak Transom Diatas Sarat Kapal

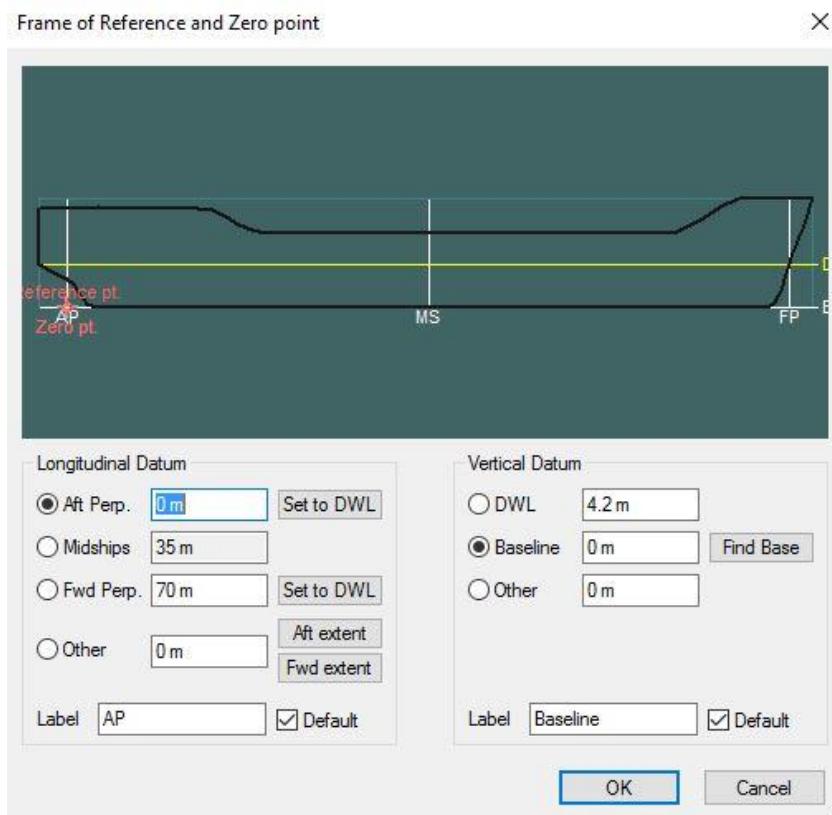
5.1.5. Pembuatan Rencana Garis (*Lines plan*)

Langkah pertama dalam pembuatan lines plan adalah membuat penampang awal pada *software AutoCAD*. Penampang awal terdiri dari tampak depan kapal, tampak samping dan tampak atas. Penampang awal ini dibuat sebagai acuan untuk pembuatan model di *software Maxsurf Modeler Advanced*. Penampang awal tersebut ditunjukkan pada Gambar 5.4 dibawah ini:



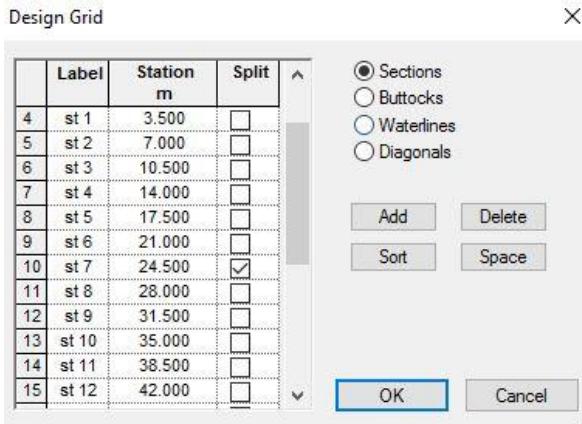
Gambar 5.4 Penampang Awal

Selanjutnya adalah membuat model 3D di *software Maxsurf Modeler Advanced* dari penampang awal yang telah dibuat. Model dibuat dari sebuah *surface buttock plane* dan nantinya didesain sedemikian rupa menjadi bentuk lambung dengan berbagai *control point* di setiap *perspective*. Setelah bentuk lambung telah dibuat, maka diatur titik *zero point* seperti ditunjukkan pada Gambar 5.5 :



Gambar 5.5 Penentuan Zero Point

Langkah selanjutnya adalah mengatur *design grid*. *Design grid* digunakan untuk menentukan jumlah *section*, *buttock* dan *waterlines*. Penentuan jumlah *section* ditunjukkan pada Gambar 5.6:



Gambar 5.6 Penentuan Section

Lambung kapal yang didesain dilakukan pengecekan pada data hidrostatiknya. Parameter-parameter pada hidrostatik harus sesuai dengan perhitungan yang telah didapatkan menggunakan rumus pendekatan dengan margin 0.5%. Data hidrostatik ditunjukkan pada Gambar 5.7 dibawah ini:

Hydrostatics at DWL		
	Measurement	Value
1	Displacement	2727 t
2	Volume (displaced)	2660.924 m³
3	Draft Amidships	4.200 m
4	Immersed depth	4.201 m
5	WL Length	72.801 m
6	Beam max extents o	12.000 m
7	Wetted Area	1150.537 m²
8	Max sect. area	49.698 m²
9	Waterpl. Area	692.094 m²
10	Prismatic coeff. (Cp)	0.735
11	Block coeff. (Cb)	0.725
12	Max Sect. area coeff.	0.986
13	Waterpl. area coeff.	0.792
14	LCB length	35.498 from zero pt. (+ve fwd) m
15	LCF length	34.595 from zero pt. (+ve fwd) m
16	LCB %	48.760 from zero pt. (+ve fwd) %
17	LCF %	47.520 from zero pt. (+ve fwd) %
18	KB	2.183 m
19	KG fluid	0.000 m
20	BMt	2.563 m
21	BML	80.638 m
22	GMr corrected	4.747 m
23	GML	82.822 m
24	KMt	4.747 m
25	KML	82.822 m
26	Immersion (Tp)	7.094 tonne/cm
27	MTC	32.270 tonne.m
28	RM at 1deg = GMr.DI	225.936 tonne.m

Density (water)

Std. densities

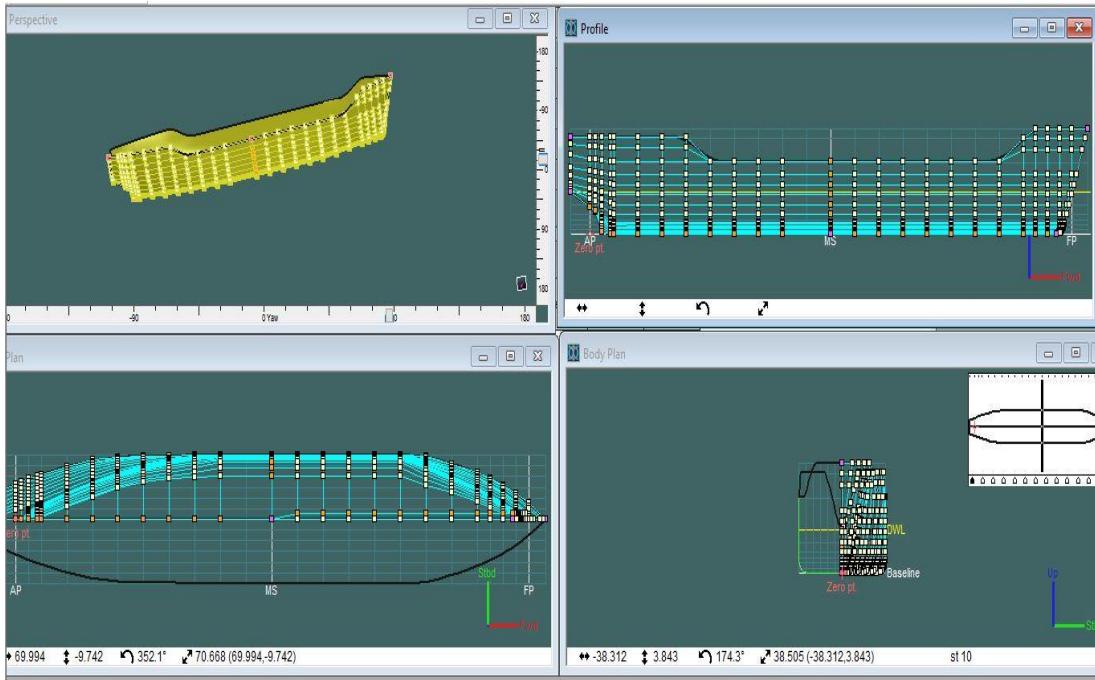
VCG Recalculate

Select Rows ... Close

Gambar 5.7 Data Hidrostatik

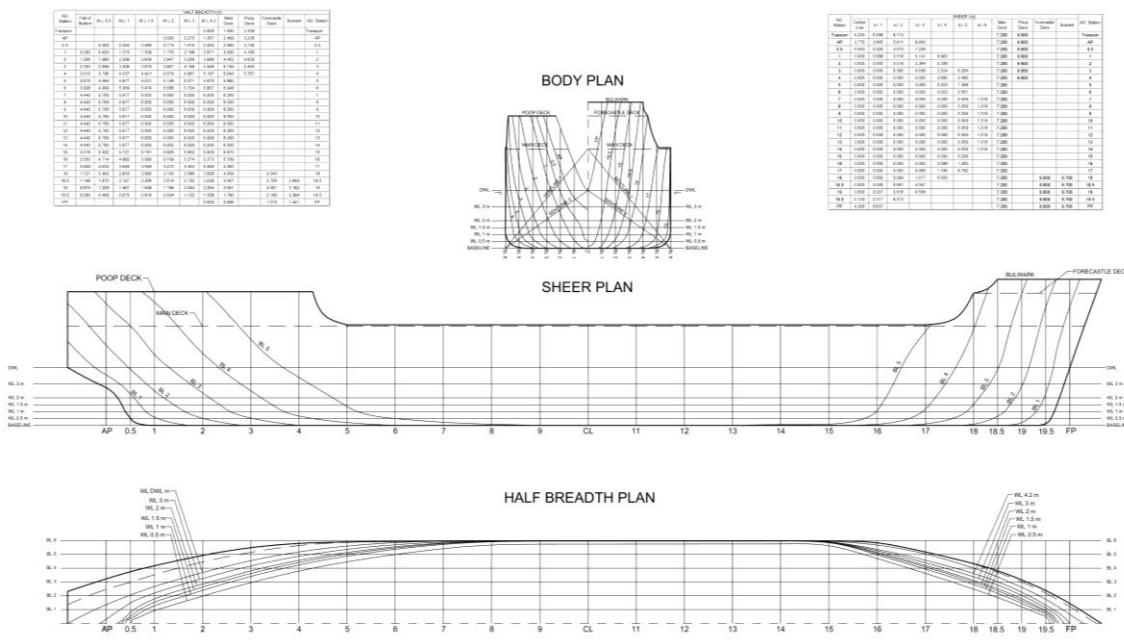
Lambung kapal diedit dengan memindahkan control pointnya sehingga menjadi bentuk sesuai dengan referensi *ship design preliminary* halaman 538. *Control point* disetiap perspective saling berakitan satu sama lain di setiap perspective pada *software Maxsurf Modeler Advanced*. Ada empat *perspective* pada *Maxsurf Modeler Advanced* antara lain: *3D*, *profile*, *plan* dan *body plan*. *Body plan* merupakan *perspective* yang dilihat dari depan kapal. *Plan* merupakan *perspective* yang dilihat dari atas kapal. *Profile* merupakan *perspective* yang dilihat dari samping kapal.

Perspective dapat ditunjukkan Gambar 5.8 pada:



Gambar 5.8 Perspective pada Maxsurf Modeler Advanced

Setelah didapatkan desain yang sesuai dengan koreksi, maka desain di setiap *perspective* di *export* ke *software AutoCAD* dan di *redraw* pada garis yang melengkung. Rencana garis yang telah dibuat ditunjukkan pada Gambar 5.9 :



Gambar 5.9 Rencana Garis

5.2. Rencana Umum

Rencana umum dibuat berdasarkan jenis kapalnya dan layanan yang disediakannya (*Lamb & Society of Naval Architects and Marine Engineers (U.S.)*, 2003). Rencana umum sangat penting karena aspek desain lain juga tergantung pada rencana umum seperti letak tangki, ruang muat, kamar mesin dan geladak. Dalam rencana umum juga perlu memperhatikan *material handling* agar distribusi barang di kapal menjadi lancer dan efisien.

Karakteristik rencana umum dibedakan menjadi empat bagian (Taggart, 1980) yaitu:

1. Penentuan lokasi ruang utama
2. Penentuan batas-batas ruangan
3. Penentuan dan pemilihan barang yang tepat
4. Penentuan akses yang cukup

5.2.1. Penentuan Sekat

Langkah pertama dalam pembuatan rencana umum adalah penentuan sekat pada kapal. Pada desain *livestock carrier* ini, terdapat beberapa sekat kedap air antara lain sekat buritan terletak 3 meter dari AP, sekat depan kamar mesin terletak 15 meter dari AP dan sekat tubrukan terletak 66 meter dari AP.

5.2.2. Penentuan Dimensi Kandang

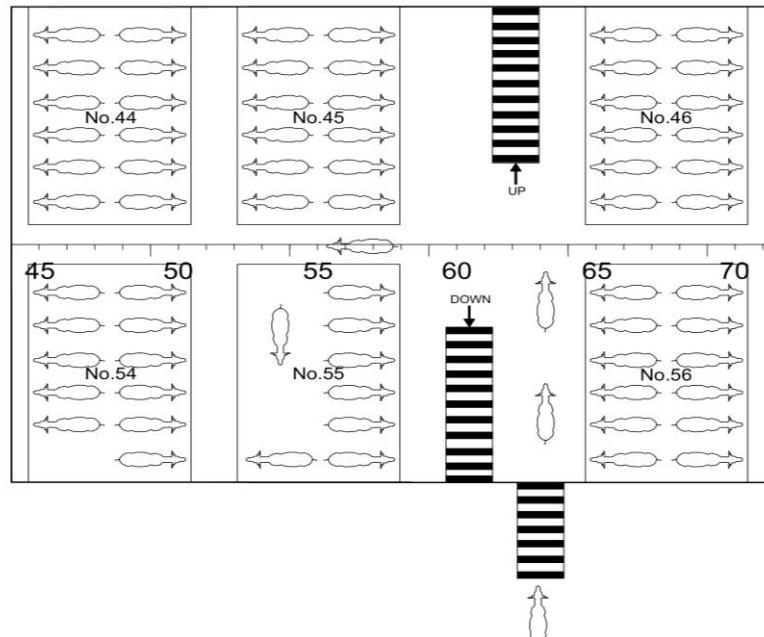
Sapi dan kambing memiliki ukuran tubuh yang berbeda. Ukuran sapi memiliki rata-rata ukuran panjang 1.18 meter dan lebar 0.8 meter. Kambing memiliki ukuran rata-rata 0.5 meter dan lebar 0.3 meter. Sapi memiliki kandang yang lebih luas dibandingkan dengan kambing karena ukurannya yang lebih besar. Berikut adalah contoh dimensi kandang sapi dan kambing pada geladak kedua:

Tabel 5.1 Tabel Dimensi Kandang

Kandang	Luas (m ²)	Panjang	Lebar	Jumlah ternak (ekor)	Jenis Ternak	Lokasi
61	8.92	1.75	5.18	5	Sapi	SECOND DECK
62	18.5	3.5	5.45	10	Sapi	
63	19.25	3.5	5.5	12	Sapi	
64	19.25	3.5	5.5	12	Sapi	
65	19.25	3.5	5.5	12	Sapi	
66	13.75	2.5	5.5	22	Kambing	
67	13.75	2.5	5.5	22	Kambing	
68	13.75	2.5	5.5	22	Kambing	
69	13.75	2.5	5.5	22	Kambing	
70	13.5	2.5	5.4	21	Kambing	
71	12.25	2.5	4.9	19	Kambing	
72	10.5	2.5	4.2	17	Kambing	

5.2.3. Penentuan Akses Muat Sapi dan Kambing

Sapi dan kambing memiliki kandang yang berbeda di setiap geladak. Kandang sapi terletak di geladak A, geladak B, geladak utama dan beberapa di geladak kedua (*second deck*). Kandang kambing terletak di geladak kedua, geladak ketiga dan geladak alas dalam (*double bottom*). Sapi dan kambing digiring melewati jembatan rampa menuju kandang yang telah disediakan. Sapi mengisi kandang di geladak utama hingga penuh kemudian mengisi kandang di geladak A, geladak B dan geladak kedua. Setelah sapi telah sepenuhnya masuk, kambing masuk ke geladak utama langsung turun ke geladak kedua dan mengisi kandang hingga penuh. Kemudian kambing mengisi geladak ketiga dan geladak alas dalam hingga penuh. Mekanisme muat sapi ditunjukkan pada Gambar 5.10:

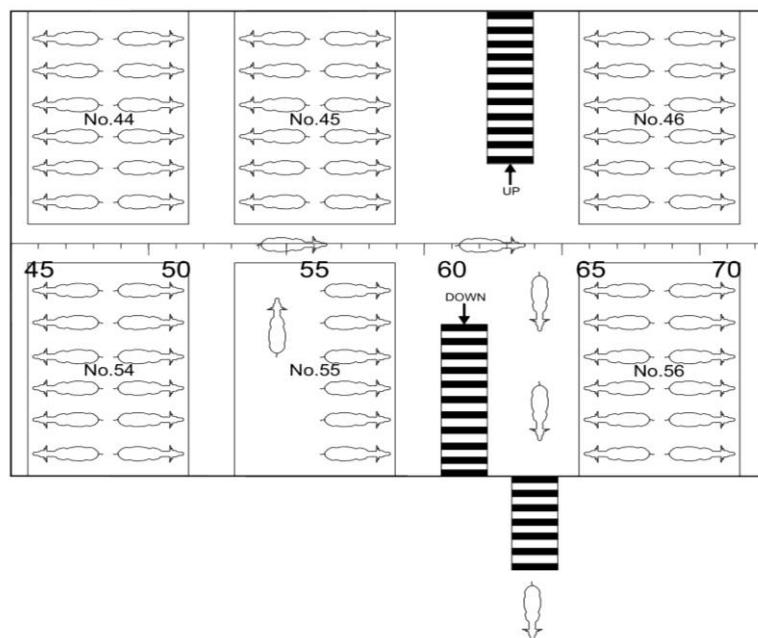


Gambar 5.10 Mekanisme Muat Sapi kedalam Kapal

5.2.4. Penentuan Akses Bongkar Sapi dan Kambing

Sapi dan kambing digiring keluar kandang secara bergantian dan berjalan berurutan menuju ke geladak utama. Kemudian sapi dan kambing turun melalui jembatan rampa dan langsung masuk ke truk masing-masing untuk dibawa menuju penampungan.

Mekanisme bongkar sapi ditunjukkan pada Gambar 5.11:



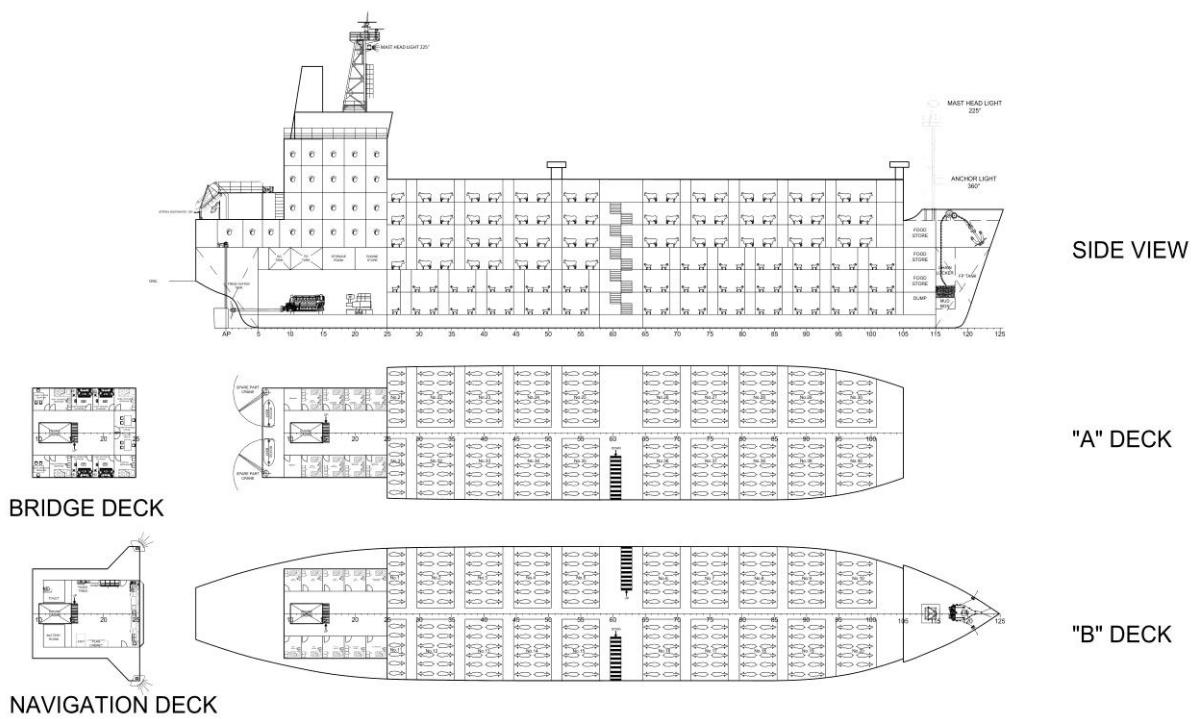
Gambar 5.11 Mekanisme Bongkar Sapi keluar Kapal

5.2.5. Pembuatan Rencana Umum

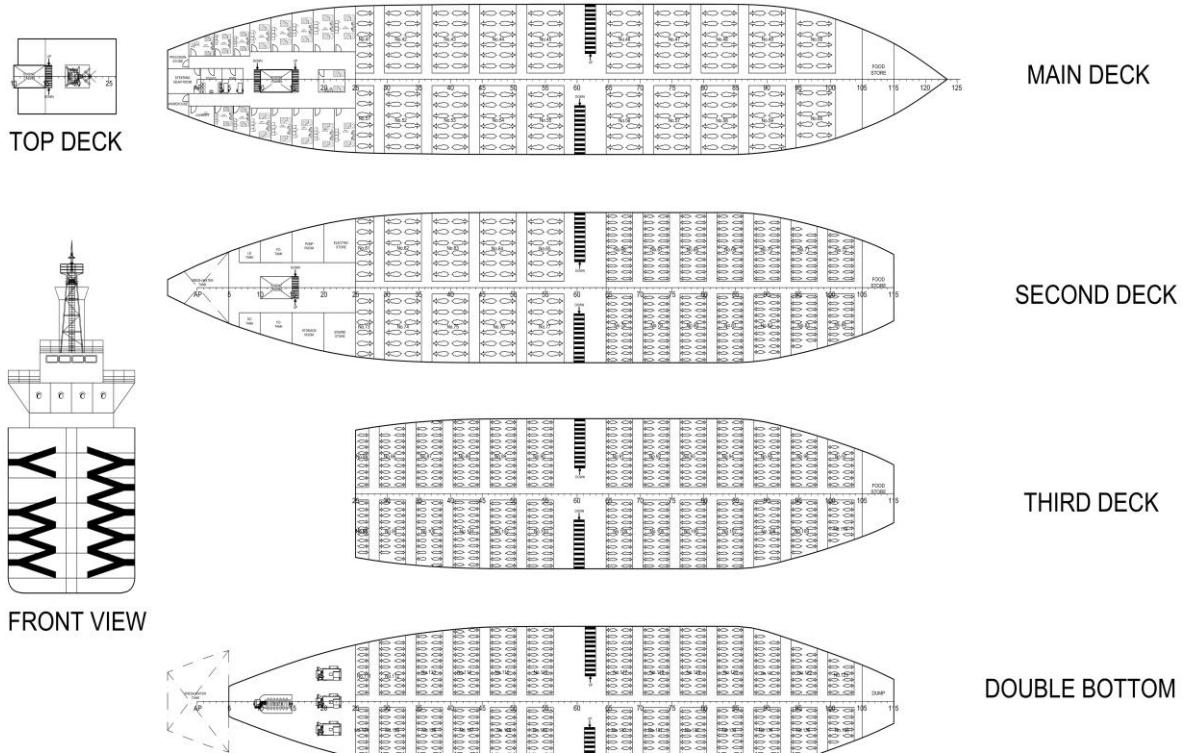
Tahap selanjutnya adalah pembuatan rencana umum. Dimensi kandang yang telah didapatkan di gambar pada rencana umum dengan memperhatikan lebar jalan akses untuk keluar masuk sapi dan kambing serta akses untuk kleder memberi makan dan minum. Kemudian tangki-tangki yang telah didapatkan volumenya digambar pada tampak samping dan tampak atas.

Pembagian ruangan kru juga diperhatikan luas kamarnya tidak boleh kurang dari 3 m^2 . *Main engine* dan *engine casing* juga diletakkan pada gading besar karena konstruksinya yang berat sehingga membutuhkan pondasi yang kuat. Tangga juga diperhatikan untuk akses ke tiap-tiap geladak. Pada desain rencana umum *livestock carrier* ini dibagi menjadi beberapa *view* antara lain: geladak utama, geladak A, geladak B, geladak kedua, geladak *double bottom*, tampak samping, *navigation deck* dan *top deck*. Pada *poop deck*, *bridge deck*, *boat deck* dan *forecastle* digabung dengan geladak yang memiliki ketinggian yang sama.

Gambar rencana umum ditunjukkan pada :



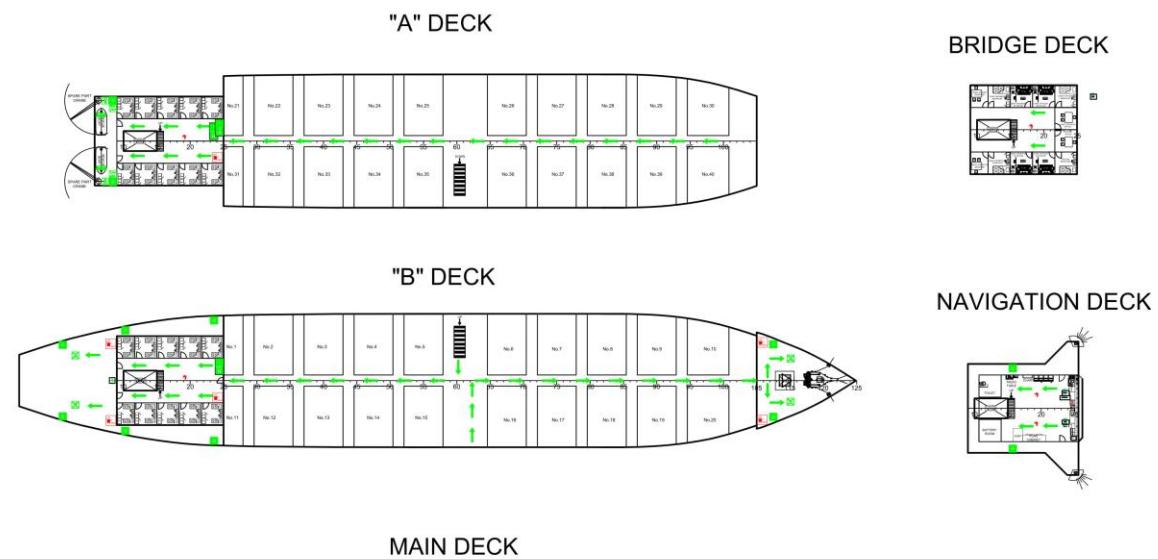
Gambar 5.12 Rencana Umum diatas Main Deck



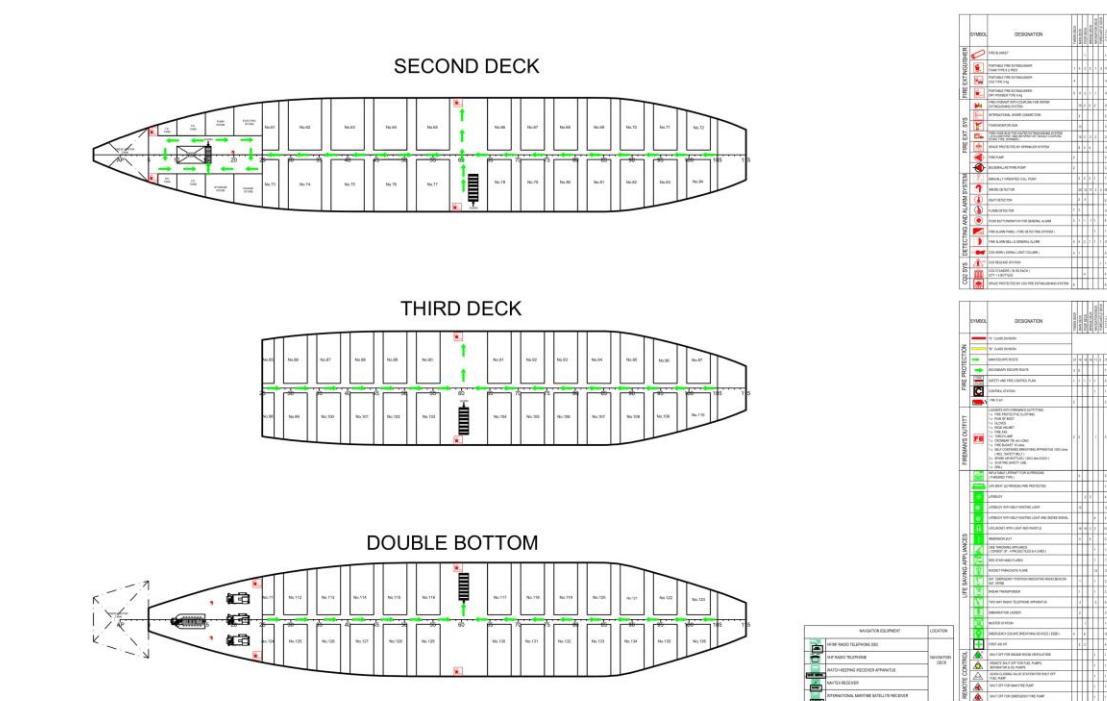
Gambar 5.13 Rencana Umum Main Deck kebawah

5.3. Pembuatan Safety Plan

Safety plan adalah sebuah rencana keselamatan untuk para ABK agar dapat menghindari kondisi berbahaya di atas kapal. Dalam pembuatan *safety plan*, harus memperhatikan peralatan keselamatan yang harus dipasang pada kapal. Peralatan keselamatan terdiri dari *life buoy* berjumlah 12 jika panjang kapal 60 m-120 m, *life jacket* sejumlah kru kapal, *life raft* berjumlah 2 dengan kapasitas 30 orang, *line throwing appliance*, *assembly station*, *escape route*, *visual signal*, *EPIRB* dan peralatan pemadam kebakaran. *Safety plan livestock carrier* ditunjukkan pada Gambar 5.14 dan Gambar 5.15 berikut:



Gambar 5.14 Safety Plan diatas Main Deck

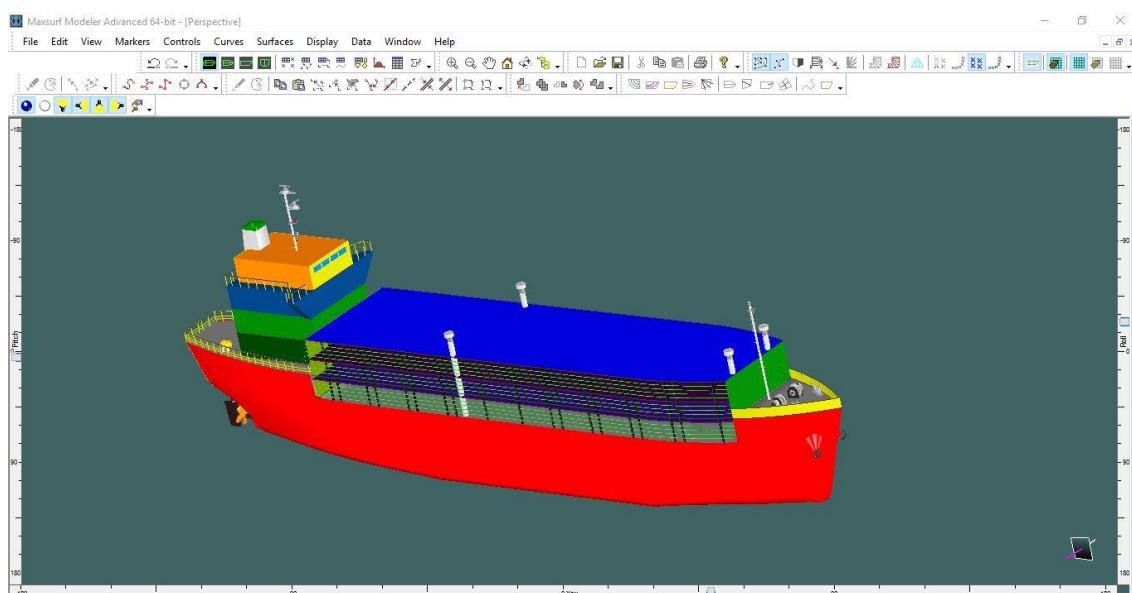


Gambar 5.15 Safety Plan dibawah Main Deck

5.4. Pembuatan 3D Model

5.4.1. 3D Model *Livestock Carrier*

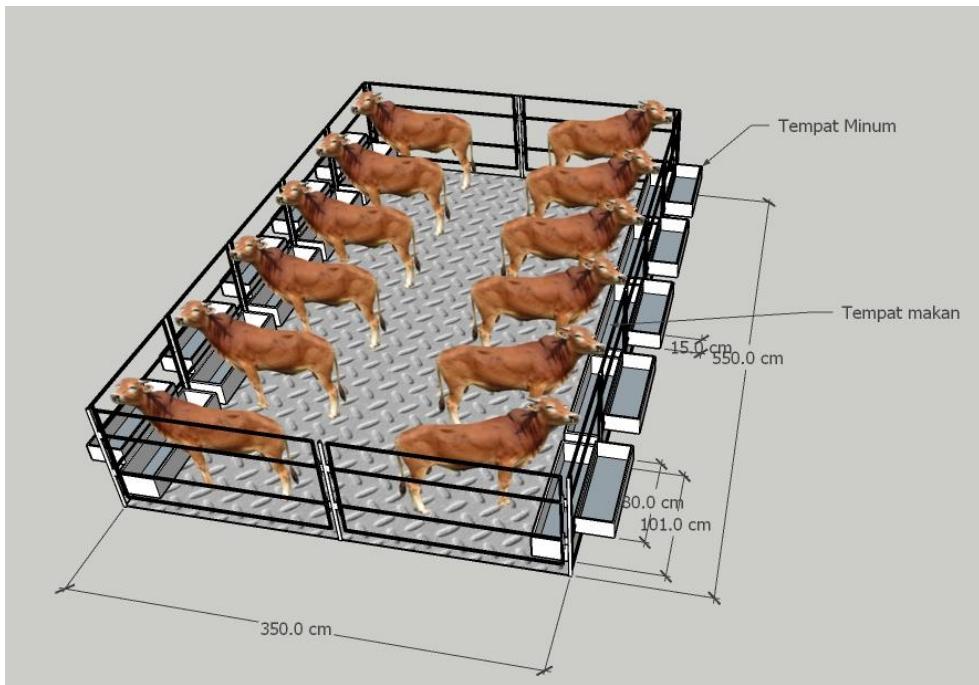
Pembuatan 3D model *livestock carrier* dilakukan dengan *software Maxsurf Modeler Advanced*. Model diberikan beberapa warna yang berbeda pada setiap bagian satu sama lain agar dapat dibedakan. Model juga dilengkapi dengan *rudder*, baling-baling, *navigation lamp*, ventilasi, jangkar, *windlass* dan *railing*. Lambung kapal juga telah memenuhi parameter-parameter pada data hidrostatik di maxsurf dengan perhitungan excel dengan margin 0.5%. Pembuatan 3D model *livestock carrier* ditunjukkan pada Gambar 5.16:



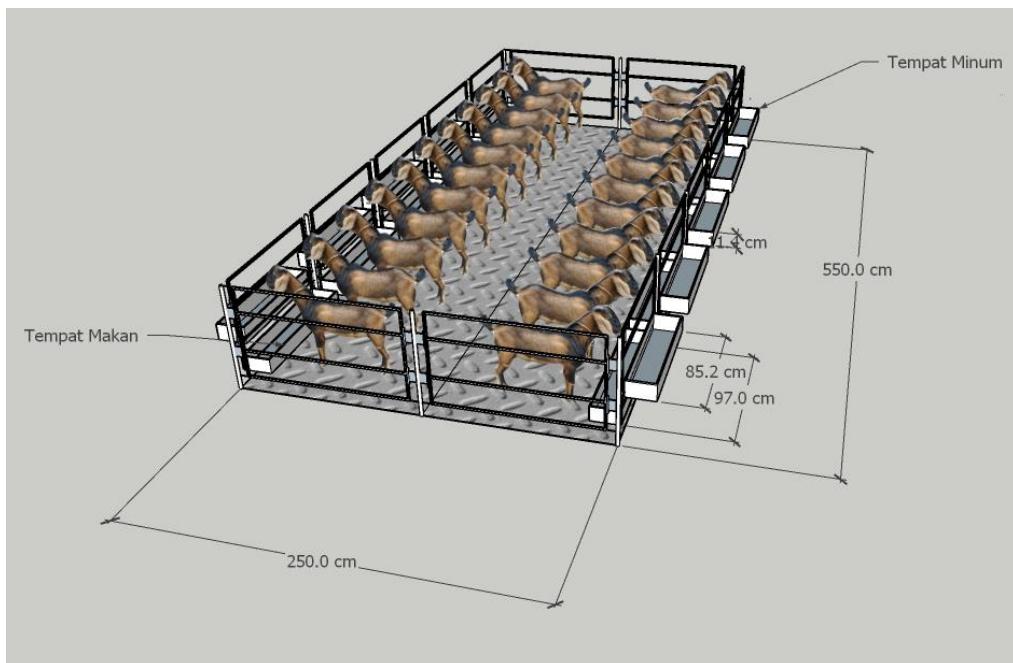
Gambar 5.16 Pembuatan 3D Model Livestock Carrier

5.4.2. 3D Model Kandang Sapi dan Kambing

Pembuatan 3D model kandang sapi dan kambing menggunakan *software sketchup*. Kandang sapi memiliki tiga ukuran kandang yang dapat diisi dengan maksimal 6 ekor 10 ekor sampai 12 ekor sapi. Kandang sapi terletak di geladak A, geladak B, *main deck* dan *second deck*. Pada Gambar 5.17 merupakan model kandang sapi dengan maksimal 10 ekor sapi. Kandang tersebut memiliki ukuran 350 cm x 550 cm. Kandang kambing memiliki lebih banyak variasi ukuran daripada kandang sapi karena ukuran geladak yang semakin mengecil. Kandang kambing dapat diisi oleh 22 ekor, 21 ekor, 19 ekor, 17 ekor, 15 ekor, 11 ekor dan 9 ekor kambing. Kandang kambing terletak di *second deck*, *third deck* dan *double bottom*. Pada Gambar 5.18 merupakan model kandang kambing dengan maksimal 22 ekor kambing. Kandang tersebut memiliki ukuran kandang 250 cm x 550 cm.



Gambar 5.17 3D Model Kandang Sapi



Gambar 5.18 3D Model Kandang Kambing

BAB 6

ANALISIS EKONOMI

6.1. Biaya Pembangunan

Biaya pembangunan terdiri dari *structural cost*, *outfit cost*, *machinery cost* dan *non-weight cost*. Perhitungan dilakukan dengan rumus pendekatan pada rumus (2.21), (2.22), (2.23) dan (2.24). Hasil perhitungan biaya pembangunan dapat ditunjukkan pada Tabel 6.1:

Tabel 6.1 Biaya Pembangunan

Keterangan	Nilai	Satuan
Structural Cost	3,515,948.32	USD
Outfit Cost	185,880.00	USD
Machinery Cost	200,000.00	USD
Non-Weight Cost	390,182.83	USD
Keuntungan (10%)	429,201.12	USD
Inflasi (2%)	85,840.22	USD
Pajak (10%)	429,201.12	USD
Total Biaya	5,236,253.61	USD
Total Biaya	75,487,402,926	IDR

6.2. Pendapatan Tiap Tahun

Untuk mendapatkan nilai pendapatan, dibutuhkan biaya angkut sapi dan kambing tiap ekor. Setelah itu, nilai pendapatan pertahun didapatkan dari biaya angkut semua ternak dalam sekali angkut dikalikan dengan total pengiriman dalam satu tahun. Perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 6.2 Total Pendapatan Pertahun

Biaya angkut 1 ekor sapi	=	Rp 500,000	rupiah
Biaya angkut 1 ekor kambing	=	Rp 365,000	rupiah
Jumlah sapi	=	762	ekor
Jumlah kambing	=	1116	ekor
Asumsi 1 tahun	=	365	hari
total pengiriman dalam 1 tahun	=	122	kali
Pendapatan pertahun			
Sapi	=	Rp 46,355,000,000	rupiah
Kambing	=	Rp 49,559,700,000	rupiah
Total pendapatan	=	Rp 95,914,700,000	rupiah

6.3. Biaya Operasional

Biaya operasional terdiri dari biaya cicilan pinjaman bank, biaya perawatan, biaya asuransi, gaji kru, biaya bahan bakar, biaya air bersih dan makanan. Didapatkan nilai biaya operasional adalah Rp57,780,640,802.

6.4. Payback

Payback merupakan perhitungan untuk pengembalian modal dalam waktu tertentu. Nilai NPV didapatkan 35,097 dengan IRR 12%. Payback dari *livestock carrier* ini adalah 13 tahun, 3 bulan dan 23 hari.

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan percobaan dan penelitian maka kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. *Payload* kapal adalah 837 ton dengan kapasitas 762 ekor sapi dan 1116 ekor kambing atau total ternak 1877 ekor. Didapatkan nilai ukuran utama akhir:

$Lpp = 72 \text{ m}$, $B = 12 \text{ m}$, $H = 7.2 \text{ m}$, $T = 4.2 \text{ m}$, $Displasemen = 2715 \text{ ton}$, Kecepatan Dinas = 12 knot, Daya mesin = 1578 HP.

Desain Rencana Garis, desain Rencana Umum, Desain *Safety Plan* dan 3D Model dapat dilihat pada lampiran Tugas Akhir ini.

2. Total kandang dalam satu kapal adalah 136 kandang. Kandang sapi memiliki 3 jenis kandang berdasarkan ukurannya yang diisi oleh 6 ekor, 10 ekor dan 12 ekor. Kandang kambing memiliki ukuran kandang yang lebih bervariasi karena geladak semakin kebawah semakin mengecil. Kandang kambing memiliki ukurang yang dapat diisi oleh 22 ekor, 21 ekor, 19 ekor, 17 ekor, 15 ekor, 11 ekor dan 9 ekor.

Desain ruang muat sapi dan kambing dapat dilihat pada 3D model kandang dan lampiran Tugas Akhir ini.

3. Biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan kapal ini adalah Rp 75,487,402,926 dengan biaya operasionalnya sebesar Rp 57,780,640,802, sedangkan pendapatan pertahun adalah Rp 95,914,700,000. Nilai NPV didapatkan 35,097 dengan IRR 12%. *Payback* dari kapal adalah 13 tahun, 3 bulan dan 23 hari.

7.2. Saran

Saran berisi tentang hal-hal yang dapat dikembangkan dari Tugas Akhir ini, yang nantinya dapat dijadikan judul oleh Tugas Akhir selanjutnya, serta kekurangan-kekurangan yang terdapat dalam Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Pada perhitungan yang dilakukan, masih banyak menggunakan estimasi dan rumus pendekatan. Diharapkan pada penelitian selanjutnya menggunakan metode lain yang lebih akurat.
2. Tidak menggunakan perhitungan konstruksi. Diharapkan pada penelitian selanjutnya memperhatikan kekuatan konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agricultural output—Meat consumption—OECD Data.* (t.t.). TheOECD. Diambil 18 Juli 2020, dari <http://data.oecd.org/agroutput/meat-consumption.htm>
- Alondra container ship partly converted to a livestock carrier. (2017, April 12). *Poland at Sea - Maritime Economy Portal.* <http://www.polandatsea.com/alondra-container-ship-partly-converted-to-a-livestock-carrier/>
- Badan Pusat Statistik. (t.t.). Diambil 18 Juli 2020, dari <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1038>
- Bappenas: Ibu Kota Baru Hanya Akan Dihuni 1,5 Juta Jiwa—Ekonomi Bisnis.com. (t.t.). Diambil 4 Agustus 2020, dari <https://ekonomi.bisnis.com/read/20190918/9/1149775/bappenas-ibu-kota-baru-hanyaakan-dihuni-15-juta-jiwa>
- Evans, J. H. (1959). Basic design concepts. *Journal of the American Society for Naval Engineers*, 71(4), 671–678.
- Fikri, M. U. (2016). Desain Livestock Carrier Rute Makassar-Jakarta Untuk Menyuplai Kebutuhan Sapi di Jakarta dan Sekitarnya. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), G117–G122.
- Lamb, T., & Society of Naval Architects and Marine Engineers (U.S.) (Ed.). (2003). *Ship design and construction* (New edition). Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Liputan6.com. (2019, Maret 16). *9 Jenis Sapi Potong Terbaik dengan Kualitas Daging Unggulan.* liputan6.com. <https://www.liputan6.com/citizen6/read/3918330/9-jenis-sapi-potong-terbaik-dengan-kualitas-daging-unggulan>

- Media, K. C. (t.t.). *Kalimantan Timur Ibu Kota Baru, Luasnya Hampir 3 Kali DKI, Alasan Pindah hingga Pembiayaan Halaman all.* KOMPAS.com. Diambil 18 Juli 2020, dari <https://www.kompas.com/tren/read/2019/08/27/064807165/kalimantan-timur-ibu-kota-baru-luasnya-hampir-3-kali-dki-alasan-pindah>
- Papanikolaou, A. (2014). *Ship design: Methodologies of preliminary design*. Springer.
- Parsons, M. G. (2001). Parametric design, chapter 11. *Michigan, University of Michigan*.
- Pratama, G. R. R. (2015). *Desain Kapal Khusus Pengangkut Sapi Di Kawasan Kepulauan Nusa Tenggara Timur (NTT)*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Pratama, W. (2018, Maret 5). Jenis-jenis Kambing yang Populer di Indonesia Lengkap Dengan Ciri-cirinya. *Belajar Beternak*. <https://budidayaternak.id/jenis-jenis-kambing-di-indonesia/>
- Rasyid, A. (2007). *PETUNJUK TEKNIS PERKANDANGAN SAPI POTONG*. 38.
- Raunekk. (2009, Mei 15). Different types of sailing ships: What are Livestock Carriers. *Bright Hub Engineering*. <https://www.bighthubengineering.com/naval-architecture/35483-livestock-carriers-unique-type-of-ships/>
- Schneekluth, H., & Bertram, V. (1998). *Ship design for efficiency and economy* (2nd ed). Butterworth-Heinemann.
- Supriyanto, E. (2015). *Desain kapal 2 in 1 khusus pengangkut ternak sapi dan barang rute Nusa Tenggara Timur*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Taggart, R. (1980). *Ship design and construction*. Society of Naval Architects & Marine Engineers.
- Watson, D. G. (1998). *Practical ship design* (Vol. 1). Elsevier.

LAMPIRAN

Lampiran A Perhitungan Teknis
Lampiran B Desain Rencana garis
Lampiran C Desain Rencana Umum
Lampiran D Desain Safety Plan
Lampiran E 3D Model
Lampiran F Perhitungan Ekonomis

LAMPIRAN A
PERHITUNGAN TEKNIS

PERHITUNGAN PAYLOAD

Perhitungan Faktor Karkas

Referensi : <https://kampoengternak.or.id/>

Sapi:

Berat Potong	=	400 ton	; Rata-rata berat sapi yang dapat di potong
Karkas	=	50%	; prosentase karkas(daging dan tulang) dari 1 tubuh sapi utuh
Daging tanpa tulang	=	75%	; prosentase daging tanpa tulang dari karkas
Kambing:			
Berat Potong	=	50 ton	
Karkas	=	45%	
Daging tanpa tulang	=	75%	

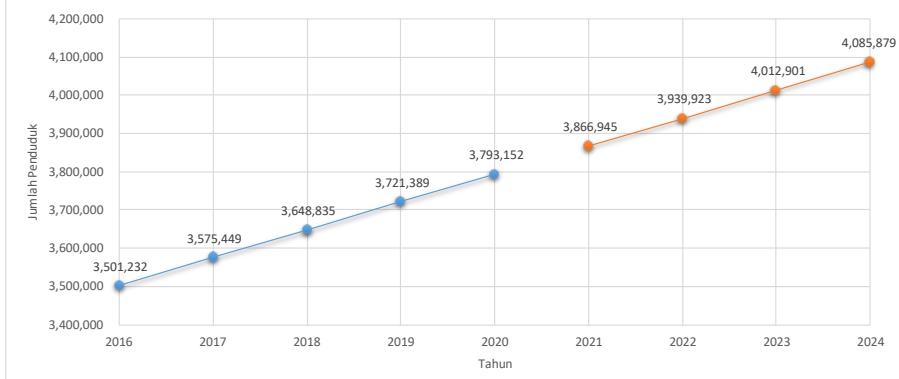
$$\begin{aligned} \text{Faktor Karkas Sapi} &= \frac{\text{Berat potong} \times \text{karkas}}{\text{daging tanpa tulang}} \\ &= \frac{400 \times 50}{75} \\ &= 0.15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Faktor Karkas Kambing} &= \frac{\text{Berat potong} \times \text{karkas}}{\text{daging tanpa tulang}} \\ &= \frac{50 \times 45}{75} \\ &= 0.02 \end{aligned}$$

Perhitungan Demand Masyarakat Kalimantan Timur

Jumlah Penduduk Kaltim tahun 2024 = 4,085,879 jiwa ; Badan pusat statistika

JUMLAH PENDUDUK KALIMANTAN TIMUR



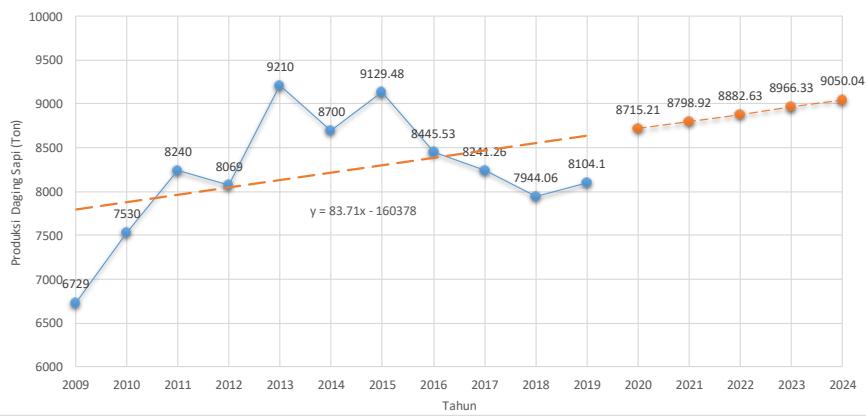
Sapi:

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi daging perkapita} &= 2.68 \text{ kg/tahun} && ; \text{Dinas Peternakan dan kesehatan hewan KALTIM} \\ &= 0.00268 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi Daging Sapi tahun 2024} &= 9050 \text{ ton/tahun} && ; \text{Badan pusat statistika} \\ &= 60,334 \text{ ekor/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Selisih} &= 1,900 \text{ ton/tahun} \\ &= 12,667 \text{ ekor/tahun} \\ &= 35 \text{ ekor/hari} \end{aligned}$$

PRODUKSI DAGING SAPI KALIMANTAN TIMUR



Kambing:		
Konsumsi daging perkapita	=	0.15 kg/tahun ; Dinas Peternakan dan kesehatan hewan KALTIM
	=	0.00015 ton/tahun
Produksi Daging kambing tahun 2024	=	564.69 ton/tahun ; Badan pusat statistika
		28234.64 ekor/tahun
Selisih	=	48.19 ton/tahun
	=	2409 ekor/tahun
	=	7 ekor/hari

Konsumsi Penduduk baru

Konsumsi Sapi	=	12000 ton/tahun
	=	80000 ekor/tahun
	=	219 ekor/hari
Konsumsi Kambing	=	2667 ton/tahun
	=	133,333 ekor/tahun
	=	365 ekor/hari

Payload Awal

Sapi = 254 ekor/hari

Kambing = 372 ekor/hari

Kondisi Supply Sulsel

Perkiraan populasi sapi tahun 2024
(Badan Pusat Statistika)

Tahun	Populasi
2015	1,289,442
2016	1,366,665
2017	1,419,018
2018	1,310,194
2019	1,362,604
2020	1,376,541
2021	1,385,526
2022	1,394,511
2023	1,403,496
2024	1,412,482

Perkiraan populasi kambing tahun 2024
(Badan Pusat Statistika)

Tahun	Populasi
2015	691,022
2016	745,125
2017	777,306
2018	806,461
2019	859,927
2020	895,712
2021	935,627
2022	975,541
2023	1,015,456
2024	1,055,370

Prediksi Jumlah Penduduk Sulsel tahun 2024
(Badan Pusat Statistika Sulsel)

Tahun	Jumlah Penduduk
2016	8,606,375
2017	8,690,294
2018	8,771,970
2019	8,851,240
2020	8,928,004
2021	9,010,838
2022	9,091,258
2023	9,171,679
2024	9,252,099

Sehingga, Total sapi yang dapat dikonsumsi penduduk sulsel	=	Populasi sapi x faktor karkas
	=	211,872 ton/tahun
	=	580 ton/hari
	=	3,870 ekor/hari

Sehingga, Total Kambing yang dapat dikonsumsi penduduk sulsel	=	Populasi kambing x faktor karkas
	=	17,809 ton/tahun
	=	49 ton/hari
	=	2,440 ekor/hari

Konsumsi sapi penduduk sulsel	=	16,653.78 ton/tahun
	=	45.63 ton/hari
	=	304.18 ekor/hari

Konsumsi kambing penduduk sulsel	=	3701 ton/tahun
	=	10 ton/hari
	=	601 ekor/hari

Presentase tingkat konsumsi daging terhadap ketersediaan daging

Sapi	=		
	=	45 ÷ 590 x 100%	
Kambing	=	7.86 %	
	=		
Kambing	=	10 ÷ 48 x 100%	
	=	20.78 %	

Hasil diatas menunjukkan bahwa provinsi sulawesi selatan masih surplus sehingga dapat mengirim sapi dan kambing ke provinsi lain

Sapi dan Kambing yang dapat di ekspor ke provinsi lain (Kemampuan Supply)

Sapi	=	580 - 7.68%	
	=	535	ton/hari
	=	3,566	ekor/hari
Kambing	=	49 - 21.16%	
	=	39	ton/hari
	=	2,291	ekor/hari

Perencanaan Waktu

Item	Value	Unit
Rute Pelayaran Sulsel - Kaltim	309	nm
Kecepatan Dinas	12	knot
Waktu tempuh sekali jalan	25.8	jam
Port Time	20	jam
Roundtrip Time	71.5	jam
Total Time	3.0	hari

PERHITUNGAN KRU

Crew Kapal	Jumlah				
Master	1				
Chief Offiicer	1				
2nd Officer	1				
3rd Officer	1				
Radio Officer	1				
Boatswain	1				
Quarter Master	3				
Sailor	1				
Cook	1				
Mess Boy	1				
Chief Engineer	1				
2nd Engineer	1				
3rd Engineer	1				
4rd Engineer	1				
Eng Foreman	1				
Oiler	3				
Wiper	1				
	21				
<hr/>					
Crew Ternak	Jumlah				
Doktor	3	Referensi dari KM. Camara Nusantara 1 dengan kapasitas 500 ekor:			
Mantri	3	Doktor 1, Mantri 1 dan Kleder 10			
Kleder	30				
	36				
Total	57				
<hr/>					
Berat Kru dan Kebutuhannya					
Koef berat kru	=	75 kg	Asumsi tiap kru 75 kg		
	=	0.075 ton			
Koef kebutuhan kru	=	170 kg	Asumsi kebutuhan tiap kru 170kg /orang		
	=	0.17 ton			
Jumlah Kru	=	57 orang			
Wcrew	=	Koef x Jumlah Kru			
	=	13.965 ton			

PERHITUNGAN DWT

Input Data			
Waktu	=	81.25	hour
Kru (Zc)	=	57	orang
Fuel Oil			
SFR	=	174	g/kwh
	=	0.000174	ton/kwh
MCR	=	1177	kwh
Margin	=	10%	5% ~ 10%
W_{FO}	=	$SFR \cdot MCR \cdot Waktu \cdot (1+Margin)$	
	=	18.304	ton
Lubricating Oil			
SFR	=	14.4	g/kwh
	=	0.0000144	ton/kwh
MCR	=	1177	kwh
Margin	=	10%	5% ~ 10%
W_{LO}	=	$SFR \cdot MCR \cdot Waktu \cdot (1+Margin)$	
	=	1.515	ton
Diesel Oil			
C_{DO}	=	0.15	Diktat IGM Santosa hal. 38 (0.1 ~ 0.2)
W_{DO}	=	$W_{FO} \cdot C_{DO}$	
	=	2.746	ton
Fresh Water			
C_{w1}	=	220	kg/orang hari ; Koef. untuk cuci, mandi, dan minum kru
	=	0.009166667	ton/orang jam
C_{w2}	=	50	kg/ekorhari ; Koef untuk kebutuhan sapi
	=	0.002083333	ton/ekor jam
C_{w3}	=	3	kg/ekor har untuk kambing
	=	0.000125	ton/ekor jam
W_{FW1}	=	$C_{w1} \cdot waktu \cdot Zc$	
	=	42.453	ton
W_{FW2}	=	$C_{w2} \cdot waktu \cdot Jumlah Sapi$	
	=	188.854	ton
W_{FW3}	=	$C_{w3} \cdot waktu \cdot Jumlah kambing$	
	=	11.331	ton
$W_{FWtotal}$	=	242.639	ton

Feed			
$C_{feedsapi}$	=	12% 10%.Berat Badan + 2% Berat Badan	http://nad.litbang.pertanian.go.id/
	=	0.002 ton/sapi jam	Berat sapi 400 kg
$C_{feedkambing}$	=	15% 10-15% dari berat badan	http://lolitkambang.litbang.pertanian.go.id/
	=	0.000188 ton/kambing jam	Berat kambing 30 kg
$W_{feedsapi}$	=	$C_{feed} \cdot waktu \cdot jumlah sapi$	
	=	123.768 ton	
$W_{feedkambing}$	=	$C_{feed} \cdot waktu \cdot jumlah kambing$	
	=	16.997 ton	
W_{feed}	=	140.765 ton	
Provision and Store			
$C_{PRorang}$	=	5 kg/orang hari	
	=	0.000208333 ton/orang jam	
W_{PR}	=	$C_{PR} \cdot waktu \cdot Z_c$	
	=	0.965 ton	
Total Berat Consumable and Crew (W_{cons})			
W_{cons}	=	$W_{C&E} + W_{FO} + W_{LO} + W_{DO} + W_{FW} + W_{PR+Wfeed}$	
	=	420.898 ton	
DWT			
Payload	=	873 ton	
DWT	=	$W_{cons} + Payload$	
	=	1294 ton	

PENENTUAN DIMENSI KANDANG

Ukuran Ternak						
	Sapi	Panjang	=	1.18		
		Lebar	=	0.80		
	Kambing	Panjang	=	0.50		
		Lebar	=	0.30		
Kandang	Luas (m2)	Panjang	Lebar	Jumlah ternak (ekor)	Jenis Ternak	Lokasi
1	9.4	1.75	5.4	6	Sapi	"B" DECK
2	19.02	3.5	5.42	12	Sapi	
3	19.18	3.5	5.46	12	Sapi	
4	19.25	3.5	5.5	12	Sapi	
5	19.25	3.5	5.5	12	Sapi	
6	19.25	3.5	5.5	12	Sapi	
7	19.25	3.5	5.5	12	Sapi	
8	19.25	3.5	5.5	12	Sapi	
9	19.02	3.5	5.4	12	Sapi	
10	18.02	3.5	5.2	10	Sapi	
11	9.4	1.75	5.4	6	Sapi	
12	19.02	3.5	5.42	12	Sapi	
13	19.18	3.5	5.46	12	Sapi	
14	19.25	3.5	5.5	12	Sapi	
15	19.25	3.5	5.5	12	Sapi	
16	19.25	3.5	5.5	12	Sapi	
17	19.25	3.5	5.5	12	Sapi	
18	19.25	3.5	5.5	12	Sapi	
19	19.02	3.5	5.4	12	Sapi	
20	18.02	3.5	5.2	10	Sapi	
21	9.4	1.75	5.4	6	Sapi	"A" DECK
22	19.08	3.5	5.45	12	Sapi	
23	19.25	3.5	5.5	12	Sapi	
24	19.25	3.5	5.5	12	Sapi	
25	19.25	3.5	5.5	12	Sapi	
26	19.25	3.5	5.5	12	Sapi	
27	19.25	3.5	5.5	12	Sapi	
28	19.25	3.5	5.5	12	Sapi	
29	19.215	3.5	5.49	12	Sapi	
30	18.1	3.5	5.2	10	Sapi	
31	9.4	1.75	5.4	6	Sapi	
32	19.075	3.5	5.45	12	Sapi	
33	19.25	3.5	5.5	12	Sapi	
34	19.25	3.5	5.5	12	Sapi	
35	19.25	3.5	5.5	12	Sapi	
36	19.25	3.5	5.5	12	Sapi	
37	19.25	3.5	5.5	12	Sapi	
38	19.25	3.5	5.5	12	Sapi	
39	19.215	3.5	5.49	12	Sapi	
40	18.1	3.5	5.2	10	Sapi	

41	9.4	1.75	5.4	6	Sapi	MAIN DECK	Hospital
42	19.01	3.5	5.43	12	Sapi		
43	19.22	3.5	5.49	12	Sapi		
44	19.25	3.5	5.5	12	Sapi		
45	19.25	3.50	5.50	12	Sapi		
46	19.25	3.50	5.50	12	Sapi		
47	19.25	3.50	5.50	12	Sapi		
48	19.25	3.50	5.50	12	Sapi		
49	19.215	3.5	5.49	12	Sapi		
50	18.2	3.5	5.2	10	Sapi		
51	9.4	1.75	5.4	6	Sapi		
52	19.005	3.5	5.43	12	Sapi		
53	19.215	3.5	5.49	12	Sapi		
54	19.25	3.5	5.5	12	Sapi		
55	19.25	3.5	5.5	12	Sapi		
56	19.25	3.5	5.5	12	Sapi		
57	19.25	3.5	5.5	12	Sapi		
58	19.25	3.5	5.5	12	Sapi		
59	19.215	3.5	5.49	12	Sapi		
60	18.2	3.5	5.2	10	Sapi		
61	8.92	1.75	5.18	5	Sapi	SECOND DECK	hospital
62	18.5	3.5	5.45	10	Sapi		
63	19.25	3.5	5.5	12	Sapi		
64	19.25	3.5	5.5	12	Sapi		
65	19.25	3.5	5.5	12	Sapi		
66	13.75	2.5	5.5	22	Kambing		
67	13.75	2.5	5.5	22	Kambing		
68	13.75	2.5	5.5	22	Kambing		
69	13.75	2.5	5.5	22	Kambing		
70	13.5	2.5	5.4	21	Kambing		
71	12.25	2.5	4.9	19	Kambing		
72	10.5	2.5	4.2	17	Kambing		
73	8.92	1.75	5.18	5	Sapi		
74	18.5	3.5	5.45	10	Sapi		
75	19.25	3.5	5.5	12	Sapi		
76	19.25	3.5	5.5	12	Sapi		
77	19.25	3.5	5.5	12	Sapi		
78	13.75	2.5	5.5	22	Kambing		
79	13.75	2.5	5.5	22	Kambing		
80	13.75	2.5	5.5	22	Kambing		
81	13.75	2.5	5.5	22	Kambing		
82	13.5	2.5	5.4	21	Kambing		
83	12.25	2.5	4.9	19	Kambing		
84	10.5	2.5	4.2	17	Kambing		hospital

85	5.83	1.25	4.76	9	Kambing
86	12.46	2.5	5.13	19	Kambing
87	13.24	2.5	5.36	21	Kambing
88	13.65	2.5	5.46	22	Kambing
89	13.75	2.5	5.5	22	Kambing
90	13.75	2.5	5.5	22	Kambing
91	13.75	2.5	5.5	22	Kambing
92	13.75	2.5	5.5	22	Kambing
93	13.75	2.5	5.5	22	Kambing
94	13.75	2.5	5.5	22	Kambing
95	12.96	2.5	5.3	21	Kambing
96	11.09	2.5	4.65	17	Kambing
97	8.77	2.5	3.87	13	Kambing
98	5.83	1.25	4.76	9	Kambing
99	12.46	2.5	5.13	19	Kambing
100	13.24	2.5	5.36	21	Kambing
101	13.65	2.5	5.46	22	Kambing
102	13.75	2.5	5.5	22	Kambing
103	13.75	2.5	5.5	22	Kambing
104	13.75	2.5	5.5	22	Kambing
105	13.75	2.5	5.5	22	Kambing
106	13.75	2.5	5.5	22	Kambing
107	13.75	2.5	5.5	22	Kambing
108	12.96	2.5	5.3	21	Kambing
109	11.09	2.5	4.65	17	Kambing
110	8.77	2.5	3.87	13	Kambing
111	5.168	1.25	4.24	8	Kambing
112	11.5	2.5	4.77	17	Kambing
113	12.58	2.5	5.158	19	Kambing
114	13.32	2.5	5.4	21	Kambing
115	13.75	2.5	5.5	22	Kambing
116	13.75	2.5	5.5	22	Kambing
117	13.75	2.5	5.5	22	Kambing
118	13.75	2.5	5.5	22	Kambing
119	13.75	2.5	5.5	22	Kambing
120	13.75	2.5	5.5	22	Kambing
121	12.62	2.5	5.32	19	Kambing
122	10.25	2.5	4.4	15	Kambing
123	7.588	2.5	3.43	11	Kambing
124	5.168	1.25	4.24	8	Kambing
125	11.5	2.5	4.77	17	Kambing
126	12.58	2.5	5.158	19	Kambing
127	13.32	2.5	5.4	21	Kambing
128	13.75	2.5	5.5	22	Kambing
129	13.75	2.5	5.5	22	Kambing
130	13.75	2.5	5.5	22	Kambing
131	13.75	2.5	5.5	22	Kambing
132	13.75	2.5	5.5	22	Kambing
133	13.75	2.5	5.5	22	Kambing
134	12.62	2.5	5.32	19	Kambing
135	10.25	2.5	4.4	15	Kambing
136	7.588	2.5	3.43	11	Kambing

THIRD DECK

DOUBLE BOTTOM

PERHITUNGAN UKURAN UTAMA

$$\left(\frac{L_2}{L_1}\right)^3 = \left(\frac{B_2}{B_1}\right)^3 = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^3 = \frac{W_2}{W_1}$$

Dimana, L_1 = panjang kapal yang akan didesain (m)

L_2 = panjang *parent ship* (m)

B_1 = lebar kapal yang akan di desain (m)

B_2 = lebar *parent ship* (m)

T_1 = sarat kapal yang akan di desain (m)

T_2 = sarat *parent ship* (m)

W_1 = DWT kapal *parent ship* (ton)

W_2 = DWT kapal yang akan dicari (ton)

Selain itu dikenal juga faktor skala K dalam *geosim prosedure* ini, nilai K ini yang menjadi skala perbandingan ukuran utama dari *parent ship* dan kapal yang akan didesain. Nilai K dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

$$\frac{L_2}{L_1} = \frac{B_2}{B_1} = \frac{T_2}{T_1} = \sqrt[3]{\frac{W_2}{W_1}} = K$$

Input

W_2	=	1294 ton
W_1	=	2800 ton
L_1	=	91.41 m
B_1	=	15.9 m
H_1	=	9.3 m
T_1	=	5.2 m

Perhitungan

$$\begin{aligned} K &= (W_2/W_1)^{(1/3)} \\ &= 0.773164 \end{aligned}$$

L_2	=	$L_1 * K$	L	70
	=	70.67 m		
B_2	=	$B_1 * K$	B	12
	=	12.29 m		
H_2	=	$H_1 * K$	H	7.2
	=	7.19 m		
T_2	=	$T_1 * K$	T	4.2
	=	4.02 m		

PEMERIKSAAN UKURAN UTAMA KAPAL

Input Data :

Lpp	=	70.00 m
H ₀	=	7.20 m
B ₀	=	12.00 m
T ₀	=	4.20 m
F _n	=	0.230984
V _s	=	12 knots
V _s	=	6.1728 m/s
ρ	=	1.025 ton/m ³

Ratio Ukuran Utama Kapal

L ₀ /B ₀	=	5.833	3.5 < L/B < 10
B ₀ /T ₀	=	2.857	1.8 < B/T < 5
L ₀ /T ₀	=	16.667	10 < L/T < 30
L/16	=	4.375	H>L/16

Principle of Naval Architecture Vol.I hlm.19

Principle of Naval Architecture Vol.I hlm.19

Principle of Naval Architecture Vol.I hlm.19

BKI Vol. II 2006

Perhitungan :

Lwl	=	1.04 x Lpp
	=	72.800

; Principles of Naval Architecture Vol. II Page 54

PERHITUNGAN KOEFISIEN

Froude Number

$$Fn = \frac{Vs}{\sqrt{g \cdot L}}$$

$$= 0.230984$$

$g = 9.81 \text{ m/s}$
 $Fn \leq 0.24 ; \text{Slow Ship}$
;Methodologies of preliminary page 145

Perhitungan koefisien

1 Block Coefisien

; Parametric Design Chapter 11 Page 11

$$Cb = -4.22 + 27.8 \sqrt{Fn} - 39.1 Fn + 46.6 Fn^3$$

$$= 0.72$$

2 Midship Coefisien

; Parametric Design Chapter 11 Page 12

$$Cm = 0.977 + 0.085(C_b - 0.6)$$

$$= 0.987384$$

3 Waterplane Coefisien

; Parametric Design Chapter 11 Page 16

$$Cwp = 0.180 + 0.860 \cdot C_p$$

$$= 0.808998$$

4 Coefisien Prismatic

; Parametric Design Chapter 11 Page 19

$$C_p = \frac{Cb}{Cm}$$

$$= 0.731393$$

5 Longitudinal Center Of Buoyancy

$$\begin{aligned} LCB(\%) &= [(-13.5) + 19.4 \cdot C_p] \% Lpp \\ &= 0.689019 \\ LCB \text{ dari M} &= (LCB (\%)) / 100 Lpp \\ &= 0.482313 \\ LCB \text{ dari AP} &= 0.5 \cdot Lpp + LCB_M \\ &= 35.48231 \\ LCB \text{ dari FP} &= 34.51769 \end{aligned}$$

6 Volume Displasement

$$\Delta = \frac{\bar{L} \cdot B \cdot T \cdot C_b}{2649.712}$$

7 Berat kapal kosong

$$\begin{aligned} \Delta &= L \cdot B \cdot T \cdot C_b \cdot \rho \\ &= 2715.955 \end{aligned}$$

PERHITUNGAN HAMBATAN

Input:

Lpp	=	70.000 m
Lwl	=	72.800 m
B	=	12.000 m
H	=	7.200 m
T	=	4.200 m
Cb	=	0.72
Cm	=	0.987
Cp	=	0.731
Cwp	=	0.809
Fn	=	0.231
Cstern	=	0
Vs	=	6.1728 m/s

Perhitungan

1 Viscous Resistance

$$\begin{aligned}
 R_n &= (\text{Lwl} \cdot \text{Vs}) / 1.18831 \cdot (10^{-6}) && ; \text{PNA Vol. II Page 59} \\
 &= 378167178.60 \\
 C_f 0 &= \text{Koefisien Tahanan Gesek} && ; \text{PNA Vol. II Page 90} \\
 &= 0.075 / (((\text{Log } R_n - 2))^2) \\
 &= 0.001733 \\
 C &= 1 + (0.11 \cdot C_{stern}) \\
 &= 1 \\
 L_r / L &= ((1 - C_p) + (0.06 \cdot C_p \cdot LCB)) / ((4 \cdot C_p) - 1) \\
 &= 0.1505 \\
 Lwl^3 / \nabla &= 145.6114 \\
 1+k_1 &= 0.93 + 0.482 \cdot \left(\frac{B}{L} \right)^{1.0681} \cdot \left(\frac{T}{L} \right)^{0.4611} \cdot \left(\frac{L}{L_r} \right)^{0.1216} \cdot \left(\frac{L^3}{\nabla} \right) 0.3649 (1 - C_p)^{0.6042} \\
 &= 1.2569
 \end{aligned}$$

2 Resistance Appendages

Wetted Surface Area *; PNA Vol. II Page 91*

$$\begin{aligned}
 A_{ST} &= 0 && ; \text{Tanpa bulbous bow} \\
 S &= Lwt(2T+B) \cdot \sqrt{Cm \cdot (0.453 + 0.4425 \cdot Cb - 0.2862 \cdot Cm - 0.003467 \cdot (B/T) + 0.3696 \cdot Cwp) + 2.38 \cdot (A_{st}/Cb)} \\
 &= 1149.689055 \\
 \text{Srudder} &= C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot \frac{1.75 \cdot L \cdot T}{100} \\
 &= 5.351 \\
 \text{Sbilgekeel} &= 4 \cdot (0.6 \cdot Cb \cdot Lwl) \cdot (0.18 / (Cb - 0.2)) && ; \text{Practical Ship Design Page 254} \\
 &= 43.495 \\
 \text{Sapp} &= \text{Srudder} + \text{Sbilgekeel} \\
 &= 48.846 \\
 \text{Stotal} &= S + \text{Sapp} \\
 &= 1198.535 \\
 1+k_2 &= 1.5 \cdot \text{Srudder} + 1.4 \cdot \text{Sbilgekeel} / (\text{Srudder} + \text{Sbilgekeel}) \\
 &= 1.411 \\
 1+k &= 1 + k_1 + [1 + k_2 - (1 + k_1)] \frac{S_{app}}{S_{tot}} \\
 &= 1.263163249
 \end{aligned}$$

3 Wave Making Resistance

B/Lwl	=	0.165			
C4	=	B/Lwl	$\rightarrow 0.11 \leq B/L \leq 0.25$		
	=	0.1648			
Ta	=	T	\rightarrow even keel		
	=	4.200			
Tf	=	T			
	=	4.200			
iE	=	$12567 \frac{B}{L} - 16225 C_p^2 + 23432 C_p^3 + 0.155 \left(LCB + \frac{6.8(T_o - T)}{T} \right)^3$			
	=	25.616			
d	=	-0.9			
C1	=	$2223105 C_4^{3.7861} \left(\frac{T}{B} \right)^{1.0796} (90 - i_E)^{-1.3757}$			
	=	2.524			
C5	=	$1.7301 - 0.7067 \cdot C_p$	$\rightarrow C_p \geq 0.8$		
	=	1.213			
m1	=	$0.01404 \frac{L}{T} - 1.7525 \nabla^{\frac{1}{3}} / L - 4.7932 B / L - C_s$			
	=	-2.093			
λ	=	$1.446 C_p - 0.03 L/B$			
	=	0.8756			
C6	=	-1.694	$L^3 / \nabla < 517$	$L^3 / \nabla =$	145.611
m2	=	$C_6 \cdot 0.4 e^{-0.034 F_n^{-3.29}}$	$F_n^{-3.29} =$	124.112	
	=		$e^{-0.034 F_n^{-3.29}}$	0.015	
Ast	=	0	Tanpa bulbuos bow		
r_B	=	$0.56 \sqrt{(ABT)}$			
	=	0			
h_B	=	0			
i	=	Tf-h_B-0.4464.rB			
	=	4.200			
C2	=	1	\rightarrow without bulb		
A_T	=	0			
C3	=	$1 - 0.8 A_T / (B.T.C_M)$			
	=	1			
Rw/W	=	$C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot e^{\{m_1 \cdot F_n^d + m_2 \cos(\lambda F_n^{-2})\}}$			
	=	0.00101492			
C_A	=	$0.006 (Lwl + 100)^{-0.16} - 0.00205$			
	=	0.000581			
W	=	$\rho \cdot g \cdot \nabla$			
	=	26643.516 N			
Rtotal	=	$\frac{1}{2} \rho V^2 S_{tot} [C_F (1 + k) + C_A] + \frac{R_w}{W} W$			
	=	64877.498 N			
	=	64.877 kN			
Rtotal + Margin 15%Rtotal	=	74.609 kN			

PERHITUNGAN POWER & PROPULSION

Input Data

Lwl	=	72.800
T	=	4.200
Cb	=	0.722
R _T	=	64.877 kN
D	=	2.730 ;Diameter (0,6 s.d 0,65)T
n rpm	=	150
n rps	=	2500
P/D	=	1 ;Pitch Ratio (0,5 s.d 1,4)
z	=	4 blade
A _E /A ₀	=	0.4
vs	=	6.1728
1+k	=	1.263163
Cf	=	0.001733
Ca	=	0.000581

Perhitungan Awal

Cv	=	(1+k).Cf + Ca	(PNA vol 2 hal 162)
	=	0.002771	
w	=	0,3.Cb + 10.Cv.Cb - 0,1	(PNA vol 2 hal 163)
	=	0.136659	
t	=	0.1	(PNA vol 2 hal 163)
Va	=	Speed of Advance	
	=	Vs.(1-w)	
	=	5.329229	

Effective Horse Power (EHP)

P _E	=	R _T .Vs
	=	400.4758 kW

Thrust Horse Power (THP)

P _T	=	P _E .((1-w)/(1-t))
	=	384.1634

Propulsive Coefficient Calculation

η_h	=	Hull Efficiency
	=	((1-t)/(1-w))
	=	1.0425

η_o	=	Open Water Test Propeller Efficiency (J/2n).(KT/KQ) 0.5	Wageningen B-Series
η_r	=	Rotative Efficiency 0.95	(PNA vol 2 hal 163)
η_D	=	Quasi-Propulsive Coefficient $\eta_h \cdot \eta_o \cdot \eta_r$ 0.49517	
PD	=	Delivered Power at Propeller PE/ η_D 808.765 KW	
Shaft Horse Power			
η_s	=	Shaft Efficiency ; (0.981 ~ 0.985) 0.98 untuk mesin aft	(parametric design hal 11-31)
PS	=	Shaft Power PD/ η_s 825.2704 KW	
Brake Horse Power Calculation (BHP)			
η_R	=	Reduction Gear Efficiency 0.97	
P_{B0}	=	Brake Horse Power (BHP0) PS/ η_R 850.7943 KW	
Koreksi MCR =		15% · PBO	1000.934
MCR =		(115% · PBO)	
MCR =		978.4134 KW	
	=	2258.795 x 1,34102 HP	
	=	1312.072 HP	

Penentuan Mesin Utama

MCR Mesin

BHP	=	978.4134 kW
	=	1312.072 HP

Mesin

Merk	=	Yanmar
Type	=	8N21A-SN

Daya Mesin Yang Digunakan

Daya	=	1177 kW
		1578.381 HP

Konsumsi Fuel Oil

=	174 g/kW	1g/kwh=	0.735499 g/BPh
=	128 g/BPh		

Konsumsi Lubricating Oil

System Oil	=	13.5 kg/24h
Cylinder Oil	=	14.4 g/kW
		10.6 g/BPh

Tampilan Mesin

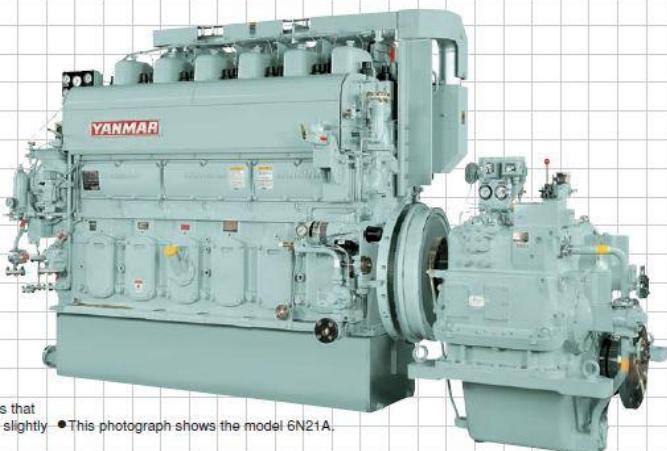


6N21A / 8N21A

Output 662~1324kW

ASSIGN
combustion system

Lower fuel consumption
Lower NOx emissions



• Depending on the specifications or options that have been chosen, your model may differ slightly. • This photograph shows the model 6N21A, from the one in the photograph.

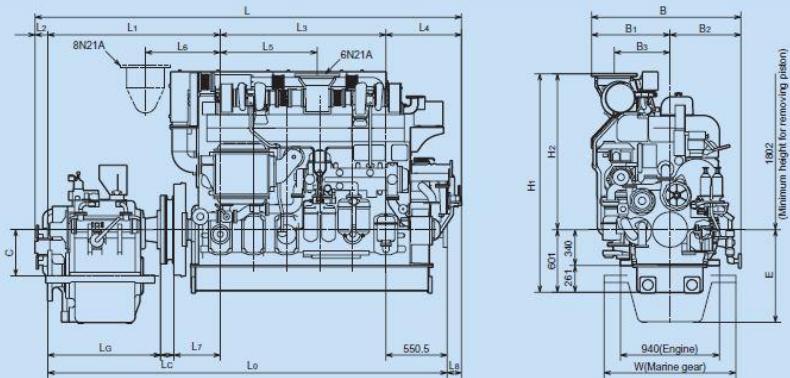
Spesifikasi Mesin

■ Specifications

Engine model	6N21A-DV	6N21A-UV	6N21A-SV	6N21A-EV	8N21A-UN	8N21A-SN	8N21A-EN
Number of cylinders	6	6	6	6	8	8	8
Cylinder bore X stroke mm	210 × 290	210 × 290	210 × 290	210 × 290	210 × 290	210 × 290	210 × 290
Continuous rated output kW (PS)	662 (900)	736 (1000)	883 (1200)	956 (1300)	1030 (1400)	1177 (1600)	1324 (1800)
Rated engine speed min ⁻¹ (rpm)	800	800	850	850	800	850	900
Engine dry mass kg	8000	8000	8000	8000	10500	10500	10500
Standard reverse-reduction gear	Offset	Y-850	YX-1000	YXH-2000			
	co-axial	YC-850	YX-1000C	YXH-2000C			
Reduction gear ratios (ahead)	Offset	1.84, 2.07, 2.35, 2.68	2.03, 2.36, 2.78, 3.32	2.23, 2.58, 2.79, 3.03			
	co-axial	1.84, 2.07, 2.35, 2.68	2.03, 2.36, 2.78, 3.32	2.23, 2.58, 2.79, 3.03			
Reverse-reduction gear mass kg	Offset	1950	2400	4750			
	co-axial	2400	2550	5100			
Total mass with reverse-reduction gear kg	Offset	9950	10400	15250			
	co-axial	10400	10550	15250			

Dimensi Mesin

■ Dimensions(Unit:mm)



Engine	Marine gear	L	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆	L ₇	L ₈	L _g	L _c	L _d	L _s	L _x	L _z	B	B ₁	B ₂	B ₃	H ₁	H ₂	E	F	C	W	Elastic coupling
6N21A-DV		3920	1598	29	1575	718	921	—	436	167	1031	131	3724	1420	748	675	530	2081	1480	456	355	350	1120	RATO 2111			
Y-850		4022	1729	29	1575	718	921	—	436	167	1162	131	3855	1420	748	675	530	2081	1480	100	355	0	1120	RATO 2111			
YC-850		4022	1729	29	1575	718	921	—	436	167	1072	131	3765	1420	748	675	530	2081	1480	505	380	435	1260	RATO 2111			
6N21A-UV		4053	1639	121	1575	718	921	—	436	167	1105	131	3798	1420	748	675	530	2081	1480	70	380	0	1260	RATO 2111			
YX-1000		4086	1672	121	1575	718	921	—	436	167	1105	131	3798	1420	748	675	530	2081	1480	70	380	0	1260	RATO 2111			
YX-1000C		4086	1672	121	1575	718	921	—	436	167	1072	137	3775	1420	748	675	530	2081	1480	505	380	435	1260	RATO 2311			
6N21A-SV/EV		5945	1645	121	1575	726	921	—	436	167	1105	137	3803	1420	745	675	530	2081	1480	70	380	0	1260	RATO 2311			
YX-1000C		4092	1678	121	1575	718	921	—	436	167	1105	137	3803	1420	745	675	530	2081	1480	70	380	0	1260	RATO 2311			
8N21A-UN/SN/EN		4878	2006	38	2205	629	—	620	436	78	1570	150	4763	1585	910	675	670	2151	1550	510	635	590	1300	RATO 2511			
YXH-2000C		5178	2306	38	2205	629	—	620	436	78	1720	150	5089	1585	910	675	670	2151	1550	510	45	0	1300	RATO 2511			

Please confirm all specifications, etc. on the separate delivery specifications sheet. When installing the product, please request a separate outline drawing of the engine with detailed information regarding installation.

Generator Set

Daya Genset =	40% Main Enginer Power
=	391.37 kW
=	524.83 HP

Generator dibagi menjadi 3 yaitu 2 Generator Utama dan Emergency Generator

Daya 1 genset =	130.46 kW
=	174.94 HP

High durability & Long life
Medium-speed

6NY16LW

- Generator Capacity : ~250kWe (50Hz) / ~320kWe (60Hz)

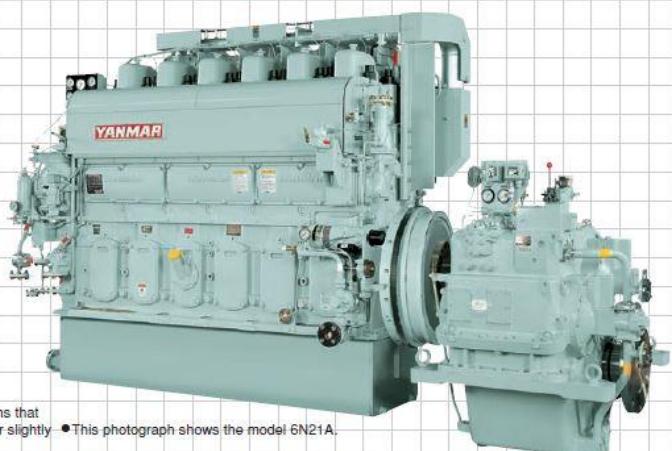


6N21A/8N21A

Output 662~1324kW

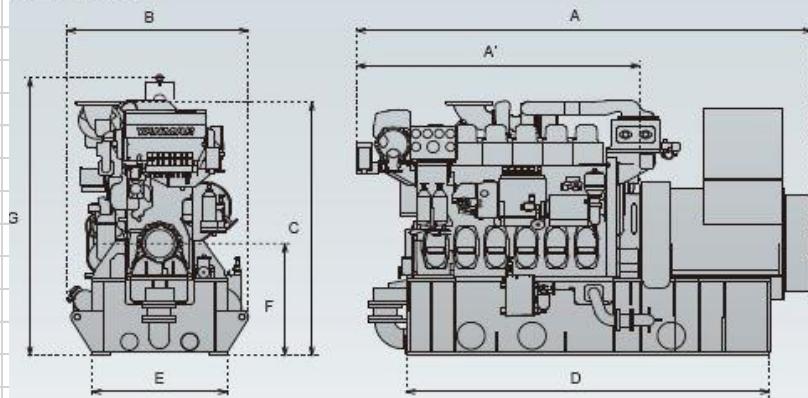
ASSIGN
combustion system

Lower fuel consumption
Lower NOx emissions



• Depending on the specifications or options that have been chosen, your model may differ slightly. • This photograph shows the model 6N21A, from the one in the photograph.

Dimensions



G : Minimum Height for Removing Piston

Model	A	A'	B	C	D	E	F	G
6NY16L-SW	3112	1972	1265	1813	2530	940	800	1983
6NY16L-UW	3117	1972	1265	1813	2530	940	800	1983

Depending on the specifications or options that have been chosen,
your model may differ slightly from the one in the photograph and outline.

Specifications

your model may differ slightly from the one in the photograph and outline.

Model	6NY16L-SW			6NY16L-UW	
Frequency			50Hz		60Hz
Generator	Rated Output kWe	250			320
	Type	3-Phase Brushless			
	Voltage V	200~480		200~6600	
	No. of Poles P	6			
	Power Factor %	80 (lagging)			
Diesel Engine	Rated Output kW(HP)	279 (374)		353 (473)	
	Type	Vertical, Water-cooled, 4-stroke Diesel			
	No. of Cylinders	6			
	Bore×Stroke mm	160 X 200			
	Rated Speed min ⁻¹	1000		1200	
Total Weight (Gen.Set)	kg	5870			

PERHITUNGAN BERAT PERMESINAN

Input			
P _{Engine}	=	1177 kW	
Dry Mass _{ME}	=	10.5 Ton	
W _{GB}	=	5.1 Ton	
P _B	=	850.794 kW	
n	=	150 rpm	
P _D	=	808.765 kW	
T	=	4.2 m	
Dry Mass _{Genset}	=	6.41 Ton	
B	=	12 m	
H	=	7.2 m	
Engine Weight			
W _{engine}	=	10.5 Ton	
Gearbox			
W _{GB}	=	5.1 Ton	
Shafting			
I	=	Shaft Length	
	=	5	Assumption
n	=	Propeller Speed	
	=	150	Assumption
M/I	=	0.081 (P _D /n) ^{2/3}	<i>Ship Design for Efficiency and Economy 2nd Ed., pg. 175</i>
	=	0.2491 Ton/m	<i>by H. Schneekluth and V. Bertram</i>
W _{shaft}	=	(M/I) . I	
	=	1.245305 Ton/m	
Propeller			
Propeller Dimention			
D	=	(0.6 + 0.65)*T/2	
	=	2.625	
V	=	0.01 x D ³	<i>Practical Ship Design, pg. 79</i>
	=	0.180879	<i>by D. G. M Watson</i>
P/D	=	0.5 - 1.4 m ³	<i>K_T, K_Q, and Efficiency Curves for the Wageningen B-Series Propellers,</i>
P/D	=	1 m ³	<i>by M.M Bernitsas, D. Ray, and P. Kinley</i>
z	=	4 Blade	
A _E /A ₀	=	0.5	Assumption
Propeller Weight			
K	=	0.18 (A _E /A ₀) - (z - 2)/100	<i>Ship Design for Efficiency and Economy 2nd Ed., pg. 176</i>
	=	0.07	
W _{prop}	=	D ³ x K x V	<i>Ship Design for Efficiency and Economy 2nd Ed., pg. 175</i>
	=	0.22902 Ton	
Propulsion Weight			
W _{tot}	=	17.074 Ton	

Electrical Unit		
Generator Weight		
Wgenset	=	6.41 Ton
ngenset	=	3
Wtot	=	Wgenset .n
	=	19.23 Ton
Other Weight		
M	=	0.04 - 0.07P _{engine}
	=	47.08 Ton
Total Weight		
Wtot	=	83.384 Ton
Center of Mechanical Weight		
h _{DB}	=	(350 + 45 B)/1000
	=	0.89 m
D'	=	H
	=	7.2 m
VCGm	=	h _{DB} + 0.35 (D' - h _{DB})
	=	3.0985 m
LCGm	=	at the after end of main engine
b	=	AP to tip of propeller shaft
	=	0.35 T
	=	1.47 m
LCGm	=	b + shaft length
	=	6.47 m dari AP
	=	66.33 m dari FP

PERHITUNGAN BERAT BAJA

Ref : Parametric ship design chapter 11, Watson dan Gilfilan

Input Data

L =	72.80
B =	12
H =	7.2
T =	4.20
Cb =	0.72
K =	0.033
Pb =	850.7943
D =	6.120

Ship type	K mean	K range	Range of E
Tankers	0.032	± 0.003	$1500 < E < 4000$
chemical tankers	0.036	± 0.001	$1900 < E < 2500$
bulk carriers	0.031	± 0.002	$3000 < E < 15000$
container ships	0.036	± 0.003	$6000 < E < 13000$
cargo	0.033	± 0.004	$2000 < E < 7000$
refrigerator ships	0.034	± 0.002	$4000 < E < 6000$
coasters	0.030	± 0.002	$1000 < E < 2000$
offshore supply	0.045	± 0.005	$800 < E < 1300$
tugs	0.044	± 0.002	$350 < E < 450$
fishing trawlers	0.041	± 0.001	$250 < E < 1300$
research vessels	0.045	± 0.002	$1350 < E < 1500$
RO-RO ferries	0.031	± 0.006	$2000 < E < 5000$
passenger ships	0.038	± 0.001	$5000 < E < 15000$
frigates/corvettes	0.023		

$$E = E_{\text{hull}} + E_{\text{ss}} + E_{\text{dh}}$$

$$= L(B + T) + 0.85L(D - T) + 0.85 \sum l_i \cdot h_i + 0.75 \sum l_j \cdot h_j$$

$$E_{\text{hull}} = L(B + T) + 0.85L(D - T)$$

$$= 1298.17$$

$$E_{\text{ss}} = 0.85 \sum l_i \cdot h_i$$

$$= 380.868$$

$$l_{\text{poop}} = 17.80 \quad h_{\text{poop}} = 2.4$$

$$l_{\text{Forecastle}} = 8.9 \quad h_{\text{boat}} = 2.4$$

Untuk kandang direncanakan 6 tingkat

$$l_{\text{kandang1}} = 48 \quad h = 2$$

$$l_{\text{kandang2}} = 48 \quad h = 2$$

$$l_{\text{kandang3}} = 48 \quad h = 2$$

$$l_{\text{kandang4}} = 48 \quad h = 2$$

$$l_{\text{kandang5}} = 48 \quad h = 2$$

$$l_{\text{kandang6}} = 48 \quad h = 2$$

$$E_{\text{dh}} = 0.75 \sum l_j \cdot h_j$$

$$= 62.640$$

$$l_{\text{deck1}} = 9.6 \quad h_{\text{deck1}} = 2.4$$

$$l_{\text{deck2}} = 9.6 \quad h_{\text{deck2}} = 2.4$$

$$l_{\text{deck3}} = 9.6 \quad h_{\text{deck3}} = 2.4$$

$$l_{\text{deck4}} = 6 \quad h_{\text{deck4}} = 2.4$$

$$E = E_{\text{hull}} + E_{\text{ss}} + E_{\text{dh}}$$

$$= 1741.678$$

$$W_{\text{ST}} = W_{\text{s}} \cdot E$$

$$= K \cdot E^{1.36} (1 + 0.5(Cb' - 0.70))$$

$$= 927.3482 \text{ Ton}$$

$$Cb' = CB + (1 - CB)((0.8D - T)/3T)$$

$$= 0.992887$$

Koreksi

$$\begin{aligned} \text{Bulkhead Construction} &= (2.5\% W_s) \\ &= 23.18 \text{ Ton} \\ \text{Engine Foundation} &= 27Pb / (n+250)(15+Pb/1000) \\ &= 3.623 \text{ Ton} \\ \text{Double Bottom} &= 3.634 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\text{Berat Total Baja} = 957.79 \text{ Ton}$$

Titik Berat Baja

$$\begin{aligned} VCG_{\text{hull}} &= 0.01D(46.6 + 0.135(0.81 - CB)(L/D)2) + 0.008D(L/B - 6.5), L \leq 120 \text{ m} \\ &= 3.348 \text{ dari baseline} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LCG_{\text{hull}} &= -0.15 + LCB \\ &= 0.332 \text{ dari midship} \end{aligned}$$

PERHITUNGAN BERAT PERALATAN DAN PERLENGKAPAN

Ref : Parametric ship design chapter 11, Watson dan Gilfilan			
Input Data			
L	=	72.80	
B	=	12.00	
H	=	7.20	
T	=	4.20	
Co	=	0.4	(Outfit weight coefficient)
Berat E & O			
$W_{E\&O}$	=	$Co \cdot L \cdot B$	
	=	349.440 ton	
Titik berat E & O			
$VCG_{E\&O}$	=	$D + 1.25$	$L \leq 125 \text{ m}$
	=	8.45 m	
$LCG_{E\&O}$	=	(25%.Wo at LCGM, 37.5% Wo at LCGdh, dan 37.5% at LCG amidship)	
25%Wo	=	87.360 ton	at 6.47 m dari AP
37.5%Wo	=	131.040 ton	at 6 m dari AP
37.5%Wo	=	131.040 ton	at 36.40 m dari AP
$LCG_{E\&O}$	=	$(25\% \cdot WE\&O) \cdot LCGM + (37.5\% \cdot WE\&O) \cdot LCGDH + ((37.5\% \cdot WE\&O) \cdot LCGOther) / WE\&O$	
	=	17.518 m dari AP	
	=	55.283 m dari FP	

PERHITUNGAN BERAT DAN TITIK BERAT TOTAL

Berat Baja			
W_{ST}	=	957.79	ton
KG_{ST}	=	3.347505	m
LCG_{ST}	=	36.07	m dari FP
Berat Peralatan dan Perlengkapan			
$W_{E&O}$	=	349.440	ton
$KG_{E&O}$	=	8.45	m
$LCG_{E&O}$	=	55.283	m dari FP
Berat Permesinan			
W_M	=	83.384	ton
KG_M	=	3.099	m
LCG_M	=	66.33	m dari FP
Berat Consumable			
W_{cons}	=	420.898	ton
KG_{cons}	=	3.65	
LCG_{cons}	=	30	Dari FP
Berat Payload			
$W_{payload}$	=	873.2194	ton
$KG_{payload}$	=	$(H - h_{DB}) \cdot 0.5 + h_{DB}$	
	=	4.350	
$LCG_{payload}$	=	$(0.5 \cdot LCH)$	
	=	24.05	Dari FP
DWT	=	1294.117	ton
LWT	=	1390.614	ton
$KG Total$	=	4.377	m
$LCG Total$	=	34.649	m

PENGECEKAN

Kondisi Full Load		
Gaya Berat		
LWT	=	1390.614 ton
DWT	=	1294.117 ton
LWT+DWT	=	2684.731 ton
Gaya Angkat = 2715.955 ton		
Selisih	=	31.224 ton
	=	0.31 %

PERHITUNGAN FREEBOARD

L	=	72.80 m
B	=	12.00 m
H	=	7.20 m
T	=	4.20 m
d	=	6.12
cb	=	$V/(L \cdot B \cdot d)$
	=	0.496

Sumber: International Convention on Load Lines 1966 - Annex 1 - Chapter III Freeboard

Tipe Kapal

Tipe A	=	Kapal dengan muatan cair dan tangki kargo hanya memiliki bukaan akses kecil yang ditutup oleh kedap air yang ditutup rapat dari baja atau bahan sejenis. Kapal yang punya permeabilitas rendah pada ruang muat yang terisi penuh.
Tipe B	=	Semua kapal yang tidak termasuk kapal tipe A

Freeboard Standard

Tipe B dengan panjang kapal kurang dari 100 m, sehingga ukuran standar freeboard sesuai tabel

Fb	=	674 mm
----	---	--------

Koreksi freeboard untuk kapal dibawah 100 m

Kapal tipe B dengan panjang 24-100 m dan superstruktur dengan panjang 35% L, maka freeboard ditambah dengan koreksi

Koreksi	=	$7.5(100-L)(0.35-E/L)$ mm
Fb1	=	708.411 mm

Koreksi untuk Cb

Apabila Cb lebih dari 0.68, maka freeboard harus dikali dengan faktor :

Faktor	=	$(Cb+0.68)/1.36$
Fb2	=	582.6154 mm

Tidak perlu koreksi karena kurang dari 0.68

Koreksi Depth

Jika D lebih besar dari L/15, maka freeboard harus ditambah dengan $(D-L/15)R$ mm

Dimana $R = L/0.48$

D	=	7.20 m
L/15	=	4.85 m
R	=	91.00
Fb4	=	887.5467 mm

Koreksi Bangunan Atas		
L1 (m)	→	Hst (m)
30	→	1.8
75	→	1.8
72.80	→	1.8 m
Tst	→	4.20 m
Est	→	Sst
	→	72.80 m
Pengurangan Akibat Bangunan Atas		
L1 (m)	→	Hss (m)
24	→	350
85	→	860
72.80	→	758.000
Pengurangan		758.000 mm
		0.758 m
Minimum Bow Height		
Cb min	=	0.68
Bwm	=	$56L(1-L/500)(1.36/Cb+0.68)$
	=	4029.569 mm
	=	4.029569 m
Minimum Freeboard		
	=	837.958 mm
Lambung Timbul Sebenarnya		
Fba	=	H-T
	=	3.00 m
	=	3000 mm
Freeboard actual lebih besar dari minimum freeboard		
Ketinggian Bow		
Bow Height =	Fba + Tst	Diterima
	=	7.20
Bow Height lebih besar dari minimum bow height		

TRIM CALCULATION

Perhitungan trim, dilakukan dengan standard aturan SOLAS 1974

Peraturan ini mensyaratkan batas trim yang diizinkan adalah

Data:

s maksimal	=	0.364	m

Analisis trim menggunakan *Software Maxsurf Stability*

Loadcase	Kondisi	Nilai Trim (m)	Trim	Syarat
1	Kapal Kosong	0.00001	Buritan	<i>Pass</i>
2	Kapal Penuh	0.0522	Buritan	<i>Pass</i>
3	Kapal Tengah Jalan	0.0641	Buritan	<i>Pass</i>
4	Kapal Pulang	0.206	Haluan	<i>Pass</i>

PERHITUNGAN STABILITY

No	Kriteria	Value	Loadcase				Satuan	Kondisi
			Kapal Kosong	Kapal Berangkat	Tengah Perjalanan	Kapal Pulang		
1	Area 0 to 30 shall \geq	3.151	9.3339	9.8657	7.2334	12.5546	m.deg	<i>Pass</i>
2	Area 0 to 40 shall \geq	5.157	16.9583	19.0046	15.058	22.7409	m.deg	<i>Pass</i>
3	Area 30 to 40 shall \geq	1.719	7.6244	9.139	7.8246	10.1863	m.deg	<i>Pass</i>
4	GZ Max shall \geq	0.2	0.956	1.104	0.971	1.215	m	<i>Pass</i>
5	Angle of GZ Max shall \geq	25	54.1	49.5	49.1	49.5	deg	<i>Pass</i>
6	Initial GM t \geq	0.15	1.07	1.063	0.264	1.412	m	<i>Pass</i>
7	Passenger Crowding Angle of Equilibrium \leq	10	0.4	0.6	3.3	0.5	deg	<i>Pass</i>

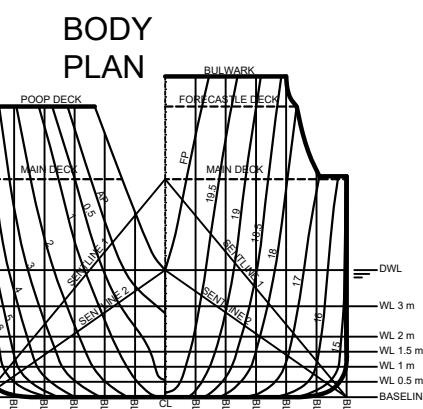
PERHITUNGAN TONNAGE

Referensi: Practical Ship Design - Watson page 367			
Ship construction D.J Eyres page 331			
Gross Tonnage			
GT	=	K1. V	
V	=	Total Volume ruang tertutup dalam satuan meter kubik	
V	=	Vh + Vu	
Vh	=	Volume ruang tertutup diatas main deck	
	=	2756.088 m ³	
Vu	=	Volume ruang tertutup dibawah main deck	
	=	2660.92 m ³	
V	=	5417.008 m ³	
K1	=	0.2 + 0.02 log ₁₀ V	
K1	=	0.275	
GT	=	1487.918	
Net Tonnage			
NT	=	K2. Vc(4d/3D) ²	
Vc	=	Volume kargo	
	=	3312 m ³	
d	=	4.20	
D	=	7.20	
N1	=	2	
N2	=	57	
K2	=	0.2 + 0.02 log ₁₀ Vc	
	=	0.270402	
K3	=	1.25 (GT + 10000)/10000	
	=	1.43599	
NT	=	541.765	
K2. Vc(4d/3D)2	>	0.25 GT	Memenuhi
NT	>	0.3 GT	Memenuhi

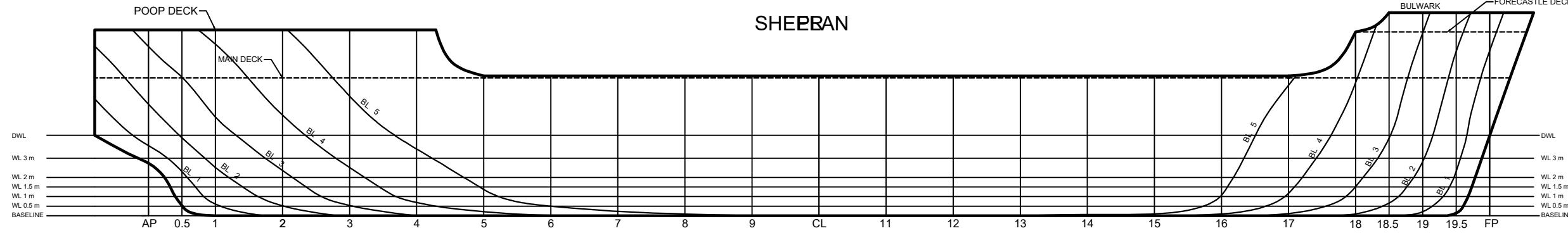
LAMPIRAN B
DESAIN RENCANA GARIS

NO. Station	Flat of Bottom	HALF BREADTH (m)										NO. Station
		W.L. 0.5	W.L. 1	W.L. 1.5	W.L. 2	W.L. 3	W.L. 4.2	Main Deck	Poop Deck	Forecastle Deck	Bulwark	
Transom								0.000	1.430	2.329		Transom
AP		0.000	0.342	0.498	0.774	1.479	2.053	2.469	3.235			AP
0.5	0.000	0.925	1.275	1.539	1.776	2.198	2.677	3.530	4.183			0.5
1	0.000	1.980	2.399	2.834	2.947	3.256	3.898	4.452	4.930			1
2	2.163	2.966	3.406	3.819	3.807	4.168	4.546	5.154	5.493			2
3	3.010	3.796	4.237	4.421	4.579	4.867	5.187	5.644	5.767			3
4	3.575	4.464	4.877	5.031	5.149	5.371	5.610	5.962				4
5	3.928	4.994	5.369	5.479	5.556	5.704	5.867	5.949				5
6	4.440	5.765	5.977	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000				6
7	4.440	5.765	5.977	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000				7
8	4.440	5.765	5.977	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000				8
9	4.440	5.765	5.977	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000				9
10	4.440	5.765	5.977	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000				10
11	4.440	5.765	5.977	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000				11
12	4.440	5.765	5.977	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000				12
13	4.440	5.765	5.977	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000				13
14	4.440	5.765	5.977	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000				14
15	4.216	5.422	5.727	5.791	5.829	5.902	5.925	5.970				15
16	3.569	4.714	4.982	5.08	5.159	5.274	5.373	5.709				16
17	2.659	3.834	3.940	4.094	4.210	4.403	4.588	5.083				17
18	1.721	2.492	2.833	2.995	3.130	3.398	3.826	4.034	4.343			18
18.5	1.198	1.875	2.197	2.368	2.519	2.782	3.028	3.401	3.704	3.840	18.5	
19	0.679	1.205	1.467	1.646	1.796	2.040	2.264	2.651	3.007	3.162	19	
19.5	0.000	0.495	0.875	0.818	0.934	1.132	1.338	1.780	2.189	2.384	19.5	
FP							0.000	0.898	1.213	1.441	FP	

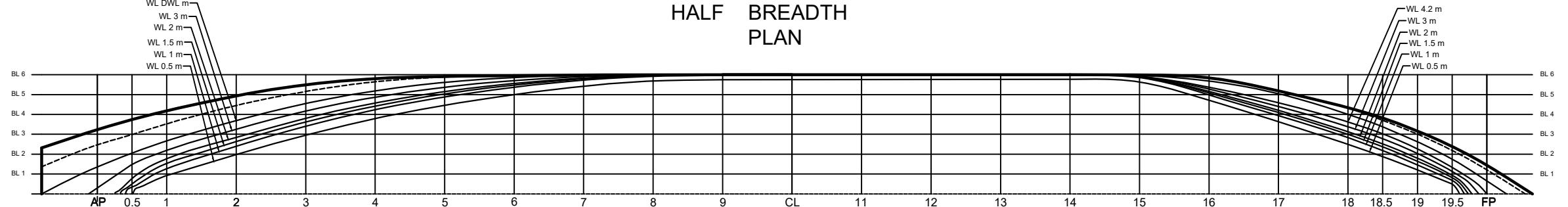
NO. Station	Center Line	SHEER (m)						NO. Station
		b1 1	b1 2	b1 3	b1 4	b1 5	b1 6	
Transom	4.200	6.098	8.713					Transom
AP	2.770	3.665	5.811	8.842				AP
0.5	0.553	2.320	4.073	7.235				0.5
1	0.000	0.588	2.518	5.141	8.963			1
2	0.000	0.000	0.518	2.364	5.256			2
3	0.000	0.000	0.000	0.538	2.524	6.258		3
4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.685	3.480		4
5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.203	1.388		5
6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.501		6
7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.059	1.218	7
8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.059	1.218	7
9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.059	1.218	7
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.059	1.218	7
11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.059	1.218	7
12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.059	1.218	7
13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.059	1.218	7
14	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.059	1.218	7
15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.059	1.226	7
16	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.059	1.062	7
17	0.000	0.000	0.000	0.000	0.083	1.165	6.782	7
18	0.000	0.000	0.000	0.000	0.094	1.517	6.932	7
18.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.661	4.047		18.5
19	0.000	0.207	2.816	9.558				19
19.5	0.133	2.317	8.572					19.5
FP	4.200	8.637						FP



SHEERPLAN



HALF BREADTH PLAN



PRINCIPAL DIMENSIONS

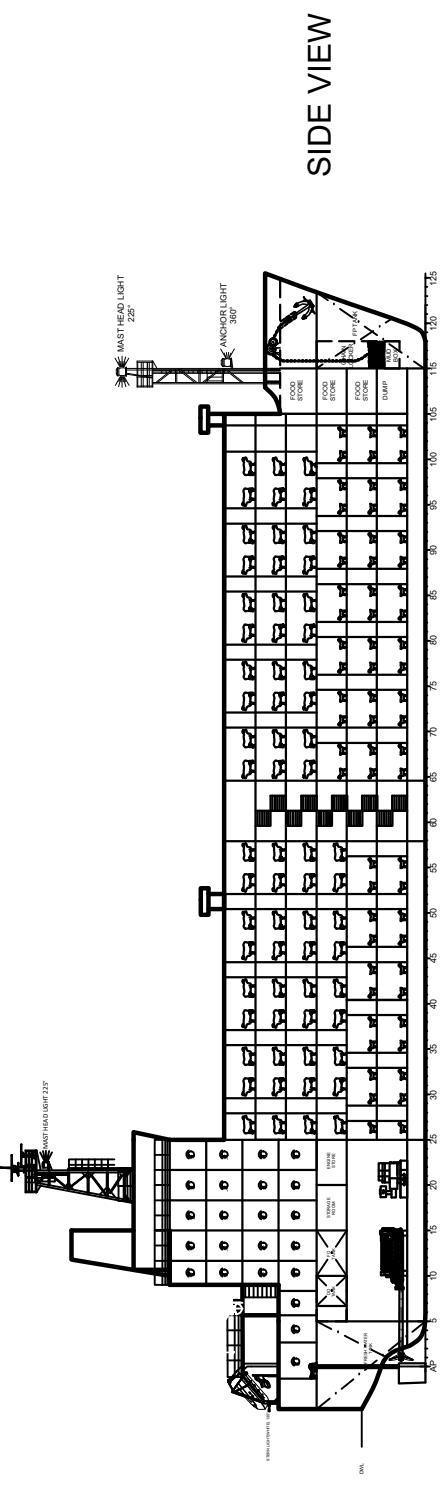
SHIP TYPE	LIVESTOCK CARRIER
LENGTH OVERALL (Loa)	75.09 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR (Lpp)	70 m
BREADTH (B)	12 m
HEIGHT (H)	7.2 m
DRAUGHT (T)	4.2 m
SERVICE SPEED (Vs)	12 knot
COMPLEMENTS	57 Persons
MAIN ENGINE POWER	1578.37 HP

LIVESTOCK CARRIER

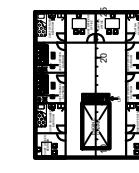
LINES PLAN

SCALE	1 : 250	SIGNATURE	DATE	REMARKS
DRAWN	Febby Ahmad Iman Kurnia			0411164000007
APPROVE	Hasanudin, ST., M.T.			A3

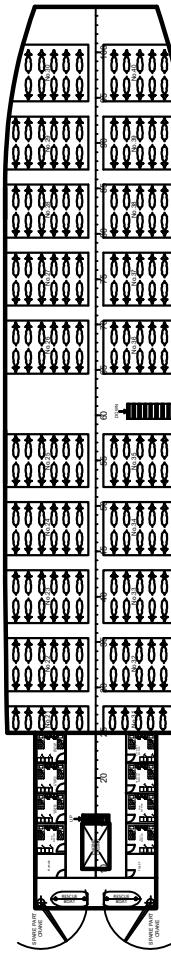
LAMPIRAN C
DESAIN RENCANA UMUM



SIDE VIEW

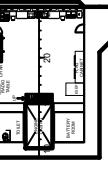


BRIDGE DECK



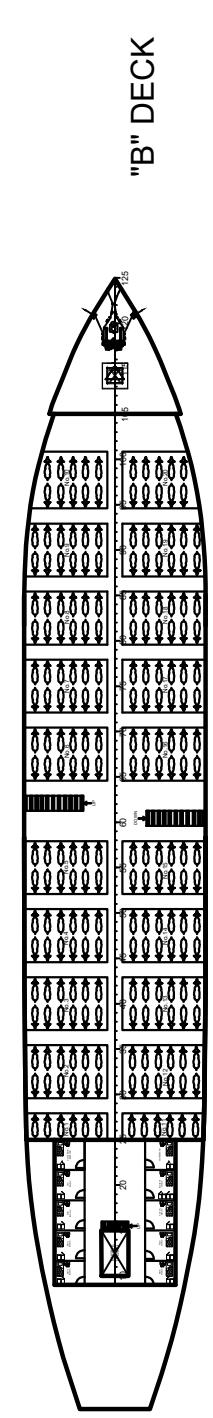
NAVIGATION DECK

"A" DECK

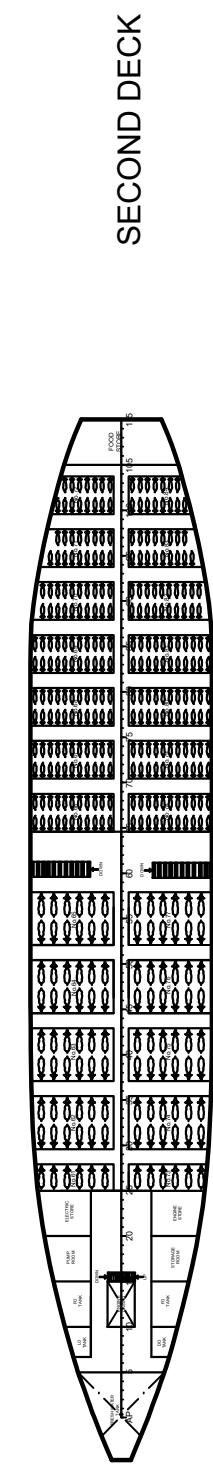


TOP DECK

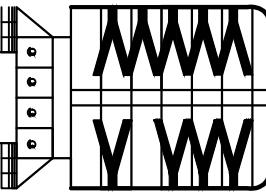
"B" DECK



MAIN DECK

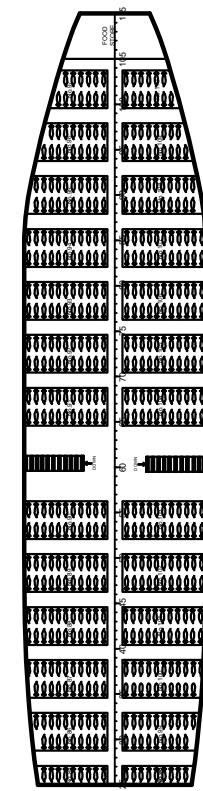


SECOND DECK

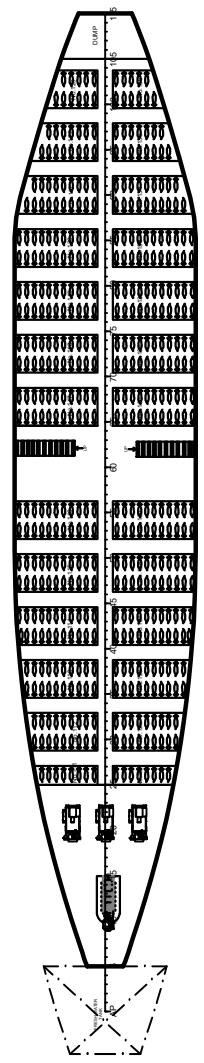


FRONT VIEW

THIRD DECK



DOUBLE BOTTOM



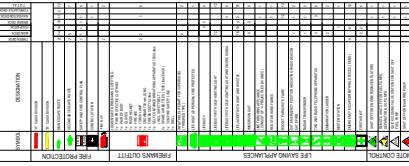
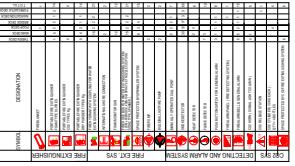
PRINCIPAL DIMENSIONS	
SHIP TYPE LIVESTOCK CARRIER	LENGTH OVERALL (Loa) 75,09 m

SHIP TYPE LIVESTOCK CARRIER	LENGTH OVERALL (Loa) 75,09 m
BREADTH (B)	12 m
HEIGHT (H)	7,2 m
DRAUGHT (T)	4,2 m
SERVICE SPEED (Vs)	12 knot
COMPLEMENTS	57 Persons
MAIN ENGINE POWER	1578,37 HP

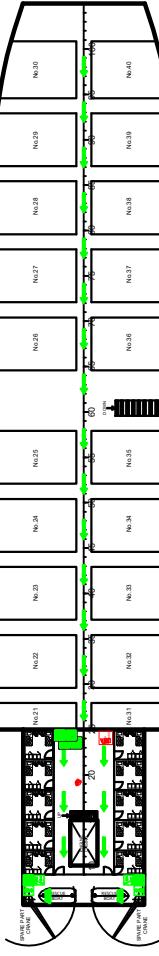
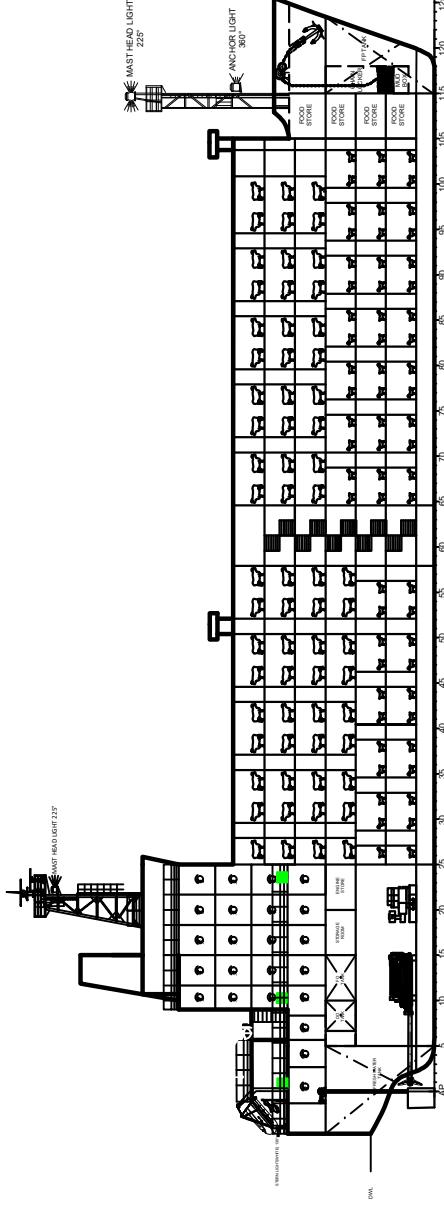
GENERAL ARRANGEMENT	LIVESTOCK CARRIER
DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER	

SCALE 1 : 200	SIGNATURE Febby Ahmad Iman Kurnia
DRAWN Hasanudin, S.T., M.T.	DATE 041116000007
APPROVE Hasanudin, S.T., M.T.	REMARKS A3

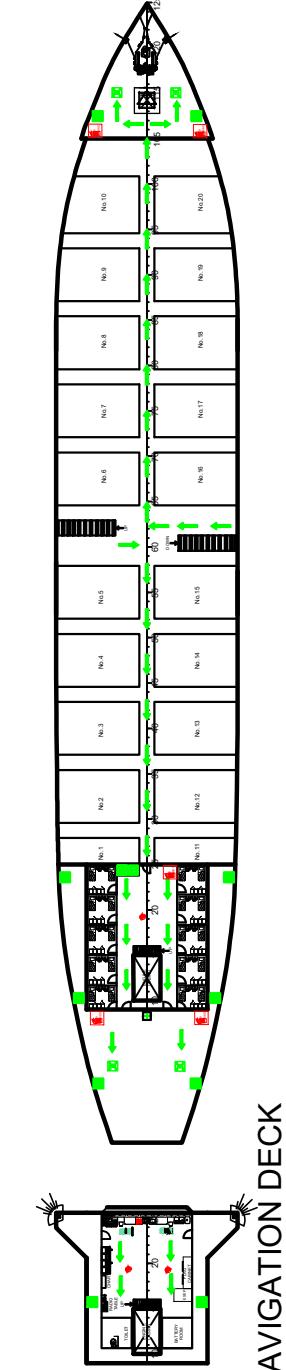
LAMPIRAN D
DESAIN SAEFTY PLAN



SIDE VIEW



"A" DECK



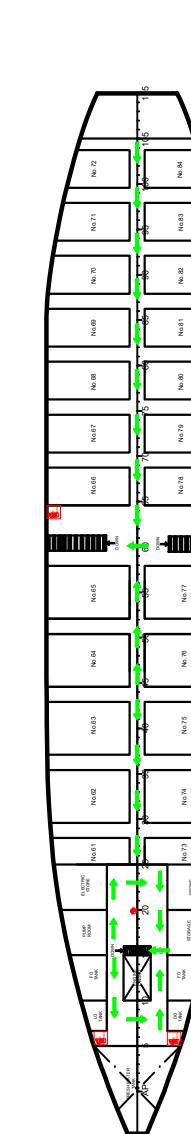
NAVIGATION DECK

"B" DECK



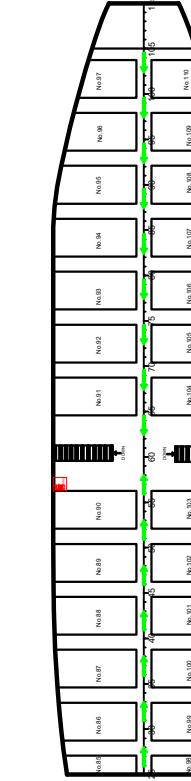
25

卷之三

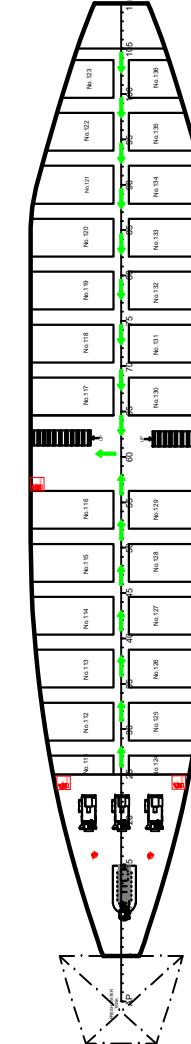


A technical diagram of a bridge deck. On the left, a tall pylon with a helipad at the top is shown. The main deck consists of a series of rectangular panels supported by vertical columns. A prominent feature is a large, continuous zigzag pattern running across the deck, composed of thick black lines.

SECOND DECK



THIRD DECK



FRONT VIEW

DOUBLE BOTTOM

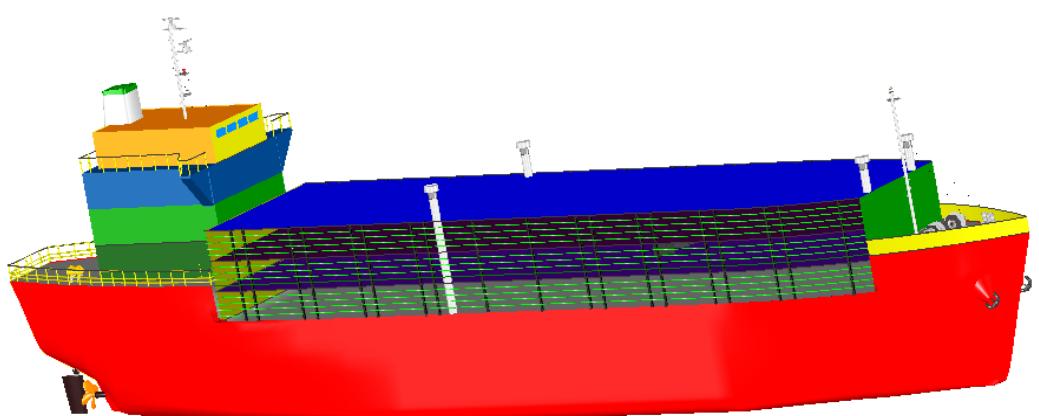
PRINCIPAL DIMENSIONS	
SHIP TYPE	LIVESTOCK CARRIER
LENGTH OVERALL (Loa)	75.09 m
LENGTH BETWEEN PERPENDICULAR (LPP)	70 m
BREADTH (B)	12 m
HEIGHT (H)	7.2 m
DRAUGHT (T)	4.2 m
SERVICE SPEED (Vs)	12 knot
COMPLIMENTS	57 Persons
MAIN ENGINE POWER	1578.37 HP

DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
LIVESTOCK CARRIER

SIGNATURE

DRAWN	Febby Ahmad Inan Kumia			0411164000007
APPROVE	Hasanudin, ST., M.T.			A3

LAMPIRAN E
3D MODEL



LAMPIRAN F
ANALISA EKONOMIS

PERHITUNGAN HARGA

Input Data:					
Wst	=		957.79	ton	
We&o	=		349.44	ton	
Ref: Practical Ship Design					
Perhitungan Biaya Pembangunan					
1. Structural Cost					
Cst	=	Rp	520.32	USD/ton	http://www.pusatbesibaja.co.id/
Pst	=	Wst.Cst			
	=		498,360.43	USD	
2. Outfit Cost					
C _{E&O}	=		16113.04	USD	
P _{E&O}	=	W _{E&O} . C _{E&O}			
	=		5,630,540.70	USD	
3. Machinery Cost					
P _{ME}	=		200,000.00	USD	www.alibaba.com
4. Non-Weight Cost					
C _{NW}	=		10%		
P _{NW}	=	C _{ME} . (P _{ST} +P _{E&O} +P _{ME})			
	=		632,890.11	USD	
Biaya	=		6,961,791.24	USD	
Perhitungan Harga					
1. Keuntungan	=	10%. Biaya			
	=		696,179.12	USD	
2. Inflasi	=	2%. Biaya			
	=		139,235.82	USD	
3. Pajak	=	10%.Biaya			
	=		696,179.12	USD	
Kurs (1 USD)	=	Rp	14,416.30	(per 13 juli 2020)	
Total Harga	=	Rp	122,443,190,753		

BREAKDOWN BIAYA OUTFITTING DAN EQUIPMENT

No	Item	Value	Unit
1	Jangkar		
	Sumber	www.alibaba.com	
	Jumlah	2	Unit
	Harga per unit	500	USD/unit
	Total Harga	1000	USD
2	Fuel Oil Pump		
	Sumber	www.alibaba.com	
	Jumlah	12	meter
	Harga per unit	600	USD/meter
	Total Harga	7200	USD
3	Fresh Water Pump		
	Sumber	www.alibaba.com	
	Jumlah	120	meter
	Harga per unit	100	USD/meter
	Total Harga	12000	USD
4	Seawage Pump		
	Sumber	www.alibaba.com	
	Jumlah	70	meter
	Harga per unit	100	USD/meter
	Total Harga	7000	USD
	Railing		
	Sumber	www.alibaba.com	
	Jumlah	150	meter
	Harga per unit	80	USD/meter
	Total Harga	12000	USD
	Lifebuoy		
	Sumber	www.alibaba.com	
	Jumlah	12	Unit
	Harga per unit	20	USD/unit
	Total Harga	240	USD
	Life Jacket		
	Sumber	www.alibaba.com	
	Jumlah	57	Unit
	Harga per unit	10	USD/unit
	Total Harga	570	USD

	Liferaft		
	Sumber	www.alibaba.com	
	Jumlah	2	Unit
	Harga per unit	1895	USD/unit
	Total Harga	3790	USD
	Lifeboat		
	Sumber	www.alibaba.com	
	Jumlah	1	Unit
	Harga per unit	20000	USD/unit
	Total Harga	20000	USD
	Lifeboat		
	Sumber	www.alibaba.com	
	Jumlah	1	Unit
	Harga per unit	20000	USD/unit
	Total Harga	20000	USD
	Kasur		
	Sumber	www.alibaba.com	
	Jumlah	24	Unit
	Harga per unit	104	USD/unit
	Total Harga	2496	USD
	Kasur Tingkat		
	Sumber	www.alibaba.com	
	Jumlah	17	Unit
	Harga per unit	155	USD/unit
	Total Harga	2635	USD
	Meja		
	Sumber	www.alibaba.com	
	Jumlah	57	Unit
	Harga per unit	42	USD/unit
	Total Harga	2394	USD
	Lemari		
	Sumber	www.alibaba.com	
	Jumlah	57	Unit
	Harga per unit	72	USD/unit
	Total Harga	4104	USD

	AC		
	Sumber	www.alibaba.com	
	Jumlah	31	Unit
	Harga per unit	205	USD/unit
	Total Harga	6355	USD
	Selang Air		
	Sumber	www.alibaba.com	
	Jumlah	300	meter
	Harga per unit	5	USD/meter
	Total Harga	1500	USD
	Mushroom Vent		
	Sumber	www.alibaba.com	
	Jumlah	4	set
	Harga per unit	600	USD/set
	Total Harga	2400	USD
	Tangga		
	Sumber		
	Jumlah	9	unit
	Harga per unit	104	USD/set
	Total Harga	936	USD
	Tangga		
	Sumber		
	Jumlah	2220	meter
	Harga per unit	10	USD/meter
	Total Harga	22200	USD
	Tempat Pakan dan Minum		
	Sumber	www.alibaba.com	
	Jumlah	2180	Unit
	Harga per unit	18	USD/unit
	Total Harga	39240	USD
	Windlass		
	Sumber	www.alibaba.com	
	Jumlah	1	Set
	Harga per unit	5000	USD/set
	Total Harga	5000	USD

Peralatan Navigasi dan Komunikasi		
Sumber: www.alibaba.com		
a. Peralatan Navigasi		
Radar	5,000	USD
Kompas	55	USD
GPS	4,000	USD
Lampu Navigasi		
- <i>Masthead Light</i>	9.8	USD
- <i>Anchor Light</i>	8.9	USD
- <i>Starboard Light</i>	12	USD
- <i>Portside Light</i>	12	USD
Simplified Voyage	13,500	USD
Automatic Identification System (AIS)	1,400	USD
Telescope Binocular	60	USD
Harga Peralatan Navigasi	24057.70	USD
b. Peralatan Komunikasi		
Radiotelephone		
Jumlah	1	Set
Harga per set	200	USD
Harga Total	200.00	USD
Digital Selective Calling (DSC)		
Jumlah	1	Set
Harga per set	186	USD
Harga Total	186.00	USD
Navigational Telex (Navtex)		
Jumlah	1	Set
Harga per set	11250	USD
Harga Total	11250.00	USD
EPIRB		
Jumlah	1	Set
Harga per set	110	USD
Harga Total	110.00	USD
SART		
Jumlah	2	Set
Harga per set	450	USD
Harga Total	900.00	USD
Portable 2-Way VHF Radiotelephone		
Jumlah	2	Unit
Harga per unit	87	USD
Harga Total	174.00	USD
Harga Peralatan Komunikasi	12820.00	USD
TOTAL BIAYA OUTFITTING AND EQUIPMENT	185880	USD

Operational Cost		
Pinjaman Bank		
Biaya	Nilai	Unit
<i>Building Cost</i>	207,647,214,237	Rp
Pinjaman dari Bank	65%	
Pinjaman	134,970,689,254	Rp
Bunga Bank	9.6%	Per tahun
Nilai Bunga Bank	Rp 12,957,186,168	Per tahun
Masa Pinjaman	10	Tahun
Pembayaran Cicilan Pinjaman	1	Per Tahun
Nilai Cicilan Pinjaman	Rp 26,454,255,094	Rp
Nilai Investasi	Rp 234,101,469,330	Rp
Biaya Perawatan		
Diasumsikan 10% total dari <i>Building Cost</i>		
Total Maintenance Cost	Rp 20,764,721,424	per tahun
Asuransi	Nilai	Unit
Diasumsikan 2% total dari <i>Building Cost</i> (<i>Watson, 1998</i>)		
Biaya Asuransi	Rp 4,152,944,285	per tahun
Gaji Crew	Nilai	Unit
Jumlah crew kapal	57	orang
Gaji crew kapal per bulan	Rp 5,000,000	per orang
Gaji crew kapal per tahun	Rp 60,000,000	per orang
Total Gaji Crew	Rp 3,420,000,000	per tahun
Bahan Bakar Fuel	Nilai	Unit
Asumsi Operasional Fuel	52	jam/3hari
Kebutuhan Bahan Bakar	22	liter/jam
Harga bahan bakar Sulsel	Rp 9,500	per liter
Harga bahan bakar	Rp 10,784,400	per 3hari
Harga bahan bakar	Rp 107,844,000	per bulan
Harga bahan bakar	Rp 1,294,128,000	per tahun
Air Bersih (Fresh Water)	Nilai	Unit
Harga air bersih	2000	per liter
Jumlah Pemakaian	100.00	liter/hari
Biaya Pemakaian	Rp 200,000	per hari
Total Biaya Pemakaian	Rp 72,000,000	per tahun
Pakan	Nilai	Unit
Harga pakan	240000	per 0.1 ton
Jumlah Pemakaian	18.78	ton/hari
Biaya Pemakaian	Rp 4,507,200	per hari
Total Biaya Pemakaian	Rp 1,622,592,000	per tahun
TOTAL OPERATIONAL COST	Rp 57,780,640,802	IDR

PENDAPATAN

Biaya angkut				
Biaya angkut 1 ekor sapi	=	Rp 500,000	rupiah	
Biaya angkut 1 ekor kambing	=	Rp 365,000	rupiah	
Jumlah sapi	=	762	ekor	
Jumlah kambing	=	1116	ekor	
Asumsi 1 tahun	=	365	hari	
total pengiriman dalam 1 tahun	=	122	kali	
Pendapatan pertahun				
Sapi	=	Rp 46,355,000,000	rupiah	
Kambing	=	Rp 49,559,700,000	rupiah	
Total pendapatan	=	Rp 95,914,700,000	rupiah	

PERHITUNGAN TINGKAT DISKONTO (DISCOUNT RATE)

Weighted Average Cost of Capital (WACC) = Wd x Kd (1-t) + We x Ke

Nilai Investasi	Rp	57,780,640,802.16
Umur Ekonomis (tahun)		20

Struktur Pendanaan

65%	Kredit investasi bank	Rp	37,557,416,521.40
	Jangka pinjaman (tahun)	10	
	Bunga	9.60%	
	Pajak	25%	
35%	Shareholder	Rp	20,223,224,280.76
	Expected return		20%

Tingkat diskonto

Menggunakan *Cost of Capital*

$$WACC = Wd \cdot Kd(1-t) + We \cdot Ke$$

Di mana,

Wd = Proporsi Pinjaman dari Total Pendanaan

We = Proporsi Modal dari Total Pendanaan

Kd = Biaya pinjaman

Ke = Biaya modal

t = Pajak

Maka,

$$WACC = 11.68\%$$

PENDAPATAN DAN DEPRESIASI PER TAHUN (versi 1 100%)		
1. Pendapatan		
Sapi	Rp	46,355,000,000
Kambing	Rp	49,559,700,000
Total pendapatan	Rp	95,914,700,000
2. Depresiasi		
Biaya Pembanguna	Rp	75,487,402,926
Umur Ekonomis		20 tahun
Depresiasi	Rp	3,774,370,146.31

PERHITUNGAN FREE CASHFLOW PER TAHUN		
<i>Free cashflow = EBIT*(1-t) + Depreciation - CAPEX - Inc. Net WC</i>		
t = Pajak Penghasilan		25%
CAPEX = Capital Expenditure		0
Increment Net Working Cap.		0
1) LABA/(RUGI) SEBELUM BUNGA & PAJAK		
PENDAPATAN		
Penjualan tiket	Rp	95,914,700,000
BIAYA OPERASIONAL		
Cicilan Pinjaman	Rp	26,454,255,093.76
Maintenance Cost	Rp	20,764,721,423.67
Insurance Cost	Rp	4,152,944,284.73
Gaji Crew	Rp	3,420,000,000.00
Bahan Bakar Diesel Oil	Rp	1,294,128,000.00
Air Bersih (Fresh Water)	Rp	72,000,000.00
BIAYA LAIN		
Depresiasi	Rp	3,774,370,146.31
Earnings Before Int. and Tax	Rp	35,982,281,052
Free Cashflow		
Rp 30,761,080,935		
LABA/(RUGI)		
Pendapatan	Rp	95,914,700,000.00
Biaya Operasional	Rp	56,158,048,802.16
Pendapatan/(Biaya) Lain:		
2) Depresiasi	Rp	3,774,370,146.31
DEBIT	Rp	35,982,281,051.53
Free Cashflow		
Rp30,761,080,934.96		

PERHITUNGAN NPV DAN IRR

*Present Value = Future Value * Discount Factor*

Nilai Investasi	234101469330.46		
Umur Ekonomis	20		
Tingkat Diskonto (i)	9.60%		
Faktor Diskonto	$1 / (1+i)^n$		
<i>Net Cashflow</i>	30761080934.96		
		(dalam jutaan)	
Tahun ke- (n)	<i>Net Cashflow</i> (Rp)	Faktor Diskonto	<i>Net Present Value</i> (Rp)
0	-234101.47	1.000	(234,101.47)
1	30761.08	0.912	28,066.68
2	30761.08	0.832	25,608.28
3	30761.08	0.760	23,365.22
4	30761.08	0.693	21,318.63
5	30761.08	0.632	19,451.31
6	30761.08	0.577	17,747.54
7	30761.08	0.526	16,193.01
8	30761.08	0.480	14,774.65
9	30761.08	0.438	13,480.52
10	30761.08	0.400	12,299.74
11	30761.08	0.365	11,222.39
12	30761.08	0.333	10,239.41
13	30761.08	0.304	9,342.53
14	30761.08	0.277	8,524.20
15	30761.08	0.253	7,777.56
16	30761.08	0.231	7,096.31
17	30761.08	0.210	6,474.74
18	30761.08	0.192	5,907.61
19	30761.08	0.175	5,390.15
20	30761.08	0.160	4,918.02
Penilaian Investasi:		NPV	35,097.06
Metode NPV		IRR	12%
Layak			
Metode IRR			
Layak			

PERHITUNGAN PAYBACK PERIODE

$$Payback Period = P + \frac{\text{Accumulated Net Cashflow}}{\text{Net Cashflow}}$$

Tahun ke- (P)	<i>Discounted Net Cashflow</i>	<i>Accumulated Net Cashflow</i> (dalam Rupiah)
0	(234,101,469,330.46)	(234,101,469,330.46)
1	28,066,679,685.18	(206,034,789,645.28)
2	25,608,284,384.29	(180,426,505,260.99)
3	23,365,222,978.37	(157,061,282,282.62)
4	21,318,634,104.35	(135,742,648,178.27)
5	19,451,308,489.37	(116,291,339,688.90)
6	17,747,544,242.13	(98,543,795,446.78)
7	16,193,014,819.46	(82,350,780,627.32)
8	14,774,648,557.90	(67,576,132,069.42)
9	13,480,518,757.21	(54,095,613,312.21)
10	12,299,743,391.61	(41,795,869,920.60)
11	11,222,393,605.49	(30,573,476,315.12)
12	10,239,410,223.98	(20,334,066,091.13)
13	9,342,527,576.63	(10,991,538,514.51)
14	8,524,203,993.27	(2,467,334,521.23)
15	7,777,558,388.02	5,310,223,866.79
16	7,096,312,397.83	12,406,536,264.62
17	6,474,737,589.26	18,881,273,853.88
18	5,907,607,289.47	24,788,881,143.35
19	5,390,152,636.38	30,179,033,779.73
20	4,918,022,478.45	35,097,056,258.18
$P = \text{Tahun terakhir kas kumulatif negatif}$		
$P = 13$		
$\text{Kas kumulatif } P = 2,467,334,521.23$		
$\text{Arus kas } P+1 = 7,777,558,388.02$		
$\text{Payback Periode} = \frac{2,467,334,521.23}{7,777,558,388.02}$		
13.32 tahun		
13		
3.81 bulan		
3.00		
24.21 hari		
Payback periode = 13 Tahun 3 Bulan 23 Hari		

BIODATA PENULIS



Febby Ahmad Iman Kurnia, itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Lamongan pada 19 Maret 1998 silam, Penulis merupakan anak pertama dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Islamiyah Began, kemudian melanjutkan ke MI Islamiyah Began dan SDN Rejotengah II Deket, SMPN 2 Lamongan dan SMAN 2 Lamongan. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2016 melalui jalur SNMPTN.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi *staff* Departemen Riset dan Teknologi HIMATEKPAL 2017/2018 serta Kadiv Departemen Kesejahteraan Mahasiswa Himatekpal 2018/2019. Selain itu, Penulis juga menjadi bendahara Lembaga Dakwah Jurusan Ass-syafinnah 2018/2019.

Email: ahmadfebby10020@gmail.com