

Desain Kapal Pengangkut Sapi dan *Log Carrier* Rute NTB-Kalimantan Timur

Andhika Asmara, dan Hasanudin

Departemen Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: hasanudin@na.its.ac.id

Abstrak—Rencana pemindahan lokasi Ibukota Negara Indonesia dari Jakarta ke Kabupaten Panajam, Kalimantan Timur memerlukan banyak persiapan. Menurut Kepala Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Kaltim kemungkinan penduduk di Provinsi Kalimantan Timur akan bertambah sebanyak 1.5 juta jiwa. Penambahan itu diprediksi juga akan berimbas pada meningkatnya jumlah konsumsi daging sapi sekitar 50%. Dengan kondisi seperti itu, perlu adanya penambahan distribusi daging sapi ke Provinsi Kalimantan Timur untuk memenuhi peningkatan konsumsi daging sapi di daerah tersebut. Namun desain kapal pengangkut ternak yang ada sekarang memakan biaya untuk perjalanan balik kapal akan sangat tinggi karena kapal tidak bisa membawa muatan selain ternak sapi. Pada Penelitian ini dilakukan desain kapal pengangkut sapi dan *log carrier* dengan *payload* yang didapatkan dari analisa suplai dan permintaan untuk daging sapi dan kayu gelondong. Kemudian dilakukan pencarian ukuran utama dengan menggunakan metode geosim. Tahapan selanjutnya adalah menghitung dan melakukan analisa teknis berupa hambatan, kapasitas mesin, berat dan titik berat total, *trim*, *freeboard* dan stabilitas. Tahap selanjutnya adalah menggambar rencana garis, rencana umum dan 3D kapal. Tahap terakhir adalah analisa ekonomis. Didapatkan ukuran utama kapal adalah Lpp : 82.6 m, LoA : 87.5 m, Lebar : 13.2m, tinggi : 6.6 m, sarat : 4.4 m, displasemen : 3691 ton. Biaya pembangunan membutuhkan anggaran dana sebesar Rp 51,654,734,805. Biaya operasional sebesar Rp 21.468.555.616. Pendapatan pertahun adalah Rp 34,862,428,065 dengan *payback* 8 tahun, 3 bulan dan 13 hari.

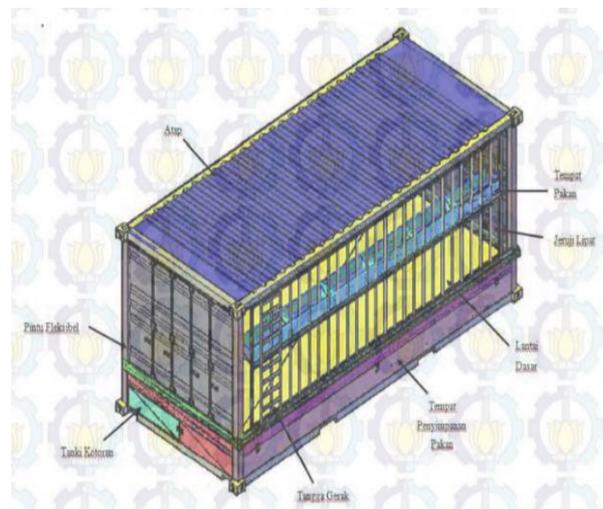
Kata Kunci—Kalimantan-Timur, Nusa-Tenggara-Barat, *Log*, Sapi, *Carrier*.

I. PENDAHULUAN

RENCANA pemindahan lokasi Ibukota Negara Indonesia dari Jakarta ke Kabupaten Panajam, Kalimantan Timur memerlukan banyak persiapan. Ketika rencana ini terealisasi, akan ada migrasi penduduk yang cukup besar dari Pulau Jawa ke Pulau Kalimantan. Migrasi besar ini tentunya perlu didukung oleh banyak hal, beberapa diantaranya adalah kebutuhan lahan untuk tempat tinggal dan juga kebutuhan pangan. Penambahan permintaan akan bahan pangan sedangkan suplai di daerah tersebut kurang akan menyebabkan kenaikan harga. Untuk mengatasi hal ini perlu adanya pendistribusian bahan pangan yang lebih merata untuk memenuhi kebutuhan ini.

Salah satu bahan pangan yang akan meningkat kebutuhannya di Kalimantan adalah daging sapi. Menurut Kepala Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Kaltim kemungkinan penduduk di Provinsi Kalimantan Timur akan bertambah sebanyak 1.5 juta jiwa. Penambahan itu diprediksi juga akan berimbas pada meningkatnya jumlah konsumsi daging sapi sekitar 50%.

Dengan kondisi seperti itu, perlu adanya penambahan distribusi daging sapi ke Provinsi Kalimantan Timur untuk



Gambar 1. Desain peti kemas lipat kondisi terbuka.

memenuhi peningkatan konsumsi daging sapi di daerah tersebut. Daerah suplai sapi yang dipilih adalah Nusa Tenggara Barat karena daerah Nusa Tenggara Barat merupakan salah satu penghasil sapi terbesar di Indonesia. Namun desain kapal pengangkut ternak yang ada sekarang memakan biaya untuk perjalanan balik kapal akan sangat tinggi karena kapal tidak bisa membawa muatan selain ternak sapi.

Provinsi Kalimantan Timur memiliki potensi alam yaitu kayu yang berguna bagi banyak orang. Jenis kayu yang dihasilkan juga beragam mulai dari kayu bulat atau log hingga kayu olahan seperti *plywood*, *veneer*, dan lain sebagainya. Pada tahun 2015 produksi kayu di Provinsi Kalimantan Timur mencapai angka 791 674,06m³ [1].

Oleh karena itu pembuatan desain kapal pengangkut sapi dan *log carrier* diharapkan dapat menjadi solusi untuk mengurangi biaya pengiriman yang mahal akibat muatan balik yang kosong.

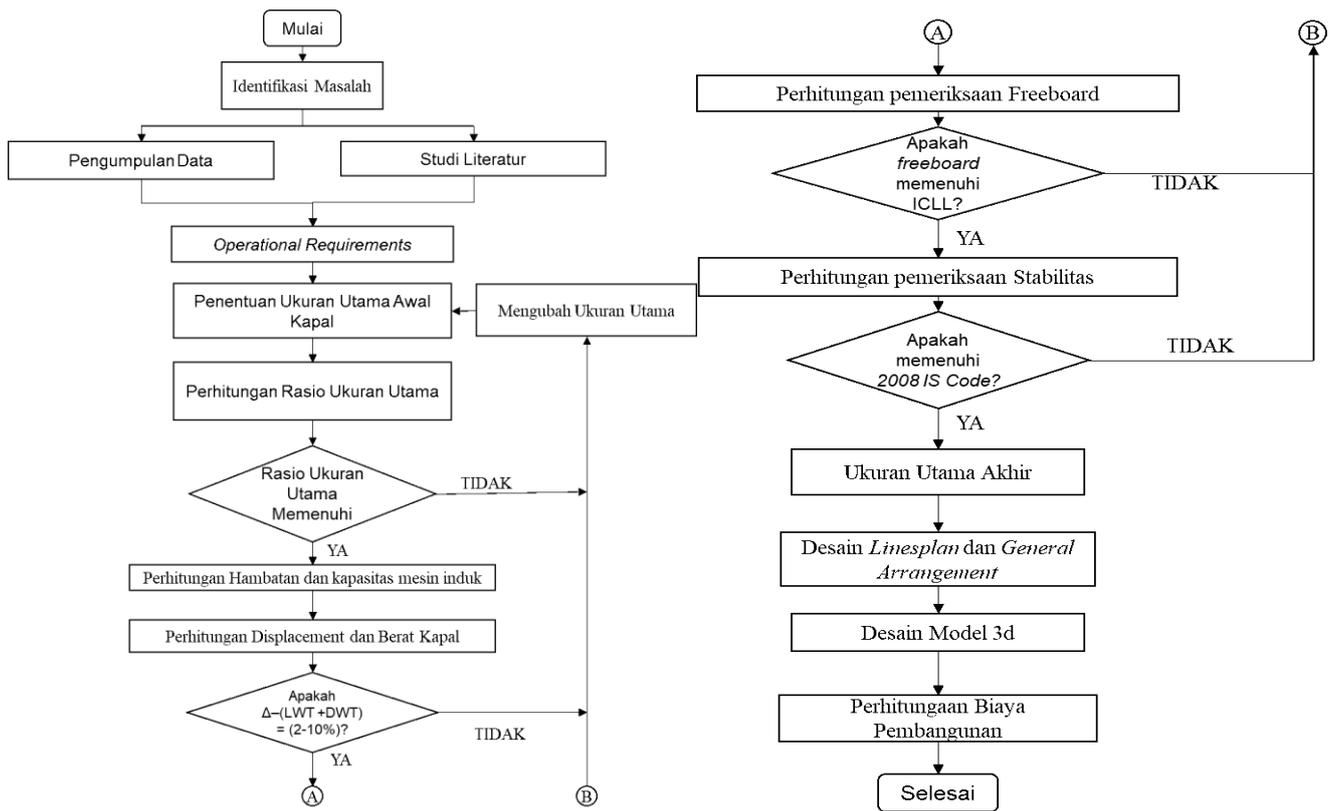
II. URAIAN PENELITIAN

A. Karakteristik Kapal Ternak

Kapal ternak atau livestock carrier adalah kapal yang dibuat khusus sebagai alat transportasi hewan khususnya hewan ternak seperti sapi, domba, kambing, dan lain sebagainya. Pada umumnya kapal ternak merupakan kapal kontainer yang bagian dalamnya dimodifikasi agar dapat mengangkut hewan. Jumlah kru kapal ternak lebih banyak daripada kru kapal kargo lainnya, karena diperlukan tambahan kru untuk menjaga dan memelihara ternak selama dalam perjalanan.

B. Karakteristik Ternak Sapi

Muatan yang dipilih adalah sapi dari daerah Nusa



Gambar 2. Diagram alir pengerjaan.

Tenggara Barat, jenis sapi di daerah tersebut adalah sapi bali (*Bos javanicus domesticus*). Sapi bali adalah salah satu ternak asli Indonesia, seperti namanya, sapi ini berasal dari provinsi Bali [2].

Sapi bali adalah jenis lembu yang berasal dari banteng mengalami beberapa perubahan. Perubahan ini dapat terjadi diakibatkan oleh cara hidupnya dan bukan karena pengaruh kawin silang dengan sapi jenis lain. Salah satu perubahan tersebut adalah ukuran badan yang sedikit lebih kecil jika dibandingkan dengan banteng, terutama pada bobot dan tinggi badan.

Ciri-ciri yang dimiliki sapi bali adalah:

1. Bulu berwarna merah bata (betina) dan merah kehitaman (jantan)
2. Tanduk hitam tajam melengkung ke arah tengah
3. Bobot rata-rata 350kg-500kg per ekor
4. Daya tahan tubuh baik

C. Jenis Pengangkut Kapal Ternak

Sarana pengangkut ternak sapi yang digunakan pada kapal ini adalah peti kemas lipat yang mengacu pada referensi [3]. Pada tugas akhir tersebut peti kemas berjenis flat rack dikembangkan menjadi kontainer lipat pengangkut ternak. Peti kemas lipat ini memiliki dimensi sebagai berikut:

1. Dimensi luar: Panjang : 5.84m
Lebar : 2.42m
Tinggi : 2.74m
2. Dimensi dalam: Panjang : 5.64m
Lebar : 2.22m
Tinggi : 2.52m

Kelebihan yang membedakan peti kemas lipat ini adalah kemampuan peti kemas ini untuk dilipat sehingga tinggi peti kemas menjadi 1/3 dari tinggi peti kemas saat dalam keadaan

terbuka. Peti kemas lipat ini juga dilengkapi dengan tangga *portable* untuk mempermudah tugas kleder, tempat pakan ternak, tempat penyimpanan pakan dengan kapasitas 2.074 m³, dan tangki pembuangan dengan volume 1.987 m³. Desain peti kemas lipat kondisi terbuka dapat dilihat pada Gambar 1.

D. Karakteristik Muatan Kayu Bulat

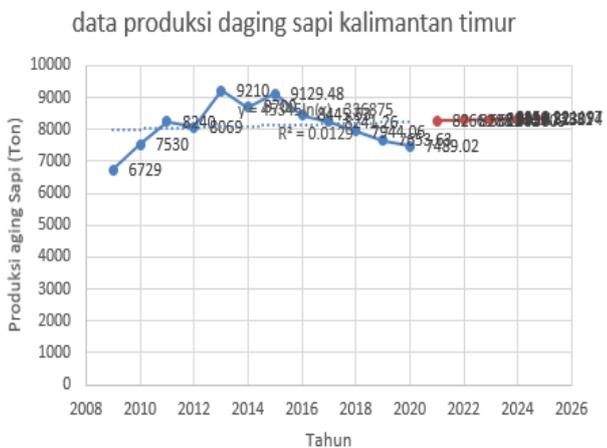
Kalimantan merupakan salah satu pulau terbesar di Indonesia dengan luas mencapai 743.330 km² melingkupi wilayah Indonesia, Malaysia, dan Brunei Darussalam. Provinsi Kalimantan Timur yang merupakan salah satu provinsi di pulau Kalimantan memiliki potensi yang sangat besar dibidang kehutanan. Luas hutan di provinsi Kalimantan Timur adalah 8.339.151 hektar yang terbagi menjadi 6 jenis hutan. Pada tahun 2015, provinsi Kalimantan Timur menghasilkan 791.674,06 M³ kayu bulat dari hasil 30.888,33 ha luas panen. Kayu bulat ini diolah menjadi beberapa jenis olahan seperti kayu lapis, *blackboard*, *veneer*, dan lainnya. Kayu lapis merupakan hasil olahan paling besar dengan jumlah 458.178M³ dan merupakan salah satu komoditas provinsi Kalimantan Timur. Kayu Bulat atau biasa disebut *log* merupakan kayu yang masih berbentuk gelondongan yang ditebang atau dipanen yang bisa dijadikan sebagai bahan dasar dalam produksi pengolahan kayu hulu (IPKH). Kayu bulat ini didapatkan dari hasil hutan alam melalui Hak Pengusahaan Hutan (HPH/IUPHHK), kegiatan Ijin Pemanfaatan Kayu (IPK) dalam rangka pembukaan wilayah hutan, kegiatan hutan hak atau hutan rakyat, dari Hutan Tanaman Industri (HTI), dari kegiatan Perhutani dan kegiatan perusahaan hutan lainnya.

E. Analisa Ekonomi

Biaya kapal merupakan rincian jumlah yang dibutuhkan



Gambar 3. Tingkat konsumsi sapi kalim.



Gambar 4. Tingkat produksi daging kalim.

untuk membayar bahan dan biaya tenaga kerja yang terlibat dalam konstruksinya ditambah biaya *overhead* yang dikeluarkan. Setelah tahap analisa teknis dan mendesain kapal selesai, maka selanjutnya dilakukan perhitungan ekonomis. Terdapat 4 faktor dalam perhitungan ekonomi yaitu biaya pembangunan, biaya operasional, pendapatan kapal dan payback period [4].

III. METODOLOGI

A. Bagan Alir

Gambar 2 merupakan diagram alir yang menunjukkan proses-proses pengerjaan penelitian:

B. Studi Literatur

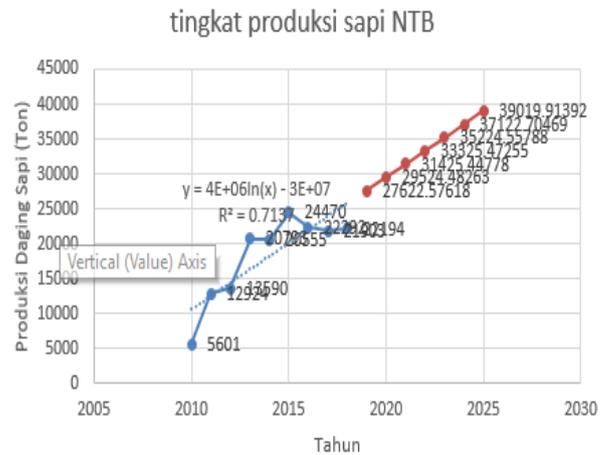
Pada tahapan ini dilakukan pembelajaran dan pengumpulan teori-teori berkaitan permasalahan pada Penelitian ini.

C. Tahapan Pengumpulan Data

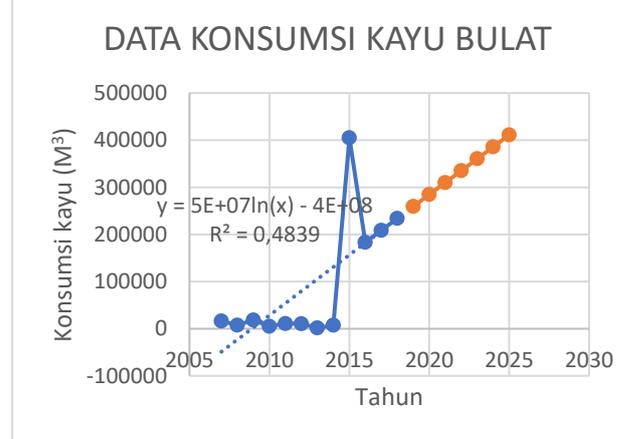
Metode yang digunakan dalam pengumpulan data Penelitian ini adalah dengan pengumpulan data secara langsung (primer) dan tidak langsung (sekunder). Sebagian data-data juga diperoleh dari hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya sebelumnya.

D. Tahapan Operational Requirement dan Analisis Teknis

Pada tahapan ini dilakukan pengolahan dari data-data diperoleh, yaitu:

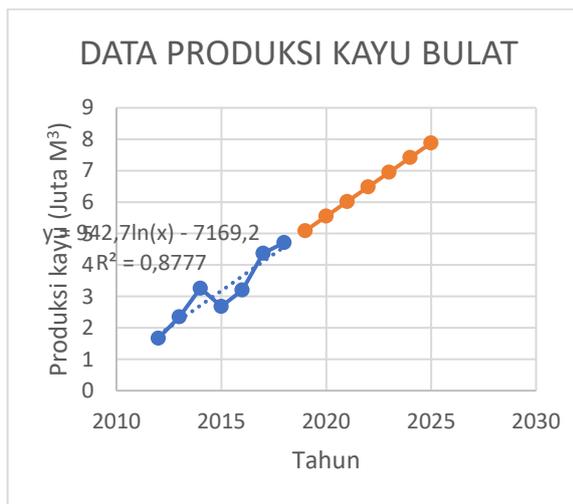


Gambar 5. Tingkat produksi sapi NTB.



Gambar 6. Data konsumsi kayu NTB.

1. Penentuan kapasitas muat dan *payload* Dengan melakukan analisa pada data tingkat kebutuhan dan alur perdagangan daging sapi dan muatan kargo
2. Penentuan ukuran utama kapal dengan cara mencari data kapal sebanding lalu dilakukan regresi untuk mendapat ukuran utama awal kapal.
3. Perhitungan yang sesuai dengan aspek teknis desain kapal, seperti:
 - a. Rasio-rasio dari ukuran utama sesuai dengan buku "*Principal of Naval Architecture Volume II*"
 - b. Koefisien utama kapal sesuai dengan buku "*Parametric Design*"
 - c. Perhitungan tahanan kapal dengan menggunakan metode Holtrop dan Mennen
 - d. Perhitungan komponen-komponen DWT dan LWT beserta titik beratnya dengan menggunakan hasil dari perhitungan tahanan untuk menentukan mesin yang tepat sesuai katalog yang tersedia. Lalu melakukan perhitungan LWT dan DWT dengan menggunakan beberapa referensi seperti: *Ship Design for Efficiency and Economy 2ndEd*, *Practical Ship Design*, *Ship Design and Construction*, dan Keputusan Menteri Perhubungan No: KM/70 thn 1998 tentang pengawakan kapal niaga
 - e. Pemeriksaan *freeboard* sesuai dengan *International Convention on Load Lines, 1966 and Protocol of*



Gambar 7. Data produksi kayu Kalimantan Timur.

Tabel 1. Rute dan kecepatan kapal

item	nilai	satuan
jarak pelayaran	455	Nm
kecepatan kapal	12	knot
waktu pelayaran	37.91666667	jam

Tabel 2. Rekapitulasi geosim

Penentuan nilai K:			
(L2/L1)3	=	W2/W1	
L2/L1	=	(W2/W1)1/3	
L2/L1	=	0.977	
K	=	0.977	
Ukuran Baru:			
Lmoulded	=	82.661	m
Bmoulded	=	11.383	m
H	=	5.667	m
T	=	4.387	m

1988 yang dikeluarkan oleh *International Maritime Organization (IMO)*

- f. Pemeriksaan stabilitas dengan menggunakan perhitungan manning dan kriteria stabilitas IMO regulation A. 749

E. Tahapan Perencanaan

Desain merupakan tahapan yang menjadi dasar dalam mengubah permintaan pemilik kapal kedalam bentuk gambar, spesifikasi dan data lainnya untuk membangun sebuah kapal. Konsep desain spiral menitikberatkan pada masalah desain yang saling berurutan dan peningkatan detail masing-masing yang kemudian membentuk spiral sampai memperoleh desain tunggal yang memenuhi semua kendala dan pertimbangan bisa tercapai [5]. Pada tahap ini dilakukan desain *outline* bentuk badan kapal atau *Lines Plan* dengan bantuan perangkat lunak *Maxsurf* dan *Autocad*. Dilanjutkan dengan desain *General Arrangement*, dan membuat desain model 3D dari kapal ternak.

F. Tahapan Perhitungan dan Analisis Ekonomi Kapal

Pada tahap ini dilakukan analisa ekonomis dari kapal dengan melakukan estimasi biaya pembuatan kapal, biaya operasional, dan keuntungan kapal dan melakukan analisa *internal rate of return (IRR)* dan *net present value (NPV)*.

Tabel 3.

Rekapitulas rasio ukuran utama

Perbandingan Ukuran Utama			
Komponen	Value	Constraint	Status
L/B	6.26	$6 \leq L/B \leq 9.5$	Diterima
T/H	0.67	$0.6 \leq T/H \leq 0.67$	Diterima
B/T	3.00	$2.25 \leq B/T \leq 3.75$	Diterima
B/H	2.00	$B/H \pm 1.70$	Diterima
L/H	12.52	$10.6 \leq L/H \leq 13.3$	Diterima

Tabel 4.

Rekapitulasi koefisien bentuk kapal

Koefisien	Nilai	Satuan
<i>Froude Number (Fr)</i>	0,217	
<i>Block Coefficient (C_B)</i>	0,720	
<i>Midship Section Coefficient (C_M)</i>	0,988	
<i>Longitudinal Prismatic Coefficient (C_P)</i>	0,73	
<i>Length of waterline (L_{wl})</i>	85,904	m
<i>Volume displacement (∇)</i>	3602,1436	m ³
<i>Displacement (Δ)</i>	3692,1972	ton

Tabel 5.

Rekapitulasi berat kapal

No.	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Berat Kapal Bagian DWT	2,218.83	ton
2	Berat Kapal Bagian LWT	1,315.83	ton
	Total	3,534.67	ton
	Displacement Kapal	3,692.20	ton
	Koreksi Displacement Kapal	157.53	ton
	Persentase	4.27	%
No.	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Berat Kapal Bagian DWT	2,330.82	ton
2	Berat Kapal Bagian LWT	1,315.83	ton
	Total	3,646.65	ton
	Displacement Kapal	3,692.20	ton
	Koreksi Displacement Kapal	45.55	ton
	Persentase	1.23	%

G. Tahapan Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dirangkum hasil analisis dan evaluasi yang didapat serta saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut.

IV. ANALISIS TEKNIS

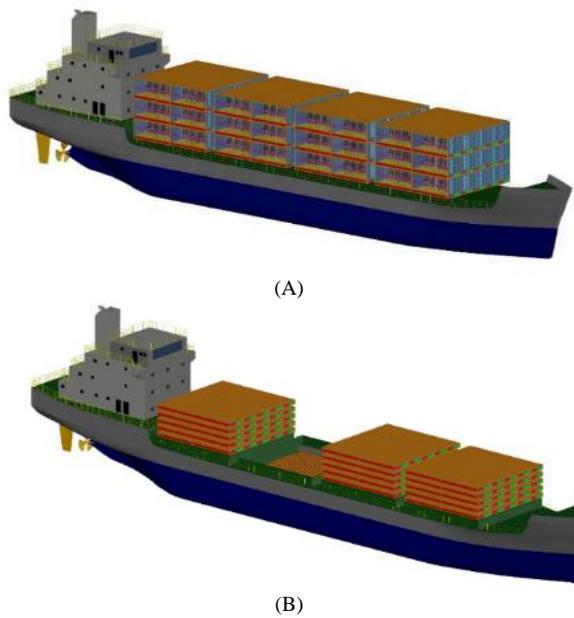
A. Gambaran Umum

Pada bab ini akan menjelaskan tentang analisis perhitungan teknis Desain Kapal Pengangkut Sapi dan *Log carrier* yang terdiri dari perhitungan *owner requirement* kapal dan analisis teknis kapal. Analisis-*analisis* pada bab ini dikerjakan berdasarkan acuan-acuan literatur yang berkaitan dengan kapal kontainer, sehingga dapat menghasilkan analisis yang teruji dan terjamin secara teknis.

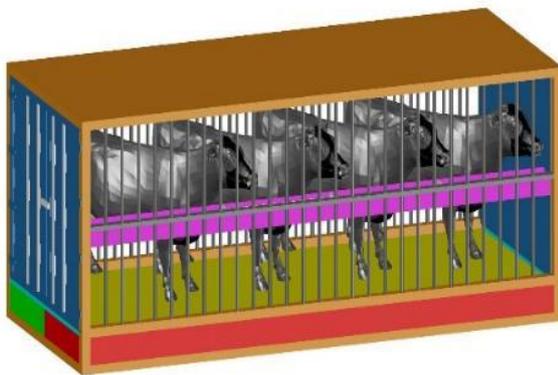
B. Analisis Perhitungan Owner Requirements

1) Penentuan Payload

Payload yang dimaksud adalah sapi dan kayu. Dalam perencanaan *payload*, data awal yang dibutuhkan adalah data konsumsi sapi Kalimantan Timur, produksi daging Kalimantan Timur, Produksi sapi NTB, konsumsi kayu NTB, dan Produksi Kayu Kalimantan Timur. *Payload* kapal didapatkan setelah dilakukan analisa dari suplai dan permintaan dari sapi dan kayu di masing masing daerah. Dari analisa tersebut dilihat selisih antara konsumsi dan produksi untuk komoditas sapi dan kayu. Pada Gambar 3 ditunjukkan data konsumsi daging sapi di provinsi Kalimantan Timur dan pada Gambar 4 ditunjukkan data produksi daging sapi di



Gambar 8. 3D Kapal ternak kondisi: (A) Muat sapi; (b) Muat kayu.



Gambar 9. 3D Kontainer kandang ternak.

provinsi Kalimantan Timur.

Dari kedua data ditunjukkan bahwa produksi daging sapi provinsi Kalimantan Timur pada tahun 2025 adalah 8356.22 ton per tahun sedangkan konsumsi daging sapi provinsi Kalimantan Timur pada tahun 2025 adalah 38181.34 ton per tahun. Dapat dilihat bahwa terjadi selisih antara produksi dan konsumsi daging sapi di provinsi Kalimantan Timur. Untuk melihat jumlah sapi yang dapat dikirimkan maka dilakukan analisa produksi sapi di provinsi Nusa Tenggara Barat.

Dari data Gambar 5 dapat dilihat bahwa pada tahun 2025 tingkat produksi sapi di Provinsi Nusa Tenggara Barat adalah sebanyak 39019.91 ekor sapi per tahun. Pengiriman sapi ini dilakukan dengan menggunakan container khusus untuk ternak dengan kapasitas sebanyak 4-5 ekor ternak dalam 1 kontainer. Sebanyak 1084 eko sapi akan dikirim dalam 212 kontianer ternak 20 feet dengan berat kotor perkontainer adalah 10 ton

Untuk muatan kayu dilakukan *forecasting* data produksi kayu kalimantan timur dan data konsumsi kayu bulat NTB hingga tahun 2025. Pertama-tama dilakukan *forecasting* data konsumsi kayu seperti pada Gambar 6.

Setelah melakukan *forecasting* untuk produksi kemudian dilakukan *forecasting* data produksi kayu Kalimantan Timur, untuk data produksi kayu bulat yang diambil adalah data untuk jenis kayu akasia yang dapat dilihat pada Gambar 7.

Tabel 6.

Rincian biaya pembangunan			
Biaya Pembangunan			
No	Item	Value	Unit
1	Pelat dan Konstruksi	1808155	USD
2	Equipment & Outfitting	151744	USD
3	Tenaga Penggerak	514779	USD
4	non weight cost	247468	
	Total Harga (USD)	2722145	USD
	Total Harga (Rupiah)	39,490,435,570	IDR

Tabel 7.

Perhitungan biaya total			
Biaya Pembangunan	Rp	39,490,435,570.14	IDR
Biaya Koreksi Ekonomi	Rp	15,492,097,874.17	IDR
Total Harga Kapal	Rp	54,982,533,444.30	IDR

Tabel 8.

Pendapatan per tahun		
Biaya Angkut	jumlah	satuan
Biaya angkut 1 kontainer	= 7,548,456	rupiah
jumlah kontainer	= 212	kontainer
pengiriman kayu muatan	= Rp 100,000	per m ³
Asumsi 1 tahun	= 3099.97359	m ³
total pengiriman dalam 1 tahun	= 365	hari
	= 18	kali
Pendapatan pertahun		
Sapi	= 29,204,976,264	rupiah
kayu	= 5,657,451,800.99	rupiah
Total pendapatan	= 34,862,428,065	rupiah

Dari data-data diatas dilakukan analisa dan dipatkan kesimpulan bahwa produksi kayu lebih besar dari konsumsi dengan margin yang sangat besar sehingga tidak dapat dimuat dalam satu kali pemuatan, dengan demikian didapatkan *payload* kapal adalah 2120 ton.

2) *Perencanaan Rute Pelayaran*

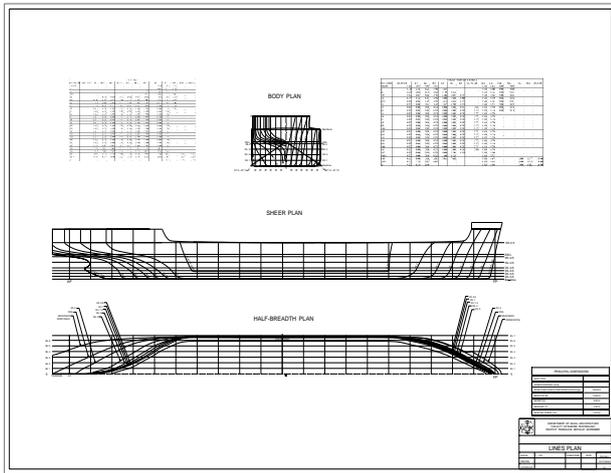
Perencanaan rute pelayaran harus mempertimbangkan pemilihan pelabuhan. Provinsi Kalimantan Timur memiliki beberapa pelabuhan besar yang dapat dipilih sebagai tempat bongkar muat ternak sapi dan kambing, sedangkan untuk provinsi Nusa Tenggara Barat digunakan pelabuhan terbesar. Maka dari itu pelabuhan yang dipilih adalah Pelabuhan Lembar karena merupakan pelabuhan yang besar dengan fasilitas yang cukup lengkap untuk bongkar muat kontainer. Pelabuhan yang dipilih di Provinsi Kalimantan Timur adalah Pelabuhan Balikpapan. Jarak dari Pelabuhan Lembar ke Pelabuhan Balikpapan adalah 455 mil laut

3) *Kecepatan Kapal*

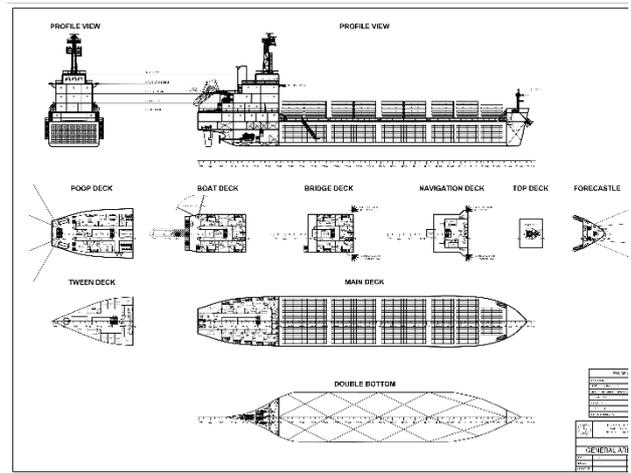
Setelah rute pelayaran telah ditentukan, maka langkah selanjutnya adalah penentuan kecepatan kapal untuk mendapatkan waktu pelayaran. Waktu pelayaran juga berpengaruh dalam perencanaan *payload*. Perencanaan kecepatan dan waktu pelayaran ditunjukkan pada Tabel 1.

4) *Skema Operasi*

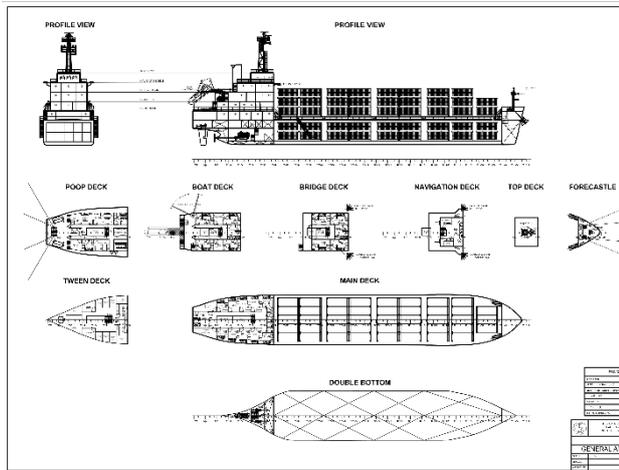
Skema operasi pelayaran kapal ini direncanakan dengan mempertimbangkan jarak dari rute yang telah dipilih sejauh 455 Nm serta kecepatan kapal sebesar 12 Knot, sehingga didapatkan lama pelayaran adalah 38 jam untuk menempuh 1 kali perjalanan. Untuk bongkar muat diperkirakan memerlukan waktu selama 7-8 hari untuk singgah di 1 pelabuhan. Kapal berangkat dari Nusa tenggara Barat menuju Kalimantan Timur membawa muatan sapi dalam kandang kontainer. Kemudian singgah selama 7-8 hari untuk



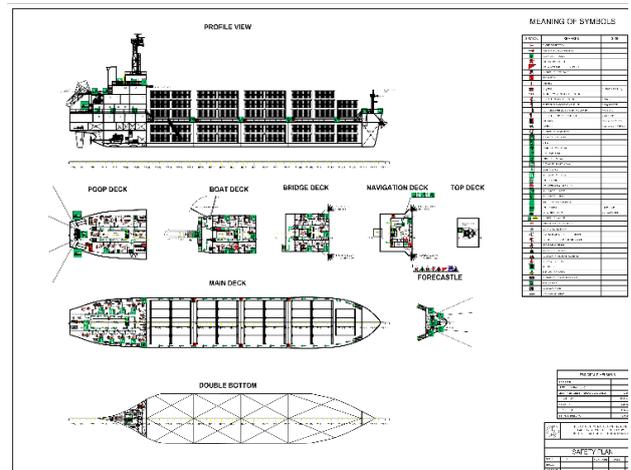
Gambar 12. Desain rencana garis kapal.



Gambar 10. Desain rencana umum muat kayu.



Gambar 13. Desain rencana garis muat sapi.



Gambar 11. Desain safety plan.

melakukan bongkar muat, muatan diturunkan dan kontainer kandang dapat dilipat. Selanjutnya muatan kayu dimuat di bawah geladak utama dan kontainer yang telah dilipat diletakan di atas geladak utama. Selanjutnya kapal melanjutkan perjalanan kembali dari Kalimantan Timur menuju Nusa Tenggara Barat. Kemudian kapal singgah selama 7-8 hari, kontainer diturunkan dan dimuati ternak sedangkan kayu di turunkan. Dari skema tersebut didapatkan waktu pelayaran untuk 1 kali pengiriman dari Nusa Tenggara Barat ke Kalimantan Timur lalu kembali lagi ke Nusa Tenggara Barat adalah selama 20 hari dan dalam 1 tahun dapat dilakukan 18 kali pelayaran.

C. Analisis Hasil Perhitungan Teknis

1) Penentuan Ukuran Utama

Dengan menggunakan metode geosim procedure, didapatkan ukuran utama seperti yang ditunjukkan pada

Tabel 2.

2) Rasio Dimensi Kapal

Ukuran utama adalah salah satu bagian dalam pertimbangan teknis pendesain kapal karena ukuran utama kapal bisa mempengaruhi batasan-batasan desain lainnya. Setelah didapatkan ukuran utama menggunakan Geosime Procedure, maka dilanjutkan dengan melakukan perhitungan untuk rasio dan koefisien bentuk badan kapal. Berikut adalah hasil setelah dilakukan analisa pada hasil perhitungan rasio

dan koefisien. Rekapitulasi rasio ukuran utama dapat dilihat pada Tabel 3.

3) Koefisien-Koefisien Bentuk Kapal

Untuk dapat melakukan perhitungan teknis selanjutnya, selain ukuran utama kapal, terdapat nilai lain yang memiliki peran penting, yaitu koefisien-koefisien bentuk kapal. Nilai-nilai ini adalah fungsi dari perbandingan nilai ukuran utama kapal yang telah diperoleh. Nilai-nilai koefisien bentuk kapal yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.

4) Analisis Hambatan Kapal

Dengan menggunakan metode Holtrop and Mennen didapatkan hambatan total kapal sebesar 87.781 kN

5) Analisis Kebutuhan Daya Mesin Induk Kapal

Dari hasil hambatan tersebut didapat nilai kebutuhan daya mesin penggerak sebesar 1294HP atau 965.3kW

6) Analisis Perhitungan Berat dan Titik Berat

Berat pada kapal dibagi menjadi dua, yaitu DWT yang merupakan berat muatan dan consumable kapal dan LWT yang merupakan berat kapal kosong. Hasil rekapitulasi DWT dan LWT dapat dilihat pada

Tabel 5.

7) Perhitungan Freeboard

Perhitungan freeboard atau lambung timbul pada proses desain ini mengacu pada peraturan ICLL 1966/1988. Mengacu pada peraturan kapal tipe B dan ship assinged

timber, didapatkan minimum *freeboard* 893.61 mm dan actual *freeboard* 2200 mm.

8) Analisis Stabilitas

Stabilitas kapal menunjukkan kemampuan kapal untuk dapat kembali ke posisi semula setelah terjadi oleng karena adanya dorongan eksternal pada lambung kapal. Stabilitas dipengaruhi oleh besarnya lengan dinamis (GZ) yang membentuk momen kopel agar dapat menyeimbangkan *buoyancy* dengan gaya berat [5-6].

Perhitungan stabilitas dilakukan dengan menggunakan *software Maxsurf Stability Advanced Education Version*. Kriteria stabilitas yang digunakan dalam perhitungan *software* adalah *IS Code 2008 On Intact Stability Ch.3 design criteria applicable to all ship dan Cargo ships carrying timber deck cargoes*. Total *loadcase* yang dibuat sebanyak 8 *loadcase* dengan hasil analisis memenuhi peraturan yang berlaku.

V. DESAIN KAPAL

A. Pembuatan Rencana Garis

Rencana Garis dibuat menggunakan *software Maxsurf Modeller Advanced* dan AutoCAD dari AutoDesk yang berlisensi mahasiswa. Dengan menggunakan desain dasar tersebut (berupa bagian bentuk kapal), maka bisa dibuat bagian kapal lainnya dengan menggunakan bentuk-bentuk dasar seperti model kapal yang dipilih. Dalam mendesain model kapal *pengangkut ternak dan log carrier* menggunakan Maxsurf, dipilih *sample design kapal Cargo vessel* yang bentuk lambungnya menyerupai lambung kapal yang diperlukan. Setelah itu dimasukkan ukuran yang diinginkan pada model, maka bentuk garis baru telah didapatkan. Kemudian dilakukan penyesuaian agar desain yang dibuat memiliki nilai hidrostatis yang mirip dengan perhitungan. Hasil Rencana Garis dapat dilihat pada Gambar 12.

B. Pembuatan Rencana Umum

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 78 meter dari AP. Kemudian ada juga sekat pada ruang muat yang membagi ruang muat dan tangki ballast di bawah ruang muat menjadi 4 kompartemen. Sekat pada ruang muat terdapat gading ke-52, gading ke-74 dan gading ke 96. Selanjutnya pembuatan Rencana umum dilakukan dengan *software AutoCAD* dari AutoDesk. Hasil Rencana Umum dapat dilihat pada Gambar 13 dan Gambar 10.

C. Pembuatan Safety plan

Safety plan merupakan gambar yang menunjukkan rencana keselamatan untuk para ABK agar dapat menghindari kondisi berbahaya di atas kapal. Dalam proses pembuatan *safety plan*, perlu 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 11.

D. Desain 3D Kapal

Pembuatan 3D model *livestock carrier* dilakukan dengan *software Autocad 3D*. Model diberikan beberapa warna yang berbeda pada setiap bagian satu sama lain agar dapat dibedakan. Model juga dilengkapi dengan *rudder*, baling-baling, Kontainer Kandang Ternak. Lambung kapal juga telah memenuhi parameter-parameter pada data hidrostatis di maxsurf dengan perhitungan excel dengan margin 0.5%. Pembuatan 3D model *livestock carrier* ditunjukkan pada Gambar 8.

E. 3D Model Kontainer Ternak Sapi

Pembuatan desain 3D untuk kontainer ternak sapi dilakukan dengan menggunakan *software AutoCad* dan mengacu pada tgas akhir berjudul "Pengembangan Desain Peti Kemas Konvensional Menjadi Peti Kemas Lipat Khusus Untuk Alat Angkut Sapi". Berikut adalah hasil pembuatan model 3D Kontainer ternak sapi dapat dilihat pada Gambar 9.

VI. ANALISA EKONOMI

A. Biaya Pembangunan

Biaya pembangunan kapal tersusun atas beberapa komponen, yaitu biaya plat dan konstruksi kapal, biaya equipment dan outfitting, biaya motor penggerak kapal, biaya komponen kelistrikan, dan Non weight cost. Kemudian dilakukan koreksi biaya pembangunan dengan adanya penambahan biaya keuntungan galangan, biaya inflasi, dan biaya pajak pemerintah. Biaya pembangunan total didapatkan setelah menghitung penjumlahan biaya pembangun kapal dan koreksi keadaan ekonomi sehingga didapatkan harga kapal adalah Rp54,982,533,444,- . dengan rincian dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

B. Pendapatan Tiap Tahun

Untuk mendapatkan nilai pendapatan, dibutuhkan biaya sewa kontainer sapi dan angkut kayu tiap ekor. Setelah itu, nilai pendapatan pertahun didapatkan dari biaya angkut semua ternak dalam sekali angkut dikalikan dengan total pengiriman dalam satu tahun. Dari hasil perhitungan didapatkan Rp 34,862,428,065,-. Pendapatan perhatuh dapat dilihat pada Tabel 8.

C. Pendapatan dan Payback Period

Biaya operasional terdiri dari biaya cicilan pinjaman bank, biaya perawatan, biaya asuransi, gaji kru, biaya bahan bakar, biaya air bersih dan makanan selama 1 tahun adalah Rp 22,155,799,866. Payback merupakan perhitungan untuk pengembalian modal dalam waktu tertentu. Nilai NPV didapatkan 21,418.73 dengan IRR 16%. Payback dari Kapal Pengangkut Ternak dan *Log carrier* ini adalah 10 tahun, 1 bulan dan 6 hari.

VII. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Setelah dilakukan percobaan dan penelitian maka didapatkan kesimpulan dari Penelitian ini adalah sebagai

berikut: (1)*Payload* kapal adalah 2120 ton dengan kapasitas 1085 ekor sapi dalam 212 kontainer ternak atau 3099 m³ kayu log; (2)Didapatkan nilai ukuran utama akhir: Lpp = 82.6 m , B = 13.2 m , H = 6.6 m , T = 4.4 m , Displasemen = 3691 ton, Kecepatan Dinas = 12 knot, Daya mesin = 1740 HP; (3)Total kandang kontainer dalam satu kapal adalah 212 kandang. Dengan ukuran Panjang 5.84m, Lebar 2.42m, dan Tinggi 2.74m; (4)Desain Rencana Garis, desain Rencana Umum, Desain *Safety plan* dan 3D Model dapat dilihat pada lampiran Penelitian ini; (5)Dari hasil analisis teknis didapatkan hasil yaitu hambatan total 87.781 kN, kebutuhan daya 985kW, *freeboard* 2,2 meter sesuai dengan ICLL1966, dan memenuhi untuk stabilitas dan *trim* menurut IS Code; (6)Biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan kapal ini adalah Rp54,982,533,444,- dengan biaya operasionalnya sebesar Rp 22,155,799,866. sedangkan pendapatan pertahun adalah Rp 34,862,428,065. Nilai NPV didapatkan 21,418.73 dengan IRR 16%. Payback dari kapal adalah 10 tahun, 1 bulan dan 6 hari.

B. Saran

Saran berisi tentang hal-hal yang dapat dikembangkan dari Penelitian ini, serta kekurangan-kekurangan yang terdapat dalam Penelitian ini, yaitu;(1)Pada perhitungan yang dilakukan masih banyak menggunakan estimasi dan rumus pendekatan. Diharapkan pada penelitian selanjutnya

menggunakan metode yang lebih akurat; (2)Tidak menggunakan perhitungan konstruksi. Diharapkan pada penelitian selanjutnya memperhatikan kekuatan konstruksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis Andhika Asmara mengucapkan terima kasih kepada Dinas Peternakan Kalimantan Timur yang telah membantu menyediakan data penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. P. Statistika, *Luas Tebangan dan Produksi Kayu Bulat, 2011-2015*. Kalimantan Timur: Badan Pusat Statistika Kalimantan Timur.
- [2] K. Petanian, D. Jenderal, and P. dan K. Ewan, *Keputusan Menteri Pertanian Nomor 325/Kpts/OT.140/1/2010 Tentang Penetapan Rumpun Sapi Bali*. Jakarta, 2010.
- [3] C. Subiyantoro, "Pengembangan Desain Peti Kemas Konvensional Menjadi Peti Kemas Lipat Khusus untuk Alat Angkut Sapi," Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2016.
- [4] F. A. I. Kurnia, "Desain Kapal Ternak 2-In-1 Pengangkut Sapi Dan Kambing Untuk Memenuhi Kebutuhan Daging Di Ibu Kota Baru Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2020.
- [5] F. Nurudin and H. Hasanudin, "Desain kapal bulk carrier guna pemenuhan kebutuhan batubara PLTU sudimoro pacitan," *J. Tek. ITS*, vol. 9, no. 1, pp. 1–8, 2020, doi: 10.12962/j23373539.v9i1.51448.
- [6] A. Kusuma, "Analisis Teknis Tenggelamnya KM Meratus Banjar 2 di Perairan Masalembu," Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2016.