

# Desain Kapal Pengangkut dan Pengolah Sampah Plastik untuk Kepulauan Seribu

Veronika Pathyastris Swastitanaya dan Hesty Anita Kurniawati  
Departemen Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
*e-mail*: tita@na.its.ac.id

**Abstrak**—Kepulauan Seribu merupakan pulau terluar dari DKI Jakarta yang memiliki masalah serius terkait penumpukan sampah, terutama sampah plastik, di Tempat Pembuangan Sampah Sementara (TPSS) pada 11 pulau berpenduduk. Penumpukan sampah plastik tersebut disebabkan oleh fasilitas kapal pengangkut sampah yang kurang memadai. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mendesain kapal yang digunakan untuk mengangkut dan mengolah sampah plastik sesuai dengan kondisi perairan Kepulauan Seribu. Kapal ini akan mengangkut dan mengolah sampah yang menumpuk di Pulau Untung Jawa, Pulau Lancang, dan Pulau Pari. Pada proses pengolahan sampah terdapat tahap pengeringan sampah plastik dan pengolahan sampah plastik menjadi *crude oil*. Proses desain kapal dimulai dengan menentukan *payload* dan menentukan luasan yang dibutuhkan dalam kapal. Dari kebutuhan luasan tersebut, dibuat *layout* awal kapal, sehingga didapatkan ukuran utama awal. Hasil perhitungan teknis diperoleh ukuran utama Kapal Pengangkut dan Pengolah Sampah Plastik sebesar  $L_{pp} = 40$  m,  $B = 8$  m,  $T = 2.1$  m,  $H = 5$  m,  $C_B = 0.469$ ,  $V_s = 7$  knots. Selanjutnya dari ukuran utama yang diperoleh dibuat *Linesplan*, *General Arrangement*, dan Model 3D Kapal. Selain itu, dilakukan juga analisis biaya pembangunan kapal dengan hasil sebesar Rp4.030.557.090,00.

**Kata Kunci**—Kepulauan Seribu, Pengangkut Sampah, Pengolah Sampah, Sampah Plastik

## I. PENDAHULUAN

KEPULAUAN Seribu adalah gugusan pulau yang berada di bagian utara Jakarta. Gugusan dari 342 pulau tersebut terdiri dari pulau berpenduduk, pulau tak berpenduduk, dan pulau *resort*. Kepulauan Seribu menjadi salah satu destinasi wisata di Provinsi DKI Jakarta karena pulau-pulau wisatanya yang indah. Namun, terjadi penumpukan sampah di beberapa Tempat Pembuangan Sampah Sementara (TPSS) di tiap pulau, terutama sampah plastik. Kepulauan Seribu sendiri tidak memiliki Tempat Pembuangan Akhir (TPA), sehingga sampah-sampah yang terkumpul di TPSS tiap pulau akan diangkut oleh kapal milik Suku Dinas Lingkungan Hidup Kepulauan Seribu menuju Pelabuhan Kali Adem. Kemudian, sampah-sampah tersebut akan dibawa ke TPA Bantar Gebang, Bekasi dengan menggunakan truk.

Suku Dinas Lingkungan Hidup Kepulauan Seribu telah menyediakan 13 kapal pengangkut sampah untuk daerah Kepulauan Seribu. Kapal-kapal tersebut mengangkut sampah dari 11 pulau berpenduduk di Kepulauan Seribu, yaitu Pulau Untung Jawa, Pulau Lancang, Pulau Pari, Pulau Payung, Pulau Tidung, Pulau Pramuka, Pulau Panggang, Pulau Kelapa, dan lain-lain. Namun, operasional kapal-kapal pengangkut sampah tersebut sering terkendala karena kondisi cuaca buruk dan gelombang tinggi, sehingga terjadi penumpukan sampah di TPSS tiap pulau di Kepulauan Seribu. Lingkungan yang kotor dan tidak sehat dapat

mengancam kesehatan penduduk sekitar, serta berpotensi menyebabkan penurunan kualitas.

Dilihat dari permasalahan tersebut, dibutuhkan kapal yang mampu mengangkut sampah dalam kondisi perairan yang tidak stabil. Oleh karena itu, akan didesain kapal pengangkut sampah plastik dengan stabilitas yang baik. Kapal ini juga dilengkapi dengan alat yang dapat mengolah sampah plastik menjadi *crude oil*, sehingga sampah plastik tidak perlu dibawa ke TPA. Diharapkan hal ini dapat mengurangi penumpukan sampah di tiap TPSS di Kepulauan Seribu.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Kondisi Geografis Kepulauan Seribu

Kepulauan Seribu adalah gugusan kepulauan sekaligus kawasan pelestarian alam laut yang terletak 45 km di sebelah utara Jakarta. Secara administrasi, Kepulauan Seribu terbagi menjadi dua Kecamatan, yaitu Kepulauan Seribu Utara dan Kepulauan Seribu Selatan. Gugusan Kepulauan Seribu memiliki potensi yang besar untuk pengembangan berbagai macam industri, terutama industri perikanan dan pariwisata. Terdapat 23.000 penduduk yang tersebar di 11 pulau, yaitu Pulau Kelapa, Pulau Kelapa Dua, Pulau Panggang, Pulau Pramuka, Pulau Tidung, Pulau Pulau Payung, Pulau Pari, Pulau Untung Jawa, Pulau Lancang, dan Pulau Sebira.

### B. Jenis Sampah

Sampah merupakan material sisa yang tidak digunakan setelah berakhirnya suatu proses [1]. Dari bentuk fisiknya, sampah dibagi menjadi dua, yaitu sampah padat dan sampah cair. Sampah dapat digolongkan menjadi beberapa jenis, antara lain:

#### 1) Berdasarkan sumbernya

Jika digolongkan berdasarkan sumbernya, terdapat lima jenis sampah, yaitu sampah alam, sampah nuklir, sampah manusia, sampah konsumsi, dan sampah industri. Masing-masing jenis sampah memiliki metode sendiri dalam pengelolaannya, seperti pengelolaan sampah nuklir yang diatur dalam UURI No. 10 tahun 1997 tentang Ketenaganukliran. Namun, ada juga yang dapat terurai sendiri, seperti sampah alam.

#### 2) Berdasarkan sifatnya

Berdasarkan sifatnya, terdapat tiga jenis sampah, yaitu sampah organik, sampah anorganik, dan limbah B3. Sampah organik merupakan sampah *degradeable*, seperti sisa makanan, sayuran, daun-daun kering, dan sebagainya. Sampah anorganik merupakan sampah yang tidak mudah membusuk, seperti plastik, kertas, kaca, dan kaleng. Sampah anorganik dapat didaur ulang menjadi produk komersil. Limbah B3 merupakan jenis limbah yang sulit didaur ulang, sehingga memiliki pengelolaan yang khusus.



Gambar 1. Rute Kapal.

Tabel 1. Monohull

Keuntungan	Kerugian
Kemampuan manuver lebih baik dari <i>catamaran</i>	Pada kecepatan tinggi, stabilitas <i>roll</i> tidak sebaik <i>catamaran</i>
Kapasitas muatan di bawah <i>deck</i> lebih besar	

Tabel 2. Catamaran

Keuntungan	Kerugian
Memiliki stabilitas <i>roll</i> yang lebih baik	Membutuhkan daya yang lebih besar dari <i>monohull</i>
Luas geladak lebih besar dari <i>monohull</i>	Manuver tidak sebaik <i>monohull</i>
	Prose pembuatan dan <i>maintenance</i> cenderung lebih mahal

3) Berdasarkan bentuknya

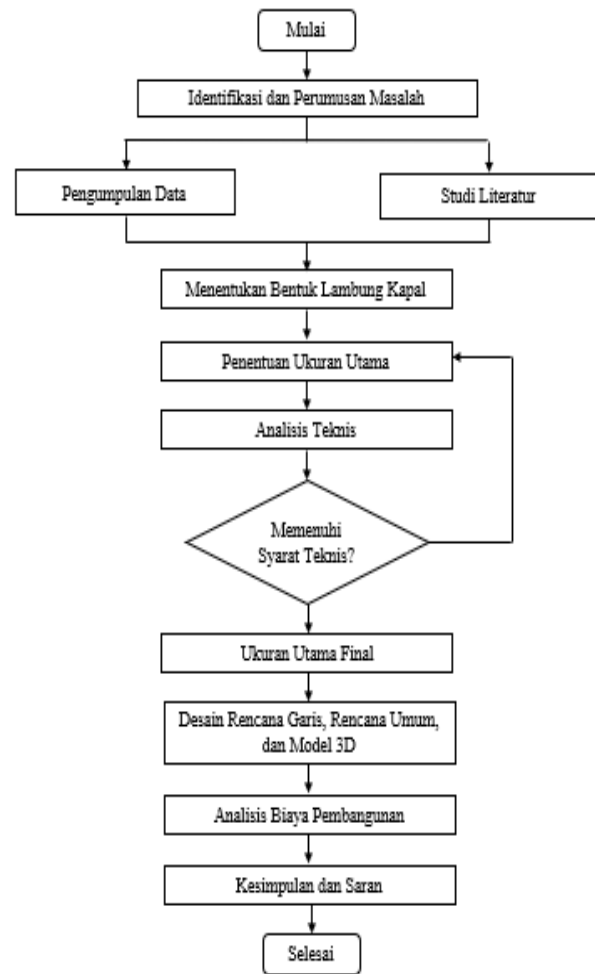
Terdapat dua jenis bentuk sampah, yaitu padat dan cair. Contoh dari sampah padat adalah sampah dapur, sampah kebun, plastik, dan logam. Contoh dari sampah cair adalah bahan cairan yang tidak digunakan lagi, seperti air buangan, urine, dan lain-lain.

C. Alat Pengering Sampah Plastik

Tidak semua sampah plastik yang diangkut dari Tempat Pembuangan Sampah Sementara berada dalam kondisi kering. Sebelum sampah diolah menjadi *crude oil*, sampah harus keringkan terlebih dahulu. Mesin tersebut berbentuk silinder dengan panjang dan diameter tertentu. Pada bagian dalam mesin terdapat belasan sirip besi dengan susunan dan bentuk tertentu untuk memaksimalkan dorongan, sehingga dapat mengurangi kadar air.

D. Mesin Pirolisis Plastik

Umumnya, sampah plastik diolah menjadi biji plastik. Ada pula yang memanfaatkan limbah plastik untuk didaur ulang menjadi produk kerajinan tangan. Namun, dari proses daur ulang tersebut tidak semua sampah plastik dapat dimanfaatkan menjadi kerajinan tangan, sehingga masih banyak sampah yang dibuang dan ditimbun di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Salah satu solusi untuk mengolah sampah plastik adalah dengan menjadikannya sumber energi. Dengan mesin pirolisis plastik, sampah plastik dapat diolah menjadi *crude oil*. *Crude oil* tersebut dapat diolah menjadi bahan bakar. Selain mendapatkan sumber energi



Gambar 2. Diagram Alir Pengerjaan.

E. Tinjauan Wilayah

Rute kapal pengangkut dan pengolah sampah plastik ditentukan dengan melakukan *forecasting* data sampah di 11 pulau berpenduduk di Kepulauan Seribu. Berdasarkan hasil *forecasting*, timbunan sampah terbanyak terdapat pada Pulau Untung Jawa. Oleh karena itu, rute pertama yang dipilih adalah Pulau Untung Jawa. Dua rute lainnya dipilih dengan pertimbangan kedua pulau tersebut merupakan dua pulau terdekat dari Pulau Untung Jawa.

Dapat dilihat pada gambar 1, kapal berangkat dari Pelabuhan Kali Adem menuju Pulau Untung Jawa. Rute yang selanjutnya adalah Pulau Lancang. Rute yang ketiga adalah Pulau Pari. Kemudian, kapal kembali ke Pelabuhan Kali Adem.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Secara umum, prosedur pengerjaan penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap sesuai dengan diagram alir pada Gambar 2.

A. Studi Literatur

Dalam melakukan penelitian ini, dilakuakn studi literatur dengan mencari informasi yang dapat mendukung dan menyelesaikan masalah dalam mendesain kapal pengangkut dan pengolah sampah plastik ini. Selain itu, dilakukan juga pemahaman lebih dalam mengenai teori dan konsep desain

Tabel 3.

Rekapitulasi Hasil <i>Forecasting</i>	
Rata-Rata Hasil <i>Forecasting</i> per Bulan	
Pulau Untung Jawa	110.506 ton
Pulau Lancang	14.633 ton
Pulau Pari	19.889 ton
Pulau Payung	5.590 ton
Pulau Tidung	14.862 ton
Pulau Pramuka	20.439 ton
Pulau Panggang	23.885 ton
Pulau Kelapa	25.7 ton
Pulau Kelapa Dua	6.717 ton
Pulau Harapan	34.036 ton
Pulau Sebira	18.959 ton

Tabel 4.

Rekapitulasi Hasil <i>Forecasting</i> per Hari	
Rata-Rata Hasil <i>Forecasting</i> per Hari	
Pulau Untung Jawa	3.684 ton
Pulau Lancang	0.488 ton
Pulau Pari	0.663 ton

Tabel 5.

Ukuran Utama Kapal	
Ukuran Utama	
Lpp	40 m
B	8 m
H	5 m
T	2.1 m

Tabel 6.

Perhitungan Hambatan Kapal dan Daya Mesin	
Komponen	Nilai
$R_T$	17.014 kN
$R_T + \text{Margin } 15\%$	19.566 kN
BHP	133.105 kW
MCR	155.371 kW

kapal.

**B. Pengumpulan Data**

Jenis data yang digunakan untuk melakukan penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder diperoleh dari Suku Dinas Lingkungan Hidup Kepulauan Seribu, berbagai literatur, dan internet. Data yang didapat antara lain adalah data sampah plastik di tiap TPSS di Kepulauan Seribu serta data kedalaman dermaga di tiap pulau dan dermaga tempat melakukan pembongkaran sampah.

**C. Penentuan Sistem Pengolahan Sampah Plastik**

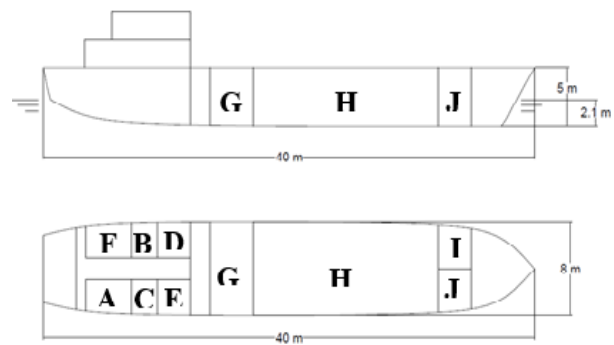
Pada tahap ini ditentukan sistem pengolahan sampah plastik yang dapat diaplikasikan di dalam kapal.

**D. Penentuan Bentuk Lambung**

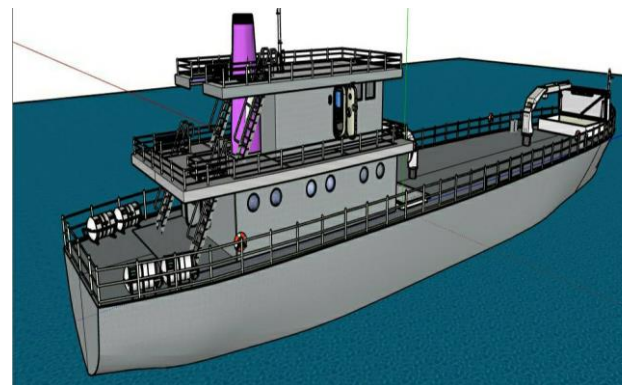
Dalam menentukan bentuk lambung kapal, dilakukan perbandingan secara kualitatif antara *monohull* dan *catamaran*. Dari perbandingan tersebut dilihat keuntungan dan kerugian dari kedua bentuk lambung tersebut.

**E. Penentuan Payload dan Rute Pelayaran**

*Payload* kapal ditentukan dengan melakukan *forecasting* terhadap jumlah sampah yang ada di TPSS di Kepulauan Seribu. Metode *forecasting* yang digunakan adalah regresi eksponensial. Hasil *forecasting* tersebut dijadikan acuan untuk memilih rute pelayaran. Pulau dengan hasil *forecasting* terbanyak dijadikan sebagai rute pertama. Kemudian, dipilih dua pulau yang berdekatan dengan rute pertama.



Gambar 3. *Layout Awal Kapal.*



Gambar 6. Model 3D Tampak Perspektif Kapal.

**F. Penentuan Ukuran Utama dan Pemeriksaan Rasio**

Dalam menentukan ukuran utama awal, dibuat terlebih dahulu *layout awal kapal* sesuai dengan kebutuhan luasan di kapal. Dari *layout* tersebut didapat ukuran utama awal. Setelah ditentukan ukuran utama kapal, dilakukan pemeriksaan rasio ukuran utama.

**G. Analisis Teknis**

Perhitungan teknis kapal yang dilakukan meliputi perhitungan hambatan kapal, perhitungan propulsi, penentuan mesin utama dan *generator* kapal, perhitungan berat dan titik berat, perhitungan lambung timbul, perhitungan stabilitas dan trim kapal.

**H. Desain Linesplan, General Arrangement, dan Model 3D Kapal**

Pembuatan *Linesplan* kapal digunakan *software* pemodelan kapal. Setelah *Linesplan* dibuat, dilakukan pembuatan *General Arrangement*. Kemudian dilakukan Model 3D Kapal.

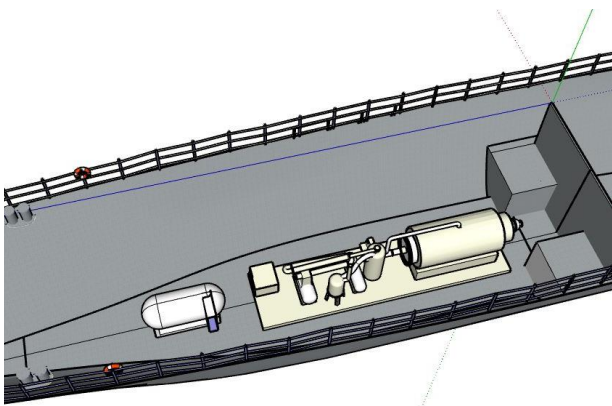
**I. Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal**

Perhitungan biaya pembangunan kapal dihitung dari biaya seluruh komponen yang ada di kapal, mulai dari pelat yang digunakan untuk konstruksi kapal, permesinan dan kelistrikan, *equipment* dan *outfitting*, dan sebagainya. Kemudian, dihitung juga biaya koreksi yang dipengaruhi oleh biaya inflasi dan pajak pembangunan.

**J. Kesimpulan**

Setelah semua tahap dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan dari hasil analisis teknis yang telah dilakukan.





Gambar 7. Model 3D pada Ruangn Pengolahan Plastik.



Gambar 8. Model 3D pada Main Deck Kapal.

dapat dilihat pada Tabel 1, sedangkan untuk lambung *catamaran* dapat dilihat pada Tabel 2.

Kapal pengangkut dan pengolah sampah plastik membutuhkan ruangan di bawah *deck* untuk tempat menampung sampah dan tempat pengolahan sampah yang memiliki berat yang cukup besar, sehingga dipilih lambung *monohull*.

**C. Penentuan Payload dan Rute Pelayaran**

Penentuan *payload* kapal dilakukan dengan melakukan *forecasting* data. Data yang tersedia adalah data jumlah sampah plastik dari 11 pulau berpenduduk di Kepulauan Seribu. Metode *forecasting* yang digunakan adalah regresi eksponensial. *Forecasting* dilakukan dari Bulan September 2019 sampai Desember 2020. Rekapitulasi hasil *forecasting* dapat dilihat pada

Timbunan sampah paling banyak terdapat di Pulau Untung Jawa dengan jumlah 110.506 ton/bulan. Oleh karena itu, ditentukan bahwa rute pertama dari kapal adalah Pulau Untung Jawa. Rute kedua dan ketiga adalah pulau terdekat dari Pulau Untung Jawa, yaitu Pulau Lancang dan Pulau Pari. Rata-rata hasil *forecasting* timbunan sampah di ketiga pulau tersebut dalam satu hari dapat dilihat pada Tabel 4.

Dengan menjumlahkan seluruh timbunan sampah tersebut, maka dapat dihitung bahwa *payload* dari kapal adalah 4.834 ton.

**D. Penentuan Ukuran Utama dan Pemeriksaan Rasio**

Dalam menentukan ukuran utama kapal, dibuat *layout* kapal terlebih dahulu. *Layout* awal kapal dibuat berdasarkan kebutuhan luasan yang ada di kapal. *Layout* awal kapal yang

Tabel 7.  
Rekapitulasi Berat LWT

Komponen	Nilai	Unit
Berat Konstruksi	155.819	ton
Equipment dan Outfitting	63.472	ton
Main Engine dan Generator	3.602	ton
Total	222.893	ton

Tabel 8.  
Rekapitulasi Berat DWT

Komponen	Nilai	Unit
Main Engine Oil dan Generator Oil	0.275	ton
Main Engine Oil Mesin Pengolah Plastik	0.200	ton
Fresh Water	1.460	ton
Crew	1.360	ton
Provisions	0.080	ton
Payload	4.834	ton
Total	8.853	ton

Tabel 9.  
Koreksi Displacement

Komponen	Nilai	Unit
Total LWT	222.893	ton
Total DWT	8.853	ton
LWT + DWT	231.747	ton
Displacement Kapal	239.500	ton
Selisih	7.753	ton
Margin	3.237	%

Tabel 10.  
Detail Load Cases

Komponen	L1	L2	L3	L4
Muatan	0%	0%	50%	0%
Fuel Oil	0%	100%	50%	10%
Hasil Olahan	0%	0%	20%	100%
Hasil Residu	0%	0%	20%	100%
Consumables	0%	100%	50%	10%

telah dibuat sesuai dengan kebutuhan luasan dapat dilihat pada Gambar 3.

Keterangan dari Gambar 3:

- A : Crew Mess Room
- B : Toilet
- C : Galley
- D : Praying Room
- E : Provision Store
- F : Safety Equipment Room
- G : Tempat penampungan sampah plastik sebelum diolah
- H : Tempat pengolahan sampah plastik
- I : Residu olahan (*carbon black*)
- J : Hasil olahan (*crude oil*)

Setelah dibuat *layout* awal kapal, didapatkan ukuran utama awal seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5. Kemudian dilakukan pemeriksaan rasio ukuran utama kapal. Rasio-rasio berpengaruh pada stabilitas, kekuatan memanjang, dan *freeboard* kapal. Berdasarkan pemeriksaan yang dilakukan, seluruh ukuran utama telah memenuhi rasio.

**E. Perhitungan Hambatan dan Propulsi Kapal**

Perhitungan hambatan kapal dilakukan dengan metode Holtrop-Mennen karena kapal pengangkut dan pengolah sampah plastik memiliki lambung *monohull*. Tujuan dari dilakukannya perhitungan hambatan kapal adalah untuk mengetahui besarnya hambatan hambatan kapal sehingga nantinya dapat ditentukan besarnya daya mesin yang dibutuhkan kapal. Dalam menghitung hambatan kapal, dihitung juga *voyage margin* dengan nilai 15% dari hambatan total. Berdasarkan hasil perhitungan, hambatan dan daya mesin yang dibutuhkan kapal tertera pada Tabel 6.

Tabel 11.  
Hasil Perhitungan Trim

Load case	Trim	Kriteria	Status
1	-0.169 m	±0.2 m	Accepted
2	-0.087 m	±0.2 m	Accepted
3	-0.187 m	±0.2 m	Accepted
4	-0.015 m	±0.2 m	Accepted

Tabel 12.  
Kriteria Stabilitas

Kriteria	Nilai	Unit
Area 0 to 30 shall not be less than	0.550	m.rad
Area 0 to 40 shall not be less than	0.900	m.rad
Area 30 to 40 shall not be less than	0.0300	m.rad
Max GZ at 30 or greater shall not be less than	0.2	m
Angle of Maximum GZ shall not be less than	25	deg
Initial GMt shall not be less than	0.15	m

Tabel 13.  
Hasil Analisis Stabilitas

Kriteria	L1	L2	L3	L4
≥3.1513 m.deg	4.7521	4.894	4.8645	4.6113
≥5.1566 m.deg	9.2987	9.5210	9.6179	9.42
≥1.7189 m.deg	4.5736	4.6716	4.7535	4.8087
≥0.2 m	1.042	1.041	1.052	1.052
≥25 deg	66.4	66.4	66.4	66.4
≥0.15 m	0.530	0.546	0.565	0.559
Status	OK	OK	OK	OK

Tabel 14.  
Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal

Biaya Awal Pembangunan Kapal	Rp2.878.969.350
Jasa Pembangunan Kapal	Rp287.896.935
Biaya untuk Inflasi	Rp43.948.467
PPN 10%	Rp297.896.935
PPH 15%	Rp431.845.402
Total Biaya Pembangunan Kapal	Rp4.030.557.090

F. Perhitungan Berat dan Koreksi Displacement

Setelah ditentukan mesin dan *equipment* yang akan digunakan di kapal, berat keseluruhan kapal dihitung. Berat kapal terdiri dari berat LWT dan DWT. Berat LWT terdiri dari berat konstruksi kapal, berat *equipment* dan *outfitting* (*crane, conveyor, mesin pengering plastik, mesin pengolah plastik*), dan berat permesinan. Rekapitulasi berat LWT dapat dilihat pada Tabel 7. Berat DWT terdiri dari berat-berat benda yang dapat dipindahkan dari kapal, seperti muatan, *fuel oil, lubricating oil, fresh water, crew*, dan sebagainya. Rekapitulasi berat DWT dapat dilihat pada Tabel 8.

Setelah dihitung berat LWT dan DWT kapal, dilakukan koreksi *displacement*. Koreksi *displacement* yang dapat diterima adalah jika selisih antara penjumlahan LWT dan DWT berada pada *margin* 2%-10%. Berdasarkan perhitungan, didapatkan *margin* sebesar 3.237%, sehingga koreksi *displacement* memenuhi persyaratan. Perhitungan koreksi *displacement* dapat dilihat pada Tabel 9.

G. Perhitungan Freeboard, Trim, dan Stabilitas

Untuk perhitungan *Freeboard*, standar yang digunakan adalah NCVS Indonesian Flagged Chapter 6 Section 5.1.2. *Freeboard* [2] yang disyaratkan adalah 0.480 m, sedangkan *freeboard* yang digunakan dalam desain adalah 2.9 m. Maka, dapat dikatakan bahwa *freeboard* yang didesain telah memenuhi kriteria.

Stabilitas dan *trim* kapal dianalisis berdasarkan kondisi muatan kapal yang dibagi menjadi 4 *Load case*. Detail dari

keempat *load case* tersebut dapat dilihat pada Tabel 10. Peraturan yang digunakan untuk menghitung *trim* adalah SOLAS Chapter II-1, Part B-1, Regulasi 5-1 [3]. Dalam peraturan tersebut disebutkan bahwa *trim* maksimal kapal adalah 0.05% dari Lwl. Perhitungan *trim* pada tiap *load case* dapat dilihat pada Tabel 11.

Kriteria yang digunakan dalam analisis stabilitas mengacu pada IMO A749 (18) Code on Intact Stability, Chapter 3 – *Design Criteria Apply to All Ships* [4]. Kriteria stabilitas dapat dilihat pada Tabel 12. Hasil analisis stabilitas dapat dilihat pada Tabel 13. Dapat dilihat pada tabel tersebut bahwa semua *load case* telah memenuhi kriteria stabilitas.

H. Linesplan

Setelah analisis teknis memenuhi, dapat didesain *Linesplan* kapal, yaitu seperti pada Gambar 4. *Linesplan* merupakan gambar proyeksi badan kapal yang dipotong secara melintang (*body plan*), secara memanjang (*sheer plan*), dan vertikal memanjang (*half breadth plan*).

I. General Arrangement

Dari *Linesplan* kapal yang telah dibuat, dapat didesain *General Arrangement* kapal dengan menggunakan *software* AutoCAD seperti pada Gambar 5. *General Arrangement* adalah perencanaan ruangan pada kapal yang disesuaikan dengan fungsi, kebutuhan, dan perlengkapan kapal.

Hal-hal penting yang harus diperhatikan dalam mendesain *General Arrangement* adalah:

1) Perencanaan Ruang Muat

Berat sampah plastik yang diangkut adalah 4.834 ton atau sama dengan 67.143 m<sup>3</sup>. Ruang muat yang didesain memiliki panjang 5.4 m, lebar 6 m, dan tinggi 4.2 m. Menurut perhitungan, ruang muat tersebut dapat menampung 98.619 m<sup>3</sup> sampah plastik.

2) Perencanaan Tangki Hasil dan Residu Olahan

Volume yang dibutuhkan untuk menampung hasil olahan berupa *crude oil* adalah 3.941 m<sup>3</sup>. Volume yang dibutuhkan untuk menampung residu olahan berupa *carbon black* adalah 0.711 m<sup>3</sup>. Kedua tangka yang didesain dapat memenuhi kebutuhan karena memiliki volume sebesar 3.993m<sup>3</sup>.

3) Penggunaan Life Raft

Kapal yang didesain menggunakan dua *life raft* sebagai perlatan keselamatan yang masing-masing memiliki kapasitas 10 orang. Kapal ini tidak menggunakan *life boat* karena menurut SOLAS Chapter III-Regulation 31, *life boat* hanya wajib digunakan untuk kapal *cargo* dengan panjang lebih dari 85 m.

4) Peletakan Sekat Melintang

Terdapat 4 sekat melintang yang membagi kapal menjadi 5 kompartemen, yaitu ceruk buritan, ruang mesin, ruang pengolahan dan penampungan sampah, ruang penyimpanan peralatan (*store*), dan ceruk haluan.

J. Model 3D Kapal

Setelah mendesain *General Arrangement*, tahap desain yang terakhir adalah pembuatan model 3D Kapal. Model 3D kapal pengangkut dan pengolah sampah plastik dapat dilihat pada beberapa gambar di bawah ini. Gambar 6 merupakan tampak luar kapal. Gambar 7 merupakan ruangan pengolahan sampah plastik. Gambar 8 merupakan bagian *main deck* kapal.

### K. Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal

Umumnya, biaya pembangunan kapal didominasi oleh biaya dari berat baja, biaya peralatan dan perlengkapan kapal, serta biaya koreksi keadaan ekonomi dan kebijakan pemerintah[5]. Perhitungan biaya pembangunan kapal pengangkut dan pengolah sampah plastik dapat dilihat pada Tabel 14.

## V. KESIMPULAN

Setelah melalui berbagai tahapan desain dan analisis teknis, dapat diambil beberapa kesimpulan dari penelitian ini, yaitu: (1) Didapatkan alur pengolahan sampah plastik yang dapat diaplikasikan di kapal, yaitu pengangkutan sampah plastik ke dalam *cargo hold*, proses pengeringan sampah plastik, dan proses pengolahan sampah plastik hingga menjadi *crude oil*; (2) Ditentukan bentuk lambung kapal, yaitu *monohull*; (3) Berdasarkan hasil *forecasting* data sampah plastik di Kepulauan Seribu, didapatkan *payload* sebesar 4.834 ton sampah plastic; (4) Didapatkan ukuran utama, yaitu  $Lwl = 40.778m$ ,  $Lpp = 40m$ ,  $B = 8m$ ,  $H = 5m$ ,

dan  $T = 2.1 m$ ; (5) Berdasarkan analisis teknis yang telah dilakukan, diperoleh: (a) Berat LWT sebesar 222.893 ton dan DWT sebesar 8.853 ton; (b) *Freeboard* yang didesain telah memenuhi syarat minimum *freeboard*; (c) Hasil perhitungan *trim* dan stabilitas telah memenuhi persyaratan; (6) Didapatkan gambar *Linesplan*, *General Arrangement*, dan model 3D kapal; (7) Didapatkan biaya pembangunan kapal, yaitu sebesar Rp4.030.557.090,00.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Nugroho, *Panduan Membuat Kompos Cair*. Jakarta: Pustaka Baru Press, 2013.
- [2] Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, *Standar Kapal Non-Konvensi Berbendera Indonesia*. Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 2009.
- [3] Human Environment and Transport Inspectorate, *Merchant shipping (solas chapter ii-1)*, no. July 1986. London: NeRF - Maritime, 2016.
- [4] International Maritime Organization (IMO), *Code on Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments: Resolution A.749(18)*. London: International Maritime Organization (IMO), 1995.
- [5] S. W. Adji, "Evaluasi Teknis Sistem Propulsi Motor Sailing Boat Maruta Jaya 900," Surabaya, 1995.