



Studi Perancangan *Trash Skimmer Boat* Tipe Katamaran untuk Wilayah Perairan Wisata Pantai di Kabupaten Rembang

Febrian Wahyu Wijaya^{1*)}, Deddy Chrismianto¹⁾, Ari Wibawa Budi Santosa¹⁾

¹⁾Laboratorium Perancangan Kapal Dibantu Komputer

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

^{*)}e-mail : fwahyu444@gmail.com

Abstrak

Wilayah perairan wisata pantai di Kabupaten Rembang mengalami masalah yang sulit diatasi bagi masyarakat Rembang yaitu pengangkutan sampah laut. Sistem pengumpulan yang kurang maksimal karena keterbatasan alat teknologi angkut sampah atau pembersih sampah dan kurangnya fasilitas-fasilitas yang memadai. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat kapal pembersih sampah yang cocok dengan perairan wisata pantai di Kabupaten Rembang. Proses perancangan kapal ini menggunakan perhitungan regresi linier sederhana, membuat desain lines plan kapal, General Arrangement kapal dan 3D modeling menggunakan software, perhitungan stabilitas menggunakan standar dari IMO dan HSC Multihull, perhitungan hambatan menggunakan metode Molland, menganalisis hidrostatik kapal serta menghitung estimasi biaya pembangunan kapal. Hasil dari perhitungan diperoleh dimensi ukuran *Trash Skimmer Boat* $L = 14,4$ m, $B = 1,185$ m, $T = 0,7$ m, $H = 1,33$ m, $C_b = 0,452$ dengan daya angkut muatan sebesar 0,01454 ton/hari. Hasil analisa stabilitas memenuhi dari kriteria IMO dan HSC Multihull dan hambatan total mencapai sebesar 16,3 kN dengan kecepatan 7 knot serta biaya pembangunan *Trash Skimmer Boat* mencapai Rp 658.507.256.

Kata Kunci : wisata pantai, Rembang, sampah, *Trash Skimmer Boat*

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Rembang berada di ujung timur Provinsi Jawa Tengah yang memiliki area sebesar 101.408 Hektar, secara geografis terletak pada $111^\circ - 111.30^\circ$ Bujur Timur dan $6.30^\circ - 7.00^\circ$ Lintang Selatan. Kabupaten Rembang memiliki pantai sepanjang 60 km yang membentang dari Kaliore sampai Sarang. Kabupaten Rembang memiliki wilayah laut sebesar 442,80 km^2 serta beberapa objek wisata pantai yang cukup terkenal yaitu : Pantai Dampo Awang, Caruban, Pantai Karang Jahe dan pantai lainnya. [1]

Wisatawan yang berkunjung ke tempat wisata pantai berkeinginan mendapatkan kenyamanan. Rasa kenyamanan wisatawan sangat penting dalam kemajuan wisata pantai di Kabupaten Rembang, maka perlu dilakukan pemeliharaan wilayah perairan wisata pantai tersebut secara berkala, serta diharapkan dapat meningkatkan perekonomian daerah setempat dan

memikat perhatian para pengunjung luar kota untuk datang pada beberapa wisata pantai yang berada di Kabupaten Rembang.

Keistimewaan dari karakteristik Kabupaten Rembang tidak terlepas dari keindahan tempat wisata pantai yang berada di Kabupaten Rembang. Namun dari sisi buruknya banyak terdapat sampah yang ditunjukkan pada tabel 1 yang didapat dari data Biro Pusat Statistik Kabupaten Rembang pada tahun 2020 mencapai sebanyak 9,2 ton sampah pada pesisir maupun dilaut. Sehingga diharapkannya sampah-sampah laut tersebut dapat diatasi secara maksimal agar wilayah wisata pantai tetap terjaga keindahannya.

Tabel 1. Sampah Laut Kabupaten Rembang

Tahun	Berat (ton)
2017	6,28 ton
2018	5,65 ton
2019	7,56 ton
2020	9,20 ton

Penelitian tentang dampak kebijakan pengelolaan wilayah pesisir dan laut di Kabupaten Rembang dalam mencapai tujuannya masih belum optimal dikarenakan masyarakat dalam mengelola wilayah pesisir maupun laut masih tergolong kurang baik, alat teknologi yang digunakan masih sederhana, serta peran masyarakat dalam mendukung pengelolaan wilayah laut masih tergolong rendah [2].

Berdasarkan data yang telah diketahui, sampah laut tiap tahunnya mengalami kenaikan. Hal tersebut dapat dikatakan bahwa masalah sampah laut yang ada di wisata pantai Kabupaten Rembang ini masih menjadi permasalahan yang sulit dihadapi bagi masyarakat setempat. Selain itu, terdapat permasalahan yang cukup penting untuk diperhatikan yaitu dari sistem pengangkutan sampah laut yang masih terbatas serta alat dan fasilitas – fasilitas yang kurang memadai. Maka perlu adanya inovasi desain kapal pembersih sampah (*Trash Skimmer Boat*) dengan disesuaikan dengan perairan wilayah pantai di Kabupaten Rembang.

Penelitian sebelumnya tentang studi perancangan *Trash Skimmer Boat* bertipe lambung katamaran yang ada di Teluk Jakarta mempunyai kapasitas muatan sebesar 40 m³ dengan waktu beroperasi selama 8 jam per hari, dengan rincian 2 jam digunakan untuk *offloading* sedangkan 6 jam digunakan untuk *skimming*. Dari bentuk desain *Trash Skimmer Boat* juga telah dilengkapi dengan tiga buah *conveyor* yaitu *loading conveyor*, *storage conveyor*, dan *offloading conveyor* [3].

Desain kapal pembersih sampah di Perairan Bengkalis menganalisa hambatan kapal dari *maxsurf resistance* dengan menggunakan metode van oortmersen sehingga menghasilkan hambatan total sebesar 17,3 kN dari kecepatan dinas sebesar 12 knot dan konsep desain ini di rancang menggunakan *software maxsurf modeler advanced* dengan dilengkapi 3 *conveyor* yang berfungsi sebagai mangangkut, menampung, dan membuang sampah [4].

Penelitian tentang studi perancangan kapal pembersih gulma dengan sistem *conveyor* yang ada di wisata rawa Jombor Klaten dengan ukuran kapal yaitu LOA = 14.6 m, B = 4 m, H = 1.7, T = 1 m, bahwa hasil menganalisis stabilitas menunjukkan bahwa kapal dengan nilai MG terbesar terjadi pada kondisi muatan 0% yang menyebabkan kapal kembali ke posisi semula dengan waktu singkat.

Sedangkan nilai MG terjadi pada kondisi muatan penuh (100%) yang menyebabkan kapal lambat dalam kembali ke posisi semula [5].

Mengacu pada uraian di atas, penelitian ini merancang *Trash Skimmer Boat* yang akan dilakukannya variasi dari kapasitas muatannya serta

selama beroperasi dengan bentuk desain atau model kapal yang sesuai karakteristik dari perairan wisata pantai di Kabupaten Rembang serta dilengkapi dengan tiga buah *conveyor*. Selanjutnya akan dilakukan analisis menggunakan perangkat lunak untuk menghitung dari stabilitas, hidrostatis, hambatan, serta biaya pembangunan kapal tersebut. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan *Trash Skimmer Boat* yang lebih optimal pada perairan wilayah pantai di Kabupaten Rembang.

2. METODE

2.1. Objek Penelitian

Objek yang diteliti dengan pengambilan data meliputi data primer, data sekunder, dan sumber referensi yang membahas secara spesifik pada penelitian ini. Pada tabel 2, data primer diambil dari 5 kapal pembanding dengan tipe lambung katamaran dengan ukuran yang berbeda untuk mendapatkan dimensi kapal yang lebih optimal.

Tabel 2. Data Kapal Pembanding

Nama Kapal	L (m)	B (m)	H (m)	T (m)
DF-H1	14,2	4,8	1,3	0,7
JLGC-200	12	3	1	0,7
DF-BJ85	13,8	3,8	1,4	0,6
KDGC-200	12	3,5	1,2	0,6
DFDI-85	14	3,8	1,2	0,6

2.2. Variabel Penelitian

Trash Skimmer Boat ini difokuskan dari hasil analisa yang disesuaikan dengan penentuandimensi kapal tersebut. Berikutnya hasil dari penentuan dimensi tersebut, dilakukan analisa terhadap nilai hambatan, hidrostatis, stabilitas, serta biaya pembangunan kapal.

Parameter yang akan digunakan dalam penelitian ini, yaitu :

- Pada analisis stabilitas menggunakan dua standar kriteria yaitu
 - *International Code of Safety for High-Speed Craft (2000)*.
 - *International Maritim Organization (IMO) Intact Stability Code (IS Code) 2008*.
- Biaya material baja mengacu pada harga tongkok seharga \$934,5/ton
- Komponen dalam perancangan *Trash Skimmer Boat* dapat dilihat dari tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Komponen Parameter Perancangan

Nama	Value
Sarat Kapal	0,7 meter
Muatan	8 ton
Kecepatan Maksimal	7 knots
Crew	2 orang
Mesin	Outboard
Material	Baja

kemampuan kapal dalam mengangkut sampah

2.3. Trash Skimmer Boat

Trash Skimmer Boat adalah kapal dengan lambung *catamaran* yang dilengkapi *conveyor belt* dan bak penampung untuk menampung sampah dari perairan melalui sisi haluan. Sampah yang telah diangkut kemudian akan ditampung ke dalam bak penampung yang ada di belakang *conveyor belt*, kemudian diangkut truk yang ada di darat untuk dilakukannya pengolahan daur ulang atau dibakar. Dalam beroperasinya kapal diperlukan 2 orang

crew untuk memastikan kinerja *Trash Skimmer Boat* ini menjalankan fungsinya dengan baik [6].

Perancangan kapal pembersih sampah (*Trash Skimmer*) di Teluk Sumenep didesain dengan konfigurasi lambung *pontoon catamaran* dan dilengkapi *bucket excavator* dengan sistem kerjanya menggerakkan alat pengangkut sampah melalui daya mesin agar dapat dipindahkan ke bak sampah [7].

2.4. Analisa Perancangan

Perancangan *Trash Skimmer Boat* dilakukan dalam beberapa proses analisis yang diperhitungkan dengan disesuaikan dari karakteristik lokasi maupun ukuran utama kapal tersebut. Berikut beberapa analisis yang digunakan berdasarkan metode yang digunakan untuk kapal katamaran.

1. Analisis hambatan menggunakan *software* khusus yang digunakan untuk menghitung hambatan total dari kecepatan yang di ambil dari kapal yaitu 7 knot dan perhitungan hambatan menggunakan metode *molland* yang mempunyai kekhususan untuk kapal yang berlambung katamaran..
2. Rencana umum dari *Trash Skimmer Boat* didesain berdasarkan dari perhitungan tabel 2 dan disesuaikan dengan *owner's requirement* yang dapat dilihat pada tabel 3. Dalam penempatan suatu ruang muat, ruang akomodasi, serta perhitungan tangki – tangki harus diperhatikan dalam mendesain komponen – komponen kapal tersebut.
3. Analisis hidrostatis digunakan untuk mengetahui dari karakteristik kapal tersebut berada di bawah garis air untuk setiap kenaikan sarat. Untuk sarat yang diambil mengacu pada tabel 3 yaitu sebesar 0,7 m.
4. Analisis stabilitas yang dilakukan untuk mengetahui kestabilan setiap *loadcase* dan perhitungan menggunakan standar kriteria yang dapat dilihat pada tabel 4 dan 5 yang mengacu pada kriteria *International Maritime Organization (IMO) Intact Stability Code (IS Code) 2008* yaitu *Code A.749 (18) Ch 3-design criteria applicate to all ships* dan *High-Speed Craft (HSC) Code 2000 Multi Hull*.

Tabel 4. Kriteria *IMO IS Code* [8]

Criteria	Value	Unit
Area 0 to 30; (>)	3,151	m.Degrees
Area 0 to 40; (>)	5,157	m.Degrees
Area 30 to 40; (>)	1,719	m.Degrees
Max GZ at 30 or greater; (>)	0,2	Degrees
Angle of maximum GZ; (>)	25	m
Initial GMT; (>=)	0,15	m

Tabel 5. Kriteria *HSC Code 2000 Multihull* [9]

Criteria	Value	Unit
Area 0 to 30; (>)	3,586	m.Degrees
Angle of maximum GZ; (>)	10	Degrees

Berdasarkan pada tabel 4 dan 5, analisis terhadap stabilitas *Trash Skimmer Boat* menggunakan beberapa kriteria untuk diperbandingkan hasilnya, hal tersebut dilakukan untuk menghasilkan stabilitas yang lebih optimal pada wilayah perairan wisata pantai di Kabupaten Rembang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Requirement dan Penentuan Payload

Trash Skimmer Boat ini dirancang sebagai kapal pembersih sampah yang disesuaikan dengan data dari wisata pantai Kabupaten Rembang yang dapat dilihat pada tabel 3 dan dilengkapi fasilitas yang menunjang untuk kapal beroperasi di laut seperti *conveyor*. *Payload* yang direncanakan sebesar 8 ton beserta alat *conveyor*. Total besaran DWT *Trash Skimmer Boat* telah diperhitungkan dari penambahan seperti *crew*, berat bawaan, bahan bakar, dan lainnya yaitu didapatkan nilai DWT sebesar 11,594 ton.

3.2. Kemampuan Penanganan Sampah

Area perairan wisata pantai Kabupaten Rembang yang ada sampah ditujukan sebagai rute kapal beroperasi yang harus dilalui. Cara kerja *skimming* ini akan beroperasi lebih optimal apabila kecepatan *Trash Skimmer Boat* sama dengan kecepatan *conveyor* yang berada di haluan. Diambil dari beberapa referensi kapal yang sama, kecepatan kapal dan *conveyor* lebih optimal yaitu sebesar 4 knots dan lebar *conveyor* direncanakan yaitu sebesar 2 meter. Dengan beberapa hal tersebut, maka jarak tempuh total di area adalah 213,5 km

Jarak yang ditempuh dan kecepatan dari *Trash Skimmer Boat* ini digunakan untuk menentukan jam kerja total yang dibutuhkan dalam mengangkut sampah di area yang ditinjau. Dengan cara membagi jarak tempuh terhadap kecepatan kapal yang telah ditentukan saat beroperasi yaitu sebesar 4 knot, maka dihasilkan total jam kerja yang

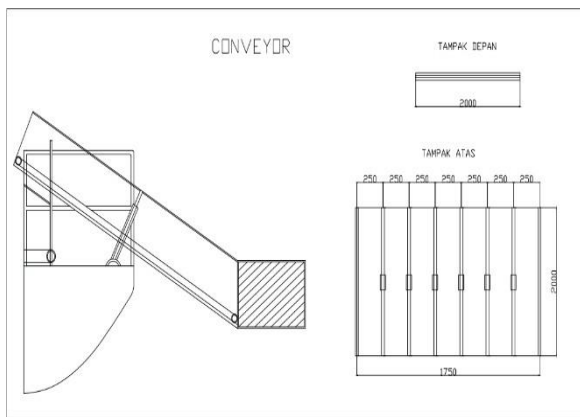
dibutuhkan yaitu sebanyak 28,85 jam.

Tabel 6. Pengangkutan Sampah saat Beroperasi

Item	Value	Unit
Luasan Area Wisata Pantai	427.000	m ²
Lebar <i>Conveyor Belt</i> Direncanakan	2	m
Jarak Beroperasi di Area	213.500	m
Kec. Ideal Beroperasi	4	knot
Kec. Maksimum yang Direncanakan	7	knot
Waktu yang Dibutuhkan untuk Membersihkan	28,85	jam
<i>Payload</i>	8	ton
Persebaran Sampah	$24,57 \times 10^{-4}$	ton/km
Jam Beroperasi Kapal	8	jam
Jarak Tempuh Selama Jam Kerja	59,2	km
Jumlah Sampah yang Terangkut	0,01454	ton/hari

Berdasarkan tabel 6, *Trash Skimmer Boat* direncanakan dapat menampung sampah pada saat beroperasi selama 8 jam yaitu 0,01454 ton perharinya dan untuk pertahunnya mencapai yaitu

5,3071 ton dengan kecepatan kapal sebesar 7 knot.



Gambar 1. Conveyor

Berdasarkan gambar 1, *conveyor* yang telah didesain mempunyai lebar 2 m dan panjang 1,75 m dengan menggunakan material berbahan *stainless steel*. Ukuran tersebut disesuaikan dengan ukuran utama yang telah diperhitungkan sebelumnya dengan penyesuaian dari karakteristik tempat kapal beroperasi.

3.3. Penentuan Ukuran Utama

Menentukan ukuran utama *Trash Skimmer Boat* menggunakan metode *Comparison Method* yaitu metode perbandingan dengan mengambil dari beberapa kapal dengan tipe lambung katamaran. Dengan adanya metode tersebut diharapkan dapat memaksimalkan hasil untuk ukuran utama yang lebih optimal. Setelah didapatkan beberapa kapal pembanding, maka dilakukan pengoptimasian. Pengoptimasian ukuran utama kapal pembanding berfungsi sebagai pedoman dalam memperhitungkan dimensi kapal yang akan dirancang.

Penentuan kapasitas ruang muat dan sarat disesuaikan dengan karakteristik dari wisata pantai di Kabupaten Rembang yang dapat dilihat pada tabel 3. Ukuran utama *Trash Skimmer Boat* yang akan dirancang disesuaikan pada standar rasio dari

serta *Salas* yang dapat dilihat pada tabel 7 dibawah ini. Setelah melalui optimasi perbandingan ukuran utama kapal tersebut, dihasilkan dimensi utama kapal yaitu :

Tabel 7. Ukuran Utama *Trash Skimmer Boat*

No	Ukuran Utama	Dimensi
1	<i>Length Over All</i>	14,4 m
2	<i>Length Water Line</i>	13,76 m
3	<i>Breadth</i>	4,17 m
4	<i>Breadth of Demihull</i>	1,185 m
5	<i>Depth</i>	1,33 m
6	<i>Draft</i>	0,7 m
7	<i>Speed</i>	7 knot
8	<i>Coefficient Block</i>	0,452

Tabel 8. Pengoptimasian Hasil Ukuran Utama

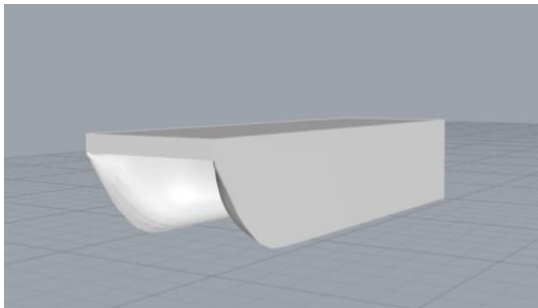
Item	Value	Parameter dan Sumber
BWL/L	0,3	Range 0,3 - 1,0 (<i>Multy Hull Ship</i> , hal 61)
L/B1	12,15	Range 2 - 30 (<i>Multy Hull Ship</i> , hal 61) Range 10 - 15 (<i>Sahoo, Browne & Salas</i> (2004))
L/H	10,43	Range 5,9 - 11,1 (<i>Insel & Molland</i> (1992))
B/H	3,13	Range 0,7 - 4,1 (<i>Insel & Molland</i> (1992))
H/L	0,1	Range 0,1 - 0,25 (<i>Multy hulls Victor A. Dubrovsky, Saint-Petersburg</i>)
S/L	0,19	Range 0,19 - 0,51 (<i>Insel & Molland</i> (1992))
S/B1	1,519	Range 0,9 - 4,1 (<i>Insel & Mollad</i> (1992))
B1/T	1,693	Range 0,5 - 2,5 (<i>Multy Hull Ship</i> , hal 61) Range 1,5 - 2,5 (<i>Sahoo, Browne & Salas</i> (2004))
B1/B	0,284	Range 0,15 - 0,3 (<i>Multy Hull Ship</i> , hal 61)
CB	0,452	Range 0,4 - 0,5 (<i>Sahoo, Browne & Salas</i> (2004))

Molland & Insel, Multy Hull Ship, Sahoo, Browne,

Mengacu pada tabel 8, perbandingan dari ukuran utama *Trash Skimmer Boat* tersebut kemudian di optimasi dari parameter yang diambil, bahwa ukuran utama *Trash Skimmer Boat* telah memenuhidari standar ukurannya.

3.4. Permodelan Kapal

Permodelan *Trash Skimmer Boat* ini menggunakan bantuan beberapa *software* permodelan. Penulis menggunakan acuan pada model yang mempunyai bentuk lambung katamaran yang bertipe *asimetric* dikarenakan mempunyai geladak yang lebih luas sehingga mampu memuat lebih banyak muatan dan kemudian dimodifikasi dengan disesuaikan dengandimensi *Trash Skimmer Boat* pada tabel 8. Dapat dilihat hasil modifikasi *Trash Skimmer Boat* pada gambar 3.



Gambar 3. Hasil Permodelan

Berdasarkan pada gambar 3,

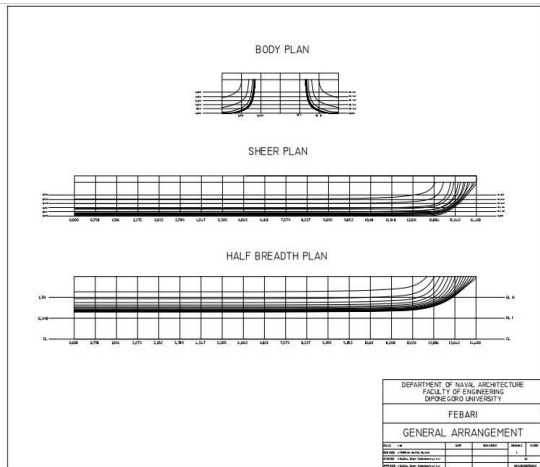
Pemilihan

lambung *Trash Skimmer Boat* yaitu dengan bentuk

katamaran bertipe *asimetric* yang mempunyai keunggulan dari stabilitasnya lebih unggul dibandingkan dengan berlambung *monohull*.

3.5. Rencana Garis

Rencana garis dibuat menggunakan bantuan *software Rhinoceros* dengan fitur yang ada didalamnya yakni fitur *Countour*. Fitur tersebut digunakan acuan hasil penentuan ukuran utama kapal dan dibagi menjadi 20 *station*, 3 *buttock line*, dan 11 *water line* sampai dengan *main deck* dapat dilihat pada gambar sebagai berikut.



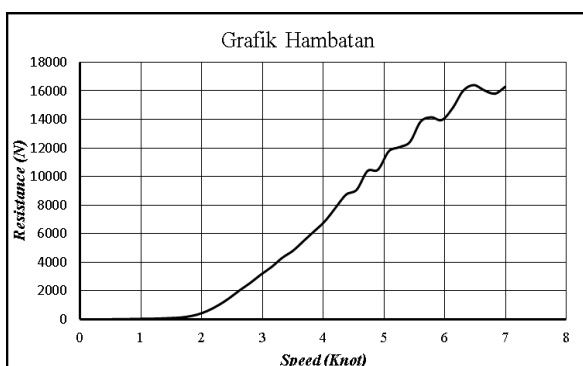
Gambar 4. Lines Plan Trash Skimmer Boat

Gambar 4 merupakan rencana garis *Trash Skimmer Boat* dengan rincian ukuran utama yaitu dengan panjang LOA 14,40 m, B 4,17 m, T 0,7 m, H 1,33, Cb 0,452 dan kecepatan 7 knot.

3.6. Analisa Hambatan

Analisis hambatan ini dilakukan untuk memperhitungkan hambatan menggunakan *Maxsurf Resistance* yang khusus untuk menganalisis hambatan kapal. Dalam menganalisis *Trash Skimmer Boat* menggunakan metode *Molland* untuk kapal yang mempunyai lambung katamaran dan kecepatan dinasnya adalah 7 knot.

Hasil perhitungan hambatan dapat dilihat pada gambar 5. Setelah melakukan perhitungan hambatan pada *Trash Skimmer Boat* dihasilkan nilai hambatan terbesar pada kecepatan 7 knot adalah 16,3 kN.



Gambar 5. Grafik Hasil Perhitungan Hambatan

3.7. Perhitungan BHP dan Generator Set

Memperhitungkan untuk nilai BHP (*brake horse power*) diperlukan perhitungan EHP, DHP dan SHP terlebih dahulu :

$$EHP = R_t \times V_t \quad (1)$$

R_t adalah hambatan total sebesar 16,3 Kn, V_t adalah kecepatan kapal maksimal sebesar 7 Knots.

a. *Effective Horse Power*

$$EHP = 16,3 \times 7 \times 0,5144 = 58,7 \text{ kW} \\ = 58,7 \times 1000 / 735,499 = 79,81 \text{ HP}$$

b. *Delivery Horse Power*

$$DHP = EHP / P_c \quad (2)$$

Ket :

$$P_c = \eta_H \times \eta_R \times \eta_O$$

$$\eta_H = \text{Hull efficiency}$$

$$\eta_O = \text{Open propeller efficiency (efisiensi Propeller)}$$

$$\eta_R = \text{Relative-rotative efficiency}$$

Nilai *efficiency* diambil dari PN vol II

$$P_c = \eta_H \times \eta_O \times \eta_R \\ = 1,0528 \times 0,67 \times 0,95 = 0,67$$

$$DHP = 79,81 / 0,67 = 119,2 \text{ HP}$$

c. *Shaft Horse Power*

$$SHP = DHP / 0,98 \quad (3)$$

$$SHP = 119,2 / 0,98 = 121,55 \text{ HP}$$

d. *Break Horse Power*

$$BHP_{scr} = 121,55 / 0,98 = 124,03 \text{ HP}$$

$$BHP_{mcr} = 124,03 / 0,9 = 137,8 \rightarrow 140 \text{ HP}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, didapatkan nilai BHP_{mcr} *Trash Skimmer Boat* estimasi koreksi dan juga pembulatan yakni sebesar 140 HP (*horse power*). Jenis propulsi yang digunakan pada kapal ini yaitu *twin screw propeller*. Sehingga BHP kapal dibagi menjadi dua untuk daya satu *outboard motors*. Sehingga ditentukan *outboard motors* yang telah disesuaikan dengan estimasi perhitungan dari BHP_{mcr} sebagai propulsi kapal yang dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Spesifikasi *Outboard Motors*

Item	Value
Tipe Mesin	i4
Daya Rata-Rata Mesin	70 HP
RPM Mesin	5800 rpm
Diameter x Langkah	65 x 75 (mm)
Berat Mesin	114 Kg

Generator Set yang akan dipilih disesuaikan dengan kebutuhan *Trash Skimmer Boat* yang sebelumnya telah diperhitungkan dari kapasitas bahan bakar yang dipakai dapat dilihat spesifikasinya di tabel 10.

Tabel 10. Spesifikasi *Generator Set*

Item	Value
Model	HL50GF
Prime Power	50 kW/62,5 kVA
RPM Mesin	1500 rpm
Overall dimension (LXWXH) (mm)	765 X 582 X 908
Berat Generator Set	350

3.8. Rencana Umum

Rencana umum (*General Arrangement*) didesain sesuai pada gambar 4. Desain rencana umum diperlukan untuk melanjutkan ke tahap analisa selanjutnya yaitu tahap analisa stabilitas. Pada rencana umum ini akan ditentukan besarnya volume tangki-tangki yang diperlukan selama kapal beroperasi dan untuk desain rencana umum menggunakan *Software AutoCAD* yang dapat dilihat pada gambar 6 serta menggunakan *Software Rhinoceros* untuk desain 3D *Trash Skimmer Boat* pada gambar 7.

1. Perencanaan Tangki

Dalam merencanakan tangki, penulis mempertimbangkan bahan bakar dapat ditampung selama 7 hari. Jika di asumsikan kapal beroperasi mulai jam 10.00 – 16.00 (8 jam).

a. Fuel Oil Tank

$$\begin{aligned} &= 62,62 \times 10^{-3} \text{ ton} \times 8 \text{ jam} \times 7 \text{ hari} \\ &= 3,506 \text{ ton} \\ V_{fo} &= 3,506 \times 0,9443 \\ &= 3,3 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Maka ukuran tangki pada setiap lambung adalah 2 m x 1,1 m x 1,5 m

b. Fresh Water Tank

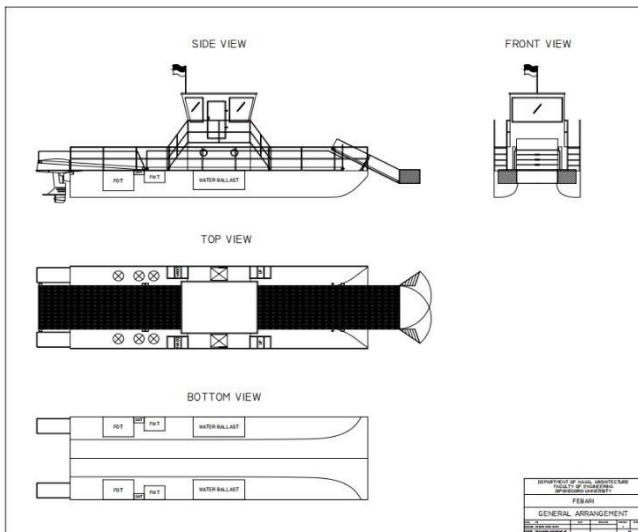
$$\begin{aligned} &= 17,226 \times 10^{-3} \text{ ton} \times 8 \text{ jam} \times 7 \text{ hari} \\ &= 0,96 \text{ ton} \\ V_{fo} &= 0,96 \times 1 \\ &= 0,96 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Maka ukuran tangki pada setiap lambung adalah 1 m x 1 m x 1 m.

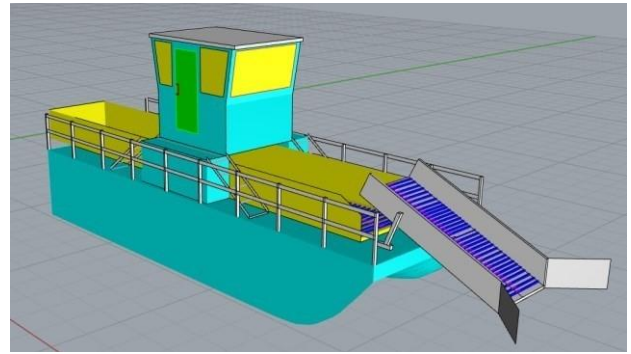
c. Diesel Oil Tank

$$\begin{aligned} &= 6,03 \times 10^{-3} \text{ ton} \times 8 \text{ jam} \times 7 \text{ hari} \\ &= 0,337 \text{ ton} \\ V_{fo} &= 0,337 \times 0,92 \\ &= 0,31 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Maka ukuran tangki pada setiap lambung adalah 0,4 m x 0,3 m x 0,3 m



Gambar 6. Rencana Umum *Trash Skimmer Boat*



Gambar 7. Desain 3D *Trash Skimmer Boat*

Berdasarkan gambar 7, terdapat *conveyor* penyimpanan yang diposisikan di atas lambung kapal dan ditempatkan di tengah kapal di sepanjang pusat garis. *Conveyor* penyimpanan dipasang ke lambung kapal pada susunan geser yang membuat pergerakan maju dan mundur untuk jarak tertentu sepanjang lambung.

3.9. Analisa Hidrostatik

Perhitungan hidrostatik dilakukan untuk menggambarkan karakteristik badan kapal. Dapat dilihat pada tabel 11 yaitu hasil perhitungan dari kurva hidrostatik digambarkan sampai dengan kondisi kapal tenggelam dan tidak dalam kondisi kapal trim, perhitungan akan dilakukan pada kapal kondisi muatan kosong. Sedangkan untuk kondisi kapal di permukaan, perhitungan hidrostatik dilakukan dari dasar kapal hingga sarat kapal pada kondisi NSC (*Normal Surface Condition*). Perhitungan hidrostatik dilakukan menggunakan *Software Maxsurf Stability* dapat dilihat pada grafik berikut.

Tabel 11. Hasil Perhitungan Hidrostatik

Item	Value
Displacement t	18,6
Heel deg	0,00
Draft at FP m	0,70
Draft at AP m	0,70
Draft at LCF m	0,70
WL Length m	13,7
Trim (+ve by stern) m	0,00
Beam max extents on WL m	4,17
Immersion (TPC) tonne/cm	0,34
RWetted Area m ²	61,6
Waterpl. Area m ²	34,0
Prismatic coeff. (Cp)	0,90
Block coeff. (Cb)	0,45
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,50
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,59
LCB from zero pt. (+ve fwd) m	6,27
LCF from zero pt. (+ve fwd) m	6,52
KB m	0,40
KG m	0,70
BML m	27,0
BMt m	4,20
GML m	26,7
GMt m	3,91
KML m	27,4
KMt m	4,61
MTc tonne.m	0,34
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	1,27
Trim angle (+ve by stern) deg	0,00

3.10. Analisa Stabilitas

Stabilitas merupakan kondisi kapal untuk kembali ke kondisi semula ketika kapal mengalami kondisi oleng. Pada analisis stabilitas dilakukan menggunakan *Software Maxsurf Stability*. Perhitungan stabilitas mengacu pada perhitungan LWT kapal sebesar 16,889 dan kapasitas muatan kapal sebesar 8 ton serta penambahan 2 crew. Analisa stabilitas direncanakan menggunakan 4 *loadcase* yang dapat dilihat pada tabel 12 yaitu kondisi pada muatan penuh, kondisi kapal beroperasi selama 2 hari dengan ruang muat tangki masih 75%, kondisi kapal beroperasi selama 4 hari dengan ruang muat tangki masih 50%, kondisi kapal muatan kosong. Hasil perhitungan 4 *loadcase* dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut.

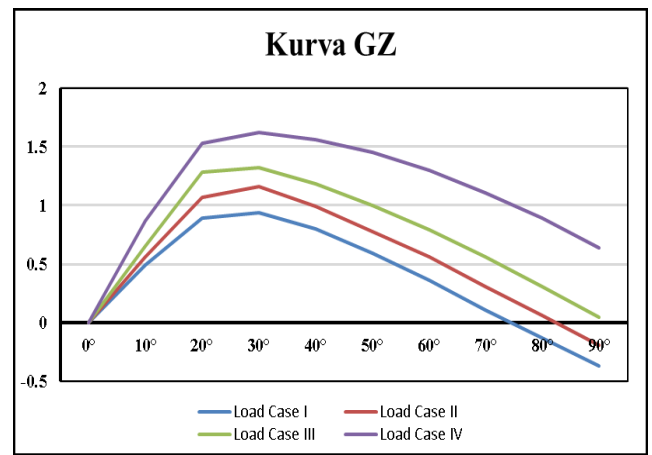
Tabel 12. Kondisi Stabilitas *Trash Skimmer Boat*

Item	Kondisi 1	Kondisi 2	Kondisi 3	Kondisi 4
<i>Lightship</i>	16,889	16,889	16,889	16,889
Fresh Water Tank (<i>Starboard</i>)	100%	75%	50%	0%
Fresh Water Tank (<i>Inboard</i>)	100%	75%	50%	0%
Fuel Oil Tank (<i>Starboard</i>)	100%	75%	50%	0%
Fuel Oil Tank (<i>Inboard</i>)	100%	75%	50%	0%
Diesel Oil Tank (<i>Starboard</i>)	100%	75%	50%	0%
Diesel Oil Tank (<i>Inboard</i>)	100%	75%	50%	0%
Water Ballast Tank (<i>Starboard</i>)	100%	75%	50%	0%
Water Ballast Tank (<i>Inboard</i>)	100%	75%	50%	0%
Sampah	8 ton	8 ton	8 ton	8 ton
Crew	2	2	2	2

Tabel 13. Stabilitas *Loadcase 1 - 4*

Criteria	Criteria Value	LC 1	LC 2	LC 3	LC 4
<i>International Maritim Organization (IMO) IS Code 2008</i>					
Area 0 to 30	3,15 m.deg	19,05	22,73	27,76	33,01
Area 30 to 40	1,72 m.deg	8,85	10,84	12,05	15,94
Max GZ at 30 or greater	0,2 m	0,94	1,16	1,25	1,62
Angle of maximum GZ	25 deg	26,4	26,4	25,5	26,4
Initial GMt	0,15 m	2,77	3,19	5,47	4,99
<i>High-Speed Craft (HSC) Code 2000 Multi Hull</i>					
Area 0 to 30	3,59 m.deg	15,58	18,47	23,17	27,09
Angle of maximum GZ	10 deg	26,4	26,4	25,5	26,4
<i>GZ</i>					
Status	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass

Mengacu pada tabel 13, dapat dikatakan bahwa dengan kondisi pembebanan yang berbeda dapat menunjukkan nilai MG yang positif dimana titik metacentra (M) berada di atas titik *gravity* (G), hal tersebut membuktikan bahwa kondisi stabilitas statis yang terjadi sesuai dengan kriteria IMO dan memenuhi dari setiap kriteria stabilitas kapal yang diambil dari *High-Speed Craft (HSC) Code 2000 Multi Hull*.



Gambar 8 Grafik Kurva GZ Stabilitas

Berdasarkan grafik yang telah dihasilkan pada gambar 8 dari hasil analisa stabilitas tiap kondisi dapat disimpulkan bahwa nilai GZ yang tinggi terjadi pada *loadcase* 4 yang dimana pada kondisi kapal bermuatan kosong membuat nilai KG kapal lebih rendah dan nilai GZ yang rendah terjadi pada kondisi kapal bermuatan penuh membuat nilai KG meningkat dan mengakibatkan nilai GZ berkurang tetapi nilainya tetap memenuhi dari ketentuan stabilitas. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa jarak vertikal akumulasi pusat massa atau KG berpengaruh.

3.11. Biaya Pembangunan *Trash Skimmer Boat*

Perhitungan biaya kapal melalui beberapa survey harga yang ada di salah satu website yang menjual berbagai macam material kapal maupun harga jadi kapal. Analisa biaya meliputi dari perhitungan biaya pembangunan, biaya operasional kapal, dan keadaan ekonomi maupun pajak pemerintah [10]. Berikut adalah rincian analisa pembangunan *Trash Skimmer Boat*.

Tabel 14. Biaya Pembangunan *Trash Skimmer Boat*

No	Item	Value	Unit
1.	Baja Kapal	Rp. 189.021.622	IDR
2.	Equipment & Outfitting	Rp. 135.589.779	IDR
3.	Tenaga Penggerak	Rp. 147.228.438	IDR
Total Biaya Pembangunan		Rp. 471.839.839	IDR

Berdasarkan tabel 14 dapat dikatakan bahwa biaya pembangunan *Trash Skimmer Boat* ini telah melalui beberapa survey untuk mendapatkan harga yang lebih terjangkau dan kualitas yang bagus. Total biaya pembangunan di atas lebih murah jika dibandingkan dengan harga-harga kapal yang ada di salah satu website penjualan kapal yang mempunyai ukuran dan fungsi yang sama. Baja yang dipakai didapat langsung dari Tiongkok sehingga kualitas material dapat bersaing dengan kapal yang lain.

Tabel 15. Biaya Operasional *Trash Skimmer Boat*

No	Item	Value
	Biaya Reparasi & Perawatan	
1.	(10 % dari biaya pembangunan)	Rp. 46.537.616
	Biaya Asuransi	
2.	(2 % dari biaya pembangunan)	Rp. 9.307.523
	<u>Total Biaya Operasional</u>	<u>Rp. 55.845.139</u>

Berdasarkan pada tabel 15, biaya operasional digunakan untuk kapal pada saat ada kebutuhan seperti perawatan tahunan dan juga asuransi untukantisipasi biaya jika kapal terjadi kecelakaan maupun kejadian lainnya.

Tabel 16. Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi dan Kebijakan Pemerintah

No	Item	Value
	Keuntungan Galangan	
1.	(5 % dari biaya pembangunan awal)	Rp. 46.537.616
	Biaya Inflasi	
2.	(2 % dari biaya pembangunan)	Rp. 9.307.523
	Biaya Pajak Pemerintah	
3.	(10 % dari biaya pembangunan awal)	Rp. 46.537.616
	Biaya Produksi (<i>Non Weight Cost</i>)	
4.	(12,5 % dari biaya pembangunan awal)	Rp. 58.172.019
	<u>Total Biaya Koreksi</u>	<u>Rp. 137.285.966</u>

Berdasarkan pada tabel 16, biaya koreksi dan kebijakan pemerintah ini adalah untuk memenuhi kewajiban sebagai warga negara yang harus membayar pajak dan biaya lainnya seperti keuntungan galangan dan inflasi untuk pembayaran galangan yang telah membuat kapal terutama kerugian yang dapat dihasilkan pada saat pembangunan kapal. Sehingga dapat diketahui total estimasi harga pembangunan *Trash Skimmer Boat* dalam perancangan kali ini adalah biaya pembangunan + biaya operasional + profit galangan + biaya inflasi + pajak pemerintah + biaya produksi yaitu total sebesar Rp 658.507.256.

4. Kesimpulan

Penelitian yang dilakukan terhadap *Trash Skimmer Boat* dapat diperoleh beberapa kesimpulan yaitu hasil perancangan *Trash Skimmer Boat* yang memiliki tipe lambung katamarandisesuaikan dengan karakteristik perairan wisata pantai di Kabupaten Rembang dengan dimensi ukuran LOA 14,4 m, B 4,17 m, T 0,7 m, H 1,33 m, Cb 0,452 serta kecepatan pada 7 knot yang menghasilkan perhitungan hambatan sebesar 16,3 kN. Pada analisa stabilitas, ke empat *loadcase Trash Skimmer Boat* memenuhi standar IMO dan HSC. Sedangkan untuk rencana umum *Trash Skimmer Boat* didapatkan perhitungan estimasi BHP sebesar 140 HP dan total biaya pembangunan *Trash Skimmer Boat* mencapai sebesar Rp. 658.507.256. terutama kemampuan dalam menangani sampah per hari dapat mencapai sebesar 0,01454 ton.

Daftar Pustaka

- [1] D. Auliyani, B. Hendrarto, dan Kismartini, "Pengaruh Rehabilitasi Mangrove terhadap Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat Pesisir Kabupaten Rembang," vol. 3, pp. 317-321, 2013.
- [2] A. Roziqin dan Kismartini, "Evaluasi Dampak Kebijakan Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Laut di Kabupaten Rembang," Universitas Diponegoro, vol.5, no.2, pp. 1-11, 2013.
- [3] A. G. Pranoko dan H. A. Kurniawati, "Studi Perancangan *Trash-Skimmer Boat* di Perairan Teluk Jakarta," J. Teknik Pomits, vol. 2, no.1, pp. 11-16, 2013.
- [4] R. Widad dan E. Pranata, "Desain Kapal Pembersih Sampah di Perairan Bengkalis," Teknik Perkapalan Polbeng, vol. 2, no. 1, pp. 348-355, 2019.
- [5] E. Yuliana dan A.W.B. Santosa, "Studi Perancangan Kapal Pembersih Gulma dengan Sistem *Conveyor* di Kawasan Obyek Wisata Rawa Jombor Klaten," Jurnal Teknik Perkapalan, vol. 3, no. 1, pp. 47-54, Jan 2015.
- [6] N. F. Adiba dan H. A. Kurniawati, "Desain *Trash Skimmer Amphibi-Boat* di Sungai Ciliwung Jakarta," Jurnal Teknik ITS, vol.5, no.2, 2016.
- [7] Khaikal, Romadhoni, "Perancangan Kapal Pembersih Sampah (*Trash Skimmer*) untuk Wilayah Perairan Teluk Sumenep," Teknik Perkapalan ITATS, vol. 2, no. 1, pp. 293-298, 2020.
- [8] International Maritime Organization, "*Intact Stability Code (IS Code)*," 2008.
- [9] The Maritime and Coastguard Agency, "*International Code of Safety for High-Speed Craft (2000)*," 2008.
- [10] A. Fauzi, W. Setiawan, dan A. Wulandari, "Perancangan *Trash Skimmer Boat* (Kapal Pengambil Sampah) untuk Kawasan Sungai Klandasan Ilir Kota Balikpapan," Institut Teknologi Kalimantan, vol. 1, no. 1, pp. 1-7, 2019.