



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Studi Perancangan Kapal Penyedot Lumpur Sebagai Upaya Mengatasi Pendangkalan Sungai Barito di Kalimantan Selatan

Nur Khakiki^{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 : nurkhakiki12345@gmail.com, deddychrismianto@yahoo.com, arikapal75@gmail.com

Abstrak

Sungai barito adalah salah satu sungai terpanjang dan terbesar yang ada di Kalimantan. Aliran sungai barito membentang dari provinsi Kalimantan tengah hingga Kalimantan selatan. Sungai ini dimanfaatkan untuk banyak keperluan seperti transportasi air, perdagangan, pariwisata, serta jalur pengangkutan hasil tambang. Sejalan dengan pemanfaatan sungai barito, perlu diperhatikan juga masalah-masalah yang sekiranya timbul berkaitan dengan sedimentasi atau pendangkalan sungai yang dapat mengganggu aktivitas sungai barito. Tujuan dari penelitian ini ialah merancang kapal suction dredger sebagai upaya mengatasi masalah yang ada di sungai barito. Kapal keruk ini sangat cocok digunakan untuk pemeliharaan alur pelayaran, serta dapat digunakan di tempat-tempat sempit dan sulit seperti rawa-rawa, sungai dll. Metode yang digunakan dalam perancangan kapal suction dredger ini menggunakan metode parent design approach yang disesuaikan dengan karakteristik sungai barito. Dari perhitungan yang telah dilakukan di dapatkan dimensi kapal yaitu panjang LPP 19,5, lebar 5,66 m, sarat 0,9 m dan cb 0,8. Sedangkan untuk pembuatan 3D modeling kapal ini dibantu menggunakan software, hasil analisa stabilitas kapal suction dredger ini berdasarkan kriteria IMO dan telah memenuhi kriteria tersebut.

Kata Kunci : sungai barito, suction dredger, penyedotan, Analisa stabilitas

1. PENDAHULUAN

Lokasi pertambangan batubara di Kalimantan, umumnya berada di area pedalaman hutan yang jauh dari area perkotaan, serta lokasi yang sulit dijangkau oleh moda transportasi darat maupun air menjadikan suatu kendala tersendiri dalam pendistribusian hasil tambang. Proses pendistribusian hasil tambang batubara dalam skala besar biasanya menggunakan sarana moda transportasi air berupa *bulk carrier* atau tongkang-tongkang berkapasitas besar.

Sungai barito merupakan sungai terpanjang dan terbesar yang ada di Kalimantan. Hulu Aliran sungai barito terletak di provinsi Kalimantan tengah dan bermuara di laut jawa Kalimantan selatan. Panjang sungai ini mencapai 900 kilometer dengan lebar sungai berkisar antara 650 hingga 800 meter [1]. Dengan kapasitas sungai yang begitu besar, sungai ini dimanfaatkan untuk jalur trans-

portasi baik untuk kapal penumpang ataupun kapal pengangkut hasil tambang dan perkebunan.

Sejalan dengan pemanfaatan sungai barito sebagai jalur transportasi, perlu diperhatikan juga masalah-masalah yang sekiranya timbul dan dapat menghambat kelancaran transportasi disungai barito, permasalahan yang umum terjadi dialiran sungai ialah sedimentasi atau pendangkalan aliran sungai yang disebabkan oleh aktivitas erosi di sekitaran aliran sungai yang terjadi secara alami maupun akibat dari pengalihan fungsi lahan yang marak dilakukan.

Penelitian sebelumnya tentang morfodinamika pendangkalan alur pelayaran sungai barito yang mempelajari perubahan morfologi akibat sedimen yang menyebabkan pendangkalan dan penyempitan pada muara Sungai Barito, didapatkan hasil bahwa besarnya laju sedimentasi disungai barito mencapai 1,2 meter pertahun [2].

Tingginya laju sedimentasi disungai barito dapat menimbulkan beberapa masalah yang sekira-

nya dapat menghambat pendistribusian hasil tambang di sungai barito, diantaranya:

- a. Kedalaman sungai dibawah -5 meter karena disebabkan laju sedimentasi, dapat menjadi kendala bagi tongkang berukuran sedang-besar untuk melintasi aliran sungai barito.
- b. Pendangkalan sungai barito diperparah saat musim kemarau tiba dikarenakan debit air sungai surut.
- c. Padatannya lalu lintas perairan sungai untuk keperluan lainnya seperti perdagangan, pariwisata, dan jalur transportasi.

Akibat timbulnya permasalahan diatas, membuat aktivitas disungai barito seperti pendistribusian barang tambang, laju transportasi serta pemanfaatan aliran sungai barito untuk keperluan lain mengalami penurunan secara signifikan. Untuk mengatasi masalah tersebut, pemeliharaan aliran sungai barito diperlukan. Kegiatan yang dimaksud ialah berupa penyedotan material sedimentasi dialiran sungai barito dengan menggunakan bantuan kapal *dredger*.

Penggunaan kapal keruk untuk membantu pekerjaan pengerukan dan pemeliharaan aliran sungai di Indonesia telah banyak diterapkan. Pada penelitian sebelumnya menyatakan penggunaan kapal keruk *bucket elevator* yang memiliki panjang 6 m dan displacement 6,972 ton dengan kapasitas muatan sebesar 38 % dari displacement kapal serta sistem konstruksi *knock down*, memungkinkan bagi kapal untuk digunakan beroperasi di lingkungan sungai perkotaan [3]. Namun penggunaan kapal keruk jenis ini, dirasa kurang efektif untuk pekerjaan *maintainance dredging* di alur pelayaran sungai, karena kapasitas dari muatan kapal ini sangat terbatas.

Penelitian tentang studi perancangan kapal *dredger* untuk perairan sungai Kalimas didapatkan jenis kapal *suction dredger* dengan tipe lambung catamaran dan memiliki ukuran panjang loa 16 m, lebar 4,5 m, tinggi 1,1 m, dan sarat 0.75 m, diperoleh bahwa kapal jenis ini juga sesuai digunakan untuk pekerjaan pengerukan dialiran sungai, karena memiliki sarat yang cukup rendah serta karakteristik yang sesuai digunakan untuk pekerjaan pengerukan dialiran sungai yang mana memiliki kedalaman relatif dangkal [4].

Melihat dari referensi yang sudah ada, maka pada penelitian ini jenis kapal yang akan dirancang penulis ialah kapal *suction dredger*. Desain kapal ini memiliki bentuk lambung catamaran. Penggunaan tipe lambung ini telah banyak digunakan di dunia perkapalan, jenis model lambung ini dipilih karena memiliki kelebihan dibandingkan model lambung monohull yaitu luas geladak yang lebih lebar sehingga leluasa mengatur letak peralatan atau muatan kapal, serta semakin lebar kapal akan

menghasilkan performa stabilitas yang semakin baik [5].

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan rekomendasi rencana garis dan general arrangement kapal *suction dredger* yang sesuai dengan perairan sungai barito dan mengetahui karakteristik kapal yang dapat dilihat dari segi ukuran utama, hambatan dan stabilitas. Batasan masalah dari penelitian ini ialah perancangan kapal *suction dredger* yang meliputi penentuan ukuran utama, hambatan, rencana garis, rencana umum, hidrostatik, stabilitas serta estimasi biaya pembangunan. Pada penelitian ini juga ditetapkan bahwasanya tidak memperhitungkan konstruksi profil dan layout kamar mesin.

2. METODE

2.1. Objek Penelitian

Perancangan kapal *suction dredger* didasarkan pada objek penelitian yang menggunakan data primer, sekunder serta literatur yang mendasari penelitian ini.

Data primer yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan data kapal pembanding tipe *suction dredger* yang didapatkan dari badan klasifikasi dengan mempertimbangkan karakteristik perairan tempat kapal akan beroperasi. Data kapal pembanding dapat dilihat dari table 1.

Tabel 1. Data Kapal Pembanding

No	Ukuran Utama	Dimensi(m)
1	Lpp	19,5
2	B	5,66
3	H	1,5
4	T	0,9

2.2. Variabel Penelitian

Sesuai dengan geografi Sungai Barito, Kapal *Suction dredger* yang akan direncanakan adalah kapal yang berfungsi untuk penyedotan material sedimentasi disungai barito, kapal diharuskan memiliki peralatan yang dapat mendukung fungsi dari kapal tersebut.

Dalam mendesain sebuah kapal, parameter diperlukan sebagai acuan dalam proses desain agar sesuai dengan tujuan dibuatnya kapal tersebut. Parameter ini nantinya akan digunakan dalam menentukan ukuran utama kapal dan analisa terhadap nilai hambatan dan stabilitas. Parameter yang dimaksud dapat dilihat pada table 2.

Tabel 2. Komponen Parameter Perancangan

Nama	Variabel
Sarat Kapal	≤ 1 meter
Crew	2 orang
Propulsi	Non-propelled
Volume pengerukan	300.000 m ³
Material sedimentasi	Lumpur dan pasir
Material	Baja

2.3. Suction Dredger

Kapal yang akan dirancang merupakan kapal *suction dredger* yang di klasifikasikan sebagai kapal keruk hidrolik yang dalam system kerjanya menggunakan bantuan pompa sentrifugal untuk memindahkan material keruk, baik dengan mengangkat matrial dari dalam air maupun memindahkannya ke lokasi lain secara horizontal.

Kapal *suction dredger* adalah salah satu dari jenis kapal dredger yang memiliki peralatan khusus guna tujuan pengerukan. Kapal ini dilengkapi dengan pipa penyedot yang sesuai digunakan pada tekstur tanah berpasir dan lumpur halus. Pompa jet digunakan untuk membantu proses beaching atau untuk meningkatkan proses pembentukan campuran di dekat mulut hisap. Pembuangan matrial hasil penyedotan dilakukan baik menggunakan jaringan pipa maupun bantuan kapal tongkang [6].

2.4. Metode Kerja

Prinsip Prinsip metode kerja dari kapal suction dredger ini didasarkan pada proses breaching dan erosi yang diciptakan oleh aliran didekat mulut pipa hisap yang dihasilkan oleh pompa keruk. Material hasil pengerukan biasanya dihisap oleh pompa sentrifugal kemudian material tersebut dikeluarkan melalui pipa atau ke tongkang.

Kapal suction dredger ini dilengkapi dengan 2 buah spud. Selain dapat memudahkan pengoperasian, spud juga berfungsi sebagai alat penambat untuk menjaga kesetabilan ponton saat melakukan pengerukan serta sebagai penggerak ponton [7].

2.5. Pompa Slurry

Perancangan pompa diawali dengan penentuan jenis slurry yang digunakan dalam proses pemompaan sehingga dapat dilakukan penentuan dan perhitungan terhadap head loss yang selanjutnya dilanjutkan untuk mendapatkan head efektif pompa [8].

Head didefinisikan sebagai energi per satuan berat fluida. Didalam system instalasi pompa, head diukur dengan cara menghitung perbedaan tekanan total pada pipa hisap dan pipa tekan. Besaran nilai head dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$H = \frac{\rho}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} + Z \quad (1)$$

Dimana: ρ adalah tekanan zat cair (kgf/m), v adalah rata-rata kecepatan aliran zat cair(m/s), γ adalah berat zat cair persatuan volume (kgf/m), g adalah percepatan gravitasi (9,81 m/s²) dan z adalah ketinggian (m) [9].

2.6. Hambatan

Analisa hambatan kapal merupakan salah satu faktor penting dalam merancang suatu bangunan kapal. Hambatan atau biasa disebut tahanan kapal merupakan gaya yang bekerja pada kapal dari arah berlawanan kapal, sehingga melawan gerakan kapal. Semakin kecil nilai hambatan suatu kapal akan memberikan banyak dampak positif terhadap oprasional kapal yang akan dirancang. Analisa hambatan pada penelitian ini menggunakan perangkat lunak komputer khusus hambatan kapal.

2.7. Rencana Umum

Rencana umum (*general arrangement*) dari suatu kapal dapat diartikan sebagai perencanaan atau penentuan dari setiap fungsi ruangan yang ada sesuai dengan kebutuhan dan peralatan yang dibutuhkan sesuai dengan letak dan jalan untuk menuju ruangan tersebut. Ruangan yang di maksud meliputi ruang muatan, ruang kamar mesin, ruang akomodasi abk dan penumpang, ruang navigasi, tangki-tangki dan ruangan lainnya. Pada penelitian ini perencanaan general arrangement menggunakan bantuan perangkat lunak CAD

2.8. Hidrostatik

Pembuatan dari lengkung hidrostatik digunakan untuk menunjukkan karakteristik atau sifat-sifat dari badan kapal terutama dibawah garis air. analisis yang dihasilkan berupa grafik yang mewakili karakteristik kapal di beberapa konsep. Seperti displacement, LCB, LCF, TPC, MTC, WPA, WSA, KB, KM. Kurva tersebut berguna dalam perhitungan analisis stabilitas selama fase desain.

2.9. Stabilitas

Stabilitas kapal dapat diartikan ketika kapal dalam kondisi oleng atau miring yang disebabkan karena adanya gaya eksternal (gelombang, angin, ombak, arus, dll) dan mampu kembali ke keadaan semula. Karakteristik dari stabilitas kapal pada penelitian ini diharapkan dapat memenuhi standar yang baik guna memaksimalkan performa dari kapal tersebut.

Analisa stabilitas kapal pada penelitian ini menggunakan bantuan perangkat lunak khusus Analisa stabilitas serta standard ketentuan yang digunakan terdapat pada *International Maritime Organization (IMO) Intact Stability Code (IS Code) 2008*, dimana kriteria tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Stabilitas Kapal [10]

No	Criteria	Vaule	Unit
1	Area 0 to 30; (>)	3,151	m.deg
2	Area 0 to 40; (>)	5,157	m.deg
3	Area 30 to 40; (>)	1,719	m.deg
4	Maximum GZ at 30 or greater; (>)	0,2	m
5	Angle of maximum GZ; (>)	25	deg
6	Initial GMt; (>=)	0,15	m

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Penentuan Dimensi Kapal

Metode yang digunakan dalam penentuan dimensi kapal dalam penelitian ini menggunakan metode *Parent Design Approach* yang mana metode ini mengambil data sebuah kapal yang nantinya akan dijadikan sebagai acuan untuk kapal pembanding yang memiliki persamaan karakteristik dengan kapal yang akan dirancang. Dengan menggunakan metode ini diharapkan dapat mempercepat waktu pengerjaan serta memperoleh dimensi kapal yang optimal. Pemilihan kapal pembanding yang digunakan telah terdaftar di badan klasifikasi serta didasarkan pada parameter yang telah di tentukan dan disesuaikan dengan karakteristik sungai barito sebagai tempat lokasi kapal akan beroperasi. Kemudian dilakukan penyesuaian terhadap parameter yang ada menggunakan batas-batas yang sesuai dengan rasio kapal tertentu, seperti rasio L/B dan B/T. Setelah ukuran utama sesuai dengan ketentuan, maka didapat ukuran utama kapal *suction dredger* yang dapat dilihat pada table 4.

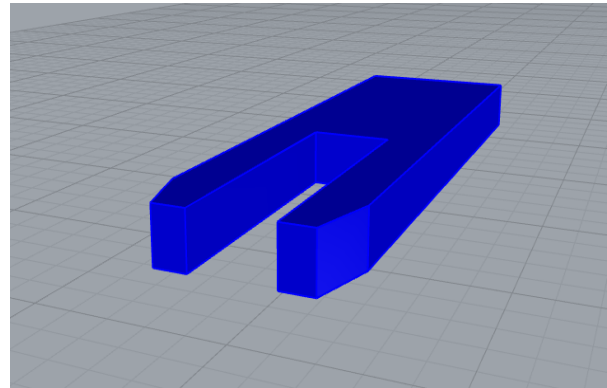
Tabel 4. Data Ukuran Utama

No	Ukuran Utama	Dimensi(m)
1	Lpp	19,5
2	B	5,66
3	H	1,5
4	T	0,9
5	Cb	0,8

3.2. Pemodelan Kapal

Pembuatan model lambung kapal dredger ini menggunakan bantuan beberapa perangkat lunak pemodelan, hasil dari pembuatan model lambung kapal *suction dredger* ini dapat dilihat pada gambar

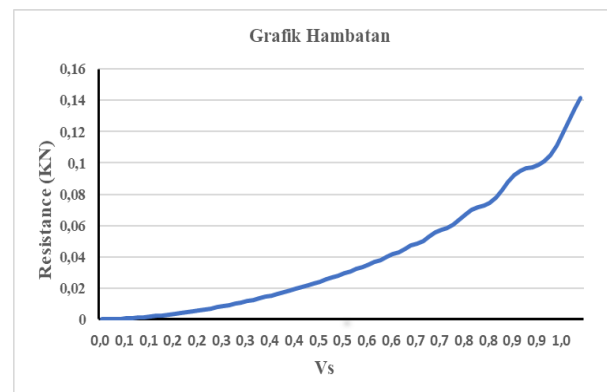
1. Dalam proses pengerjaannya, model lambung kapal ini didesain dengan mengacu pada ukuran utama kapal yang telah ditentukan sebelumnya dan disesuaikan dengan bentuk model lambung kapal *suction dredger*. Bentuk lambung yang digunakan dalam penelitian ini ialah bentuk lambung *cata-marant*.



Gambar 1. Model Lambung kapal

3.3. Analisis Hambatan

Analisa hambatan kapal yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan software yang dikhususkan untuk menganalisa hambatan kapal. Metode molland digunakan untuk menganalisa hambatan kapal ini dengan kecepatan diasumsikan 1 knot dikarenakan kapal *suction dredger* ini tidak memiliki sistem propulsi melainkan spud yang digunakan pada saat kapal beroperasi. Hasil analisa hambatan dapat di lihat pada gambar 2. Setelah dilakukannya analisa perhitungan hambatan menggunakan metode mollad, didapatkan besaran nilai hambatan kapal terbesar pada kecepatan 1 knot sebesar 0,14 KN.

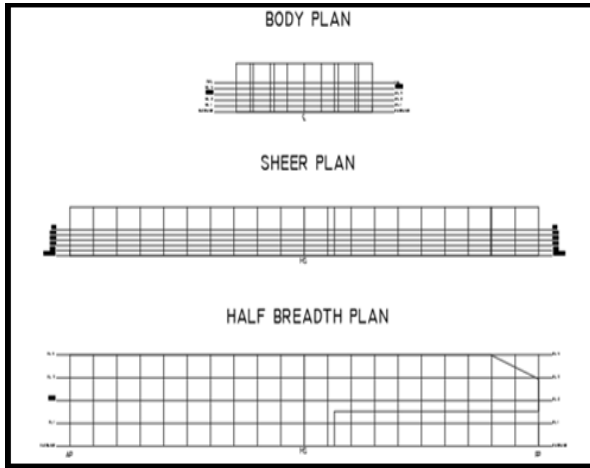


Gambar 2. Grafik hasil analisa hambatan kapal

3.4. Rencana Garis

Pembuatan rencana garis dari model lambung kapal dibuat menggunakan bantuan perangkat lunak khusus pemodelan yang mana memanfaatkan fitur counture. Hasil dari pembuatan rencana

garis kapal *suction dredger* dapat dilihat pada gambar 3. Gambar tersebut terdiri dari 3 gambar proyeksi kapal dredger yang meliputi *body plan*, *sheer plan*, dan *half breadth plan*.



Gambar 3. Rencana Garis

Hasil dari rencana garis kapal suction dredger ini terdiri dari 20 *station*, 4 *buttock line*, dan 5 *water line*.

3.5. Pemilihan Pompa Slurry

Dalam penelitian ini estimasi waktu penggunaan fungsi kapal akan dilakukan selama 25 hari, dimana dalam 1 hari kerja sama dengan 8 jam kerja. Volume pengerukan kapal ini berkapasitas sebesar 300.000 m³, dengan volume pengerukan yang telah ditentukan, maka langkah selanjutnya, menentukan kapasitas produksi pompa yang diperlukan untuk menyelesaikan penyedotan lumpur yang telah direncanakan, menggunakan rumus:

$$Q = V/t \quad (2)$$

$$= 300.000/200 = 1500 \text{ m}^3/\text{h}$$

Setelah mendapatkan kapasitas produksi kapal *suction dredger*. Selanjutnya menentukan besaran head pompa guna mendapatkan spesifikasi pompa yang dibutuhkan.

1. Head static

$$H_s = Z_2 - Z_1 = 2 \text{ m} - (-8) \text{ m} = 10 \text{ m} \quad (3)$$

2. Head pressure

$$H_p = p_2 - p_1 / \rho g = 0 \text{ (karena tekanan pada pipa masuk dan keluar sama)} \quad (4)$$

3. Head velocity

$$H_v = v_2^2 - v_1^2 / 2g = (4)^2 - (3,5)^2 = 0,19 \text{ m/s} \quad (5)$$

4. Head losses

Besaran nilai head losses didapat dari penjumlahan head loss mayor dan head loss minor :

a. Head loss mayor

• Pada *Suction pipe*

Menentukan aliran fluida :

$$Re = (v \times D) / \nu \quad (6)$$

$$= (3,5 \times 0,355) / 0,801 \times 10^{-6}$$

$$= 1,55 \times 10^6 \text{ (aliran trubulen)}$$

Pipa steel

$$\text{Kekerasan relatif} = e/D = 0,00042 \quad (7)$$

Maka nilai $f = 0,019$

$$H_{L,mayor} = f \times L/D \times V^2/2g \quad (8)$$

$$= 0,019 \times 9/0,355 \times (3,5)^2/2.9,8$$

$$= 0,30 \text{ m}$$

Pipa rubber

$$\text{Kekerasan relatif} = e/D = 0,00002 \quad (9)$$

Maka nilai $f = 0,0165$

$$H_{L,mayor} = f \times L/D \times V^2/2g \quad (10)$$

$$= 0,017 \times 1/0,355 \times (3,5)^2/2.9,8$$

$$= 0,03 \text{ m}$$

• Pada *Discharge pipe*

Menentukan aliran fluida :

$$Re = (v \times D) / \nu \quad (11)$$

$$= (4 \times 0,300) / 0,801 \times 10^{-6}$$

$$= 1,5 \times 10^6 \text{ (aliran trubulen)}$$

Pipa steel

$$\text{Kekerasan relatif} = e/D = 0,0005 \quad (12)$$

Maka nilai $f = 0,0195$

$$H_{L,mayor} = f \times L/D \times V^2/2g \quad (13)$$

$$= 0,0195 \times 10/0,3 \times (4)^2/2.9,8$$

$$= 0,53 \text{ m}$$

Pipa rubber

$$\text{Kekerasan relatif} = e/D = 0,000023 \quad (14)$$

Maka nilai $f = 0,017$

$$H_{L,mayor} = f \times L/D \times V^2/2g \quad (15)$$

$$= 0,017 \times 1490/0,3 \times (4)^2/2.9,8$$

$$= 68,92 \text{ m}$$

b. Head loss minor

Penggunaan komponen pada system pipa serta perhitungan nilai k pada pipa *suction* dan pipa *discharged* kapal *suction dredger* dapat dilihat pada table 5 dan 6.

Tabel 5. Besaran nilai k pada *head loss*

Komponen	<i>Suction</i>		
	£	n	K = £ x n
<i>Fitting</i>	0,08	3	0,24
<i>Filter/Calm out</i>	0,6	1	0,6
<i>Gate valve</i>	0,19	1	0,19
Jumlah			1,03

$$H_{L,minor} = k \times v^2/2g \quad (16)$$

$$= 1,03 \times (3,5)^2/2.9,8 = 0,64 \text{ m}$$

Tabel 6. Besaran nilai k pada *head loss*

Komponen	<i>discharged</i>		
	£	n	K = £ x n
<i>Elbow 90°</i>	0,3	1	0,3
<i>NRV valve</i>	2	1	2
<i>Fitting</i>	0,08	120	9,6
Jumlah			11,9

$$H_{L,minor} = k \times v^2/2g \quad (17)$$

$$= 11,9 \times (4)^2/2.9,8 = 9,71 \text{ m}$$

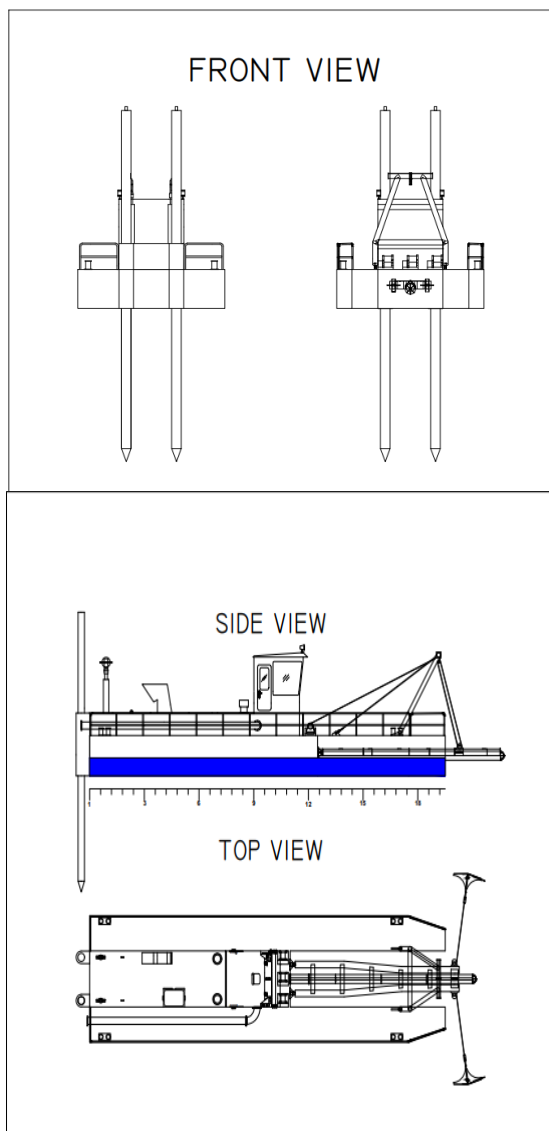
$$\text{Total head loss} = 90,32 \text{ m}$$

Berdasarkan perhitungan total head maka di dapat pemilihan pompa sebagai berikut :

Nama pompa = Excellence 250EZ-A85
 Kapasitas = 376-1504 m³/h
 Head = 30,1- 128,7 m

3.6. Rencana Umum

Rencana umum dibuat berdasarkan hasil dari tahapan sebelumnya. Desain rencana umum pada penelitian ini mengikuti regulasi Biro Klasifikasi Indonesia. Kapal ini dirancang untuk perairan Indonesia yang mana mampu menyedot material sedimentasi disungai barito dengan keseimbangan yang baik dengan memiliki kapasitas penyedot lumpur sebesar 1500 m³/h dan dapat bekerja selama 6 hari atau 48 jam kerja tanpa mengisi bahan bakar. Gambar rencana umum yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Rencana Umum

3.7. Hidrostatik Kapal

Perhitungan lengkung hidrostatik merupakan kurva yang menunjukkan sifat-sifat dari badan kapal dibawah garis air. Kurva hidrostatik di gambarkan sampai dengan kondisi kapal tengelam dan tidak dalam kondisi trim. Pembuatan lengkung hidrostatik menggunakan software, yaitu dengan cara memasukan desain kapal yang telah dibuat sebelumnya. Berikut hasil dari pembuatan lengkung hidrostatik dapat dilihat pada table 7.

Tabel 7. Perhitungan hidrostatik

No	Draft Amidships	0,9
1	Displacement t	79,46
2	Heel deg	0,0
3	Draft at FP mm	0,9
4	Draft at AP mm	0,9
5	Draft at LCF mm	0,9
6	Trim(+ve by stern)mm	0,000
7	WL length mm	19,5
8	Beam max extents on WL mm	5,66
9	Wetted area mm ²	145,254
10	Waterpl area mm ²	87,961
11	Prismatic coeff. (cp)	0,8
12	Block coeff. (cb)	0,8
13	Max sect. area coeff. (cm)	1
14	Waterpl. Area coeff. (cwp)	0,8
15	LCB from zero pt (+ve fwd) mm	-1,448
16	LCF from zero pt. (+ve fwd) mm	-1,448
17	KB mm	0,45
18	KG mm	0,9
19	BMt mm	3,48
20	BML m	30,898
21	GMt m	3,03
22	GML m	31,348
23	KMt m	0,902
24	KML m	1,267
25	Immersion (TPc) tonne/cm	4,291
26	MTC tonne.m	1,267
27	RM at 1 deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	4,291
28	Max deck inclination deg	0,000
29	Trim angle (+ve by stern) deg	0,000

3.8. Analisa stabilitas

Analisa stabilitas dalam penelitian ini secara khusus menggunakan bantuan software yang mengacu pada perhitungan berat kapal yang meliputi berat DWT dan LWT. Perhitungan stabilitas ini digunakan untuk mengetahui tingkat keamanan kapal saat beroperasi.

Analisa yang direncanakan menggunakan 3 kondisi menurut IMO, diantaranya saat kapal telah melakukan pekerjaan penyedotan selama 6 hari dengan sisa bahan bakar 10%, kondisi kapal Ketika 4 hari kerja dengan sisa bahan bakar sebesar 50%, dan kondisi terakhir pada saat tangki bahan bakar

terisi penuh 100%. Berikut ini 3 kondisi yang direncanakan dapat dilihat pada table 8.

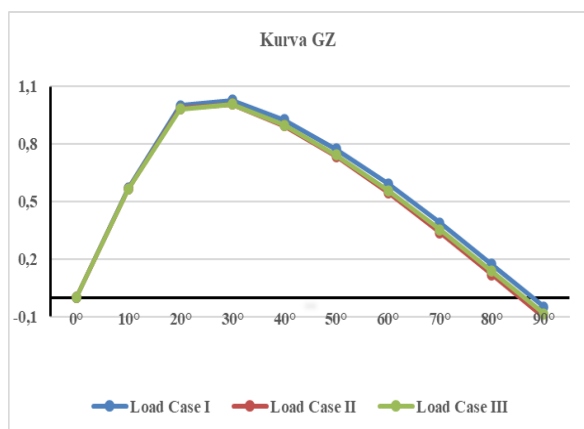
Tabel 8. Kondisi Stabilitas

Item	Kondisi 1	Kondisi 2	Kondisi 3
Lightship	1	1	1
FOT P	100%	50%	10%
FOT S	100%	50%	10%
DOT	100%	50%	10%
FWT P	100%	50%	10%
FWT S	100%	50%	10%
WBT 1 P	100%	100%	100%
WBT 1 S	100%	100%	100%
WBT 2 P	0	51%	100%
WBT 2 S	0	51%	100%
WBT 3 P	0	51%	100%
WBT 3 S	0	51%	100%
WBT 4 P	100%	100%	100%
WBT 4 S	100%	100%	100%
Crew	2	2	2

Tabel 9. Hasil Stabilitas

Creteria	IMO minimum	K1	K2	K3
Area 0 to 30	3,151 m.deg	21,39	21,08	21,04
Area 0 to 40	5,157 m.deg	31,21	30,63	30,61
Area 30 to 40	1,719 m.deg	9,82	9,55	9,57
Max GZ at 30 or greater	0,20 m	1,03	1,01	1,01
Angel	25,0 deg	25,5	25,5	25,5
Maximum GZ				
Initial GMt	0,15 m	3,23	3,19	3,19
Status		PASS	PASS	PASS

Tabel 9 menunjukkan bahwa hasil analisa stabilitas kapal suction dredger di ketiga kondisi telah memenuhi kreteria IMO yang telah ditentukan.



Gambar 6. Kurva GZ

Berdasarkan grafik yang terdapat pada gambar 6 dapat dianalisa bahwa nilai GZ pada semua kondisi hampir sama, dikarnakan kapal suction dredger ini tidak memiliki ruang muat. Sedangkan untuk memenuhi kreteria stabilitas kapal berdasarkan

standar IMO maka diperlukannya pengaturan volume tangki ballast, sehingga dapat menjaga stabilitas kapal tetap baik.

3.9. Estimasi biaya pembangunan kapal

Estimasi biaya pembangunan kapal pada umumnya didominasi oleh biaya dari berat baja, dan biaya peralatan serta perlengkapan kapal. Sehingga perhitungan analisis biaya yang dimasukkan pada penelitian ini mencakup beberapa biaya pokok diantaranya biaya material, *equipment* dan *outfitting*, tenaga penggerak, serta biaya koreksi keadaan ekonomi dan kebijakan pemerintah. Semua harga berdasarkan pada data yang didapat dari beberapa situs penjualan *E-commerce*.

Tabel 10. Estimasi biaya pembangunan

Biaya pembangunan	
Item	Value(USD)
Material baja	30668,98
Equipment & Outfitting	30673,73
Tenaga penggerak	24100
Total harga (USD)	85.442,71
Kurs Rp-USD (per 14 september 2021)	Rp 14.240,00
Total harga (rupiah)	Rp 1.216.704.190,4

Table 11. Biaya koreksi keadaan

Item	Value(Rp)
Keuntungan galangan (5% dari pembangunan awal)	60.835.209,52
Biaya Inflasi (2% dari pembangunan awal)	24.334.083,80
Biaya pajak pemerintah (10% dari biaya pembangunan awal biaya pajak pemerintah)	121.670.419,0
Total biaya keadaan ekonomi	206.839.712,37

Berdasarkan tabel 10 dan 11 dapat diketahui estimasi harga pembangunan kapal *Suction dredger* dalam perancangan kali ini adalah Rp 1.423.543.902,77.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil penelitian kapal suction dredger yang dirancang untuk perairan sungai barito Kalimantan selatan, maka diperoleh kesimpulan terhadap rancangan kapal dengan dimensi panjang LPP 19,5 m, lebar 5,66 m, sarat 0,9 m, tinggi 1,5 dan cb 0,8. Dengan dilengkapi pompa tipe slurry yang memiliki kapasitas penyedotan sebesar 1500 m³/h dan mampu memindahkan material hasil penyedotan sejauh 1500 m.

Kapal ini juga memiliki nilai hambatan sebesar 0,14 KN, dan untuk stabilitas kapal di 3

kondisi yang berbeda telah memenuhi kriteria dari stabilitas IS Code. Untuk harga estimasi pembangunan kapal diperoleh sebesar Rp 1.423.543.902,77.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Susilowati, Endang, "Peranan Jaringan Sungai Sebagai Jalur Perdagangan Di Kali-mantan Selatan Pada Paroh Kedua Abad XIX," *Jurnal Sejarah Citra Lekha*, vol. 17, no.1, pp 1-8, 2011
- [2] Novico, Franto, and Egon, Andi, "Morfo-dinamika Jangka Pendek Pendangkalan di alur Pelayaran Barito Kalimantan Selatan," *jurnal geologi kelautan*, vol. 15, no. 2, pp 107-122, 2017.
- [3] Sindu, Putu A, dan Yudo, Hartono, "Desain Kapal Keruk Perairan Dangkal Menggunakan Bucket Elevator," *jurnal teknik perkapalan*, vol. 16, no. 3, pp 81-90, 2019
- [4] Herijono, Boedi, dan Prayitno, Eko M. M. "Perancangan Dredger Ship untuk Normalisasi Hilir Sungai Kalimas," *Seminar Master, PPNS*, 2017.
- [5] Sulistianingtyas, Alamanda, amiruddin, Wilma dan Manik, Parlindungan, "Analisa Pengaruh Perubahan Bentuk Lambung Monohull Menjadi Catamaran Terhadap Stabilitas Kapal," *Jurnal teknik perkapalan*, vol. 7, no. 2, pp 99-106, 2019.
- [6] W. J. Vlasblom, "plan suction dredger," *Leacture Note, T.U. Delft*, 2003.
- [7] Maratua, Novrialdo, saputra, Hendra, and Giat, Lalu J. P, "Perancangan Spud pada Dredger Barge 25 Meter," *Jurnal Teknologi dan Riset Terapan*, vol. 2, no. 2, pp 70-79, 2020.
- [8] Hariyono, Rizky, F, dan Made I. A, "Perancangan Pompa Slurry Sentrifugal pada Unit Cement Mixer yang Mendukung Operasi Kerja Ulang Sumur dengan Kapasitas 3,5 BPM dan Head 30 Feet (Studi Kasus di PT. Energi Mega Persada Tbk)," *Jurnal Teknik POMITS*, vol. 2, no. 1, pp 37-40, 2013.
- [9] Prasetyo, Andri H, Santoso, Agus, dan Bambang, Tony M," Perancangan Sistem Permesinan dan Sistem Penggerak pada Auger Cutter Suction Dredger (ACSD) sebagai Metode Pengerukan di Waduk," *Jurnal Teknik POMITS*, vol. 3, no. 1, pp 85-88, 2014.
- [10] International Maritime Organization, "*Intact Stability Code (IS Code)*," 2008.