

# ANALISA PENGARUH VARIASI SARAT TONGKANG TERHADAP EKONOMIS PEMASUKAN (*INCOME*) PENGANGKUTAN MUATAN DAN OPERASIONAL *TUG BOAT*

Ucok Maruli Silalahi<sup>1</sup>, Hartono Yudo<sup>1</sup>, Untung Budiarto<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>) Program Studi S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Indonesia

Email: [ucoksilalahi@gmail.com](mailto:ucoksilalahi@gmail.com)

## Abstrak

Pengangkutan muatan barang tambang dapat dilakukan dengan berbagai jalur transportasi darat, dan laut. Dalam pengangkutan jalur laut dapat menggunakan kapal untuk memaksimalkan pengangkutan yang lebih banyak. Pengangkutan dengan kapal dapat menggunakan berbagai jenis kapal pengangkutan seperti kapal bulk carrier, tongkang, dll. Pengangkutan menggunakan tongkang dapat dilakukan dengan adanya bantuan kapal tug boat sebagai penarik tongkang dalam pelayaran. Dalam melaksanakan penelitian ini, penulis melakukan penghitungan stabilitas tongkang dan menyesuaikan pembangunan tongkang dengan keuntungan apabila dengan menggunakan modal investasi sendiri, menggunakan pinjaman dari bank dengan beban resiko bunga pinjaman, dan dengan menyewa tongkang. Keuntungan didapatkan dengan mengurangi besar nilai penjualan pengangkutan batubara dengan biaya produksi, biaya pembangunan tongkang, operasional tug boat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan jenis perolehan keuntungan yang lebih baik jika menyewa tongkang, membangun dengan modal investasi sendiri, dan pembangunan dengan menggunakan pinjaman dari bank dengan beban biaya bunga sebesar 9,85% dari harga kapal. Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan didapatkan bahwa besar nilai keuntungan yang didapatkan dengan membangun tongkang dengan modal sendiri lebih menguntungkan dengan persentase rata-rata 1,005% dari menggunakan pinjaman biaya investasi. Dan 1,5% lebih menguntungkan apabila menyewa tongkang.

**Kata kunci** : Tongkang, ekonomis, batubara

## 1. Pendahuluan

Tongkang adalah benda apung yang digunakan untuk mengangkut muatan curah berupa batu bara, pasir, dan lain sebagainya. Tongkang sendiri memiliki bentuk lambung yang menyerupai balok, dimana  $C_b$  mendekati 1, dan tidak ada sistem propulsi, listrik, ataupun perpipaan yang mendukung tongkang ini. Dikarenakan tongkang hanya sebagai benda apung dengan beban muatan. Dengan begitu, didapatkan besar pengangkutan muatan yang lebih besar, namun berpengaruh pada hambatan tongkang terhadap air. Tongkang diharapkan dapat digunakan secara massal untuk jasa pengangkutan hasil bumi dari suatu tempat ke tempat lain dengan menggunakan jasa *tug boat*.

*Tug Boat* merupakan kapal yang digunakan untuk menarik tongkang dengan daya mesin yang cukup besar. Karena *tug boat* tersebut harus menarik tongkang yang memiliki hambatan yang cukup besar. Dengan daya mesin yang cukup besar dan beban Tarik yang besar juga dari hambatan tongkang, maka *tug boat* harus memiliki operasional bahan bakar dan minyak pelumas yang untuk sekali melakukan trip pengantaran muatan cargo.

Dengan daya angkut tongkang yang cukup besar tersebut, tongkang menjadi angkutan yang

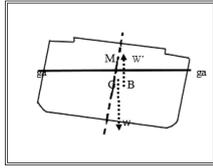
dapat digunakan perusahaan sebagai alat transportasi untuk mengangkut muatan. Dengan menggunakan prinsip ekonomi, yang memperbesar keuntungan, maka banyak para pengguna jasa tongkang yang melebihi sarat penuh tongkang dengan harapan keuntungan lebih besar didapatkan selain dari pertambahan muatan sekali trip.

Dengan memperhitungkan stabilitas tongkang tersebut, dapat ditemui besar kemungkinan pengangkutan muatan maksimal. Dengan begitu, variabel sarat dapat diubah untuk memenuhi aturan BKI, untuk sarat maksimum yang dapat diangkut oleh tongkang tersebut.

Tujuan penyusunan tugas akhir ini yaitu untuk mendapatkan besar perbandingan stabilitas tongkang dengan variasi sarat tersebut. Mengetahui besar operasional bahan bakar tug boat pada variasi sarat dan dari hasil analisa, didapatkan keuntungan bersih dari variasi sarat yang paling menguntungkan serta didapatkan keuntungan dengan sewa tongkang dan perhitungan lama pengembalian modal investasi awal pembangunan tongkang dengan pengangkutan batubara dengan investasi modal sendiri, dan dengan pinjaman dari bank

## 2. Tinjauan Pustaka

Stabilitas merupakan keadaan kapal saat berada diatas permukaan air. Stabilitas kapal dapat diperhitungkan berdasarkan besar hambatan, muatan, dan keadaan permukaan air dalam keadaan tenang atau bergelombang.



Gambar 1. kedudukan M, B, G pada sebuah kapal

Untuk menghitung konsumsi bahan bakar yang dilakukan dengan perumusan berikut ini [11]:

$$Whfo = P \times SFOC \times t \times C \times 10^{-6} \quad [2]$$

Dimana :

P = Daya main engine (kW)

SFOC = Spesific Fuel Oil Consumption (gr/kWh)

t = Waktu lama pelayaran (hour)

C = Constant addition of fuel

## 3. Metodologi Penelitian

### 3.1 Data Penelitian

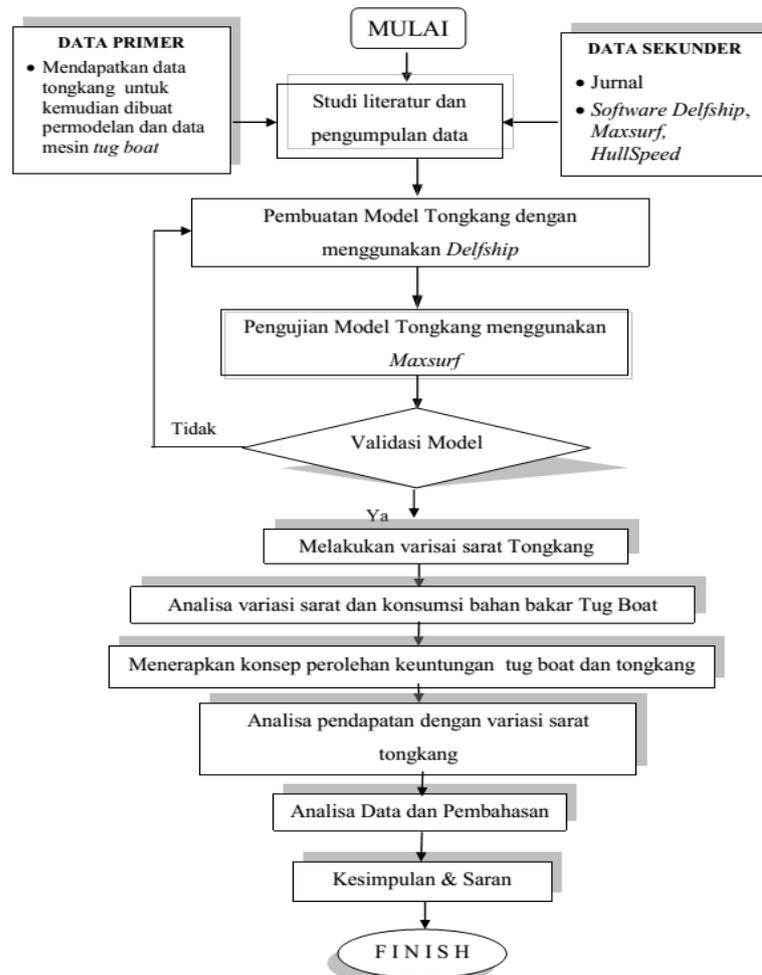
#### a. Data Primer

Data primer perhitungn. Data utama ukuran kapal :

- *Length over all* : 91.500 m
- *Lpp* : 83,875 m
- *Maximum beam* : 24.400 m
- *Draft Maximum* : 4,60 m
- *Midship location* : 45.750 m
- *Relative water density* : 1.025
- *Height* : 5,5 m
- *LWT* : 1296,910 ton

#### b. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari literature ( jurnal, paten, dan data yang didapat pada penelitian sebelumnya ).



#### 4. Perhitungan dan Analisa

Perhitungan stabilitas tongkang dan operasional tug boat membutuhkan pemodelan kembali pada tongkang. Pemodelan dimulai dengan perancangan tongkang hingga menjadi dalam bentuk olahan data stabilitas. Setelah pemodelan selesai, kemudian dilakukan analisa stabilitas tongkang dengan menggunakan software *maxsurf*. Validasi atau tolak ukur pengerjaan stabilitas telah benar adalah dengan membandingkan perhitungan stabilitas yang telah dihitung di software *Maxsurf* dengan perhitungan manual. Dengan Data yang dibutuhkan :

Data tongkang :

- a. *Length over all* : 91.500 (m)
- b. *Lpp* : 83,875 (m)
- c. *Maximum beam*: 24.400 (m)
- d. *Draft Maximum*: 4,60 (m)
- e. *Midship location*: 45.750 (m)
- f. *Relative water density* : 1.025
- g. *Height* : 5,5 (m)
- h. *LWT* : 1296,910 ton

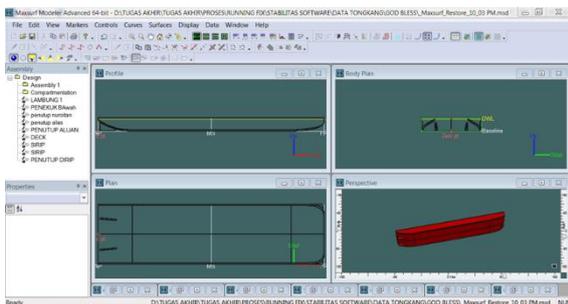
Data ukuran Tug Boat :

- i. *LPP* : 25,50 m
- j. *B* : 8,20 m
- k. *H* : 4,00 m
- l. *D* : 3,00 m
- m. *Vd* : 10 Knot

Variasi sarat yang digunakan yaitu : 4 m, 4.2 m, 4.4 m, 4.6 m , 4.8 m, 5 m

#### Pengolahan Data

Dari data tersebut dibuat pemodelan badan kapal dengan bantuan software *Maxsurf Modeller Advanced*



Gambar 3. pemodelan menggunakan *Maxsurf Modeller Advanced*

Hasil Pemodelan dari *Maxsurf Modeller Advanced* kemudian di export kedalam bentuk IGES Surfaces yang kemudian analisa stabilitas dilanjutkan pada software *Marxsurf Stability Enterprise*.

#### Analisa Stabilitas dengan Software

Setelah pemodelan dilakukan di software *Maxsurf Modeller Advanced*, maka file dibuka kembali namun pada jenis *Marxsurf Stability Enterprise*. Pada *Marxsurf Stability Enterprise*, perlu dimasukkan besar jarak tanki-tanki *void* pada tongkang untuk lebih memperinci analisa stabilitas sesuai dengan kondisi tongkang yang sebenarnya.

Tabel 1. Hasil perhitungan sesuai dengan IMO untuk sarat 4m, 4,2m, 4,4m, 4,6m,4,8m, dan 5m

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	73.4178	Pass	+2229.76
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	107.3619	Pass	+1582.03
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	33.9441	Pass	+1874.76
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	3.412	Pass	+1606.00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	32.7	Pass	+30.91
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMLt	0.150	m	13.909	Pass	+9172.67

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	64.7301	Pass	+1954.08
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	94.4478	Pass	+1731.59
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	29.7178	Pass	+1628.88
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	2.984	Pass	+1392.00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	33.6	Pass	+34.54
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMLt	0.150	m	13.250	Pass	+6733.33

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	55.9447	Pass	+1675.29
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	81.3919	Pass	+1478.40
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	25.4472	Pass	+1380.43
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	2.553	Pass	+1176.50
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	34.5	Pass	+36.18
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMLt	0.150	m	12.619	Pass	+8312.67

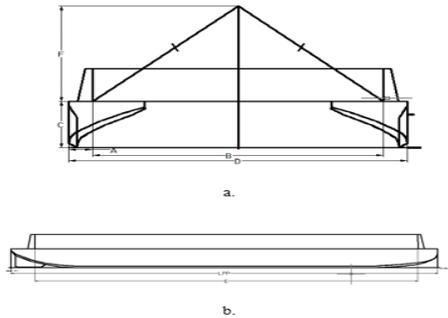
Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	47.0340	Pass	+1392.53
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	68.1824	Pass	+1222.24
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	21.1494	Pass	+1130.35
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	2.122	Pass	+961.00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	35.5	Pass	+41.82
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMLt	0.150	m	12.100	Pass	+7966.67

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	38.1068	Pass	+1109.24
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	55.0508	Pass	+967.58
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	16.9440	Pass	+886.75
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	1.701	Pass	+750.50
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	37.3	Pass	+49.09
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMLt	0.150	m	11.600	Pass	+7663.33

Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin %
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 30	3.1513	m.deg	29.1306	Pass	+624.40
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 0 to 40	5.1566	m.deg	42.0195	Pass	+714.67
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.1: Area 30 to 40	1.7189	m.deg	12.8890	Pass	+648.84
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.2: Max GZ at 30 or greater	0.200	m	1.296	Pass	+548.00
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.3: Angle of maximum GZ	25.0	deg	39.1	Pass	+56.36
A.749(18) Ch3 - Design criteria applicable to all ships	3.1.2.4: Initial GMLt	0.150	m	11.144	Pass	+7329.33

#### Analisa Perhitungan GZ software dengan perhitungan Manual

Analisa perhitungan GZ software dengan perhitungan manual adalah untuk menunjukkan besar perhitungan secara manual tidak terlalu memiliki selisih yang cukup besar. Karena, untuk perhitungan nilai GZ secara manual, menggunakan asumsi letak muatan, dan bentuk muatan saat berada diatas deck adalah prisma segitiga sama kaki.



Gambar 4. a. Gambar Dimensi Tongkang secara melintang, b. Gambar dimensi Tongkang secara longitudinal

Adapun penghitungan nilai GZ secara manual adalah :

- A= 1.7 m; B= 21 m ;C= 5.5 m ;D=24.4 m ; E = 83.875 m
- V tongkang = 1296,91 m<sup>3</sup>
- V muatan = Dis - V tongkang = 9629.453 m<sup>3</sup> - 1296.91 m<sup>3</sup> = 8332.543 m<sup>3</sup>

Menghitung letak titik titik berat Tongkang dan Prisma Segi Empat

$$Y_0 = \frac{V1.y1 + V2.y2}{V1 + V2}$$

[8]

$$y_1 = \frac{1}{2} t = \frac{1}{2} \times 5.5 \text{ m} = 2.75 \text{ m}$$

$$Y_0 = \frac{1296.91 \times 2.75}{1296.91} = 2.75 \text{ m}$$

Untuk mencari jarak F pada gambar 4.6a, menggunakan rumus Volume. Karena volume dari muatan yang diasumsikan berbentuk prisma, maka  $8381 \text{ m}^3 - 1296.91 \text{ m}^3 = 7084.09 \text{ m}^3$

$$\text{Volume Prisma} = \text{Luas Alas} \times \text{tinggi}$$

$$7084.09 = (83.875 \times 21) \times t$$

$$= \frac{7084.09}{1716.375} = 4.0219 \text{ m}$$

$$y_2 = \frac{1}{3} t + \text{tinggi alas persegi empat}$$

$$= \frac{1}{3} \times 4.0219 \text{ m} = 1.3406 \text{ m}$$

$$y_0 = \frac{(1296.91 \times 2.75) + (7084.09 \times 6.8406)}{1296.91 + 7084.09}$$

$$= \frac{52025.9285}{8381}$$

$$= 1.549 \text{ m}$$

Tabel 2. Tabel Gaya yang Berkerja Pada Tongkang

Tabel Gaya yang Berkerja Pada Tongkang						
Bagian	Berat (ton)	Momen (ton.m)	KG (m)	KB (m)	LCG	TCG
Berat Tongkang	8381	12982.2	1.55	2.018	40.167	-0.01

Tabel 3. Hasil perhitungan sesuai dengan IMO pada sarat 4m; 4,4m; 4,6m; 4,8m; 5m

Perhitungan nilai GZ pada sarat 4 m										
Q	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
sin Q	0	0.1736	0.342	0.5	0.6428	0.766	0.866	0.9397	0.98	1
nilai KN	0	2.546	3.668	4.162	4.328	4.299	4.113	3.792	3.35	2.828
GZ	0	2.277	3.1382	3.3875	3.3323	3.1124	2.7715	2.3364	1.82	1.279
Perhitungan nilai GZ pada sarat 4,2 m										
Q	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
sin Q	0	0.1736	0.342	0.5	0.6428	0.766	0.866	0.9397	0.98	1
nilai KN	0	2.341	3.295	3.78	3.986	4.01	3.888	3.638	3.27	2.83
GZ	0	2.072	2.7652	3.0055	2.9903	2.8234	2.5465	2.1824	1.75	1.281
Perhitungan nilai GZ pada sarat 4,4 m										
Q	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
sin Q	0	0.1736	0.342	0.5	0.6428	0.766	0.866	0.9397	0.98	1
nilai KN	0	2.12	2.931	3.394	3.641	3.72	3.662	3.484	3.2	2.83
GZ	0	1.851	2.4012	2.6195	2.6453	2.5334	2.3205	2.0284	1.67	1.281
Perhitungan nilai GZ pada sarat 4,6 m										
Q	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
sin Q	0	0.1736	0.342	0.5	0.6428	0.766	0.866	0.9397	0.98	1
nilai KN	0	1.88	2.574	3.011	3.29	3.424	3.433	3.327	3.12	2.828
GZ	0	1.611	2.0442	2.2365	2.2943	2.2374	2.0915	1.8714	1.59	1.279
Perhitungan nilai GZ pada sarat 4,8 m										
Q	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
sin Q	0	0.1736	0.342	0.5	0.6428	0.766	0.866	0.9397	0.98	1
nilai KN	0	1.624	2.225	2.642	2.943	3.13	3.204	3.171	3.04	2.821
GZ	0	1.355	1.6952	1.8675	1.9473	1.9434	1.8625	1.7154	1.51	1.272
Perhitungan nilai GZ pada sarat 5 m										
Q	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
sin Q	0	0.1736	0.342	0.5	0.6428	0.766	0.866	0.9397	0.98	1
nilai KN	0	1.351	1.883	2.29	2.607	2.838	2.975	3.015	2.96	2.812
GZ	0	1.082	1.3532	1.5155	1.6113	1.6514	1.6335	1.5594	1.43	1.263

### Perhitungan Operasional Tug Boat

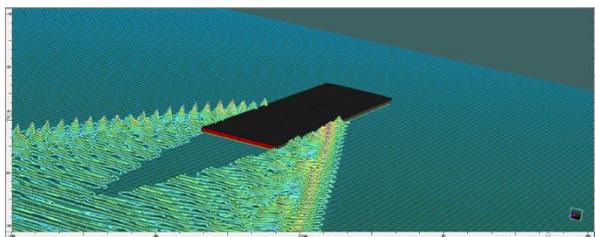
Perhitungan operasional Tug Boat meliputi perhitungan konsumsi bahan bakar selama kapal Tug Boat berlayar dengan jalur pelayaran yang telah ditentukan. Konsumsi bahan bakar secara spesifik dapat diperhitungkan dengan berdasarkan pada torsi motor yang berbanding dengan aliran massa bahan bakar yang ditransfer ke motor bakar, dari tiap beban daya yang dikeluarkan oleh motor bakar, terdapat perbedaan mengenai konsumsi bahan bakar berada pada titik terendah pada grafik *Specific Fuel Oil Consumption* (SFOC). Biasanya satuan bahan bakar yang digunakan adalah gr/bhp atau gr/kWh.

$$Whfo = P \times SFOC \times t \times C \times 10^{-6} \quad [2]$$

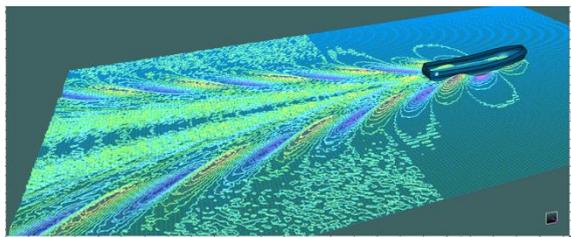
Dimana :

- P = Daya mesin engine (kW)  
 SFOC = Specific Fuel Oil Consumption (gr/kWh)  
 t = Waktu pelayaran (hour)  
 C = Constant addition of fuel  
 Wh fo = Konsumsi Bahan Bakar (ton)

Adapaun langkah pengerjaan analisa hambatan dengan software maxsurf Resistance kemudian digunakan untuk perhitungan besar bahan bakar yang dibutuhkan. Berikut adalah hasil running dengan *Maxsurf Resistance* pada kapal Tongkang dan kapal Tug Boat.



Gambar 5. Anaisa hambatan tongkang



Gambar 6. Anaisa hambatan tug boat

Hasil perhitungan dapat ditunjukkan oleh tabel berikut ini

Tabel 4. Hasil perhitungan hambatan dan daya Tongkang dan Tug Boat

Hasil running kapal Tug Boat dengan sarat 3 m			
speed	froude Number LWL	Holtrop Resistance (Newton)	Holtrop Power (kW)
1	0.032	154.33	0.079
2	0.064	560.11	0.576
3	0.097	1194.51	1.844
4	0.129	2047.34	4.213
5	0.161	3117.17	8.018
6	0.193	4451.2	13.739
7	0.226	6278.11	22.608
8	0.258	9175.72	37.763
9	0.29	14744.23	68.266
10	0.322	22244.43	114.435

Hasil running variasi sarat Tongkang			
sarat	froude Number LWL	Holtrop Resistance (Newton)	Holtrop Power (kW)
4	0,172	144300,78	742,347
4,2	0,172	148374,03	763,302
4,4	0,172	156207,72	803,602
4,6	0,172	165668,25	852,271
4,8	0,172	168490,63	866,791
5	0,172	184352,46	998,31

Untuk mendapatkan besar konsumsi bahan bakar Tug Boat, maka hambatan akan dijumlahkan antara hambatan tongkang dan tug boat, yang nantinya hasil penjumlahan tersebut akan diperhitungkan untuk konsumsi bahan bakar tug boat.

Tabel 5. Hasil perhitungan Konsumsi bahan bakar Tug Boat

Sarat	Kecepatan Dinas (m/jam)	Jam kerja (jam)	Daya Total (kW)	Fuel Oil Consumption (gr.kW.jam)	W h Fo (ton)
4	18520	92.4	712.347	414	40.86
4.2	18520	92.7	763.302	414	43.93
4.4	18520	93.0	803.602	414	46.41
4.6	18520	93.3	852.271	414	49.39
4.8	18520	93.6	921.32	414	53.57
5	18520	94.0	998.31	414	58.25

Dari hasil perhitungan didapatkan total bahan bakar untuk sekali jalan dari Makassar – Surabaya, dengan lama pelayaran selama 43,7 jam dengan kecepatan dinas 10 knot. Kapasitas tanki bahan bakar kapal Tug Boat adalah 98,92 m<sup>3</sup>.

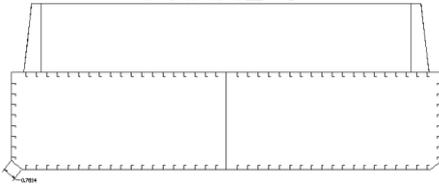
#### Perhitungan Biaya Pembangunan tongkang

Perhitungan biaya pembangunan tongkang adalah perhitungan pembangunan tongkang mulai dari awal hingga tongkang siap untuk diluncurkan. Perhitungan ini meliputi penggunaan pelat dan pembangunan tongkang.

Berdasarkan rules yang digunakan yaitu ABS, digunakan perhitungan sebagai berikut :

1. Tebal Pelat Sisi Amidship  
 $t = 0.07L + 0.007s$  mm for  $L \leq 150$  meter dengan  $s =$  jarak gading = 0,6 m maka nilai  $t = 10,605$  mm  $\approx 11$  mm
2. Tebal Pelat Alas  
 $t = 0.045L + 0.007s + 1.8$ mm for  $L \leq 123$  meters dengan  $s =$  jarak gading = 0.6 m maka nilai  $t = 10,1175$  mm  $\approx 11$  mm
3. Tebal Pelat Minimum  
 $t = 0.015L + 0.01s + 2.2$  mm for  $L > 76$  meters dengan  $s =$  jarak gading = 0,6 m maka nilai  $t = 9,5725$  mm  $\approx 10$  mm  
 Tebal Pelat alas Minimum  
 $t = 0.055L + 0.01s + 1.0$  mm for  $L \leq 110$  meters dengan  $s =$  jarak gading = 0,6 m maka nilai  $t = 12,0325$  mm  $\approx 12$  mm
4. Tebal Pelat Geladak  
 $t = 0.01L + 2.3$  for  $s \leq 760$  mm dengan  $s =$  jarak gading = 0,6 m maka nilai  $t = 8,3$  mm  $\approx 9$  mm  
 $t = (s(L+45.73))/(25L+6082)$  for  $L \leq 183$  meters  $t = 9,84$  mm  $\approx 10$  mm
5. Tebal Pelat Geladak Minimum pada 0.1LF  
 $t = 0.03L + 0.0036s + 2.8$  mm  
 $t = 7.705$  mm  $\approx 8$  mm

## FRAME 5



Gambar 7. Penampang Midship Tongkang

Tabel 6. Hasil perhitungan total biaya Penggunaan pelat dan profil

Biaya Untuk Pemasangan Material Baja									
No	Nama Bahan	Jumlah (n lembar)	panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	berat @pelat (kg)	harga per kg	total harga	
1	pelat alas port	104	600	180	12	1050,5	Rp. 9.100,00	Rp. 994.193.200,00	
2	pelat alas star	104	600	180	12	1050,5	Rp. 9.100,00	Rp. 994.193.200,00	
3	pelat sisi port	65	600	180	12	1050,5	Rp. 9.100,00	Rp. 621.370.750,00	
4	pelat sisi star	65	600	180	12	1050,5	Rp. 9.100,00	Rp. 621.370.750,00	
5	pelat bilaga	152	600	90	12	1050,5	Rp. 9.100,00	Rp. 1.453.051.600,00	
6	pelat pinalad	207	600	180	10	1050,5	Rp. 8.750,00	Rp. 1.902.718.125,00	
7	pembuang alas	142	130	12	6,5	286	Rp. 23.833,00	Rp. 967.905.796,00	
8	pembuang alas	267	130	12	6,5	286	Rp. 23.833,00	Rp. 1.819.935.546,00	
9	pembuang pinalad web	267	130	12	6,5	286	Rp. 23.833,00	Rp. 1.819.935.546,00	
10	Gerinda	135	600	180	12	1050,5	Rp. 9.100,00	Rp. 1.290.539.250,00	
11	bulhead	108	600	180	12	1050,5	Rp. 9.100,00	Rp. 1.052.431.400,00	
12	akasa	4	600	180	12	1050,5	Rp. 9.100,00	Rp. 38.238.200,00	
Total berat =							1182.000 ton	Total Harga =	Rp. 13.555.883.363,00

### Perhitungan Biaya Elektroda Pengelasan

Dengan menggunakan elektroda SMAW merk ESAB E 6013 harga per-kg adalah Rp. 25.000.000,- / ton. Kebutuhan untuk elektroda dapat diperhitungkan dengan perbandingan dengan berat LWT tongkang. Asumsi penggunaan elektroda adalah 6 % dari berat tongkang. Sehingga pengeluaran untuk biaya elektroda adalah 77,81 ton x Rp. 25.000.000,- = Rp. 1.945.250.000,

### Perhitungan biaya Tambahan

Untuk biaya CO<sub>2</sub> dan gerinda adalah Rp. 950.000,-/ ton. = Rp. 950.000,-/ ton x 1296.91 ton = Rp. 1.232.064.500,

Biaya Pengecatan dan perlindungan katodic adalah Rp. 3.000.000,-/ton = Rp. 3.000.000,-/ton x 1296.91 ton = Rp. 3.890.730.000,

Biaya Fitting dan Miscellaneous adalah Rp. 5.000.000,-/ton = Rp. 5.000.000,-/ton x 1296.91 ton = Rp. 6.484.550.000,-

Jadi, total pengeluaran untuk pembangunan Tongkang, mulai dari pembelian material, pemasangan las, biaya elektroda, dan Biaya tambahan

Rp.13.555.883.363,- + Rp. 1.232.064.500,- + Rp. 3.890.730.000,- + Rp. 1.945.250.000,- + Rp. 6.484.550.000,- = **Rp. 27.108.477.863,00**

### Perhitungan Keuntungan dan Pengembalian Modal

BEP ( break even point) adalah suatu analisis untuk menentukan dan mencari jumlah barang atau jasa yang harus dijual kepada konsumen pada harga tertentu untuk menutupi biaya-biaya yang timbul serta mendapatkan keuntungan / profit.

Tabel 7. Tabel Rumus Perhitungan Biaya Produksi Batubara

Ukuran Tongkang (feet)	PERSAMAAN
< 270	BB = 0,0221 (JT) + 3,7406
270-330	BB = 0,0184 (JT) + 3,1172
>330	BB = 0,0154 (JT) + 2,6022

Tabel 8. Tabel Perhitungan gaji Awak Kapal

NO AWAK KAPAL GAJI (Rp)	
1. Kapten	Rp 7,000,000.00
2. Mualim	Rp 5,000,000.00
3. Kepala Kamar Mesin	Rp 6,500,000.00
4. Masinis	Rp 5,000,000.00
5. Juru Masak	Rp 2,500,000.00
6. Kelasi (2 Orang)	Rp 6,000,000.00
7. Juru Motor (2 Orang)	Rp 6,000,000.00
Total	Rp 38,000,000.00

### Perhitungan keuntungan dengan modal Pinjaman Bank

Pengembalian modal pinjaman dimaksudkan adalah dengan melakukan pengangkutan muatan dalam ini barang tambang yang diangkut adalah batubara dengan otoritas dari pemilik kapal dengan modal investasi pembangunan dari pinjaman bank.

Barang tambang dibeli dan diangkut serta dengan penggunaan biaya sendiri, yang nantinya akan dijual kembali. Dari penjualan kembali serta pengangkutan, akan diketahui berapa biaya yang telah dikeluarkan, dan keuntungan dari penjualan batubara kepada konsumen.

Tabel 9. Tabel Variabel Pertimbangan

Variabel	Kuantitas	Keterangan
1. Investasi tongkang	Rp. 27.108.477.863,00	-
2. Biaya asuransi dan surveyor	0,8 %	Per-shipment
3. Bunga pinjaman	9,85%	/ tahun
4. Umur ekonomis	20	tahun
5. Depresiasi	Rp 112,951,000.00	/ Tahun
6. Bahan Bakar	Rp 5,750.00	/ Liter
7. Gaji Awak kapal tongkang	Rp 38,000,000.00	/ Trip
8. Perbaikan dan pemeliharaan	Rp 22,637,564.00	/ Bulan
9. Surat-surat	Rp 40,000,000.00	/Tahun
10. Air tawar	Rp 2,436,000.00	/Bulan
11. Tenor	10	Tahun
12. Umur ekonomis Tongkang	20	Tahun
13. Koefisien Pemanfaatan Waktu	0,7 - 0,8 %	tahun

Besar nilai keuntungan dapat ditunjukkan oleh tabel berikut.

Tabel 10. Tabel Perhitungan Operasional Cost

Tahun		2012	2013	2014	2015	2016
Tahun Ke-		0	1	2	3	4
OPERASIONAL COST	<b>Operating Cost</b>					
	a. Gaji awak kapal tongkang		Rp2.546.000.000	Rp2.546.000.000	Rp2.546.000.000	Rp2.546.000.000
	b. Maintenance and repair		-	-	Rp679.126.920	-
	c. Dokumentasi and sertifikasi		Rp480.000.000	Rp480.000.000	Rp480.000.000	Rp480.000.000
	d. Air tawar		Rp29.232.000	Rp29.232.000	Rp29.232.000	Rp29.232.000
	e. Depresiasi		Rp1.355.412.000	Rp1.355.412.000	Rp1.355.412.000	Rp1.355.412.000
	f. Asuransi dan biaya surveyor					
		4	Rp1.418.505.240	Rp1.418.505.240	Rp1.418.505.240	Rp1.418.505.240
		4,2	Rp1.510.161.240	Rp1.510.161.240	Rp1.510.161.240	Rp1.510.161.240
		4,4	Rp1.601.817.240	Rp1.601.817.240	Rp1.601.817.240	Rp1.601.817.240
		4,6	Rp1.693.473.240	Rp1.693.473.240	Rp1.693.473.240	Rp1.693.473.240
		4,8	Rp1.785.129.240	Rp1.785.129.240	Rp1.785.129.240	Rp1.785.129.240
		5	Rp1.876.785.240	Rp1.876.785.240	Rp1.876.785.240	Rp1.876.785.240
	g. Bahan Bakar					
		4	Rp15.739.989.019	Rp15.739.989.019	Rp15.739.989.019	Rp15.739.989.019
		4,2	Rp16.923.922.804	Rp16.923.922.804	Rp16.923.922.804	Rp16.923.922.804
		4,4	Rp17.878.552.224	Rp17.878.552.224	Rp17.878.552.224	Rp17.878.552.224
		4,6	Rp19.026.425.131	Rp19.026.425.131	Rp19.026.425.131	Rp19.026.425.131
		4,8	Rp20.638.258.578	Rp20.638.258.578	Rp20.638.258.578	Rp20.638.258.578
		5	Rp22.439.295.901	Rp22.439.295.901	Rp22.439.295.901	Rp22.439.295.901

2017	2018	2019	2020	2021	2022
5	6	7	8	9	10
Rp2.546.000.000	Rp2.546.000.000	Rp2.546.000.000	Rp2.546.000.000	Rp2.546.000.000	Rp2.546.000.000
Rp679.126.920	-	-	Rp679.126.920	-	Rp679.126.920
Rp480.000.000	Rp480.000.000	Rp480.000.000	Rp480.000.000	Rp480.000.000	Rp480.000.000
Rp29.232.000	Rp29.232.000	Rp29.232.000	Rp29.232.000	Rp29.232.000	Rp29.232.000
Rp1.355.412.000	Rp1.355.412.000	Rp1.355.412.000	Rp1.355.412.000	Rp1.355.412.000	Rp1.355.412.000
Rp1.418.505.240	Rp1.418.505.240	Rp1.418.505.240	Rp1.418.505.240	Rp1.418.505.240	Rp1.418.505.240
Rp1.510.161.240	Rp1.510.161.240	Rp1.510.161.240	Rp1.510.161.240	Rp1.510.161.240	Rp1.510.161.240
Rp1.601.817.240	Rp1.601.817.240	Rp1.601.817.240	Rp1.601.817.240	Rp1.601.817.240	Rp1.601.817.240
Rp1.693.473.240	Rp1.693.473.240	Rp1.693.473.240	Rp1.693.473.240	Rp1.693.473.240	Rp1.693.473.240
Rp1.785.129.240	Rp1.785.129.240	Rp1.785.129.240	Rp1.785.129.240	Rp1.785.129.240	Rp1.785.129.240
Rp1.876.785.240	Rp1.876.785.240	Rp1.876.785.240	Rp1.876.785.240	Rp1.876.785.240	Rp1.876.785.240
Rp15.739.989.019	Rp15.739.989.019	Rp15.739.989.019	Rp15.739.989.019	Rp15.739.989.019	Rp15.739.989.019
Rp16.923.922.804	Rp16.923.922.804	Rp16.923.922.804	Rp16.923.922.804	Rp16.923.922.804	Rp16.923.922.804
Rp17.878.552.224	Rp17.878.552.224	Rp17.878.552.224	Rp17.878.552.224	Rp17.878.552.224	Rp17.878.552.224
Rp19.026.425.131	Rp19.026.425.131	Rp19.026.425.131	Rp19.026.425.131	Rp19.026.425.131	Rp19.026.425.131
Rp20.638.258.578	Rp20.638.258.578	Rp20.638.258.578	Rp20.638.258.578	Rp20.638.258.578	Rp20.638.258.578
Rp22.439.295.901	Rp22.439.295.901	Rp22.439.295.901	Rp22.439.295.901	Rp22.439.295.901	Rp22.439.295.901

Tabel 11. Tabel Perhitungan Pemasukan

Tahun		2012	2013	2014	2015	2016
Tahun Ke-		0	1	2	3	4
PEMASUKAN	Load Factor		100%	100%	100%	100%
	Harga Acuan Batubara		Rp840.000	Rp840.000	Rp840.000	Rp840.000
	Jumlah Muatan					
		Muatan (ton)				
		4	7055	Rp397.055.400.000	Rp397.055.400.000	Rp397.055.400.000
		4,2	7511	Rp422.719.080.000	Rp422.719.080.000	Rp422.719.080.000
		4,4	7967	Rp448.382.760.000	Rp448.382.760.000	Rp448.382.760.000
		4,6	8423	Rp474.046.440.000	Rp474.046.440.000	Rp474.046.440.000
		4,8	8879	Rp499.710.120.000	Rp499.710.120.000	Rp499.710.120.000
		5	9335	Rp525.373.800.000	Rp525.373.800.000	Rp525.373.800.000

Tabel 12. Tabel Perhitungan Biaya Produksi Batubara

TWIR JMS	Jenis Biaya		Satuan	Biaya
	biaya produksi langsung			
Pengupasan overbund			USD/BCM	30,125
penggalian batubara			USD/ton	1,7
pengangkutan batubara kepengolahan			USD/Ton	3,5
biaya produksi tidak langsung				
pengolahan batubara			USD/ton	1,98
amortisasi dan depresiasi			USD/ton	1,17
biaya umum dan administrasi				
lingkungan, reklamasi, dan pasca tambang			USD/ton	0,27
keselamatan dan kesehatan			USD/ton	0,07
pengembangan dan pemberdayaan masyarakat			USD/ton	0,21
pembebasan/penggantian tanah			USD/ton	1,99
overhead			USD/ton	2,07
luan tetap			USD/ton	0,11
Jumlah Pengeluaran			USD	43,195

Penentuan harga jual dengan adanya keuntungan perusahaan	
biaya produksi rovalti (asumsi)	USD/ton 16,90%
<b>Total Sampai Iuran Produksi</b>	<b>USD/Ton 50,49</b>
margin	USD/ton 25%
	12,62
<b>total biaya produksi + keuntungan perusahaan</b>	<b>63,12 Rp 787.424,33</b>

Tabel 13. Tabel Keuntungan

Tahun		2012	2013	2014	2015	2016
Tahun Ke-		0	1	2	3	4
KEUNTUNGAN	<b>Investasi Pembangunan</b>					
		Rp27.108.477.863				
	<b>Bunga Pinjaman perusahaan</b>					
			Rp2.670.185.070	Rp2.670.185.070	Rp2.670.185.070	Rp2.670.185.070
	<b>Dikurangi Beban Operasional</b>					
		4	Rp17.463.144.679	Rp17.463.144.679	Rp16.784.017.759	Rp17.463.144.679
		4,2	Rp18.710.406.916	Rp18.710.406.916	Rp18.031.279.996	Rp18.710.406.916
		4,4	Rp20.186.973.518	Rp20.186.973.518	Rp19.507.846.598	Rp20.186.973.518
		4,6	Rp21.470.296.634	Rp21.470.296.634	Rp20.791.169.714	Rp21.470.296.634
		4,8	Rp22.289.659.210	Rp22.289.659.210	Rp21.610.552.290	Rp22.289.659.210
		5	Rp22.919.817.910	Rp22.919.817.910	Rp22.240.690.990	Rp22.919.817.910
	<b>Earning after tax 30% (taxable income)</b>					
		4	Rp12.224.201.275	Rp12.224.201.275	Rp11.748.812.431	Rp12.224.201.275
		4,2	Rp13.471.463.513	Rp13.471.463.513	Rp12.621.895.997	Rp13.471.463.513
		4,4	Rp14.538.818.800	Rp14.538.818.800	Rp13.097.284.841	Rp14.538.818.800
		4,6	Rp15.453.818.800	Rp15.453.818.800	Rp13.555.492.619	Rp15.453.818.800
		4,8	Rp16.232.920.146	Rp16.232.920.146	Rp15.568.483.693	Rp16.043.872.537
		5	Rp17.377.205.433	Rp17.377.205.433	Rp16.901.816.589	Rp17.377.205.433
	<b>Angsuran per-Tahun</b>					
		4	Rp4.846.995.842	Rp4.846.995.842	Rp4.846.995.842	Rp4.846.995.842
	<b>Keuntungan Bersih</b>					
		4	Rp12.530.209.591	Rp12.530.209.591	Rp12.061.816.747	Rp12.530.209.591
		4,2	Rp13.624.467.671	Rp13.624.467.671	Rp12.774.900.156	Rp13.624.467.671
		4,4	Rp14.726.835.601	Rp14.726.835.601	Rp13.808.496.777	Rp14.726.835.601
		4,6	Rp15.567.208.737	Rp15.567.208.737	Rp14.538.818.800	Rp15.567.208.737
	4,8	Rp16.001.574.378	Rp16.001.574.378	Rp15.029.207.644	Rp16.001.574.378	
	5	Rp16.385.924.305	Rp16.385.924.305	Rp15.610.721.487.851	Rp16.385.924.305	

**Perhitungan keuntungan dengan peminjaman kapal**

Dari referensi yang didapatkan melalui internet, rata-rata untuk peminjaman tongkang dan tug boat dapat ditunjukkan oleh tabel berikut dibawah. Harga valid mulai tanggal 01 Febuari 2012.

*Rate of time charger:*

- 1 set 300 ft = Rp 850 juta/ bulan
- 1 set 270 ft = Rp 700 juta/ bulan
- 1 set 230 ft = Rp 460 juta/ bulan
- 1 set 180 ft = Rp 240 juta/ bulan

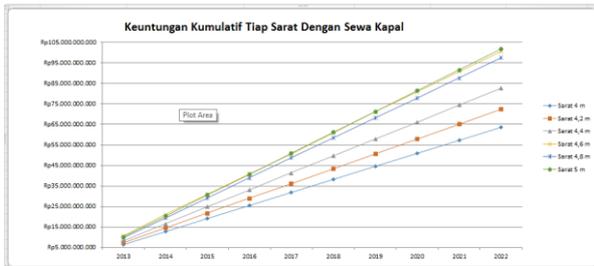
Untuk ukuran tug boat dan tongkang yang sedang dibahas adalah dengan ukuran 91,5 m = 300,1969 ft. Maka dimasukkan kedalam satuan harga Rp 850 juta/ bulan. Sehingga untuk perhitungan keuntungan dapat dilakukan dengan kalkulasi jasa pengangkutan batubara dengan biaya , bahan bakar, asuransi, dan lain sebagainya. Untuk menunjukkan perbandingan besar keuntungan pengusaha batubara jika menyewa tongkang, dengan membangun tongkang modal investasi sendiri dan dengan modal investasi pinjaman, dapat ditunjukkan oleh tabel dan grafik berikut ini.

Tabel 14. Perhitungan Keuntungan

Tahun		2012	2013	2014	2015	2016	
Tahun Ke-		0	1	2	3	4	
<b>Biaya Sewa</b>		Rp10.200.000.000	Rp10.200.000.000	Rp10.200.000.000	Rp10.200.000.000	Rp10.200.000.000	
<b>Dikurangi beban Biaya Sewa dan operasional</b>							
KEUNTUNGAN	sarat (m)	4	Rp9.098.556.679	Rp9.098.556.679	Rp9.098.556.679	Rp9.098.556.679	
		4,2	Rp10.345.818.916	Rp10.345.818.916	Rp10.345.818.916	Rp10.345.818.916	
		4,4	Rp11.822.385.518	Rp11.822.385.518	Rp11.822.385.518	Rp11.822.385.518	
		4,6	Rp13.105.708.634	Rp13.105.708.634	Rp13.105.708.634	Rp13.105.708.634	
		4,8	Rp13.925.071.210	Rp13.925.071.210	Rp13.925.071.210	Rp13.925.071.210	
	5	Rp14.555.229.910	Rp14.555.229.910	Rp14.555.229.910	Rp14.555.229.910		
	<b>Earning after tax 30% (taxable Income) = Keuntungan Bersih</b>						
	sarat (m)	4	Rp6.368.989.675	Rp6.368.989.675	Rp6.368.989.675	Rp6.368.989.675	
		4,2	Rp7.242.073.241	Rp7.242.073.241	Rp7.242.073.241	Rp7.242.073.241	
		4,4	Rp8.275.669.863	Rp8.275.669.863	Rp8.275.669.863	Rp8.275.669.863	
4,6		Rp9.173.996.044	Rp9.173.996.044	Rp9.173.996.044	Rp9.173.996.044		
4,8		Rp9.747.549.847	Rp9.747.549.847	Rp9.747.549.847	Rp9.747.549.847		
5	Rp10.188.660.937	Rp10.188.660.937	Rp10.188.660.937	Rp10.188.660.937			

2017	2018	2019	2020	2021	2022
5	6	7	8	9	10
Rp10.200.000.000	Rp10.200.000.000	Rp10.200.000.000	Rp10.200.000.000	Rp10.200.000.000	Rp10.200.000.000
Rp9.098.556.679	Rp9.098.556.679	Rp9.098.556.679	Rp9.098.556.679	Rp9.098.556.679	Rp9.098.556.679
Rp10.345.818.916	Rp10.345.818.916	Rp10.345.818.916	Rp10.345.818.916	Rp10.345.818.916	Rp10.345.818.916
Rp11.822.385.518	Rp11.822.385.518	Rp11.822.385.518	Rp11.822.385.518	Rp11.822.385.518	Rp11.822.385.518
Rp13.105.708.634	Rp13.105.708.634	Rp13.105.708.634	Rp13.105.708.634	Rp13.105.708.634	Rp13.105.708.634
Rp13.925.071.210	Rp13.925.071.210	Rp13.925.071.210	Rp13.925.071.210	Rp13.925.071.210	Rp13.925.071.210
Rp14.555.229.910	Rp14.555.229.910	Rp14.555.229.910	Rp14.555.229.910	Rp14.555.229.910	Rp14.555.229.910
Rp6.368.989.675	Rp6.368.989.675	Rp6.368.989.675	Rp6.368.989.675	Rp6.368.989.675	Rp6.368.989.675
Rp7.242.073.241	Rp7.242.073.241	Rp7.242.073.241	Rp7.242.073.241	Rp7.242.073.241	Rp7.242.073.241
Rp8.275.669.863	Rp8.275.669.863	Rp8.275.669.863	Rp8.275.669.863	Rp8.275.669.863	Rp8.275.669.863
Rp9.173.996.044	Rp9.173.996.044	Rp9.173.996.044	Rp9.173.996.044	Rp9.173.996.044	Rp9.173.996.044
Rp9.747.549.847	Rp9.747.549.847	Rp9.747.549.847	Rp9.747.549.847	Rp9.747.549.847	Rp9.747.549.847
Rp10.188.660.937	Rp10.188.660.937	Rp10.188.660.937	Rp10.188.660.937	Rp10.188.660.937	Rp10.188.660.937



Grafik 1. Grafik keuntungan Kumulatif Pinjaman Kapal



Grafik 2. Grafik Perbedaan Keuntungan Per-Sarat

## 5. Kesimpulan & Saran

Berdasarkan dari hasil perhitungan dan analisis yang dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Perbandingan nilai GZ stabilitas pada 6 variasi sarat yang telah dilakukan dengan membandingkan perhitungan menggunakan software dan perhitungan
2. Besar penggunaan bahan bakar tug boat untuk setiap perubahan sarat dengan kecepatan 10 knot dan satu trip pengantaran adalah pada sarat 4 m sebesar 40,86 ton, pada sarat 4,2 m sebesar 43,93 ton, pada sarat 4,4 m sebesar 46,41 ton , pada sarat 4,6 m sebesar 49,39 ton ,

pada sarat 4,8 m sebesar 53,57 ton , pada sarat 5 m sebesar 58,25 ton

3. Keuntungan yang didapatkan dengan melakukan pinjaman investasi untuk pembangunan tongkang dengan beban bunga pinjaman sebesar 9,85% dan dengan tenor pengembalian 10 tahun, dengan variasi sarat adalah pada sarat 4 m keuntungan pertahun adalah Rp 7.377.205.433,- ,pada sarat 4,2 m keuntungan pertahun adalah Rp 8.624.467.671,- , pada sarat 4,4 m keuntungan pertahun adalah Rp 9.726.855.601,- , pada sarat 4,6 m keuntungan pertahun adalah Rp 10.567.208.737,- , pada sarat 4,8 m keuntungan pertahun adalah Rp 11.001.574.378,- , pada sarat 5 m keuntungan pertahun adalah Rp 11.385.924.305,-
4. Sedangkan dengan menggunakan jasa peminjaman sewa kapal dengan beban biaya sewa sebesar Rp. 850 juta per bulan dengan variasi sarat adalah , pada sarat 4 m keuntungan pertahun adalah Rp 6.368.989.675,- Pada sarat 4,2 m keuntungan pertahun adalah Rp 7.242.073.241,- , pada sarat 4,4 m keuntungan pertahun adalah Rp 8.275.669.863, , pada sarat 4,6 m keuntungan pertahun adalah Rp 9.173.996.044,- , pada sarat 4,8 m keuntungan pertahun adalah Rp 9.747.549.847,- , pada sarat 5 m keuntungan pertahun adalah Rp 10.188.660.937,-

Adapun saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

1. Karena untuk menghindari fluktuasi harga, baik pada biaya operasional dan biaya produksi, maka seluruh biaya dianggap flat atau sama untuk selama 10 tahun perhitungan.
2. Untuk lebih mengutamakan pada perhitungan biaya yang lebih diperhatikan

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Academia.edu, *Tug Boat (Kapal Tunda)*. [online]. Diakses Tanggal : 17 April 2015. Available:[http://www.academia.edu/8765430/Artikel\\_Tug\\_Boat](http://www.academia.edu/8765430/Artikel_Tug_Boat)
- [2] Adji, S.W. 2005. "Engine Propeller Matching"
- [3] Alma,B.2004.Kewirausahaan.Penerbit Alfabeta. Bandung. Fuad M., dkk. 2009. Pengantar Bisnis. PT. Gramedia Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- [4] American Bureau of Shipping (ABS). 2009. *Rules For Building And Classing Steel Barge*. American Bureau of Shipping (ABS). Jakarta.

- [5] Biran, A.B. 2003. *Ship Hydrostatics and Stability*. Butterworth-Heinemann. Burlington
- [6] Holtrop, J. “*An Approximate Power Prediction Method*”
- [7] kapal-cargo.blogspot.com, *Stabilitas Kapal*. [online]. Diakses Tanggal : 28 Maret 2015. Available: <http://kapalcargo.blogspot.com/2011/03/tentang-stabilitas-kapal.html>
- [8] Popov, E.P.1996.*Mechanicals Of Materials*. Erlangga. Jakarta.
- [9] *Pro Ship Hydrostatics and Stability*
- [10] “*Principles of naval architecture. Edition: 2nd revision*” Society of Naval Architects and Marine Engineers, 1988-89, Vol. 2
- [11] *Sagging and Hogging On Ship*
- [12] Skripsi “*Studi Perbandingan Teknis dan Ekonomis Antara Barge Ditarik Tug Boat Dan Barge Menggunakan Self Propulsion*”
- [13] The Shipowner’s Protection Limited. 2007. *Kestabilan untuk Kapal Barang*. St.Clare House. London
- [14] Wikipedia.org, Tug Boat. [online]. Diakses Tanggal : 29 Maret 2015. Available : <https://en.wikipedia.org/wiki/Tugboat>.  
Wikipedia.org, Tongkang. [online]. Diakses Tanggal : 28 Maret 2015. Available : <https://id.wikipedia.org/wiki/Tongkang>