

# TEKNOLOGI

*Jurnal Ilmu - Ilmu Teknik dan Sains*

*Volume 10 No .1 April 2013*

---

## Daftar I

Titik-Titik Utama Siklus Kerja Mesin Diesel Truk Nissan 320 Hp 2100 Rpm Empat Langkah Enam Silinder Dengan Supercharger Dan Intercooler	Aloysius Eddy Liemena	1105 -1108
Tinjauan Penggunaan Motor Diesel Mobil Mitsubishi L 300 Sebagai Motor Induk Kapal Rakyat	Prayitno Ciptoadi J. Nanlohy, Rusdin Lestaluhu	1109 - 1114
Analisa Pengaruh Modifikasi Kopling Otomatis Sentrifugal Dengan Kopling Plat Terhadap Kecepatan Motor Jialing	Willem M E. Wattimena	1115 - 1121
Evaluasi Profil Tegangan Dan Rugi Daya Jaringan Distribusi Primer 20 Kv Dengan Terintegrasinya Penyulang Gi Sirimau Ke Penyulang Kota Ambon	Marceau A. F. Haurissa	1122 - 1130
Estimasi Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Profesionalisme Manajer Proyek Konstruksi Gedung Dengan Model Linear Berganda	Imran Opier , Nasir Suruali	1131 - 1140
Kajian Interferensi Aliran Pada Model Katamaran Untuk Mengungkapkan Hambatan Viskos Dengan Menggunakan Uji Terowongan Angin	Ronald S. Hutaaruk, Hendrik S, Latumaerissa	1141 - 1149
Analisis Siklus Kerja Yanmar Empat Langkah 5,5 Hp Dan 2200 Rpm	Helly Simon Lainsamputty	1150 - 1154
Tinjauan Kebutuhan Air Tawar Untuk Melayani Refrigerasi Terapung Dalam Menjamin Mutu Produk Hasil Tangkapan	Hedy Cynthia Ririmasse	1154 - 1162

**TINJAUAN PENGGUNAAN MOTOR DIESEL MOBIL MITSUBISHI L 300  
SEBAGAI MOTOR INDUK KAPAL RAKYAT**

**Prayitno Ciptoady, J Nanlohy, Rusdin Lestaluhu**

**Abstrak**

Mitsubishi L 300 is a car using Diesel engine as it is driven engine. Because of long time operation, the car's chassis and body was damaged by corrosion but the engine still normally working. In order to use the engine as main engine of small cruise ship, it must be determined appropriate dimensions of the ship. The objective of this research is to determined appropriate dimensions of the ship by calculated total resistance, boundary speed and effective power of five small cruise ships as references. From the research result it is find that the Mitsubishi L 300 Diesel engine can be used to drive a small cruise ship with a length of the entire ship ( $L_{OA}$ ): 17.68 m, the length of water line ( $L_{WL}$ ): 17.00, hull height (T): 1.46 m, width of the vessel (B): 3.58 m, deck height (H): 2.01 m to rise speed of 8 knots.

Key word: Car engine, ship dimensions, ship spee

**I. PENDAHULUAN.**

**1.1 Latar Belakang**

Mobil Misubishi L 300 menggunakan motor Diesel sebagai motor penggeraknya. Setelah sekian lama pengoperasiannya, mobil tersebut mengalami kerusakan pada rangka dan bodinya disebabkan oleh korosi. Hal ini mengakibatkan mobil tidak dapat beroperasi lagi meskipun motor penggeraknya masih dalam keadaan baik.

Pemilik mobil ingin menggunakan motor penggerak mobil tersebut sebagai motor induk kapal tetapi tidak mengetahui berapa ukuran pokok kapal yang sesuai agar diperoleh kecepatan kapal yang optimal. Disebabkan karena masalah tersebut maka penulis mengkaji penggunaan motor Diesel mobil Mitsubishi L 300 tersebut terhadap beberapa ukuran pokok kapal agar diperoleh ukuran kapal yang sesuai.

**1.2 Gambaran Umum Motor Diesel Mitsubishi L 300**

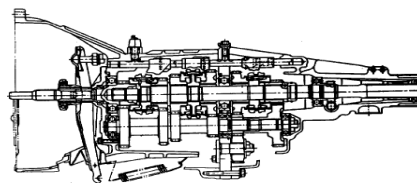
Motor Diesel Mitsubushi L300 produksi PT Karma Yudha Tiga Berlian Motors yang bergerak dalam bidang otomotif. Motor Diesel tipe 4D56 SOHC berdaya 70 HP yang mampu mendorong mobil sampai dengan kecepatan 130 km/jam dan mampu mengangkut beban sampai dengan 1500 kg.

Sistem transmisi motor Diesel ini menggunakan *gear box* yang terdiri dari susunan gigi-gigi yang

berfungsi mereduksi putaran motor dengan perbandingan gigi transmisi seperti terlihat pada tabel 1 sedangkan konstruksi *gear box* seperti terlihat pada gambar 1. Hal ini diperlukan agar motor dapat bekerja dengan stabil karena pada kondisi jalan menanjak atau pada awal start kendaraan membutuhkan torsi besar sedangkan pada kondisi jalan mendatar kendaraan membutuhkan kecepatan putar besar.

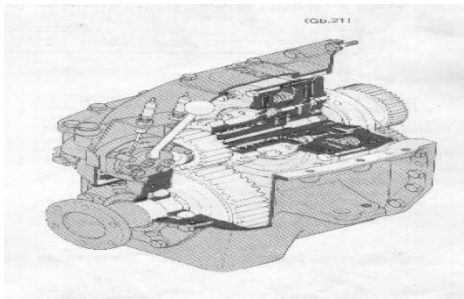
Tabel 1. Perbandingan gigi transmisi

Tipe		5 speed manual, floorshift
Perbandingan gigi	Gigi 1	4,330
	Gigi 2	2,335
	Gigi 3	1,509
	Gigi 4	1,000
	Gigi 5	0,827
Mundur		4,142
Perbandingan gigi akhir		5,286



Gbr. 1. Gear box Mitsubishi L 300

Agar motor Diesel Mitsubishi L300 dapat digunakan sebagai penggerak kapal maka sistem transmisi atau gear box diganti dengan *gear box* yang biasa digunakan pada kapal-kapal kecil yang konstruksinya seperti terlihat pada gambar 2. Dengan menggunakan *gear box* sistem hidrolik seperti terlihat pada gambar 2 maka perubahan gigi reduksi yang dihasilkan adalah maju dan mundur, putaran poros yang dihasilkan menjadi berkurang dan kecepatan putar menjadi kecil namun daya yang dihasilkan cukup besar. Dengan gigi sistem hidrolik ini, maka motor Diesel akan selalu stabil operasinya pada kondisi laut yang selalu berubah.



**II.METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil sampel 5 (lima ) buah kapal rakyat yang beroperasi di perairan Maluku dengan trayek Tulehu-Tehoru pp. Berdasarkan ukuran pokok ke lima kapal tersebut kemudian dilakukan perhitungan Tahanan kapal, Kecepatan batas dan Daya efektif dari tiap-tiap kapal dengan kecepatan konstan 8 knot. Dari hasil perhitungan akan diperoleh ukuran pokok kapal dengan penggunaan Daya efektif yang paling mendekati Daya motor Diesel Mitsubishi, kemudian dilakukan interpolasi agar diperoleh ukuran pokok kapal yang sesuai.

**Data Ukuran Pokok**

Ukuran pokok dari ke lima kapal yang digunakan sebagai sampel adalah sebagai berikut:

**KLM. NIAGA NUSANTARA**

-Panjang seluruh kapal (LOA)	: 10,40 m
-Panjang garis air (L <sub>WL</sub> )	: 10,00 m
-Panjang antara garis tegak (L <sub>BP</sub> )	: 9,44 m
-Lebar Kapal (B)	: 2,10 m
-Tinggi geladak (H)	: 1,17 m
-Tinggi sarat (T)	: 0,84 m
-Deplasemen volume (V)	: 9,279 m <sup>3</sup>
-Koefisien blok (C <sub>B</sub> )	: 0,545

-Koefisien gading tengah (C <sub>M</sub> )	: 0,905
-Koefisien prismatic (C <sub>P</sub> )	: 0,602
-Koefisien garis air (C <sub>W</sub> )	: 0,756
-Panjang letak titik tekan (L <sub>CB</sub> )	: -0,289 m

**KLM. TIGA SAUDARA I**

-Panjang seluruh kapal (LOA)	: 13,25 m
-Panjang garis air (L <sub>WL</sub> )	: 12,27 m
-Panjang antara garis tegak (L <sub>BP</sub> )	: 13,00 m
-Lebar Kapal (B)	: 2,73 m
-Tinggi geladak (H)	: 2,32 m
-Tinggi sarat (T)	: 1,095 m
-Deplasemen volume (V)	: 21,76 m <sup>3</sup>
-Koefisien blok (C <sub>B</sub> )	: 0,58
-Koefisien gading tengah (C <sub>M</sub> )	: 0,915
-Koefisien prismatic (C <sub>P</sub> )	: 0,634
-Koefisien garis air (C <sub>W</sub> )	: 0,77
-Panjang letak titik tekan (L <sub>CB</sub> )	: -0,272 m

**KLM. TIGA SAUDARA II**

-Panjang seluruh kapal (LOA)	: 16,64 m
-Panjang garis air (L <sub>WL</sub> )	: 16,00 m
-Panjang antara garis tegak (L <sub>BP</sub> )	: 15,10 m
-Lebar Kapal (B)	: 3,37 m
-Tinggi geladak (H)	: 1,88 m
-Tinggi sarat (T)	: 1,347 m
-Deplasemen volume (V)	: 41,67 m <sup>3</sup>
-Koefisien blok (C <sub>B</sub> )	: 0,596
-Koefisien gading tengah (C <sub>M</sub> )	: 0,920
-Koefisien prismatic (C <sub>P</sub> )	: 0,648
-Koefisien garis air (C <sub>W</sub> )	: 0,787
-Panjang letak titik tekan (L <sub>CB</sub> )	: -0,273 m

**KLM. BINTANG SAMUDERA I**

-Panjang seluruh kapal (LOA)	: 18,72 m
-Panjang garis air (L <sub>WL</sub> )	: 18,00 m
-Panjang antara garis tegak (L <sub>BP</sub> )	: 16,99 m
-Lebar Kapal (B)	: 3,78 m
-Tinggi geladak (H)	: 2,13 m
-Tinggi sarat (T)	: 1,57 m
-Deplasemen volume (V)	: 67,723 m <sup>3</sup>
-Koefisien blok (C <sub>B</sub> )	: 0,636
-Koefisien gading tengah (C <sub>M</sub> )	: 0,922
-Koefisien prismatic (C <sub>P</sub> )	: 0,682
-Koefisien garis air (C <sub>W</sub> )	: 0,792
-Panjang letak titik tekan (L <sub>CB</sub> )	: -0,266 m

**KLM. BINTANG SAMUDERA II**

-Panjang seluruh kapal (LOA)	: 20,81 m
-Panjang garis air (L <sub>WL</sub> )	: 20,00 m
-Panjang antara garis tegak (L <sub>BP</sub> )	: 18,89 m
-Lebar Kapal (B)	: 4,21 m
-Tinggi geladak (H)	: 2,35 m
-Tinggi sarat (T)	: 1,68 m
-Deplasemen volume (V)	: 92,653 m <sup>3</sup>

- Koefisien blok ( $C_B$ ) : 0,655
- Koefisien gading tengah ( $C_M$ ) : 0,932
- Koefisien prismatic ( $C_P$ ) : 0,702
- Koefisien garis air ( $C_W$ ) : 0,811
- Panjang letak titik tekan ( $L_{CB}$ ) : -0,271 m

**Data Motor Diesel Mitsubshi**

- Merek : Mitsubishi Diesel L 300
- Type : 4D56
- Daya efektif (Ne) : 70 HP
- Putaran (n) : 4200 rpm
- Jumlah silinder (i) : 4 buah
- Volume silinder : 2477 cc
- Bahan bakar : Solar



Gbr. 3. Motor Diesel Mitsubishi L 300

**III.HASIL DAN PEMBAHASAN**

**1.Perhitungan Tahanan Total Kapal**

Secara umum tahanan total suatu kapal dirumuskan dalam persamaan (Harvald, 1983, hal 133):

$$RT = 1/2 \cdot C_T \cdot \rho \cdot S \cdot V_S^2$$

dengan:

$$C_T = C_F + C_R + C_A$$

- $C_F$  : koefisien tahanan gesek, dihitung dengan menggunakan rumus ITTC-1957 sebagai berikut :

$$C_F = \frac{0.075}{(\log_{10} Rn - 2)^2}, \text{ dimana}$$

Rn : Bilangan Reynold,  $Rn = \frac{v \cdot L}{\nu}$

V : Kecepatan Kapal, (m/det)

L : Panjang garis air,  $L_{WL}$ , (m)

$\nu$  : Koefisien viskositas kinematis air laut, (m/det<sup>2</sup>)

- $C_R$  : Koefisien tahanan sisa, merupakan fungsi dari bilangan Froude, perbandingan panjang dengan displasemen volume pangkat sepertiga dan koefisien prismatic ( $C_P$ )
- $C_A$  : Koefisien tahanan tambahan akibat kekasaran permukaan untuk korelasi model kapal,  $C_A = 0.0004$

$\rho$  : Massa jenis air laut, (kg.det<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>)

$V_S$  : Kecepatan kapal, (m/det)

S : Luas permukaan basah kapal, (m<sup>2</sup>).

Perhitungan tahanan kapal dapat dilakukan dengan berbagai macam metode, dimana setiap metode mempunyai kriteria tertentu. Dengan melihat perbandingan ukuran-ukuran pokok kapal yang merupakan salah satu kriteria dalam penentuan metode yang digunakan maka dalam penentuan parameter perhitungan tahanan kapal, digunakan metode perhitungan Guldhammer. Kriteria perhitungan metode Guldhammer adalah :

- Rasio perbandingan panjang kapal dengan displasemen volume pangkat sepertiga ( $\frac{L}{\nabla^{1/3}}$ ), sebesar ; 4.0 – 8.0

Dimana :

L : Panjang garis air, (m)

$\nabla$ : Displasemen volume, (m<sup>3</sup>)

- Bilangan Froude

$F_n = \frac{V}{\sqrt{g \cdot L}}$  sebesar 0.15- 0.45

Dimana :

V : Kecepatan Kapal, (m/det) ;

1 knot = 0.5144 (m/det)

g : Konstanta gravitasi, (m/det<sup>2</sup>)

g = 9.81 m/det<sup>2</sup>

L : Panjang garis air, (m)

- Koefisien Prismatic ( $C_p$ )

$C_p$  sebesar 0.50 – 0.85

Proses perhitungan tahanan kapal dan daya dorong efektif mencakup komponen-komponen antara lain :

- (1) Displasemen Volume  
 $\nabla = L_{wl} \times B \times T \times C_B, m^3$
- (2) Displasemen Berat  
 $\Delta = \nabla \times \rho, \text{ Ton}$
- (3) Luas Permukaan Basah  
 $S = 1,025 \cdot L_{pp} (C_B \cdot B + 1,7T), m^2$

(4) Menghitung Angka Froude

$$\text{Formula : } Fn = \frac{v}{\sqrt{gL}}$$

(Edwar V. Lewis. Principles of Naval Architecture. Hal 58)

dengan :  $v = 8 \text{ knot} = 4.115 \text{ m / detik}$

$g = \text{Percepatan gravitasi standar} (= 9,81 \text{ m / detik}^2)$

(5) Menghitung Angka Reynold

$$\text{Formula : } Rn = \frac{V \times Lwl}{\nu_k}$$

(Edwar V. Lewis. Principles of Naval Architecture. Hal 58)

Dimana :  $\nu_k = \text{Koefisien Viskositas kinematik tergantung dari temperature air laut sehingga untuk temperature } 25 \text{ }^{\circ}\text{C, maka } \nu_k = 0,943 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{det}$

(6) Perhitungan Koefisien Tahanan Gesek ( $C_F$ )

Menurut ITTC-1957, tahanan gesek spesifik dihitung dengan persamaan (Harvald, 1983, hal. 101):

$$C_F = \frac{0.075}{(\log_{10} Rn - 2)^2}$$

Selain melalui persamaan di atas perhitungan tahanan gesek dapat juga menggunakan grafik dari nilai tahanan gesek seperti pada grafik ITTC-1957 yang kemudian dilakukan interpolasi.

(7) Perhitungan Koefisien Tahanan Sisa ( $C_R$ )

Koefisien tahanan sisa dengan menggunakan metode Guldhammer yang merupakan fungsi dari bilangan Froude ( $Fn$ ), perbandingan panjang terhadap displasemen volume pangkat sepertiga ( $L/\nabla^{1/3}$ ) dan koefisien prismatic ( $C_p$ ) dan koefisien tahanan sisa yang diperoleh merupakan koefisien tahanan sisa standar.

Komponen perhitungan tahanan kapal dihitung berdasarkan data kapal standar serta kriteria yang telah ditentukan. Oleh karena kapal pada umumnya berbeda dengan kapal standar dengan tingkat perbedaan tertentu, ada yang lebih besar atau yang lebih kecil sehingga

perlu dilakukan koreksi tahanan sisa standart terhadap komponen-komponen berikut, antara lain :

- Koreksi  $C_R$  terhadap B/T  
Koreksi ini dilakukan apabila B/T kapal lebih kecil atau lebih besar dari B/T standar, B/T standar adalah 2.5. Pada koreksi ini digunakan persamaan (Harvald, 1983 hal 119) sebagai berikut :  
 $10^3 C_R = 10^3 C_{R(B/T=2.5)} + 0.16 (B/T - 2.5)$   
Dimana ;  
 $10^3 C_{R(B/T=2.5)}$  adalah  $10^3 C_{R(Standar)}$  hanya untuk B/T = 2,5
- Koreksi  $C_R$  terhadap  $L_{CB}$ 
  - $L_{CB(Standar)}$  diperoleh dari grafik sesuai fungsi ( $Fn$ ) untuk setiap kecepatan yang berada dalam perhitungan.
  - Penentuan  $\Delta L_{CB}$  dapat ditentukan dengan persamaan :  
$$\Delta L_{CB} = L_{CB} - L_{CB(Standar)}$$
  
( $L_{CB}$  dalam %L)  
di mana :  $L_{CB}$  adalah  $L_{CB}$  kapal  
 $L_{CB(Standar)}$  diperoleh dari grafik
  - Koreksi dapat dilakukan melalui persamaan berikut (Harvald, 1983 hal 130) :  
$$10^3 C_R = 10^3 C_{R(Standar)} + \frac{\partial 10^3 C_R}{\partial L_{CB}} |\Delta L_{CB}|$$
  
Dimana :  
○  $\frac{\partial 10^3 C_R}{\partial L_{CB}}$  dapat diperoleh dari grafik
- Koreksi  $C_R$  terhadap bentuk penampang atau badan kapal/bentuk lambung kapal
- Koreksi  $C_R$  terhadap bow
- Koreksi  $C_R$  terhadap bagian-bagian menonjol (Appendage) adalah :
  - Daun kemudi
  - Bess baling-baling  
Untuk kapal  $C_{R(Standar)}$  ditambahkan (3 – 5) %
  - Bracket dan poros baling-baling  
Untuk kapal ramping  $C_{R(Standar)}$  ditambahkan (5 – 8) %
- Koefisien tahanan udara  
 $10^3 C_{AA} = 0.07$
- Koefisien tahanan kemudi  
 $10^3 C_{As} = 0.04$

- Koefisien tahanan tambahan akibat pengaruh kekasaran
- Koreksi  $C_F$  terhadap anggota badan kapal  
 Koreksi  $C_F$  terhadap anggota badan kapal hanya dilakukan dengan cara menaikkan  $C_F$  sebanding dengan luas permukaan basah badan kapal lainnya. Dapat dinyatakan dalam persamaan (Harvald, 1983 hal 132) :

$$C_F = C_F \frac{S_1}{S}$$

Dimana :

S adalah luas permukaan basah lambung kapal dan dapat dihitung dengan rumus :  $S = L \times B \times T \times C_B$ ,  $m^2$

$S_1$  adalah luas permukaan basah lambung kapal termasuk appendages yang diperoleh melalui :  $S_1 = S + (0-3\%) S$ .  $m^2$

Tabel 2. Kriteria perhitungan tahanan kapal

Nama kapal	$C_p$	$F_n$	$L/V^{1/3}$
KLM. Niaga Nusantara	0,602	0,415	4,775
KLM. Tiga Saudara I	0,634	0,364	4,657
KLM. Tiga Saudara II	0,648	0,328	4,616
KLM. Bintang Samudra I	0,682	0,310	4,569
KLM. Tiga Saudara II	0,702	0,294	4,637

Kriteria perhitungan tahanan kapal dengan metode Guldhammer dan Harvad dari masing-masing kapal dapat dilihat pada tabel 2.

Berdasarkan bilangan Froude  $F_n$  dihitung kecepatan batas untuk tiap-tiap kapal dengan persamaan (Rawson, Basic Ship Theory, 2008, hal. 388):

$$V = 1,1857 \sqrt{L} \text{ , m/det}$$

dengan: L = panjang kapal ( $L_{WL}$ ), m

Hasil perhitungan kecepatan batas seperti terlihat pada tabel 3.

Tabel 3. Kecepatan batas kapal

Nama kapal	$L_{WL}$ (m)	$V$ , m/det	$V$ , knots
KLM. Niaga Nusantara	10,00	3,749	7,289
KLM. Tiga Saudara I	13,00	4,275	8,310

KLM. Tiga Saudara II	16,00	4,743	9,220
KLM. Bintang Samudra I	18,00	5,030	9,779
KLM. Bintang samudra II	20,00	5,303	10,308

Hasil perhitungan tahanan total  $R_T$  masing-masing kapal diperlihatkan pada tabel 4.

Tabel 4. Tahanan total kapal

Nama kapal	$R_T$ , kgf
KLM. Niaga Nusantara	397,913
KLM. Tiga Saudara I	523,801
KLM. Tiga Saudara II	778,326
KLM. Bintang Samudra I	1418,217
KLM. Bintang samudra II	1425,72

## 2.Perhitungan Daya Efektif Kapal

Daya efektif kapal dihitung berdasarkan tahanan total kapal dengan persamaan:

$$P_E = R_T \cdot V/75, \text{ HP}$$

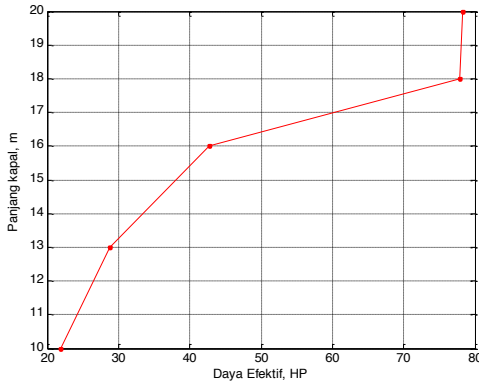
dengan:  $V = 8 \text{ knot } ( 4,115 \text{ m/det})$   
 $1 \text{ HP} = 75 \text{ kgf. m/det}$

Hasil perhitungan daya efektif masing-masing kapal  $P_E$  diperlihatkan pada tabel 5.

Tabel 5. Daya efektif kapal

Nama kapal	$P_E$ , HP
KLM. Niaga Nusantara	21, 833
KLM. Tiga Saudara I	28, 741
KLM. Tiga Saudara II	42, 706
KLM. Bintang Samudra I	77, 816
KLM. Bintang samudra II	78, 228

Dari hasil-hasil perhitungan dibuat grafik hubungan antara panjang kapal dan daya efektif sebagai berikut:



Grafik 1. Hubungan antara panjang kapal dan daya efektif

## 2. Penentuan Ukuran Pokok Kapal

Dari perhitungan tahanan total dan grafik hubungan antara panjang kapal dan daya efektif untuk kecepatan kapal konstan 8 knot dapat ditentukan ukuran pokok kapal yang menggunakan motor Diesel Mitsubishi L 300 sebagai berikut:

-Panjang seluruh kapal (LOA)	: 17,68 m
-Panjang garis air ( $L_{WL}$ )	: 17,00 m
-Panjang antara garis tegak ( $L_{BP}$ )	: 16,05 m
-Lebar Kapal (B)	: 3,58 m
-Tinggi geladak (H)	: 2,01 m
-Tinggi sarat (T)	: 1,46 m
-Deplasemen volume ( $\nabla$ )	: 52,79 m <sup>3</sup>
-Koefisien blok ( $C_B$ )	: 0,625
-Koefisien gading tengah ( $C_M$ )	: 0,921
-Koefisien prismatic ( $C_P$ )	: 0,673
-Koefisien garis air ( $C_W$ )	: 0,789
-Panjang letak titik tekan ( $L_{CB}$ )	: -0,270 m

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan tahanan total kapal, kecepatan batas dan daya efektif kapal disimpulkan bahwa motor Diesel Mitsubishi L 300 dapat digunakan sebagai motor induk kapal dengan ukuran pokok utama yaitu:

-Panjang seluruh kapal (LOA)	: 17,68 m
-Panjang garis air ( $L_{WL}$ )	: 17,00 m
-Panjang antara garis tegak ( $L_{BP}$ )	: 16,05 m
-Lebar Kapal (B)	: 3,58 m
-Tinggi geladak (H)	: 2,01 m
-Tinggi sarat (T)	: 1,46 m

Dengan ukuran pokok tersebut di atas kapal akan dapat bergerak dengan kecepatan 8 knot.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Circular BKI 2007, Petunjuk Survey Modifikasi mesin diesel Dari Jenis di Darat Untuk di Pakai di Kapal
2. Djaya Indra Kusna, 2008, Teknik konstruksi Kapal.
3. Edwar V. Lewis, 1988, Principles of Naval Architecture, Volume II. Resistance, Propulsion and Vibration.
4. Rawson K.J. and E.C. Tupper, 2008, Basic Ship Theory
5. Sv. Aa. Harvald, 1983, Tahanan dan Propulsi Kapal, John Wiley & Son, Inc.
6. Arismunandar W dan Tsuda K, 1975, Motor Diesel Putaran Tinggi, Pradnya Paramita, Jakarta.

1.