

Study on boat resistance of several Fiberglass Reinforced Plastic (FRP) boat shapes modelled in PT. Cipta Bahari Nusantara, Tanawangko, North Sulawesi

Studi tentang tahanan kapal model pada beberapa bentuk kapal ikan FRP (*Fibreglass Reinforced Plastic*) dari galangan kapal di PT. Cipta Bahari Nusantara Tanawangko

Regina E. Tompunu¹, Kawilarang W.A. Masengi², and Heffry Dien^{2*}

¹Program Studi Ilmu Perairan, Program Pascasarjana, Universitas Sam Ratulangi. Jln. Kampus Unsrat Kleak, Manado 95115, Sulawesi Utara, Indonesia.

²Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi. Jl. Kampus Unsrat Bahu, Manado 95115, Sulawesi Utara, Indonesia.

*E-mail: heffryvd@yahoo.com

Abstract: Ocean conditions, such as waves or strong currents, could influence the boat motion, speed and stability, and thus, boat construction needs some requirements in relation to boat design, velocity, stability, resistance, main measurements, space and position of engine. The purpose of this study was to measure the effect of total boat resistance of three fishing boat models and to compare the total resistance values. Based on the measurements and the analyses of boat velocity, trim and total resistance values, this study found that total resistance of the boat was affected by boat velocity and trim, and boat's hull shape.

Keywords: total resistance; froude number; fiberglass

Abstrak: Kondisi lautan, seperti gelombang maupun arus yang deras, mempengaruhi olah gerak kapal, kecepatan kapal dan stabilitas kapal, dan oleh sebab itu, konstruksi kapal memerlukan persyaratan tertentu yang menyangkut rancang bangun, kecepatan kapal, stabilitas kapal, daya tahan, ukuran utama kapal, penentuan letak ruang dan letak mesin. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh tahanan total kapal pada beberapa jenis kapal ikan serta membandingkan nilai tahanan totalnya. Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis hubungan antara kecepatan kapal, perlakuan trim/kemiringan, serta nilai tahanan kapal, penelitian ini menemukan bahwa besarnya nilai tahanan kapal dipengaruhi oleh kecepatan arus, trim kapal, dan bentuk lambung kapal.

Kata-kata kunci: resistensi total; bilangan froude; fiberglass

PENDAHULUAN

Pemanfaatan sumberdaya perikanan dan peningkatan produksi perikanan khususnya di bidang penangkapan tidaklah lepas dari alat utama dan alat bantu pada usaha pemanfaatan sumberdaya tersebut. Salah satu faktor penunjang yang sangat penting adalah kapal penangkap ikan. Secara umum, kapal penangkap ikan merupakan modal yang sangat penting dalam bisnis perikanan tangkap. (Masengi *et al.*, 2000)

Kondisi alam suatu daerah penangkapan tidaklah menentu, seperti terjadinya gelombang maupun arus yang deras sehingga mempengaruhi olah gerak kapal dan stabilitas kapal. Oleh sebab itu, untuk mengurangi pengaruh kondisi alat ini maka konstruksi kapal memerlukan persyaratan tertentu yang menyangkut rancang bangun,

kecepatan kapal, stabilitas kapal, daya tahan, ukuran utama kapal, penentuan letak ruang dan letak mesin (Modaso, 2007).

Dalam pengoperasiannya, kapal bergerak melalui media air karena adanya gaya dorong dari sistem penggerak kapal. Air memiliki pengaruh terhadap kapal karena memberi gaya perlawanan (*resistant force*) dari pergerakan kapal yang disebut *ship resistance*. Bagian kapal yang tidak tercelup air juga akan mengalami tahanan yang berasal dari angin. Namun air memiliki pengaruh yang lebih signifikan terhadap pergerakan kapal karena tahanan air memiliki nilai yang lebih besar dari udara (Djatmiko, 1983).

Kapal penangkap ikan biasanya mempunyai bentuk haluan yang tajam dan condong kedepan untuk memecahkan gelombang yang dapat mempengaruhi besarnya tahanan kapal, bagian

haluan pada umumnya berbentuk baji dengan penampang tengahnya berbentuk (U) dan titik berat volume badan di bawah air agak bergeser ke belakang dari tengah kapal. Ukuran utama kapal memegang peranan yang penting untuk perencanaan kapal selanjutnya karena bentuk dan ukuran utama kapal akan berpengaruh terhadap tahanan kapal yang direncanakan (Solichin, 2005).

Untuk mendapatkan tahanan kapal yang relatif rendah, maka faktor ukuran utama kapal yakni panjang, lebar, tinggi, sarat kapal dan beberapa koefisien bagian kapal bawah air harus diketahui dalam merencanakan pembuatannya. Tahanan kapal pada suatu kecepatan adalah gaya fluida yang bekerja pada kapal sedemikian rupa sehingga melawan gerakan kapal (Harvald, 1992) tersebut di mana adanya gaya lawan dari dorongan baling-baling (Djatkiko et al., 1983)

Dengan demikian dapat dikatakan bahwa tahanan total kapal adalah gaya hambatan yang dialami oleh kapal pada suatu kecepatan tertentu di mana hambatan tersebut akan mempengaruhi kecepatan kapal.

MATERIAL DAN METODA

Penelitian ini dilakukan dengan mengukur langsung kapal yang ada di lapangan, kemudian dibuat modelnya dengan skala yang telah ditentukan. Adapun alat yang dipakai untuk pengambilan data selanjutnya yaitu:

- 1 unit Tangki percobaan
- 2 buah kapal model yang sudah dibuat
- dinamo *Wipro Single 4 Hp*, dan perata aliran air),
- Tali,
- 1 buah baling-baling,
- Bola ping pong untuk mengukur kecepatan arus
- Kamera
- Regulator
- Stopwatch

- Klinometer
- Timbangan digital (Ketelitian 1 gr)
- Alat tulis menulis
- Laptop

Pengambilan data diukur langsung dari lapangan dengan cara pengukuran seperti pada Gambar 1 dengan notasi sebagai berikut:

Pengukuran Dimensi Utama Model Kapal

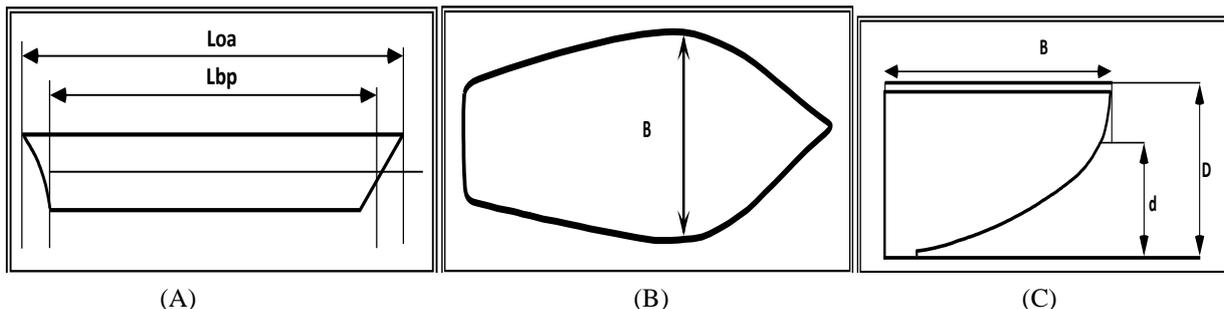
Pengukuran dimensi utama kapal:

- a. *Loa (Length over all)*; Length over all (*Loa*) adalah jarak horisontal dari buritan kapal sampai pada haluan atau merupakan panjang keseluruhan kapal serta variasinya.
- b. *Lbp (Length between perpendicular)*; Length between perpendicular (*Lbp*) adalah panjang kapal yang diukur dari *FP (Fore Perpendicular)* sampai *AP (After Perpendicular)*.
- c. *Lwl (Length water line)*; Length water line adalah panjang kapal yang diukur berdasarkan garis air pada lambung kapal.
- d. *Bm (Breath mould)*; Breath mould (*Bm*) yakni lebar kapal yang terlebar diukur sampai pada bagian terluar kulit kapal.
- e. *D (Depth)*; *Depth (D)*, yakni jarak tegak dari base line sampai pada freeboard deck line pada bagian kapal yang terlebar.
- f. *Draft (d)*; *Draft (d)* yakni dalam benaman kapal (sarat) yang diukur dari baseline sampai pada garis air.

Penggambaran Lambung Kapal

Penggambaran lambung kapal menggunakan *Pantograph Tali*. Untuk menggambarkan lambung kapal dengan menggunakan teknik pantograph tali, dilakukan beberapa langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Pada saat pengukuran kapal diusahakan berada pada posisi diam dan lurus.
- b. Ukur panjang keseluruhan kapal lalu dibagi menjadi 10 bagian yang sama besar, bernomor ordinat 0 pada buritan hingga 10 bagian haluan.



Gambar 1. (A) Panjang kapal, (B) Lebar kapal, dan (C) Dalam kapal

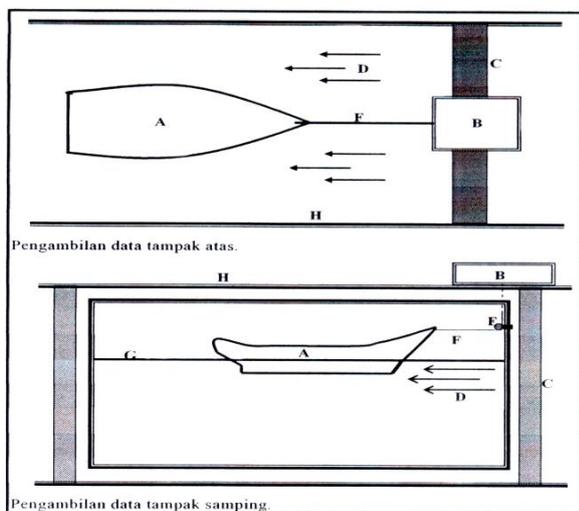
- c. Tandai setiap jarak *Section* dengan memakai spidol atau tinta berwarna yang sudah di bagi menjadi 10 bagian pada kapal.
- d. Luruskan bagian lambung kapal yang akan di ukur dengan menjatuhkan tali/bandul dari atas kapal untuk mendapatkan garis lurus. Setelah sudah terlihat lurus, gunakan kayu atau tiang untuk mengganti tali/bandul, agar tetap lurus jika angin datang.
- e. Ukur tinggi bandul dari dek kapal, sampai batas lunas.

Luruskan dan ukur panjang tali dari bandul/tiang sampai pada badan lambung kapal, ± 5 kali pengukuran dalam 1 garis lurus bandul/tiang.

Persiapan Tangki Percobaan dan Pengukuran Kecepatan Arus

Sebelum dinamo dijalankan, tangki percobaan dibersihkan beserta perata aliran airnya. Kemudian tangki diisi air hingga pada batas yang telah ditentukan. Sebelum dinamo dinyalakan, pada penelitian ini diambil 1 jenis baling-baling dengan diameter ukuran yang sudah ditentukan untuk melihat pengaruh ukuran baling-baling terhadap kecepatan arus air. Kemudian dinamo dihubungkan pada regulator lalu dijalankan kemudian dibiarkan beberapa menit sampai kecepatannya stabil. Kecepatan aliran air di kaca pengamatan ditentukan atau dihitung dengan mengukur waktu melintas bola ping-pong pada lintasannya dengan *stopwatch*.

Arus air terjadi karena adanya putaran dari baling-baling sehingga menghasilkan gaya yang bekerja pada kapal model tersebut. Agar aliran air lurus, dipakai 4 alat perata aliran air yang berfungsi mengatur aliran air yang ditimbulkan oleh putaran baling-baling dari dinamo. Hasil tahanan total



Gambar 2. Rangkaian pengambilan data pada tangki percobaan

dengan perlakuan *trim* yang dibaca pada timbangan digital didapat setelah kapal dihubungkan dengan tali serta katrol yang diatur sedemikian rupa pada timbangan digital (Gambar 2).

Analisis Data

Data yang diperoleh diolah berdasarkan perhitungan-perhitungan dengan menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Harvald (1992) adalah sebagai berikut:

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{g \cdot L_{wl}}}$$

di mana:

V = Kecepatan (cm/det)

G = Gravitasi (9,8 cm/det²)

L_{wl} = Panjang Kapal/model yang diukur

berdasarkan panjang garis air pada lambung kapal (cm)

Fn= Nilai hasil bilangan *Froude*.

Untuk menentukan masing-masing koefisien bentuk, maka digunakan rumus yang dikemukakan oleh Comstock (1967) sebagai berikut:

- 1. Koefisien Balok (*Block Coefficient, C_b*)

$$C_b = \frac{\nabla}{L_{wl} \cdot B_{wl} \cdot d}$$

di mana: L_{wl} = Panjang garis air (cm)

B_{wl} = Lebar kapal pada garis air (cm)

∇ = Displacement (cm³)

D = Draft

- 2. Koefisien penampang tengah (*midboat coefficient, C*)

$$C = \frac{A_{\otimes}}{B_{wl} \cdot d}$$

di mana: A_⊗ = Luas bidang penampang tengah (cm²)

- 3. Koefisien Prismatic (*Prismatic coefficient, C_p*)

$$C_p = \frac{\nabla}{A_{\otimes} \cdot L_{wl}}$$

- 4. Koefisien bidang air (*Water plane coefficient, C_w*)

$$C_w = \frac{A_w}{L_{wl} \times B_{wl}}$$

di mana: A_w = Luas bidang garis tengah air (cm²)

Volume kapal dapat dihitung dengan menggunakan rumus trapesium yang dikemukakan oleh Nomura dan Yamazaki (1977) sebagai berikut:

- Analisis luas bidang:

$$A_i = \frac{h}{2} (Y_1 + 2Y_2 + 2Y_3 + \dots + 2Y_{n-1} + Y_n)$$

di mana: A_i = Luas Bidang

h = Jarak Interval (cm)

Y_i = *Ordinat Section*

i = 1,2,3,....., n (n = jumlah bidang)

Tabel 1. Dimensi utama Kapal 25 GT dan 5 GT

No	Parameter	25 GT	5 GT
1	L	25	13.30
2	B	5	3
3	D	1.2	5
4	L/B	5	4.43
5	B/D	5	0.6
6	Displacement	4.17	3.09
7	Block Coefficient (Cb)	0.46	0.19
8	Prismatic coefficient (Cp)	0.54	0.34
9	Vert. Prismatic coefficient (Cvp)	0.71	0.34
10	Longitudinal center of buoyancy (LCB)	10.77	6.27
11	Vert. center of buoyancy (VCB)	0.7	0.37
12	Length on waterline (Lwl)	22.77	11.83
13	Beam on waterline (Bwl)	4.73	2.69
14	Waterplane area	79.94	21.85
15	Waterplane coefficient	0.63	0.54
16	Stabilitas kapal melintang	2.35	9.66
17	stabilitas memanjang kapal	34.65	15.81

- Analisis Volume:

$$\nabla = \frac{H}{2} (A_1 + 2A_2 + 2A_3 + \dots + 2A_{m-1} + A_m)$$

- di mana: ∇ = Volume Kapal (cm³)
 H = Jarak *Interval Section* (cm)
 A_i = Luas bidang ke-i (cm²)
 i = 1,2,3,..., m (m = jumlah bidang)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran utama pada kapal model meliputi *Length Over All* (Loa), *Breadth* (B), dan *Depth* (D) kemudian diolah ke dalam aplikasi *Delftship* sehingga didapat hasil seperti dalam Tabel 1. Dari hasil pengukuran dimensi utama kapal yang diukur langsung dari lapangan selanjutnya dimasukan dan diolah ke dalam aplikasi *Delftship* untuk mendapatkan gambar *linesplane* kapal (Gambar 3).

Kecepatan Baling-baling (Propeller)

Kecepatan arus yang digunakan diukur dengan memakai *stopwatch* sehingga didapat hasil seperti dalam Tabel 2. Dari hasil pengukuran kecepatan yang menggunakan variasi tegangan listrik melalui regulator tegangan diperoleh bahwa tegangan 100 Volt kecepatan arus adalah 0.44 knot, kemudian tegangan listrik ke 2 dengan tegangan 120 Volt memperoleh kecepatan arus 0.5 knot, dengan tegangan 140 Volt adalah 0.58 knot dan tegangan ke 4 dengan 160 Volt memperoleh 0.7 knot. Sebagai asumsi bahwa kecepatan aliran arus

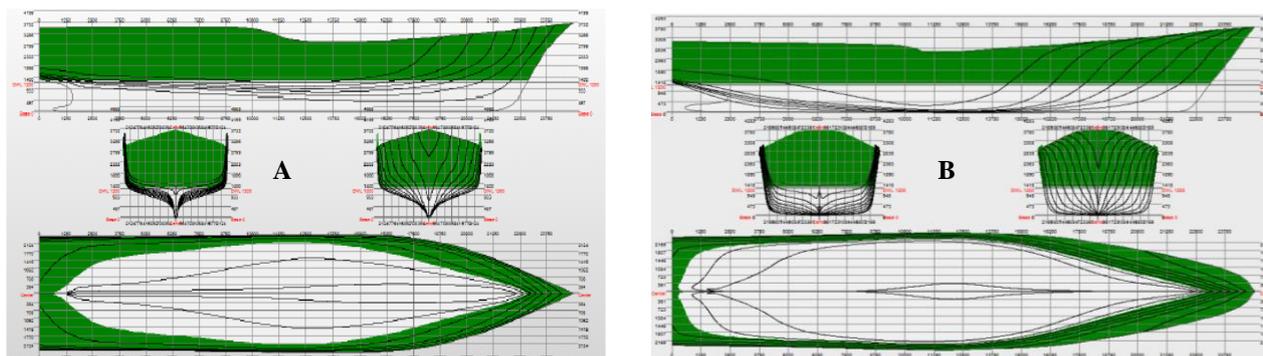
air yang ditimbulkan oleh putaran baling-baling merupakan kecepatan dari kapal model.

Kecepatan Terhadap Nilai Tahanan

Dari hasil pengukuran tahanan total kapal yang berukuran 5 dan 25 GT pada kondisi muatan penuh dengan perlakuan empat kondisi trim, seperti terlihat pada Gambar 4 dan 5. Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa tahanan kapal model dalam kondisi datar memiliki tren naik jika dihubungkan dengan kecepatan kapal. Pada kondisi datar nilai tahanan total kapal lebih kecil dibandingkan dengan kondisi kapal pada trim 1, 2, dan 3 derajat. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi kapal dalam keadaan datar tanpa adanya perlakuan trim memiliki nilai tahanan yang lebih rendah.

Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa tahanan kapal model dalam kondisi datar juga memiliki tren naik ketika dihubungkan dengan kecepatan kapal. Pada kondisi datar, nilai tahanan lebih kecil dibandingkan dengan kondisi kapal pada trim 1, 2, dan 3 derajat. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi kapal dalam keadaan datar tanpa adanya perlakuan trim memiliki nilai tahanan yang lebih baik.

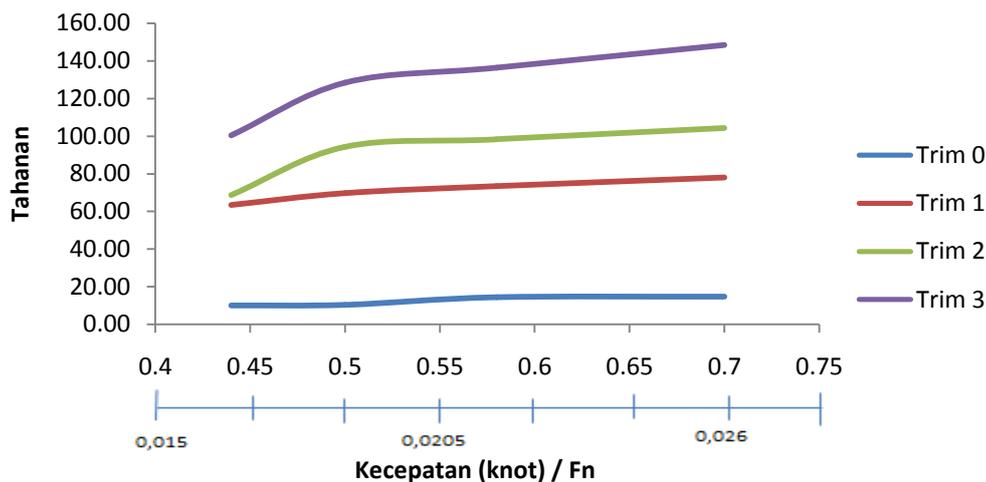
Berdasarkan Tabel 3 dan 4 terlihat perbedaan yang signifikan pada nilai total tahanan kapal di mana kapal 5 GT memiliki nilai tahanan yang lebih besar dibandingkan dengan kapal 25 GT. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan bentuk lambung kapal sangat mempengaruhi nilai tahanan total dari sebuah kapal.



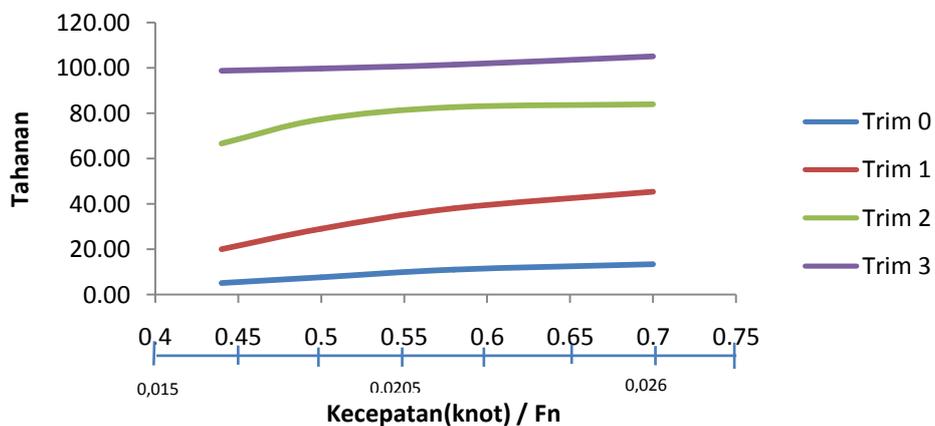
Gambar 3. Hasil dari penggambaran *lines plan* dari kedua data kapal dengan memakai aplikasi *Delftship*
A: Kapal Tanawangko 5 GT; B: Kapal Tanawangko 25 GT

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kecepatan Arus

Kecepatan 1 (100v)	Kecepatan 2 (120v)	Kecepatan 3 (140v)	Kecepatan 4 (160v)
0.44 kn	0.5kn	0.58 kn	0.7 kn



Gambar 4. Total nilai tahanan kapal 5 GT pada kondisi penuh



Gambar 5. Total nilai tahanan kapal 25 GT pada kondisi penuh

Tabel 3. Nilai tahanan total kapal 25 GT

Kecepatan (knot)	Trim 0	Trim 1	Trim 2	Trim 3
0,44	5,00	20,00	66,67	98,67
0,5	7,67	29,00	77,33	99,67
0,58	11,00	38,00	82,67	101,33
0,7	13,33	45,33	84,00	105,00

Tabel 4. Nilai tahanan total kapal 5 GT

Kecepatan (knot)	Trim 0	Trim 1	Trim 2	Trim 3
0,44	10,00	63,33	68,67	100,33
0,5	10,33	69,67	94,33	128,33
0,58	14,33	73,33	98,33	136,33
0,7	14,67	78,00	104,33	148,33

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis hubungan antara kecepatan kapal, perlakuan trim, serta nilai tahanan kapal diambil beberapa kesimpulan yakni besarnya nilai tahanan total kapal dipengaruhi oleh bentuk lambung kapal dan kondisi trim.

Ucapan terima kasih: penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini yang tidak sempat penulis sebut satu persatu.

REFERENSI

- COMSTOCK, J.P. (1967) *Principles of Naval Architecture*. Newport News Boatbuilding and Drylock Company. The Society of Naval Architect and Marine Engineer 74 Trinity Place. New York.106 p
- DJATMIKO et al. (1983) *Tahanan Penggerak Kapal*. Jakarta:Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktur Jendral Pendidikan Dasar dan Menengah.
- HARVALD, SV.A.A. (1992) *Tahanan dan Propulsi Kapal*. Airlangga University Press. Surabaya.
- MASENGI, K.W.A., et al. (2000) Proceeding of JSPS-DGHE. *International Symposium on Fisheries Science in Tropical Area*.
- MODASO, V.O.J. (2007) *Perbandingan Tahanan Kapal Funae (Traditional Pole and Liner) di Pulau Bunaken dan Di Pesisir Bitung*. Unpublished thesis (M.Si). Manado: Universitas Sam Ratulangi.
- NOMURA, M. and YAMAZAKI, T. (1977) *Fishing Technique*. Tokyo: Japan International Cooperation Agency.
- SOLICHIN, D.S. (2005) Jurnal Sains Gema Teknologi. Pengaruh Bentuk dan Ukuran Utama Kapal Terhadap Tahanan Kapal, 14(2), pp. 12-14.

Diterima: 05 Maret 2014
Disetujui: 29 Juni 2014