

## Uji Coba Single Water Tunnel Untuk Meningkatkan Daya Dorong Kapal Pelat Datar

Hadi Tresno Wibowo<sup>1</sup>, Almer Ibnu Farhan<sup>2\*</sup>, M.Andika Permana<sup>3</sup>

*Jurusan Teknik Perkapalan, Departemen Teknik Mesin, Universitas Indonesia*

*Kampus UI, Depok 16424, Indonesia*

*\*Email : [almer.eng@gmail.com](mailto:almer.eng@gmail.com)*

### Abstrak

Kapal pelat datar merupakan salah satu bentuk kapal alternatif yang dapat memberikan kemudahan dalam proses perakitan. Namun, kapal pelat datar memiliki tahanan lebih tinggi dibandingkan kapal berbentuk *streamline*, maka diperlukan suatu modifikasi untuk mengurangi tahanan tersebut dengan cara meningkatkan kinerja baling-baling terhadap daya dorong. Cara tersebut adalah dengan menggunakan *water tunnel* yang terhubung dari bawah lambung kapal menuju ke baling - baling. Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan efektifitas propulsi kapal yang akan berpengaruh terhadap kecepatan kapal. Metode penelitian ini dilakukan dengan mengalirkan daya listrik ke dinamo motor kapal model dan menggunakan *stopwatch digital* untuk mendapatkan waktu tempuh saat melakukan uji tarik kapal. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa aliran air dari *water tunnel* akan meningkatkan daya dorong kapal.

**Kata Kunci :** Kapal Pelat Datar, *Water Tunnel*, Kecepatan Kapal, Propulsi Kapal

### Pendahuluan

Kapal pelat datar (flat hull) merupakan salah satu bentuk kapal alternatif selain kapal berbentuk lengkung (*streamline*). Kapal ini pertama kali dirancang oleh Prof. Gallin dari TU Delft pada tahun 1977 – 1979 dikenal dengan nama Kapal “Pioneer”, kapal lambung pelat datar ini dipasang pada gading-gading yang lurus. Seluruh pelat dan gading-gadingnya dibuat tanpa alat pelengkung atau pembengkok.

Dengan mengatur secara seksama seluruh letak sambungan tersebut sehingga mengikuti bentuk garis aliran dan membatasi besarnya sudut antara dua permukaan datar yang saling bertemu maka dapat diperoleh tahanan yang besarnya mendekati tahanan untuk kapal berbentuk bundar yang ekuivalen. Pada kecepatan dinas, kapal patah-patah mempunyai kecepatan 0,1 m/det lebih rendah, atau tahanan sebesar 6% lebih tinggi, daripada kecepatan atau tahanan kapal yang bundar. Untuk itu diperlukan suatu modifikasi untuk mengurangi tahanan tersebut dengan meningkatkan sistem propulsi salah satunya seperti yang dilakukan oleh Ludwig Kort (1888 – 1958) pada tahun 1924 dengan

memakai kapal yang dilengkapi internal propeller di dalam suatu tunnel.

Pada penelitian kali ini akan menerapkan sistem single water tunnel pada kapal rancangan pelat datar. Sistem water tunnel akan menghubungkan flat buttom kapal dengan bagian belakang kapal yang mengarah ke baling-baling, hal ini diharapkan akan terjadi peningkatan energi kinetis dari aliran yang masuk ke lingkaran baling-baling. Peningkatan energi kinetis ini disebabkan oleh perbedaan tekanan antara buttom kapal dan center line baling-baling yang lebih keatas, serta adanya perubahan luas penampang masuk dan keluar water tunnel yang mengecil.

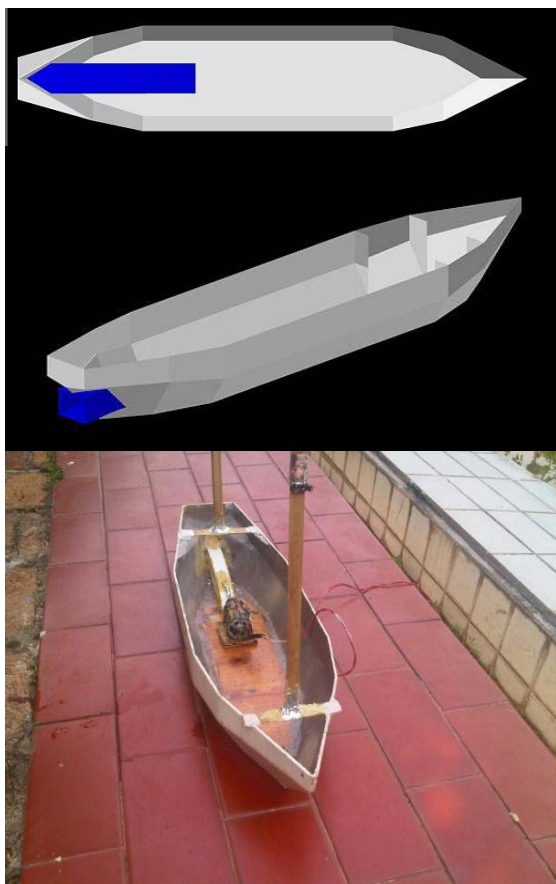
Dengan adanya tunnel ini, kecepatan aliran (VA) yang masuk ke baling-baling diharapkan dapat lebih besar dari kecepatan kapal (V). Sehingga dapat diketahui efektivitas penggunaan sistem water tunnel dengan membandingkan nilai kecepatan laju kapal.

**Metodologi Penelitian**

- Studi Literatur
  - Karakteristik kapal pelat datar
  - Cara Kerja *Single Water Tunnel*
  - Proses perubahan nilai kecepatan kapal
- Percobaan
  - Kapal model dengan *water tunnel* dibuka dan *water tunnel* ditutup
  - Variasi Voltage
- Pengumpulan Data
  - Kecepatan
  - Waktu
  - Arus
- Pengolahan Data dan Analisa
  - Perbandingan kecepatan

**Dimensi Kapal Model**

- Panjang Kapal (Loa) : 60 cm
- Lebar (B) : 20 cm
- Tinggi (H) : 10 cm
- Draft (T) : 5,1 cm
- Skala : 1 : 1

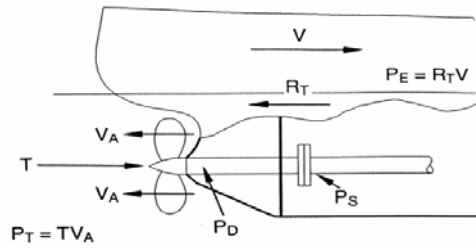


**Gambar 1.** Desain Kapal Model

Variasi voltage yang diberikan yaitu 8 volt, 10 volt, 12 volt dan 14 volt, yang kemudian dikonversi menjadi daya (Watt). Proses pengambilan kecepatan dilakukan dengan membagi jarak tempuh terhadap waktu tempuh kapal. Pengambilan waktu tempuh dilakukan dengan menggunakan stopwatch digital yang dilakukan pada kolam renang dengan batas awal (start) dan batas akhir (finish) sepanjang 5 meter.

**Skema Numerik**

Dengan Pengambilan data kecepatan dari jarak dibagi waktu tempuh, maka gaya yang bekerja pada kapal dapat diamati. Dengan mengamati gaya dan wake friction pada kapal, nantinya akan didapatkan nilai seberapa efektif *water tunnel* ini dapat bekerja.



**Gambar 2.** Gaya yang bekerja pada kapal

Resistance of ship :

$$R_T = 0,5 * \rho * C_T * S * V_s^2 \tag{1}$$

Trust factor :

$$T = \frac{R}{1-t} \tag{2}$$

Where *t* is thrust deduction factor.

Effective power - (*pe*) :

$$P_E = R_T * V_s \tag{3}$$

Thrust power - (*p<sub>t</sub>*) :

$$P_T = T * V_a \tag{4}$$

Delivered power - (*p<sub>d</sub>*) :

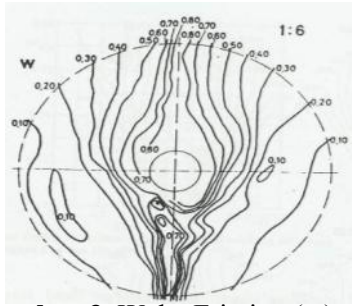
$$P_D = 2 * \pi * Q * N_p \tag{5}$$

Wake fraction :

$$w = 1 - \frac{V_a}{V_s} \tag{6}$$

Velocity service :

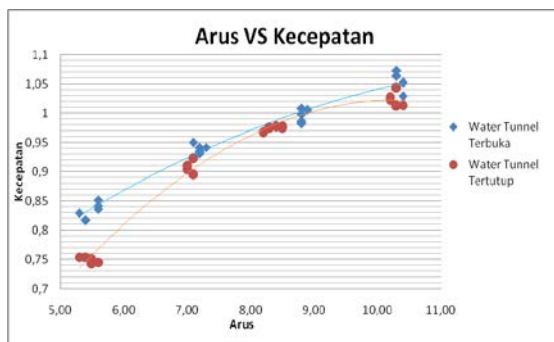
$$V = \frac{s}{t} \tag{7}$$



**Gambar 3.** Wake Friction (w)

Tujuan dari pemasangan water tunnel adalah meningkatkan distribusi aliran air menuju ke baling-baling, sehingga wake friction akan mengecil.

### Hasil dan Pembahasan



Pada grafik perbandingan diatas antara kapal model dengan water tunnel terbuka dan kapal model dengan water tunnel tertutup, terlihat bahwa grafik hasil percobaan kapal model dengan water tunnel terbuka lebih diatas atau lebih tinggi kecepatannya dibandingkan dengan grafik hasil percobaan kapal model dengan water tunnel tertutup. Kedua kapal model tersebut dicoba di dalam kolam renang.

Apabila diambil dari rata-rata kecepatan, arus, serta voltage pada kapal model yang diuji dapat dilihat bahwa penggunaan water tunnel terbuka berhasil menaikkan kecepatan kapal. Dengan water tunnel terbuka kapal model dapat lebih cepat karena air yang melewati dasar flat hull dapat masuk melalui inlet water tunnel dan dialirkan keluar melalui outlet water tunnel menuju propeller yang terletak di buritan kapal sehingga propeller akan mendapatkan dorongan dari aliran air yang masuk ke dalam water tunnel.

Bila dilihat dari trendnya kapal model dengan tegangan 8 v oltagge, 10 v oltagge, 12 voltage sampai tegangan 14 voltage mengalami penurunan efektifitas pada saat

kecepatan mengalami kenaikan. Hal ini menunjukkan bahwa kapal model dengan water tunnel terbuka lebih efektif apabila dijadikan kapal dengan kecepatan yang rendah seperti kapal tongkang. Ini terjadi karena semakin cepat kapal maka air yang masuk ke inlet water tunnel akan semakin sedikit sehingga propeller kurang mendapatkan dorongan dari aliran air. Kapal model dengan water tunnel terbuka sangat efektif pada saat kecepatan kapal yang rendah dan air yang masuk pada water tunnel dan keluar pun lancar tanpa hambatan. Pada saat kecepatan kapal mengalami kenaikan, aliran air tidak dapat masuk ke dalam inlet water tunnel secara sempurna. Ini disebabkan beberapa faktor :

1. Bentuk bawah lambung yang datar (flat hull)
2. Bentuk inlet water tunnel yang belum optimal
3. Trim kapal belum mencapai sudut yang optimal

Oleh karena itu kapal pelat datar/flat hull dengan penggunaan water tunnel ini sangat optimal bila digunakan dengan kecepatan yang rendah. Dan juga bentuk water tunnel ini memiliki kemiripan dengan salah satu proyek ZEUS yaitu JAMP atau Jet-Assist Motor Propulsion. inovasi dari proyek ZEUS (Zero Emission Ultimate Ship) yang dilakukan oleh NMRI (National Maritime Research Institute). Sistem ini memiliki inlet atau katup masuk yang berada pada dasar lambung dan outlet atau katup keluar yang berada dekat propeller. Inlet dan outlet dihubungkan dengan pipa dan impeller kecil diletakkan dekat dengan outlet.

### Kesimpulan

Dari percobaan ini dapat disimpulkan beberapa hal antara lain:

1. Kapal model dengan water tunnel terbuka lebih cepat dibandingkan dengan kapal model dengan water tunnel ditutup.
2. Dengan lebih cepatnya kapal model dengan water tunnel terbuka terhadap kapal model dengan water tunnel ditutup, menunjukkan bahwa aliran dari water tunnel lebih efektif sehingga dapat meningkatkan kinerja dari baling-baling kapal.
3. Aliran air memiliki pengaruh karena arah aliran air yang keluar dari outlet water

tunnel langsung mengarah kepada propeller.

ed. London: Butterworth-Heinemann. p135 – 147

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Departemen Teknik Mesin, Universitas Indonesia atas segala fasilitas dan bantuannya selama ini. Khususnya untuk dosen pembimbing penelitian water tunnel.

Universitas Indonesia (2004). Pengantar penulisan imiah.

Sasaki, Noriyuki. Boundary Layer Control of Twin Skeg Hull Form with Reaction Podded Propulsion. 2011. Second International Symposium on Marine Propulsors smp'11

### Nomenklatur

v	Kecepatan Kapal (m/s)
S	Jarak (m)
t	Time (sekon)
w	Wake friction
va	Kecepatan aliran tunnel (m/s)

### Daftar Pustaka

- Adji, S. (2005). *Engine Propeller Matching*. Kumpulan Jurnal Ilmiah FTK-ITS. Surabaya. Hal.1-8
- Sasono, E. J. (2009). Pemakaian baling-baling bebas putar (*free rotating propeller*) pada kapal. Hal.140-145
- Korkut, E. (2006). *case study for the effect of a flow improvement device ( a partial wake equalizing duct) on ship powering characteristics.. Science Direct: Ocean Engineering, 33 , p205–218.*
- Celik, F. (2007). *A numerical study for effectiveness of a wake equalizing duct. Science Direct: Ocean Engineering, 34, p2138 – 2145.*
- Harvald, Sv.Aa. (1978). *Tahanan dan Propulsi Kapal* (Jusuf Susanto, Penerjemah). Airlangga University Pers. Surabaya. 1992 ,Hal.135-136
- Munson, B. R., Young, D. F.,& Okiishi, T. H. (2002). *Mekanika Fluida Edisi Ke-4 Jilid 2* (Harinaldi, Budiarmo, Penerjemah). Jakarta: Erlangga. Hal.111-197
- Schneeckluth, H. & Bertram, F. (1998) *Ship Design for Efficiency and Economy 2nd*