

## Perbandingan Nilai Hambatan Kapal antara Hasil Simulasi dengan Eksperimen pada Kapal Pelat Datar Semi-Trimaran

Muhammad Arif Budiyanto<sup>1,\*</sup>, Hadi Tresno Wibowo<sup>1</sup> dan Muhammad Fattah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Prodi Sarjana Teknik Perkapalan, Departemen Teknik Mesin, Universitas Indonesia

\*Korespondensi: arif@eng.ui.ac.id

**Abstrak.** Kapal pelat datar merupakan salah satu kapal inovatif dalam pembuatan kapal dimana pembuatannya tidak membutuhkan pelengkungan pelat yang membutuhkan waktu cukup lama. Semi trimaran adalah konsep dari kapal trimaran yang memiliki stabilitas yang baik pada saat kondisi tertentu diperlukan stabilitas yang baik dan kondisi tertentu sebagai kapal cepat. Namun kapal pelat datar memiliki tantangan pada segi hambatan dikarenakan dengan bentuk yang berbeda dengan kapal biasanya yang berbentuk streamline. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya hambatan kapal pelat datar semi trimaran. Penelitian dilakukan dengan dua metode, yaitu metode eksperimen dan simulasi perangkat lunak. Metode eksperimen dilakukan dengan cara melakukan pengujian tarik pada kapal model dan simulasi perangkat lunak dengan cara menghitung besar hambatan dengan perangkat lunak maxsurf resistace. Penelitian dilakukan dengan cara membandingkan hambatan pada kapal model pelat datar dengan kapal streamline. Dari hasil penelitian didapatkan besarnya perbedaan hambatan pada kedua kapal pada pengujian tarik adalah 27% pada 40V dan 20% pada 45V. Pada simulasi perangkat lunak, perbedaan hambatan terserbesar adalah 26% pada froude number 0,4.

**Kata kunci:** kapal pelat datar, hambatan kapal, simulasi, uji tarik, *Froude number*

© 2017. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

### Pendahuluan

Penggunaan transportasi laut yang efektif dan efisien adalah salah satu faktor utama untuk meningkatkan perekonomian Indonesia. Karena itu dibutuhkannya inovasi dalam pembuatan kapal yang diharapkan meningkatkan efisien dalam pembangunan kapal. Salah satu kapal inovatif adalah kapal pelat datar yang dikembangkan oleh Teknik Perkapalan Universitas Indonesia. Kapal ini diberi nama kapal pelat datar karena semua sisi kapal tersebut berbentuk datar. Kapal pelat datar adalah teknologi kapal inovatif yang menggunakan baja sebagai material utama. Kemudian, konstruksi kapal ini dibangun dengan pelat-pelat baja datar yang tidak melewati proses pelengkungan pelat. Teknologi ini menghasilkan produk yang lebih efisien dari segi waktu pembuatannya dan biaya [1].

Kapal ini dinamai berdasarkan dengan semua sisi kapal tersebut berbentuk datar. Kapal pelat datar adalah teknologi kapal inovatif yang menggunakan baja sebagai material utama. Kemudian, konstruksi kapal ini dibangun dengan pelat-pelat baja datar yang tidak melewati proses pelengkungan pelat [2]. Teknologi ini menghasilkan produk yang lebih cepat pembuatannya dan lebih ekonomis.

Kapal pelat datar memiliki haluan lambung berbentuk kapak (axe bow), dengan desain semi-trimaran pada lambung yang membentuk huruf W. Ini memberi manfaat ganda. Pertama, ujung kapal bisa memecah gelombang laut sehingga kapal stabil. Kedua, gelombang mengalir ke tengah,

menuju baling-baling kapal di belakang, dan diharapkan membantu menambah daya dorong pada kapal sehingga hemat energy. Dari produksi kapal dengan bentuk pelat datar, Diharapkan keuntungan yang diperoleh adalah 30% lebih cepat dan 25% lebih murah dibandingkan kapal baja umumnya. Pelengkungan baja jadi tahap terumit dan mahal produksi kapal baja. Dalam makalah ini bertujuan untuk membandingkan kapal pelat datar dengan kapal streamline secara eksperimen dan secara simulasi software

### Metode Penelitian

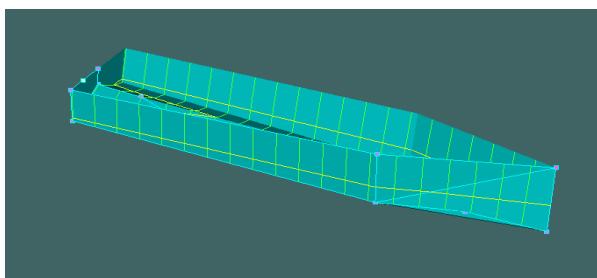
Metode pengambilan data dilakukan dengan prediksi pendekatan terhadap rumus yang sudah ada dalam mencari nilai hambatan pada kapal. Pada metode ini, perangkat yang digunakan adalah *maxsurf resistance*. Pada awal percobaan, pembuatan desain kapal model menggunakan *maxsurf modeller* untuk kedua bentuk hull. Kedua kapal patroli akan dibentuk dengan spesifikasi pada kedua bentuk hull dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Spesifikasi model kapal penelitian

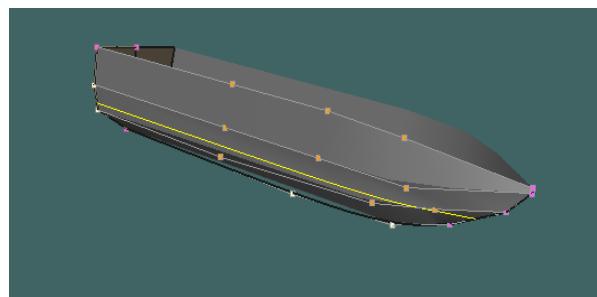
Spesifikasi	Plat Datar	Streamline	Unit
L	90	90	cm
B	22,5	22,5	cm
H	15,8	15,8	cm
T	7,8	5,3	cm
Lwl	90	79,6	cm
Dispalacement	4	4	kg
Wetted Area	0,206	0,163	m <sup>2</sup>

Cp	0,597	0,788
Cb	0,305	0,489

Dari spesifikasi tersebut, pada kedua kapal pelat datar dan streamline akan dibentuk desain kapal. Desain dari kedua kapal tersebut dapat dilihat dari Gambar 2 dan Gambar 3.



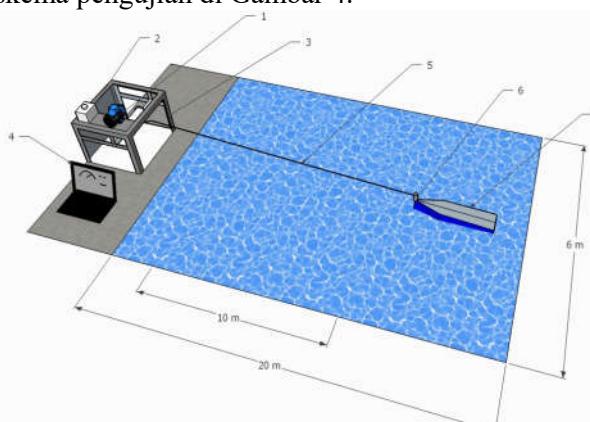
Gambar 2. Desain Kapal Pelat Datar



Gambar 3. Desain Kapal Streamline

Pada perhitungan dengan menggunakan piranti lunak digunakan rentang kecepatan untuk kapal streamline, antara 1 m/s sampai 1,4 m/s dikarenakan merupakan rentang  $0,35 < Fn < 0,5$  yang termaksud kapal cepat, begitu juga untuk kapal pelat datar antara 0,63 m/s sampai 1,48 m/s. Pada simulasi ini metode yang digunakan adalah Holtrop dikarenakan metode ini merupakan pengembangan metode yang sudah ada dengan mengikuti sertakan faktor-faktor lain yang berperan dalam mempengaruhi hambatan.

Metode eksperimen dilakukan dengan pengujian uji tarik di kolam pengujian yang ditampilkan pada skema pengujian di Gambar 4.



Gambar 4. Skema Pengujian

Pembuatan Kapal model untuk dua jenis Hull yang akan dipakai. Kapal model akan dibentuk sesuai desain yang sudah dibuat dari maxsurf. Kapal model digunakan untuk melakukan uji eksperimen. Pada percobaan ini, dilakukan kepada kedua kapal model pada hari Senin – Kamis pada pukul 10:00 – 14:00. Eksperimen dilakukan pada kolam kondisi tenang. Adapun parameter-parameter untuk kedua kapal model ditunjukkan pada Tabel 2. Data yang didapat dari pengujian tarik berupa waktu (s) dan hambatan (g). Dari kedua data tersebut, kecepatan [3] dan Froud number [4] dapat dihitung.

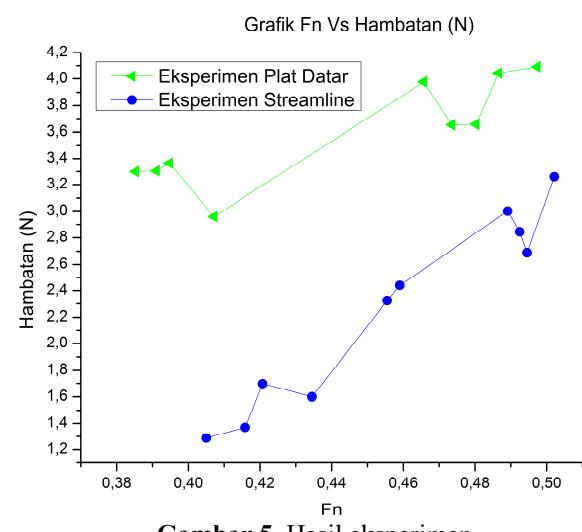
Tabel 2. Parameter Pengujian

Kapal Model	
Jenis Kapal	Kapal Patroli
Variabel Terikat	40, 45, 50 Volt
Jumlah Penarikan	5 pernarikan tiap voltase
Lokasi	Kolam Wisma Makara

## Hasil dan Pembahasan

Dari grafik pada Gambar 5, dapat diketahui hambatan kapal pelat datar lebih besar dibandingkan dengan kapal streamline. Untuk voltase Dari percobaan Eksperimen untuk voltase 45 dan 50, didapatkan bahwa perbedaan hambatan kapal pelat datar lebih besar dibanding kapal streamline yaitu 27% pada 45V dan 20% pada 50V. pada 40V tidak digunakan dikarenakan Fn pada 40V tidak memasuki rentang kapal cepat.

Kenaikan nilai hambatan pada kapal pelat datar tidak terlau besar tiap kenaikan Fn, namun untuk kapal streamline terjadinya kenaikan yang cukup besar tiap kenaikan voltase.

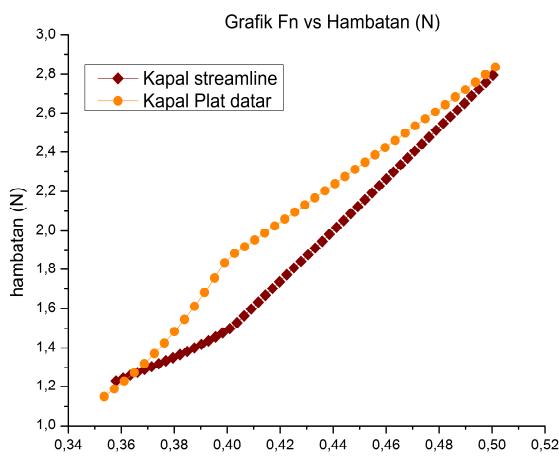


Gambar 5. Hasil eksperimen

Dari hasil simulasi software yang digunakan adalah maxsurf resistance dalam pencarian nilai hambatan untuk kedua jenis kapal tersebut. Metode yang dipergunakan dalam pengambilan data adalah

holtrop dikarenakan metode ini merupakan pengembangan metode yang sudah ada dengan mengikuti sertakan faktor-faktor lain yang berperan dalam mempengaruhi hambatan [6]. Data yang didapat metode ini berupa  $V$  (m/s) dan hambatan (N).

Dari Gambar 6 terlihat bahwa untuk kapal pelat terjadi kenaikan hambatan yang cukup konstan pada tiap kenaikan  $fn$ , namun pada kapal streamline, untuk  $fn$  0,4 – 0,50 terjadinya kenaikan hambatan yang cukup besar. Pada  $fn$  0,4 – 0,5 untuk kapal streamline terjadinya turbulen pada aliran tersebut dikarenakan terjadinya kenaikan pada kecepatan aliran yang terjadi. Hal tersebut menyebabkan meningkatnya friction resistance. Sesuai dengan rumus ITTC, dimana tiap kenaikan nilai reynold, koefisien hambatan gesek meningkat [7]. Hal tersebut meningkatkan nilai hambatan gesek yang terjadi pada kapal tersebut. Dimana tiap kenaikan koefisien hambatan gesek, meningkatnya besar hambatan gesek.



Gambar 6. Hasil simulasi

Dari Gambar 6, dapat dilihat untuk kapal pelat terjadi kenaikan hambatan yang cukup konstan pada tiap kenaikan  $fn$ , namun pada kapal streamline, untuk  $fn$  0,4 – 0,50 terjadinya kenaikan hambatan yang cukup besar. Pada  $fn$  0,4 – 0,5 untuk kapal streamline terjadinya turbulen pada aliran tersebut dikarenakan terjadinya kenaikan pada kecepatan aliran yang terjadi. Hal tersebut menyebabkan meningkatnya friction resistance [8]. Sesuai dengan rumus ITTC Dimana tiap kenaikan nilai reynold, koefisien hambatan gesek meningkat. Hal tersebut meningkatkan nilai hambatan gesek yang terjadi pada kapal tersebut. Dimana tiap kenaikan koefisien hambatan gesek, meningkatnya besar hambatan gesek.

Pada grafik Gambar 5 dan 6, dapat kita lihat hambatan pada kapal pelat datar lebih besar dibandingkan dengan kapal streamline. Hambatan

kapal cukup berbeda besar dikarenakan salah satunya karena luas permukaan basah pada kapal pelat datar lebih besar dibandingkan dengan kapal streamline pada displacement yang sama. Sesuai dengan rumus hambatan ITTC tentang hambatan total

Dari grafik, dapat dilihat untuk kapal pelat terjadi kenaikan hambatan yang cukup konstan pada tiap kenaikan  $fn$ , namun pada kapal streamline, untuk  $fn$  0,4 – 0,5 terjadinya kenaikan hambatan yang cukup besar. Pada  $fn$  0,4 – 0,5 untuk kapal streamline terjadinya turbulen pada aliran tersebut dikarenakan terjadinya kenaikan pada kecepatan aliran. Hal tersebut menyebabkan meningkatnya hambatan gesek dikarenakan meningkatnya nilai koefisien hambatan gesek sesuai dengan rumus koefisien hambatan ITTC [9]. Dimana tiap kenaikan nilai reynold, koefisien hambatan gesek meningkat. Hal tersebut meningkatkan nilai hambatan gesek yang terjadi pada kapal tersebut. Dimana tiap kenaikan koefisien hambatan gesek, meningkatnya besar hambatan gesek.

Untuk kapal pelat datar yang bagian depannya terdapat patahan membuat aliran mengikuti patahan tersebut dikarenakan adanya gaya inertia. Hal ini menyebabkan kenaikan kecepatan aliran yang telah melalui patahan tersebut. Namun kecepatan aliran pada bagian kapal setelah patahan tidak mendapatkan kenaikan kecepatan, sehingga terjadinya perbedaan kecepatan untuk aliran yang telah melalui patahan dengan aliran yang tidak melalui tersebut.

Sesuai persamaan Bernoulli, perbedaan kecepatan pada aliran dibagian setelah patahan menyebabkan terjadinya perbedaan tekanan pada bagian tersebut. Hal ini menyebabkan terjadinya pressure drop yang membuat meningkatnya hambatan tekanan pada daerah tersebut.

Sesuai dengan landasan teori tentang Suatu aliran fluida berviskositas seperti halnya air, bila bertemu dengan benda bentuk badan kapal, maka karena ada suatu gaya-gaya inersia yang bekerja dalam aliran air tersebut. Sehingga jalannya partikel-partikel air yang menyusuri dinding badan kapal tidak akan dapat benar-benar mengikuti bentuk badan kapal. Dalam keadaan demikian, energi kinetis dari aliran sepanjang bagian tengah badan kapal tidak dapat ditransformasikan tanpa diikuti kerugian-kerugian untuk menjadi energi tekanan, karena aliran air akan dipisahkan dari badan kapalnya (*boundary layer separation*). Aliran yang memisahkan diri tersebut akan diikuti dengan gerakan berpusar (*whirling motion*) dari partikel dan membentuk pusaran-pusaran air (*eddies/wake*) yang merupakan kerugian energi sehingga menimbulkan komponen hambatan tekanan tambahan yang disebut sebagai *eddy making resistance*. [3]

## Kesimpulan

Hasil komparasi pada kedua kapal menggunakan kedua metode menunjukkan bahwa:

1. Besarnya perbedaan hambatan pada kedua kapal pada pengujian tarik adalah 27% pada 40V dan 20% pada 45V.
2. Pada simulai software, perbedaan hambatan terserbesar adalah 26% pada frounde number 0,4.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Departemen Teknik Mesin Universitas Indonesia atas bantuan fasilitas dan pendanaan dalam penelitian ini.

## Referensi

- [1] H. T. Wibowo, "Penerapan Tunnel Sebagai Pengarah Aliran Air Ke Baling-Baling Kapal," 2011.
- [2] C. Gallin, "Inventiveness In Ship Design," p. Delft University, 1977.
- [3] T. Sastrodiwongso, Hambatan Kapal dan Daya Mesin Penggerak, Jakarta, 2005.
- [4] [S. A. Harvald, Tahanan dan propulsi Kapal, Surabaya: Airlangga University Pers., 1992.
- [5] J. Holtrop, "An Aprroximate Power Prediction Method," 1978.
- [6] M.A. Talahatu, Prinsip Merancang Kapal, Jakarta, 2014.
- [7] A.F. Molland, Ship Resistance and Propulsion, America: Cambridge University Press, 2011.
- [8] R. Yousefia, R. Shafaghat, and M. Shakeri, "Hydrodynamic Analysis Techniques For High-Speed Planing Hulls".
- [9] C.Y. Fuxin Huang, "Hull form optimization of a cargo ship for reduced drag," Elsevier, pp. 173-183, 2016.