

ANALISA TAHANAN KAPAL PERSONAL BOAT DI SELAT BENGKALIS DENGAN METODE NUMERIK DAN PENDEKATAN EMPIRIK

Benedicta Dian Alfanda¹⁾, Budhi Santoso²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Permesinan Kapal-PPNS, Jalan Teknik Kimia, Sukolilo, Surabaya, Indonesia 60111

²⁾Jurusan Teknik Perkapalan Politeknik Negeri Bengkalis, Jalan Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau, Indonesia 28711

Email: dictaa@gmail.com

Abstrak

Kabupaten Bengkalis merupakan salah satu daerah yang terletak di Provinsi Riau dengan luas wilayah mencapai 8.403,28 km², yang terdiri dari 24 pulau disekitarnya. Dua pulau besar yakni Pulau Rupat dan Pulau Bengkalis. Dengan karakteristik wilayah berupa pulau-pulau yang dikelilingi oleh sungai-sungai kecil, membuat warga memanfaatkan sampan sebagai salah satu moda transportasi umum dari suatu pulau ke pulau lainnya. Untuk mengakomodir kebutuhan warga akan moda transportasi air yang aman untuk penyeberangan antar pulau, maka dibuatlah personal boat dengan kapasitas penumpang 4 orang yang memiliki ukuran LPP = 4,800 meter, B = 1,900 meter, H = 0,800 meter, T = 0,200 meter dan Vs=20 knot. Kapal katamaran ini diharapkan mampu memenuhi kebutuhan warga di sekitar Bengkalis, terutama di selat Bengkalis dan sei Pakning. Dalam penelitian ini, perhitungan tahanan kapal dilakukan dengan menggunakan metode numerik (software maxsurf) yang dibandingkan dengan pendekatan empirik, yaitu metode savitsky. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah tahanan dari kapal yang didesain kecil, sehingga kapal memiliki performa yang baik. Hal ini dibuktikan dengan nilai tahanan total yang didapat yaitu sebesar 0,9 kN pada perhitungan dengan metode numerik dan 0,910 kN melalui perhitungan pendekatan empirik, dengan selisih 0,0096 % sehingga hasil perhitungan dapat diterima.

Kata Kunci: Katamaran, Numerik, Personal Boat, Tahanan Kapal, Transportasi

Abstract

Bengkalis Regency is an area located in Riau Province with an area of 8,403.28 km², which consists of 24 surrounding islands. Two large islands namely Rupat Island and Bengkalis Island. With the characteristics of the area in the form of islands surrounded by small rivers, making residents use the canoe as one of the modes of public transportation from one island to another. To accommodate residents' needs for safe water transportation modes for inter-island crossings, a personal boat was made with a capacity of 4 passengers who had a size of LPP = 4,800 meters, B = 1,900 meters, H = 0,800 meters, T = 0,200 meters and Vs = 20 knots. The catamaran is expected to be able to meet the needs of residents around Bengkalis, especially in the Bengkalis Strait and Sei Pakning. In this study, the calculation of ship resistance is carried out using a numerical method (software maxsurf) which is compared with an empirical approach, namely the savitsky method. The results obtained from this study are prisoners of small designed vessels, so that the ship has good performance. This is evidenced by the total resistance value obtained that is equal to 0.9 kN on calculations with numerical methods and 0.910 kN through the calculation of an empirical approach, with a difference of 0.0096% so that the calculation results can be accepted.

Keywords: Catamaran, Numerical, Personal Boat, Boat Prisoners, Transportation

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Bengkalis merupakan salah satu kabupaten yang terletak di Provinsi Riau, berada di bagian timur Pulau Sumatera dan wilayahnya berupa kepulauan dengan luas mencapai 8.403,28 km². Pulau Bengkalis merupakan muara dari Sungai Siak. Wilayah Kabupaten Bengkalis merupakan dataran rendah dengan ketinggian rata-rata sekitar 2-

6,1 meter dari permukaan laut dan terdiri dari 24 pulau besar dan kecil. Beberapa pulau besar itu adalah Pulau Rupat (1.524,84 km²) dan Pulau Bengkalis (938,40 km²). Jumlah penduduk di Kabupaten Bengkalis berdasarkan data di tahun 2019 adalah sebanyak 553.938 jiwa yang menempati 11 kecamatan, 19 kelurahan, dan 136 desa. Pelabuhan laut di Kabupaten Bengkalis cukup banyak, sebagian besar adalah pelabuhan

rakyat yang disinggahi oleh kapal-kapal berukuran kecil dan sedang. Sementara itu terdapat 2 pelabuhan besar di Pulau Bengkalis yakni Pelabuhan Utama Bandar Sri Laksemama dan pelabuhan laut yang juga melayani jalur internasional, yaitu Pelabuhan Bandar Sri Setia Raja dengan rute Bengkalis - Muar, Malaysia. Salah satu lokasi wisata yang cukup terkenal di Kabupaten Bengkalis adalah Pantai Pasir Panjang di Pulau Rupa yang berada di Selat Malaka. Lokasi ini bisa ditempuh melalui jalur darat selama 45 menit, selain itu dapat dicapai menggunakan kapal kecil yang oleh penduduk setempat disebut “pompong” dari Dumai.



Gambar 1. Masyarakat menggunakan pompong sebagai salah satu moda transportasi umum (Riau Lantang, 2020)



Gambar 2. Selat Bengkalis, Penghubung Pulau Bengkalis dan Pulau Sumatera (Google Maps, 2020)

Letak geografis Kabupaten Bengkalis yang terdiri dari beberapa pulau membuat kebutuhan akan moda transportasi laut dan sungai sangat dibutuhkan sebagai sarana penghubung antar daerah, untuk kegiatan perdagangan, pendidikan, pariwisata, dan lain sebagainya. Kebutuhan akan sarana transportasi laut dan sungai semakin hari juga

semakin meningkat untuk mempercepat laju perekonomian di wilayah tersebut.

Saat ini warga Kabupaten Bengkalis banyak memanfaatkan sampan (atau pompong sebutan dari warga setempat) sebagai salah satu moda transportasi umum. Karakteristik sampan yang tidak cocok digunakan untuk pelayaran jarak jauh karena tidak dilengkapi dengan perlengkapan untuk menghadapi cuaca buruk, membuat sekelompok dosen di wilayah Bengkalis berinisiatif untuk membangun *Personal Boat*.

Personal Boat berkapasitas 4 orang ini diharapkan dapat lebih handal bila dibandingkan dengan sampan dalam memenuhi kebutuhan masyarakat akan moda transportasi air. Desain dari *personal boat* ini akan disesuaikan dengan rute penyeberangan yang akan dilayani. Rute penyeberangan yang direncanakan adalah di selat Bengkalis dan sungai-sungai kecil yang ada di sekitar Selat Bengkalis.

Minimnya referensi penentuan tahanan untuk tipe kapal cepat, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan metode perhitungan tahanan kapal yang aplikatif untuk tipe kapal cepat [3].

Objek dalam penelitian ini adalah *personal boat* tipe katamaran yang secara keamanan lebih baik dari sampan, namun juga tetap mumpuni untuk melewati sungai – sungai dengan kedalaman dangkal atau syarat air yang rendah. Kapal tipe katamaran sendiri mempunyai beberapa kelebihan diantaranya luas geladak lebih besar karena merupakan struktur *multi hull* dibandingkan dengan kapal struktur *mono hull*. Selain itu karena memiliki dua lambung maka stabilitas kapal juga semakin baik [11]. Volume benaman dan luas permukaan basah kapal juga lebih kecil, dengan tahanan yang kecil maka biaya operasional yang diperlukan oleh pemilik kapal juga menjadi lebih murah.

Tahap perencanaan kapal diawali dengan proses penentuan ukuran utama kapal yang meliputi parameter panjang, lebar, sarat, dan juga koefisien bentuk. Setelah itu kemudian dilanjutkan dengan penggambaran *lines plan*

dari *personal boat*. Besar kecilnya nilai tahanan kapal erat hubungannya dengan daya mesin optimal dalam hal mencapai kecepatan kapal yang diinginkan. Perhitungan tahanan kapal sangat diperlukan sebelum sebuah kapal dibangun.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa dan membandingkan nilai tahanan kapal yang didesain dengan pendekatan empirik dan perhitungan dengan metode numerik menggunakan *software Maxsurf*, sehingga dapat diketahui apakah kapal yang dibangun mempunyai performa yang baik dan kedua nilai hasil penelitian sejalan.

2. METODE

Dalam penelitian ini, akan dilakukan analisa terhadap tahanan kapal tipe *Personal Boat* jenis Katamaran *Multi Hull* dengan ukuran Lpp 4,80 meter, Lebar (B) 1,90 meter, Tinggi (H) 0,80 meter, Sarat Air (T) 0,20 meter, dan kecepatan dinas (Vs) 20 knot. Perhitungan tahanan kapal akan dilakukan dengan dua metode, yang pertama adalah metode numerik menggunakan *software Maxsurf* yang akan dibandingkan dengan hasil perhitungan menggunakan pendekatan empiris metode savitsky.

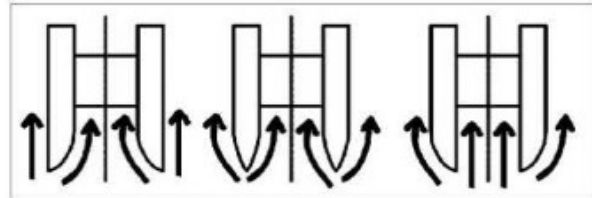
Penggambaran desain bentuk kapal (*lines plan*) akan dilakukan sebagai langkah awal penelitian. Setelah itu dilakukan perhitungan tahanan kapal dengan kedua metode yang telah dipilih untuk mendapatkan gambaran performa dari kapal saat beroperasi.

Metode tahanan kapal yang sesuai untuk menghitung besarnya tahanan untuk tipe kapal cepat adalah dengan metode savitsky, dimana nilai koreksinya kurang dari 5% [10].

2.1 Kapal Katamaran

Kapal katamaran merupakan jenis kapal dengan dengan struktur *multi hull* yang menghubungkan struktur menyerupai jembatan di bagian tengah kapal. Dengan struktur *multi hull* ini, stabilitas kapal

katamaran lebih baik bila dibandingkan dengan stabilitas kapal tipe *monohull*. Kapal dengan lebar sama, tahanan gesek yang terjadi pada kapal katamaran lebih kecil [1]. Berikut ini adalah beberapa tipe lambung pada kapal katamaran:



Gambar 3. Jenis Lambung Kapal Katamaran [1]

Selain tahanan gesek yang terjadi lebih kecil, stabilitas kapal katamaran lebih baik dengan adanya struktur dua lambung, sehingga membuat para penumpang kapal menjadi lebih merasa aman karena kemungkinan kapal terbalik lebih kecil [1].

2.2 Rencana Garis (*Lines Plan*)

Rencana garis atau *lines plan* merupakan tahap awal perancangan kapal. Pada gambar rencana garis ini, dapat diketahui bentuk badan kapal yang direncanakan., terutama daerah yang ada di bawah garis air. Dalam pembuatan *lines plan*, gambar dibagi menjadi tiga yaitu, *body plan*, *sheer plan* dan *half breadth plan*. Pada *body plan*, akan nampak bentuk badan kapal yang dipotong secara tegak melintang. *Sheer plan* menunjukkan pandangan samping kapal, atau bentuk kapal jika kapal dipotong tegak vertikal sepanjang badan kapal. Sedangkan pada *half breadth plan*, akan tampak pandangan atas kapal setengah dari lebar kapal, yang menunjukkan bentuk garis air pada setiap kenaikan sarat air. Secara lengkap, desain rencana garis *personal boat* ditunjukkan pada gambar 6.

2.3 Analisa Tahanan Kapal

Tahanan kapal adalah, gaya yang bekerja berlawanan dengan arah gerak kapal. Besarnya tahanan ini dipengaruhi oleh beberapa hal,

diantaranya, adalah bentuk badan kapal, gaya gesek yang terjadi akibat badan kapal yang bersinggungan dengan air, dan adanya tahanan udara yang menghambat laju kapal pada bagian badan kapal yang tidak tercelup air. Perhitungan tahanan kapal pada penelitian ini menggunakan dua metode, yaitu dengan metode numerik dan pendekatan empirik.

2.2.1 Perhitungan Tahanan Kapal dengan Metode Numerik

Perhitungan tahanan ini dilakukan dengan bantuan *software Maxsurf*, dimana dengan memasukkan data ukuran utama *personal boat* yang sudah ditentukan di awal tahap desain, kita dapat mensimulasikan gaya-gaya yang menjadi tahanan kapal yang menghambat olah gerak kapal saat beroperasi. Sehingga dapat disimulasikan performa dari kapal yang dirancang.

Secara teknis di lapangan khususnya di galangan kapal di sekitar pelabuhan rakyat, perhitungan tahanan kapal dilakukan dengan bantuan *software*, dimana penentuan besarnya nilai tahanan dari kapal yang dirancang didapatkan dengan mudah dan dalam waktu yang cukup singkat.

2.2.2 Perhitungan Tahanan Kapal dengan Pendekatan Empirik

Perhitungan tahanan ini dilakukan dengan menggunakan metode savitsky yang dihitung secara manual. Pada metode savitsky, kapal yang memiliki nilai koefisien kecepatan 0,5 sampai dengan 1,5 menyebabkan kenaikan nilai gaya angkat atau *lift* pada kapal. Besarnya nilai koefisien kecepatan, dapat ditentukan dengan persamaan [10]:

$$Cv = \frac{v}{\sqrt{gxb}} \tag{1}$$

Dimana Cv adalah koefisien kecepatan, V adalah kecepatan kapal (m/s), g adalah percepatan gravitasi (9,81 m/s²) dan b adalah *maximum beam over chine* (m).

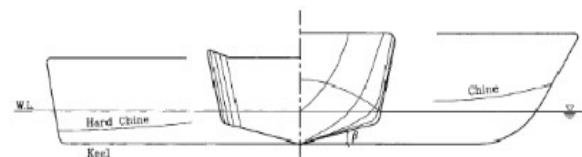
Froude number sebagai salah satu karakteristik yang membedakan kapal cepat dengan jenis kapal lainnya, dimana pada kapal

cepat, *Froude Number* merupakan fungsi kecepatan dan volume displasemen. Nilai *Froude Number* dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$F_{n\Delta} = \frac{v}{\sqrt{g \Delta^{1/3}}} \text{ (m/s)} \tag{2}$$

dimana $F_{n\Delta}$ adalah bilangan *Froude volume*, V adalah kecepatan kapal (m/s), g adalah percepatan gravitasi (9,81 m/s²), Δ adalah volume *displacement* (m³).

Karakteristik lain yang dimiliki konstruksi kapal cepat adalah adanya sudut *deadrise*. Sudut ini berhubungan dengan gaya angkat dari kapal itu sendiri, bila besarnya gaya angkat mengalami penurunan, hal ini akan mengakibatkan kenaikan nilai sudut *deadrise*. Pada gambar di bawah ini ditunjukkan letak sudut *deadrise* pada kapal.



Gambar 4. Posisi *deadrise* (β), [3]

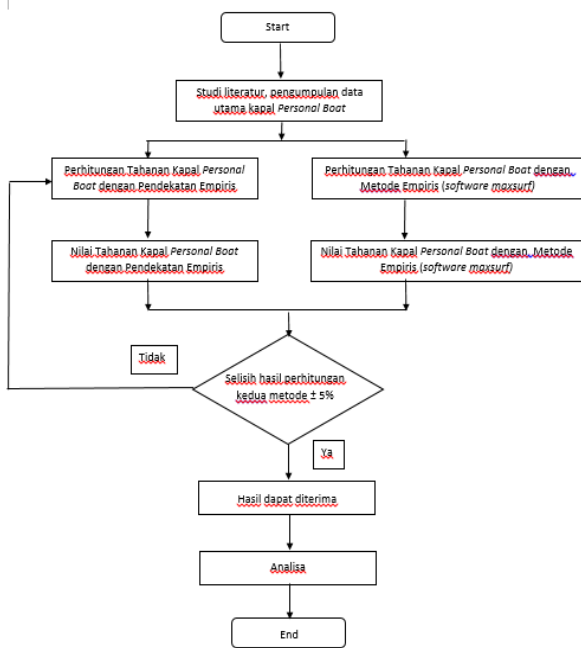
Besarnya nilai koefisien gaya angkat pada kapal, bila *deadrise* bernilai 0, dinyatakan melalui persamaan berikut:

$$C_{lo} = \frac{\Delta}{\frac{\rho}{2} V^2 * B_{px}^2} \tag{3}$$

Dimana C_{lo} adalah koefisien angkat, ρ adalah massa jenis air laut (kg/m³), V adalah kecepatan kapal, B_{px} adalah *maximum chine beam* (m), dan Δ adalah *displacement* (ton).

2.4 Metodologi Penelitian

Tahap-tahap pelaksanaan penelitian digambarkan melalui diagram alir berikut ini:



Gambar 5. Flowchart Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

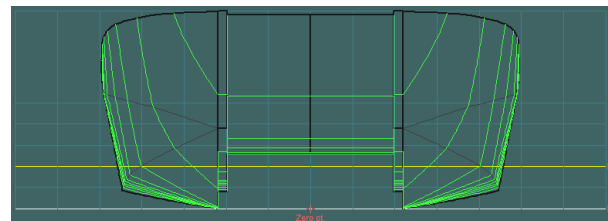
Langkah awal dari penelitian ini adalah perencanaan desain kapal *personal boat*. Berikut adalah data utama *personal boat* yang merupakan objek dari penelitian. Ukuran utama ini diperoleh dengan mempertimbangkan karakteristik wilayah yang akan menjadi rute penyeberangan. Karena rute yang akan dilalui sebagian besar merupakan wilayah sungai, maka *personal boat* yang akan dibangun, memiliki sarat air yang rendah, untuk menyesuaikan kondisi perairan sungai yang dangkal.

Tabel 1. Data Utama *Personal Boat* Katamaran

Parameter	Nilai	Satuan
Length (LPP)	4,800	m
Length (LWL)	4,992	m
Breadth (B)	1,900	m
Height (H)	0,800	m
Draft (D)	0,200	m

Kecepatan (Vs)	20	knot
Koefisien bentuk (Cb)	0,312	
Percepatan gravitasi	9,81	m/s^2
Viskositas	$1,18 \times 10^{-6}$	m^2/s

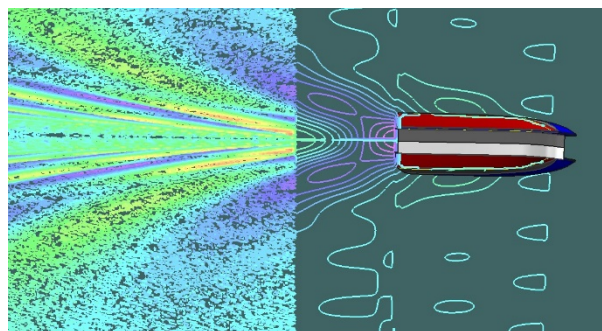
Dari data utama kapal yang sudah ditentukan, lalu dibuat desain awal berupa gambar *lines plan*. Kapal direncanakan tidak terlalu besar, agar dapat masuk ke wilayah sungai-sungai kecil di sekitar Selat Bengkalis, *Lines plan personal boat* ditunjukkan oleh gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Body Plan Personal Boat

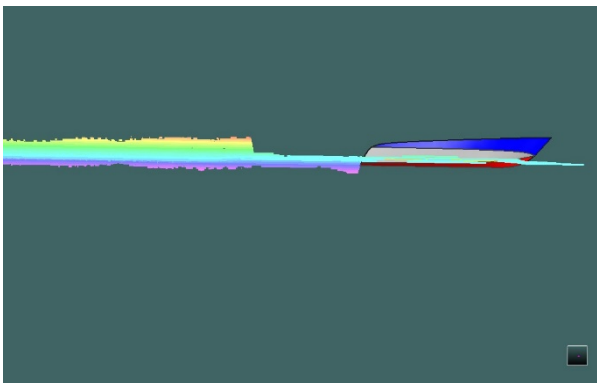
Dari gambar *lines plan* di atas, terlihat dengan bentuk kapal yang ramping akan dikombinasikan dengan kecepatan desain yang relatif tinggi, sehingga diharapkan mampu menghasilkan performa kapal yang baik dan aman untuk melayani kebutuhan transportasi masyarakat untuk memajukan perekonomian di wilayah tersebut.

3.1 Perhitungan Tahanan dengan Metode Numerik



Gambar 7. Hasil *Running* pada *Maxsurf*

Dari hasil *running* pada *software Maxsurf* digambarkan aliran air yang menyentuh badan kapal. Terlihat bahwa tidak banyak gaya yang dihasilkan disisi-sisi kapal dan tidak tampak adanya besaran gaya dari air yang menghambat laju gerak kapal, seperti ditunjukkan pada bentuk aliran di samping badan kapal. Aliran air yang menghantam badan kapal, diteruskan dengan baik oleh bentuk badan kapal, sehingga berubah menjadi gaya dorong kapal.



Gambar 8. Simulasi Tahanan Kapal pada *software Maxsurf*

Dari hasil simulasi di atas, juga tampak bahwa tidak banyak aliran air yang mengganggu gerak kapal pada bagian sisi-sisi badan kapal. Aliran air yang diteruskan dengan baik oleh bentuk badan kapal membuat gaya yang dihasilkan menjadi gaya dorong bagi kapal itu sendiri, sebagaimana tampak pada gambar tersebut, besarnya gaya banyak terbentuk di sisi buritan atau bagian belakang kapal. Bukan di depan ataupun di samping badan kapal yang dapat menghambat laju gerak dan maneuver kapal saat beroperasi di wilayah perairan terbatas seperti sungai kecil.

	Speed (kn)	Froude No. LWL	Froude No. Vol.	Savitsky Planing Resist. (kN)	Savitsky Planing Power (kW)
2	0,625	0,046	0,113	--	--
3	1,250	0,092	0,226	--	--
4	1,875	0,138	0,338	--	--
5	2,500	0,184	0,451	--	--
6	3,125	0,230	0,564	--	--
7	3,750	0,276	0,677	--	--
8	4,375	0,321	0,789	--	--
9	5,000	0,367	0,902	--	--
10	5,625	0,413	1,015	--	--
11	6,250	0,459	1,128	--	--
12	6,875	0,505	1,241	--	--
13	7,500	0,551	1,353	--	--
14	8,125	0,597	1,466	--	--
15	8,750	0,643	1,579	0,6	3,673
16	9,375	0,689	1,692	0,6	4,078
17	10,000	0,735	1,804	0,7	4,467
18	10,625	0,781	1,917	0,7	4,843
19	11,250	0,827	2,030	0,7	5,211
20	11,875	0,872	2,143	0,7	5,579
21	12,500	0,918	2,256	0,7	5,953
22	13,125	0,964	2,368	0,7	6,340
23	13,750	1,010	2,481	0,7	6,746
24	14,375	1,056	2,594	0,7	7,176
25	15,000	1,102	2,707	0,7	7,633
26	15,625	1,148	2,820	0,8	8,122
27	16,250	1,194	2,932	0,8	8,644
28	16,875	1,240	3,045	0,8	9,204
29	17,500	1,286	3,158	0,8	9,803
30	18,125	1,332	3,271	0,8	10,443
31	18,750	1,378	3,383	0,9	11,127
32	19,375	1,424	3,496	0,9	11,857
33	20,000	1,469	3,609	0,9	12,633
34	20,625	1,515	3,722	1,0	13,458
35	21,250	1,561	3,835	1,0	14,333
36	21,875	1,607	3,947	1,0	15,260
37	22,500	1,653	4,060	1,1	16,240
38	23,125	1,699	4,173	1,1	17,274
39	23,750	1,745	4,286	1,1	18,365
40	24,375	1,791	4,398	1,2	19,512
41	25,000	1,837	4,511	1,2	20,719

Gambar 9. Hasil Perhitungan Tahanan Kapal pada *software Maxsurf*

Hasil perhitungan secara numerik menunjukkan bahwa besarnya tahanan yang dihasilkan adalah 0,9 KN pada kecepatan 20 knot. Besaran nilai tahanan hasil perhitungan numerik ini akan dibandingkan dengan hasil perhitungan tahanan melalui pendekatan empiris dengan metode savitsky. Dengan factor koreksi yang dapat diterima adalah sebesar 5%.

3.2 Perhitungan Tahanan dengan Pendekatan Empirik

Menentukan nilai volume *displacement* (▼) dan *displacement* (▲)

Displacement dapat diartikan sebagai berapa banyak air yang dapat dipindahkan oleh badan kapal di dalam air. Nilai *displacement* kapal didapatkan dari persamaan berikut ini:

$$V = L \times B \times T \times C_b \quad (4)$$

dimana V adalah volume displacemen kapal (m^3), L adalah panjang kapal (LWL, meter), T adalah tinggi sarat air (m), dan C_b adalah koefisien blok. Pada penelitian ini, nilai volume *displacement* kapal *personal boat* adalah sebesar $0,592 m^3$, sehingga didapatkan nilai *displacement* sebesar 0,607 ton.

Menentukan nilai *bilangan Froude*

Besaran *froude number* untuk tipe kapal cepat adalah merupakan fungsi kecepatan dan volume *displasement*, sehingga nilai *froude number* berdasarkan persamaan untuk *personal boat* adalah sebesar 3,585.

Menentukan nilai *Reynold Number*

Penentuan nilai *reynold number* dilakukan untuk mengidentifikasi jenis aliran yang melalui badan kapal pada saat kapal berlayar, apakah terjadi aliran laminar, atau aliran turbulen.

$$R_{nb} = \frac{v \lambda b}{\nu} \quad (5)$$

Nilai *reynold number* untuk *personal boat* berdasarkan persamaan (%) adalah sebesar 120043419,3.

Menentukan nilai koefisien tahanan gesek

Setelah *reynold number* didapatkan, maka kita dapat menghitung koefisien tahanan gesek kapal:

$$C_f = \frac{1}{(3,5 \text{ LogRe} - 5,96)} \quad (6)$$

Besaran nilai tahanan gesek yang mengenai *personal boat* adalah sebesar 0,002

Menentukan nilai tahanan total (RT)

$$R_t = \Delta \tan \tau \frac{\frac{1}{2} \rho V^2 \lambda b^2 C_{fo}}{\cos \tau \cos \beta} \quad (KN) \quad (7)$$

Kapal katamaran memiliki garis air yang kecil, sehingga diperoleh nilai tahanan

yang rendah. Karena memiliki tahanan rendah, maka dapat dikatakan biaya untuk operasional jg lebih kecil. Untuk nilai tahanan total pada *personal boat* adalah sebesar 0,910 KN, nilai ini mendekati nilai tahanan total dari perhitungan secara numerik [11].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan nilai tahanan total (R_T) sebesar 0,9 KN dengan menggunakan metode numerik atau menggunakan *software Maxsurf*. Dan didapatkan nilai tahanan sebesar 0,910 KN untuk perhitungan dengan menggunakan pendekatan empiris. Dari kedua hasil perhitungan tersebut dapat dikatakan bahwa pendekatan empiris sejalan dengan perhitungan yang dihasilkan dengan metode numerik, dengan nilai koreksi 0,0096% sehingga hasil perhitungan dapat diterima. Dengan demikian menguatkan penelitian sebelumnya, bahwa perhitungan tahanan kapal pendekatan empirik dengan metode savitsky sesuai untuk tipe kapal cepat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung penulis, seluruh staf pengajar Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya dan staf Pengajar Politeknik Negeri Bengkalis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Alam and M. Dipo Nugroho, "Design of Catamaran Ship as Inland Waterways Transportation Mode in Samarinda," *Wave J. Ilm. Teknol. Marit.*, vol. 12, no. 1, p. 43, 2018, doi: 10.29122/jurnalwave.v12i1.2897.
- [2] A. Jamaludin and S. Samudro, "Analisa dan Evaluasi Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Karakteristik Olah-Gerak (MANEUVER) Kapal," *War.*

- Penelit. Perhub.*, vol. 23, no. 1, p. 17, 2019, doi: 10.25104/warlit.v23i1.1048.
- [3] D. Endro *et al.*, “High Speed Ship Total Resistance Calculation,” pp. 13–20.
- [4] A. Machfudin and A. S. Mujahid, “Studi Nilai Tahanan Kapal Feeder 500 Dwt Dengan Menggunakan Metode Numerik Dan Pengujian,” *Inovtek Polbeng*, vol. 8, no. 2, p. 189, 2018, doi: 10.35314/ip.v8i2.727.
- [5] E. S. WIDODO, “Simulasi Penerapan Hull Chine Terhadap Tahanan , Daya Dorong Simulation of Aplicated Hull Chine To Resistance , Power Dan Stability for Patrol Boat Suberko-02,” *Tugas Akhir Repos. Inst. Teknol. Sepuluh Nop.*, 2017, [Online]. Available: <http://repository.its.ac.id/44918/>.
- [6] A. Mustofa, S. Jokosisworo, and A. Wibawa Budi S., “Jurnal teknik perkapalan,” *Tek. Perkapalan*, vol. 6, no. 2, pp. 199–206, 2018.
- [7] A. H. Muhammad, “Prediksi Tahanan Kapal Cepat Dolpin Dengan Metode Eksperimen,” *Iltek*, vol. 8, no. April, 2013.
- [8] R. T. Indrawati, “Analisa Hambatan Total kapal Katamaran dengan Konfigurasi Jarak Lambung Secara Melintang (S/L),” *Univ. Indones.*, 2012.
- [9] R. Oni, D. Program, S. Teknik, P. Politeknik, and D. T. Perkapalan, “Analisa Pengaruh Bentuk Lambung Axe Bow Pada Kapal High Speed Craft Terhadap Hambatan Total,” *Kapal*, vol. 12, no. 2, pp. 78–87, 2015, doi: 10.12777/kpl.12.2.78-87.
- [10] D. Savitsky, “Procedures for Hydrodynamic Evaluation of Planing Hulls in Smooth and Rough Water,” *Marine Technology and SNAME News*, vol. 13, no. 04. pp. 381–400, 1976.
- [11] S. J. Adnan Septi Hadi Romadlon, Imam Pujomulyatno, “Perancangan Kapal Katamaran Pariwisata Di Pulau Menjangan Besar - Karimunjawa,” *J. Tek. Perkapalan*, vol. 2, no. 3, 2014.