PROSIDING, Seminar Teknologi Kebumian dan Kelautan (SEMITAN II)
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS), Indonesia, 12 Juli 2020
ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

PENGARUH SUDUT *DEADRISE* TERHADAP TAHANAN *PLANNING HULL*

Erifive Pranatal [1]

[1] Dosen Jurusan Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jln. Arief Rachman Hakim No. 100 Surabaya

erifive@itats.ac.id

ABSTRAK

Tahanan kapal merupakan item yang sangat penting pada desain kapal, karena menyangkut pemilihan mesin utama. Kapal tipe lambung planning memiliki *deadrise*. *Deadrise*, β merupakan kemiringan pelat dasar kapal terhadap sumbu horizontal. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi *deadrise* 10°, 13° dan 18° terhadap tahanan dengan displasemen tetap. Objek penelitian adalah *planning* hull series 62. Perhitungan ini menggunakan metode persamaan Savitksy dan dibandingkan dengan perhitungan *software*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *deadrise* 10° menghasilkan tahanan kapal paling kecil, diikuti 13° dan 18°. Hal ini disebabkan *deadrise* 10° memiliki trim lebih kecil, karena trim yang berlebihan pada kapal akan menghasilkan tahanan yang besar.

Kata kunci: tahanan kapal, *planning craft*, persamaan savitksy

ABSTRACT

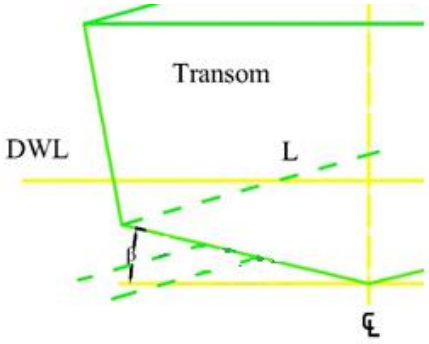
Ship resistance is a very important item in the design of the ship, because it is the basis for the selection of the main engine. Planning craft have a deadrise. Deadrise, β is the slope of the base plate to the horizontal axis in bottom ship. The purpose of research is to know effect of deadrise: 10°, 13° and 18° on resistance with constant displacement. The object of research is planning hull series 62. This calculation uses the Savitsky equation method and compared with software calculations. The results is indicate that at deadrise 10°produces the smallest ship resistance, followed by 13° and 18°. This is because the angle of deadrise 10° has a smaller trim, because excessive trim on the ship will produce large resistance.

Keywords: ship resistance, planning craft, savitsky equation

PENDAHULUAN

Tahanan kapal merupakan gaya hambatan atau gaya tahanan yang dilakukan fluida baik cair atau gas terhadap kapal untuk mencapai kecepatan servisnya. Gaya ini terjadi karena interaksi antara lambung kapal dengan fluida. Desain lambung kapal dilakukan sedemikain rupa untuk mengurangi tahanan kapal pada kecepatan servisnya. Oleh sebab itu pada penelitian ini dilakukan variasi sudut *deadrise* (β) untuk mencari tahanan kapal terkecil pada tipe kapal cepat, yaitu *planning hull series 62.*

Kapal *planning hull* merupakan kapal cepat dengan *Volume Froude Number* Fr_{∇}=1,0-3,5 dimana berat kapal sebagian besar ditopang oleh gaya angkat hidrodinamika sehingga haluan kapal terangkat pada kecepatan tinggi (Molland, Turnock, & Hudson, 2017). Sendangkan *deadrise* disebut juga *rise of floor* adalah besar sudut kemiringan alas terhadap garis dasar kapal apabila kapal dilihat dari pandangan *body plan*. Defenisi *deadrise* dapat dilihat pada gambar 1. Metode persamaan Savitsky digunakan untuk menghitung tahanan kapal pada penelitian ini. Sebagai perbandingan, hasil perhitungan tersebut akan dibandingkan dengan perhitungan dengan bantuan software yaitu *Maxsurf Resistanse*.



Gambar 1: Deadrise pada kapal planning hull

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh sudut *deadrise* terhadap tahanan kapal. Variasi sudut yang akan ditelitih terdiri dari tiga sudut, yaitu 10°, 13° dan 18°, dimana *displasemen* kapal dipertahankan dengan cara merubah lebar kapal (B) sedemikian rupa. Sehingga melalui peneltian ini diketahui sudut *deadrise* yang menghasilkan tahanan kapal terkecil.

Penelitian yang sama telah dilakuan oleh (Putranto, Suastika, & Gunanta, 2017). Peneliti melakukan penelitian pengaruh *deadrise* terhadap stabilitas penuh dan hambatan kapal dengan sudut 6°, 11°, dan 16°. Tahanan terkecil pada 16°, dan kriteria stabilitas terbaik pada sudut 6°. Pada penelitian ini *displasemen*

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

kapal merupakan variabel tidak tetap karena adanya perubahan *deadrise*. Peneliti (Aryawan & Putranto, 2018) melakukan studi pengaruh *deadrise* dan sponson terhadap performa hidrodinamika yaitu tahanan dan olah gerak kapal perikanan aquakultur. *Deadrise* yang dipilih adalah 5° karena menghasilkan ruang muat yang besar dan tahanan yang baik. Penelitih lebih memilih kepentingan ruang muat dibandingkan dengan tahanan kapal yang lebih kecil.

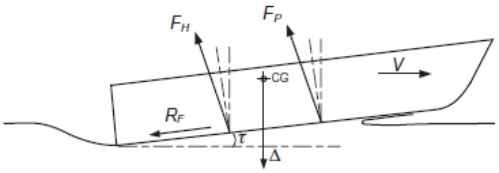
Sendangkan penelitian ini melakuan variasi sudut *deadrise* yaitu 10°, 13° dan 18° dan *displasemen* volume, ∇ tetap, dengan cara merubah lebar kapal.

KAJIAN PUSTAKA

Kajian pustaka ini terdiri dari dua bagian, yaitu kapal *planning craft*, perhitungan tahanan kapal metode persamaan Savitsky.

Planning Craft

Gaya dasar yang bekerja pada *planning craft* ditunjukkan pada gambar 2 dimana, untuk sudut trim τ, F_P adalah gaya tekan sepanjang permukaan basah lambung, F_H adalah gaya hidrostatik yang bekerja pada titik pusat tekanan lambung dan R_F adalah tahanan gesek kulit. Trim, τ memiliki pengaruh yang sangat penting pada tahanan, untuk efisiensi *planning* τ sebaiknya kecil (Molland, Turnock, & Hudson, 2017). Apabila kecepatan meningkat, mengakibatkan panjang permukaan basah (*wetted length*) dan volume baji berkurang dengan cepat, sehngga gaya angkat (lift) menjadi dinamis terutama dan $F_H << F_P$.



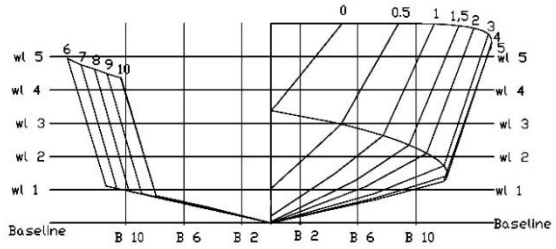
Gambar 2: Gaya-gaya pada planning craft

Komponen-kompenen tahanan dapat dibagi seperti

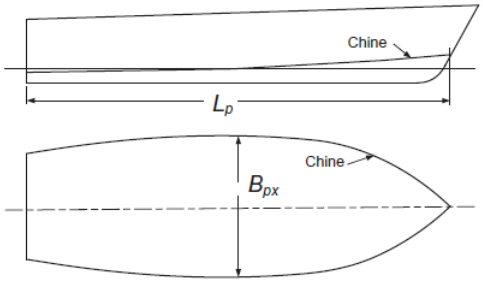
$$R_T = R_F + R_W + R_I \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

Dimana R_I adalah penjumlahan tahanan dari kemiringan gaya tekan F_P terhadap garis vertical. Pada kecepatan tinggi, tahanan pembuat gelombang (*wavemaking resistance*) R_W menjadi kecil.

Salah satu data desain tahanan untuk planning *craft* adalah Series 62. Body plan dari Series 62 ini dapat dilihat pada gambar 3 dan defenisi dari panjang dan lebar ditunjukkan dalam gambar 4.



Gambar 3: Body plan Series 62



Gambar 4: Defesini dari panjang dan lebar

Series ini memiliki rentang kecepatan dan parameter lambung sebagai berikut:

Speed: Fr_∇= 1.0-3.5. Perbandingan panjang/lebar L_p/B_{px}: 2.0, 3.06, 4.09, 5.50, 7.00. Koefisien pembebanan $A_P/\nabla^{2/3}$: 5.5, 7.0, 8.5. Letak LCG di depan titik pusat A_P: 0, 4, 8, 12. Sudut *deadrise* β=13°.

Lp adalah panjang chine proyeksi, Ap adalah luas dasar *planning* proyeksi. Nilai ini dapat diasumsikan sama dengan nilai luas waterline, Bpx adalah lebar maksimum sepanjang chine dan ∇ adalah volum displasemen pada saat kapal tidak bergerak *(rest).*

Perhitungan Tahanan Metode Persamaan Savitsky

Savitsky melakukan perhitungan tahanan *planning hull* dengan pendekatan bentuk lambung prismatik. Gaya dihasilkan oleh sebuah permukaan *planning* dan pusat dimana gaya bekerja digambarkan melalui persamaan oleh Savitsky (Savitsky & others, 1964).

Percobaan pelat datar berikut, rumus berikut digunakan untuk koefisien angkat total yang bekerja pada permukaan pelat dengan *deadrise* nol:

$$C_{L0} = \tau^{1.1}\left[0.0120\lambda^{\frac{1}{2}} + 0.0055\frac{\lambda^{2.5}}{C_V^2}\right] \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

dengan batasan penggunaan: $0.60 \le C_V \le 13$; $2° \le \tau \le 15°$, dengan τ dalam derajat; $\lambda \le 4.0$.

Untuk permukaan dengan *deadrise* β, koefisien angkat memerlukan koreksi dengan rumus berikut:

$$C_{L\beta} = C_{L0} - 0.0065\beta C_{L0}^{0.60} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

dengan batasan penggunaan $\beta \le 30°$, dengan β dalam derajat.

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

Dengan pertimbangan dari titik aksi dari kontribusi gaya apung dan konstribusi dinamik, posisi secara keseluruhan titik pusat pressure diberikan sebagai berikut:

$$C_P = 0.75 - \frac{1}{5.21\left(\frac{C_V}{\lambda}\right)^2 + 2.39} = \frac{l_p}{\lambda b} = \frac{l_p}{l_m} \ldots . (4)$$

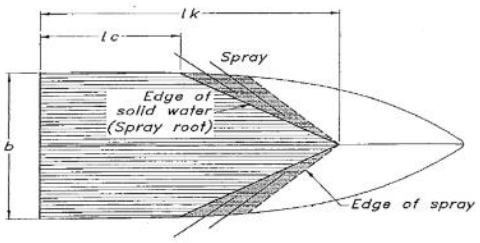
dimana $C_P = \frac{l_p}{\lambda b} = l_p/l_m$

dengan $\lambda = \frac{(l_K + l_C)/2}{b} = l_m/b$

l_p adalah jarak garis aksi gaya normal ke transom, l_K adalah panjang kapal tercelup pada keel, l_C adalah panjang kapal tercelup pada chine, dimana l_m adalah rata-rata panjang tercelup sendangkan λ adalah perbandingan l_m dan b. Untuk lebih jelasknya defenisi l_K dan l_C dapat dilihat pada gambar 5.

dan $C_V = \frac{V}{\sqrt{gb}}$

dimana $C_L = \frac{\Delta}{0.5\rho b^2 V^2}$ dan $S = \lambda b^2 \sec \beta$



Gambar 5: Defenisi l_K, dan l_C

METODE

Metode yang digunakan untuk penelitian ini dapat dilihat pada gambar 6 berikut :



Gambar 6: Diagram alir penelitian

Objek penelitian yang digunakan pada penelitian ini Series 62 parant model 4677-1. Dimana nilai *deadrise* divariasikan 10°, 13° dan 18°. Untuk membuat displasemen volume, ∇ tetap, maka nilai B kapal dirubah sedemikian rupa.

Selanjutnya dilakukan perhitungan tahanan *planning craft* dengan rumus Savitsky terhadap ketiga variasi *deadrise* tersebut. Sebagai perbandinga hasil perhitungan tersebut, dilakukan perhitugan tahanan *planning craft* metode Savitsky dengan bantuan software Maxsurf Resistance. Sebelum itu, dilakukan pemodelan kapal 3D dengan dengan bantuan software Maxsuft Modeler. Hasil kedua metode ini akan dibahas dan ditarik kesimpulan dari peneltian ini.

HASIL

Bagian hasil ini terdiri dari tiga sub bagian yaitu, ukuran pokok kapal series 62 yang telah diberikan perubahan *deadrise*, perhitungan tahanan dengan menggunakan persamaan Savitsky, dan dengan bantuan software.

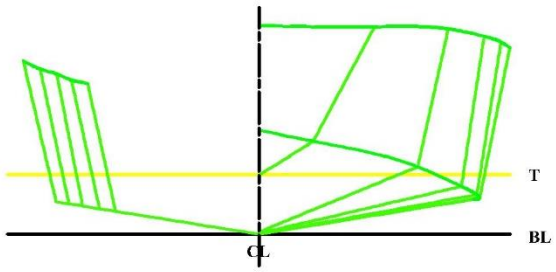
Ukuran pokok *planning craft* Series 62

Tabel 1 berikut menunjukkan ukuran utama kapal *planning* Series 62 dimana besaran tinggi sarat, T dan lebar rata-rata chine, b secara signifikan berubah untuk menjaga nilai displasemen berat, Δ konstan. L_P adalah panjang proyeksi chine *planning craft*, LCG (longitudinal center of gravity) adalah titik pusat berat kapal yang diukur dari transon (bagain belakang lambung kapal).

Tabel 1: Ukuran pokok planning craft series 62

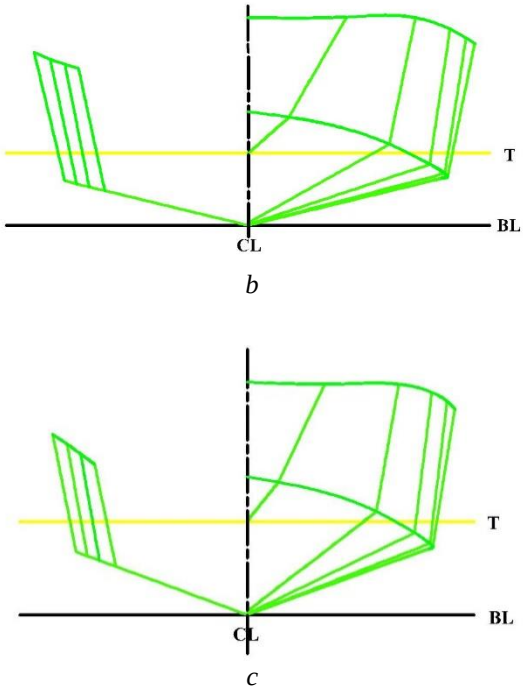
β (deg)	L_P(m)	b(m)	T(m)	Δ(kg)	LCG(m)
10	2.440	0.546	0.681	82.5	1.006
13	2.433	0.483	0.601	82.5	1.006
18	2.440	0.418	0.521	82.5	1.006

Gambar 6 berikut menunjukkan perbedaan body plan planning *craft* series 62 karena variasi *deadrise*.



a

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020



Gambar 7: Body plan series 62 dengan (a) deadrise, β 10° (b)deadrise, β 13° dan (c) deadrise, β 18°

Berdasarkan gambar 7 dapat disimpulkan tinggi sarat, T meningkat seiring dengan meningkatnya *deadrise*. Hal ini untuk menjaga displasemen berat, Δ tetap.

Perhitungan Tahanan Menggunakan Persamaan Savitsky

Perhitungan tahanan kapal dengan menggunakan persamaan Savitsky tidak menghitung tahanan bagian-bagian yang menonjol (*appendage drag*) dan juga tahanan udara (*air drag*). Variasi kecepatan kapal yang dilakukan berdasarkan nilai dari Fr_∇, dimana:

$$Fr_\nabla = \frac{Vs}{\sqrt{g.\nabla^{1/3}}}$$

Dimana Fr_∇ adalah *Volume Froude Number*, V adalah kecepatan kapal dalam m/s, g adalah gravitasi bumi dalam m/s^2, dan ∇ adalah displasemen volume dalam m^3. Dalam perhitugn ini, Fr_∇ divariasikan dari nilai 1 – 3.5 dengan increment 0.5. Oleh karena g dan ∇ tetap, maka nilai V dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2: Volume Froude Number dan Kecepatan

Fr∇	Vs (m/s)
1	0.515
1.5	0.772
2	1.029
2.5	1.287
3	1.544
3.5	1.801

Contoh satu perhitungan tahanan yang digunakan pada model kapal β = 10°, Δ = 82.5 kg, Fr_∇ = 3.5, V= 1.801 m/s sehingga $C_V = \frac{V}{\sqrt{gb}} = \frac{1.801}{\sqrt{9.81 \times 0.546}}$ = 0.778 dan LCG = 1.006 m di depan transom. Diasumsikan bahwa garis aksi gaya tahanan gesek dan gaya dorong melalui pusat gravitasi (CG).

Gaya paralel terhadap lunas diselesaikan sebagai berikut:

$$T = \Delta \sin\tau + D_F \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

Dimana D_F adalah tahanan gesek dengan

$$D_F = \frac{1}{2}\rho S V^2 C_F$$

dan S = l_m b sec β, dimana β adalah sudut *deadrise*.

C_F diturunkan menggunakan rumus ITTC, C_F = 0.075/(Log$_{10}$ Re-2)^2

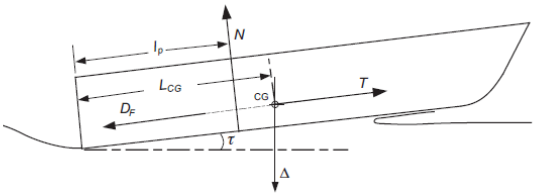
Gaya tegak lurus terhadap lunas diselesaikan sebagai berikut:

$$N = \Delta \cos\tau \quad (6)$$

Moment terhadap transom pada tinggi CG

$$\Delta \times L_{CG} = N \times lp \quad (7)$$

dengan Δ = ρg∇, Δ =9.81 x 0.0825 = 0.809 kN, dan L_{CG}= 1.006 m, kemudian 0.814=N x lp. Defenisi gaya tegak lurus dan gaya paraler dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8: Gaya tegak lurus dan parallel pada planning craft

Persamaan Savitsky digunakan bersama dengan gaya dan moment penyeimbang di atas untuk menentukan τ, l_m, l_p dan N dan hasil yang diinginkan yaitu gaya dorong, T. Asumsi sudut trim kapal, τ, misal 1°-5°, hitung $C_{L\beta} = \frac{\Delta}{0.5\rho b^2 V^2}$. Untuk mendapatkan nilai C_{L0}, nilai $C_{L\beta}$ yang diperoleh sebelumnya dicocokkan dengan persamaa 3 dengan cara mengubah nilai C_{L0}. Panjang tercelup rata-rata, l_m diperoleh dari persamaan 2 dengan merubah nilai λ pada persamaan tersebut sehingga nilainya sama dengan nilai C_{L0} sebelumnya, dimana λ = l_m/b, dalam contoh ini pada 1.801 m/s, C_V = 0.778. Titik pusat tekan (center of pressure) l_p dapat ditentukan dari persamaan 4, sebagai berikut :

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

$$\frac{l_p}{l_m} = 0.75 - \frac{1}{5.21\,(\frac{C_V}{\lambda})^2 + 2.39}$$

Moment penyeimbang pada kapal $\Delta \times L_{CG} - N \times lp = \delta M$ untuk δM = 0 dapat diperiksa menggunakan nilai N dan lp untuk trim, τ yang diasumsikan. Jika gaya pada kapal tidak seimbang, trim baru dipilih lagi dan perhitungan diulang sampai δM = 0. Ringkasan prosedur perhitungan dan iterasi ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3: Ringkasan prosedur iterasi menggunakan persamaan Savitksy

τ	CLβ	CL0(pers.3)	λ(pers.2)	lm	lp(pers.4)	N(per.6)	N.lp	δm
3°	1.633	1.7345	4.9359	2.695	0.951	0.808	0.769	0.0451
2°	1.633	1.7345	5.9379	3.242	1.124	0.809	0.909	-0.0949
2.678°	1.633	1.7345	5.1993	2.838	0.996	0.808	0.806	0.01

Dari interpolasi, kesetimbangan (δM = 0) didapatkan trim τ 2.678° dan l_m = 2.838 m.

Reynold nummber Re = Vl_m/ν = 1.801 x 2.838/1.19 x 10^{-3} dan

$C_F = 0.075/(\log Re - 2)^2$ = 3.49e-3;

S = l_m b sec β = 2.838 x 0.546 sec 10° = 1.573 m^2

$D_F = 0.5\rho SV^2C_F$ = 0.5 x 1.025 x 1.573 x 1.801^2 x 3.49e-3 = 0.0091 kN.

Gaya gorong yang diperlukan sepanjang garis poros

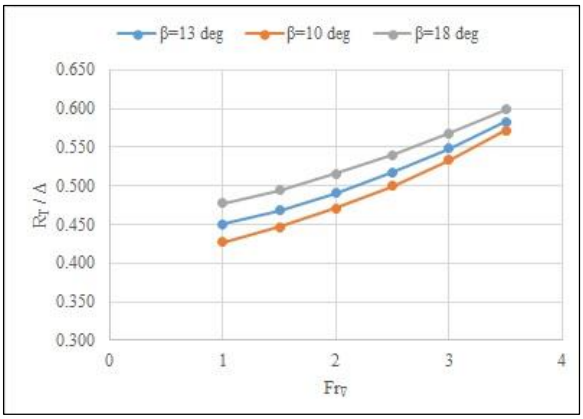
T = Δ sin τ + D_F = 0.809 sin 2.678° + 0.0091 = 0.047 kN

Tahanan, R_T = T cos τ = 0.047 cos 2.678° = 0.0469 kN

Hasil perhitungan tahanan dan trim pada variabel kecepatan dan trim yang lain disajikan dalam tabel 4 dan gambar 9.

Tabel 4: Hasil perhitungan tahanan dan trim planning craft dengan persamaan Savitsky

Fr_∇	Vs	R_T/Δ		
		β = 10°	β = 13°	β = 18°
1	0.515	0,427	0,450	0,478
1,5	0.772	0,446	0,468	0,495
2	1.029	0,471	0,491	0,515
2,5	1.287	0,500	0,518	0,540
3	1.544	0,534	0,548	0,568
3,5	1.801	0,571	0,582	0,599



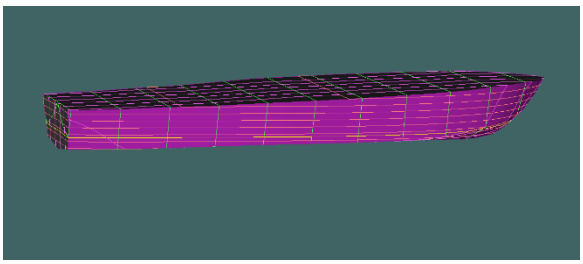
Gambar 9: Hasil perhitungan Fr_∇ vs R_T/Δ menggunakan persamaan Savitksy

Perhitungan Tahanan *Planning Craft* dengan Bantuan Software

Perhitungan tahanan planning dengan bantuan software dilakukan sebagai bentuk perbandingan terhadap metode sebelumnya. Hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa akurat hasil perhitungan yang telah dihitung. Berdasarkan penelitian sebelumnya, perbedaan yang diharapkan dari dua cara ini tidak boleh lebih besar dari 5%.

Pembuatan model planning craft bentuk 3D

Pembuatan model dilakukan dengan menggunakan software Maxsurf Modeler. Hasil pembuatan model dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10: Model 3D dengan deadrise 10°

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

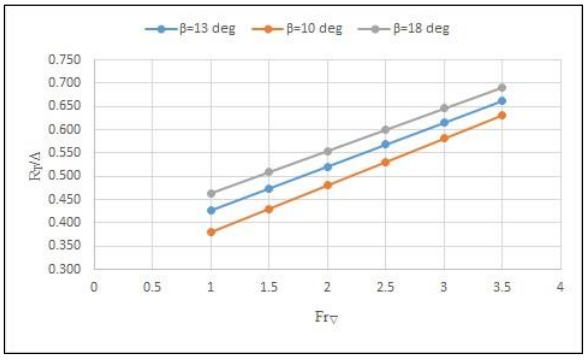
Perhitungan tahanan dan trim dengan maxsurf resistance

Perhitungan tahanan dengan software Maxsurf resistance dilakukan dengan metode planning yang terdiri dari Savitksy Pre-*planning*, Savitsky *Planning*, Blount and Fox *Planning*, Lahtiharju, dan Wyman. Tetapi metode yang dipilih adalah Savitksy Plannig, sehingga dapat diketahui perbedaan hasil perhitungan menggunakan peramaan savitsky dengan metode yang sama dengan bantuan software.

Hasil perhitungan tahanan menggunakan software dapat dilihat pada tabel 5 dan gambar 11.

Tabel 5. Hasil perhitungan tahanan planning craft dengan bantuan software Maxsurf Resistance

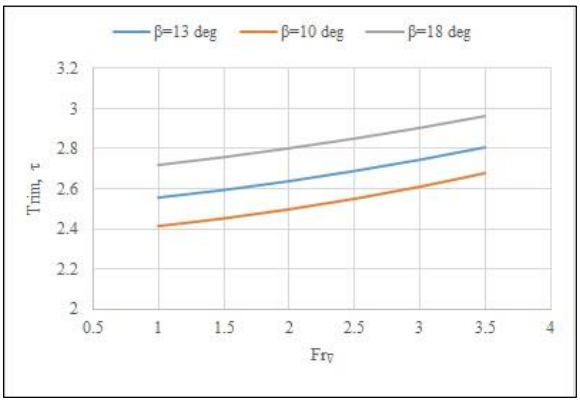
Fr_∇	Vs (m/s)	R_T/Δ		
		β=10 deg	β=13 deg	β=18 deg
1	0.515	0.380	0.427	0.464
1.5	0.772	0.431	0.474	0.509
2	1.029	0.481	0.521	0.555
2.5	1.287	0.531	0.568	0.600
3	1.544	0.581	0.615	0.646
3.5	1.801	0.631	0.662	0.691



Gambar 11: Hasil perhitungan Fr_∇ vs R_T/Δ dengan menggunakan bantuan software Maxsurf Resistance

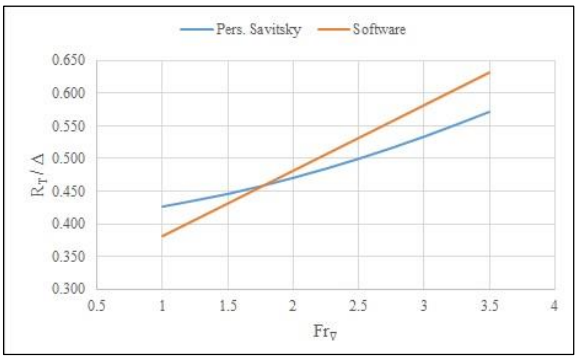
DISKUSI

Berdasarkan perhitungan tahanan baik metode persamaan Savitsky maupun dengan bantuan software, nilai tahanan terkecil dimiliki oleh model *planning craft* dengan *deadrise*, β = 10°, diikuti 13° dan 18°. Oleh sebab itu *deadrise* yang direkomendasikan adalah 10° dengan catatan, displasemen merupakan variabel tetap atau memiliki nilai sama pada semua *deadrise*. *Deadrise* 10° memiliki tahanan yang kecil dikarenakan sudut trim, τ lebih kecil dibangingkan yang lain. Trim sangat mempengaruhi tahanan kapal, trim yang berlebihan akan meningkatkan tahanan kapal. Nilai trim pada masing-masing variasi *deadreise* dapat dilihat pada gambar 12. Hasil penelitian ini berbeda dari penelitian sebelumnya (Aryawan & Putranto, 2018) dan (Putranto, Suastika, & Gunanta, 2017), dimana hasil perhitungan mereka menyimpulkan *deadrise* yang besar menghasilkan tahanan yang kecil hal ini terjadi karena semakin meningkatnya *deadrise* akan mengurangi displasemen volume sehingga luas permukaan basah kapal akan semakin berkurang. Hal ini berdampak pada tahanan gesek antara lambung dan fluida cair berkurang.



Gambar 12: Trim, τ planning craft pada deadrise, 10°, 13° dan 18°

Perbedaan perhitungan antara persamaan Savitsky dengan perhitugan software dapat dilihat pada gambar 13.



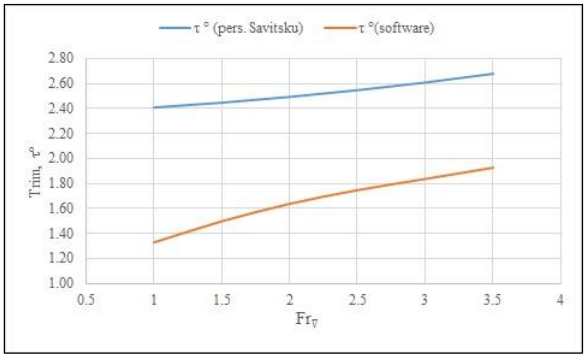
Gambar 13: Perbedaan perhitungan tahanan persamaan Savitsky dan software pada model deadrise, β=10

Pada kecepatan rendah nilai tahanan dengan perhitungan persamaan Savitsky lebih besar dari perhitungan dengan menggunakan software, tetapi dari Fr_∇ 1.75 nilai *software* lebih besar dari perhitungan persamaan Savitsky. Selisih perbedaan kedua metode pada Fr_∇ = 3.5 adalah 9.95%. itu merupakan *margin* tertinggi disepanjang data tahanan pada gambar 13. Berbedan ini bisa disebabkan model kapal 3D yang kurang presisi dengan data kapal yang dimasukkan.

Sendangkan untuk perbedaan sudut trim yang dihasilkan kedua perhitungan diatas dapat dilihat pada

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

gambar 14. Terdapat perbedaan yang cukup signifikan terhadap perhitungan trim kedua metode yaitu 34.3%.



Gambar 14: Perbedaan perhitungan sudut trim, τ antara persamaan Savitsky dan software pada model deadrise, β=10

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan pada bagian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa *deadrise*, β = 10° menghasilkan tahanan paling kecil, disusul 13° dan 18°. Dengan kata lain, apabila sudut *deadrise* semakin kecil maka tahanan kapal akan semakin kecil tetapi dengan pertimbangan displasemen konstan. Hasil yang sama juga ditunjukkan pada perhitungan dengan bantuan komputer. Selisih perhitungan antara metode persamaan Savitsky dengan bantuan software adalah 9.95% pada $Fr_{\nabla} = 3.5$.

DAFTAR PUSTAKA

Aryawan, W. A., & Putranto, T. E. (2018). The Hydrodynamics Performance of Aquaculture Fishing Vessel in Variation of *Deadrise* Angle and Sponson.

Molland, A. F., Turnock, S. R., & Hudson, D. A. (2017). *Ship resistance and propulsion.* Cambridge university press.

Putranto, T., Suastika, K., & Gunanta, J. (2017). Intact Stability Analysis of Crew Boat with Variation of *Deadrise* Angle. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, *3*, 124-127.

Savitsky, D., & others. (1964). Hydrodynamic design of *planning* hulls. *Marine Technology and SNAME News*, *1*, 71-95.