

## PENGARUH SUDUT *DEADRISE* TERHADAP TAHANAN *PLANNING HULL*

Erifive Pranatal<sup>[1]</sup>

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

[erifive@itats.ac.id](mailto: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*,  $\beta$  merupakan kemiringan pelat dasar kapal terhadap sumbu horizontal. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi *deadrise*  $10^\circ$ ,  $13^\circ$  dan  $18^\circ$  terhadap tahanan dengan displasemen tetap. Objek penelitian adalah *planning hull series 62*. Perhitungan ini menggunakan metode persamaan Savitsky dan dibandingkan dengan perhitungan *software*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *deadrise*  $10^\circ$  menghasilkan tahanan kapal paling kecil, diikuti  $13^\circ$  dan  $18^\circ$ . Hal ini disebabkan *deadrise*  $10^\circ$  memiliki trim lebih kecil, karena trim yang berlebihan pada kapal akan menghasilkan tahanan yang besar.

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

### **ABSTRACT**

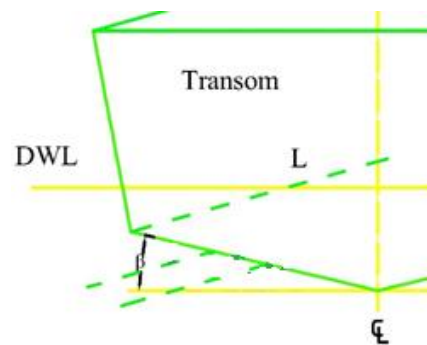
*Ship resistance is a very important item in the design of the ship, because it is the basis for the selection of the main engine. Planning craft have a deadrise. Deadrise,  $\beta$  is the slope of the base plate to the horizontal axis in bottom ship. The purpose of research is to know effect of deadrise:  $10^\circ$ ,  $13^\circ$  and  $18^\circ$  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  $10^\circ$  produces the smallest ship resistance, followed by  $13^\circ$  and  $18^\circ$ . This is because the angle of deadrise  $10^\circ$  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 sedemikian rupa untuk mengurangi tahanan kapal pada kecepatan servisnya. Oleh sebab itu pada penelitian ini dilakukan variasi sudut *deadrise* ( $\beta$ ) untuk mencari tahanan kapal terkecil pada tipe kapal cepat, yaitu *planning hull series 62*.

Kapal *planning hull* merupakan kapal cepat dengan *Volume Froude Number*  $Fr_v=1,0-3,5$  dimana berat kapal sebagian besar ditopang oleh gaya angkat hidrodinamika sehingga haluan kapal terangkat pada kecepatan tinggi (Molland, Turnock, & Hudson, 2017). Sedangkan *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 diteliti terdiri dari tiga sudut, yaitu  $10^\circ$ ,  $13^\circ$  dan  $18^\circ$ , dimana *displasemen* kapal dipertahankan dengan cara merubah lebar kapal (B) sedemikian rupa. Sehingga melalui penelitian ini diketahui sudut *deadrise* yang menghasilkan tahanan kapal terkecil.

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

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. Peneliti lebih memilih kepentingan ruang muat dibandingkan dengan tahanan kapal yang lebih kecil.

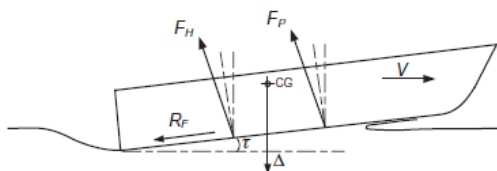
Sedangkan penelitian ini melakukan variasi sudut *deadrise* yaitu 10°, 13° dan 18° dan *displasemen* volume,  $\nabla$  tetap, dengan cara merubah lebar kapal.

**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  $\tau$ ,  $F_P$  adalah gaya tekan sepanjang permukaan basah lambung,  $F_H$  adalah gaya hidrostatis yang bekerja pada titik pusat tekanan lambung dan  $R_F$  adalah tahanan gesek kulit. Trim,  $\tau$  memiliki pengaruh yang sangat penting pada tahanan, untuk efisiensi *planning*  $\tau$  sebaiknya kecil (Molland, Turnock, & Hudson, 2017). Apabila kecepatan meningkat, mengakibatkan panjang permukaan basah (*wetted length*) dan volume baji berkurang dengan cepat, sehingga gaya angkat (lift) menjadi dinamis terutama dan  $F_H \ll F_P$ .



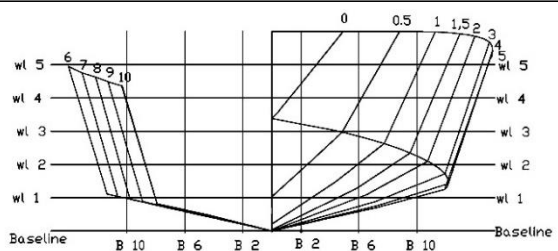
Gambar 2: Gaya-gaya pada *planning craft*

Komponen-komponen tahanan dapat dibagi seperti

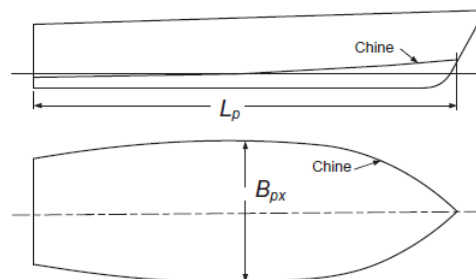
$$R_T = R_F + R_W + R_I \dots \dots \dots (1)$$

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: Defenisi dari panjang dan lebar

Series ini memiliki rentang kecepatan dan parameter lambung sebagai berikut:

Speed:  $Fr_V = 1.0-3.5$ . 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*  $\beta = 13^\circ$ .

$L_p$  adalah panjang chine proyeksi,  $A_p$  adalah luas dasar *planning* proyeksi. Nilai ini dapat diasumsikan sama dengan nilai luas waterline,  $B_{px}$  adalah lebar maksimum sepanjang chine dan  $\nabla$  adalah volum displasemen pada saat kapal tidak bergerak (*rest*).

**Perhitungan Tahanan Metode Persamaan Savitsky**

Savitsky melakukan perhitungan tahanan *planning hull* dengan pendekatan bentuk lambung prismatic. 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:

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

dengan batasan penggunaan:  $0.60 \leq C_v \leq 13$ ;  $2^\circ \leq \tau \leq 15^\circ$ , dengan  $\tau$  dalam derajat;  $\lambda \leq 4.0$ .

Untuk permukaan dengan *deadrise*  $\beta$ , koefisien angkat memerlukan koreksi dengan rumus berikut:

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

dengan batasan penggunaan  $\beta \leq 30^\circ$ , dengan  $\beta$  dalam derajat.

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

$$C_p = 0.75 - \frac{1}{5.21 \left(\frac{C_v}{\lambda}\right)^2 + 2.39} = \frac{l_p}{\lambda b} = \frac{l_p}{l_m} \dots (4)$$

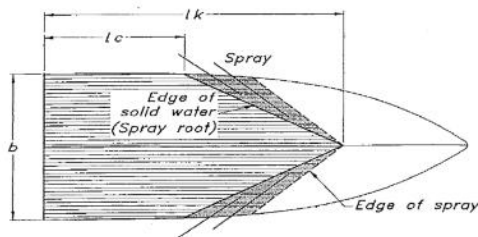
dimana  $C_p = \frac{l_p}{\lambda b} = l_p/l_m$

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 sedangkan  $\lambda$  adalah perbandingan  $l_m$  dan  $b$ . Untuk lebih jelasnya defenisi  $l_k$  dan  $l_c$  dapat dilihat pada gambar 5.

dan  $C_v = \frac{v}{\sqrt{gb}}$

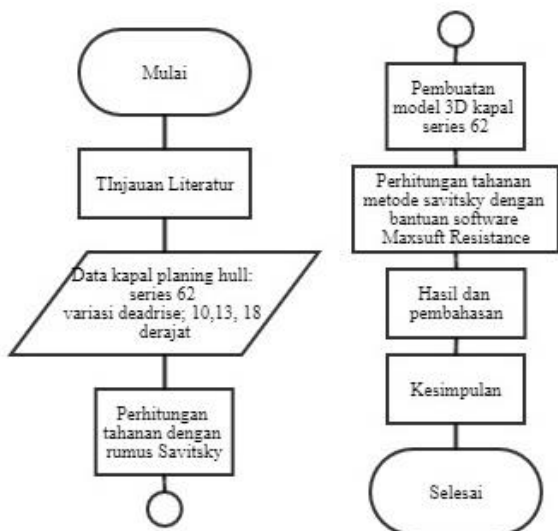
dimana  $C_L = \frac{\Delta}{0.5\rho b^2 v^2}$  dan  $S = \lambda b^2 \sec \beta$



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,  $\nabla$  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 perhitungan 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.

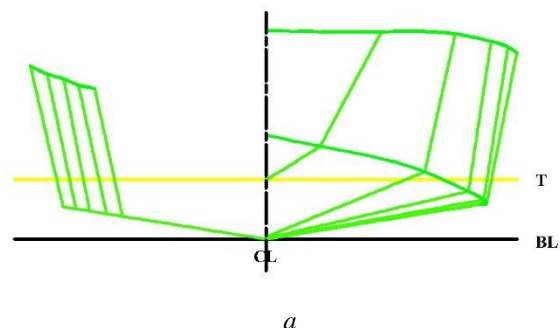
**Ukuran pokok *planning craft* Series 62**

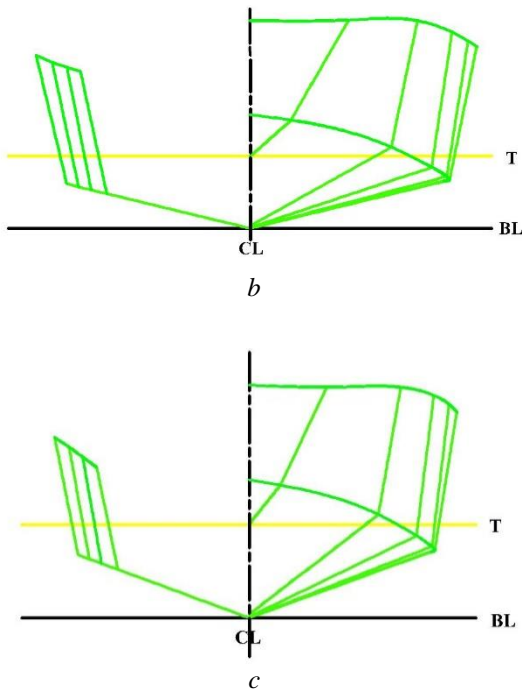
Tabel 1 berikut menunjukkan ukuran utama kapal *planning* Series 62 dimana besaran tinggi sarat, T dan lebar rata-rata chine, b secara signifikan berubah untuk menjaga nilai displasemen berat,  $\Delta$  konstan.  $L_p$  adalah panjang proyeksi chine *planning craft*, LCG (longitudinal center of gravity)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

Tabel 1: Ukuran pokok *planning craft* series 62

$\beta$ (deg)	$L_p$ (m)	b(m)	T(m)	$\Delta$ (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*.





Gambar 7: Body plan series 62 dengan (a) deadrise,  $\beta$   $10^\circ$  (b) deadrise,  $\beta$   $13^\circ$  dan (c) deadrise,  $\beta$   $18^\circ$

Berdasarkan gambar 7 dapat disimpulkan tinggi sarat, T meningkat seiring dengan meningkatnya deadrise. Hal ini untuk menjaga displasemen berat,  $\Delta$  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  $Fr_V$ , dimana:

$$Fr_V = \frac{Vs}{\sqrt{g \cdot \nabla^{1/3}}}$$

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

Tabel 2: Volume Froude Number dan Kecepatan

FrV	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  $\beta = 10^\circ$ ,  $\Delta = 82.5$  kg,  $Fr_V = 3.5$ ,  $V = 1.801$  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:

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

Dimana  $D_F$  adalah tahanan gesek dengan

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

dan  $S = l_m b \sec \beta$ , dimana  $\beta$  adalah sudut *deadrise*.

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

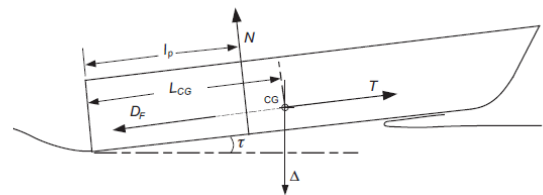
Gaya tegak lurus terhadap lunas diselesaikan sebagai berikut:

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

Moment terhadap transom pada tinggi CG

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

dengan  $\Delta = \rho g \nabla$ ,  $\Delta = 9.81 \times 0.0825 = 0.809$  kN, dan  $L_{CG} = 1.006$  m, kemudian  $0.814 = N \times l_p$ . Defenisi gaya tegak lurus dan gaya paralel dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8: Gaya tegak lurus dan paralel pada *planning craft*

Persamaan Savitsky digunakan bersama dengan gaya dan moment penyeimbang di atas untuk menentukan  $\tau$ ,  $l_m$ ,  $l_p$  dan N dan hasil yang diinginkan yaitu gaya dorong, T. Asumsi sudut trim kapal,  $\tau$ , misal  $1^\circ - 5^\circ$ , 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  $\lambda$  pada persamaan tersebut sehingga nilainya sama dengan nilai  $C_{L0}$  sebelumnya, dimana  $\lambda = l_m/b$ , 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 :

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

Moment penyeimbang pada kapal  $\Delta \times L_{CG} - N \times l_p = \delta M$  untuk  $\delta M = 0$  dapat diperiksa menggunakan

nilai N dan  $l_p$  untuk trim,  $\tau$  yang diasumsikan. Jika gaya pada kapal tidak seimbang, trim baru dipilih lagi dan perhitungan diulang sampai  $\delta M = 0$ . Ringkasan prosedur perhitungan dan iterasi ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3: Ringkasan prosedur iterasi menggunakan persamaan Savitsky

$\tau$	CL $\beta$	CL0(pers.3)	$\lambda$ (pers.2)	l <sub>m</sub>	l <sub>p</sub> (pers.4)	N(per.6)	N.l <sub>p</sub>	$\delta m$
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 ( $\delta M = 0$ ) didapatkan trim  $\tau$  2.678° dan  $l_m = 2.838$  m.

Reynold number  $Re = V l_m / \nu = 1.801 \times 2.838 / 1.19 \times 10^{-3}$  dan

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

$$S = l_m b \sec \beta = 2.838 \times 0.546 \sec 10^\circ = 1.573 \text{ m}^2$$

$$D_F = 0.5 \rho S V^2 C_F = 0.5 \times 1.025 \times 1.573 \times 1.801^2 \times 3.49e-3 = 0.0091 \text{ kN}.$$

Gaya gorong yang diperlukan sepanjang garis poros

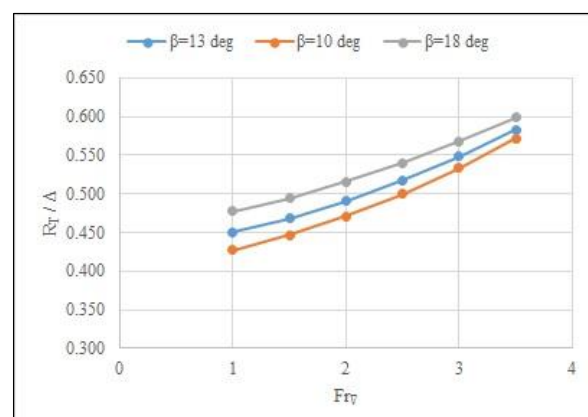
$$T = \Delta \sin \tau + D_F = 0.809 \sin 2.678^\circ + 0.0091 = 0.047 \text{ kN}$$

$$\text{Tahanan, } R_T = T \cos \tau = 0.047 \cos 2.678^\circ = 0.0469 \text{ kN}$$

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 <sub>v</sub>	V <sub>s</sub>	R <sub>T</sub> /Δ		
		$\beta = 10^\circ$	$\beta = 13^\circ$	$\beta = 18^\circ$
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



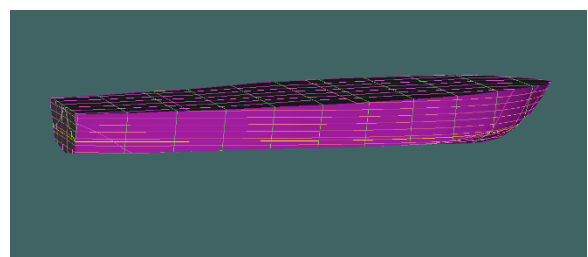
Gambar 9: Hasil perhitungan  $Fr_T$  vs  $R_T/\Delta$  menggunakan persamaan Savitsky

### 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°

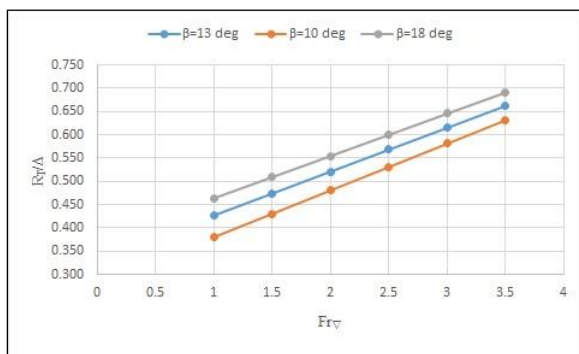
**Perhitungan tahanan dan trim dengan maxsurf resistance**

Perhitungan tahanan dengan software Maxsurf resistance dilakukan dengan metode planning yang terdiri dari Savitsky Pre-planning, Savitsky Planning, Blount and Fox Planning, Lahtiharju, dan Wyman. Tetapi metode yang dipilih adalah Savitsky Planning, sehingga dapat diketahui perbedaan hasil perhitungan menggunakan persamaan 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 <sub>v</sub>	Vs (m/s)	R <sub>T</sub> /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

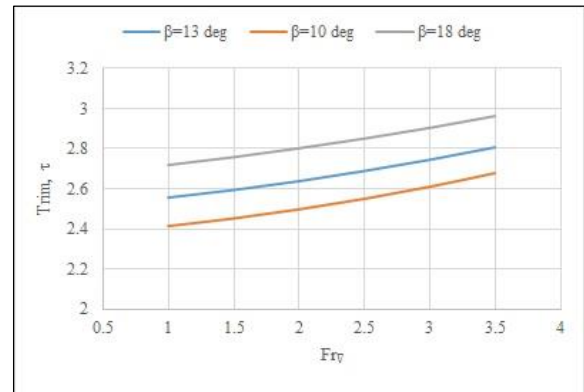


Gambar 11: Hasil perhitungan Fr<sub>v</sub> vs R<sub>T</sub>/Δ dengan menggunakan bantuan software Maxsurf Resistance

**DISKUSI**

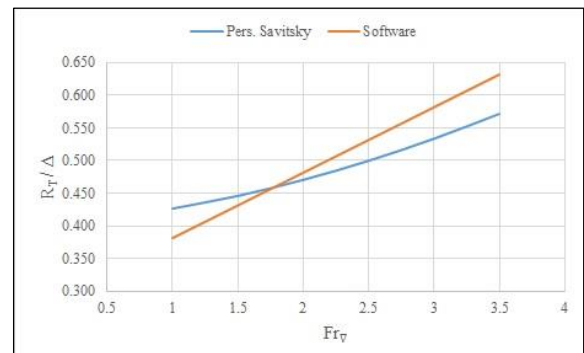
Berdasarkan perhitungan tahanan baik metode persamaan Savitsky maupun dengan bantuan software, nilai tahanan terkecil dimiliki oleh model planning craft dengan deadrise, β = 10°, diikuti 13° dan 18°. Oleh sebab itu deadrise yang direkomendasikan adalah 10° dengan catatan, displasemen merupakan variabel tetap atau memiliki nilai sama pada semua deadrise. Deadrise 10° memiliki tahanan yang kecil dikarenakan sudut trim, τ lebih kecil dibandingkan yang lain. Trim sangat mempengaruhi tahanan kapal, trim yang berlebihan

akan meningkatkan tahanan kapal. Nilai trim pada masing-masing variasi deadrise 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 perhitungan software dapat dilihat pada gambar 13.

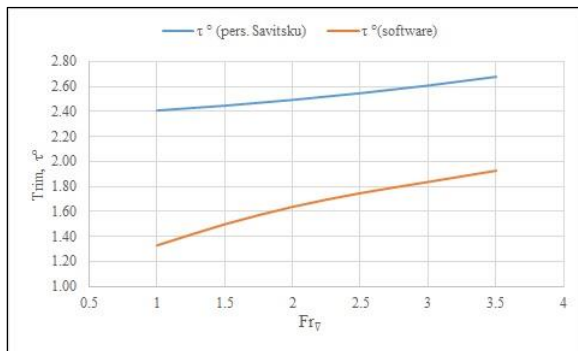


Gambar 13: Perbedaan perhitungan tahanan persamaan Savitsky dan software pada model deadrise, β=10

Pada kecepatan rendah nilai tahanan dengan perhitungan persamaan Savitsky lebih besar dari perhitungan dengan menggunakan software, tetapi dari Fr<sub>v</sub> 1.75 nilai software lebih besar dari perhitungan persamaan Savitsky. Selisih perbedaan kedua metode pada Fr<sub>v</sub> = 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

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



Gambar 14: Perbedaan perhitungan sudut trim,  $\tau$  antara persamaan Savitsky dan software pada model *deadrise*,  $\beta=10$

## KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan pada bagian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa *deadrise*,  $\beta = 10^\circ$  menghasilkan tahanan paling kecil, disusul  $13^\circ$  dan  $18^\circ$ . 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  $Fr = 3.5$ .

## 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.