

The Effect of Bow Flare Angle Variations on Speed Boat Resistance **[Pengaruh Variasi Sudut Bow Flare Terhadap Hambatan pada Speed Boat]**

Sayyid Muhammad Alif Al Ghofur¹⁾, A'rasy Fahrudin^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: arasy.fahrudin@umsida.ac.id

Abstract. *This study analyzes the effect of bow flare angle variations on hydrodynamic resistance in speed boats using numerical simulations with Maxsurf Resistance software and Savitsky Pre-Planing, Savitsky Planing, and Holtrop calculation methods. Variations of 25°, 30°, and 35° bow flare angles were analyzed at speeds of 17, 19, and 21 knots. Results show the 35° angle provides the lowest resistance of 34 kN and requires only 367,163 kW power at 21 knots, more efficient than the 25° angle with the highest resistance of 34.2 kN and 369,739 kW power requirement. The analysis confirms larger bow flare angles can reduce resistance and increase energy efficiency, crucial for speed boat design and operation. This research aims to benefit speed boat designers and operators in achieving optimal performance by selecting the appropriate bow flare angle to minimize resistance and fuel consumption.*

Keywords - bow flare angle; speed boat; hydrodynamic resistance; speed variaton; energy efficiency.

Abstrak. *Industri desain kapal membutuhkan inovasi untuk meningkatkan efisiensi dan stabilitas speed boat. Penelitian ini menganalisis pengaruh variasi sudut bow flare terhadap hambatan hidrodinamis pada speed boat menggunakan simulasi numerik dengan software Maxsurf Resistance dan metode perhitungan Savitsky Pre-Planing, Savitsky Planing, serta Holtrop. Dengan variasi sudut bow flare 25°, 30°, dan 35° pada variasi kecepatan 17, 19, dan 21 knot. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sudut bow flare 35° memberikan hambatan terendah sebesar 34 kN dan hanya memerlukan power 367,163 kW pada kecepatan 21 knot, lebih efisien dibandingkan sudut 25° dan 30° yang menghasilkan hambatan tertinggi 34,2 kN dan memerlukan power 369,739 kW. Analisis ini menegaskan bahwa sudut bow flare yang lebih besar dapat mengurangi hambatan dan meningkatkan efisiensi energi, penting untuk desain dan operasional speed boat. Penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi desainer dan operator speed boat dalam mencapai kinerja optimal.*

Kata Kunci - sudut bow flare; speed boat; hambatan hidrodinamis; variasi kecepatan; efisiensi energi.

I. PENDAHULUAN

Saat ini, industri desain rencana kapal membutuhkan inovasi dalam transportasi laut, khususnya kapal, agar dapat mempertahankan eksistensi negara maritim di seluruh dunia.[1] Sudut *bow flare* adalah bagian desain yang mempengaruhi hambatan dan stabilitas *speed boat*. Sudut kemiringan di haluan pada *bodyplan* kapal diukur dari perpotongan garis tengah terhadap garis sarat dengan dek kapal.[2]

Speed boat adalah kategori kapal cepat yang memiliki kecepatan lebih untuk kegiatan penyelamatan dan inspeksi/investigasi di perairan pantai, sungai, danau dan moda transportasi penyeberangan.[3] Seiring dengan meningkatnya permintaan akan *speed boat* cepat dan stabil, pemahaman mendalam tentang bagaimana variasi sudut *bow flare* dapat memengaruhi kinerja *speed boat* menjadi sangat penting. Variasi ini dapat memberikan dampak signifikan terhadap hambatan pada *speed boat*.

Hambatan kapal adalah gaya fluida yang melawan gerakannya dan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti ukuran, kecepatan, koefisien bentuk lambung kapal, *displacement* berat, *displacement* volume, dan luas permukaan basah kapal.[4] Pada penelitian ini digunakan metode persamaan *Savitsky* dan *Holtrop* untuk menghitung hambatan pada *speed boat*. Sebagai perbandingan, hasil perhitungan ini dibandingkan dengan perhitungan menggunakan *software* yaitu *Maxsurf Resistance*.

Penelitian [2] yang berjudul "Pengaruh Variasi Sudut *Bow Flare* terhadap Olah Gerak Kapal Bulk Carrier 44000 DWT" dengan memvariasikan sudut *bow flare* 10°, 15°, 20°, 25°, dan 30°, ini membahas pengaruh sudut *bow flare* terhadap respon *heave*, *pitch*, dan kemungkinan *wetness deck* dan *bottom slamming* pada kapal *bulk carrier* 44000 DWT. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan *software* *Maxsurf* dan *Ansys Aqwa*.

Fokus utama penelitian ini adalah pada *speed boat* dengan tipe lambung *monohull*. Meskipun *speed boat* memiliki banyak variasi, penelitian sebelumnya belum secara khusus membahas pengaruh variasi sudut *bow flare* terhadap hambatan pada *speed boat*.

Oleh sebab itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan karakteristik *speed boat* dengan variasi sudut *bow flare* untuk mendapatkan hambatan total terkecil yang memenuhi standar IMO serta uraian lebih mendalam

tentang “Pengaruh Variasi Sudut *Bow Flare* Terhadap Hambatan pada *Speed Boat*”.[5] Diharapkan hasil penelitian ini bisa bermanfaat dan membantu dalam pengembangan desain *speed boat* yang lebih efektif secara hidrodinamika dan dapat meningkatkan aspek keselamatan dalam dunia transportasi air.

II. METODE

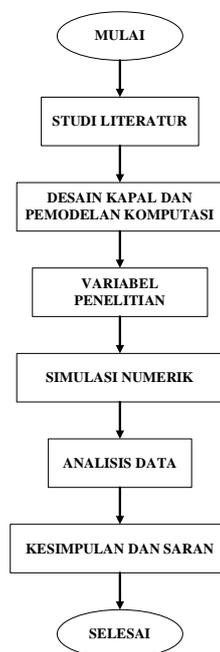
A. Metode Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan menggunakan simulasi numerik dan analitis. Simulasi akan menggunakan *software Maxsurf* digunakan untuk mengumpulkan data empiris tentang hambatan hidrodinamis pada *speed boat* dalam variasi sudut *bow flare*. Selanjutnya, analisis data akan dilakukan untuk mengidentifikasi tren dan hubungan antara variabel-variabel yang diteliti.

Maxsurf adalah *software* untuk membuat sebuah model kapal.[4][6] *Software Maxsurf* digunakan untuk membuat *lines plan* dalam bentuk 3D. *Maxsurf* memiliki beberapa program *software* antara lain *Hydromax*, *Hull Speed*, *Seakeeper*, *Workshop*, dan *Span*.[4]

B. Diagram Alir Penelitian

Metode pada Gambar 1. Menunjukkan diagram alir yang digunakan untuk menyusun penelitian ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

C. Studi Literatur

Tahap ini akan melibatkan peninjauan literatur yang komprehensif untuk memahami dasar teori dan penelitian terkait tentang sudut *bow flare*, hambatan hidrodinamis pada *speed boat*. Studi literatur akan membantu dalam merumuskan hipotesis awal dan mengidentifikasi variabel-variabel yang perlu diamati.[5][7]

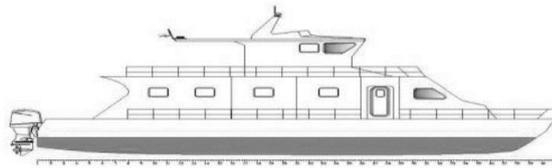
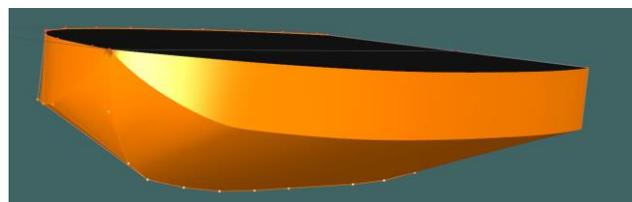
D. Pemodelan Komputasi/Desain Kapal

Dalam melihat pengaruh variasi sudut *bow flare* terhadap olah gerak kapal, digunakan *speed boat* dengan ukuran utama pada Tabel 1. pemodelan lambung kapal sesuai dengan ukuran utama dilakukan dengan menggunakan *Software Maxsurf Modeler* sebagaimana yang ditampilkan pada gambar 3. ini sebagai bentuk dasar pada penelitian kali ini.

Maxsurf Modeler adalah program aplikasi untuk membuat model desain kapal 3D termasuk analisisnya.[8] Kemampuan melihat model 3D yang berisi data input untuk berbagai permukaan yang akan didesain, sehingga memudahkan untuk melihat gambar. Pemodelan dengan *Maxsurf Modeler* juga menawarkan kemungkinan untuk membuat bentuk dan variasi lambung yang berbeda menggunakan perhitungan hidrostatis yang diintegrasikan ke dalam desain kapal, sehingga memudahkan untuk bereksperimen dengan bentuk dan mengeksplorasi parameter struktur kapal.[9]

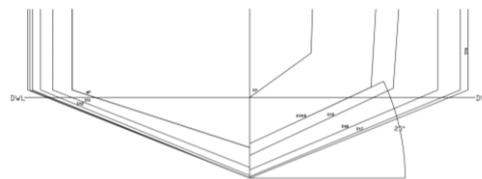
Tabel 1. Ukuran Utama Kapal [10]

Item	Unit (m)
Panjang Keseluruhan (LoA)	20
Panjang Garis Awal (Lwl)	19,28
Panjang Antara Garis Tegak (Lpp)	19,28
Lebar (B)	5,5
Tinggi (D)	2,1
Sarat (T)	1

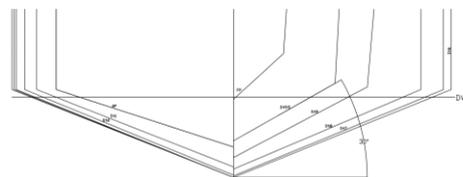
**Gambar 2.** Desain Acuan *Speed Boat* [10]**Gambar 3.** Pemodelan Lambung Kapal

E. Variabel Penelitian

Variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi sudut *bow flare* dan variasi kecepatan *speed boat*. Variasi sudut *bow flare* yang diteliti yaitu 25°, 30°, dan 35° dimodelkan sebagaimana gambar 4, gambar 5, dan gambar 6.

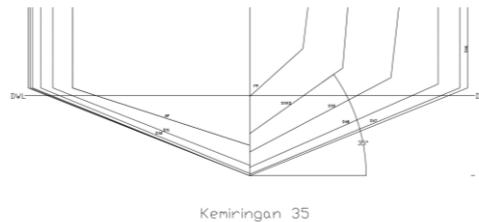


Kemiringan 25

Gambar 4. Pemodelan *Bow Flare* Sudut 25°.

Kemiringan 30

Gambar 5. Pemodelan *Bow Flare* Sudut 30°.



Gambar 6. Pemodelan *Bow Flare* Sudut 35°.

Sedangkan untuk menentukan kecepatan *speed boat* dalam penelitian ini, dapat digunakan metode pengukuran kecepatan sesuai dengan standar maritim yang berlaku, sesuai dengan gambar 2. Sebagai gambar acuan penelitian kali ini yaitu jenis *speed boat (rescue boat)* kelas III dirancang dengan kecepatan sebesar 21 knot.[10] Sehingga variasi kecepatan *speed boat* yang diteliti yaitu sebesar 17 knot, 19 knot, dan 21 knot.

Variabel terikat pada penelitian ini adalah hambatan alir pada *speed boat*. Adapun hambatan yang akan diteliti meliputi hambatan hidrodinamis yang dihasilkan oleh variasi sudut *bow flare* pada *speed boat*. Hambatan ini dapat berasal dari resistensi gesek (*frictional resistance*) dan resistensi gelombang (*wave-making resistance*) yang muncul akibat pergerakan *speed boat* di atas permukaan air.

F. Simulasi Numerik

Dalam tahap ini, simulasi numerik akan dijalankan dengan menggunakan *software Maxsurf Resistance* dengan memvariasikan sudut *bow flare* pada model *speed boat*. Data yang dihasilkan akan mencakup hambatan hidrodinamis dan distribusi tekanan. *Maxsurf Resistance* menyediakan sarana untuk memprediksi hambatan lambung kapal. Hasil simulasi di *maxsurf resistance* dapat dibaca dan diukur secara otomatis untuk mendapatkan parameter yang diperlukan atau parameternya dapat dimasukkan secara manual.[6]

Banyak metode yang dapat digunakan untuk memprediksi besarnya hambatan pada kapal. Untuk pengujian kali ini digunakan metode *savitsky pre-planning*, *savitsky planning*, dan *holtrop*. Metode *savitsky* dipilih karena dirasa cocok digunakan untuk perhitungan hambatan pada *speed boat*. [11] *Mercier* dan *Savitsky* membuat perhitungan hambatan menggunakan metode ini: mereka melakukan analisis regresi hambatan air tenang terhadap tujuh seri *hull transom-stern* yang mengandung 118 bentuk *hull*. [12] Penelitian menggunakan metode *Holtrop* dipilih untuk memastikan bahwa model yang dibuat sudah bisa mewakili model aslinya. [13]

G. Analisis Data

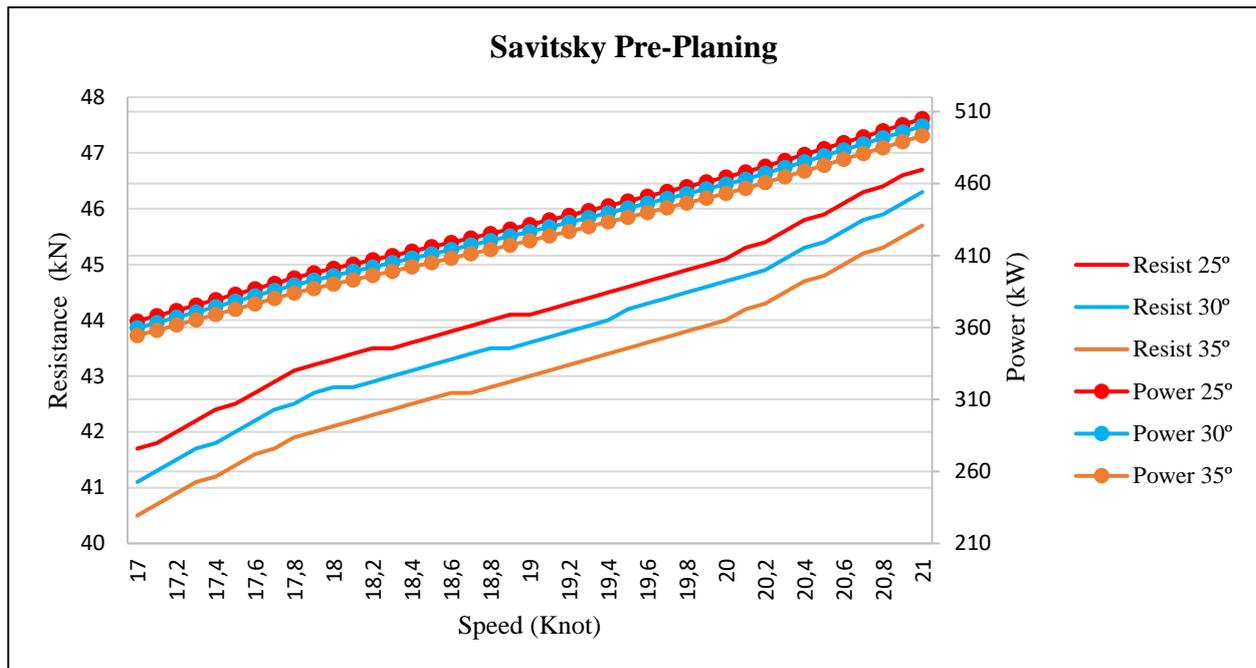
Data yang diperoleh dari simulasi akan dianalisis untuk mengidentifikasi hubungan antara variasi sudut *bow flare*, hambatan hidrodinamis pada *speed boat*. Analisis statistik akan digunakan untuk menguji signifikansi hasil dan menentukan hasil yang signifikan.

Data yang dihasilkan dari simulasi numerik akan dianalisis dengan metode statistik deskriptif dan analisis regresi. Korelasi antara sudut *bow flare*, hambatan hidrodinamis pada *speed boat* akan dievaluasi. Selain itu, analisis sensitivitas akan dilakukan untuk mengidentifikasi sejauh mana perubahan sudut *bow flare* mempengaruhi kinerja *speed boat*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah proses *running* simulasi pada *software maxsurf resistance* selesai maka diperoleh beberapa hasil analisa antara lain grafik pada Gambar 7 sampai dengan Gambar 9. Gambar 7 sampai Gambar 9 menunjukkan grafik nilai hambatan dan power menggunakan ketiga metode yaitu *Savitsky Pre-Planing*, *Savitsky Planning*, dan *Holtrop*.

Diagram yang ditampilkan menunjukkan perbedaan dan persamaan di antara metode-metode yang digunakan, untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai kinerja hidrodinamika kapal pada berbagai kecepatan.



Gambar 7. Diagram Hasil Simulasi Metode Savitsky Pre-Planing

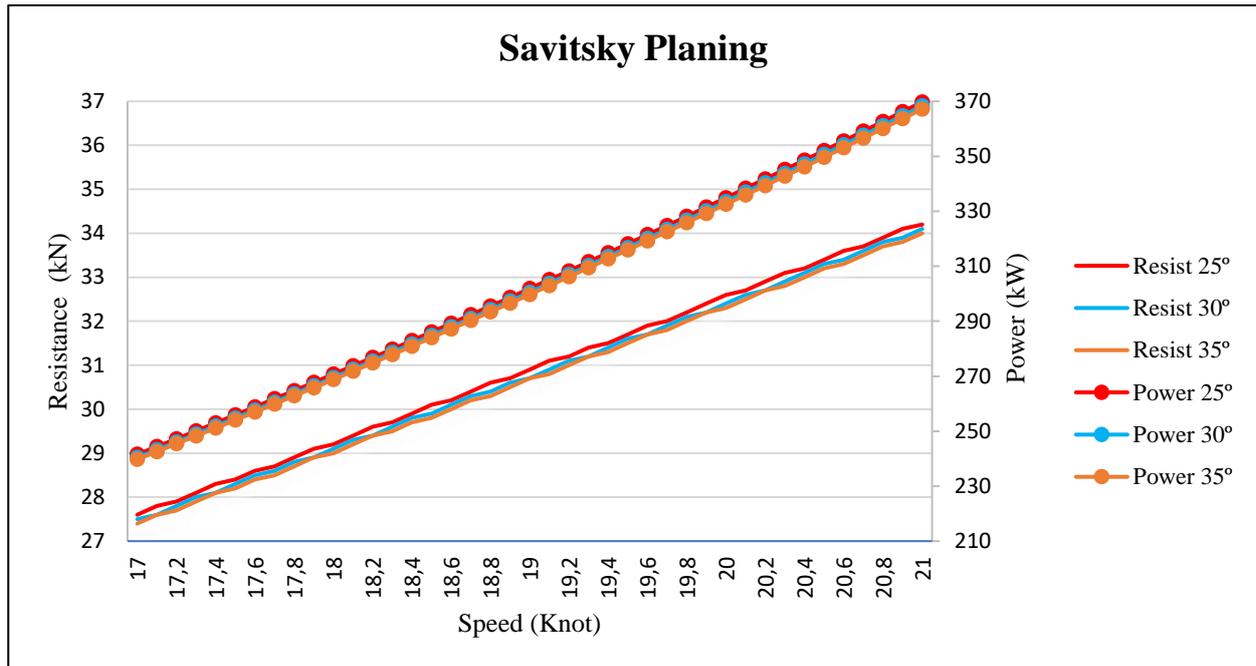
Metode *Savitsky Pre-Planing* digunakan untuk menganalisis performa kapal pada kecepatan sedang sebelum mencapai kondisi planing penuh. Hasil simulasi variasi sudut *bow flare* pada *speed boat* menggunakan *software Maxsurf Resistance* dengan metode ini menunjukkan variasi nilai hambatan dan kebutuhan power pada kecepatan antara 17 hingga 21 knot.

Sudut *bow flare* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tekanan hidrodinamis dan gelombang yang dihasilkan oleh kapal. Dalam hasil simulasi, diketahui bahwa sudut *bow flare* 35° memberikan nilai hambatan terkecil sebesar 45,7 kN pada kecepatan 21 knot dan pada hambatan ini hanya memerlukan power sebesar 493,232 kW, menunjukkan bahwa dengan sudut *bow flare* yang lebih besar, hambatan yang dihasilkan dapat diminimalkan, yang berimplikasi pada efisiensi energi yang lebih baik pada kecepatan tersebut.

Sementara itu, sudut *bow flare* 25° memberikan nilai hambatan terbesar sebesar 46,7 kN pada kecepatan 21 knot. Pada sudut ini, power yang dibutuhkan sebesar 505,046 kW. Hal ini menunjukkan bahwa sudut *bow flare* yang lebih kecil cenderung menghasilkan hambatan yang lebih besar, sehingga memerlukan power yang lebih tinggi untuk mencapai kecepatan yang sama. Perbedaan nilai hambatan dan power antara sudut *bow flare* 25° dan 35° menyoroti pentingnya pemilihan sudut *bow flare* yang optimal untuk meningkatkan performa dan efisiensi *speed boat*.

Dalam konteks desain *speed boat*, hasil ini memberikan wawasan penting mengenai bagaimana variasi sudut *bow flare* mempengaruhi hambatan dan kebutuhan power. Penggunaan sudut *bow flare* yang tepat dapat mengurangi konsumsi bahan bakar dan meningkatkan kecepatan kapal tanpa menambah beban mesin. Oleh karena itu, pemilihan sudut *bow flare* yang optimal menjadi faktor kritis dalam desain dan operasional *speed boat* untuk memastikan kinerja yang efisien dan ekonomis.

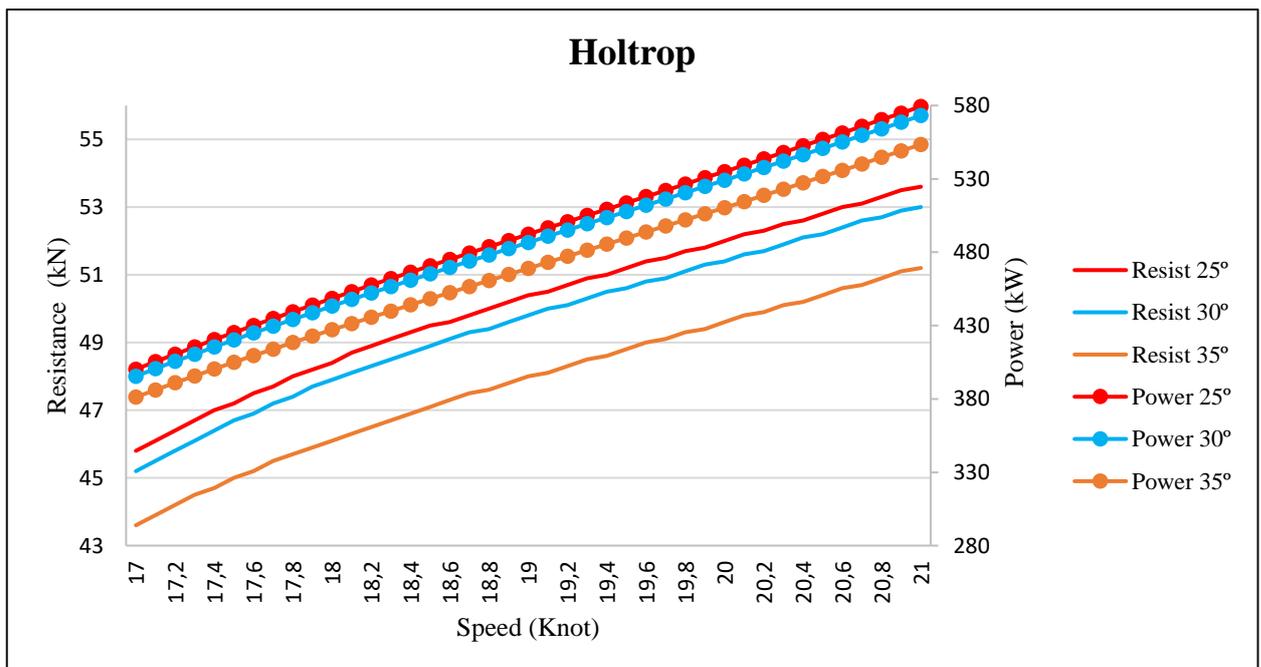
Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa metode *Savitsky Pre-Planing* sangat berguna dalam menganalisis pengaruh sudut *bow flare* terhadap performa *speed boat*.



Gambar 8. Diagram Hasil Simulasi Metode *Savitsky Planing*

Metode *Savitsky Planing* digunakan untuk menganalisis performa kapal saat kapal mencapai kecepatan yang cukup tinggi untuk masuk ke mode planing, di mana bagian besar lambung kapal berada di atas permukaan air. Pada metode ini juga menunjukkan hasil perbedaan antara kedua sudut *bow flare* tidak terlalu signifikan dalam hal hambatan. Sudut *bow flare* 35° menunjukkan nilai hambatan terendah sebesar 34 kN dan power sebesar 367,163 kW, menandakan potensi untuk mengurangi resistensi air secara efektif.

Di sisi lain, meskipun sudut *bow flare* 25° hanya sedikit lebih tinggi dalam nilai hambatan dengan 34,2 kN dan daya 369,739 kW, perbedaan ini menunjukkan bahwa sudut *bow flare* 25° membutuhkan sedikit lebih banyak power untuk mencapai kecepatan yang setara. Dalam konteks desain, pemilihan sudut *bow flare* 35° dapat memberikan keunggulan dalam efisiensi bahan bakar dan kinerja keseluruhan, yang penting untuk mempertimbangkan *trade-off* antara hambatan aerodinamis dan kebutuhan daya/power mesin.



Gambar 9. Diagram Hasil Simulasi Metode *Holtrop*

Metode *Holtrop* adalah salah satu metode yang digunakan untuk menganalisis hambatan kapal dalam berbagai kondisi kecepatan dan desain lambung. Dalam metode ini, perbedaan nilai hambatan dan power bahkan lebih menonjol. Sudut *bow flare* 35° memberikan hambatan terkecil sebesar 51,2 kN, dengan kebutuhan power 553,458 kW, sedangkan sudut 25° memberikan hambatan terbesar sebesar 53,6 kN dengan power yang dibutuhkan mencapai 579,369 kW.

Perbedaan ini menunjukkan bahwa sudut *bow flare* 25° memiliki hambatan dan kebutuhan power yang lebih tinggi dibandingkan dengan sudut 35°, menunjukkan bahwa sudut yang lebih besar bisa menjadi pilihan yang lebih efisien untuk speed boat pada kecepatan 17 hingga 21 knot.

Secara keseluruhan, hasil simulasi ini menunjukkan bahwa sudut *bow flare* memainkan peran penting dalam kinerja *speed boat*, khususnya dalam hal hambatan dan power yang diperlukan. Sudut yang lebih besar seperti 35° cenderung meningkatkan hambatan dan membutuhkan lebih banyak power, sementara sudut yang lebih landai seperti 25° dapat menghasilkan kinerja yang lebih efisien dengan hambatan dan power yang lebih rendah.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi numerik dengan memvariasikan sudut *bow flare* dengan ketiga metode simulasi, dapat disimpulkan bahwa:

- Sudut *bow flare* 35° menghasilkan nilai hambatan terendah dan power terendah pada ketiga metode sebesar 34 kN dan 367,163 kW. Hal ini menunjukkan bahwa sudut *bow flare* 35° merupakan pilihan yang lebih efisien untuk desain *speed boat* yang ingin meminimalkan hambatan dan konsumsi daya pada kecepatan 17 hingga 21 knot.
- Sudut *bow flare* 30° merupakan sudut acuan yang digunakan pada desain kapal terdahulu, menghasilkan nilai hambatan dan power sebesar 34,1 kN dan 368,271 kW. Hal ini menunjukkan bahwa sudut *bow flare* 30° cukup ideal untuk desain *speed boat* yang ingin meminimalkan hambatan dan konsumsi daya pada kecepatan 17 hingga 21 knot.
- Sudut *bow flare* 25° menghasilkan nilai hambatan tertinggi dan power tertinggi pada ketiga metode sebesar 34,2 kN dan 369,739 kW. Hal ini menunjukkan bahwa sudut *bow flare* 25° tidak ideal untuk desain *speed boat* yang ingin meminimalkan hambatan dan konsumsi daya pada kecepatan 17 hingga 21 knot.

Secara keseluruhan, hasil simulasi ini menunjukkan bahwa pemilihan sudut *bow flare* pada *speed boat* memiliki dampak langsung terhadap hambatan yang dihasilkan dan kebutuhan daya mesin untuk mencapai kecepatan yang diinginkan. Perlu diketahui bahwa hasil simulasi ini hanya menunjukkan gambaran umum dan nilai aktualnya dapat bervariasi tergantung pada faktor lain seperti geometri lambung, distribusi massa, dan kondisi laut. Oleh karena itu, penting untuk melakukan simulasi yang lebih detail dan mempertimbangkan faktor-faktor lain sebelum menentukan sudut *bow flare* yang optimal untuk desain *speed boat*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang tulus kepada kedua orang tua saya dan bapak/ibu Dosen dukungan, kasih sayang, dan bimbingan telah menjadi sumber kekuatan selama menjalani proses penelitian ini. Tanpa dukungan dan pengorbanan beliau, saya tidak akan bisa mencapai sejauh ini. Terima kasih juga kepada teman-teman M20 kelas A1 yang selalu ada untuk saya, baik dalam suka maupun duka. Kebersamaan di kelas, diskusi, dan momen-momen menyenangkan yang kita bagi bersama telah membuat perjalanan akademik ini semakin berarti.

Tak lupa, terima kasih kepada teman-teman Asisten Lab Teknik Mesin yang telah memberikan dukungan teknis dan bimbingan selama proses penelitian ini. Kolaborasi dengan kalian telah memperkaya pengalaman saya. Terakhir, kepada teman-teman HIMAMEGMA, terima kasih atas persahabatan dan solidaritas kalian. Kehangatan organisasi kita menjadi tempat saya bisa berbagi pengalaman dan belajar bersama. Terima kasih kepada semua yang telah berkontribusi dan mendukung saya dalam perjalanan penelitian ini. Saya berharap kita bisa terus saling mendukung dan menjaga hubungan baik ini. Terima kasih untuk semuanya.

REFERENSI

- [1] A. Fathuddiin, S. Samuel, K. Kiryanto, and A. Widyandari, "Prediksi Hambatan Kapal dengan Menggunakan Metode Overset Mesh pada Kapal Planing Hull," *J. Rekayasa Hijau*, vol. 4, no. 1, pp. 24–34, 2020, doi: 10.26760/jrh.v4i1.24-34.
- [2] W. Setiawan, A. I. Wulandari, and M. C. Nugroho, "Pengaruh Variasi Sudut Bow Flare terhadap Olah Gerak Kapal Bulk Carrier 44000 DWT," *J. Ris. Teknol. Terap. Kemaritiman*, vol. 1, no. 1, pp. 6–9, 2022, doi: 10.25042/jrt2k.062022.02.
- [3] E. R. Onainor, "Kinerja Speed Boat (Perahu Motor Tambang) Sebagai Sarana Transportasi Sungai Dalam

- Menunjang Pergerakan Penduduk Kecamatan,” vol. 1, pp. 105–112, 2019.
- [4] F. Laamena and A. Taihutu, “Kajian Optimasi Ukuran Kapal Tradisional dan Perhitungan Hambatannya,” *J. Tek. Mesin, Elektro, Inform. Kelaut. dan Sains*, vol. 1, no. 1, pp. 17–22, 2021, doi: 10.30598/metiks.2021.1.1.17-22.
- [5] K. Priohutomo, W. H. Nugroho, and R. D. Yulfani, “Strength Analysis and Assessment of Ina-TEWS Wave Glider,” *Int. J. Nat. Sci. Eng.*, vol. 4, no. 3, pp. 140–151, 2020, doi: 10.23887/ijnse.v4i3.29873.
- [6] R. Rachman, E. Pranatal, and P. I. S., “Analisis Perbandingan Metode Simulasi Software Maxsurf Dengan Metode Matematis Untuk Perhitungan Hambatan Dan Daya Mesin Utama Kapal Tanker 6500 Dwt,” *Pros. Semin. Teknol. Kebumihan dan Kelaut.*, vol. 2, no. 1, pp. 193–201, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.itats.ac.id/semitan/article/view/1079>
- [7] I. Iswanto, F. Hunaini, and D. U. Effendy, “Prototype Monitoring and Controlling of Wastewater Treatment Plant (WWTP) on IoT-Free Output Channels,” *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 40–63, 2023, doi: 10.21070/jeeeu.v7i1.1660.
- [8] Bayu Al Fahmi Liddin and Erifive Pranatal, “Analisis Stability Berdasarkan IMO Pada Kapal Crew Boat 40M,” *Jural Ris. Rumpun Ilmu Tek.*, vol. 2, no. 2, pp. 43–51, 2023, doi: 10.55606/jurritek.v2i2.1696.
- [9] F. A. Kurinawan and E. Pranatal, “Analisa Perhitungan Tahanan Kapal Tunda Karya Pacific 17 dengan Menggunakan Perbandingan Antara Metode Holtrop dan Software Maxsurf,” no. Senastitan Iv, 2024.
- [10] A. Syarifuddin, T. Irmiyana, F. Awal, and E. Arianti, “Desain Rescue Boat Kelas III Berbahan Fiberglass Reinforced Plastics di Perairan Kota Kendari Provinsi Sulawesi Tenggara Berdasarkan BKI Volume 5 Rules For FRP Tahun 2016,” *J. Inovtek Polbeng*, vol. 11, no. 2, 2021.
- [11] E. Pranatal, “Pengaruh Sudut Deadrise Terhadap Tahanan Planning Hull,” *Pros. Semin. Teknol. Kebumihan dan Kelaut.*, vol. 2, no. 1, pp. 649–655, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.itats.ac.id/semitan/article/view/1050>
- [12] J. a Mercier and D. Savitsky, “AD-764 958 Resistance Of Transom-Stern Craft In The Pre-Planing Regime,” 1973.
- [13] G. Bayu Pangestu, D. Chrismianto, and G. Rindo, “Analisa Pengaruh Penambahan Integrated Stern Wedge-Flap terhadap Hambatan Kapal dengan Metode CFD,” *J. Tek. Perkapalan*, vol. 9, no. 2, pp. 199–205, 2021, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.