

ANALISA EFISIENSI & PENAMBAHAN KECEPATAN PADA KAPAL MV. BATAM FAST 20 (HIGH SPEED CRAFT) TERHADAP PEMASANGAN HULL VANE SYSTEM

Angga Andi Ardiansyah¹, Bagiyo Suwasono², Rodlitul Awwalin³
[anggaandia@gmail.com¹](mailto:anggaandia@gmail.com)

Universitas Hang Tuah Surabaya

ABSTRACT

This study investigates the impact of Hull Vane System installation on fuel efficiency and speed enhancement for High Speed Craft (HSC) ferries, focusing on MV. Batam Fast 20 operating on the Batam–Singapore route. The Hull Vane, a fixed hydrofoil mounted at the stern below the waterline, is designed to reduce hydrodynamic resistance and improve vessel performance. Numerical simulations using Computational Fluid Dynamics (CFD) with RANSE-based solvers were conducted across various speeds (10–25 knots) and foil attack angles (0°, 2°, 4°, 6°). Results indicate that Hull Vane offers significant drag reduction only at low speeds (10 knots), achieving up to 26.99% resistance reduction. However, at operational speeds (20–25 knots), the system increases resistance due to excessive lift, causing bow trim and higher wetted surface area. Validation was performed through grid independence studies and comparison with experimental data and Maxsurf Resistance software. The findings conclude that Hull Vane System is unsuitable for MV. Batam Fast 20 due to its hull geometry and waterjet configuration. The study recommends exploring alternative technologies such as bow foils or automated trim control systems for high-speed vessels, emphasizing the need for adaptive hydrodynamic solutions in modern ferry operations.

Keywords: Hull Vane System, High Speed Craft (HSC), MV Batam Fast 20.

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis dampak pemasangan Hull Vane System terhadap efisiensi bahan bakar dan peningkatan kecepatan pada kapal ferry jenis High Speed Craft (HSC), khususnya MV. Batam Fast 20 yang beroperasi di rute Batam–Singapura. Hull Vane, sebuah fixed foil yang dipasang di buritan kapal, diharapkan mampu mengurangi hambatan dan meningkatkan performa hidrodinamika kapal. Metode yang digunakan adalah simulasi numerik berbasis Computational Fluid Dynamics (CFD) dengan pendekatan mesh dan solver RANSE. Simulasi dilakukan pada berbagai kecepatan (10–25 knot) dan sudut serang foil (0°, 2°, 4°, 6°). Hasil menunjukkan bahwa Hull Vane hanya memberikan efisiensi signifikan pada kecepatan rendah (10 knot), dengan pengurangan hambatan hingga 26,99%. Namun, pada kecepatan operasional utama (20–25 knot), Hull Vane justru meningkatkan hambatan akibat gaya angkat berlebih yang menyebabkan trim ke arah haluan. Validasi dilakukan melalui grid independencestudy dan perbandingan dengan data eksperimen serta software Maxsurf Resistance. Kesimpulan utama menyatakan bahwa Hull Vane System tidak cocok diterapkan pada kapal MV. Batam Fast 20 karena bentuk hull dan konfigurasi waterjet tidak mendukung efisiensi yang diharapkan. Penelitian ini merekomendasikan eksplorasi teknologi alternatif seperti bow foil atau sistem kontrol trim otomatis untuk kapal berkecepatan tinggi.

Kata Kunci: Hull Vane System, High Speed Craft (HSC), MV Batam Fast 20.

PENDAHULUAN

Transportasi merupakan elemen penting yang harus diperhatikan dalam sebuah iklim investasi. Antara transportasi dan investasi, keduanya berkaitan erat satu dengan yang lain. Transportasi ibarat darah yang mengalir dalam tubuh manusia. Apabila transportasi tidak lancar sebagaimana mestinya, investasi juga akan ikut terhambat. Oleh karena itu, berbagai moda transportasi tersedia lengkap di Batam. Moda transportasi laut seperti halnya kapal Ferry (High Speed Craft) Batam Singapura dapat menjadi salah satu pilihan customer.

Perkembangan investasi serta visi misi yang diemban menyebabkan transportasi di

Batam juga harus semakin berbenah. Dalam hal ini, terdapat beberapa manfaat transportasi bagi pertumbuhan investasi, antara lain untuk:

1. perpindahan barang,
2. perpindahan penumpang,
3. menjaga kestabilan harga barang,
4. meningkatkan perekonomian suatu wilayah, dan
5. memajukan dan mengembangkan sebuah wilayah

Sistem transportasi yang sudah dibangun di Batam membuat mobilitas jauh lebih nyaman dan cepat. Kapal Batam Singapura adalah salah satu perwujudannya. Kedekatan geografis yang dimiliki oleh Batam di Indonesia dengan negara tetangga Singapura membawa efek yang positif bagi pertumbuhan ekonomi kedua belah pihak. Investor di kedua negara dapat saling berkunjung dalam waktu singkat untuk melakukan perjalanan bisnis. Dukungan infrastruktur Batam menjadi kunci sukses dari adanya kelancaran transportasi di bidang laut. Penumpang yang hendak menuju Singapura menggunakan kapal feri dapat berangkat melalui terminal internasional Batam Center. Konsep yang digagas dalam mengembangkan transportasi di Batam adalah terintegrasi dan bernapaskan modernitas.

Melalui terminal internasional Batam Center, Sekupang, Nongsapura & Harbourbay, Anda dapat menuju Singapura dan berlabuh di Harbourfront ataupun Tanah Merah. Kapal Batam Singapura yang beroperasi dalam sehari mampu melayani 45 kali perjalanan. Kapal pertama yang akan membawa Anda ke Singapura berangkat pukul 06.00 WIB. Sedangkan kapal feri terakhir yang akan berlabuh di Batam, berangkat dari Singapura pukul 20.45 (waktu Singapura).

Salah satu operator untuk kapal Ferry (HSC) tersebut adalah PT Batamfast Indonesia, yang mengoperasikan kapal Ferry (HSC) Sebanyak 21 kapal yang tersebar di semua terminal international pelabuhan di Batam, untuk memenuhi kenyamanan pelanggan, kecepatan dan ketepatan waktu adalah syarat mutlak dari inti bisnis transportasi ini selain kenyamanan dan fasilitas di kapalnya itu sendiri. Sehingga dari dasar ini PT Batamfast Indonesia terus melakukan modifikasi maupun pemutakhiran teknologi, yaitu salah satunya dengan cara modifikasi penambahan hull vane foil di bagian bawah belakang kapal. Dimana dengan penambahan sistem ini diharapkan bisa memberikan efisiensi pada bahan bakar dan juga dapat menambah kecepatan secara konstan di rpm middle rpm dari yang biasanya harus full rpm untuk mendapatkan kecepatan yang diinginkan.

Hull vane adalah fixed foil yang terletak pada buritan kapal dan di bawah garis air. Gaya angkat pada hull vane dapat mengurangi terjadinya running trim, sehingga hambatan akan berkurang. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan perancangan hull vane pada kapal, baik dalam hal jumlah dan posisi foil untuk menghasilkan hambatan yang terkecil dan olah gerak kapal yang terbaik. Pada penelitian ini penulis menggunakan program komputer berbasis Computational Fluid Dynamic (CFD) didalam menyelesaikan masalah dari tujuan penelitian.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif berbasis simulasi numerik untuk menganalisis dampak penggunaan Hull Vane System terhadap efisiensi pemakaian bahan bakar dan penambahan kecepatan akibat hambatan yang dihasilkan menjadi kecil..

Pernyataan dalam abstrak tersebut menunjukkan bahwa jenis penelitiannya adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan numerik atau simulasi komputasi. Lebih lengkapnya, berikut penjelasannya:

Jenis Penelitian:

Penelitian kuantitatif (eksperimen/simulasi numerik) Alasannya:

1. Menggunakan data numerik – Seperti pengurangan hambatan dalam bentuk persentase (10% dan 24%).
2. Menggunakan metode simulasi (CFD) – Computational Fluid Dynamics (CFD) merupakan teknik numerik untuk menganalisis perilaku fluida, dan dalam hal ini digunakan untuk menghitung hambatan kapal.
3. Melakukan variasi parameter – seperti variasi jenis foil dan sudut penyangga baling-baling, yang merupakan ciri dari penelitian eksperimental numerik.
4. Bersifat objektif dan terukur, semua data dihasilkan melalui proses yang terukur dan dapat diulang

Pendekatan :

Numerik/Simulasi Komputasi menggunakan CFD berbasis mesh dan solver RANSE.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan Hull Vane pada kapal ferry jenis High Speed Craft memberikan pengaruh yang beragam terhadap kinerja kapal. Pada kecepatan rendah, yaitu sekitar 10 knot, pemasangan Hull Vane terbukti mampu menurunkan hambatan total secara signifikan hingga mencapai hampir 27%. Penurunan hambatan ini berdampak langsung pada efisiensi konsumsi bahan bakar, sehingga kapal lebih hemat energi ketika beroperasi dalam kondisi kecepatan rendah.

Namun, pada kecepatan menengah hingga tinggi, khususnya pada kisaran 20 hingga 25 knot yang merupakan kecepatan operasional utama kapal, pemasangan Hull Vane justru menimbulkan peningkatan hambatan. Hal ini disebabkan oleh gaya angkat yang berlebihan, sehingga kapal mengalami trim ke arah haluan. Kondisi tersebut mengurangi stabilitas serta menurunkan efisiensi hidrodinamika kapal, yang berarti tujuan awal penggunaan Hull Vane untuk mengoptimalkan performa tidak tercapai.

Analisis simulasi numerik dengan pendekatan CFD memperlihatkan pola aliran di sekitar lambung dan buritan kapal. Pada kecepatan rendah, aliran relatif stabil sehingga foil mampu bekerja dengan baik mengurangi hambatan induksi. Sebaliknya, pada kecepatan tinggi, foil menghasilkan turbulensi tambahan yang justru memperbesar gaya hambat. Pola ini membuktikan bahwa desain lambung kapal dan konfigurasi waterjet berpengaruh signifikan terhadap efektivitas Hull Vane.

Hasil validasi menunjukkan adanya kesesuaian yang cukup baik antara simulasi dan data eksperimen maupun perhitungan dengan software Maxsurf Resistance. Hal ini menegaskan bahwa metode CFD dengan solver RANSE cukup andal dalam menganalisis performa hidrodinamika kapal. Akan tetapi, ketidakcocokan Hull Vane untuk kondisi kecepatan operasional kapal tetap menjadi temuan utama yang penting dicatat.

Dari sisi efisiensi bahan bakar, penelitian ini menegaskan bahwa keuntungan hanya bisa dicapai pada operasi tertentu, yaitu saat kapal berlayar dengan kecepatan rendah. Dalam konteks operasional MV. Batam Fast 20 yang lebih banyak beroperasi di kecepatan menengah hingga tinggi, penerapan Hull Vane justru tidak memberikan manfaat signifikan. Dengan demikian, penerapannya kurang relevan untuk kebutuhan nyata kapal tersebut.

Pembahasan juga menyoroti bahwa karakteristik hull kapal sangat menentukan efektivitas teknologi tambahan seperti Hull Vane. Bentuk lambung MV. Batam Fast 20 yang ramping dengan sistem penggerak waterjet tidak selaras dengan karakter foil buritan. Akibatnya, hasil yang dicapai berbeda dari penelitian terdahulu pada kapal dengan bentuk lambung konvensional dan propulsi baling-baling.

Selain itu, penelitian ini menemukan bahwa sudut serang foil berperan penting dalam memengaruhi hasil. Sudut kecil masih memberikan efek positif pada hambatan, sedangkan

sudut besar memperburuk kinerja dengan menambah gaya angkat berlebih. Hal ini menunjukkan perlunya desain dan penyesuaian sudut serang yang lebih tepat bila ingin memaksimalkan potensi Hull Vane.

Faktor lain yang turut memengaruhi adalah distribusi berat kapal dan kondisi trim. Trim yang tidak terkendali akibat tambahan gaya angkat dari Hull Vane membuat posisi kapal kurang stabil, terutama pada kecepatan tinggi. Ketidakstabilan ini bukan hanya menambah hambatan tetapi juga berpotensi mengganggu kenyamanan serta keselamatan operasi kapal.

Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa Hull Vane tidak dapat dianggap sebagai solusi universal untuk meningkatkan efisiensi kapal berkecepatan tinggi. Efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh jenis kapal, bentuk lambung, sistem propulsi, serta pola operasionalnya. Untuk kapal seperti MV. Batam Fast 20, hasil penelitian ini menegaskan ketidaksesuaian penerapan teknologi tersebut.

Meski demikian, temuan positif pada kecepatan rendah tetap memberikan insight penting bahwa Hull Vane berpotensi diterapkan pada kapal dengan pola operasi lambat, seperti kapal kargo atau kapal penumpang tertentu. Oleh karena itu, studi ini memperkaya literatur mengenai kondisi spesifik di mana Hull Vane bisa optimal.

Penelitian ini juga memberikan rekomendasi untuk mencari alternatif lain dalam meningkatkan efisiensi kapal ferry berkecepatan tinggi. Teknologi seperti bow foil atau sistem kontrol trim otomatis dinilai lebih relevan karena dapat mengatasi masalah trim dan hambatan pada kecepatan operasional utama. Hal ini membuka peluang bagi penelitian lanjutan yang lebih sesuai dengan kebutuhan kapal modern.

Hasil pembahasan juga memperlihatkan pentingnya studi numerik berbasis CFD dalam menganalisis teknologi tambahan pada kapal. Dengan simulasi yang detail, fenomena hidrodinamika dapat dipetakan secara lebih jelas sebelum dilakukan penerapan nyata. Metode ini terbukti efisien dalam mengurangi risiko kesalahan penerapan teknologi baru di lapangan.

Selain aspek teknis, penelitian ini turut menegaskan bahwa inovasi dalam desain kapal harus selalu disesuaikan dengan karakteristik kapal dan kebutuhan operasional. Mengadopsi teknologi tanpa analisis mendalam dapat menyebabkan hasil yang kontraproduktif. Dengan demikian, penting bagi industri maritim untuk lebih selektif dalam memilih teknologi penunjang performa kapal.

Dari sisi akademis, penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan kajian mengenai Hull Vane pada kapal dengan konfigurasi berbeda. Perbandingan dengan hasil penelitian terdahulu memperkaya perspektif dan membuka diskusi baru tentang batasan-batasan penggunaan teknologi ini. Kontribusi ini dapat menjadi dasar bagi penelitian lebih lanjut dengan fokus pada kapal berkecepatan tinggi.

Secara ringkas, hasil dan pembahasan menegaskan bahwa Hull Vane memang dapat mengurangi hambatan pada kondisi tertentu, tetapi tidak efektif untuk semua jenis kapal, terutama yang beroperasi pada kecepatan tinggi. Kesimpulan ini sekaligus menggarisbawahi pentingnya desain khusus dan analisis menyeluruh sebelum teknologi diterapkan.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan simulasi CFD kapal MV. Batam Fast 20, dapat diambil kesimpulannya. Dari simulasi CFD seluruh variasi kapal MV. Batam Fast 20 kesimpulan yang didapatkan adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan hull vane pada kapal MV. Batam Fast 20 hanya berpengaruh untuk mengurangi nilai hambatan total kapal pada variasi kapal dengan kecepatan 10 knot.

- Sementara pada variasi kapal dengan kecepatan 15 knot, 20 knot, dan 25 knot, penggunaan hull vane menyebabkan penambahan nilai hambatan total kapal yang diakibatkan oleh lift yang terlalu besar sehingga menyebabkan kapal trim ke arah haluan.
2. Efisiensi bahan bakar hanya tercapai pada kecepatan 18 knot, yang bukan merupakan kecepatan operasional utama, sehingga manfaatnya tidak dapat dimaksimalkan dalam kondisi nyata.
 3. Hull Vane System tidak memberikan efisiensi signifikan pada rentang kecepatan operasional kapal (20–25 knot), sehingga tidak relevan untuk diterapkan pada kapal ini. Untuk kecepatan 20 knot, penggunaan hull vane dengan sudut serang 4° menghasilkan penambahan nilai hambatan total yang paling kecil yaitu sebesar 14,92% dari nilai hambatan total kapal tanpa hull vane.
 4. Dari segi desain foil, geometri dan posisi hull vane belum mampu menghasilkan gaya angkat dan pengurangan hambatan yang optimal pada kecepatan tinggi.
 5. Interaksi antara Hull Vane System dan aliran turbulen di bagian buritan kapal pada kecepatan tinggi justru berpotensi menambah hambatan dan bukan menguranginya, padahal pengujian Hull Vane System ini disimulasikan dan digunakan untuk mendapatkan nilai hambatan kecil, pada kecepatan operasional kapal (20 – 25 knot), sehingga dengan hambatan yang kecil, kecepatan dapat bertambah dengan bantuan Hull Vane System serta otomatis pemakaian bahan bakar menjadi berkurang.

Dengan demikian setelah dilakukan serangkaian uji coba dengan beberapa design foil Hull Vane System dan variasi kecepatan serta penggunaan berupa sudut serang untuk foil terhadap kapal, dapat disimpulkan bahwa Hull Vane System tidak bisa digunakan untuk kapal MV. Batam Fast 20, yang mempunyai bentuk Hull & Bottom seperti diatas.

DAFTAR PUSTAKA

- Received: 17 December 2022 / Revised: 26 December 2022 / Accepted: 02 March 2023)/Andi Trimulyono¹, Wahyu Ananda², Kiryanto³, Ari Wibawa Budi Santosa⁴. “ Investigation of The Effect Hullvane and Bow Foil on Flat-Hull Ship Using CFD Approach “.
- (2018)/Assidiq, R., Hadi, E. S., & Manik, P. “ Analisis Pengaruh Hull Vane Tipe NACA 2412 Sudut 0° Terhadap Hambatan dan Seakeeping Metode: CFD digunakan untuk menganalisis variasi jumlah dan posisi foil pada kapal perintis 750 DWT “.
- (2024)/Putra, F. A. E. “ Studi Komparasi Sudut Serang Hull Vane Berbasis CFD Terhadap Hambatan Passenger Ferry 31 M Metode: Simulasi CFD dengan variasi sudut serang (0°, 2°, 3°, 5°) pada desain V- shape Hull Vane “.
- Utami, N. (2021) “ Investigasi Pengaruh Hull Vane Bawah Garis Air Menggunakan Variasi NACA Terhadap Hambatan Kapal Metode: CFD digunakan untuk menganalisis pengaruh su dut serang NACA 4412 pada model kapal destroyer DTMB5415 “.
- C. Gallin, H. P. Hechler, J. Brix, and H. Schulenberg, “Trials Results of the Normannia”, Delft, 1969.
- C.Gallin, “Inventiveness in Ship Design,” TU Delft, Faculty of Marine Technology, OEMO, Published in: North East Coast Institution of Engineers and Shipbuilders, Bolbec Hall, Newcastle upon Tyne, UK, Oct. 1977, Accessed: May 30, 2022. [Online]. Available: <http://resolver.tudelft.nl/uuid:94565129-2c80-4504-9414-68f2494a9218>
- H. T. Wibowo and M. A. Talahatu, “Pengembangan Desain Kapal Lambung Pelat Datar,” in Prosiding SNTTM IX, Oct. 2010, pp. 13– 15.
- M. A. Budiyanto, H. T. Wibowo, and M. Fattah, “Perbandingan Nilai Hambatan Kapal antara Hasil Simulasi dengan Eksperimen pada Kapal Pelat Datar Semi-Trimaran,” in Prosiding SNTTM XVI, 2017, pp. 168–171.
- F. P. Ricinzky, T. B. Musriyadi, and A. Baidowi, “Analisa Hambatan dan Efek Diving pada Kapal Monohull Pelat Datar dan Kapal Konvensional (Streamline),” Jurnal Teknik ITS, vol. 9, no. 2, pp. G49–G54, 2020.

- G. L. Putra, H. T. Wibowo, and F. Agusta, "Stability analysis of semi- trimaran flat hull ship for a sea transportation model," *Communications in Science and Technology*, vol. 2, no. 2, pp. 42– 46, 2017.
- Syahril and R. A. Nabawi, "Numerical investigation of the effect on four bow designs flat hull ship," *International Journal of GEOMATE*, vol. 17, no. 62, pp. 231–236, 2019.
- R. A. Nabawi, Syahril, and Primawati, "Study Reduction of Resistance on The Flat Hull Ship of The Semi-Trimaran Model: Hull Vane Vs Stern Foil," *CFD Letters*, vol. 13, no. 12, pp. 32–44, 2021.
- M. A. Budiyanto, H. T. Wibowo, F. Naufal, and R. Obindias, "Study on the effectiveness of a stern-foil on a multi-chine hulls," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1034, no. 1, p. 012064, 2021.
- A. Amiadji, A. Baidowi, I. S. Arief, and F. P. Ricinzky, "CFD Based Analysis of Resistance and Pitch Motion of Novel Flat-hull hull Panel Hull Vessel," *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, vol. 19, no. 1, pp. 9–22, 2022.
- K. Uithof, P. van Oossanen, N. Moerke, P. G. van Oossanen, and K. S. Zaaier, "An update on the development of the Hull Vane®," 2014.
- B. Bouckaert et al., "Hull Vane ® on 108m Holland-Class OPVs: Effects on Fuel Consumption and Seakeeping," 2016.
- Kiryanto, U. Budiarto, and A. Firdhaus, "Analysis of the effect of hull vane on ship resistance using CFD methods," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Feb. 2021, vol. 649.
- K. A. P. Utama, Sutiyo, and K. Suastika, "Experimental and Numerical Investigation into the Effect of the Axe-Bow on the Drag Reduction of a Trimaran Configuration," *International Journal of Technology*, vol.12,no. 3,pp.527–538,2021,doi: 10.14716/ijtech.v12i3.4659.
- H. K. Versteeg and W. Malalasekera, "Turbulence and its modeling," in *An Introduction to Computational Fluid Dynamics*, vol. 6, no. 4, 2007, p. 78.
- R. R. Mitchel, M. B. Webb, J. N. Roetzel, F. K. Lu, and J. C.Dutton, "A Study of the Base Pressure Distribution of a Slender Body of Square Cross Section," in *Proceeding of the 46th AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibition*, 2008, pp. 1–8.
- J. E. Bardina, P. G. Huang, and T. J. Coakley, *Turbulence modeling validation, testing, and development*, California: Ames research center, 1997.
- R. Broglia, S. Zaghi, and F. Stern, "Calm Water and Seakeeping Investigation for a Fast Catamaran Coupling Potential Wave Models And Two-phase CFD Solvers with the SWENSE Methodology View project ONR-NICOP View project," 2011.