

ANALISA PERFORMA KAPAL KM. CIREMAI DENGAN MODIFIKASI PENAMBAHAN *PROPELLER HUB CAPS FIN* DENGAN METODE EKSPERIMEN

Suharto, Sulaiman

Program Studi D3 Teknologi Perancangan dan Konstruksi Kapal, Departemen Teknologi Industri,
Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

ABSTRACT

*The various ship propulsion models there are several considerations in the selection to be applied to the ship, such considerations are required in the planning of the ship's propulsion. With the addition of propeller hub caps fin is expected to deliver a flow model that supports the performance of propulsion systems on ship. The purpose to analyzes the best performance of the propeller shaft engine, representing a comparison of fuel consumption efficiency, as well as ship speed based on the addition of propeller hub caps fin on MV. CEREMAI. Method used was conducted experimentally to determine the performance of the ship's engines before and after using *energo pro fin* (propeller hub caps fin) with sea trial. Result shows 2% reduction in fuel consumption on the portside main engine and 3% starboard main engine. As well as enabling increased operational speed of KM ships. CIREMAI at 12% with the same rpm round. So selection of ship propeller types affects the performance of *energo profin* (propeller hub caps fin).*

Keywords: *Propeller Hub Cap Fins; Propeller; Ship performance; Experimental methods.*

PENDAHULUAN

Transportasi laut memiliki salah satu tantangan terbesar yang terdapat pada sistem propulsi karena merupakan system utama penggerak kapal, untuk bergerak sangat fleksibel pada laut seperti halnya bermanuver maka perlu adanya suatu studi untuk menganalisa bentuk gelombang yang dihasilkan dari system propulsinya[1], untuk beberapa contoh khusus, seperti kapal di dalam arus sungai, dalam arus laut, dan didalam lautan samudera pasti memiliki kendala dan perlu adanya kajian untuk melihat performa maneuver dari jenis propulsi kapalnya[2]. *Pitch* sangat diperlukan untuk menciptakan daya dorong yang seimbang, sehingga tidak menutup kemungkinan terjadinya keseimbangan antara rotor dan *shaft* penggerak *propeller* kapal[3],[4]. Kinerja tersebut membuat pengaruh kinerja mesin sangat tergantung dari beban putaran *propeller* di dalam air laut, sehingga konsumsi bahan bakar juga berpengaruh terhadap kemampuan dan besarnya usaha putaran yang dihasilkan[5],[6]. Dari berbagai model propulsi kapal terdapat beberapa pertimbangan dalam pemilihannya untuk diterapkan pada kapal, pertimbangan tersebut diperlukan dalam perencanaan propulsi kapal untuk memberikan performa yang baik ketika kapal beroperasi[7],[8],[9]. Menurut studi sebelumnya ada bentuk *shaft arrangement* sangat menentukan kemungkinan bentuk sistem propulsi kapal yang digunakan[1],[10]. Salah satu keuntungan terbaik dari *propeller type* CBVRP adalah torsi manuver yang diciptakan oleh jauh lebih tinggi, sekitar 5 kali dari torsi poros *propeller* yang sama pada gaya dorong kapal. Suatu bentuk pendekatan dengan penambahan *propeller hub caps fin* diharapkan mampu memberikan suatu model aliran yang mendukung performa kinerja

sistem propulsi pada kapal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Propeller Hub Caps Fin*

Dengan berkembangnya teknologi sistem propulsi, ada beberapa hasil peneliti terdahulu pada artikel "*Numerical investigation on the asymmetric propeller behavior of a twin-screw ship during maneuvers by using RANS method*", menyatakan hasil analisisnya dengan menggunakan metode CFD (*Computational Fluid Dynamic*) dimana untuk meningkatkan keselamatan navigasi kapal dan operasi mesin utama terutama ketika beban propulsi pada capaian maksimum maka perlu adanya suatu analisa terutama untuk kapal *Twin-Screw* di bawah kondisi maneuver. Model yang diusulkan yang menggambarkan kinerja *propeller* selama maneuver. Mengambil model kapal *Twins-Screw* DTMB 5415M sebagai objek studi, permodelan numeric dengan simulasi RANS dilakukan untuk serangkaian tes statis dan tes perputaran [4]. Senada dengan hal tersebut pada artikel dengan judul "*An experimental*

method to identify a component of wave orbital motion in propeller effective inflow velocity and its effects on load fluctuations of a ship main engine in waves” peningkatan akurasi estimasi pada fluktuasi torsi baling-baling dalam gelombang akan memberikan kontribusi penilaian pada pengoperasian yang aman dari mesin utama kapal. Torsi *propeller* dan dorong dalam gelombang dapat diperkirakan dengan kecepatan infus yang efektif dalam gelombang, sehingga dengan menggunakan karakteristik gelombang secara model matematis kecepatan arus masuk efektif dalam gelombang dapat terdiri dari gerakan gelombang kapal dan gerakan orbital gelombang pada posisi *propeller*[11],[12]. Studi “Non-linear noise from a ship propeller in open sea condition” menjelaskan dalam penggunaan simulator mesin diesel untuk mengelola kecepatan poros pada model kapal sebagai representasi mesin diesel yang sebenarnya, mendapatkan fluktuasi torsi realistis untuk mendapatkan hasil perkiraan dan perbandingan dengan menerapkan metode identifikasi yang diusulkan. Melalui perbandingan estimasi fluktuasi dengan hasil pengukuran, pendekatan yang diusulkan untuk komponen kecepatan arus masuk akibat gerakan orbital gelombang berhasil divalidasi. Perbedaan Gerakan tersebut menghasilkan getaran yang tingkat linearitas dari putaran yang dihasilkan berdasarkan alignment poros *propeller*[13],[14]. Prediksi perhitungan kekuatan hidrodinamik pada *propeller* dengan sudut lancip yang berbeda dan *unit drive podded* dalam model *azimuthing* menunjukkan hasil evaluasi kinerja *propulsive* dari system penggerak *podded* yang cukup menunjukkan trend positif. Metode ini pertama kali diverifikasi oleh desain *propeller* dengan sudut hub yang berbeda (lancip). Kurva kinerja *propeller*, diperoleh dengan metode numerik, telah dibandingkan dan divalidasi dengan hasil eksperimen, seperti yang tertuang dalam artikel “Numerical hydrodynamic evaluation of propeller (with hub taper) and podded drive in azimuthing conditions”[15].

Adapun korelasi dan hubungannya dengan penelitian terdahulu tersebut cukup terlihat dari penelitian ini adalah pengaruh modifikasi penambahan pada sistem propulsi kapal yang berpengaruh terhadap performa mesin kapal. Hal ini merumuskan suatu hipotesis sementara bahwa penambahan *propeller hub caps fin* pada system propulsi kapal cukup memberikan pengaruh terhadap performa kinerja kapal, demikian halnya dengan penelitian– penelitian yang dilakukan sebelumnya berkaitan dengan eksperimen simulasi modifikasi desain dan model *propeller* kapal.

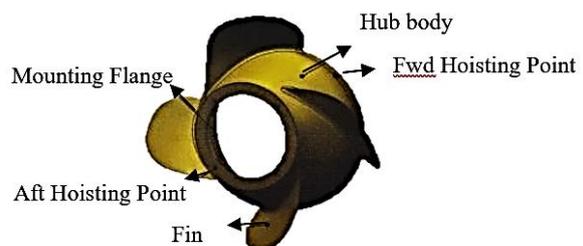
Secara garis besar batasan masalah dalam penelitian ini adalah pada bagian modifikasi penambahan *propeller hub caps fin* pada kedua sistem propulsi. Pencatatan data *sea trial* dilakukan terhadap kedua mesin induk kapal. Kondisi gelombang sesuai dengan kondisi rata-rata perairan

pelabuhan tanjung emas Semarang, cuaca ketika pelaksanaan *sea trial* cukup cerah. Sehingga berdasarkan pendahuluan dan beberapa kajian dari peneliti terdahulu maka tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis performa terbaik dari mesin penggerak *propeller* sehingga merepresentasikan perbandingan efisiensi konsumsi bahan bakar, serta kecepatan kapal berdasarkan penambahan *propeller hub caps fin* pada kapal KM. CIREMAI.

KAJIAN LITERATUR

Energopro Fin (Propeller Hub Caps Fin)

Salah satu upaya untuk menghemat energi yang terbuang ketika putaran *propeller* terjadi adalah dengan memberikan suatu modifikasi terhadap bentuk hub *propeller*. Dengan penambahan alat ini diharapkan mampu memberikan perubahan aliran sehingga daerah slip oelh gelombang arus yang terjadi dapat di kondisikan untuk dijadikan suatu aliran vortek yang sangat ideal untuk menunjang performa kinerja propulsi kapal. Selain itu dengan penambahan alat ini dapat menyuplai daya dorong sehingga torsi berlebih dari putaran mesin dapat tereduksi sehingga aliran *propeller* di daerah buritan sangat efektif.



Gambar 2. Part of *Energopro Fin*

Penambahan ini dapat mepreduksi kebisingan dan getaran yang terjadi di ruang mesin kapal, akibat putaran aliran fluida yang dikondisikan menjadi sempurna maka secara bersamaan baban mesin juga menjadi tak terlalu berat. Selain itu aplikasi dari alat ini juga tidak mengganggu proses *maneuver* kapal karena secara tidak langsung tetap perputaran *maneuver* kapal tetap menjalankan fungsi *rudder*. Bagian dari *fins* terbuat dari bahan Nikel- Aluminium – Bronze sehingga dapat diterapkan pada setiap jenis material *propeller*, seperti yang terlihat pada Gambar 2. Bagian ini merupakan pengembangan dari *propeller* model CPP (*Controllable Pitch Propeller*) yang telah dimodifikasi lubang *hoisting* digunakan untuk penempatan *nuts* sehingga dapat mengunci ring dengan tekanan yang cukup di permukaan kontak *flange hub*. Selain itu penggunaan *energopro fin* ini juga dapat memberikan perlindungan katodik terhadap daerah buritan kapal karena kontak dengan air laut tidak cukup menimbulkan gelombang yang berlebihan sehingga efek kavitasi sangat berkurang. Perpaduan jenis material menghasilkan suatu kombinasi yang tepat untuk system perlindungan katodik system tersebut sering disebut juga dengan

ICCP (*Impressed current cathodic protection system*).

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam proses penelitian ini dibutuhkan data data dari obyek yang akan dianalisis. Adapun proses pengambilan data terbagi menjadi beberapa tahapan.

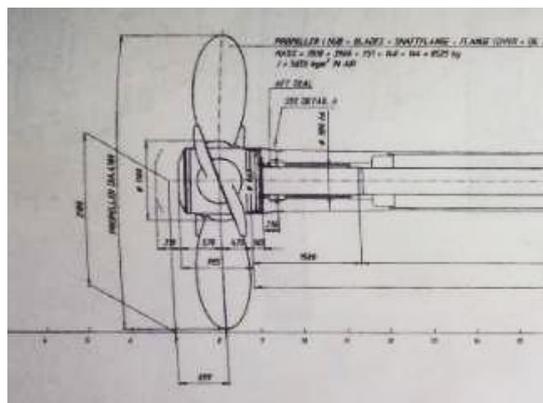
Studi Lapangan

Dalam penelitian ini penulis perlu melakukan beberapa tahap studi lapangan dan wawancara secara langsung dengan pihak - pihak yang berkaitan dengan penelitian ini dan bertujuan untuk melengkapi kebutuhan data dalam pengerjaan penelitian ini, adapun studi lapangan tersebut antara lain :

- Pengambilan Data Penelitian
Data yang dibutuhkan dalam pengerjaan penelitian ini antara lain data primer dan data sekunder.
- Metode Pengambilan Data
Dalam proses pengambilan data, ada beberapa metode yang digunakan dalam pengambilan data tersebut, diantaranya metode observasi dan metode wawancara.
- Tempat Penelitian ini dilakukan pada Industri Galangan Kapal PT. Janata Marina Indah, Semarang.
- Mempelajari sistematika penelitian terdahulu yang akan dikemukakan dari berbagai macam referensi baik berupa buku, majalah, artikel, jurnal dan melalui internet.
- Setelah melakukan pengamatan dan pengambilan data dilapangan, maka selanjutnya data tersebut dilakukan proses analisis dan pembahasan.
- Semua hasil pengolahan data berupa pemaparan analisis, rangkuman hasil analisis yang terjadi kemudian dilakukan pengelompokkan agar mudah dalam penyusunan laporan.

Alat

Dalam penulisan ini menggunakan *setting eksperimen* peralatan untuk mempermudah melakukan proses eksperimen test. Pada bagian ini meliputi pengecekan posisi dari susunan penempatan sistem propulsi kapal beserta dengan sistem pendukungnya. Pengecekan melibatkan gambar arrangement dari sistem propulsi kapal. Terlihat *Propeller Hub Caps Fin* sebagai pengunci dari *propeller* kapal terdapat pada bagian yang paling ujung dari *shaft propeller*. Pengujian dilakukan secara eksperimen untuk mengetahui performa mesin kapal sebelum dan setelah menggunakan *Energopro Fin (Propeller Hub Caps Fin)* pada sistem propulsi kapal, ketika kapal melakukan percobaan pelayaran (*sea trial*).



Gambar 3. *Shaft Arrangement*

Hasil Dan Pembahasan

Ukuran Utama Kapal :

Nama Kapal	: KM CIREMAI
LOA	: 144,80 M
LBP	: 136,20 M
B	: 23,42 M
H	: 11,79 M
T	: 5,9 M
DWT	: 14.581 Ton



Gambar 4. Pemasangan *Energopro Fin*

Gambar 3 menunjukkan *shaft arrangement* yang dilakukan sedangkan Gambar 4 memperlihatkan pemasangan *Energopro Fin*. Sebelum dilakukan pemasangan terlebih dahulu menentukan ukuran dan dimensi *hub propeller* yang sesuai. Selanjutnya dilakukan pengujian kontak fitting sehingga mengetahui apakah (*Propeller Hub Caps Fin*) yang baru ini sudah tersentuh keseluruhan atau kontak secara keseluruhan antar permukaan *hub caps* dengan *propeller*. Pemasangan dengan menggunakan katrol yang untuk menempatkannya dibantu dengan *eyeplate pad*. Selama pelaksanaan pengujian dilakukan kontrol pada masing-masing bagian departemen permesian ndan anjungan kapal. Tujuan dari pengontrolan ini untuk mengetahui seberapa tepat kondisi real yang nyata terjadi ketika proses *sea trial* ini. Hasil perngujian lebih jelas dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Laporan kondisi Mesin induk sebelum dan setelah penggunaan *Energopro Fin (Propeller Hub Caps Fin)*

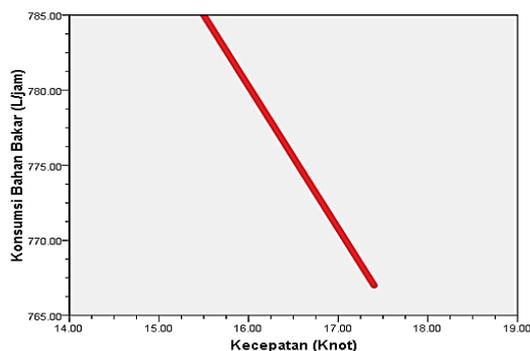
No	Komponen	Sebelum Pemakaian		Setelah Pemakaian	
		Mesin Induk Kanan	Mesin Induk Kiri	Mesin Induk Kanan	Mesin Induk Kiri
1	Rpm	375	375	375	375
2	Gas Buang Cyl no.1	350 ⁰ c	330 ⁰ c	350 ⁰ c	330 ⁰ c
	Gas Buang Cyl no.2	360 ⁰ c	350 ⁰ c	300 ⁰ c	330 ⁰ c
	Gas Buang Cyl no.3	310 ⁰ c	360 ⁰ c	325 ⁰ c	310 ⁰ c
	Gas Buang Cyl no.4	390 ⁰ c	410 ⁰ c	300 ⁰ c	310 ⁰ c
	Gas Buang Cyl no.5	310 ⁰ c	410 ⁰ c	300 ⁰ c	340 ⁰ c
	Gas Buang Cyl no.6	340 ⁰ c	410 ⁰ c	330 ⁰ c	370 ⁰ c
3	Rack Bahan Bakar Cyl no.1	39mm	34mm	35mm	33mm
	Rack Bahan Bakar Cyl no.2	35mm	34mm	35mm	33mm
	Rack Bahan Bakar Cyl no.3	32mm	37mm	33mm	38mm
	Rack Bahan Bakar Cyl no.4	32mm	32mm	31mm	32mm
	Rack Bahan Bakar Cyl no.5	32mm	30mm	32mm	30mm
	Rack Bahan Bakar Cyl no.6	32mm	33mm	31mm	33mm
4	Tekanan udara bilas	0.6bar	0.6bar	0.5bar	0.5bar
5	Tekanan air pendingin	3.5bar	3.4bar	3bar	3.2bar
6	Tekanan minyak pelumas	3.6bar	3.8bar	5.2bar	4bar
7	Tekanan bahan bakar	2bar	1.8bar	1.8bar	2bar
8	Temperatur air pendingin	68 ⁰ c	70 ⁰ c	76 ⁰ c	78 ⁰ c
9	Temperatur minyak pelumas	58 ⁰ c	58 ⁰ c	60 ⁰ c	55 ⁰ c
10	<i>Pitch (CPP)</i>	90%	90%	88%	88%
11	Temperatur stern tube	47 ⁰ c	46.5 ⁰ c	44.6 ⁰ c	32.5 ⁰ c
12	Temperatur <i>plumer block</i> 1	34 ⁰ c	35.5 ⁰ c	34.5 ⁰ c	35.5 ⁰ c
	Temperatur <i>plumer block</i> 2	34 ⁰ c	36.5 ⁰ c	32.6 ⁰ c	35.7 ⁰ c
13	<i>Fuel Consumption</i>	786L/jm	785L/jm	767L/jm	765L/jm
14	<i>Speed</i>	15.5 Knot		17.4 Knot	

Dari laporan hasil eksperimen penelitian lihat tabel 1, dapat diketahui setelah pemakaian *enegro profin (propeller hub caps fin)* performansi mesin menjadi lebih ideal, hal itu terlihat dari beberapa parameter yang menunjukkan kondisi ideal mesin induk. Pada putaran rpm mesin yang tetap sama kondisi temperatur gas buang untuk ruang bakar no 1 sampai dengan 6 rata-rata mengalami penurunan suhu temperatur, jika pada mesin induk kiri sebesar 7%, dan pada mesin induk kanan sebesar 12%. Hal ini menunjukkan kinerja mesin tidak terlalu berat berdasarkan daya yang dihasilkan tidak terlalu besar untuk memutar *propeller*. Disisi lain penggunaan *enegro profin (propeller hub caps fin)* membantu aliran pada sistem propulsi kapal sehingga putaran poros menjadi semakin ideal dan aliran fluida yang terbentuk menjadi daya dorong tambahan bagi kapal. Senada dengan hasil penelitian dimana semua parameter tekanan mengalami penurunan, hanya pada

tekanan minyak pelumas meningkat sebesar untuk mesin induk kiri 44% dan mesin induk kanan 5%. Hal ini menunjukkan terjadinya gesekan yang cukup cepat pada komponen permesinan dikarenakan tersalurkannya seluruh gaya gesekan menuju poros *propeller*. Dengan demikian penggunaan *enegro profin (Propeller Hub Caps Fin)* dapat membentuk aliran fluida yang cukup baik sehingga mendukung kinerja mesin untuk menghasilkan daya yang maksimum.

Setelah dilakukan pengamatan dari hasil percobaan penggunaan *enegro profin (propeller hub caps fin)* didapatkan hasil peningkatan performa mesin ditunjukkan dari kecepatan operasional yang dapat meningkat sebesar 12% dan penurunan konsumsi bahan bakar pada mesin induk kiri sebesar 2% dan mesin induk kanan 3%. Hal tersebut juga tergambar dari grafik yang menunjukkan trend menurun untuk kebutuhan bahan bakar kapal namun

disisi lain mengalami peningkatan kecepatan percobaan pada kapal, seperti yang terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik rata-rata kebutuhan bahan bakar setelah menggunakan *enegro profin* (*propeller hub caps fin*)

KESIMPULAN

Enegro profin (*propeller hub caps fin*) merupakan suatu modifikasi penambahan modifikasi *bonet propeller* kapal yang dapat meningkatkan performansi mesin kapal. Laju aliran yang dihasilkan dari sistem propulsi KM Ciremai menghasilkan bentuk aliran yang ideal sehingga kinerja mesin menjadi lebih efisien. Hal ini terlihat dari hasil eksperimen penelitian yang menunjukkan berkurangnya konsumsi bahan bakar pada mesin induk kiri sebesar 2 % dan mesin induk kanan 3 %. Serta memungkinkan meningkatnya kecepatan operasional kapal KM. CIREMAI sebesar 12% dengan putaran rpm yang sama.

Pemilihan tipe propeller kapal berpengaruh terhadap kinerja *enegro profin* (*propeller hub caps fin*). Selain karena desain bentuk setiap tipe *bonet propeller* memiliki bentuk yang berbeda dan belum tentu dapat dipasang *enegro profin* (*propeller hub caps fin*) sehingga perlu adanya modifikasi atau pemesanan *custom* terhadap pembelian *enegro profin* (*propeller hub caps fin*). Modifikasi ini disarankan untuk tipe propeller dengan tipe CPP (*Controlable Pitch Propeller*) karena memungkinkan juga untuk merawat *blade* dan material *blade propellernya*.

DAFTAR PUSTAKA

- S.-S. Lim, T.-W. Kim, D.-M. Lee, C.-G. Kang, and S.-Y. Kim, 2014, Parametric study of propeller boss cap fins for container ships, *International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering*, vol. 6, no. 2, pp. 187–205
- B. Utomo and S. F. Khristyson, 2019, Studi Perancangan Propulsi Kapal Peti Kemas 100 Teus, *Gema Teknologi*, vol. 20, no. 2, p. 46.
- F. Ortolani and G. Dubbioso, 2019, Experimental investigation of single blade and propeller loads by free running model test. Straight ahead sailing, *Applied Ocean Research*, vol. 87, pp. 111–129.
- H. Guo, Z. Zou, F. Wang, and Y. Liu, 2020, Numerical investigation on the asymmetric propeller behavior of a twin-screw ship during maneuvers by using RANS method, *Ocean Engineering*, vol. 200, p. 107083.
- Y. Jin, J. Duffy, S. Chai, and A. R. Magee, 2019, DTMB 5415M dynamic manoeuvres with URANS computation using body-force and discretised propeller models, *Ocean Engineering*, vol. 182, pp. 305–317.
- J. S. Go, H. S. Yoon, and J. H. Jung, 2017, Effects of a duct before a propeller on propulsion performance, *Ocean Engineering*, vol. 136, pp. 54–66.
- H. M. T. Khaleed, Z. Samad, A. R. Othman, M. A. Mujeebu, A. B. Abdullah, and M. M. Zihad, 2011, Work-piece optimization and thermal analysis for flash-less cold forging of AUV propeller hubs — FEM simulation and experiment, *Journal of Manufacturing Processes*, vol. 13, no. 1, pp. 41–49.
- H. Hashimoto, 2019, CFD prediction of wave-induced forces on ships running in irregular stern quartering seas, *Ocean Engineering*, vol. 188, p. 106277.
- M. Terziev, T. Tezdogan, and A. Incecik, 2020, A posteriori error and uncertainty estimation in computational ship hydrodynamics, *Ocean Engineering*, vol. 208, p. 107434.
- M. Eskandarian and P. Liu, 2019, A novel maneuverable propeller for improving maneuverability and propulsive performance of underwater vehicles, *Applied Ocean Research*, vol. 85, pp. 53–64.
- Y. Kitagawa, O. Bondarenko, and Y. Tsukada, 2019, An experimental method to identify a component of wave orbital motion in propeller effective inflow velocity and its effects on load fluctuations of a ship main engine in waves, *Applied Ocean Research*, vol. 92, p. 101922.
- K. Mizzi, Y. K. Demirel, C. Banks, O. Turan, P. Kaklis, and M. Atlar, 2017, Design optimisation of Propeller Boss Cap Fins for enhanced propeller performance, *Applied Ocean Research*, vol. 62, pp. 210–222.
- M. Cianferra, A. Petronio, and V. Armenio, 2019, Non-linear noise from a ship propeller in open sea condition, *Ocean Engineering*, vol. 191, p. 106474.
- D. Owen, Y. K. Demirel, E. Oguz, T. Tezdogan, and A. Incecik, 2018, Investigating the effect of biofouling on propeller characteristics using CFD, *Ocean Engineering*, vol. 159, pp. 505–516.
- R. Shamsi, H. Ghassemi, D. Molyneux, and P. Liu, 2014, Numerical hydrodynamic evaluation of propeller (with hub taper) and podded drive in azimuthing conditions, *Ocean Engineering*, vol. 76, pp. 121–135.