

PENGARUH PENGGUNAAN ENERGY SAVING DEVICE PADA PROPELLER B4 55 DENGAN METODE CFD

Andi Trimulyono¹, Parlindungan Manik², Nurul Huda³
Program Studi S1 Teknik Perkapalan Fakultas Teknik UNDIP
anditrimulyono@gmail.com, nurulhudamahiba@yahoo.com

Abstrak

Tingginya harga bahan bakar semakin mendorong pelaku industri khususnya pemilik kapal melakukan penghematan konsumsi bahan bakar dan cara yang cukup efektif untuk mengurangi konsumsi bahan bakar tersebut adalah dengan menambah instalasi alat yang disebut Energy Saving Device (ESD) pada propeller dengan tujuan meningkatkan efisiensi propulsi. Beberapa desain ESD propeller yang telah dikembangkan yakni Ducted Propellers (Kort Nozzel propeller), dan Propeller Boss Cap Fins (PBCF).

Perbedaan jenis Energy Saving Device (ESD) mengindikasikan perubahan gaya *torque* dan *thrust* yang berbeda sehingga penulis disini ingin menganalisa pengaruh instalasi Energy Saving Device (ESD) pada propeller terhadap *torque* dan *thrust* yang dihasilkan sehingga dapat diketahui jenis ESD dengan performa paling optimal dengan bantuan paket program CAD (Computer Aided Design) serta CFD (Computational Fluid Dynamics).

Hasil analisa dengan menggunakan RANS software CFD menunjukkan akibat penambahan instalasi Energy Saving Device (ESD) pada propeller, terjadi perubahan bentuk aliran fluida, yang berpengaruh pula terhadap nilai thrust dan torque yang dihasilkan. Gaya thrust yang terjadi pada PBCF Propeller adalah sebesar $8.70E+05$ N, dengan Torque $7.18E+05$, sedangkan thrust pada Nozzle Propeller adalah sebesar $1.18E+06$ dengan Torque $9.86E+05$.

Kata kunci : Energy Saving Device, Ducted Propellers, Propeller Boss Cap Fins (PBCF), CFD.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Meningkatnya harga bahan bakar semakin mendorong pelaku industri khususnya pemilik kapal melakukan penghematan konsumsi bahan bakar dan cara yang cukup efektif untuk mengurangi konsumsi bahan bakar tersebut adalah dengan menambah instalasi alat yang disebut Energy Saving Device (ESD) dengan tujuan meningkatkan efisiensi propulsi. Penambahan Energy Saving Device (ESD) pada propeller ini akan meminimalisir energy losses yang terjadi pada propeller.

Beberapa desain Energy Saving Device (ESD) yang telah dikembangkan yakni Ducted Propellers (Kort Nozzel propeller), Propeller Boss Cap Fins (PBCF), dan keduanya telah terbukti mampu meningkatkan efisiensi konsumsi bahan

bakar. Keunikan pada Kort Nozzel Propeller yakni dengan adanya saluran (Duct) berbentuk seperti gelang yang mana mempunyai potongan melintang berbentuk aerofoil mengitari diameter luar propeller, dengan adanya Duct ini propeller mampu menghasilkan 20 % extra thrust atau sekitar 8 % penambahan kecepatan pada kapal. Sedangkan pada Propeller Boss Cap Fins terdapat penambahan sirip atau ulir mengitari boss cap (hub cone), dan dengan penambahan ini dihasilkan pengurangan konsumsi bahan bakar sekitar 3,5 % saat kondisi ballast dan 4 % pada kondisi load.

Dalam penelitian ini kedua Energy Saving Device (ESD) tersebut akan divariasikan instalasinya pada propeller B-Series tipe B4-55 yang selanjutnya aliran fluida yang terjadi pada variasi desain propeller tersebut akan dianalisa menggunakan metode CFD (Computational Fluid Dynamics).

1.2. Perumusan Masalah

Dengan memperhatikan pokok permasalahan yang terdapat pada latar belakang maka diambil beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Apa pengaruh pemakaian Energy Saving Device pada Propeller terhadap bentuk aliran fluida yang dihasilkan?
2. Dari kedua tipe tersebut, Energy Saving Device seperti apa yang memiliki nilai *thrust* paling tinggi dan nilai *torque* terendah?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah digunakan sebagai arahan serta acuan dalam penulisan tugas akhir sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang diharapkan

1. Propeller yang digunakan adalah type B4 55

Diameter	7405 mm
Pitch	6035.3 mm
Expanded Area Ratio	0.55
Number of Blades	4
Boss Ratio	0.2
Rake Angle	10°
Blade Section	B-Series
2. Asumsi aliran di depan propeller steady-uniform.
3. Analisa pada keadaan open water.
4. Kondisi propeller akan dianalisa pada keadaan statis sesuai dengan putaran yang dikehendaki.
5. Hanya menganalisa distribusi aliran fluida di belakang propeller.
6. Analisis yang dilakukan dengan mengabaikan faktor maupun kondisi aliran air (fluida) dari lambung.
7. Kort Nozzle yang digunakan model B tipe shushkin nozzle.
8. Variasi yang dilakukan ada 8 yaitu :
 - a. Conventional Propeller
 - b. Propeller dengan PBCF
 - c. Propeller dengan Nozzle

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas maka maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh pemakaian ESD pada Propeller terhadap bentuk aliran fluida yang dihasilkan.

2. Dari kedua tipe tersebut, dapat diketahui desain ESD seperti apa yang memiliki nilai *thrust* paling tinggi dan nilai *torque* terendah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Hidrodinamika propeller

Dalam membuat bentuk dasar propeller dibutuhkan bentuk yang hidrodinamis yaitu yang dinamakan Hidrofoil dimana menghasilkan suatu lift yang lebih besar dibandingkan dengan drag-nya. Pergerakan dari hidrofoil ini terjadi pada suatu media fluida dengan kecepatan yang memungkinkan terjadinya hidrodinamika. Hidrodinamika adalah peristiwa di mana kecepatan antara bagian atas dan bawah hidrofoil terjadi perbedaan. Fluida yang melalui bagian atas airfoil melaju lebih cepat daripada fluida yang melewati bagian bawah. Hal ini disebabkan adanya perbedaan tekanan antara aliran fluida bagian atas dan aliran fluida bagian bawah. Seperti yang kita ketahui bahwa besarnya tekanan berbanding terbalik terhadap besarnya kecepatan.

Sehingga yang terjadi adalah aliran fluida yang melalui bagian bawah hidrofoil lebih pelan bila dibandingkan bagian atas hidrofoil. Perbedaan tekanan yang terjadi inilah yang kemudian akhirnya menimbulkan fenomena lift atau gaya angkat itu.

2.2. Baling-baling

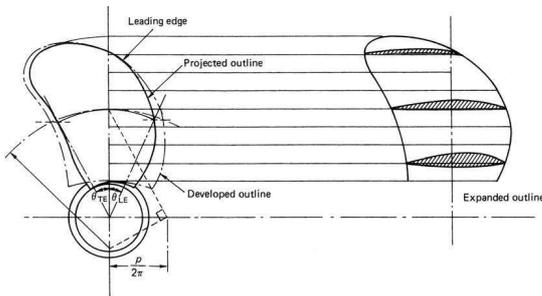
Baling-baling ulir merupakan bentuk alat penggerak kapal yang paling umum. Sebuah baling-baling ulir mempunyai dua buah daun atau lebih yang menjorok dari hub atau bos [1]. Bos ini dipasang pada poros yang digerakkan oleh mesin penggerak kapal. Daun baling-baling tersebut dapat merupakan bagian yang menyatu dengan hub, atau merupakan bagian yang dapat dilepas dari dan dipasang pada hub atau merupakan daun yang dapat dikendalikan (controllable pitch propeller).

Baling-baling umumnya diletakkan pada kedudukan yang serendah mungkin di bagian belakang kapal. Suatu baling-baling harus mempunyai garis tengah (diameter) demikian rupa sehingga bila kapal dalam keadaan bermuatan penuh baling-baling tersebut akan terbenam dengan memadai sehingga dapat menghindari

sejauh mungkin terjadinya fenomena terikutnya udara (airdrawing) dan pemacuan baling-baling (racing) ketika kapal mengalami gerakan pitching.

2.3. Geometri

Permukaan daun baling-baling yang menghadap ke belakang disebut sisi muka, atau paras, (face) atau sisi tekanan tinggi, sedangkan sisi sebaliknya disebut punggung atau sisi belakang, (back) atau sisi tekanan rendah.

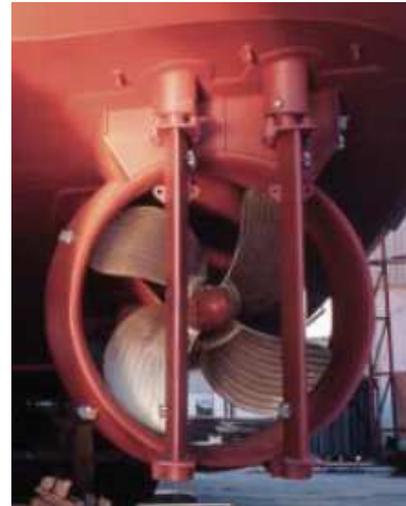


Gambar 1.1. Sketsa definisi baling-baling

Bentuk sisi tekanan tinggi yang paling sederhana adalah permukaan berbentuk spiral (helicoidal surface). Permukaan ini dapat didefinisikan sebagai permukaan yang dibentuk oleh sebuah garis lurus, disebut generatriks atau garis generator (generatrix, atau generator line) yang berkisar mengelilingi suatu sumbu yang melalui salah satu ujungnya dan sekaligus bergerak ke sepanjang sumbu tersebut. Jarak aksial yang ditempuh dalam tiap kisaran disebut langkah atau jarak ulir P (pitch). Jika langkah ulir tersebut tetap maka berarti bahwa P untuk semua jari-jari dalam baling-baling demikian itu sama.

2.4. Ducted Propeller

Beban gaya dorong yang tinggi memberikan efisiensi yang rendah, sebaliknya beban gaya dorong yang rendah memberikan efisiensi yang tinggi [2]. Dengan demikian maka efisiensi baling-baling dapat ditingkatkan, berarti peningkatan kualitas propulsif kapal, dengan jalan menurunkan beban gaya dorong.



Gambar 1.2. Kort Nozzle Propeller

Beban gaya dorong dapat diubah dengan jalan memasang foil udara mengelilingi baling-baling sehingga membentuk satu unit baling-baling yang diselubungi atau unit baling-baling di dalam tabung (nozzle). Unit ini juga disebut sebagai tabung Kort. Kort diambil dari nama Ludwig Kort, yaitu perancang baling-baling tabung (ducted propeller) untuk kapal yang pertama; pada tahun 1927.

2.5. Propeller Boss Cap Fins (PBCF)

Propeller Boss Cap Fins (PBCF) merupakan sirip kecil yang dipasang pada preopeller hub yang mana didesain untuk mengurangi hub vortex, yang bertujuan untuk mengebalikan rotational energy yang hilang, dan mengurangi cavitasi. Konsep ini telah ditemukan oleh Mitsui OSK Lines Ltd.

Unit ini telah menghemat energy pada lebih dari 830 kapal di seluruh dunia. Meningkatkan efisiensi propeller dengan memanfaatkan kembali energy dari hub vortex, yang merupakan efek dari pemasangan Propeller Boss Cap Fins (PBCF).



Gambar 1.3. Propeller Bosh Cap Fin

PCBF dapat didesain untuk dipasang pada segala ukuran dan tipe kapal, dengan ketentuan sebagai berikut :

- Jumlah fin atau sirip harus sama dengan jumlah daun baling-baling.
- Perbedaan fase pada cross-section dari pangkal daun propeller dengan sirip bervariasi antara 20°-30°.
- Diameter fin/sirip tidak lebih 33% dari diameter propeller.
- Leading edge dari fin terletak dekat antara dua pangkal daun propeller.

2.6. Computational Fluid Dynamic (CFD)

Computational Fluid Dynamics (CFD) merupakan salah satu cabang dari mekanika fluida yang menggunakan metode numerik dan algoritma untuk menyelesaikan dan menganalisa permasalahan yang berhubungan dengan aliran fluida. Tujuan dari CFD adalah untuk memprediksi secara akurat tentang aliran fluida, perpindahan panas, dan reaksi kimia dalam sistem yang kompleks, yang melibatkan satu atau semua fenomena di atas.

Aplikasi dari CFD untuk penyelesaian masalah aliran pada propeller telah mengalami kemajuan cukup pesat pada akhir-akhir ini. Bahkan pada saat ini teknik CFD merupakan bagian dari proses desain dalam diagram spiral perancangan.

Computational Fluid Dynamics terdiri dari tiga elemen utama yaitu:

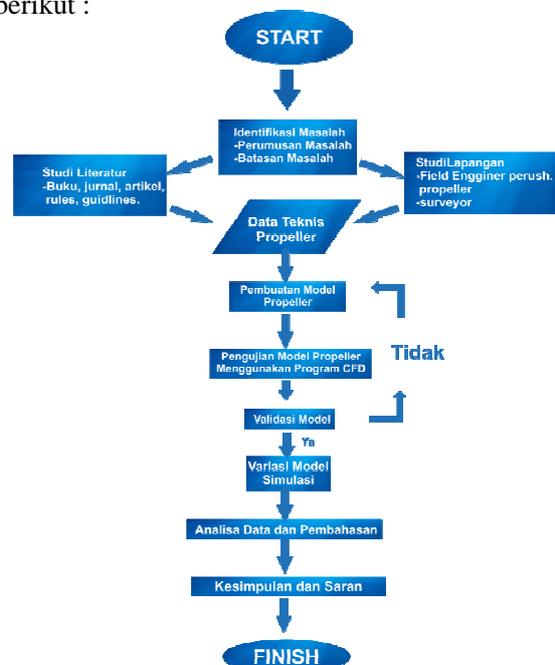
- Pre Processor
- Solver Manager
- Post Processor

Sebuah pemahaman yang baik diperlukan dalam menyelesaikan algoritma penyelesaian numerik. Terdapat tiga konsep matematika yang berguna dalam menentukan berhasil atau tidaknya algoritma:

- Konvergensi, merupakan properti metode numerik untuk menghasilkan solusi yang mendekati solusi eksakta sebagai grid spacing, ukuran kontrol volume atau ukuran elemen dikurangi mendekati nol.
- Konsisten, merupakan suatu skema numerik yang menghasilkan sistem persamaan aljabar yang dapat diperlihatkan ekuivalen dengan persamaan pengendali sebagai grid spasi mendekati nol.
- Stabilitas, yaitu penggunaan faktor kesalahan sebagai indikasi metode numerik. Jika sebuah teknik tidak stabil dalam setiap kesalahan pembulatan bahkan dalam data awal dapat menyebabkan osilasi atau divergensi

3. METODOLOGI PENELITIAN

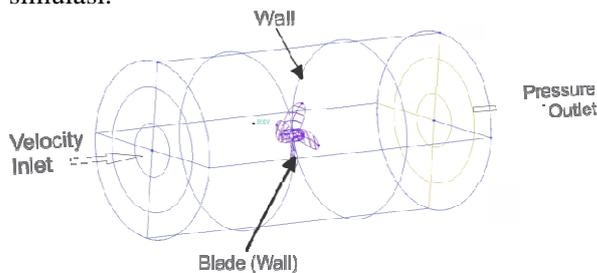
Metodologi yang dipakai untuk penyelesaian penelitian ini secara lengkap dapat dilihat pada gambar dibawah dengan tahapan-tahapan seperti berikut :



Gambar 1.4 Flow Chart metodologi penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah visualisasi pada tahapan pre processor, dimana boundary diinputkan pada domain model propeller sebelum dilakukan simulasi.



Gambar 2.1 *Boundary building* untuk model *propeller*

Dengan detail penentuan domain fluida, kondisi batas dan perencanaan simulasi aliran sebagai berikut:

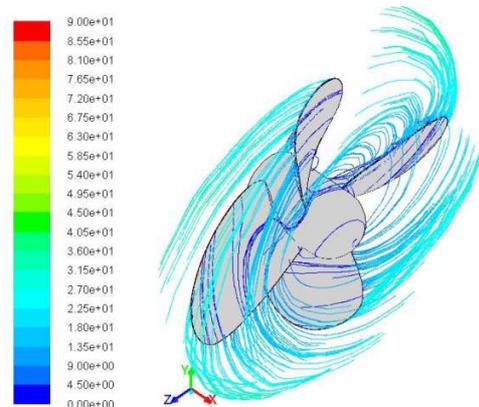
Table 2.1 Domain Physics

Domain - body	
Type	Water with rotational velocity 8.37758 rad/s

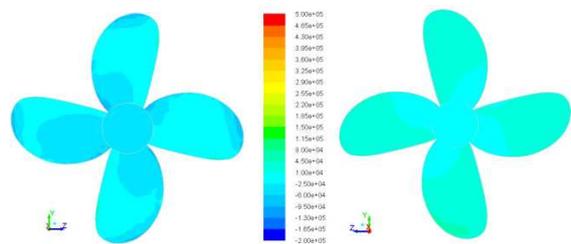
Table 2.2 Boundary Physics

Domain	Boundaries	
body	Boundary side - Wall	
	Type	Relative Rotational Velocity of zero
	Boundary - inlet	
	Type	Velocity Inlet 5.36 m/s
	Boundary - outlet	
	Type	Pressure Outlet 0 Pa
Boundary propeller -Wall		
Type	Relative Rotational Velocity of zero	

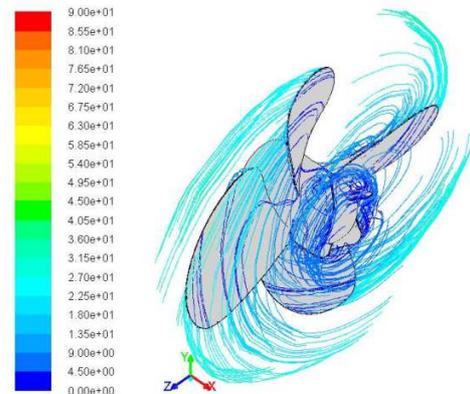
Berikut ini adalah hasil berupa tampilan visualisasi simulasi dari pemodelan conventional propeller, ducted propeller, dan PBCF.



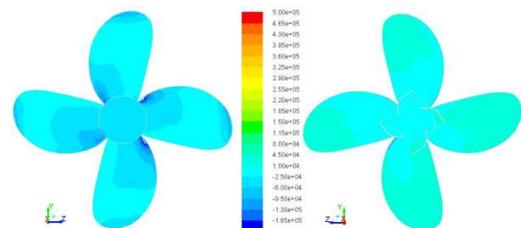
Gambar 2.2 Streamline velocity pada Conventional propeller B4-55



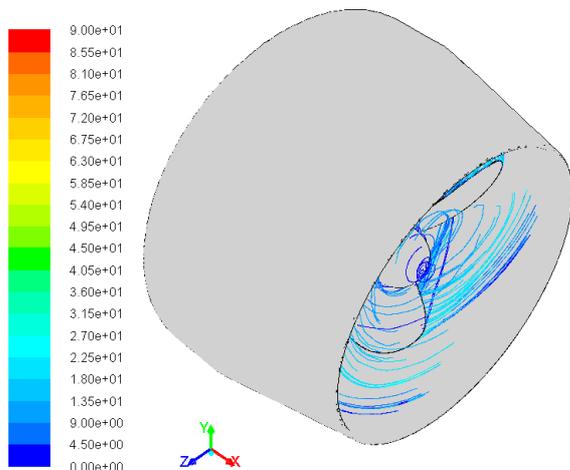
Gambar 2.3 Pressure Contour pada conventional propeller B4-55



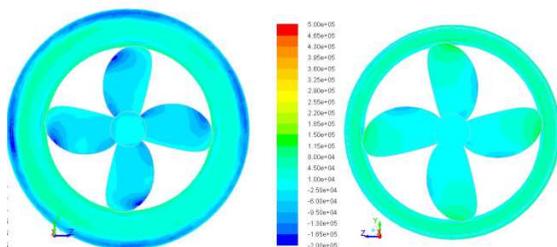
Gambar 2.4 Streamline velocity pada propeller dengan instalasi PBCF



Gambar 2.5 Pressure Contour pada propeller dengan instalasi PBCF



Gambar 2.6 Streamline velocity pada propeller dengan instalasi Nozzle



Gambar 2.7 Pressure Contour pada propeller dengan instalasi Nozzle

Tabel 2.3 Hasi Perhitungan Thrust dan Torque

Perhitungan	Conventional B4-55	PBCF	NOZZLE
Thrust (N)	9.31E+05	8.70E+05	1.18E+06
Torque (Nm)	8.10E+05	7.18E+05	9.86E+05
Perubahan Trust	0.00%	-6.52%	27.16%
Perubahan Torque	0.00%	-11.39%	21.70%

Hasil simulasi aliran fluida pada masing-masing model propeller dengan instalasi Energy Saving Device memperlihatkan terjadinya perubahan bentuk aliran fluida, yang berpengaruh pula terhadap nilai thrust dan torque yang dihasilkan. Gaya thrust yang terjadi pada pada Conventional Propeller $9.31E+05$ N, dengan Torque $8.10E+05$, dan gaya Thrust pada PBCF Propeller adalah sebesar $8.70E+05$ N, dengan Torque $7.18E+05$,

sedangkan thrust pada Nozzle Propeller adalah sebesar $1.18E+06$ dengan Torque $9.86E+05$.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan percobaan dan simulasi yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pengaruh pemakaian ESD (Nozzle, Boss Cap Fins) pada Propeller terhadap bentuk aliran fluida yang dihasilkan terlihat pada aliran di ujung hub, pada konvensional propeller arah aliran berlawanan dengan arah aliran dari daun, berbeda dengan propeller dengan instalasi PBCF yang menyelaraskan aliran searah dengan arah aliran pada daun sehingga meminimalisir terjadinya hub vortex.
2. Dari pemasangan Energy Saving Device, terlihat nilai Thrust terbesar terjadi pada propeller dengan penambahan instalasi Nozzle yakni 1180 KN atau terjadi peningkatan sebesar 27.16% , sedangkan nilai Torque paling rendah terjadi pada instalasi PBCF sebesar 718 KNm atau terjadi penurunan sebesar 11.39% .

5.2. Saran

Dalam penelitian ini penulis menyadari, penulis masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan penelitian ini dapat dikembangkan lagi secara mendalam dengan kajian yang lebih lengkap.

Adapun saran penulis untuk penelitian lebih lanjut (future research) antara lain :

1. Perlunya dilakukan kajian lebih mendalam lagi untuk masing-masing instalasi ESD dengan lebih fokus pada satu atau dua jenis instalasi ESD saja, dikarenakan masing-masing ESD memiliki berbagai macam konfigurasi dalam instalasinya pada propeller sedangkan riset atau penelitian di bidang ini masih sangat terbatas..
2. Diperlukan komputasi yang tinggi dalam analisa CFD.
3. Sebaiknya penelitian ini tidak hanya dilakukan pada instalasi jenis Nozzle, PBCF, masih banyak jenis ESD yang bisa dilakukan penelitian lebih lanjut.
4. Perlunya dilakukan pengujian laboratorium

guna meningkatkan keakuratan hasil pendekatan numerik yang telah dilakukan.

Daftar Pustaka

- Ghassemi, H."Numerical Analysis of Hub Effect on Hydrodynamic Performance of Propellers with Inclusion of PBCF to Equalize the Induced Velocity". Polish Maritime Research, No. 2, Vol. 18, 2012, pp.17-24.
- Geer, D, 2001, "Propeller Handbook" International Marine, Camden.
- G. Kuiper (1992) *The Wageningen Propeller series*, Hamburg.
- Hansen, H.R. Model and Full Scale Evaluation of a "Propeller Boss Cap Fins' Device Fitted to an Aframax Tanker" Second International Symposium on Marine Propulsors smp'11, Hamburg, Germany, June 2011
- Hsin, C.Y., Lin, B.H. and Lin, C.C."The optimum design of a propeller energy-saving device by computational fluid dynamics" The Proceeding of the Fifth Int. Conf. of Computational Fluid Dynamics (ICCFD), Korea, 2008, pp.655-660.
- ITTC (1999) "Propeller Models Terminology and Nomenclature for Propeller Geometry", ITTC-Recommended Procedures 75-01-02-01
- ITTC (2005) "Propeller Models Terminology and Nomenclature for Propeller Geometry", ITTC-Recommended Procedures 75-01-02-02.
- Lewis, E.V., (1989); "Principles of naval architecture. Edition: 2nd revision" Society of Naval Architects and Marine Engineers, 1988-89, Vol. 2.
- Muhyi, Abdul, 2010 "Analisa Kombinasi Ducted dan Contra Rotating Propellers dengan Pendekatan CFD", ITS, Surabaya.
- Nasuki, 1993, " *Petunjuk Merancang Propeller Type B-Series dengan Bp Delta dan Bu Delta Diagram* " ITS, Surabaya.
- Ouchi, K., Tamashima, M. 1989" Research and development of PBCF (propeller boss cap fin), new and practical device to enhance propeller efficiency", 4th international Symposium on Practical Design of Ships and Mobile Units (PRADS). Bulgaria.
- Ouchi, K., Tamashima, M. 1989" Research and development of PBCF (propeller boss cap fin), new and practical device to enhance propeller efficiency", 4th international Symposium on Practical Design of Ships and Mobile Units (PRADS). Bulgaria.
- Saputro, Adhy, 2012, "*Analisa Aliran Fluida pada Kort Nozzle yang Berinteraksi dengan Propeller Berbasis CFD Studi Kasus KM. Torani 02 Balai Besar Pengembangan Penangkapan Ikan (BBPPI) Semarang*". Tugas Akhir, UNDIP.
- Smith, DR, 1988, " *The Geometry of Marine Propeller* ", National Deffence Research and Development Branch, Canada.
- Subhas, S.: CFD Analysis of a Propeller Flow and Cavitation. International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 55– No.16, October 2012.
- Tuakia, Firman, 2008, "Dasar-Dasar CFD Menggunakan FLUENT" Informatika, Bandung.