

Pengaruh Penambahan Becker Mewis Duct pada Perfoma Propeller B-series

Husnun Aska Nabilah^{1*}, Burniadi Moballa², Benedicta Dian Alfanda³

Program Studi Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

Email: husnunaska@student.ppns.ac.id^{1*}; bmmoballa@ppns.ac.id²; benedictadian@ppns.ac.id^{3*}

Abstrak - Pollution due to sea transportation is a problem that requires consistent handling. Recent years of research in the field of shipping have focused on reducing exhaust emissions by increasing fuel efficiency and decarbonization. Decarbonization in the shipping industry can be achieved by using energy saving devices to reduce fuel consumption. The Energy Saving Device commonly used in the shipping world is the Becker-Mewis duct (BMD). This study used a variation of the NACA profile on the Becker-Mewis duct fin. The CFD (Computational Fluid Dynamics) method is used to analyze the thrust coefficient and torque coefficient. Becker-Mewis duct was added to increase thrust and torque values. From the results of the analysis that has been carried out without variations from NACA, the thrust coefficient is 0.1526, the torque coefficient is 0.0162 and the efficiency is 0.5261. With the NACA 4412 variation, it has a thrust coefficient of 0.2579, a torque coefficient of 0.0252 and an efficiency of 0.5728. The NACA 4415 variation has a thrust coefficient of 0.2663, a torque coefficient of 0.0260 and an efficiency of 0.5743. With increased efficiency, the addition of Becker-Mewis duct can increase the performance of the propeller.

Kata Kunci: Energy Saving Device, Becker Mewis Duct, CFD, Profile NACA

Nomenclature

KT	= Koefisien gaya dorong propeller
KQ	= Koefisien torsi propeller
J	= Koefisien advancing propeller
Va	= Kecepatan advancing
D	= Diameter propeller
w	= Wake Friction
n	= putaran propeller
T	= Thrust propeller
Q	= Torque propeller
ρ	= Massa jenis fluida

1. PENDAHULUAN

Meningkatkan efisiensi bahan bakar kapal dan dekarbonisasi pelayaran merupakan isu penting untuk mengurangi konsumsi bahan bakar dan emisi Gas Rumah Kaca. Dekarbonisasi dalam industri perkapalan dapat dicapai melalui teknis dan strategi operasional seperti Energy Saving Devices (ESDs) untuk mengurangi konsumsi bahan bakar baru dan bahan bakar kapal yang sudah ada. Menurut pembuatnya, ESD dapat mengoptimalkan efisiensi bahan bakar hingga 15% [1].

Salah satu *energy saving device* yang banyak digunakan di dunia perkapalan adalah *Becker-Mewis duct* (BMD). Secara umum *Becker-Mewis*

duct merupakan kombinasi dari nozzle (saluran), ditempatkan di depan propeller dengan fin (sirip) yang dipasang secara asimetris terintegrasi yang terletak di dalam nozzle tersebut. Struktur tersebut dapat mendistribusikan wake menjadi lebih luas menuju propulsor. [2]

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yaitu variasi jarak dan sudut serang [3] fins bagian dalam *Becker-Mewis duct*. Dari hasil penelitian didapatkan semakin besar jarak fins maka efisiensi yang dihasilkan semakin besar. Semakin besar sudut serang fins maka daya dorong, torsi, dan efisiensi semakin meningkat.

Variasi lain yang dilakukan yaitu pada jumlah fins *Becker-Mewis duct* [4]. Dari simulasi CFD didapatkan hasil kenaikan *thrust* dan *torque* terbesar terjadi pada variasi jumlah fin terbanyak yaitu 6. Presentase kenaikan *thrust* yaitu 5,01% dan *torque* 4,71%.

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat dijadikan acuan. Pada penelitian ini dilakukan variasi profil NACA pada fin *Becker-Mewis duct*. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh penambahan *Becker-Mewis duct* pada koefisien *thrust*, koefisien *torque* dan efisiensi *propeller*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Karakteristik Propeller

Gaya dorong (thrust) kapal merupakan komponen yang sangat penting, yang mana digunakan untuk mengatasi Tahanan (Resistance) atau Gaya Hambat kapal. Pada kondisi yang sangat-sangat ideal, besarnya gaya dorong yang hambat yang terjadi di kapal. Namun kondisi tersebut sangat tidak realistis, karena pada faktanya di badan kapal tersebut terjadi fenomena hidrodinamis yang menimbulkan degradasi terhadap nilai besaran gaya dorong kapal. Sehingga untuk gaya dorong kapal dapat ditulis seperti model persamaan sebagai berikut:

$$w = 0,5 C_b - 0,05 \quad (1)$$

$$V_a = V_s (1 - w) \quad (2)$$

$$K_T = \frac{T}{\rho n^2 D^4} \quad (3)$$

$$K_Q = \frac{Q}{\rho n^2 D^5} \quad (4)$$

$$J = \frac{V_a}{n D} \quad (5)$$

$$\eta_0 = \frac{K_T}{K_Q} \frac{J}{2\pi} \quad (6)$$

2.2 Objek Penelitian

Berikut merupakan data utama kapal yang digunakan pada penelitian ini:

Tabel 1 Data Utama Kapal

Loa	90 m
Lpp	84 m
B	15,2 m
H	7,2 m
T	5 m

Pada penelitian ini menggunakan tipe *propeller* B4-55. Data utama *propeller* yang digunakan sebagai berikut:

Tabel 2 Data Utama *Propeller*

Jenis	FPP
Rotation	Right
Diameter	2800 mm
Pitch	1775 mm
Jumlah daun	4
Putaran	247 rpm
Skew	5°

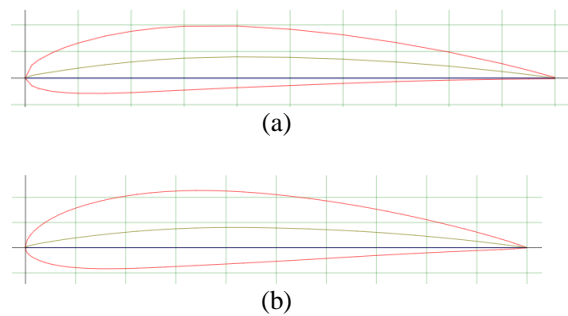
Untuk ukuran *Becker-Mewis duct* yang akan dimodelkan menggunakan software AutoCAD berdasarkan pada tabel 3.

No	Spesifikasi	Dimensi
1	Duct diameter (Dd)	1,54
2	Duct Length (Ld)	0,77
3	Duct <i>profile</i>	Naca 4312
4	Fin <i>profile</i>	Naca 4412 dan Naca 4415

2.3 Variasi *Becker-Mewis duct*

Pada penelitian ini dilakukan variasi profil NACA pada fin *Becker-Mewis duct*. Profil NACA yang digunakan yaitu NACA 4412 dan NACA 4415.

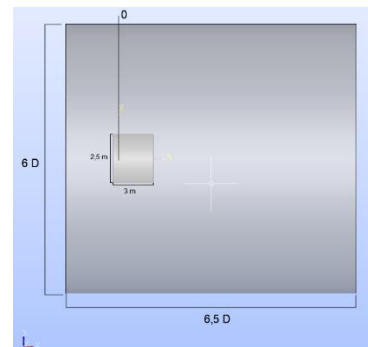
Gambar 1 menunjukkan bentuk NACA 4412 dan 4415



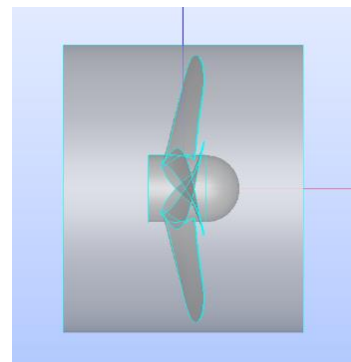
Gambar 1 Geometri (a) NACA 4412 (b) NACA4415

2.4 Simulasi CFD

Dilakukan pembuatan domain untuk melakukan simulasi. Terdapat 2 domain yang digunakan pada simulasi ini, yaitu domain *stationary* dan domain *rotating*.

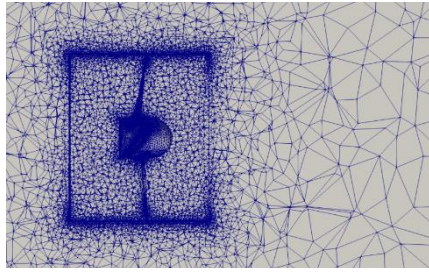


Gambar 2 *Stationary domain*



Gambar 3 *Rotating domain*

Setelah domain dibuat, selanjutnya yaitu proses *meshing*. Tahap *meshing* pada *propeller* menggunakan jenis *mesh tetrahedral*. Proses *meshing* menghasilkan jumlah *cell* sebesar 864.000.



Gambar 4 Meshing

Sebelum simulasi, terlebih dahulu dilakukan *setup boundary condition*. Tahap ini dilakukan untuk menentukan kondisi batas pada domain dan *input* pada simulasi yang akan dilakukan.

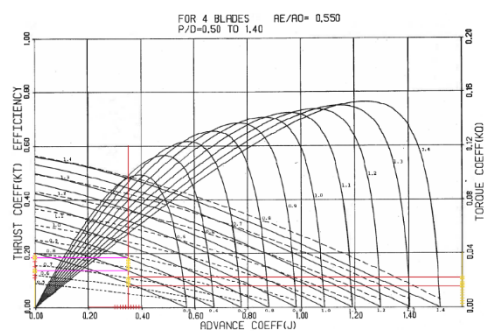
Tabel 3 Boudary Condition

Patch	K	ω
Inlet	Outletinlet	Outletinlet
Outlet	Inletoutlet	Inletoutlet
Box_surface	Slip	Slip
Propeller_surface	KqRWWallFunction	Omegawallfunction
P	U	
Zerogradient	Outletinlet	
fixedvalue	Inletoutlet	
Zerogradient	Slip	
Zerogradient	noslip	

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan dan Validasi *Propeller*

Validasi dilakukan untuk membandingkan hasil simulasi dengan kurva KT-KQ-J Wageningen B-Series seperti pada Gambar 2 berikut.



Gambar 5 Kurva KT-KQ-J

Dari hasil pembacaan kurva KT-KQ-J dengan nilai $J=0,351$ dan $P/D=0,63$ didapatkan nilai KT sebesar 0,1501 dan KQ sebesar 0,01602.

Selanjutnya dilakukan perhitungan KT dan KQ dari hasil simulasi CFD dengan menggunakan persamaan (3) dan (4). Hasil perhitungan seperti pada Tabel 3 berikut.

Tabel 4 Validasi *Propeller*

	KT	KQ
Simulasi	0,1526	0,01625
Kurva KT-KQ-J	0,1501	0,01602
% Error	1,69453	1,408056

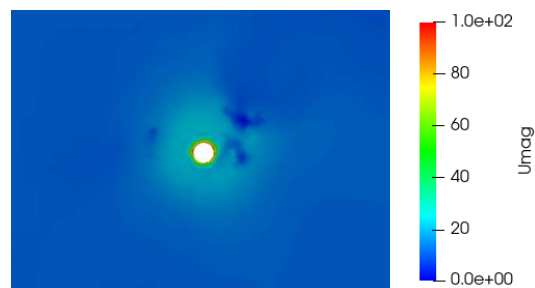
3.2 Hasil simulasi dengan variasi

Dari simulasi yang telah dilakukan dengan menggunakan variasi jumlah fin pada *Becker-Mewis duct*, didapatkan nilai koefisien *thrust*, koefisien *torque* dan efisiensi. Hasil simulasi dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

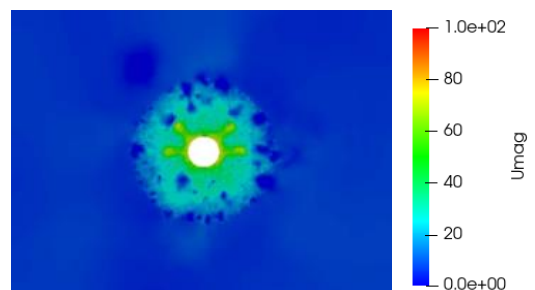
Tabel 5 Hasil simulasi CFD

Design	KT	KQ	η_0	Kenaikan (%)
Existing Design	0,1526	0,0162	0,5261	-
CFD				
NACA 4412	0,2579	0,0252	0,5728	8,8760
NACA 4415	0,2663	0,0260	0,5743	9,1612

Dari tabel dapat dilihat bahwa kenaikan efisiensi terbesar terjadi pada propeller dengan variasi NACA 4415. Terjadi kenaikan efisiensi sebesar 9,16%.



(a) Sebelum ESD



(b) Setelah ESD

Gambar 6 Tampilan kecepatan pada *propeller* dengan BMD

Gambar 3 menunjukkan kecepatan aliran pada sumbu X sebelum melewati *Becker-Mewis duct* dan setelah melewati *Becker-Mewis duct*. Pada gambar di atas kecepatan

aliran sebelum melewati *Becker-Mewis duct* tidak merata dengan kecepatan aliran yang rendah, setelah melewati *Becker-Mewis duct* kecepatan aliran di sekitar *propeller* menjadi rata dan lebih tinggi ditandai dengan terdapat warna merah pada aliran di sekitar *Becker-Mewis duct*. Bertambahnya kecepatan aliran di sekitar *propeller* dapat mempengaruhi gaya dorong pada *propeller* semakin naik, sehingga efisiensi *propeller* juga akan naik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan simulasi CFD yang telah dilakukan terkait pengaruh penambahan *Becker-Mewis duct* pada performa *propeller*, disimpulkan bahwa:

1. Nilai koefisien *thrust* pada *propeller* dengan variasi NACA 4412 yaitu 0,2579 sedangkan pada variasi NACA 4415 nilai koefisien *thrust* sebesar 0,2663
2. Nilai koefisien *torque* pada *propeller* dengan variasi NACA 4412 yaitu 0,0252, sedangkan pada variasi NACA 4415 nilai koefisien *torque* sebesar 0,0260.
3. Dari perhitungan nilai koefisien *thrust* dan koefisien *torque* didapatkan nilai efisien pada *propeller*. Setelah dilakukan penambahan *Becker-Mewis duct* pada variasi NACA 4412 efisiensi *propeller* naik sebesar 8,8%, sedangkan pada variasi NACA 4415 efisiensi *propeller* naik sebesar 9,1%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan *Becker-Mewis duct* dapat meningkatkan performa pada *propeller*.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari penyelesaian Tugas Akhir ini tidak terlepas atas bimbingan, doa, dan motivasi dari berbagai pihak, penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas berkat, rahmat, karunia, dan hidayahnya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan lancar dan tepat waktu.
2. Orang tua penulis yang selalu memberikan doa dan motivasi yang sangat besar dan tiada henti dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Burniadi Moballa. Selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan saran, masukan, dan ilmu baru yang penulis terima selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Benedicta Dian Alfanda, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan saran, masukan, dan ilmu baru yang penulis terima selama pengerjaan Tugas Akhir ini.

5. Teman-teman kuliah yang banyak memberikan semangat dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
6. Kakak tingkat dan adik tingkat Teknik permesinan kapal yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Spinelli, S. Mancini, L. Vitiello, R. N. Bilandi, and M. De Carlini, "Shipping Decarbonization: An Overview of the Different Stern Hydrodynamic Energy Saving Devices," *JMSE*, vol. 10, no. 5, p. 574, Apr. 2022, doi: 10.3390/jmse10050574.
- [2] F. Mewis, "Six Years Mewis Duct® - Six Years of Hydrodynamic Development," 2014.
- [3] X. Chang, "Investigation of the effects of a fan-shaped Mewis duct before a propeller on propulsion performance," *J Mar Sci Technol*, vol. 24, no. 1, pp. 46–59, Mar. 2019, doi: 10.1007/s00773-018-0530-x.
- [4] A. F. Rachmat, "Analisa Pengaruh Pemasangan Energy Saving Device (ESD) Jenis Mewis Duct Terhadap Thrust Propeller INSEAN E779A Dengan Menggunakan Pendekatan CFD," vol. 9, no. 3, 2021.