

Pengaruh Jarak Rudder dan Propeller terhadap Kemampuan *Thrust* Kapal Perikanan 30 GT

Muhammad Iqbal Nikmatullah^{a,*}, Andi Haris Muhammad^a, Haryanto^b, Zulkifli^a

^aDepartemen Teknik Sistem Perkapalan, Universitas Hasanuddin, Jl. Poros Malino Km. 6, Gowa 91711, Indonesia

^bBalai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan, Jl. Makmur Daeng Sitakka No.129, Maros 90512, Indonesia

*Email: lakibbal@unhas.ac.id

Abstrak

Kapal perikanan umumnya dirancang dengan misi untuk menemukan, menangkap dan melestarikan ikan. Hal ini menjadikan kapal perikanan memiliki parameter desain yang berbeda dibanding kapal niaga pada umumnya. Sebagaimana fungsi kapal perikanan dalam operasinya yaitu mengejar dan melingkari jaring (*purse-seine*) serta menangkap ikan menjadikan kemampuan manuver kapal perikanan sangat penting. Kapal perikanan harus memiliki konfigurasi sistem propulsi yang handal guna tercapainya dorongan dari propeller yang maksimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh jarak *rudder* dari propeller terhadap kemampuan *thrust* pada sistem propulsi kapal perikanan, serta menentukan peletakan *rudder* terhadap propeller yang paling optimal pada kapal menggunakan pendekatan CFD (Computational Fluid Dynamic). Variasi jarak *rudder* terhadap propeller yang dilakukan pada penelitian ini antara 5% diameter propeller (0.04 m) sampai 100% diameter propeller (0.80 m). Dari hasil simulasi diperoleh bahwa nilai *thrust* paling baik terjadi pada variasi 20% diameter propeller (0.16 m) yaitu sebesar 16,243 N atau 5% lebih besar dibanding rata-rata nilai *thrust* yang diperoleh pada variasi jarak yang lain.

Kata Kunci: Thrust, Rudder, Computational Fluid Dynamic

1. Pendahuluan

Banyak aspek yang mempengaruhi dan harus diperhatikan dalam merancang sebuah kapal yang baik yaitu perencanaan lambung, perencanaan sistem permesinan, perencanaan sistem propulsi, perhitungan kemampuan olah gerak kapal dan perencanaan lainnya yang wajib dipenuhi guna mencapai tujuan pembangunan sebuah kapal berdasarkan fungsinya [1].

Salah satu komponen sistem penggerak kapal adalah propeller. Propeller memindahkan tenaga dengan cara merubah gaya putar dari baling-baling menjadi daya dorong untuk menggerakkan badan kapal dengan perantara massa air dengan memutar bilah-bilah yang bersumbu pada poros. Salah satu upaya meningkatkan kemampuan olah gerak kapal adalah mengoptimalkan kinerja rudder [2, 3].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perbedaan performa yang dihasilkan akibat perbedaan jarak antara daun kemudi dan propeller menggunakan pendekatan software CFD (Computational Fluid Dynamic). Software dapat memberikan gambaran mengenai distribusi fluida yang terjadi dengan kondisi serta variasi yang telah ditentukan, sehingga dari gambaran tersebut dapat dianalisa mengenai aliran fluida pada propeller tersebut [4, 5].

2. Karakteristik Propeller

Secara umum karakteristik dari propeller kapal pada kondisi *open water test* adalah seperti yang direpresentasikan pada diagram $KT - KQ - J$. Setiap tipe dari masing-masing baling-baling kapal, memiliki karakteristik kurva kinerja yang berbeda-beda. Sehingga kajian terhadap karakteristik propeller kapal tidak dapat digeneralisasi untuk keseluruhan bentuk atau tipe dari propeller [6, 7].

Daya dorong suatu propeller yang bekerja tergantung pada parameter-parameter seperti diameter propeller (D dalam meter), besarnya pitch (P/D), jumlah dan bentuk daun propeller (Z), kecepatan advance (V_a dalam m/s), kecepatan putaran (n dalam rps), densitas fluida (ρ dalam kg/m^3), viskositas fluida (μ dalam kg/sm) [8]. Dalam penggunaan Computational Fluid Dynamic diperlukan untuk mendapatkan nilai *thrust* dan torsi. *Thrust* dan torsi pada propeller berguna sebagai beban yang bekerja pada propeller.

Karakteristik beban Propeller dapat ditampilkan dengan grafik oleh beberapa koefisien dalam bentuk ukuran. Diagram memberikan *Torque* (dalam Newton) dan *Thrust* (dalam Newton meter) sebagai fungsi kecepatan. Karakteristik propeller terdiri dari

koefisien *thrust* (KT), koefisien *torque* (KQ), dan koefisien *advanced* (J).

Model persamaan untuk karakteristik kinerja propeller kapal adalah sebagai berikut [6],

$$KT = \frac{T}{\rho n^2 D^4} \quad (1)$$

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

$$J = \frac{Va}{nD} \quad (3)$$

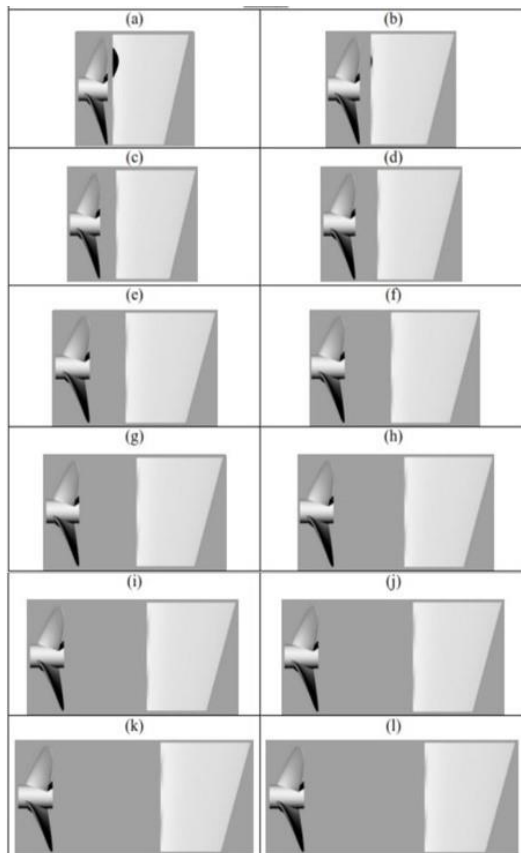
Untuk nilai efisiensi propeller (η_o) pada *open water* dapat diperhitungkan menggunakan formula [6],

$$\eta_o = \frac{TVa}{2\pi nQ} = \frac{JKT}{2\pi KQ} \quad (4)$$

3. Metodologi

Langkah awal yang dilakukan pada penelitian ini berupa pengumpulan data objek kapal dengan ukuran LBP 22.3 m, B 4.2 m, T 1.2 m, Displamen 65.71 ton dan kecepatan 10.7 knot.

Selanjutnya dilakukan pemodelan propeller menggunakan software Rhinoceros dengan dimensi D 0.8 m, Z 3 buah, P/D 0.8, Ae/Ao 0.4 serta n sebesar 12.29 rps.



Gambar 1. Hasil pemodelan propeller dan rudder menggunakan Rhinoceros dengan variasi jarak (a) 5%D, (b) 10%D, (c) 15%D, (d) 20%D, (e) 30%D, (f) 40%D, (g) 50%D, (h) 60%D, (i) 70%D, (j) 80%D, (k) 90%D dan (l) 100%D

Adapun dimensi daun kemudi yang digunakan pada penelitian ini adalah luasan *rudder* 0.328 m², tinggi rata-rata 0.8 m dan lebar rata-rata 0.41 m. Kemudi ini bertipe semi gantung.

Propeller dan kemudi yang telah dimodelkan pada Rhinoceros beserta variasi jaraknya dapat dilihat pada Gambar 1. Hasil pemodelan ini kemudian diekspor ke software Ansys untuk dilakukan simulasi CFD.

Pada software Ansys, langkah pertama yang dilakukan berupa penentuan geometri. Pada tahap ini, selain mengatur objek yang diimpor dari Rhinoceros, juga dilakukan pembuatan *enclosure* yang berfungsi sebagai domain fluida yang akan berinteraksi dengan propeller dan kemudi.

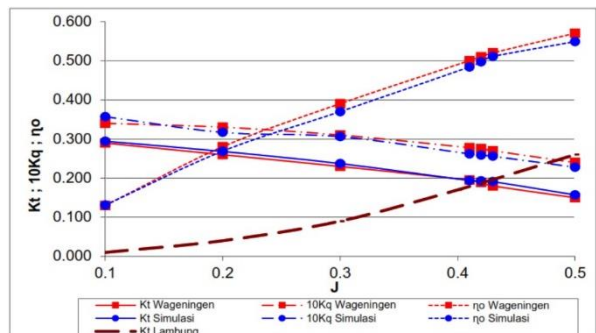
Setelah tahap geometri selesai, dilanjutkan dengan pengaturan mesh pada masing-masing domain, baik pada propeller, *rudder* dan *enclosure*. Agar diperoleh hasil simulasi yang baik, pada penelitian ini dipilih elemen mesh tipe *fine*, berdasarkan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa tipe ini memiliki keakuratan hasil yang bagus dan waktu komputasi yang tidak terlalu memakan waktu [9, 10]. Pada tahap mesh ini juga dapat dilakukan penentuan zona batas seperti *inlet*, *outlet*, *wall* dan lain-lain.

Tahap berikutnya berupa pengaturan sifat fisik dan sifat fluida serta spesifikasi kondisi batas. Pada penelitian ini digunakan model turbulensi *Shear Stress Transport* untuk fluida, propeller dan *rudder* bertipe *immersed solid*, dimana propeller diatur untuk berputar pada kecepatan 13.29 rps sedangkan ruddernya tetap dalam kondisi diam.

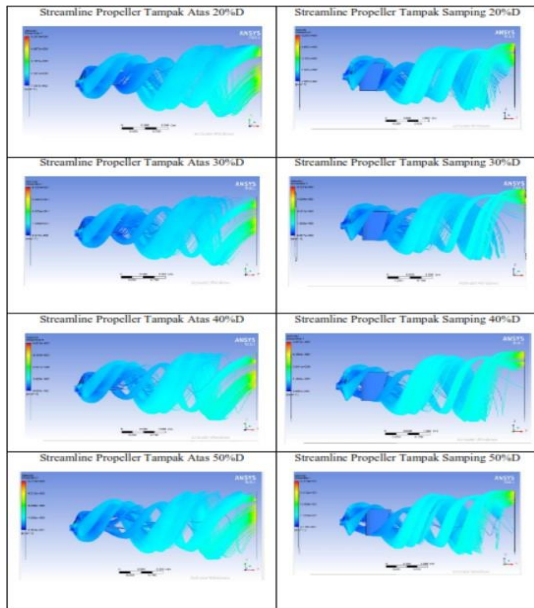
Setelah semua pengaturan selesai, simulasi dapat dijalankan dan hasilnya akan ditampilkan pada bagian *result* dalam bentuk visualisasi aliran dan grafik/tabel.

4. Hasil dan Pembahasan

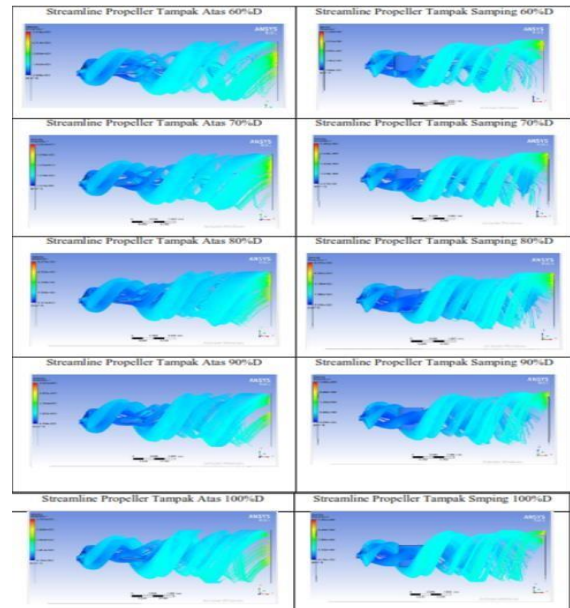
Hasil simulasi yang diperoleh dari Ansys terlebih dahulu divalidasi untuk mengetahui rasio penyimpangannya. Validasi dilakukan dengan membandingkan antara hasil simulasi Ansys pada propeller tanpa *rudder* dengan pembacaan grafik Wageningen B-Series yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva perbandingan hasil simulasi Ansys dengan grafik Wageningen



Gambar 4. Hasil simulasi pada variasi 20%D sampai 50%D

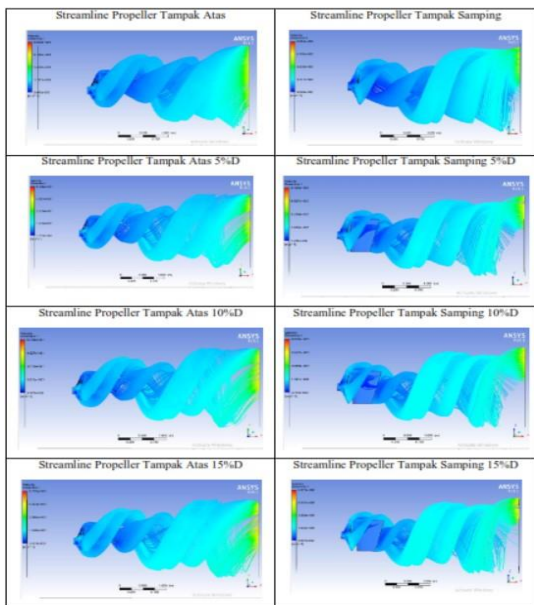


Gambar 5. Hasil simulasi pada variasi 60%D sampai 100%D

Dari hasil validasi di atas dapat dilihat bahwa rasio antara simulasi Ansys dengan grafik Wageningen B-series pada kondisi *open water* berkisar 1.88%. Dengan nilai tersebut dapat dikatakan bahwa pengaturan sifat fisik dan sifat fluida serta spesifikasi kondisi batas pada proses persiapan sudah cukup akurat untuk digunakan pada penelitian ini [11].

Setelah proses validasi dilakukan, dilanjutkan dengan analisa masing-masing variasi jarak antara *rudder* dengan propeller dengan menggunakan pengaturan yang sama pada simulasi propeller tanpa *rudder* yang telah divalidasi seperti yang hasilnya terlihat pada Gambar 3 - 5.

Hasil simulasi tersebut kemudian dianalisa lebih lanjut untuk mengetahui variasi jarak *rudder* terhadap propeller yang menghasilkan nilai *thrust* terbaik. Berdasarkan hasil analisa diketahui bahwa terjadi fluktuasi nilai *thrust* yang diperoleh pada peningkatan jarak antara *rudder* terhadap propeller. Nilai *thrust* terendah diperoleh pada variasi jarak 100%D (0.8 m) yaitu sebesar 14,792 Newton dengan koefisien *thrust* sebesar 0.202. Nilai *thrust* terbesar diperoleh pada variasi jarak 20%D (0.16 m). Rangkuman nilai *thrust* dan torsi dari masing-masing variasi jarak yang diperoleh dari hasil simulasi CFD dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 3. Hasil simulasi pada variasi 5%D sampai 15%D

Tabel 1. Nilai *thrust* dan torsi dari hasil simulasi

Jarak rudder-propeller	Thrust (N)	KT	Torque (Nm)	KQ
5%D	16,018	0.216	2,013	0.339
10%D	15,811	0.213	2,007	0.338
15%D	15,725	0.212	2,033	0.343
20%D	16,244	0.219	2,089	0.352
30%D	15,760	0.213	2,007	0.338
40%D	15,576	0.210	2,009	0.339
50%D	15,526	0.209	2,055	0.346
60%D	15,457	0.208	1,977	0.333
70%D	15,055	0.203	2,010	0.339
80%D	14,872	0.201	2,060	0.347
90%D	15,141	0.204	2,027	0.342
100%D	14,792	0.202	1,985	0.335

Berdasarkan Tabel 1 di atas dapat diketahui bahwa besar kecilnya nilai *thrust* dan torsi yang diperoleh tidak berbanding dengan perubahan jarak *rudder* terhadap propeller. Jika diperhatikan pada Gambar 3 sampai Gambar 5, nilai *thrust* dipengaruhi oleh bentuk aliran fluida yang mengalir melalui propeller dan *rudder*.

5. Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dapat diketahui nilai *thrust* terbesar terjadi pada variasi percobaan 20% D yaitu sebesar 16,244 N dan nilai *torque* terbesar juga terjadi pada variasi percobaan 20% D yaitu sebesar 2,089 Nm. Hal ini terjadi karena pada jarak tersebut merupakan jarak paling optimal yang sesuai dengan propeller dan kemudi yang digunakan.

Referensi

- [1] A. H. Muhammad, Syarifuddin, D. Paroka, S. Rahman, Wisyono, A. A. Pratama. Performa Maneuvering Kapal Perikanan 30 GT dengan Konfigurasi Propeller Asimetrik. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 2017, 9 (2), 491-498.
- [2] J. Arash. Investigation of propeller characteristics with different locations of the rudder. 2011.
- [3] S. Godge, A. Pandya, S. Shet, D. Amin. Performance Analysis and Enhancement of Marine Propeller. *International Journal of Engineering Research*. 2020.
- [4] M. Mosaad, W. Yehia, H. el-Kilani, M. Mosleh. Guidelines for Numerical Flow Simulation around Marine Propeller. *1st International Symposium on Naval Architecture and Maritime YTU campus*. Istanbul. 2011. 24-25.
- [5] P. Nakka, A. P. Muthuvel, D. Roychowdhury. Numerical Simulation of a Three Bladed Marine Propeller in Steady and Unsteady State. *Applied Mechanics and Materials*. 2014. 592-594. 1136-1141.
- [6] S. Aji. Engine Propeller Matching. Institut Teknologi Sepuluh November. 2005.
- [7] D. Boucetta, O. Imine. Numerical Simulation of the Flow around Marine Propeller Series. *Journal of Physical Science and Application*. 2016.
- [8] W. R. Huda. Analisa Pengaruh Skew Angle Terhadap Performa Propeller dengan Pendekatan CFD. 2008.
- [9] M. A. Elghorab. Open Water Performance of a Marine Propeller Model Using CFD. 2013.
- [10] P. B. S. Budi, D. Chrismianto, G. Rindo. Analisa Performance Propeller Tipe B-Series pada Kapal Selam Midget 150M dengan Variasi Skew Angle dan Blade Area Ratio (Ae/Ao) menggunakan Metode CFD. *Jurnal Teknik Perkapalan*. 2016. 4 (4), 725-737.
- [11] H. D. E. Sembiring, D. Chrismianto, P. Manik. Pengaruh Jarak Rudder dan Propeller terhadap Kemampuan Thrust menggunakan Metode CFD (Studi Kasus Kapal Kriso Container Ship). *Jurnal Teknik Perkapalan*. 2016. 4 (1), 229-236.