

SIMULASI ALIRAN PADA TURBOSAIL MENGGUNAKAN MODEL RANS - SCALABLE WALL FUNCTION

Eka Sari Wijianti

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung
Kampus Terpadu Desa Balunijuk Kecamatan Merawang Kabupaten Bangka

email : ekasariwijianti@yahoo.co.id

Abstrak

Turbosail merupakan silinder yang diletakkan di tengah kapal yang berfungsi meningkatkan gaya angkat (lift) kapal sehingga mampu mereduksi penggunaan bahan bakar. Sama seperti cara kerja layar dan turbin, turbosail memanfaatkan propulsi angin sebagai sumber energinya. Pada penelitian ini akan disimulasikan sebuah turbosail dengan bentuk bulat telur yang ditambahkan ekor pada bagian belakangnya untuk mengurangi gaya hambat (drag). Untuk mengetahui kinerja turbosail, dilakukan simulasi menggunakan RANS (*Reynolds Average Navier Stokes*) dengan model simulasi *Scalable Wall Function*. Geometri dan meshing dibangun dengan software Salome. Perhitungan simulasi dijalankan menggunakan program Code Saturne, sedangkan penyajian grafik menggunakan program Paraview dan Python. Hasil simulasi menunjukkan bahwa bentuk bulat telur dan penempatan ekor di bagian belakang turbosail mampu meningkatkan nilai C_L dan mereduksi nilai C_D . Nilai C_L untuk bilangan Reynold 10^4 adalah 1,45 dan nilai C_D sebesar 0,58. sedangkan untuk bilangan Reynold 10^5 nilai C_L adalah 1,47 dan nilai C_D adalah 0,71.

Kata kunci : Turbosail, propulsi angin, lift, drag

Abstract

Turbosail is a cylinder that is placed in the middle of a ship that serves to increase the lift of the ship so that it can reduce fuel use. Just like the workings of screens and turbines, the turbosail uses wind propulsion as its energy source. In this study a turbosail with an ovoid shape was simulated which added a tail to the rear to reduce drag. To find out the performance of the turbosail, a simulation was performed using RANS (Reynolds Average Navier Stokes) with a Scalable Wall Function simulation model. Geometry and meshing are built with the Salome software. Simulation calculations are run using the Code Saturne program, while graph presentation uses the Paraview and Python programs. Simulation results show that the ovoid shape and placement of the tail on the back of the turbosail can increase the C_L value and reduce the value of the C_D . The C_L value for Reynold 10^4 is 1.45 and the C_D value is 0.58. whereas for Reynold number 10^5 the C_L value is 1.47 and the C_D value is 0.71.

Keywords: Turbosail, wind propulsion, lift, drag.

PENDAHULUAN

Transportasi laut sangat penting untuk perdagangan dunia dan pertumbuhan ekonomi global. Pengiriman telah meningkat sejak 2009, termasuk minyak & gas, pengiriman curah kering dan peti kemas, dan sangat mungkin untuk melanjutkan tren ini dalam waktu dekat. Namun, pelayaran internasional juga menghasilkan 2,7% dari total emisi CO₂ dunia, dan secara global,

polutan udara yang dipancarkan dari pelayaran internasional meningkat karena kenaikan perdagangan. Ini adalah fakta yang sudah jelas bahwa Gas Rumah Kaca (GRK) menyebabkan perubahan iklim dan bahwa polutan udara memicu berbagai masalah kesehatan bagi manusia. (Fabio, dkk, 2017). Untuk mereduksi hal tersebut, harus dapat menyelesaikan permasalahan menggunakan ilmu dan teknologi. Salah satu teknologi yang digunakan adalah pemanfaatan energi angin.

Energi angin terbukti membantu dunia transportasi laut, misalnya dengan menambahkan

layar bahkan menempatkan turbin ditengah kapal. Salah satu teknologi yang sudah ada saat ini yaitu teknologi turbosail. Turbosail merupakan sebuah silinder yang diletakkan di tengah kapal, sama seperti layar dan turbin, turbosail juga memanfaatkan angin sebagai sumber energinya. Umumnya turbosail yang digunakan adalah murni berbentuk silinder, dengan memanfaatkan efek magnus, turbosail dapat berfungsi meningkatkan gaya angkat kapal. Dalam penelitian ini, salah satu konsep yang menarik adalah penggunaan prinsip turbosail untuk menghasilkan gaya angkat dan mereduksi gaya hambat dari silinder dengan ekor dibelakangnya. Sistem turbosail bertujuan untuk mengurangi energi yang dibutuhkan untuk mencapai penghematan bahan bakar yang substansial di bidang transportasi laut. Munculnya prinsip turbosail dalam teknologi turbin angin menjanjikan untuk mengembangkan dan merancang perangkat inovatif. (Cherif Heini, 2016).

Untuk melihat seberapa besar kemampuan turbosail untuk membantu mengurangi penggunaan bahan bakar dan mengurangi emisi, maka dilakukan simulasi kinerja turbosail untuk melihat berapa nilai koefisien angkat (*lift*) dan koefisien hambat (*drag*) yang dihasilkan dengan menggunakan beberapa software simulasi seperti Code Saturne dan Salome, yang dijalankan pada program linux.



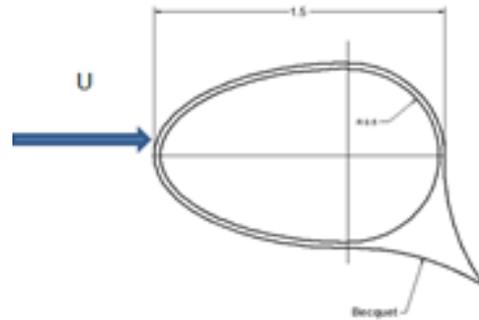
Gambar 1 Dua buah silinder turbosail pada kapal

Mengacu kepada hal tersebut, maka dalam penelitian ini akan dilakukan simulasi turbosail untuk mendapatkan nilai koefisien *lift* dan koefisien *drag* dengan memodifikasi model silinder menggunakan variasi bilangan *Reynold*.

METODE PENELITIAN

1. Desain model

Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah berbentuk bulat telur dengan ekor pada bagian belakangnya, dengan gambar sebagai berikut:



Gambar 2 Profil Turbosail

Sedangkan geometri yang akan dilakukan simulasi dapat dilihat pada gambar 3. Adapun kondisi batas yang digunakan berdasarkan gambar:

- Sisi AB adalah inlet
- Sisi CD adalah outlet
- Sisi AC dan sisi BD adalah kondisi simetris
- Sisi ABCD untuk kondisi atas dan bawah adalah simetris
- Silinder turbosail adalah dinding

Variabel Penelitian

- Properti dari fluida (udara) yang digunakan adalah sebagai berikut:
- Tekanan (P) = 1017,24 Pa
- Densitas (ρ) = 1,2 kg/m³
- Viskositas dinamik (μ) = 1.8e⁻⁵ Pa.s
- Sedangkan ketebalan mesh = 1.5m

Untuk nilai Reynold dan kecepatan angin yang digunakan adalah sebagai berikut ini:

- Untuk $v = 0,1$ m/s nilai $Re = 10^4$
- Untuk $v = 1$ m/s nilai $Re = 10^5$

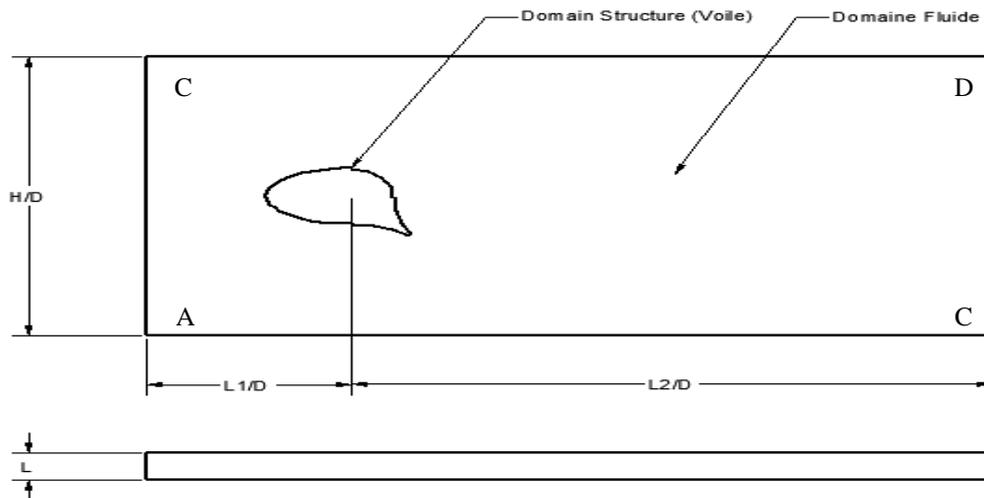
2. Prosedur Simulasi

Preprocessor

Pada bagian ini kita harus membuat geometri, mesh, menentukan sifat fluida, menetapkan metode untuk memeriksa dan memvalidasi solver (skema numerik, kontrol konvergensi, dan lain-lain.) oleh perangkat lunak *Salome*.

Eksekusi Solver

Persamaan diselesaikan sampai residu mencapai kriteria konvergensi tetap oleh Code-Saturn. Jenis simulasi yang digunakan adalah simulasi dengan metode RANS (*Reynolds-Average Navier-Stokes*) dengan model *Scalable wall function*.



Gambar 3 Kondisi batas simulasi

Posting preprocessing

Bagian dari tahap Post-processing memungkinkan untuk memvisualisasikan sifat yang berbeda dari aliran di sekitar silinder seperti bidang kecepatan atau vortisitas. Hasil simulasi akan didapatkan dan disajikan dalam bentuk gambar, grafik, dan lain-lain menggunakan perangkat lunak Paraview dan Python.

3. Perhitungan lift dan drag

Untuk menghitung koefisien lift dan drag (Gaguk, 2018) menggunakan rumus:

$$C_L = \frac{F_y}{\frac{1}{2}\rho v^2 S} \dots\dots\dots(1)$$

$$C_D = \frac{F_x}{\frac{1}{2}\rho v^2 S} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana C_L adalah koefisien lift, C_D adalah koefisien drag, F_y adalah gaya transversal (gaya angkat), F_x adalah gaya longitudinal (sesuai arah aliran) yang diberikan pada silinder, S adalah permukaan referensi dipilih sesuai dengan rintangan, ρ adalah densitas fluida dan v adalah kecepatan jauh dari rintangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

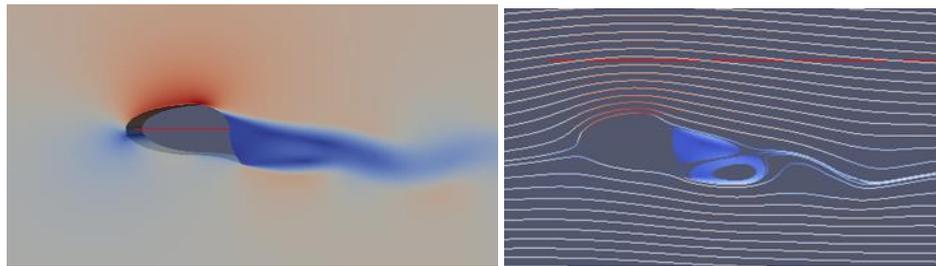
Karena menggunakan mesh yang halus dan geometri yang cukup besar, iterasi simulasi membutuhkan memori yang sangat besar sehingga iterasi dilakukan dengan waktu yang lumayan lama.

1. Medan Kecepatan dan streamline

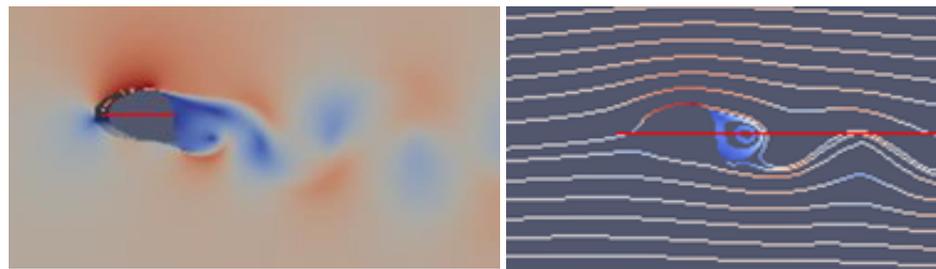
Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan, aliran angin yang terjadi pada turbosail dapat dilihat pada gambar 4. Simulasi yang digunakan dengan model *Scalable wall function*, untuk $Re 10^5$ ketidakstabilan aliran terjadi sampai ke ujung outlet, sedangkan untuk $Re 10^4$, ketidakstabilan terjadi hanya pada bagian ekor turbosail. Pada $Re 10^4$, dua pusaran aliran terbentuk di belakang ekor yang berasal dari aliran bagian atas dan bagian bawah, namun setelah melewati ekor, terjadi kestabilan aliran. Dari hasil simulasi juga menunjukkan bahwa untuk Re yang lebih tinggi, ketidakstabilan aliran masih terjadi hingga beberapa saat setelah meninggalkan ekor. Namun kedua hasil ini menunjukkan hal yang baik, bahwa keberadaan ekor mampu memberikan kestabilan aliran dengan cepat.

2. Nilai C_D dan C_L

Berdasarkan grafik diketahui bahwa koefisien C_L dan C_D maksimum untuk tiap bilangan reynold, bahwa untuk $Re 100.000$ nilai C_L maksimum adalah 1,47 sedangkan C_D maksimum sebesar 0,71. Untuk Reynold 10.000, nilai maksimum C_L adalah 1,45 dan C_D adalah 0,58. Kondisi ini menunjukkan bahwa seiring kenaikan Reynold, maka koefisien angkat akan naik dan koefisien hambat akan menurun. Dapat dikatakan bahwa keberadaan ekor pada bagian belakang turbosail mampu mereduksi koefisien hambat, sehingga konstanta perbandingan C_L/C_D pun meningkat. Untuk lebih meningkatkan gaya angkat dan juga mereduksi gaya hambat, penelitian selanjutnya dapat ditambahkan suction pada salah satu dinding turbosail yang berseberangan dengan ekor, atau dapat juga dengan memvariasikan persentase ketebalan bentuk oval.

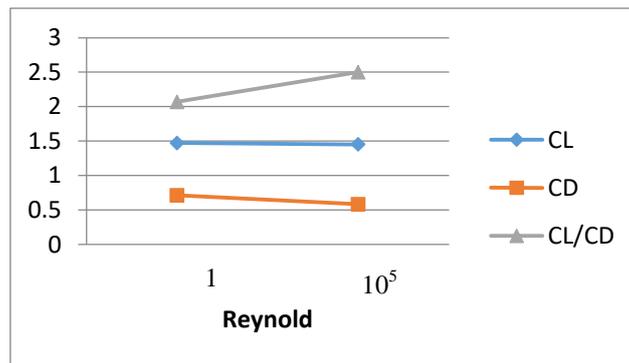


(a)

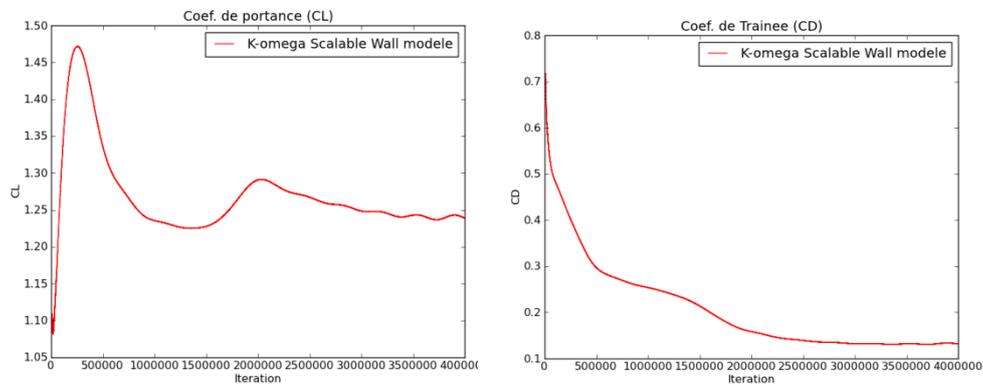


(b)

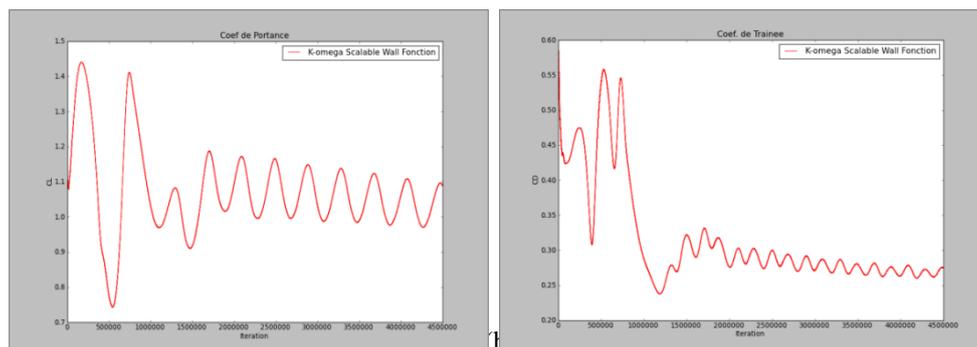
Gambar 4 Medan kecepatan untuk Reynold a. 10.000 b. 100.000



Gambar 5 Perbandingan CL dan CD



(a)



Gambar 6 Grafik CL dan CD untuk bilangan Reynold a.10.000 b. 100.000

KESIMPULAN

Hasil simulasi aliran di sekitar silinder turbosail dengan model RANS – Scalable wall function menunjukkan bahwa desain ekor turbosail mampu menaikkan gaya angkat (lift) dan mereduksi gaya hambat (drag). Perbandingan lift dan hambat juga memberikan peningkatan rasio. Kondisi ini menunjukkan bahwa penambahan ekor bada bagian belakang turbosail layak untuk dikembangkan pada konstruksi turbosail.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Hcini Cherif, Abidi Essia, Kamaun Badreddine, Afungchui David (2016), *Numerical prediction*

for the aerodynamic performance of Turbosail type wind turbine using a vortex model, Journal Energy 109, page 287-293.

- [2] Hcini Cherif, Abidi Essia, Kamaun Badreddine, Afungchui David (2017), *A Turbosail profile analysis code based on the panel method*, Journal Energy 118 Page 147-155.
- [3] Fabio Ballini, Aykut I. Olcer, Jorgen Brandt, Daniel Naumann (2017) *Health costs and economic impact of wind assisted ship propulsion*, Ocean Engineering, Volume 146, 1 December 2017, Pages 477-485
- [4] Jatisukamto Gaguk, Sari Mirna, 2018, *Analisis Airfoil Double-Slot Flap LS(01)-0417 MOD Dengan Airfoil Tanpa Flap Nasa SC(2) 0610*, Jurnal energy dan Manufaktur Vol.11 No.2, Oktober 2018 (49-53)