



PROYEK TUGAS AKHIR

TEKNOLOGI REKAYASA KONSTRUKSI PERKAKALAN

**ANALISIS PENGGUNAAN *AIRFOIL* BENTUK BULAN SABIT UNTUK
APLIKASI *WIND ASSISTED PROPULSION SYSTEM* SEBAGAI
PENGHEMAT BAHAN BAKAR PADA KAPAL TANKER 5000 DWT**

Disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Terapan

Disusun Oleh :

Riski Dwi Santoso
NIM 40040422650049

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KONSTRUKSI PERKAPALAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
2026**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Riski Dwi Santoso
NIM : 40040422650049
Fakultas : Sekolah Vokasi
Program Studi : Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan
Judul Penelitian Terapan : ANALISIS PENGGUNAAN *AIRFOIL* BENTUK BULAN
SABIT UNTUK APLIKASI WIND ASSISTED
PROPULSION SYSTEM SEBAGAI PENGHEMAT
BAHAN BAKAR PADA KAPAL TANKER 5000 DWT

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran, dan pemaparan asli dari diri saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan-bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya, ditulis oleh orang lain, atau diajukan untuk gelar ataupun ijazah pada Universitas Diponegoro atau perguruan tinggi lainnya. Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan tidak benaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Diponegoro.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Semarang, 25 Mei 2026

Pembuat Pernyataan



Riski Dwi Santoso

NIM 40040422

**HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGGUNAAN *AIRFOIL* BENTUK BULAN SABIT UNTUK
APLIKASI *WIND ASSISTED PROPULSION SYSTEM* SEBAGAI
PENGHEMAT BAHAN BAKAR PADA KAPAL TANKER 5000 DWT**

Tugas Akhir diajukan kepada
Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

Oleh :

Riski Dwi Santoso
40040422650049

Diajukan pada Sidang Laporan Tugas Akhir
Tanggal 25 Mei 2026

Dinyatakan Lulus/Tidak Lulus
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan

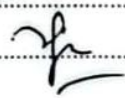
Muhammad Sawal Baital, S.T., M.T.

Pembimbing 1.....

Dr. Mohd. Ridwan, S.T., M.T.

Penguji 1.....

Dr. Aulia Windyandari, S.T., M.T.

Penguji 2.....

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro


Dr. Mohd Ridwan, S.T., M.T.
NIP. 198806042019031012

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis penggunaan *airfoil* berbentuk bulan sabit sebagai *rigid sail* pada sistem *Wind Assisted Propulsion System* (WAPS) untuk meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi konsumsi bahan bakar pada kapal tanker 5000 DWT. Latar belakang penelitian didasarkan pada tingginya emisi karbon industri pelayaran serta kebutuhan solusi propulsi yang lebih ramah lingkungan. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif melalui simulasi numerik berbasis *Computational Fluid Dynamics* (CFD) untuk mengevaluasi performa aerodinamika dua model *rigid sail* berbentuk bulan sabit, yaitu Model A dan Model B. Variasi pengujian dilakukan pada sudut serang 5° , 10° , 15° , 20° , dan 25° dengan kecepatan angin 12 knot, 18,77 knot, dan 27 knot. Parameter utama yang dianalisis meliputi koefisien gaya angkat, gaya dorong, kebutuhan daya mesin, serta estimasi konsumsi bahan bakar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua model *rigid sail* mampu menghasilkan gaya angkat yang signifikan dan memberikan kontribusi gaya dorong tambahan pada kapal. Model B menunjukkan performa aerodinamika yang lebih unggul dibandingkan Model A, terutama pada sudut serang menengah hingga tinggi. Kontribusi gaya dorong dari *rigid sail* terbukti mampu menurunkan kebutuhan daya mesin utama secara bertahap seiring peningkatan kecepatan angin. Dampaknya, konsumsi bahan bakar kapal dapat ditekan secara signifikan dengan kisaran penghematan antara 5% hingga 30%, bergantung pada konfigurasi sudut serang dan kondisi angin. Penelitian ini membuktikan bahwa *airfoil* berbentuk bulan sabit berpotensi diterapkan sebagai solusi inovatif dalam mendukung *dekarbonisasi* sektor maritim dan meningkatkan efisiensi operasional kapal.

Kata Kunci: *Wind Assisted Propulsion System*; *Computational Fluid Dynamics*; *Airfoil*; *Rigid sail*; *Airfoil* Bulan Sabit; Penghematan Bahan Bakar

ABSTRAK

This study aims to analyze the use of crescent-shaped airfoils as rigid sails in the Wind Assisted Propulsion System (WAPS) to improve energy efficiency and reduce fuel consumption in 5,000 DWT tankers. The research background is based on the high carbon emissions of the shipping industry, as well as the need for more environmentally friendly propulsion solutions. The research method uses a quantitative approach through numerical simulation based on Computational Fluid Dynamics (CFD) to evaluate the aerodynamic performance of two crescent-shaped rigid sail models, namely Model A and Model B. Test variations were carried out at angles of attack of 5°, 10°, 15°, 20°, and 25° with wind speeds of 12 knots, 18.77 knots, and 27 knots. The main parameters analyzed include the lift force coefficient, thrust force, engine power requirements, and fuel consumption estimates. The results showed that both rigid sail models were able to generate significant lift and contribute additional thrust to the vessel. The Model B exhibits superior aerodynamic performance to the Model A, especially at medium to high angles of attack. The contribution of the thrust of the rigid sail is proven to be able to gradually reduce the power requirements of the main engine as the wind speed increases. As a result, the ship's fuel consumption can be significantly reduced with a savings range of between 5% to 30%, depending on the angle of attack configuration and wind conditions. This research demonstrates that crescent-shaped airfoils have the potential to serve as an innovative solution in supporting the decarbonization of the maritime sector and enhancing the operational efficiency of ships.

Keyword: Wind Assisted Propulsion System; Computational Fluid Dynamics; Airfoil; Rigid sail; Crescent-Shaped Airfoils; Fuel Saving

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan kasih karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir dengan judul “ANALISIS PENGGUNAAN *AIRFOIL* BENTUK BULAN SABIT UNTUK APLIKASI *WIND ASSISTED PROPULSION SYSTEM* SEBAGAI PENGHEMAT BAHAN BAKAR PADA KAPAL TANKER 5000 DWT” dengan baik. Tugas akhir ini ditujukan untuk memenuhi salah satu sarat memperoleh gelar sarjana teknik terapan (S.Tr.T) dari program studi D-IV Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan, Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan penelitian tugas akhir dengan baik dan lancar.
2. Bapak Dr. Mohd. Ridwan S.T., M.T. selaku ketua program studi dan dosen wali yang telah membimbing dan memberikan masukan kepada penulis selama perkuliahan maupun dalam melakukan penelitian tugas akhir.
3. Bapak Muhammad Sawal Baital S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan membantu penulis selama melaksanakan dan menyelesaikan penelitian tugas akhir.
4. Bapak ibu dosen Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan yang telah memberikan ilmu kepada penulis selama melakukan perkuliahan di program study Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan.
5. Kedua orang tua tercinta Bapak Sohadi dan Ibu Sriyanti yang selalu mendukung, memberi nasihat dan memberi doa selama ini sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir.
6. Kakak penulis Mba Rahayu Nofita Sari dan Mas Hendra Aditya yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis selama ini sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir.
7. Semua pihak PT. Bahtera Tangguh Indonesia yang telah membantu penulis dalam menyediakan data-data pendukung yang diperlukan selama penelitian sehingga penelitian ini dapat di selesaikan.
8. Rekan-rekan mahasiswa Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan angkatan 2022 NASA yang membantu dan memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih memiliki banyak kekurangan, sehingga penulis terbuka untuk kritik dan saran dari pembaca agar dapat menjadi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga penelitian ini dapat berguna bagi dunia pendidikan dan ilmu pengetahuan.

Semarang, 25 Mei 2026



Riski Dwi Santoso

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRAK</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR ISTILAH	xii
DAFTAR NOTASI	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.1 Hambatan Kapal	5
2.2 <i>Airfoil</i> dan Prinsip Aerodinamika	6
2.3 <i>Wind Assisted Propulsion System (WAPS)</i>	7
2.3.1 <i>Rigid sails</i>	7
2.3.2 <i>Rotor Flettner</i>	8
2.3.3 <i>Kite Sails</i>	10
2.4 <i>Airfoil</i> Bentuk Bulan Sabit.....	10
2.5 Efisiensi Bahan Bakar.....	12
2.6 <i>Computation Fluid Dynamics (CFD)</i>	12
BAB III METODE PENELITIAN	13
3.1 Metode Penelitian	13
3.2 Flowchart.....	13
3.3 Prosedur Penelitian	15
3.4 Alat dan Bahan.....	17
3.6 Tempat Pelaksanaan.....	21

3.7 Output	21
3.8 Jadwal Kegiatan	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Model Data	23
4.2 Meshing	24
4.3 Pengaturan Simulasi CFD	24
4.4 Grid Independence	25
4.5 Hasil Simulasi Aerodinamika Model A	27
4.6 Hasil Simulasi Aerodinamika Model B	38
4.7 Perbandingan Peforma Aerodinamika Kedua Model <i>Airfoil</i>	50
4.8 Perhitungan Hambatan Kapal	53
4.9 Analisis Pengaruh <i>Rigid sail</i> terhadap Kebutuhan Daya Mesin Kapal	55
4.9.1 Perhitungan Daya Mesin Setelah Dipasang <i>Rigid sail</i> Model A	55
4.9.2 Perhitungan Daya Mesin Setelah Dipasang <i>Rigid sail</i> Model B	58
4.9.3 Hasil Perhitungan Daya Mesin Ketika Dipasang <i>Rigid sail</i>	60
4.10 Analisis Penghematan Bahan Bakar	62
BAB V KESIMPULAN	67
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	71
BIODATA PENULIS	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Airfoil</i>	6
Gambar 2. 2 Gaya Angkat <i>Airfoil</i>	7
Gambar 2. 3 <i>Rigid sail</i>	8
Gambar 2. 4 Konsep Rotor Flettner.....	9
Gambar 2. 5 Rotor Sail.....	9
Gambar 2. 6 Kite Sails.....	10
Gambar 2. 7 Parameter <i>Airfoil</i>	11
Gambar 3. 1 AutoCAD.....	18
Gambar 3. 2 Ansys Fluent.....	18
Gambar 3. 3 Lines Plans.....	19
Gambar 3. 4 Desain <i>Rigid sails</i> Model A (kiri) dan Model B (kanan).....	20
Gambar 3. 5 3D <i>Rigid sails</i> Model A (kiri) dan Model B (kanan).....	20
Gambar 4. 1 <i>Domain</i> Komputasi.....	23
Gambar 4. 2 <i>Meshing</i>	24
Gambar 4. 3 <i>Grid Independence</i> Model A.....	26
Gambar 4. 4 <i>Grid Independence</i> Model B.....	26
Gambar 4. 5 Kontur Velocity Magnitude <i>Airfoil</i> Model A Sudut Serang 5° pada Kecepatan Angin (a)12 knot; (b)18,77 knot; (c) 27 knot	29
Gambar 4. 6 Kontur Velocity Magnitude <i>Airfoil</i> Model A Sudut Serang 10° pada Kecepatan Angin (a)12 knot; (b)18,77 knot; (c) 27 knot	31
Gambar 4. 7 Kontur Velocity Magnitude <i>Airfoil</i> Model A Sudut Serang 15° pada Kecepatan Angin (a)12 knot; (b)18,77 knot; (c) 27 knot	33
Gambar 4. 8 Kontur Velocity Magnitude <i>Airfoil</i> Model A Sudut Serang 20° pada Kecepatan Angin (a)12 knot; (b)18,77 knot; (c) 27 knot	35
Gambar 4. 9 Kontur Velocity Magnitude <i>Airfoil</i> Model A Sudut Serang 25° pada Kecepatan Angin (a)12 knot; (b)18,77 knot; (c) 27 knot	37
Gambar 4. 10 Kontur Velocity Magnitude <i>Airfoil</i> Model B Sudut Serang 5° pada Kecepatan Angin (a)12 knot; (b)18,77 knot; (c) 27 knot	41
Gambar 4. 11 Kontur Velocity Magnitude <i>Airfoil</i> Model B Sudut Serang 10° pada Kecepatan Angin (a)12 knot; (b)18,77 knot; (c) 27 knot	43
Gambar 4. 12 Kontur Velocity Magnitude <i>Airfoil</i> Model B Sudut Serang 15° pada Kecepatan Angin (a)12 knot; (b)18,77 knot; (c) 27 knot	45
Gambar 4. 13 Kontur Velocity Magnitude <i>Airfoil</i> Model B Sudut Serang 20° pada Kecepatan Angin (a)12 knot; (b)18,77 knot; (c) 27 knot	47
Gambar 4. 14 Kontur Velocity Magnitude <i>Airfoil</i> Model B Sudut Serang 25° pada Kecepatan Angin (a)12 knot; (b)18,77 knot; (c) 27 knot	49
Gambar 4. 25 Grafik Perbandingan Gaya Angkat pada Kecepatan Angin 12 Knot	51
Gambar 4. 26 Grafik Perbandingan Gaya Angkat pada Kecepatan Angin 18,77 Knot	51
Gambar 4. 27 Grafik Perbandingan Gaya Angkat pada Kecepatan Angin 27 Knot	51
Gambar 4. 28 Grafik Perbandingan Kebutuhan Daya mesin terhadap kecepatan Angin.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Parameter <i>Airfoil</i> Bulan Sabit	11
Tabel 2. 2 Parameter Level Tiap Model <i>Airfoil</i>	11
Tabel 3. 1 Data Utama Kapal.....	19
Tabel 3. 2 Jadwal penelitian.....	21
Tabel 4. 1 Pengaturan Simulasi.....	25
Tabel 4. 2 Grid Independence Model A	25
Tabel 4. 3 Grid Independence Model B.....	25
Tabel 4. 4 Gaya Angkat <i>Airfoil</i> Model A Kecepatan Angin 12 Knot.....	27
Tabel 4. 5 Gaya Angkat <i>Airfoil</i> Model A Kecepatan Angin 18,77 Knot.....	27
Tabel 4. 6 Gaya Angkat <i>Airfoil</i> Model A Kecepatan Angin 27 Knot.....	28
Tabel 4. 7 Gaya Angkat <i>Airfoil</i> Model B Kecepatan Angin 12 Knot.....	39
Tabel 4. 8 Gaya Angkat <i>Airfoil</i> Model B Kecepatan Angin 18,77 Knot.....	39
Tabel 4. 9 Gaya Angkat <i>Airfoil</i> Model B Kecepatan Angin 27 Knot.....	39
Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan Daya Mesin Ketika dipasang <i>rigid sail</i>	61
Tabel 4. 11 Konsumsi Bahan Bakar Kapal	64

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I RENCANA GARIS	71
LAMPIRAN II DESAIN <i>AIRFOIL</i>	73
LAMPIRAN III HASIL TURNITIN	75
LAMPIRAN IV HAKI POSTER ILMIAH	77
LAMPIRAN V JURNAL	80

DAFTAR ISTILAH

- Angle of Attack* : Sudut yang terbentuk antara arah aliran fluida dengan garis referensi utama pada *airfoil* atau permukaan aerodinamis.
- Aerodinamika : Cabang ilmu yang mempelajari perilaku aliran udara dan gaya yang bekerja pada suatu benda akibat interaksi dengan udara. Dalam bidang perkapalan dan teknik, aerodinamika digunakan untuk menganalisis gaya angkat, gaya hambat, serta efisiensi bentuk suatu struktur terhadap aliran udara.
- Airfoil* : Bentuk profil aerodinamika yang dirancang untuk menghasilkan gaya angkat ketika dialiri fluida, seperti udara atau air.
- Airfoil* Bulan Sabit : Bentuk profil aerodinamika yang menyerupai bulan sabit dan dirancang untuk meningkatkan efisiensi aliran udara di sekitar permukaan *airfoil*.
- Attached Flow* : Kondisi aliran fluida yang tetap mengikuti kontur permukaan suatu objek tanpa mengalami pemisahan aliran.
- Boundary Condition* : Parameter atau syarat yang ditentukan pada batas *domain* simulasi untuk menggambarkan kondisi fisik suatu sistem. Dalam simulasi CFD, *boundary condition* digunakan untuk menentukan karakteristik aliran seperti kecepatan, tekanan, temperatur, dan arah aliran pada area masuk, keluar, maupun permukaan objek yang dianalisis.
- Computational Domain* : Area dalam simulasi numerik yang digunakan untuk merepresentasikan lingkungan fisik tempat terjadinya fenomena aliran fluida. Dalam simulasi CFD, *computational domain* mencakup objek yang dianalisis beserta area di sekitarnya agar interaksi aliran dapat dihitung secara akurat.
- Computational Fluid Dynamics* : Metode analisis numerik yang digunakan untuk mempelajari karakteristik aliran fluida, perpindahan panas, serta interaksi fluida dengan suatu objek melalui pendekatan komputasi. Metode ini bekerja dengan menyelesaikan persamaan dasar mekanika fluida secara numerik sehingga mampu memprediksi distribusi kecepatan, tekanan, turbulensi, dan parameter aliran lainnya.
- Diskretisasi* : Proses pembagian suatu domain kontinu menjadi elemen-elemen kecil dalam metode numerik untuk mempermudah penyelesaian persamaan matematis secara komputasi. Dalam *Computational Fluid Dynamics* (CFD), *diskretisasi* digunakan untuk mengubah persamaan dasar aliran fluida menjadi bentuk numerik sehingga dapat dihitung oleh komputer.
- Emisi Karbon : Pelepasan gas yang mengandung unsur karbon, terutama karbon dioksida (CO₂), ke atmosfer akibat proses pembakaran bahan bakar fosil. Dalam sektor pelayaran, emisi karbon dihasilkan dari operasi mesin kapal dan menjadi salah satu penyebab utama peningkatan efek rumah kaca serta perubahan iklim global.
- Fuel Saving* : Upaya untuk mengurangi jumlah konsumsi bahan bakar tanpa menurunkan kinerja operasional suatu sistem. Dalam bidang perkapalan, *fuel saving* dilakukan untuk meningkatkan efisiensi

	energi, menekan biaya operasional, dan mengurangi emisi gas buang kapal.
<i>Heavy Fuel Oil</i>	: Bahan bakar residu hasil akhir proses pengolahan minyak bumi yang memiliki viskositas tinggi dan umum digunakan sebagai bahan bakar utama kapal.
<i>International Maritime Organization</i>	: Organisasi internasional di bawah Perserikatan Bangsa - Bangsa yang bertugas menetapkan standar keselamatan, keamanan, dan perlindungan lingkungan dalam kegiatan pelayaran internasional. IMO berperan dalam penyusunan regulasi maritim global, termasuk pengendalian emisi gas buang kapal dan keselamatan operasional kapal.
<i>Leading Edge</i>	: Bagian tepi depan dari suatu <i>airfoil</i> atau permukaan aerodinamis yang pertama kali berinteraksi dengan aliran fluida.
<i>Marine Diesel Oil</i>	: Bahan bakar kapal jenis distilat yang memiliki viskositas lebih rendah dibandingkan <i>Heavy Fuel Oil</i> . Bahan bakar ini digunakan pada mesin kapal karena proses pembakarannya lebih bersih, menghasilkan emisi lebih rendah, serta tidak memerlukan pemanasan intensif sebelum digunakan.
<i>Mesh</i>	: Kumpulan elemen atau <i>Grid</i> yang terbentuk dari proses <i>meshing</i> pada simulasi numerik. <i>Mesh</i> digunakan untuk membagi <i>domain</i> komputasi menjadi bagian-bagian kecil sehingga persamaan matematis pada metode <i>Computational Fluid Dynamics</i> (CFD) dapat diselesaikan secara numerik dengan tingkat ketelitian tertentu.
<i>Meshing</i>	: Proses pembagian <i>domain</i> komputasi menjadi elemen-elemen kecil atau <i>Grid</i> dalam simulasi numerik. Pada metode <i>Computational Fluid Dynamics</i> (CFD), <i>meshing</i> digunakan untuk mempermudah penyelesaian persamaan aliran fluida secara numerik sehingga distribusi parameter aliran seperti kecepatan, tekanan, dan turbulensi dapat dihitung dengan lebih akurat.
Propulsi Kapal	: Sistem yang digunakan untuk menghasilkan gaya dorong agar kapal dapat bergerak.
<i>Reverse Calculation</i>	: Metode analisis yang dilakukan dengan menentukan nilai parameter awal berdasarkan hasil atau data akhir yang telah diketahui.
<i>Rigid sail</i>	: Layar kaku berbentuk aerodinamis yang digunakan sebagai sistem propulsi tambahan pada kapal dengan memanfaatkan energi angin.
<i>Stall</i>	: Kondisi ketika aliran fluida mengalami pemisahan dari permukaan <i>airfoil</i> akibat sudut serang yang terlalu besar, sehingga menyebabkan penurunan gaya angkat secara signifikan dan peningkatan gaya hambat. Fenomena ini memengaruhi performa aerodinamika dan efisiensi suatu sistem yang memanfaatkan gaya angkat.
<i>Trailing Edge</i>	: Bagian tepi belakang dari suatu <i>airfoil</i> atau permukaan aerodinamis yang menjadi titik keluarnya aliran fluida setelah melewati permukaan objek.
<i>Turbulence Model</i>	: Pendekatan matematis yang digunakan dalam simulasi <i>Computational Fluid Dynamics</i> (CFD) untuk memprediksi perilaku aliran turbulen.

- Twin Screw : Konfigurasi sistem propulsi kapal yang menggunakan dua *propeller* dan umumnya digerakkan oleh dua poros serta mesin penggerak terpisah. Sistem ini digunakan untuk meningkatkan kemampuan manuver, stabilitas operasional, serta distribusi daya dorong kapal dibandingkan sistem propulsi tunggal.
- Velocity Magnitude* : Besaran yang menunjukkan nilai total kecepatan aliran fluida tanpa memperhatikan arah pergerakannya. Dalam analisis *Computational Fluid Dynamics* (CFD), *velocity magnitude* digunakan untuk menggambarkan distribusi kecepatan aliran di dalam domain simulasi sehingga karakteristik percepatan, perlambatan, dan pola aliran fluida dapat dianalisis secara visual maupun numerik.
- Wake* : Daerah aliran fluida di belakang suatu objek yang ditandai oleh penurunan kecepatan, perubahan tekanan, dan terbentuknya turbulensi akibat interaksi antara aliran dengan permukaan objek. Dalam analisis aerodinamika dan hidrodinamika, fenomena *wake* memengaruhi besar gaya hambat serta karakteristik aliran di sekitar objek.

DAFTAR NOTASI

Simbol	Nama	Satuan	Penjelasan
L	<i>Lift Force</i>	kN	Gaya angkat yang dihasilkan oleh <i>airfoil</i> akibat interaksi aliran fluida pada permukaan <i>rigid sail</i> .
CL	<i>Coefficient of Lift</i>	-	Koefisien yang menunjukkan kemampuan <i>airfoil</i> menghasilkan gaya angkat terhadap aliran fluida.
F_{sail}	<i>Daya Dorong Rigid sail</i>	kN	Gaya dorong tambahan yang dihasilkan oleh <i>rigid sail</i> untuk membantu sistem propulsi kapal.
EHP	<i>Effective Horse Power</i>	HP	Daya efektif yang dibutuhkan kapal untuk mengatasi hambatan total pada kecepatan tertentu.
DHP	<i>Delivered Horse Power</i>	HP	Daya yang disalurkan menuju <i>propeller</i> setelah memperhitungkan kehilangan daya pada sistem transmisi.
SHP	<i>Shaft Horse Power</i>	HP	Daya yang diteruskan melalui poros <i>propeller</i> dari mesin induk menuju baling-baling.
BHPSCr	<i>Brake Horse Power Service Continuous Rating</i>	Kw	Daya maksimum mesin yang dapat digunakan secara kontinu pada kondisi operasi pelayanan normal.
BHPMCr	<i>Brake Horse Power Maximum Continuous Rating</i>	Kw	Daya maksimum kontinu yang dapat dihasilkan mesin induk pada kondisi operasi penuh.
RT	Hambatan Total Kapal	kN	Total gaya hambat yang bekerja pada kapal saat bergerak di air.
RT_{new}	Hambatan Total Kapal Baru	kN	Hambatan total kapal setelah mendapatkan pengaruh tambahan dari sistem <i>rigid sail</i> .
PC	<i>Propulsive Coefficient</i>	-	Koefisien yang menunjukkan efisiensi keseluruhan sistem propulsi kapal.
η_G	<i>Efisiensi Gearbox</i>	-	Perbandingan daya keluaran dan daya masukan pada sistem <i>gearbox</i> .
η_H	<i>Hull Efficiency</i>	-	Efisiensi interaksi antara lambung kapal dan <i>propeller</i> dalam sistem propulsi.
η_O	<i>Open Water Efficiency</i>	-	Efisiensi <i>propeller</i> pada kondisi pengujian <i>open water</i> tanpa pengaruh lambung kapal.
η_R	<i>Relative Rotative Efficiency</i>	-	Efisiensi relatif akibat interaksi putaran <i>propeller</i> dengan aliran di belakang kapal.
η_S	<i>Efisiensi Shaft</i>	-	Efisiensi penyaluran daya melalui sistem poros <i>propeller</i> .
FC	<i>Fuel Consumption</i>	L/Hari	Jumlah konsumsi bahan bakar kapal dalam satu hari operasi.
v_s	<i>Service Speed</i>	m/s atau Knot	Kecepatan operasional kapal pada kondisi pelayanan normal.
t	<i>Thrust Deduction Factor</i>	-	Faktor pengurang <i>thrust</i> akibat pengaruh interaksi antara <i>propeller</i> dan lambung kapal.

W	<i>Wake Fraction</i>	-	Fraksi penurunan kecepatan aliran yang masuk ke <i>propeller</i> akibat pengaruh aliran bangun kapal.
L	<i>Lift Force</i>	kN	Gaya angkat yang dihasilkan oleh <i>airfoil</i> akibat interaksi aliran fluida pada permukaan <i>rigid sail</i> .