

**OPTIMASI DESAIN *PROPELLER* TERHADAP GAYA
DORONG MENGGUNAKAN *COMPUTATIONAL
FLUID DYNAMIC (CFD)***

SKRIPSI

Oleh

**IVAN JULIUS RAJAGUKGUK
2151050006**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2025**

**OPTIMASI DESAIN PROPELLER TERHADAP GAYA
DORONG MENGGUNAKAN *COMPUTATIONAL
FLUID DYNAMIC (CFD)***

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Akademik Guna Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik (S.T) Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Kristen Indonesia

Oleh

**IVAN JULIUS RAJAGUKGUK
2151050006**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2025**



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ivan Julius Rajagukguk

NIM : 2151050006

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang berjudul " OPTIMASI DESAIN *PROPELLER* TERHADAP GAYA DORONG MENGGUNAKAN *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD)*" adalah:

1. Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan hasil kuliah, tinjauan lapangan, buku-buku dan jurnal acuan yang tertera didalam referensi pada karya tugas akhir saya.
2. Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di universitas lain, kecuali pada bagian-bagian informasi yang dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.
3. Bukan merupakan karya terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera di dalam reperensi tugas akhir.

Kalan terbukti saya tidak memenuhi apa yang dinyatakan diatas, maka karya tugas akhir saya ini dianggap batal.

Jakarta, 23 Juni 2025

(Ivan Julius Rajagukguk)



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR
"OPTIMASI DESAIN *PROPELLER* TERHADAP GAYA
DORONG MENGGUNAKAN *COMPUTATIONAL*
FLUID DYNAMIC (CFD)"

Oleh:

Nama : Ivan Julius Rajagukguk

NIM : 2151050006

Program Studi : Teknik Mesin

Peminatan : Konversi Energi

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam sidang
Tugas Akhir guna mencapai gelar sarjana Strata Satu/pada Program Studi Teknik
Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia

Jakarta, 23 Juni 2025

Menyetujui:

Pembimbing I

Ir. Sesmaro Max Yuda, MT
NIDN.0323036703

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Ir. Budiarto, M.Sc

Pembimbing II

Medyawanti Pane, S.T., M.Sc
NIDN. 0301119202

Dekan Fakultas Teknik

Dicky Antonius, S.T., M.Sc



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK

PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada 23 Juni 2025 telah diselenggarakan Sidang Tugas Akhir untuk memenuhi sebagai persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu/ pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia, atas nama:

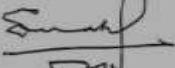
Nama : Ivan Julius Rajagukguk

NPM : 2151050006

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Termasuk ujian tugas akhir yang berjudul "OPTIMASI DESAIN *PROPELLER* TERHADAP GAYA DORONG MENGGUNAKAN *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD)*" oleh penguji yang terdiri dari:

No	Nama Penguji	Jabatan Dalam Tim Penguji	Tanda Tangan
1	Dikky Antonius, S.T., M.Sc	Sebagai Ketua	
2	Ir. Budiarto, M.Sc	Sebagai Anggota	
3	Ir. Sesmaro Max Yuda, MT	Sebagai Anggota	
4	Manogari Sianturi, S.Si., MT	Sebagai Anggota	
5	Melya Dyanasari Sebayang, S.Si., MT	Sebagai Anggota	

Jakarta, 25 Juni 2025



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

Pernyataan Dan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ivan Julius Rajagukguk
NIM : 2151050006
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Tugas Akhir : Skripsi
Judul : Optimasi Desain *Propeller* Terhadap Gaya Dorong
Menggunakan *Computational Fluid Dynamic (CFD)*

Menyatakan Bahwa:

1. Tugas akhir tersebut adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan bukan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar akademik diperguruan tinggi manapun;
2. Tugas akhir tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya pihak lain, dan apabila saya mengutip dari karya orang lain maka akan dicantumkan sebagai referensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
3. Saya memberikan Hak *Noneksklusif* Tanpa Royalti kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilih hak cipta.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta dan Kekayaan Intelektual atau Peraturan Perundangan-undangan Republik Indonesia lainnya dan integritas akademik dalam karya saya tersebut, maka saya bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum dan sanksi akademis yang timbul serta membebaskan Universitas Kristen Indonesia dari segala tuntutan hukum yang berlaku.

Dibuat di Jakarta
Pada tanggal 23 Juni 2025
Yang Menyatakan


(Ivan Julius Rajagukguk)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yesus Kristus atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Optimasi Desain *Propeller* Terhadap Gaya Dorong Menggunakan *Computational Fluid Dynamic (CFD)*". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Kristen Indonesia.

Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Dengan penuh rasa hormat, penulis ingin menyampaikan apresiasi dan ucapan terima kasih yang mendalam kepada semua pihak yang telah berkontribusi.

1. Terkhususnya penulis persembahkan kepada kedua orang tua terkasih, ayahanda Anthony Rajagukguk dan ibunda Serliana Simanjuntak yang selalu memberikan doa, dukungan, baik secara moral maupun materi, dan yang menjadi motivasi penulis sehingga mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana. Juga kepada adik-adik penulis yang selalu memberikan dukungan dan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini dengan penuh .
2. Bapak Dikky Antonius, S.T., M.Sc., selaku Dekan dan Ibu Chandra Christianti Purnomo, S.T., M.T., selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia.
3. Bapak Ir. Budiarto, M.Sc., selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia.
4. Bapak Ir. Sesmaro Max Yuda, MT., selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan arahan, saran, dan bimbingan yang sangat berharga selama proses penulisan skripsi ini.
5. Ibu Medyawati Pane, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing pendamping yang sudah penulis anggap sebagai kakak, telah banyak memberikan ilmu beliau dan mengajarkan banyak hal kepada penulis yang sangat bermanfaat sehingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana dan telah meluangkan waktu untuk membimbing serta memberikan arahan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan

baik.

6. Seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin serta staf Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia yang telah berbagi ilmu, pengalaman, dan motivasi selama masa perkuliahan.
7. Rekan-rekan Teknik Mesin angkatan 2021 yang telah menjadi saudara bagi penulis selama menjalani perkuliahan, saling berbagi suka dan duka, serta menciptakan banyak kenangan berharga bersama.
8. Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin sebagai wadah penyalur minat dan bakat mahasiswa Teknik Mesin serta tempat pembelajaran keorganisasian bagi mahasiswa Jurusan Teknik Mesin.
9. Dan terakhir, penulis ucapkan terima kasih kepada Hanna Ida Nababan yang selalu memberikan semangat dukungan dan doa untuk penulis menyelesaikan skripsi.

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya para pembaca umumnya. Penulis menyadari bahwa karya tulis ini masih banyak terdapat kekerungan dan masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik, saran dan masukan dari semua pihak yang bersifat membangun untuk perbaikan skripsi ini.

Jakarta, 23 Juni 2025

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR.....	i
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR.....	ii
PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR.....	iii
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR GRAFIK	xi
ABSTRAK.....	xii
ABSTRAC	xiii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 6
2.1 Propeller	6
2.1.1 Fixed Pitch Propellers (FPP).....	6
2.1.2 Ducted Propeller	7
2.1.3 Contra-rotating propellers.....	8
2.1.4 Overlapping Propellers	9
2.1.5 Controllable Pitch Propellers (CPP)	10
2.1.6 Water jet Propulsion System.....	11
2.1.7 Cycloidal Propellers.....	12

2.1.8 Paddle Wheels (Roda Pedal).....	13
2.1.9 Super-conducting Electric Propulsion	14
2.1.10 Azimuth Podded Propulsion System	15
2.2 Profil NACA.....	16
2.3 Gaya Dorong	17
2.4 Simulasi Software.....	18
2.4.1 Solidworks	18
2.4.2 Fitur Utama Solidworks.....	19
2.4.3 Sejarah Solidworks	20
2.5 Computational Fluid Dynamic (CFD).....	20
2.5.1 Ansys Fluent	22
2.5.2 Turbulensi	22
2.6 Orthogonal Array.....	23
BAB III METODE PENELITIAN.....	25
3.1 Metode penelitian	25
3.2 Tempat penelitian	26
3.3 Jadwal Kegiatan.....	26
3.4 Diagram Alir.....	27
3.5 Materi Penelitian	28
3.6 Geometri Bilah	28
3.7 Model propeller	30
3.8 Simulasi ANSYS	31
3.8.1 ANSYS Modeler.....	31
3.8.2 ANSYS Meshing	32
3.8.3 Setup.....	34
3.9 Rencana anggaran biaya (RAB)	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1 Data Awal	38
4.2 Kontur Tekanan	38

4.3	Streamline.....	43
4.4	Data Hasil Pengujian	48
4.5	Perhitungan Data	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		53
5.1	Kesimpulan.....	53
5.2	Saran	53
DAFTAR PUSTAKA		55



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Variabel penelitian.....	3
Tabel 2. Variable penelitian berdasarkan OA.....	4
Tabel 3. Jadwal kegiatan	26
Tabel 4. Tabel koordinat NACA	29
Tabel 5. Jumlah elemen model.....	32
Tabel 6. Kondisi simulasi.....	34
Tabel 7. Rencana anggaran biaya (RAB).....	38
Tabel 8. Data awal.....	38
Tabel 9. Hasil gaya dorong.....	48
Tabel 10. Koefisien gaya dorong	50



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Fixed Pitch.....	7
Gambar 2.2 Ducted Propeller.....	8
Gambar 2.3 Contra-rotating propellers	9
Gambar 2.4 Overlapping Propellers.....	9
Gambar 2.5 Controllable Pitch Propeller	10
Gambar 2.6 Sistem Propulsi Water jet	12
Gambar 2.7 Sketsa sistem Propulsi Water jet	12
Gambar 2.8 Cycloidal Propellers	13
Gambar 2.9 Paddle wheels.....	14
Gambar 2.10 Azimuth Podded Propulsion System	16
Gambar 2.11 Geometri NACA 2424.....	17
Gambar 4.1 Kontur Tekanan Model 1.....	39
Gambar 4.2 Kontur Tekanan Pada Model 2.....	39
Gambar 4.3 Kontur Tekanan Pada Model 3.....	40
Gambar 4.4 Kontur Tekanan Pada Model 4.....	40
Gambar 4.5 Kontur Tekanan Pada Model 5.....	41
Gambar 4.6 Kontur Tekanan Pada Model 5.....	41
Gambar 4.7 Kontur Tekanan Pada Model 7.....	42
Gambar 4.8 Kontur Tekanan Pada Model 8.....	42
Gambar 4.9 Kontur Tekanan Pada Model 9.....	43
Gambar 4.10 Aliran Fluida Pada Model 1	44
Gambar 4.11 Aliran Fluida Pada Model 2	44

Gambar 4.12 Aliran Fluida Pada Model 3	45
Gambar 4.13 Aliran Fluida Pada Model 4	45
Gambar 4.14 Aliran Fluida Pada Model 5	46
Gambar 4.15 Aliran Fluida Pada Model 6	46
Gambar 4.16 Aliran Fluida Pada Model 7	47
Gambar 4.17 Aliran Fluida Pada Model 8	47
Gambar 4.18 Aliran Fluida Pada Model 9	48



DAFTAR GRAFIK

Grafik 1. Gaya Dorong.....	51
Grafik 2. Koefisien Gaya Dorong	52



ABSTRAK

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia memiliki wilayah perairan yang sangat luas, menjadikan transportasi air sebagai komponen penting dalam mendukung aktivitas ekonomi, logistik, dan pertanian. Dalam konteks ini, perahu kecil yang beroperasi di sungai, danau, dan wilayah pesisir sangat bergantung pada sistem propulsi yang efisien untuk menjamin performa optimal serta efisiensi penggunaan energi. Propeller atau baling-baling merupakan komponen utama yang berperan langsung dalam menghasilkan gaya dorong yang mendorong kapal untuk bergerak. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan desain propeller guna meningkatkan gaya dorong dengan efisiensi tinggi, menggunakan metode Taguchi berbasis Orthogonal Array dan simulasi *Computational Fluid Dynamics (CFD)* dengan bantuan perangkat lunak ANSYS Fluent. Penelitian ini memvariasikan empat parameter utama: sudut serang (45° , 50° , 55°), jumlah bilah (3, 4, 5), diameter propeller (20 cm, 25 cm, 30 cm), dan kecepatan putaran (500, 600, 700 RPM). Total sembilan kombinasi desain diuji dengan simulasi *Computational Fluid Dynamics (CFD)* menggunakan profil airfoil NACA 2424. Fluida yang digunakan dalam simulasi adalah air dalam bentuk cair untuk merepresentasikan kondisi operasional nyata. Hasil simulasi menunjukkan bahwa kombinasi parameter yang paling optimal adalah sudut serang 55° , jumlah bilah 5, diameter 20 cm, dan kecepatan 600 RPM, menghasilkan gaya dorong tertinggi sebesar 61,7 N (setara 6,29 kg) dan koefisien gaya dorong maksimum 0,000107. Temuan penting dalam penelitian ini adalah bahwa diameter atau area permukaan yang lebih besar tidak selalu menghasilkan gaya dorong yang lebih tinggi. Kinerja propeller justru lebih ditentukan oleh sinergi antarparameter daripada satu parameter tunggal. Penelitian ini membuktikan bahwa metode CFD sangat efektif dan ekonomis dalam menganalisis performa propeller. Hasilnya diharapkan menjadi referensi bagi pengembangan transportasi air berbasis energi terbarukan seperti perahu tenaga surya yang efisien dan ramah lingkungan.

Kata kunci: Propeller, Gaya Dorong, CFD, Metode Taguchi, Orthogonal Array, ANSYS

ABSTRACT

Indonesia, as the world's largest archipelagic nation, possesses vast maritime territories, making water transportation a crucial element in supporting economic, logistical, and agricultural activities. In this context, small boats operating in rivers, lakes, and coastal areas rely heavily on efficient propulsion systems to ensure optimal performance and energy efficiency. The propeller is a key component that directly contributes to the generation of thrust to move the vessel. Therefore, this study aims to optimize propeller design to increase thrust performance using the Taguchi method based on an Orthogonal Array and Computational Fluid Dynamics (CFD) simulations with ANSYS Fluent software. This research investigates four main design parameters: angle of attack (45°, 50°, 55°), number of blades (3, 4, 5), propeller diameter (20 cm, 25 cm, 30 cm), and rotation speed (500, 600, 700 RPM). A total of nine design combinations were analyzed through CFD simulation using the NACA 2424 airfoil profile. The working fluid used is liquid water, which accurately represents the real operating environment. Simulation results revealed that the most optimal configuration is a 55° angle of attack, five blades, 20 cm diameter, and 600 RPM rotation speed, producing the highest thrust of 61.7 N (equivalent to 6.29 kg) and the maximum thrust coefficient of 0.000107. A key finding from this study is that larger diameter or surface area does not necessarily result in higher thrust. Instead, performance is more significantly influenced by the interaction among multiple design parameters. This study confirms that CFD is an efficient and cost-effective tool for propeller performance analysis. The findings are expected to serve as a reference for the development of renewable energy-based watercrafts, such as solar-powered boats, that are both efficient and environmentally friendly.

Keywords: Propeller, Thrust, CFD, Taguchi Method, Orthogonal Array, ANSYS