



**ANALISIS EFISIENSI *HORIZONTAL AXIS TIDAL TURBINE*
UNTUK Mendukung PERSEDIAAN LISTRIK DI WILAYAH
LARANTUKA**

SKRIPSI

**INDANA ZULFATUN NIKMAH
2110313015**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN
2025**



**ANALISIS EFISIENSI *HORIZONTAL AXIS TIDAL TURBINE*
UNTUK Mendukung PERSediaan LISTRIK DI WILAYAH
LARANTUKA**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik**

**INDANA ZULFATUN NIKMAH
2110313015**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERKAPALAN
2025**

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Indana Zulfatun Nikmah
NIM : 2110313015
Program Studi : Teknik Perkapalan
Judul Skripsi : Analisis Efisiensi *Horizontal Axis Tidal Turbine* Untuk
Mendukung Persediaan Listrik Di Wilayah Larantuka

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Purwo Joko Suranto, S.T., M.T.
Penguji Utama



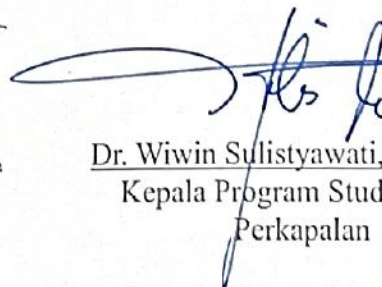
Fathin Muhammad Mahdhudhu., S.T.,
M.Sc.
Penguji Lembaga



Fakhri Akbar Ayub, S.T., M.Eng.,
Ph.D
Penguji (Pembimbing)



Dr. Muchamad Oktaviandri, S.T.,
M.T., IPM., ASEAN.Eng.
Plt. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T., M.T.
Kepala Program Studi Teknik
Perkapalan

Ditetapkan di : Depok
Tanggal Ujian : 02 Juli 2025

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS EFISIENSI *HORIZONTAL AXIS TIDAL TURBINE* UNTUK
MENDUKUNG PERSEDIAAN LISTRIK DI WILAYAH LARANTUKA

Disusun Oleh:

Indana Zulfatun Nikmah

2110313015

Menyetujui,

Pembimbing I



Fakhri Akbar Ayub, S.T., M.Eng.,

Ph.D

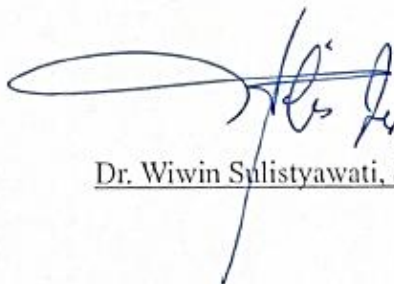
Pembimbing II



Fathin Muhammad Mahdhudhu., S.T.,

M.Sc.

Kepala Program Studi S1 Teknik Perkapalan



Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T., M.T.

PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri dan semua sumber yang dikutip atau dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Indana Zulfatun Nikmah

NIM : 2110313015

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Depok, 02 Juli 2025

Yang menyatakan,

A yellow 10,000 Rupiah Indonesian postage stamp is shown. It features the Garuda Pancasila emblem and the text 'REPUBLIK INDONESIA', '10000', and 'METER BATAS TEMPEL'. A black ink signature is written over the stamp. Below the stamp, the number '7018CAMX413514573' is visible.

Indana Zulfatun Nikmah

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI **SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Indana Zulfatun Nikmah

NIM : 2110313015

Fakultas : Teknik

Program Studi : S1 Teknik Perkapalan

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“ANALISIS EFISIENSI *HORIZONTAL AXIS TIDAL TURBINE* UNTUK
MENDUKUNG PERSEDIAAN LISTRIK DI WILAYAH LARANTUKA”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 02 Juli 2025

Yang menyatakan,



Indana Zulfatun Nikmah

ANALISIS EFISIENSI *HORIZONTAL AXIS TIDAL TURBINE* UNTUK Mendukung PERSEDIAAN LISTRIK DI WILAYAH LARANTUKA

Indana Zulfatun Nikmah

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efisiensi konversi energi dari turbin arus laut tipe *Horizontal Axis Tidal Turbine* (HATT) melalui variasi panjang bilah dan sudut serang (*angle of attack*), serta menganalisis potensi penerapannya dalam memenuhi kebutuhan listrik di wilayah pesisir Selat Larantuka. Simulasi numerik dilakukan menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD) berbasis kondisi *steady-state* untuk menghitung nilai torsi dan koefisien daya (C_p) pada sembilan konfigurasi turbin. Hasil simulasi menunjukkan bahwa Turbin dengan panjang blade 1 m dan sudut serang 10 derajat memiliki nilai C_p tertinggi sebesar 0,68. Namun demikian, Turbin dengan panjang blade 2m dan sudut serang 10 derajat, meskipun memiliki C_p sedikit lebih rendah sebesar 0,66, mampu menghasilkan energi tahunan terbesar, yaitu sebesar 739.307,64 kWh/tahun. Dengan daya keluaran turbin sebesar 156,28 kW dan asumsi efisiensi sistem konversi energi sebesar 90%, diperoleh daya listrik bersih sebesar 140,65 kW. Berdasarkan kebutuhan listrik wilayah Larantuka sebesar 27.372.309 kWh per tahun, dibutuhkan sekitar 4 unit Turbin untuk memenuhi 10% dari total konsumsi energi. Pemilihan Turbin sebagai model optimal didasarkan pada pendekatan multi-objektif yang mempertimbangkan keseimbangan antara efisiensi dan kapasitas output energi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi awal dalam pengembangan desain turbin arus laut dan implementasinya untuk mendukung ketahanan energi di kawasan Indonesia Timur.

Kata kunci: *Horizontal Axis Tidal Turbine* (HATT), Koefisien Daya (C_p), CFD, Efisiensi, Selat Larantuka, Energi Pasang Surut, Kapasitas Listrik

EFFICIENCY ANALYSIS OF HORIZONTAL AXIS TIDAL TURBINE TO SUPPORT ELECTRICITY SUPPLY IN LARANTUKA

Indana Zulfatun Nikmah

ABSTRACT

This study aims to evaluate the energy conversion efficiency of a Horizontal Axis Tidal Turbine (HATT) through variations in blade length and angle of attack, as well as to analyze its potential application in meeting the electricity demand in the coastal area of the Larantuka Strait. Numerical simulations were conducted using the Computational Fluid Dynamics (CFD) method under steady-state conditions to calculate torque and power coefficient (C_p) for nine turbine configurations. The simulation results show that the turbine with a blade length of 1 meter and an angle of attack of 10 degrees produced the highest C_p value of 0.68. However, the turbine with a blade length of 2 meters and the same angle of attack, despite having a slightly lower C_p of 0.66, achieved the highest annual energy output of 739.307,64 kWh/year. With an output power of 156.28 kW and an assumed energy conversion efficiency of 90%, the net electrical power obtained is 140.65 kW. Based on the annual electricity demand in Larantuka of 27,372,309 kWh, approximately four units of this turbine are required to meet 10% of total consumption. The selection of this turbine as the optimal model is based on a multi-objective approach that considers a balance between efficiency and energy output capacity. The results of this study are expected to serve as a preliminary reference for the development of tidal current turbine designs and their implementation to support energy security in Eastern Indonesia.

Keywords: *Horizontal Axis Tidal Turbine (HATT), Power Coefficient (C_p), CFD, Efficiency, Larantuka Strait, Tidal Energy, Electric Capacity*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, serta shalawat dan salam penulis lantunkan kepada Nabi Muhammad SAW. Atas berkat rahmat-Nya lah penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Analisis Efisiensi *Horizontal Axis Tidal Turbine* Untuk Mendukung Persediaan Listrik Di Wilayah Larantuka” yang mana skripsi ini merupakan syarat kelulusan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi S1 Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Penulis juga mengucapkan terima kasih khususnya kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa melimpahkan nikmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyusun skripsi hingga rampung.
2. Ibu Dr. Wiwin Sulistyawati, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Perkapalan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
3. Bapak Fakhri Akbar Ayub, S.T., M.Eng., Ph.D selaku dosen pembimbing 1 yang telah sabar membimbing, memberikan masukan, dan pengarahan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Bapak Fathin Muhammad Mahdhudhu, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing 2 yang telah membimbing, memberikan masukan, dan pengarahan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Bapak Darmawansyah, S.Pd. dan Ibu Zuraidah, S.Pd. AUD. selaku orang tua penulis yang telah memberikan seluruh cinta, kasih, doa dan restunya kepada penulis dalam menyusun skripsi hingga selesai. Tanpa doa, kerja keras, dan cinta kalian yang tak tergantikan, saya tidak akan mampu berdiri sejauh ini. Semoga setiap langkah yang saya tempuh bisa menjadi kebanggaan dan kebahagiaan bagi kalian berdua.
6. NIM 062 yang selalu mendukung dan menemani penulis dalam masa sulit hingga akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan. Terima kasih telah percaya, memahami, dan selalu ada.

7. Saudara dan Saudari Maritim 2021 yang senantiasa dalam suka dan duka, berbagi ilmu, dan semangat kepada penulis selama masa perkuliahan.
8. Seluruh pihak baik teman dan keluarga yang tidak bisa disebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini terdapat banyak kekurangan baik dalam penyajian materi hingga sistematika penulisan, oleh sebab itu penulis sangat terbuka untuk kritik dan saran agar melengkapi kekurangan tersebut.

Akhir kata penulis mengucapkan Alhamdulillah, semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala selalu menyertai langkah penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat menambah wawasan berpikir serta sebagai bahan referensi dan informasi yang bermanfaat bagi pengetahuan, khususnya di bidang Teknik Perkapalan.

Depok, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Sistematika Penelitian	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 <i>Tidal Energy</i>	8
2.1.1 Potensi Energi Pasang Surut di Indonesia.....	8
2.1.2 Potensi Energi Pasang Surut di Selat Larantuka	9
2.2 <i>Tidal Turbine</i>	10
2.2.1 <i>Horizontal Axis Tidal Turbine</i> (HATT)	10
2.3 Gaya Hidrodinamika	12
2.3.1 <i>Thrust</i>	12
2.3.2 <i>Drag</i>	13
2.3.3 <i>Lift</i>	13
2.3.4 <i>Torque</i>	13

2.4	Parameter Performa <i>Tidal Turbine</i>	14
2.4.1	Koefisien Daya (C_p) dan Efisiensi Turbin	14
2.4.2	<i>Tip Speed Ratio</i> (TSR)	15
2.4.3	Daya Mekanik Turbin	16
2.4.4	Daya Listrik (<i>Electrical Power</i>).....	16
2.4.5	Keluaran Energi Tahunan	16
2.4.6	Jumlah Turbin Yang Dibutuhkan	17
2.5	<i>Betz Limit</i>	17
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		19
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	19
3.2	Identifikasi Masalah dan Perumusan Masalah.....	20
3.3	Studi Literatur	20
3.4	Pengumpulan Data	20
3.5	Permodelan Geometri Validasi.....	21
3.6	Simulasi <i>Computational Fluid Dynamic</i>	22
3.6.1	Kondisi Batas	22
3.6.2	<i>Meshing</i>	23
3.6.3	<i>Running</i> Simulasi	24
3.7	Validasi.....	24
3.8	Variasi.....	26
3.8.1	Variasi Model	26
3.8.2	Variasi Kondisi Perairan Selat Larantuka	28
3.9	Hasil dan Pembahasan.....	28
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		30
4.1	Hasil Simulasi Variasi	30
4.1.1	Perbandingan Nilai Torsi Pada Setiap Variasi Turbin	30
4.1.2	Perhitungan Nilai Koefisien Daya (C_p)	31
4.1.3	Perhitungan Efisiensi Turbin.....	33
4.2	Pola Aliran Fluida	34
4.3	Evaluasi Efisiensi Model Turbin Terhadap Kebutuhan Energi di Larantuka.....	40

4.3.1	Perbandingan Energi yang Dihasilkan Masing-Masing Model Turbin	40
4.3.2	Pemilihan Model Turbin	42
4.3.3	Perhitungan Daya Mekanik dan <i>Output</i> Daya Listrik Turbin	42
4.3.4	Keluaran Energi Tahunan & Kebutuhan Turbin.....	43
BAB 5 PENUTUP.....		44
5.1	Kesimpulan	44
5.2	Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA.....		46
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		1
LAMPIRAN.....		3

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Dimensi Rotor.....	20
Tabel 3.2 Karakteristik Selat Larantuka	21
Tabel 3.3 Data Penggunaan Listrik di Wilayah Larantuka.....	21
Tabel 3.4 Hasil Konvergensi Mesh.....	25
Tabel 3.5 Hasil Validasi Error.....	25
Tabel 3.6 Dimensi Variasi Model	26
Tabel 3.7 Karakteristik Selat Larantuka	28
Tabel 4.1 Nilai Torsi	30
Tabel 4.2 Perhitungan Nilai Cp	31
Tabel 4.3 Efisiensi Turbin Terhadap Cp Maksimum	33
Tabel 4.4 Perhitungan Output Daya dan Energi Tahunan Masing – Masing Variasi Turbin.....	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Bauran Energi Indonesia tahun 2013,2022,2025 dan Target Bauran Energi tahun 2050	1
Gambar 1.2 Peta Larantuka di Nusa Tenggara Timur	2
Gambar 2.1 Lokasi Potensial Pembangkitan Energi Pasang Surut di Indonesia...	9
Gambar 2.2 Horizontal Axis Tidal Turbines.....	11
Gambar 2.3 Jenis – jenis Horizontal Axis Tidal Turbine.....	11
Gambar 2.4 Horizontal Axis Tidal Turbines.....	11
Gambar 3.1 Flow Chart	19
Gambar 3.2 Bilah Turbin	22
Gambar 3.3 Rotor Turbin.....	22
Gambar 3.4 Profil Airfoil Wortmann FX 63-137	22
Gambar 3.5 Boundary Condition.....	23
Gambar 3.6 Meshing	24
Gambar 3.7 Grafik Hasil Konvergensi Mesh	25
Gambar 3.8 Grafik Hasil Validasi Error	26
Gambar 3.9 Variasi Model.....	27
Gambar 4.1 Grafik Nilai Torque.....	30
Gambar 4.2 Grafik hasil perhitungan C_p	32
Gambar 4.3 Velocity Contour Turbin 1 pada TSR 1,5	34
Gambar 4.4 Velocity Contour Turbin 2 pada TSR 1,5	35
Gambar 4.5 Velocity Contour Turbin 3 pada TSR 1,5	35
Gambar 4.6 Velocity Contour Turbin 4 pada TSR 1,5	35
Gambar 4.7 Velocity Contour Turbin 5 pada TSR 1,5	35
Gambar 4.8 Velocity Contour Turbin 6 pada TSR 1,5	36
Gambar 4.9 Velocity Contour Turbin 7 pada TSR 1,5	36
Gambar 4.10 Velocity Contour Turbin 8 pada TSR 1,5	36
Gambar 4.11 Velocity Contour Turbin 9 pada TSR 1,5.....	36
Gambar 4.12 Velocity Contour Turbin 1 pada TSR 3,5	37
Gambar 4.13 Velocity Contour Turbin 2 pada TSR 3,5	37

Gambar 4.14 Velocity Contour Turbin 3 pada TSR 3,5	38
Gambar 4.15 Velocity Contour Turbin 4 pada TSR 3,5	38
Gambar 4.16 Velocity Contour Turbin 5 pada TSR 3,5	38
Gambar 4.17 Velocity Contour Turbin 6 pada TSR 3,5	38
Gambar 4.18 Velocity Contour Turbin 7 pada TSR 3,5	39
Gambar 4.19 Velocity Contour Turbin 8 pada TSR 3,5	39
Gambar 4.20 Velocity Contour Turbin 9 pada TSR 3,5	39
Gambar 4.21 Output Energi Tahunan Masing – Masing Variasi Turbin	41