

TUGAS AKHIR

**PEMODELAN KARAKTERISTIK DAYA TURBIN AIR TIPE
FRANCIS DI PLTM MAITING HULU-2 (2 X 4) MW
MENGUNAKAN ALOGARITMA *DECISION TREE***



OLEH :

**JIMMI SUPRIANTO PANGGAU
221214009**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA TORAJA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN


Tugas akhir ini di ajukan untuk memenuhi sebagian syarat dalam menyelesaikan studi untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Toraja.


Nama : JIMMI SUPRIANTO PANGGAU
Stambuk : 221214009
Program studi : Teknik Elektro
Judul : PEMODELAN KARAKTERISTIK DAYA TURBIN AIR
TIPE FRANCIS DI PLTM MAITING HULU-2 (2 x 4)
MW MENGGUNAKAN ALOGARITMA *DECISION*
TREE

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Ir. Martina Pineng, S.T., M.T.
NIDN. 0901078502



Ir. Nofrianto Pasae, S.T., M.T.
NIDN.0912119002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Kristen Indonesia Toraja

Ketua Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Kristen Indonesia Toraja


Dr. Ir. Nitha, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.
NIDN. 0902117802


Ir. Yusri A.M Ambabunga, S.T., M.T.
NIDN. 0905097602

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi sebagian syarat-syarat dalam menyelesaikan studi guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia Toraja. Telah diseminarkan di kampus II UKI Toraja.

Nama : Jimmi Suprianto Panggau
Stambuk : 221214009
Judul : PEMODELAN KARAKTERISTIK DAYA TURBIN AIR
TIPE FRANCIS DI PLTM MAITING HULU-2 (2 x 4) MW
MENGUNAKAN ALOGARITMA *DECISION TREE*

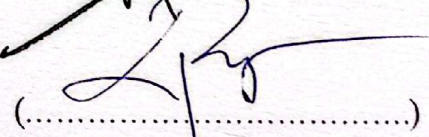
Dengan susunan dosen pembimbing dan penguji seminar sebagai berikut :

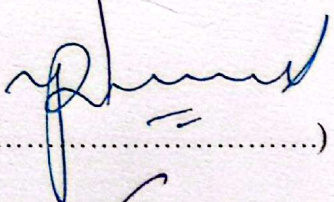
Dosen Pembimbing

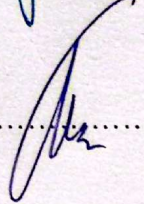
i. Dr. Ir. Martina Pineng, S.T., M.T. (.....)

ii. Ir. Nofrianto Pasae, S.T., M.T. (.....

Dosen Penguji

i. Lantana D. Rumpa, S. Kom., M.T. (.....

ii. Ir. Yusri Ambabunga, S.T., M.T. (.....

iii. Bergita Gela M. Saka, S.Si., M.Sc. (.....

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Jimmi Suprianto Panggau

Nim : 221214009

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul,

PEMODELAN KARAKTERISTRIK DAYA TURBIN AIR TIPE FRANCIS
DI PLTM MAITING HULU-2 (2 X 4) MW MENGGUNAKAN ALOGARITMA
DECISION TREE adalah hasil karya tulis saya sendiri, Bukan hasil plagairisme dari
karya tulis orang lain baik sebagian atau seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan
yang telah disebutkan sumbernya dengan jelas, Apabila dikemudian hari skripsi ini
benar terbukti bahwa skripsi ini merupakan plagairisme baik sebagian maupun
seluruhnya, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan ketentuan
dan peraturan yang berlaku di Universitas Kristen Indonesia Toraja.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar benarnya
dan penuh tanggung jawab.

Kakondongan, 10 juni 2025



Jimmi Suprianto Panggau

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan karakteristik daya dan efisiensi turbin air tipe Francis yang digunakan pada PLTM Maiting Hulu-2 (2x4 MW) dengan menerapkan algoritma Decision Tree. Pemodelan dilakukan berdasarkan data operasional yang meliputi kecepatan air, tinggi jatuh air, debit, suhu, arus, tegangan, dan beban. Metode Decision Tree dipilih karena kemampuannya dalam membentuk aturan-aturan prediksi dari data historis yang kompleks secara visual dan interpretatif.

Proses pengolahan data meliputi pembersihan data, pelatihan model (training), pengujian (testing), dan evaluasi model dengan metrik regresi seperti MAE, MSE, RMSE, dan R^2 . Hasil penelitian menunjukkan bahwa model dapat memprediksi arus dengan akurasi sangat tinggi (R^2 sebesar 97,73%), tegangan dengan akurasi baik (R^2 sebesar 79,77%), dan daya dengan tingkat ketepatan sedang (R^2 sebesar 66,18%). Variabel debit dan tekanan air merupakan faktor dominan yang memengaruhi output daya dan efisiensi.

Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan algoritma Decision Tree sangat potensial dalam memodelkan performa turbin air secara praktis dan dapat menjadi acuan untuk optimasi operasional PLTM serta pengembangan sistem prediksi energi di masa depan.

Kata Kunci: Algoritma Decision Tree, Daya, Efisiensi, PLTM Maiting Hulu-2, Prediksi, Turbin Francis.

ABSTRACT

This study aims to model the power and efficiency characteristics of Francis-type water turbines used in Maiting Hulu-2 PLTM (2x4 MW) by applying the Decision Tree algorithm. Modeling is carried out based on operational data including water velocity, water fall height, discharge, temperature, current, voltage, and load. The Decision Tree method was chosen because of its ability to form prediction rules from complex historical data visually and interpretively.

The data processing process includes data cleaning, model training, testing, and model evaluation with regression metrics such as MAE, MSE, RMSE, and R^2 . The results show that the model can predict current with very high accuracy (R^2 of 97.73%), voltage with good accuracy (R^2 of 79.77%), and power with a moderate level of accuracy (R^2 of 66.18%). The discharge and water pressure variables are the dominant factors that affect power output and efficiency.

This study shows that the use of the Decision Tree algorithm is very potential in modeling the performance of water turbines practically and can be a reference for optimizing the operation of PLTM and developing energy prediction systems in the future.

Keywords: *Decision Tree Algorithm, Efficiency, Francis Turbine, PLTM Maiting Hulu-2, Power, Prediction.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur patut saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, oleh karena berkat dan kemurahan-Nya, penulis dapat menyusun Tugas Akhir ini dengan judul penelitian “Pemodelan Karakteristik Daya Turbin Air Tipe Francis di PLTM Maiting Hulu-2 (2 x 4) MW Menggunakan Alogaritma Decision Tree” sebagai salah satu syarat untuk lulus pada jenjang pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Toraja. Dalam penulisan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna dikarenakan kurangnya pengetahuan, kemampuan, dan pengalaman. Namun penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis serta bagi pembaca. Pada proses penyusunan Tugas Akhir ini tidak luput dan tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis berterimah kasih kepada semua pihak yang mendukung dan membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini, terutama kepada :

1. Prof. Dr. Oktavianus Pasoloran, S.E., M.Si., Ak. CA selaku Rektor Universitas Kristen Indonesia Toraja.
2. Dr. Ir. Nitha, S.T., M.T., IPM, ASEAN Eng selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Toraja.
3. Kedua orang tua saya, Djulius Panggau selaku ayah saya dan Damaris Bumbungan selaku ibu saya, yang selalu memberikan nasehat dan dukungan serta selalu setia mendoakan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

4. Ir. Yusri Ambabunga, S.T.,M.T. selaku Ketua Program studi Teknik elektro Universitas Kristen Indonesia Toraja.
5. Dr. Ir. Martina Pineng, S.T.,M.T. selaku pembimbing I yang telah berkenan meluangkan waktunya untuk mengarahkan dan membimbing saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Ir. Nofrianto Pasae, S.T.,M.T. selaku pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktunya untuk mengarahkan dan membimbing saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh dosen dan staf yang telah memberikan ilmu serta pengalaman kepada penulis selama melakukan penyusunan Tugas Akhir.
8. Teman-teman seperjuangan yang telah memberikan semangat serta Dorongan kepada penulis selama melakukan penyusunan Tugas Akhir ini.

Kiranya Tuhan Yang Maha Kuasa senantiasa melindungi dan memberikan berkat kepada kita semua. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini bisa menjadi referensi untuk semua pihak yang membutuhkan dan menjadikannya sebagai bahan kajian dan layak untuk dipelajari.

Kakondongan, Juni 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	i
DAFTAR GAMBAR	ii
NOMENKLATUR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro	5
2.2 Turbin Air Tipe <i>Francis</i>	6
2.3 Komponen Utama Turbin Francis.....	8
2.4 Decision Tree	10
2.5 Data dan Metodologi.....	12
2.6 Studi Kasus dan Aplikasi Nyata.....	13

2.7 Tinjauan Pustaka	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Waktu dan Tempat	20
3.2 Alat dan Bahan Yang digunakan.....	20
3.2.1 Alat	20
3.2.2 Bahan.....	20
3.3 Variabel dan Desain Penelitian	21
3.3.1 Variabel Penelitian	21
3.3.2 Desain Penelitian	22
3.4 Tahapan Penelitian	22
3.4.1 Pengumpulan dan Pengambilan Data.....	23
3.4.4 Testing Data.....	23
3.4.5 Hasil dan Kesimpulan.....	24
3.5 Evaluasi Kerja	26
3.6 Matriks Data.....	26
3.1 Tabel Matriks Data	26
3.7 Jadwal Peneltian.....	26
3.2 Tabel Penelitian	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Hasil Pengambilan Data.....	27
4.2 Codingan Python Yang Digunakan.....	35
4.2.1 Hasil Pengolahan Data.....	39

4.2.2 Analisis Data Menggunakan Algoritma Decision Tree.....	39
4.2.3 Perhitungan korelasi.....	39
4.3 Hasil Permodelan Decision Tree.....	41
4.3.1 Variabel yang mempengaruhi Arus (Mva).....	42
4.3.2 Variabel yang mempengaruhi Tegangan (Mva).....	42
4.4 Korelasi Terbaik.....	43
4.5 Hasil Validasi Evaluasi Model Decision Tree.....	44
4.6 Visualisasi Prediksi vs Nilai Sebenarnya Untuk Arus.....	47
4.7 Visualisasi Prediksi vs Nilai Sebenarnya Untuk Tegangan.....	49
4.8 Visualisasi Pohon Keputusan Arus.....	50
4.9 Visualisasi Pohon Keputusan Tegangan.....	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka.....	13
Tabel 3.1 Matriks Data	25
Tabel 3.2 Jadwal Penelitian	26
Tabel 4.1 Hasil Evaluasi model Decision Tree.....	45
Tabel 4.2 Tabel Hasil Terbaik Per Variabel Y (Berdasarkan R^2).....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro	5
Gambar 2. 2 Turbin Air Tipe Francis	7
Gambar 2. 3 Gambar 2.3 Komponen Utama Turbin Francis.....	8
Gambar 2. 4 Decision Tre.....	12
Gambar 2.3. 1 Runner.....	9
Gambar 2.3. 2 Draft Tube.....	9
Gambar 2.3. 3 Guide Vane	10
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian.....	23
Gambar 4.1 Kode Python untuk Decision Tree.....	39
Gambar 4.2 Statistik Deskriptif	39
Gambar 4.3 Korelasi Antar Variabel	41
Gambar 4.4 Variabel yang mempengaruhi Arus	42
Gambar 4.5 Variabel yang mempengaruhi Tegangan	42
Gambar 4.6 Korelasi Terbaik.....	43
Gambar 4.7 Hasil Validasi Model Decision Tree.....	44
Gambar 4.8 Visualisasi Prediksi vs Nilai Sebenarnya Untuk Arus	48
Gambar 4.9 Visualisasi Prediksi vs Nilai Sebenarnya Untuk Tegangan.....	49
Gambar 4.10 Visualisasi Pohon Keputusan Arus	50
Gambar 4.11 Visualisasi Pohon Keputusan Tegangan.....	51

NOMENKLATUR

Simbol	Keterangan	Satuan
v	Kecepatan Air	(m/s)
H	Tinggi Jatuh Air	(m)
Q	Debit Air	(m ³ /s)
T	Temperatur Air	(C°)
V	Tegangan	(V)
I	Arus	(A)
P	Daya	(W)
m	Beban	(W)