

TUGAS AKHIR

**PEMODELAN KARAKTERISTIK DAYA TURBIN AIR TIPE
FRANCIS DI PLTM MAITING HULU-2 (2x4)
MW MENGGUNAKAN ALGORITMA
SUPPORT VECTOR MACHINE
(SVM)**



OLEH :

**GERI CRIS ORONGAN
221214007**

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

TUGAS AKHIR

**PEMODELAN KARAKTERISTIK DAYA TURBIN AIR TIPE
FRANCIS DI PLTM MAITING HULU-2 (2x4)
MW MENGGUNAKAN ALGORITMA
SUPPORT VECTOR MACHINE
(SVM)**

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada
Program Studi Teknik Elektro*



OLEH :

**GERI CRIS ORONGAN
221214007**

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

LEMBAR PENGESAHAN

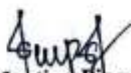
Tugas akhir ini di ajukan untuk memenuhi sebagian syarat dalam menyelesaikan studi untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Toraja.

Nama : GERI CRIS ORONGAN
Stambuk : 221214007
Program studi : Teknik Elektro
Judul : PEMODELAN KARAKTERISTIK DAYA TURBIN AIR
TIPE FRANCIS DI PLTM MAITING HULU-2 (2 x 4)
MW MENGGUNAKAN ALOGARITMA *SUPPORT*
VECTOR MACHINE (SVM)

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II


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

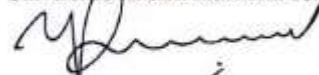

Ir. Nofrianto Pasae, S.T., M.T.
NIDN.0912119002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Kristen Indonesia Toraja


Dr. Ir. Nithya S.J.L., M.T., IPM., ASEAN Eng.
NIDN. 0902447802

Ketua Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Kristen Indonesia Toraja


Ir. Yusr 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 : Geri Cris Orongan
Stambuk : 221214007

Judul : PEMODELAN KARAKTERISTIK DAYA TURBIN AIR TIPE FRANCIS DI PLTM MAITING HULU-2 (2x4) MW MENGGUNAKAN ALGORITMA SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)

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. Ir. Yusri A.M Ambabunga' ,S.T., M.T (.....)
- ii. Lantana Dioren Rumpa, S.Kom., M.T (.....)
- iii. Bergita Gela M. saka, S.Si, M.Sc (.....)

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Geri Cris Orongan

NIM : 221-214-007

Progran Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul:

PEMODELAN KARAKTERISTIK DAYA TURBIN AIR TIPE FRANCIS DI PLTM MAITING HULU-2 (2 x 4) MW MENGGUNAKAN ALOGARITMA *SUPPORT VECTOR MACHINE* (SVM) adalah hasil karya tulis saya sendiri, bukan merupakan hasil plagiarisme dari karya tulis orang lain baik sebagiann maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya dengan jelas. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil plagiarisme, 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 ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan penuh tanggung jawab.

Kakondongan, 12 Juni 2025

Geri Cris Or



ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan karakteristik daya turbin air tipe Francis di Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) Maiting Hulu-2 (2x4 MW) menggunakan algoritma Support Vector Machine (SVM). Variabel independen yang digunakan dalam pemodelan meliputi debit air, tinggi jatuh air, kecepatan air, tekanan, dan suhu. Sedangkan variabel dependen terdiri dari daya keluaran, arus, dan tegangan. Pengumpulan data dilakukan langsung di lokasi pembangkit dan dianalisis menggunakan pendekatan machine learning. Namun, hasil evaluasi model menunjukkan bahwa kinerja SVM masih kurang optimal, dengan nilai koefisien determinasi (R^2) negatif pada seluruh variabel target. Hal ini menunjukkan bahwa model belum mampu memprediksi output turbin dengan akurasi yang memadai. Penelitian ini menyimpulkan bahwa perlu dilakukan optimasi parameter model, peningkatan kualitas dan kuantitas data, serta eksplorasi model alternatif untuk memperoleh hasil yang lebih baik.

Kata kunci: Turbin Francis, PLTM, Support Vector Machine, pemodelan daya, evaluasi model.

ABSTRACT

This study aims to model the power characteristics of a Francis-type water turbine at the Maiting Hulu-2 Mini Hydro Power Plant (2x4 MW) using the Support Vector Machine (SVM) algorithm. The input variables included water discharge, head, flow velocity, pressure, and temperature, while the output variables consisted of electric power, current, and voltage. Data were collected directly from the power plant site and analyzed using a machine learning approach. However, model evaluation results indicate that the SVM performance is still suboptimal, with negative R-squared values across all target variables. This implies that the model is unable to accurately predict turbine output. The study concludes that further optimization of model parameters, improvement of data quality and quantity, and exploration of alternative models are required for better results.

Keywords: *Francis turbine, mini hydro power plant, Support Vector Machine, power modeling, model evaluation.*

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 “Analisis Karakteristik Turbin Air Tipe Francis di PLTM Maiting Hulu-2 (2x4) MW Menggunakan Alogaritma *Support Vector Machine* (SVM)” 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. Kedua orang tua, Ayahanda Sofhianus Kende Orongan dan Ibunda Mery Taru’, atas doa dan dukungan yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Prof. Dr. Oktavianus Pasoloran, SE,. M.Si,.Ak. selaku Rektor Universitas Kristen Indonesia Toraja.
3. Dr. Ir. Nitha, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Toraja.
4. Ir. Yusri Ambabunga, S.T.,M.T. Selaku Ketua Program studi Teknik elektro Universitas Kristen Indonesia Toraja.

5. 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 tugas akhir.
8. Kepada kekasih Olyne Putri Silambi, S.M. yang telah membantu, memberi dukungan, semangat, motivasi serta menemani penulis sehingga tugas akhir tugas akhir ini selesai.
9. Kepada partner seperjuangan yang telah memberikan semangat serta Dorongan kepada penulis selama melakukan penyusunan tugas akhir tugas akhir.
10. Terima kasih kepada PLTM Maiting Hulu-2 (2x4 MW) dan Manajer yang telah membantu serta menerima kami dalam proses pengambilan data.

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

Kakondongan, 12 Juni 2025

Penulis

NOMENKLATUR

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

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro (PLTM).....	7
2.2 Prinsip Operasional Pembangkit Listrik Tenaga MiniHidro (PLTM)	8

2.3 Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro	8
2.4 Komponen PLTM	9
2.5 Karakteristik Turbin Air Francis.....	11
2.6 Turbin Air	13
2.7 Klasifikasi Turbin Air Dan Prinsip Kerjanya.....	14
2.7.1 Turbin Impuls.....	14
2.7.2 Pengertian Tentang Turbin francis.....	16
2.7.3 Bagian-Bagian Turbin Francis	17
2.7.4 Prinsip Kerja Turbin Francis.....	20
2.8 Pengenalan Algoritma Support Vector Machine (SVM).....	20
2.8.1 Fungsi Algoritma	21
2.8.2 Jenis-Jenis Algoritma SVM	22
2.8.3 Hyperlane	23
2.8.4 Support Vector	23
2.8.5 Cara Kerja Algoritma SVM.....	24
2.9 Debit Air	25
2.10 Pembuatan Model Support Vector Machine	26
2.11 Studi Kasus Dan Aplikasi Nyata.....	26
2.12 Tinjauan Pustaka	28

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1 Waktu dan Tempat	32
3.2 Alat dan Bahan	32
3.2.1 Alat	32
3.2.2 Bahan	33
3.3 Variabel dan Desain Penelitian	33
3.3.1 Variabel Penelitian	33
3.3.2 Desain Penelitian	35
3.5 Tahapan Penelitian	38
3.6 Bagan Alir	39
3.7 Jadwal Penelitian	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Hasil Pengambilan Data	40
4.2 Hasil Pengolahan Data	49
4.2.1 Analisis Data Menggunakan Algoritma Support Vector Machine	49
4.2.2 Identifikasi dan Penghilang Outlier Menggunakan Metode IQR	49
4.2.3 Statistik Deskriptif	50
4.2.4 Korelasi Antar Variabel	51
4.2.6 Proses Pembagian Data Latih-Uji dan Standardisasi Fitur	56

4.2.7 Pelatihan Model SVM Untuk Setiap Variabel Target	57
4.2.8 Evaluasi Model	58
4.2.8 Visualisasi Prediksi Vs Nilai Sebenarnya Untuk Arus (Ampere), Tegangan (V)	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA.....	65
LAMPIRAN	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Pembangkit Litrik Minihidro	10
Gambar 2.2 Instalasi Air	13
Gambar 2.3 Turbin Pelton	14
Gambar 2.4 Turbin Michell-Bangki	15
Gambar 2.5 Turbin Francis	17
Gambar 2.6 Runner	18
Gambar 2.7 Casing	18
Gambar 2.8 Guide Vane	19
Gambar 2.9 Inlet Pipe	19
Gambar 2.10 Draft Tube	20
Gambar 2.11 SWM Linear	22
Gambar 2.12 SVM Non-Linear	23
Gambar 2.13 Support Vecktor	24
Gambar 2.14 Max Margin	24
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian	38
Gambar 4.1 Proses Load Pada Colaboratory	49
Gambar 4.2 Identifikasi Dan Penghilang Outlier	49
Gambar 4.3 Statistik Deskriptif	50
Gambar 4.4 Korelasi Antar Variabel	51
Gambar 4.5 Korelasi X Terbaik	53
Gambar 4.6 Pemodelan Prediktif	55
Gambar 4.7 Proses Pembagian Data Latih-Uji dan Standardisasi Fitur	56

Gambar 4.8 Gambar Model untuk masing-masing Variabel Output.....	57
Gambar 4.9 Gambar Evaluasi Model	59
Gambar 4.10 Gambar Visualisasi Prediksi Vs Nilai Sebenarnya Untuk Arus (Ampere), Tegangan (V).....	61
Gambar 4.11 Hasil Olahan Data Fitur dan Target	62

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian.....	39
---	----