

***RANDOM FOREST REGRESSION* UNTUK PREDIKSI *OUTPUT*
DAYA SISTEM LAMPU JALAN BERBASIS *FRESNEL SOLAR*
CONCENTRATOR DENGAN INTEGRASI PERBANDINGAN
MULTI DATA**



LAPORAN AKHIR

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada Program
Studi Sajana Terapan Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh :

MUHAMMAD VIVALDI VIKZI KOHAR

062240342218

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2026

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan :

Nama : Muhammad Vivaldi Vikzi Kohar
NPM : 062240342218
Jenis Kelamin : Laki laki
Tempat, tanggal lahir : Palembang, 1 Agustus 2004
Alamat : Jl. R. Sockamto Ir. Masjid rt.08 rw.008 Kelurahan
8 Ilir Kecamatan Ilir Timur Tiga
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Elektro
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : *Random Forest Regression* Untuk Prediksi Output
Daya Sistem Lampu Jalan Berbasis *Fresnel Solar*
Concentrator Dengan Integrasi Perbandingan Multi
Data

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari tindakan plagiasi dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Tugas Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Tugas Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian Tugas Akhir.

Apabila di kemudian hari diketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggung jawab dan menerima sanksi tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh jurusan Teknik Elektro sehingga berdampak tertundanya pengambilan Ijazah & Transkrip (ASLI & COPY). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarbenarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksa.



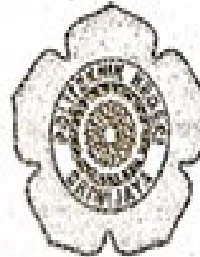
Palembang, 4 Juli 2026

Yang menyatakan



Muhammad Vivaldi Vikzi Kohar

LEMBAR PENGESAHAN
RANDOM FOREST REGRESSION UNTUK PREDIKSI OUTPUT DAYA
SISTEM LAMPU JALAN BERBASIS FRESNEL SOLAR CONCENTRATOR
DENGAN INTEGRASI PERBANDINGAN MULTI DATA



Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada Program
Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Sriwijaya

Oleh :
MUHAMMAD VIVALDI VIKZI KOHAR
062240342218

Menyetujui

Dosen Pembimbing I

Ir. Evelina, ST., M.Kom
NIP. 196411131989032001

Dosen Pembimbing II

Ir. M. Nawawi, M.T
NIP. 196312221991031006

Mengetahui

Ketua Jurusan
Teknik Elektro

Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM.
NIP. 192907222008011007

Koordinator Prodi Sarjana
Terapan Teknik Elektro

Ir. Renny Maulida, S.T., M.T
NIP. 198910022019032013

MOTO DAN PERSEMBAHAN

“Dan Allah menciptakan padanya bulan sebagai cahaya dan menjadikan matahari sebagai pelita yang terang benderang.”

-(QS. Nuh 16)-

“ We walk the talk not only talk the talk ”

-(Joko widodo RI 7)-

”Like a solar concentrator, focus your energy on one single point, and you will ignite your true potential.”

-(Vivaldi)-

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua Orang Tua Tercinta Sulastri dan Ayun kohar, Tidak ada algoritma dan komputasi secerdas apa pun yang mampu menghitung besarnya pengorbanan, keringat, serta ketulusan doa yang Ayah dan Ibu berikan. Terima kasih telah menjadi pelita yang tak pernah redup dan penyokong tegangan yang selalu menjaga langkah saya tetap stabil hingga titik akhir perjalanan ini. Karya ini adalah hadiah kecil untuk membalas setetes dari lautan kasih sayang kalian.
2. Dosen Pembimbing Ibu Ir. Evelina, S.T., M.Kom dan Ir. M. Nawawi, M.T. Yang telah memberikan ilmu, bimbingan, serta arahan yang sangat berharga dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Terima kasih atas waktu, kesabaran, dan dedikasi yang telah diberikan selama proses penelitian ini berlangsung.
3. Cahya Suci yang telah menjadi variabel prediktor dengan korelasi positif tertinggi dalam perjalananku. Di saat logika komputasi dan pikiran mengalami fluktuasi yang non-linier, pengertianmu adalah hyperparameter paling optimal yang selalu berhasil mereduksi *error* rasiku. Terima kasih sudah menemani proses *training* dan yang panjang ini hingga tingkat akurasi tertinggi berhasil dicapai.
4. Sahabat sahabat perjuangan (Ahmad Sayyidul Anugrah, Baruna Putra Pratama, Fairuz Athallah, M. Ali Ramadhan, Romi Afriansyah). pertemanan kita adalah sebuah sistem ansambel yang kuat. Terima kasih telah membagi beban komputasi di kala otak saya mulai memanas, selalu mencegah saya dari *overfitting*.

ABSTRAK

***RANDOM FOREST REGRESSION* UNTUK PREDIKSI OUTPUT DAYA SISTEM LAMPU JALAN BERBASIS *FRESNEL SOLAR CONCENTRATOR* DENGAN INTEGRASI PERBANDINGAN MULTI DATA**

(2026 : xiii + 102 Halaman + 23 Gambar + 15 Tabel + Daftar Pustaka + Lampiran)

MUHAMMAD VIVALDI VIKZI KOHAR

062240342218

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Variabilitas keluaran daya pada sistem Penerangan Jalan Umum tenaga surya berbasis *Fresnel Solar Concentrator* (FSC) memiliki karakteristik sangat non-linier. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi algoritma *Random Forest Regression* (RFR) terintegrasi mikrokontroler ESP32 untuk memprediksi *output* daya secara presisi. Metode yang digunakan adalah gabungan data *multi-source*, menggabungkan telemetri kelistrikan lokal yaitu sensor sistem dengan data meteorologi BMKG Stasiun Palembang. Data diakuisisi selama 27 hari dengan resolusi 30 menit, kemudian dioptimasi melalui *Grid Search Cross-Validation* (5-fold) menggunakan *lag features* dan *feature crossing*. Hasil pengujian membuktikan arsitektur fusi (Model BMKG) secara empiris mengungguli model konvensional, meningkatkan akurasi (R^2) dari 0,7926 menjadi 0,8533 serta menurunkan *Root Mean Square Error* (RMSE) menjadi 5,2687 Watt. Analisis *Feature Importance* mengonfirmasi fitur "Sinergi Cuaca" sebagai penentu paling dominan sebesar 50,4%. Keberhasilan ekstrapolasi prediksi 5 hari ke depan memvalidasi keandalan algoritma ini sebagai fondasi sistem manajemen energi cerdas yang proaktif.

Kata kunci : *Random Forest Regression*, *Fresnel Solar Concentrator*, Fusi Data, BMKG, Prediksi Daya.

ABSTRACT

RANDOM FOREST REGRESSION UNTUK PREDIKSI OUTPUT DAYA SISTEM LAMPU JALAN BERBASIS FRESNEL SOLAR CONCENTRATOR DENGAN INTEGRASI PERBANDINGAN MULTI DATA

(2026 : xiii + 102 Pages + 23 Figures + 15 Tables + References + Attachments)

MUHAMMAD VIVALDI VIKZI KOHAR

062240342218

BACHELOR OF APPLIED ELECTRICAL ENGINEERING

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT

STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA

The power output variability of the Fresnel Solar Concentrator (FSC) based solar street lighting system has highly non-linear characteristics. This study aims to evaluate the Random Forest Regression (RFR) algorithm integrated with the ESP32 microcontroller to predict power output precisely. The method used is a combination of multi-source data, combining local electrical telemetry, namely system sensors, with meteorological data from the BMKG Palembang Station. Data was acquired for 27 days with a resolution of 30 minutes, then optimized through Grid Search Cross-Validation (5-fold) using lag features and feature crossing. The test results prove that the fusion architecture (BMKG Model) empirically outperforms the conventional model, increasing accuracy (R^2) from 0.7926 to 0.8533 and reducing the Root Mean Square Error (RMSE) to 5.2687 Watts. Feature Importance analysis confirms the "Weather Synergy" feature as the most dominant determinant at 50.4%. The successful extrapolation of 5-day predictions validates the reliability of this algorithm as the foundation of a proactive intelligent energy management system.

Keyword : Random Forest Regression, Fresnel Solar Concentrator, Data Fusion, BMKG, Power Prediction

KATA PENGANTAR

Dengan rasa syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya Tidak lupa juga sholawat serta salam kita curahkan dan panjatkan kepada nabi kita nabi besar kita nabi Muhammad SAW dan umatnya hingga akhir zaman. Sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir yang berjudul ***“RANDOM FOREST REGRESSION UNTUK PREDIKSI OUTPUT DAYA SISTEM LAMPU JALAN BERBASIS FRESNEL SOLAR CONCENTRATOR DENGAN INTEGRASI PERBANDINGAN MULTI DATA”***

Penulis laporan Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Teknik Elektro Pada Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya. Laporan Tugas Akhir ini berisi Bab I Pendahuluan, Bab II Tinjauan Pustaka, Bab III Metodologi Penelitian, Bab IV Hasil dan Pembahasan dan Bab 5 Kesimpulan.

Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, arahan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih:

1. Ibu Ir. Evelina, ST., M.Kom. Selaku Dosen Pembimbing I

2. Bapak Ir.M.Nawawi, M.T. Selaku Dosen Pembimbing II

Kemudian dengan segala ketulusan hati penulis juga berterimakasih atas dukungan, bimbingan, bantuan, dan kemudahan dari berbagai pihak, antara lain:

1. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T. Selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM. Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Ir. Lindawati, S.T., M.T.I. Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Ir. Renny Maulidda, S.T., M.T. Selaku Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ibu tersayang yang telah memberi dukungan, semangat, kasih sayang dan cinta yang sangat besar, baik segi tenaga, materi, pendidikan, dan motivasi.

6. Teman-teman kelas 8ELB teman seperjuangan yang dari awal masuk perkuliahan hingga saat ini telah berjuang bersama-sama.
7. Sahabat Penulis Pemain Inti Asa, Baruna, Fairuz, Ali, Romi yang telah kebersamai dan mendukung penulis.
8. Sahabat Penelitian Rahmaddenny dan Martin Azmy Yang telah selalu menemani dan kebersamai kesulitan hingga keberhasilan dalam mengerjakan penelitian.
9. Semua pihak yang telah membantu dan menyelesaikan laporan ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran mendukung dari pembaca untuk perbaikan di masa mendatang. Terima kasih atas perhatiannya.

Palembang, April 2026

Penulis

Muhammad Vivaldi Vikzi Kohar

NIM. 062240342218

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Metode Penelitian	6
1.7 Sistematika Penulisan	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 <i>State Of The Art</i>	8
2.2 Energi Surya dan Potensinya di Indonesia.....	13
2.3 <i>Fresnel Solar Concentrator</i>	14
2.4 ESP32.....	16
2.5 Sensor INA219.....	18
2.6 <i>Voltage Sensor Divider</i>	19
2.7 Sensor LDR.....	20
2.8 Sensor <i>Passive Infrared</i> HC-SR501 (PIR)	22
2.9 Baterai VRLA	23
2.10 <i>Solar Charge Controller</i>	24
2.11 LED Untuk Lampu Jalan	26

2.12	Mikrokontroler Wemos.....	26
2.13	<i>Machine Learning</i>	28
2.14	<i>Random Forest Regression</i>	29
2.15	<i>Lag Features</i> pada <i>Data Time-Series</i>	31
2.16	<i>Recursive Multi-Step Forecasting</i>	33
2.17	Metrik Evaluasi Model.....	34
2.18	Pra-pemrosesan Data untuk <i>Machine Learning</i>	36
2.19	Data Meteorologi BMKG sebagai Variabel Prediktor.....	36
2.20	Variabel-Variabel Prediksi <i>Output</i> Daya.....	37
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	41
3.1	Kerangka Proposal Tugas Akhir.....	41
3.2	Studi Literatur.....	42
3.3	Perancangan dan Implementasi Sistem.....	42
3.3	Realisasi Sistem.....	50
3.4	<i>Data Collection</i>	58
3.5	<i>Praprocessing</i> Data.....	60
3.6	<i>Feature Engineering</i>	61
3.7	<i>Lag Features</i>	63
3.8	<i>Train Test Split</i>	64
3.9	Permodelan <i>Random Forest Regression</i> dan <i>Hyperparameter</i>	65
3.10	Perbandingan Model Multi Data.....	66
3.10	Evaluasi Model.....	67
3.11	Prediksi Daya 5 hariKedepan (<i>Recursive Multi-Step Forecasting</i>).....	68
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	71

4.1 Hasil Realisasi Sistem.....	71
4.2 Hasil Pengumpulan <i>Data Multi-Source</i>	76
4.3 Hasil Data <i>Praprocessing</i>	77
4.3 Hasil Implementasi <i>Feature Engineering</i> dan <i>Lag Features</i>	80
4.4 Hasil Pengujian Permodelan	82
4.5 Hasil Evaluasi Model Final pada Testing Set	84
4.6 Analisis <i>Feature Importance</i>	86
4.8 Implementasi Proyeksi Daya 5 hariKedepan (<i>Recursive Multi-Step Forecasting</i>).....	88
4.9 Analisis Estimasi Akumulasi Energi	99
BAB 5.....	101
KESIMPULAN	101
5.1 Kesimpulan	101
5.2 Saran	102
DAFTAR PUSTAKA	ix

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Fresnel Solar Concentrator</i>	15
Gambar 2. 2 ESP32	16
Gambar 2. 3 Sensor Tegangan	19
Gambar 2. 4 LDR Sensor	21
Gambar 2. 5 Sensor PIR.....	22
Gambar 2. 6 <i>Solar Charge Controller</i>	25
Gambar 2. 7 Led DC	26
Gambar 3. 1 Flowchart kerangka Tugas Akhir	41
Gambar 3. 2 Desain Mekanik.....	43
Gambar 3. 3 Desain Elektronik.....	45
Gambar 3. 4 Flowchart perancangan <i>Machine Learning</i>	48
Gambar 3. 5 Blok diagram seluruh sistem	51
Gambar 4. 2 Realisasi Elektrikal.....	74
Gambar 4. 3 <i>Praprocessing</i>	78
Gambar 4. 4 Sinkronisasi Data BMKG	79
Gambar 4. 5 Grafik Prediksi 2 Model pada testing test	83
Gambar 4. 6 Komparasi metrik evaluasi.....	85
Gambar 4. 7 <i>feature Importance</i> 2 model	87
Gambar 4. 8 grafik prediksi daya hari ke1	90
Gambar 4. 9 Grafik prediksi hari ke 2	91
Gambar 4. 10 Grafik prediksi hari ke 3.....	93
Gambar 4. 11 Grafik prediksi hari ke 4.....	95
Gambar 4. 12 grafik prediksi hari ke 5	97

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 State Of The Art.....	8
Tabel 2. 2 Variabel Prediksi.....	38
Tabel 3. 1 Rekap data collection.....	59
Tabel 3. 2 Lag Features.....	63
Tabel 3. 3 GridsearchCV Hyperparameter.....	65
Tabel 4. 1Data	77
Tabel 4. 2 Analisis Korelasi	80
Tabel 4. 3 Hasil Akhir Feature engineering.....	81
Tabel 4. 4 Hasil Hyperprameter	82
Tabel 4. 5 Hasil Evaluasi 2 Model.....	85
Tabel 4. 6 Hasil Prediksi hari ke1	89
Tabel 4. 7 Hasil Prediksi hari ke2	91
Tabel 4. 8 Hasil Prediksi hari ke3	93
Tabel 4. 9 Hasil Prediksi Hari ke 4	94
Tabel 4. 10 Hasil prediksi hari ke5	96