



**PREDIKSI DAYA LUARAN PER JAM BERBASIS DATA
SATELIT MENGGUNAKAN HYBRID K-MEANS DAN
LIGHTGBM PADA PLTS DI KOTA PADANG**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**



KEANU ATZUL VEHA
41522010051

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**



**PREDIKSI DAYA LUARAN PER JAM BERBASIS DATA
SATELIT MENGGUNAKAN HYBRID K-MEANS DAN
LIGHTGBM PADA PLTS DI KOTA PADANG**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

**KEANU ATZUL VEHA
41522010051**

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : KEANU ATZUL VEHA
NIM : 41522010051
Program Studi : Teknik Informatika
Prediksi Daya Luaran Per Jam Berbasis Data
Judul Proposal Penelitian : Satelit Menggunakan Hybrid K-Means dan
LightGBM pada PLTS di Kota Padang

Menyatakan bahwa Laporan Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Proposal Penelitian saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 13 Agustus 2026



Keanu Atzul Veba

HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN



072.423.4.03.01

PERNYATAAN SIMILARITY CHECK *(SIMILARITY CHECK STATEMENT)*

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh
(The undersigned, hereby declare that the scientific work written by

Nama *(Name)* : KEANU ATZUL VEHA
NIM *(Student ID Number)* : 41522010051
Program Studi *(Study Program)* : Teknik Informatika

Dengan Judul Tugas Akhir

(The title)

“Prediksi Daya Luaran Per Jam Berbasis Data Satelit Menggunakan Hybrid K-Means dan LightGBM pada PLTS di Kota Padang”

telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal:

(Similarity checks have been carried out with the Turnitin system on the date:

31 Juli 2026

dengan nilai persentase sebesar :

(with a percentage value of:

15%

dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan berlaku di **Fakultas Ilmu Komputer Universitas Mercu Buana**.
(declared to meet standards in accordance with applicable regulations at the Faculty of Computer Science, Universitas Mercu Buana)

File hasil cek *similarity* turnitin:

(Turnitin similarity report file)

https://drive.google.com/file/d/1_QpwT6M890HefbTqbRY_ZBwyCqyVg/view?usp=drive_link



Jakarta, 31 Juli 2026
Admin Turnitin Fasilkom UMB

Agung Prawoto, S.Kom., B.Sc
NIK : 322970503

Fakultas Ilmu Komputer

KAMPUS MENARA BHAKTI

Jl. Raya Meruya Selatan No. 1 Kembangan, Jakarta Barat 11650

Telp. 021-5640816 (Hunting), Psw : 5700 Fax. 021-5640813

<http://www.mercubuana.ac.id>, e-mail : fasilkom@mercubuana.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : KEANU ATZUL VEHA
NIM : 41522010051
Fakultas/Program Studi : Fakultas Ilmu Komputer / Teknik Informatika
Judul Tugas Akhir : Prediksi Daya Luaran Per Jam Berbasis Data Satelit
Menggunakan Hybrid K-Means dan LightGBM pada
PLTS di Kota Padang

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 13 Agustus 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pemimpin

Prastika Indriyanti, S.Kom., MCS
NIDN/NUPTK: 0312089401

Jakarta, 13 Agustus 2026
Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer

Ketua Program Studi
Teknik Informatika

Dr. Bambang Jokonowo, S.Si., MTI
NIDN/NUPTK: 0320037002

Dr. Hady Santoso, S.Kom., M.Kom
NIDN/NUPTK: 0225067701

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan yang Maha Esa, atas segala rahmat dan ridha-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian yang merupakan salah satu persyaratan kelulusan Program Studi Strata Satu (S1) pada jurusan Teknik Informatika, Universitas Mercu Buana.

Penulis menyadari bahwa proposal penelitian ini masih jauh dari sempurna, karena kesempurnaan sejatinya hanya milik Tuhan yang Maha Esa. Oleh karena itu, saran dan masukan yang membangun senantiasa penulis terima dengan senang hati. Serta berkat dukungan, motivasi, bantuan, bimbingan, dan doa dari banyak pihak, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Dr. Bambang Jokonowo, S.Si., MTI selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
3. Bapak Dr. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Mercubuana.
4. Ibu Dosen Pembimbing, Prastika Indriyanti, S.Kom, MCS. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan, motivasi, menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran sehingga selama pembuatan proposal penelitian ini terjadwal dengan baik.
5. Kedua Orang Tua saya dan kakak saya yang selalu mensupport saya baik dari segi finansial dan mental, dan juga mendukung saya selama menjalani masa studi sebagai mahasiswa Universitas Mercubuana.
6. Teman-teman perkuliahan saya, yaitu I Gusti Made, Agung Riadi, Cahya Maulana, Dewanda Reza, Rias Akmal Sembiring S.kom dan beberapa teman lainnya yang tidak bisa saya sebutkan, Terima kasih saya ucapkan telah mendukung dan menemani saya selama proses penelitian ini baik siang maupun malam. "Ada masanya kita, mencuri ruang dan waktu"-Hindia.
7. Teman-teman rumah saya, yaitu Adika Cahya, Syariz Nadhifa, Galuh Gulzar, yang sudah menunggu saya untuk liburan bareng kebandung. Terima kasih saya ucapkan telah mendukung saya dan menemani saya

selama ini. Semoga pertemanan kita abadi seperti lagu “ini abadi”-Perunggu.

8. Terakhir terima kasih untuk Yumna sudah support dan mendukung saya selama saya menjalani selama proses skripsi ini, meyakinkan saya bahwa skripsi ini bisa mudah dilalui

Akhir kata, penulis berharap semoga Tuhan yang Maha Esa membalas kebaikan dan selalu mencurahkan rahmat, hidayah, serta panjang umur kepada kita semua, aamiin. Terima Kasih.

Jakarta, Agustus 2026

Keanu Atzul Veba



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : KEANU ATZUL VEHA
NIM : 41522010051
Fakultas/Program Studi : Fakultas Ilmu Komputer/ Teknik Informatika
Judul Laporan Skripsi : Prediksi Daya Luaran Per Jam Berbasis Data
Satelit Menggunakan Hybrid K-Means dan LightGBM
pada PLTS di Kota Padang

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Jakarta 13 Agustus 2026

The image shows a handwritten signature in blue ink over a red official stamp. The stamp is rectangular and contains the text 'MUTUAK TEMPEL' and a unique identification number '159A0X132887872'.

Keanu Atzul Veba

PREDIKSI DAYA LUARAN PER JAM BERBASIS DATA SATELIT MENGGUNAKAN HYBRID K-MEANS DAN LIGHTGBM PADA PLTS DI KOTA PADANG

KEANU ATZUL VEHA

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji cara membuat model untuk memprediksi jumlah daya yang dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) setiap jam dengan menggunakan metode gabungan K-Means dan LightGBM berdasarkan data cuaca dari satelit. Tantangan utama dalam memprediksi daya dari PLTS adalah variasi besar dalam produksi akibat perubahan cuaca dan posisi matahari yang terus berubah, sehingga membuat perencanaan operasi pembangkit dan manajemen sistem listrik menjadi sulit. Selain itu, kurangnya data cuaca dari stasiun meteorologi di berbagai daerah menjadi hambatan dalam menciptakan model prediksi yang tepat. Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini menggunakan data historis produksi daya PLTS di Kota Padang yang dipadu dengan data cuaca dari NASA Prediction of Worldwide Energy Resources (NASA POWER) yang bersumber dari satelit. Selanjutnya, perhitungan fitur geometri solar diikuti dengan pembentukan fitur waktu, fitur lag, dan statistik bergulir sebagai bagian dari proses pengembangan fitur. Metode K-Means dipakai untuk mengelompokkan kondisi cuaca berdasarkan karakteristik meteorologi serta posisi matahari dan menghasilkan label cluster yang dijadikan fitur tambahan dalam model LightGBM. Model prediksi kemudian dibangun untuk memahami hubungan antara data historis produksi daya, parameter cuaca, fitur geometri solar, dan hasil pengelompokan untuk memprediksi daya PLTS setiap jam. Penilaian kinerja model dilakukan dengan menggunakan ukuran-ukuran seperti Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Squared Error (RMSE), Symmetric Mean Absolute Percentage Error (SMAPE), dan Koefisien Determinasi (R^2) untuk mengukur seberapa akurat model tersebut. Diharapkan, hasil penelitian ini bisa menciptakan model prediksi yang lebih tepat dan responsif terhadap perubahan cuaca, sehingga dapat membantu pengelolaan operasional PLTS serta proses pengambilan keputusan pada sistem listrik. Secara teori, diharapkan penelitian ini dapat menambah wawasan mengenai penerapan pembelajaran mesin dalam memprediksi produksi daya PLTS melalui integrasi data cuaca satelit, fitur geometri solar, dan metode gabungan K-Means–LightGBM. Secara praktis, model yang dibuat diharapkan dapat menjadi acuan dalam mengembangkan sistem prediksi energi terbarukan yang lebih efektif serta mendukung pemanfaatan energi matahari di Indonesia.

Kata kunci: Produksi Daya PLTS, NASA POWER, K-Means, LightGBM, Machine Learning, Prediksi Produksi Daya

**HOURLY POWER OUTPUT PREDICTION BASED ON
SATELLITE DATA USING HYBRID K-MEANS AND
LIGHTGBM FOR A SOLAR POWER PLANT IN PADANG
CITY
KEANU ATZUL VEHA**

ABSTRACT

This study investigates the development of a model to predict hourly energy generation from Solar Photovoltaic (PV) power plants using a hybrid K-Means and LightGBM approach, leveraging satellite-derived weather data. A primary challenge in predicting solar energy output is the significant variability in generation caused by fluctuating weather conditions and the changing position of the sun, which complicates power plant operational planning and electrical system management. Furthermore, a lack of ground-based meteorological station data in various regions hinders the creation of accurate prediction models. To address this, the study utilizes historical solar energy generation data from Padang City combined with satellite-derived weather data from NASA's Prediction of Worldwide Energy Resources (NASA POWER). Solar geometry calculations followed by the engineering of time-based features, lag features, and rolling statistics. The K-Means method is employed to cluster weather conditions based on meteorological characteristics and solar positioning, generating cluster labels that serve as additional features for the LightGBM model. A prediction model is then constructed to capture the relationships between historical generation data, weather parameters, solar geometry features, and clustering results to forecast hourly solar power output. Model performance is evaluated using metrics such as Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Squared Error (RMSE), Symmetric Mean Absolute Percentage Error (SMAPE), and the Coefficient of Determination (R^2). The study aims to produce a prediction model that is more accurate and responsive to weather fluctuations, thereby facilitating solar power plant operations and decision-making within electrical systems. Theoretically, this research contributes to the understanding of machine learning applications in solar energy forecasting through the integration of satellite weather data, solar geometry features, and the hybrid K-Means–LightGBM method. Practically, the developed model is expected to serve as a reference for creating more effective renewable energy forecasting systems and supporting solar energy utilization in Indonesia.

Kata kunci: Produksi Daya PLTS, NASA POWER, K-Means, LightGBM, Machine Learning, Prediksi Produksi Daya.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	0
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Teori Utama	5
2.1.1 Perkembangan Solar Panel Secara Global	6
2.1.2 Perkembangan Solar Panel di Indonesia	6
2.1.3 Potensi dan Kondisi PLTS di Kota Padang	7
2.1.4 Penggunaan Data NASA POWER dalam Prediksi Daya Luaran	7
2.1.5 Prediksi Produksi Daya PLTS Berbasis Data Historis dan Data Meteorologi	8
2.1.6 Machine Learning	9
2.1.7 Algoritma K-Means dan LightGBM	10
2.2 Teori Pendukung	12
2.3 Penelitian Terdahulu	14
2.4 Gap Penelitian	18
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Pendekatan Penelitian	21

3.2 Desain Penelitian.....	21
Gambar 3 1 Tahapan penelitian	23
3.3 Subjek Penelitian.....	23
3.4 Instrumen Penelitian.....	24
3.5 Teknik Pengumpulan Data	26
3.5.1 Analisis Data	26
3.5.2 Eksplorasi Data	26
3.5.3 Preprocessing Data.....	27
3.5.4 Feature Engineering	28
3.5.5 Pembentukan Target Forecasting.....	28
3.5.6 Pembagian Data	29
3.5.7 Clustering K-means.....	30
3.5.8 Light Gradient Boosting Machine (GBM).....	31
3.5.9 Pemodelan Hybrid K-Means dan LightGBM	32
Gambar 3 2 Arsitektur Hybrid K-means dan LightGBM	32
3.5.10 Hyperparameter Optuna	35
3.5.11 TimeSeriesSplit dan Pencegahan Data Leakage	36
3.5.12 Evaluasi Hasil.....	36
3.6 Timeline Penelitian	36
Gambar 3 3 Timeline Penelitian	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Hasil Eksplorasi Data	38
Gambar 4. 1 Hasil Eksplorasi Data	38
4.2 Hasil Preprocessing.....	39
4.3 Hasil Clustering K-Means.....	41
4.4 Hasil Hyperparameter Optimization	45
Gambar 4. 2 Optimization.....	46
4.5 Hasil Ablation K-Means $k=2-6$	47
4.6 Hasil Evaluasi dan Perbandingan Model	48
4.7 Feature Importance.....	50
Gambar 4. 3 Feature Importance.....	50
4.8 Visualisasi Hasil Prediksi.....	52
Gambar 4. 4 Hasil Prediksi	52
4.9 Tabel Hasil Aktual dan Hasil Prediksi	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan	55

5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA.....	34
LAMPIRAN.....	36
Lampiran 1. Kartu Asistensi	36
Lampiran 2. Curriculum Vitae	37
Lampiran 3. Surat Pernyataan & Pengalihan HAKI	38
Lampiran 4. Surat Keterangan LULUS	40



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel Variabel.....	23
Tabel 3.2 Instrumen Penelitian	24
Tabel 3.3 Forecast Horizon	28
Tabel 3.4 Hasil Forecast.....	29
Tabel 3.5 Data Latih.....	30
Tabel 4.1 Hasil Preprocessing.....	41
Tabel 4.2 Hasil Clustering K-Means.....	42
Tabel 4.3 Hasil Hyperparameter	46
Tabel 4.4 Hasil Ablation	48
Tabel 4.5 Evaluasi dan perbandingan model	49
Tabel 4.6 Tabel interpretasi.....	51
Tabel 4.7 Tabel Aktual dan Prediksi.....	53



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3 1 Tahapan penelitian	23
Gambar 3 2 Arsitektur Hybrid K-means dan LightGBM	32
Gambar 3 3 Timeline Penelitian	37
Gambar 4. 1 Hasil Eksplorasi Data	38
Gambar 4. 2 Optimization.....	46
Gambar 4. 3 Feature Importance.....	50
Gambar 4. 4 Hasil Prediksi	52



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kartu Asistensi	36
Lampiran 2. Curriculum Vitae	37
Lampiran 3. Surat Pernyataan & Pengalihan HAKI	38
Lampiran 4. Surat Keterangan LULUS	40

