

**IMPLEMENTASI ALGORITMA XGBOOST REGRESSION DALAM
MEMPREDIKSI EMISI KARBON DIOKSIDA YANG DIHASILKAN
OLEH PENGGUNAAN LISTRIK**



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Komputer (S.Kom.)

Willy Sulistyو
00000044025

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG
2024**

**IMPLEMENTASI ALGORITMA XGBOOST REGRESSION DALAM
MEMPREDIKSI EMISI KARBON DIOKSIDA YANG DIHASILKAN
OLEH PENGGUNAAN LISTRIK**



Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Komputer (S.Kom.)

Willy Sulistyio
00000044025

UMN

**UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA**

TANGERANG

2024

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Willy Sulistyو
Nomor Induk Mahasiswa : 00000044025
Program Studi : Informatika

Skripsi dengan judul:

Implementasi Algoritma XGBoost Regression dalam Memprediksi Emisi Karbon Dioksida yang dihasilkan oleh Penggunaan Listrik

merupakan hasil karya saya sendiri bukan plagiat dari karya ilmiah yang ditulis oleh orang lain, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar serta dicantumkan di Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan/ penyimpangan, baik dalam pelaksanaan Skripsi maupun dalam penulisan laporan Skripsi, saya bersedia menerima konsekuensi dinyatakan TIDAK LULUS untuk Tugas akhir yang telah saya tempuh.

Tangerang, 20 Mei 2024



UNIVERSITAS (Willy Sulistyو)
MULTIMEDIA
NUSANTARA

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul

IMPLEMENTASI ALGORITMA XGBOOST REGRESSION DALAM MEMPREDIKSI EMISI KARBON DIOKSIDA YANG DIHASILKAN OLEH PENGGUNAAN LISTRIK

oleh

Nama : Willy Sulistyo
NIM : 00000044025
Program Studi : Informatika
Fakultas : Fakultas Teknik dan Informatika

Telah diujikan pada hari Rabu, 5 Juni 2024

Pukul 08.00 s/s 10.00 dan dinyatakan

LULUS

Dengan susunan penguji sebagai berikut

Ketua Sidang

(Marlinda Vasty Overbeek, S.Kom,
M.Kom.)

NIDN: 0818038501

Penguji

(Yaman Khaeruzzaman, M.Sc.)

NIDN: 0413057104

Pembimbing

(Fenina Adline Twince Tobing, S.Kom., M.Kom.)

NIDN: 0406058802

PJS Ketua Program Studi Informatika,

(Dr. Eng. Niki Prastomo, S.T., M.Sc.)

NIDN: 0419128203

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH MAHASISWA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

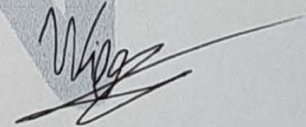
Nama : Willy Sulistyo
NIM : 00000044025
Program Studi : Informatika
Jenjang : S1
Judul Karya Ilmiah : IMPLEMENTASI ALGORITMA XGBOOST
REGRESSION DALAM MEMPREDIKSI
EMISI KARBON DIOKSIDA YANG
DIHASILKAN OLEH PENGGUNAAN
LISTRIK

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa saya bersedia :

- Saya bersedia memberikan izin sepenuhnya kepada Universitas Multimedia Nusantara untuk mempublikasikan hasil karya ilmiah saya ke dalam repositori Knowledge Center sehingga dapat diakses oleh Sivitas Akademika UMN/Publik. Saya menyatakan bahwa karya ilmiah yang saya buat tidak mengandung data yang bersifat konfidensial. Saya tidak akan mencabut kembali izin yang telah saya berikan dengan alasan apapun.

Tangerang, 20 Mei 2024

Willy Sulistyo



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

* Jika tidak bisa membuktikan LoA jurnal/HKI, saya bersedia mengizinkan penuh karya ilmiah saya untuk dipublikasikan ke KC UMN dan menjadi hak institusi UMN.

Halaman Persembahan / Motto

"A good name is to be more desired than great wealth, Favor is better than silver and gold."

Proverbs 22:1 (NASB)



UMMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

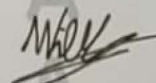
KATA PENGANTAR

Puji Syukur atas berkat dan rahmat kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas selesainya penulisan laporan Skripsi ini dengan judul: Implementasi Algoritma XGBoost Regression dalam Memprediksi Emisi Karbon Dioksida yang dihasilkan oleh Penggunaan Listrik dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Komputer Jurusan Informatika Pada Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ninok Leksono, selaku Rektor Universitas Multimedia Nusantara.
2. Bapak Dr. Eng. Niki Prastomo, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara.
3. Bapak Yaman Khaeruzzaman, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Informatika Universitas Multimedia Nusantara.
4. Ibu Fenina Adline Twince Tobing, S.Kom., M.Kom., sebagai Pembimbing pertama yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan dan motivasi atas terselesainya tesis ini.
5. Orang Tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.

Semoga skripsi ini bermanfaat, baik sebagai sumber informasi maupun sumber inspirasi, bagi para pembaca.

Tangerang, 20 Mei 2024



Willy Sulistyono

IMPLEMENTASI ALGORITMA XGBOOST REGRESSION DALAM MEMPREDIKSI EMISI KARBON DIOKSIDA YANG DIHASILKAN OLEH PENGGUNAAN LISTRIK

Willy Sulistyو

ABSTRAK

Kebutuhan energi listrik yang meningkat secara signifikan seiring dengan perkembangan teknologi dan pertumbuhan populasi memunculkan tantangan besar terkait emisi karbon dioksida (CO₂) dari pembangkit listrik berbahan bakar fosil. Untuk mengatasi masalah ini, pendekatan *Carbon Trading* telah diusulkan sebagai solusi yang mendorong pengurangan emisi karbon dengan menggunakan sistem perdagangan. Namun, untuk mengurangi emisi Karbon, prediksi jumlah emisi Karbon dari penggunaan listrik yang akurat menjadi krusial. Kemajuan dalam teknologi kecerdasan buatan, khususnya dalam *machine learning* telah memberikan peluang baru untuk menganalisis dan memprediksi konsumsi energi listrik dan emisi karbon, khususnya pada penelitian ini akan digunakan algoritma XGBoost Regression. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengimplementasi dan mengevaluasi performa XGBoost Regression dalam memprediksi emisi Karbon dari penggunaan listrik. Dengan menggunakan data suhu, kelembapan, dan penggunaan lampu suatu rumah yang berada di negara Belgia, diperoleh model regresi yang dapat memprediksi emisi Karbon hasil penggunaan listrik rumah tangga dengan akurasi R-Squared yaitu 99.9% dalam data *training*, 75.2% dalam data *testing*, dan 78.6% dalam data *validation*.

Kata kunci: *XGBoost Regression*, Emisi Karbon, Listrik, *Machine Learning*

U M M N
U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A

Implementation of XGBoost Regression Algorithm in Predicting Carbon Emissions Generated by Electricity Usage

Willy Sulistyo

ABSTRACT

The increasing demand for electricity in tandem with technological advancements and population growth poses significant challenges regarding carbon dioxide (CO₂) emissions from fossil fuel-based power station. To address this issue, the Carbon Trading approach has been proposed as a solution to incentivize carbon emission reduction through a trading system. However, accurate prediction of carbon emissions from electricity usage is crucial to effectively reduce carbon emissions. Advances in artificial intelligence technology, particularly in machine learning, have provided new opportunities to analyze and predict electricity consumption and carbon emissions, with XGBoost Regression algorithm being utilized in this research. The main objective of this study is to implement and evaluate the performance of XGBoost Regression in predicting carbon emissions from electricity usage. By utilizing data on temperature, humidity, and lighting usage of a house in Belgium, a regression model was created that can predict Carbon emission from electricity consumption of a house, with R-Squared accuracies of 99.9% in training data, 75.2% in testing data, and 78.6% in validation data.

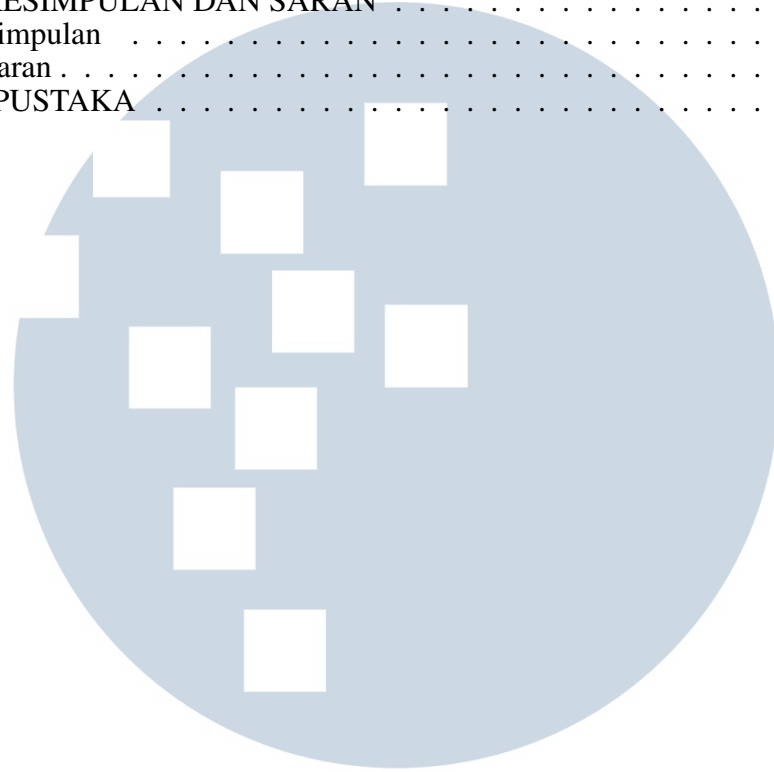
Keywords: XGBoost Regression, Carbon Emission, Electricity, Machine Learning



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIAT	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN/MOTO	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR KODE	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Permasalahan	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 LANDASAN TEORI	6
2.1 Emisi Karbon	6
2.2 Decision Tree	6
2.3 Gradient Boosting	7
2.4 Extreme Gradient Boosting	9
2.5 Principal Component Analysis	13
2.6 Tabel Perbandingan Related Works	14
2.7 Evaluasi Model	14
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Telaah Literatur	16
3.2 Pengumpulan Data	16
3.3 Gambaran umum proses pembuatan model XGBoost Regressor	18
3.4 Data Preprocessing	20
3.4.1 Rename Feature	21
3.4.2 Null Value Checking	21
3.4.3 <i>Outlier detection and handling</i>	21
3.4.4 <i>Data Scaling</i>	21
3.4.5 <i>Dimensionality Reduction</i>	21
3.4.6 <i>Test Data</i>	22
3.4.7 <i>Train Validation Split</i>	22
3.5 Training Model	22
3.6 Uji Coba, Analisis dan Evaluasi	23
BAB 4 HASIL DAN DISKUSI	24
4.1 Spesifikasi Sistem	24
4.2 Hasil Implementasi Kode	24
4.2.1 <i>Import Library and dataset</i>	24
4.2.2 Implementasi kode <i>Preprocessing</i>	26
4.2.3 Implementasi kode <i>training</i> XGBoost Regressor	40

4.2.4	Konversi Energi Listrik Menjadi Emisi Karbon	44
4.2.5	Simulasi Alur Algoritma	45
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1	Simpulan	54
5.2	Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	56



UMMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	struktur <i>decision tree</i> [1]	7
Gambar 2.2	Ilustrasi proses <i>boosting</i> [2]	8
Gambar 2.3	Proses pembentukan daun pohon [3]	10
Gambar 2.4	Flowchart cara kerja algoritma XGBoost Regressor	12
Gambar 3.1	Data Rumah Belgia	18
Gambar 3.2	Flowchart proses pembuatan model XGBoost Regressor	19
Gambar 3.3	Flowchart Data Preprocessing	20
Gambar 3.4	Flowchart Training Model	22
Gambar 4.1	Box plot feature sebelum <i>outlier handling</i>	30
Gambar 4.2	Box plot feature sesudah <i>outlier handling</i>	32
Gambar 4.3	Grafik PCA Explained Variance	34
Gambar 4.4	Dataframe Hasil Konversi	45
Gambar 4.5	Leaf Pertama dalam Tree	46
Gambar 4.6	Split Pada Feature Temperature	47
Gambar 4.7	Split Pada Feature Temperature	48
Gambar 4.8	Split Pada Feature Humidity	48
Gambar 4.9	Split Pada Feature Humidity	49
Gambar 4.10	Split humidity < 41,5	50
Gambar 4.11	Split humidity < 44,5	50
Gambar 4.12	Tree Utama	51
Gambar 4.13	Output Value	52



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tabel <i>Related works</i>	14
Tabel 3.1	Data Variabel dan deskripsi	16
Tabel 3.2	Data Variabel dan deskripsi (lanjutan)	17
Tabel 4.1	Tabel perbandingan nilai <i>Loss</i> reduksi dimensi <i>Training</i>	37
Tabel 4.2	Tabel perbandingan nilai <i>Loss</i> reduksi dimensi <i>Testing</i>	38
Tabel 4.3	Tabel perbandingan nilai <i>Loss</i> reduksi dimensi <i>Validation</i>	38
Tabel 4.4	Tabel perbandingan nilai loss <i>Learning_rate Training</i>	41
Tabel 4.5	Tabel perbandingan nilai loss <i>Learning_rate Validation</i>	41
Tabel 4.6	Tabel nilai loss akhir model	44
Tabel 4.7	Simulasi Dataset Rumah	45
Tabel 4.8	Prediksi Awal	46
Tabel 4.9	Residual Prediksi Awal	46
Tabel 4.10	Residual Prediksi Awal	49
Tabel 4.11	Residual Prediksi Awal	51
Tabel 4.12	Prediksi Terbaru	52
Tabel 4.13	Residual Prediksi Terbaru	53



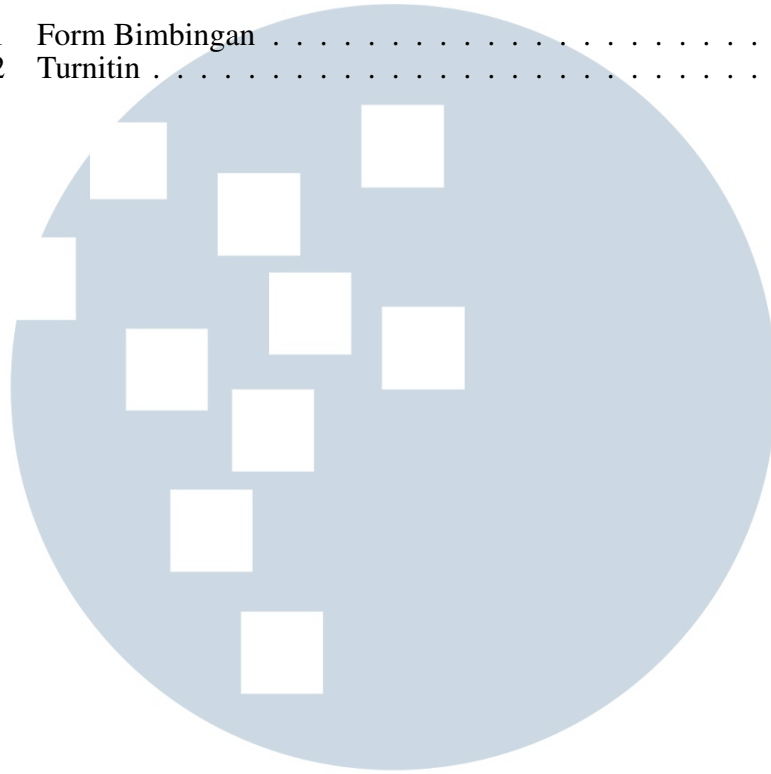
DAFTAR KODE

4.1	<i>Libraries</i> Python yang dibutuhkan	24
4.2	<i>Import Dataset</i>	25
4.3	<i>Libraries</i> Python yang dibutuhkan	25
4.4	<i>Rename Feature</i>	26
4.5	<i>Kode dan Output Null Value Checking</i>	27
4.6	<i>Function</i> detik sebelum tengah malam	27
4.7	<i>Outlier Detection Function</i>	28
4.8	<i>Outlier Detection Function</i>	28
4.9	Menampilkan <i>Boxplot</i> setiap <i>feature</i>	29
4.10	<i>Outlier Handling</i>	30
4.11	perhitungan suhu dan kelembapan rata-rata rumah	32
4.12	<i>Scaling dataset</i>	33
4.13	Kode plot nilai <i>explained variance</i>	33
4.14	nilai <i>Explained Variance</i> setiap <i>n_components</i>	35
4.15	<i>apply</i> PCA kepada data	37
4.16	Mengambil dan mengeluarkan 50 data sample dari dataset	38
4.17	Cek jika <i>validation</i> data tertinggal di dataset utama	39
4.18	<i>Train Test Split</i>	39
4.19	Set <i>Hyperparameter</i> XGBoost Regressor	40
4.20	Observasi titik <i>overfitting</i> model	42
4.21	Evaluasi nilai <i>loss</i> model	43
4.22	Wh Conversion to g CO ₂ e/Wh	44



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Form Bimbingan	60
Lampiran 2	Turnitin	61



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA