

PREDIKSI UMUR PAKAI BATERAI DENGAN MODEL *RANDOM FOREST REGRESSOR* PADA PENGGUNAAN *SMART METER GAS*

DHIA SUHAILA



**TEKNOLOGI REKAYASA KOMPUTER
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



— Bogor Indonesia —

IPB University



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan akhir dengan judul “Prediksi Umur Pakai Baterai dengan Model *Random Forest Regressor* pada Penggunaan *Smart Meter Gas*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir laporan akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2025

Dhia Suhaila
J0304211164



ABSTRAK

DHIA SUHAILA. Prediksi Umur Pakai Baterai dengan Model *Random Forest Regressor* pada Penggunaan *Smart Meter* Gas. Dibimbing oleh GEMA PARASTI MINDARA.

Gas bumi merupakan sumber daya alam strategis yang berperan penting dalam memenuhi kebutuhan energi di sektor industri, komersial, dan rumah tangga. Namun, distribusinya belum sepenuhnya merata, terutama bagi konsumen skala kecil. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, digunakan teknologi *smart meter* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu mengukur dan mengirimkan data konsumsi energi secara berkala. Pada generasi sebelumnya perangkat belum memiliki kemampuan untuk memantau umur pakai baterai secara otomatis, sehingga menyulitkan proses pemeliharaan. Kemudian dilakukan penelitian untuk memprediksi umur pakai baterai *lithium-ion* 18650 dengan pendekatan machine learning. Dua algoritma regresi diterapkan, yaitu *Random Forest Regressor* dan Regresi Linier, yang dibandingkan berdasarkan tingkat akurasi prediksi. Hasil evaluasi model *Random Forest Regressor* menunjukkan bahwa nilai *Mean Absolute Error* (MAE) sebesar 0,6535, *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 0,9887, dan *Root Mean Squared Error* (RMSE) sebesar 0,9943 yang kemudian diimplementasikan pada sistem *smart meter* gas.

Kata Kunci: Baterai *lithium-ion* 18650, *Machine Learning*, Prediksi umur pakai, *Random Forest Regressor*, Regresi Linier, *Smart Meter* Gas.

ABSTRACT

DHIA SUHAILA. Predicting Battery Life Using a Random Forest Regressor Model in Gas Smart Meter Applications. Supervised by GEMA PARASTI MINDARA.

Natural gas is a strategic natural resource that plays an important role in meeting energy needs in the industrial, commercial, and household sectors. However, its distribution is not yet fully equitable, especially for small-scale consumers. To address this issue, Internet of Things (IoT)-based smart meter technology is used to measure and transmit energy consumption data on a regular basis. In previous generations, devices lacked the ability to automatically monitor battery lifespan, complicating maintenance processes. A study was conducted to predict the lifespan of 18650 lithium-ion batteries using a machine learning approach. Two regression algorithms were applied: Random Forest Regressor and Linear Regression, which were compared based on prediction accuracy. The evaluation results of the Random Forest Regressor model showed a Mean Absolute Error (MAE) of 0.6535, a Mean Squared Error (MSE) of 0.9887, and a Root Mean Squared Error (RMSE) of 0.9943, which were then implemented in the gas smart meter system.

Keywords: 18650 lithium-ion battery, Linear Regression, Machine Learning, Prediction of service life, Random Forest Regressor, Smart Meter.



@Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PREDIKSI UMUR PAKAI BATERAI DENGAN MODEL *RANDOM FOREST REGRESSOR* PADA PENGGUNAAN *SMART METER GAS*

DHIA SUHAILA

Laporan Proyek Akhir
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada
Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer

**TEKNOLOGI REKAYASA KOMPUTER
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Proyek Akhir : Prediksi Umur Pakai Baterai dengan Model *Random Forest Regressor* pada Penggunaan *Smart Meter Gas*
Nama : Dhia Suhaila
NIM : J0304211164

Disetujui oleh

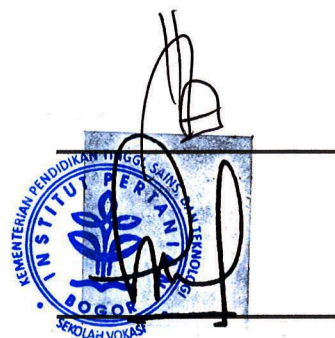
Pembimbing:
Gema Parasti Mindara, S.Si., M.Kom.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Inna Novianty, S.Si., M.Si.
NPI. 201811198611192014

Dekan Sekolah Vokasi:
Dr. Ir. Aceng Hidayat., M.T.
NIP. 196607171992031003



Tanggal Ujian:
31 Juli 2025

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji syukur penulis sampaikan kepada Tuhan Yang Maha Esa berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan proyek akhir ini yang berjudul “Prediksi Umur Pakai Baterai dengan Model *Random Forest Regressor* pada Penggunaan *Smart Meter Gas*” tepat pada waktu yang ditetapkan. Proyek akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Fakultas Sekolah Vokasi, Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer di IPB University.

Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyusunan proyek akhir ini hingga akhirnya dapat diselesaikan. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada ibu Gema Parasti Mindara, S.Si., M.Kom., selaku dosen pembimbing, yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan berharga selama proses penyusunan proyek akhir ini, orang tua dan keluarga tercinta, atas doa, dukungan moral dan semangat yang senantiasa diberikan dan teman-teman dan pihak lain yang turut berkontribusi untuk membantu, memberikan dorongan, serta motivasi hingga proposal ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa proyek akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan proyek akhir ini. Akhir kata, penulis memohon maaf atas segala kekurangan dalam proyek akhir ini dan berharap karya ini dapat memberikan manfaat bagi penulis serta para pembaca.

Bogor, Agustus 2025

Dhia Suhaila



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Gas Bumi	3
2.2 <i>Smart Meter Gas</i>	3
2.3 Arduino Pro Mini	4
2.4 <i>Narrowband IoT</i>	5
2.5 Baterai <i>Lithium-Ion 18650</i>	6
2.6 Konsep Dasar Prediksi Umur Baterai	7
2.7 Prediksi atau Peramalan	7
2.8 <i>Machine Learning</i>	8
2.9 <i>Feature Engineering</i>	11
2.10 Evaluasi Model Prediktif	11
III METODE	13
3.1 Lokasi dan Waktu Proyek Akhir	13
3.2 Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data	13
3.3 Prosedur Kerja	15
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Implementasi <i>Hardware</i>	30
4.2 Implementasi Pemodelan <i>Random Forest Regressor</i>	34
4.3 Implementasi Sistem	36
4.4 Evaluasi Kinerja Model	40
4.5 Pengujian Alat	44
4.6 Pengujian <i>Software</i>	48
V SIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Simpulan	51
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	56
RIWAYAT HIDUP	79

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

1	Kebutuhan perangkat keras	17
2	Kebutuhan perangkat lunak	22
3	<i>Endpoint API</i>	24
4	Metrik evaluasi model	40
5	Hasil <i>feature importance</i>	43
6	Percobaan akurasi sensor pada meter gas	46
7	Jumlah siklus baterai pada setiap id	47

DAFTAR GAMBAR

1	Ilustrasi <i>Smart Meter</i> gas	3
2	Ilustrasi Arduino Pro Mini	4
3	Ilustrasi <i>Narrowband</i> IoT	5
4	Ilustrasi baterai <i>lithium-ion</i>	6
5	Jenis-jenis <i>machine learning</i> berdasarkan pendekatan pembelajarannya	8
6	Pohon keputusan pada algoritma <i>Random Forest Regression</i>	9
7	Diagram alir proses regresi linier	10
8	Penggunaan baterai primer pada meter gas generasi sebelumnya	14
9	Diagram alir tahapan analisis data pada proses pemodelan	15
10	Blok diagram tahapan penelitian	16
11	Diagram alir perancangan <i>hardware</i>	17
12	Blok diagram alat	19
13	Desain skematik rangkaian	20
14	Desain PCB alat	20
15	Desain 3D alat (a) tampak samping dan (b) tampak depan	21
16	Diagram alir arsitektur sistem	23
17	Potongan kode <i>feature engineering</i> dalam proses persiapan data untuk pemodelan	26
18	Potongan kode penggunaan fungsi <i>dropna</i>	26
19	Potongan kode proses <i>data split</i>	27
20	Potongan kode pembuatan model <i>machine learning</i>	28
21	Potongan kode perhitungan metrik evaluasi	29
22	Komponen yang telah dirakit pada sistem <i>smart meter</i> gas	30
23	Potongan kode inisialisasi perangkat keras dan variabel pada mikrokontroler yang digunakan dalam sistem <i>smart meter</i>	30
24	Potongan kode inisialisasi variabel tegangan baterai pada mikrokontroler sistem <i>smart meter</i>	31
25	Potongan kode fungsi baterai pada mikrokontroler	32
26	Antarmuka <i>MQTT test client</i> yang digunakan untuk menguji komunikasi data pada sistem <i>smart meter</i>	33
27	Desain <i>casing smart meter</i> versi sebelumnya	33
28	Desain <i>casing</i> versi terbaru untuk perangkat <i>smart meter</i>	33

29	Diagram alir pemodelan <i>Random Forest Regressor</i>	34
30	Akuisi Data	35
31	<i>Data Split</i>	36
32	Diagram <i>activity</i> sistem prediksi melalui antarmuka <i>web</i> .	37
33	Potongan kode <i>endpoint train</i> pada model <i>machine learning</i>	38
34	Potongan kode proses pelatihan model <i>machine learning</i>	38
35	Potongan kode <i>endpoint predict</i> untuk melakukan prediksi	39
36	Potongan kode prediksi total umur pakai baterai	39
37	Diagram perbandingan distribusi residual	41
38	Visualisasi analisis kesalahan prediksi	42
39	Visualisasi <i>feature importance</i>	42
40	Uji coba simulasi alat	44
41	Tampilan halaman <i>logs</i> pada admin	45
42	Grafik tren konsumsi baterai	47
43	Pengujian <i>Endpoint Train</i>	48
44	Pengujian <i>Endpoint Predict</i>	49
45	Uji Coba <i>error Endpoint Predict</i>	49
46	Tampilan halaman prediksi baterai	50

DAFTAR LAMPIRAN

1	<i>Source Code</i> Arduino Pro Mini	57
2	<i>Source Code</i> Validasi Model Total Umur Siklus	65
3	<i>Source Code</i> Estimasi Umur Pakai Baterai	71
4	<i>Datasheet</i> Arduino Pro Mini	76
5	<i>Datasheet</i> Baterai <i>Lithium-Ion</i> 18650	77

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.