

**ANALISIS PARAMETER PENGISIAN CEPAT
BATERAI KENDARAAN LISTRIK BERBASIS
LSTM-RNN**



LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Oleh:

Advent Samuel Halomoan

062140342283

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2025**

HALAMAN PENGESAHAN
ANALISIS PARAMETER PENGISIAN
CEPAT BATERAI KENDARAAN LISTRIK
BERBASIS LSTM-RNN



Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Sarjana
Terapan pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Sarjana Terapan
Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya

OLEH:
Advent Samuel Halomoan
062140342283

Palembang, Agustus 2025

Menyetujui,

Pembimbing 1

Amosruwan S.T., M.T.
NIP. 154708231993031002

Ketua Jurusan
Teknik Elektro



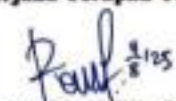
Dr. Ir. Syahmat Muslimin, S.T., M.Kom.IPM.
NIP. 19590222008011007

Mengetahui,

Pembimbing 2


Sabliel Rasvad S.T., M.Kom.
NIP. 197409022005011003

Koordinator Program Studi
Sarjana Terapan Teknik Elektro


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

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan :

Nama : Advent Samuel Halomoan
NPM : 062140342283
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Tempat, Tanggal Lahir : Tangerang, 01 Januari 2002
Alamat : Jl. Rasuna Said No.50
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Elektro
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Analisis Parameter Pengisian Cepat Baterai
Kendaraan Listrik Berbasis LSTM-RNN

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 sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.



Palembang, Agustus 2025
Yang Menyatakan



Advent Samuel Halomoan

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

"Aku percaya bahwa mimpi bukan sekadar keinginan hati, tetapi panggilan Tuhan yang Ia tanamkan sejak awal. Walau jalan terasa berat, terjatuh berkali-kali, dan tak semua orang memahami, aku akan tetap melangkah. Sebab di balik setiap kelemahan, ada kuasa doa yang menguatkan. Bersama iman dan penyertaan Tuhan, aku percaya mimpi ini bukan mustahil, hanya menunggu waktu yang tepat menurut kehendak-Nya.."

(Advent Samuel Halomoan)

"Segala perkara dapat kutanggung di dalam
Dia yang memberi kekuatan kepadaku."

(Filipi 4:13)

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas segala kasih dan penyertaan-Nya dalam setiap langkah hidup saya, hingga saya mampu menyelesaikan laporan ini.
2. Diri sendiri, sebagai bentuk penghargaan atas perjuangan, semangat, dan ketekunan dalam menyelesaikan tugas akhir ini hingga selesai.
3. Kedua orang tua tercinta, Ayah (Lasman Sinurat) dan Ibu (Roslinda Sirait), serta adik-adik saya, Martha Lusiana dan Shintia, yang selalu menjadi sumber kekuatan, cinta, dan doa yang tak pernah putus. Terima kasih atas semua dukungan moral dan kasih sayang yang terus menguatkan saya sampai ke tahap ini.
4. Seluruh dosen teknik elektro terutama kedua pembimbing saya yaitu pak Amperawan,S.T., M.T., S.T. dan Sabilal Rasyad,S.T., M.Kom. terimakasih atas bimbingan, kritik dan saran serta telah banyak meluangkan waktu dengan sangat sabar dalam membantu proses pengerjaan tugas akhir ini.
5. Teman-teman seperjuangan ELA 21 Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Teman-teman seperjuangan sesama Almamater Politeknik Negeri Sriwijaya.

ABSTRAK

ANALISIS PARAMETER PENGISIAN CEPAT BATERAI KENDARAAN LISTRIK BERBASIS LSTM-RNN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir Agustus 2025

Advent Samuel Halomoan oleh Amperawan dan Sabilal Rasyad

Analisis Parameter Pengisian Cepat Baterai Kendaraan Listrik Berbasis LSTM-RNN

(2025: 99 halaman+ 23 tabel + 26 Daftar Pustaka + 26 lampiran)

Pengisian cepat (fast charging) pada kendaraan listrik (Electric Vehicle/EV) menjadi solusi atas kendala lamanya waktu pengisian baterai, namun berisiko menyebabkan peningkatan suhu yang signifikan, degradasi baterai, dan overcharging. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem monitoring dan prediksi cerdas yang mampu menganalisis parameter pengisian secara real-time. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring dan prediksi pengisian cepat berbasis algoritma Long Short-Term Memory - Recurrent Neural Network (LSTM-RNN) untuk memprediksi State of Charge (SOC) baterai kendaraan listrik. Sistem menggunakan sensor PZEM-017 dan sensor suhu MLX90614 untuk membaca parameter tegangan, arus, daya, suhu, dan SOC, yang dikirimkan ke Raspberry Pi melalui Arduino. Model LSTM-RNN dikembangkan dengan dua lapisan LSTM (64 dan 32 unit), dropout 20%, dan dilatih menggunakan dataset pengisian pada tiga variasi arus: 5A, 10A, dan 15A. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model memiliki performa prediksi terbaik pada arus 15A dengan nilai R^2 sebesar 0.8558 dan $MAPE < 1\%$. Visualisasi menunjukkan kesesuaian prediksi dengan data aktual, khususnya pada arus tinggi. Sistem ini juga menampilkan hasil prediksi dan monitoring secara real-time melalui Human-Machine Interface (HMI). Dengan demikian, penerapan model LSTM-RNN terbukti efektif dalam meningkatkan akurasi prediksi SOC serta mendukung pengisian cepat yang efisien dan aman.

Kata Kunci: Fast Charging, LSTM-RNN, State of Charge (SOC)

ABSTRACT

LSTM-RNN BASED ELECTRIC VEHICLE BATTERY FAST CHARGING PARAMETER ANALYSIS

Scientific paper in the form of Final Project August 2025

Advent Samuel Halomoan by Amperawan and Sabilal Rasyad

Parameter Analysis of Fast Charging of Electric Vehicle Batteries Based on LSTM-RNN

(2025: 10 Pages+ 23 table + 26 References + 26 Attachment)

Fast charging in electric vehicles (EVs) is a solution to the problem of long battery charging times, but it risks causing significant temperature increases, battery degradation, and overcharging. Therefore, an intelligent monitoring and prediction system capable of analyzing charging parameters in real-time is needed. This research designs and implements a fast charging monitoring and prediction system based on the Long Short-Term Memory - Recurrent Neural Network (LSTM-RNN) algorithm to predict the State of Charge (SOC) of electric vehicle batteries. The system uses PZEM-017 sensor and MLX90614 temperature sensor to read voltage, current, power, temperature, and SOC parameters, which are sent to Raspberry Pi via Arduino. The LSTM-RNN model was developed with two LSTM layers (64 and 32 units), 20% dropout, and trained using charging datasets at three current variations: 5A, 10A, and 15A. Evaluation results show that the model has the best prediction performance at 15A current with an R^2 value of 0.8558 and $MAPE < 1\%$. The visualization shows the conformity of the prediction with the actual data, especially at high currents. The system also displays real-time prediction and monitoring results through the Human-Machine Interface (HMI). Thus, the application of the LSTM-RNN model is proven effective in improving the accuracy of SOC predictions as well as supporting efficient and safe fast charging.

Keywords: Fast Charging, LSTM-RNN, State of Charge (SOC)

KATA PENGANTAR

Puji dan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, semangat, kesehatan, kesempatan, serta kemudahan selama proses penyusunan tugas akhir yang berjudul **“ANALISIS PARAMETER PENGISIAN CEPAT BATERAI KENDARAAN LISTRIK BERBASIS LSTM-RNN”**. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dengan selesainya laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak yang telah memberikan masukan, saran, arahan, serta bimbingan kepada penulis. Penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. **Bapak Amperawan,S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I.**
2. **Bapak Sabilal Rasyad,S.T., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing II.**

Kemudian, penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak atas segala bantuan dan bimbingannya dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Ibu Lindawati, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Renny Maulidda,S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Elektronika Konsentrasi Mekatronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Seluruh dosen, staf, dan instruktur di Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.

5. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan moral, material, serta doa yang tulus.
6. Teman-teman seperjuangan yang telah memberikan semangat serta berbagi ilmu selama penyusunan proposal ini.

Penulis menyadari dalam penulisan ataupun pembahasan dalam laporan tugas akhir ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan laporan tugas akhir. Akhir kata penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan terutama bagi Mahasiswa Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, Juli 2025



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	4
1.4.1 Tujuan Penelitian	4
1.4.2 Manfaat penelitian.....	4
1.5 Metode Penulisan	5
1.5.1 Metode Literatur.....	5
1.5.2 Metode Observasi.....	5
1.5.3 Metode Wawancara.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKAN.....	7
2.1 <i>State of the Art</i>	7
2.2 Komponen Sistem	11

2.2.1 Power Supply	11
2.2.2 Baterai	12
2.2.3 Battery Management System (BMS)	13
2.2.4 Sensor PZEM-017 dan <i>Shunt</i> 50A	14
2.2.5 Relay	15
2.2.6 Raspberry PI 4.....	16
2.2.7 Arduino	18
2.2.8 UART TTL to RS485 <i>Converter</i>	19
2.2.9 Sensor Suhu GY-906	20
2.2.10 Display Monitor	21
2.3 Model Prediksi LSTM-RNN	21
2.3.1 Konsep LSTM-RNN	22
2.3.2 Arsitektur Model LSTM	24
2.3.3 Preprocessing Data dan Evaluasi Model.....	24
2.3.4 Perbandingan dengan Estimasi Konvensional	27
2.3.5 Sistem Monitoring dan Prediksi Terintegrasi	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Kerangka Laporan Tugas Akhir.....	18
3.1.1 Studi Litelatur	18
3.1.2 Perancangan Pembuatan Alat.....	31
3.1.3 Pembuatan Alat	31
3.1.4 Pengujian Alat.....	31
3.1.5 Evaluasi	32
3.2 Perancangan Sistem	32
3.2.1 Perancangan Mekanik	32
3.2.2 Perancangan Elektronik	33

3.3 Perancangan Perangkat Lunak	35
3.3.1 Block Diagram	35
3.3.2 Flowchart	36
3.4 Perancangan Model Prediksi LSTM-RNN	38
3.4.1 Tujuan Perancangan	38
3.4.2 Alasan Pemilihan LSTM-RNN	38
3.4.3 Dataset dan <i>Preprocessing</i>	38
3.4.4 Prediksi dan Evaluasi Secara Real-Time	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras (Hardware)	43
4.2 Hasil Pengembangan Model LSTM-RNN	44
4.2.1 Konfigurasi Pelatihan Model LSTM-RNN	44
4.2.2 Evaluasi dan Kinerja Model LSTM-RNN	45
4.2.3 Visualisasi Hasil Prediksi	46
4.2.4 Analisis Kinerja Model	47
4.2.5 <i>Loss Function Curve</i>	48
4.3 Analisis Suhu terhadap Arus	48
4.4 Metode Evaluasi Model dan Perhitungan	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Power Supply	11
Gambar 2. 2 Baterai	12
Gambar 2. 3 <i>Battery Management System</i>	13
Gambar 2. 4 PZEM-017 dan Shunt 50A.....	14
Gambar 2. 5 Relay.....	15
Gambar 2. 6 Raspberry PI 4.....	16
Gambar 2. 7 Arduino.....	18
Gambar 2. 8 UART TTL to RS485 Converter.....	19
Gambar 2. 9 Sensor Suhu GY-906.....	20
Gambar 2. 10 Display Monitor	21
Gambar 2. 11 LSTM Gate.....	24
Gambar 2. 12 Rangkaian Monitoring	29
Gambar 3. 1 Kerangka Pelaksanaan Tugas Akhir	18
Gambar 3. 2 Posisi Tertutup	33
Gambar 3. 3 Posisi Terbuka	33
Gambar 3. 4 Rangkaian Skematik.....	34
Gambar 3. 5 <i>Block Diagram</i> Pembacaan <i>Raspberry PI</i>	35
Gambar 3. 6 Blok Diagram Sistem <i>Fast Charging Battery</i>	36
Gambar 3. 7 <i>Flowchart</i>	37
Gambar 3. 8 Dashboard Monitor	40
Gambar 3. 9 Tampilan Menu Grafik.....	40
Gambar 3. 10 Grafik Sensor Terbaca.....	41
Gambar 3. 11 Pembaca Real-Time SoC Prediksi	42
Gambar 4. 1 Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	44
Gambar 4. 2 Prediksi SOC vs Aktual – Model 5A	46
Gambar 4. 3 Prediksi SOC vs Aktual – Model 10A	47
Gambar 4. 4 Prediksi SOC vs Aktual – Model 15A	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>State of art Fast Charging battery</i>	7
Tabel 2. 2 Spesifikasi Power Supply.....	11
Tabel 2. 3 Spesifikasi Baterai	12
Tabel 2. 4 Spesifikasi BMS.....	13
Tabel 2. 5 Spesifikasi PZEM-017	14
Tabel 2. 6 Spesifikasi Shunt 50 A.....	15
Tabel 2. 7 Spesifikasi Relay.....	16
Tabel 2. 8 Spesifikasi Raspberry PI 4	17
Tabel 2. 9 Spesifikasi Arduino.....	18
Tabel 2. 10 Spesifikasi RS485	19
Tabel 2. 11 Spesifikasi Sensor Suhu GY-906.....	20
Tabel 2. 12 Tipe Model LSTM	24
Tabel 2. 13 Contoh data aktual dan prediksi.....	25
Tabel 3. 1 Proses <i>Preprocessing</i>	38
Tabel 4. 1 Konfigurasi Pelatihan Model LSTM-RNN.....	45
Tabel 4. 2 Hasil Evaluasi Model Prediksi SOC	45
Tabel 4. 3 Interpretasi Umum Nilai R^2	46
Tabel 4. 4 Ambient dan Suhu Objek tiap Arus	49
Tabel 4. 5 Suhu pada 5A	50
Tabel 4. 6 Suhu pada 10A.....	50
Tabel 4. 7 Suhu pada 15A.....	51
Tabel 4. 8 Data Perhitungan Awal di 5A	53
Tabel 4. 9 Perhitungan Waktu vs Aktual	54