

**Analisis Evaluasi Metrik Kinerja Model *Transformer* dan
Support Vector Regression pada Sistem *Fast Charging* Baterai
Lithium Polymer**



LAPORAN TUGAS AKHIR

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

**OLEH:
DYLAN ADRIANSYAH EFFENDI
062240342204**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026**

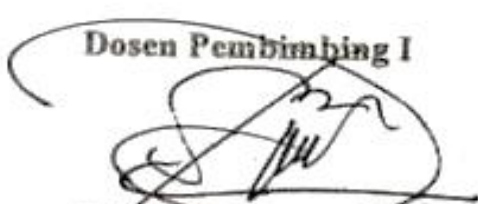
**Analisis Evaluasi Metrik Kinerja Model *Transformer* dan
Support Vector Regression pada Sistem *Fast Charging* Baterai
Lithium Polymer**



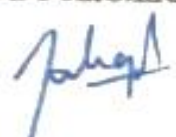
LEMBAR PENGESAHAN

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

Dosen Pembimbing I


Ir. Sabilal Rasyad, S.T., M.Kom.
NIP. 197409022005011003

Dosen Pembimbing II

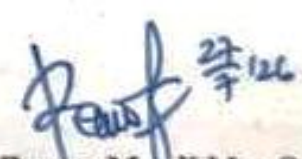

Johansyah Al Rasvid, S.T., M.Kom.
NIP. 197803192006041001

Mengetahui,

**Ketua Jurusan
Teknik Elektro**

**Koordinator Program Studi
Sarjana Terapan Teknik Elektro**


Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM.
NIP. 197907222008011007


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

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

" Terbentur, terbentur, terbentur, terbentuk. "

(Tan Malaka)

" *Nothing Happenend.* "

(Roronoa Zoro)

" Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. "

(QS. Al-insyirah: 5-6)

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Ayah (Rusman Effendi) dan Ibu (Meri Andriany), serta adik saya (Ilmeera Prisilya Effendi) yang selalu menjadi rumah tempat saya pulang, sumber kekuatan di setiap langkah, dan alasan untuk terus berjuang. Terima kasih atas kasih sayang yang tak pernah berkurang, doa yang tak pernah terputus, serta setiap pengorbanan dan kepercayaan yang mengiringi perjalanan saya hingga mampu menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Diri saya sendiri, yang telah memilih untuk tetap bertahan di setiap proses, bangkit dari setiap kegagalan, dan terus melangkah meskipun tidak selalu mudah. Terima kasih karena tidak menyerah dan terus percaya bahwa setiap usaha akan menemukan garis akhirnya.
3. Seluruh dosen Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro, khususnya dosen pembimbing saya, Bapak Sabilal Rasyad dan Bapak Johansyah Al Rasyid, yang dengan penuh kesabaran telah membimbing, mengarahkan, serta memberikan ilmu yang begitu berharga.
4. Teman-teman seperjuangan ELB 22 Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya, yang telah menjadi bagian dari kisah perjalanan ini. Terima kasih atas tawa yang menghapus lelah, semangat yang menguatkan, serta kebersamaan yang menjadikan setiap perjuangan terasa lebih ringan dan penuh makna.
5. Teman-teman seperjuangan sesama Almamater Politeknik Negeri Sriwijaya.

SURAT PERTANYAAN KEASLIAN KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan

Nama : Dylan Adriansyah Effendi
NPM : 062240342204
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat, Tanggal Lahir : Prabumulih, 27 Juli 2004
Alamat : Jl. Kerinci, RT. 03, RW. 01, Kelurahan Prabupriya,
Kecamatan Prabumulih Timur, Kota Prabumulih
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Elektro
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Analisis Evaluasi Metrik Kinerja Model
Transformer dan Support Vector Regression pada
Sistem Fast Charging Baterai Lithium Polymer

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, Juli 2026




Dylan Adriansyah Effendi

ABSTRAK

ANALISIS EVALUASI METRIK KINERJA MODEL *TRANSFORMER* DAN *SUPPORT VECTOR REGRESSION* PADA SISTEM *FAST CHARGING* BATERAI LITHIUM POLYMER

(2026: xii + 66 halaman + 20 tabel + 33 gambar + daftar pustaka + lampiran)

DYLAN ADRIANSYAH EFFENDI

062240342204

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Proses pengisian baterai Lithium Polymer memerlukan estimasi Time to Full Charge (TTF) yang akurat untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan pengisian. Penelitian ini bertujuan merancang sistem fast charging berbasis ESP32 yang mampu memonitor parameter pengisian secara *real-time* serta membandingkan kinerja algoritma *Transformer* dan *Support Vector Regression* (SVR) dalam mengestimasi waktu pengisian baterai Lithium Polymer 3S. Sistem menggunakan sensor PZEM-017 untuk mengukur tegangan, sensor ACS758 untuk mengukur arus, dan sensor GY-906 untuk mengukur suhu, sedangkan aplikasi Blynk digunakan sebagai media pemantauan secara *real-time*. Data yang diperoleh diproses melalui tahap *preprocessing* berupa pembersihan data, *feature engineering*, dan normalisasi menggunakan *RobustScaler*, kemudian digunakan untuk melatih model *Transformer* berbasis PatchTST dan SVR. Evaluasi dilakukan menggunakan metrik *Mean Absolute Error* (MAE), *Root Mean Square Error* (RMSE), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), dan koefisien determinasi (R^2). Hasil penelitian menunjukkan bahwa model *Transformer* memperoleh nilai MAE 22,54 detik, RMSE 29,61 detik, MAPE 16,83%, dan R^2 0,9981, sedangkan model SVR memperoleh MAE 14,67 detik, RMSE 20,16 detik, MAPE 11,38%, dan R^2 0,9991. Berdasarkan hasil tersebut, kedua model memiliki performa yang sangat baik dalam mengestimasi waktu pengisian baterai, namun SVR memberikan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan *Transformer* pada dataset yang digunakan dalam penelitian ini.

Kata Kunci: *Fast Charging*, Lithium Polymer, *Time to Full Charge*, *Transformer*, PatchTST, *Support Vector Regression*, ESP32.

ABSTRACT

**PERFORMANCE EVALUATION METRICS ANALYSIS OF
TRANSFORMER AND SUPPORT VECTOR REGRESSION MODELS IN A
LITHIUM POLYMER BATTERY FAST CHARGING SYSTEM**
(2026: xiii + 66 pages + 20 tables + 33 figures + references + appendices)

DYLAN ADRIANSYAH EFFENDI

062240342204

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING

**BACHELOR OF APPLIED ELECTRICAL ENGINEERING STUDY
PROGRAM**

SRIWIJAYA STATE POLYTECHNIC

The charging process of Lithium Polymer batteries requires accurate Time to Full Charge (TTF) estimation to improve charging efficiency and safety. This study aims to develop an ESP32-based fast charging system capable of monitoring charging parameters in real time and to compare the performance of the Transformer and Support Vector Regression (SVR) algorithms in estimating the charging time of a 3-cell Lithium Polymer battery. The proposed system employs a PZEM-017 sensor to measure voltage, an ACS758 sensor to measure current, and a GY-906 sensor to measure temperature, while the Blynk application is used for real-time monitoring. The collected data were processed through preprocessing stages, including data cleaning, feature engineering, and normalization using RobustScaler, before being used to train a PatchTST-based Transformer model and an SVR model. Model performance was evaluated using Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Square Error (RMSE), Mean Absolute Percentage Error (MAPE), and the coefficient of determination (R^2). The results show that the Transformer model achieved an MAE of 22.54 seconds, RMSE of 29.61 seconds, MAPE of 16.83%, and an R^2 of 0.9981, while the SVR model achieved an MAE of 14.67 seconds, RMSE of 20.16 seconds, MAPE of 11.38%, and an R^2 of 0.9991. These findings indicate that both models performed very well in estimating battery charging time. However, the Support Vector Regression (SVR) model outperformed the Transformer model by achieving higher prediction accuracy on the dataset used in this study.

Keywords: *Fast Charging, Lithium Polymer Battery, Time to Full Charge (TTF), Transformer, PatchTST, Support Vector Regression (SVR), ESP32.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas berkat dan ridho-nya, sholawat beriringkan salam kita sampaikan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita kearah kebenaran. Syukur alhamdulillah dengan izin-Nya Penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan judul **“Analisis Evaluasi Metrik Kinerja Model *Transformer* dan *Support Vector Regression* pada Sistem *Fast Charging* Baterai Lithium Polymer”**. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Teknik Elektro di Jurusan Teknik Elektro.

Adapun isi dari Laporan Tugas Akhir ini terdiri dari Bab I Pendahuluan, Bab II Tinjauan Pustaka, Bab III Metodologi Penelitian, Bab IV Hasil dan Pembahasan serta Bab V Penutup. Dalam penyusunan laporan ini, penulis mendapat banyak dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala hormat, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Sabilal Rasyad, S.T., M.Kom. selaku dosen pembimbing I.
2. Bapak Johansyah Al Rasyid, S.T., M.Kom. selaku dosen pembimbing II.

Di dalam pelaksanaan kegiatan penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih sebesar- besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Selamat Muslimin, ST., M.Kom. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Lindawati, S.T., M. T. Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya
4. Ibu Renny Maulidda, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Kedua orang tua yang selalu memberikan doa, dukungan, semangat, serta motivasi yang tiada henti, baik secara moral maupun material, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan baik.

6. Teman teman ELB angkatan 2022 yang telah membuat hari-hari selama perkuliahan berwarna.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan baik dalam segi materi maupun penyajian. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan laporan ini. Akhir kata, semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca serta menjadi referensi yang berguna di masa depan.

Palembang, ²⁷ Juli 2026



Dylan Adriansyah Effendi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iii
SURAT PERTANYAAN KEASLIAN KARYA	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan	5
1.5. Manfaat	5
1.6. Metode Penulisan	5
1.6.1. Metode Literatur.....	6
1.6.2. Metode Observasi.....	6
1.6.3. Metode Konsultasi	6
1.7. Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1. <i>State of the Art</i>	8
2.2. <i>Fast Charging</i>	11

2.3.	Komponen.....	11
2.3.1.	<i>Power supply</i>	11
2.3.2.	<i>Buck converter</i>	13
2.3.3.	<i>Battery Management System (BMS)</i>	14
2.3.4.	<i>Relay</i>	15
2.3.5.	Baterai	16
2.3.6.	Sensor PZEM-017	17
2.3.7.	Sensor ACS	19
2.3.8.	ESP 32.....	20
2.3.9.	UART TTL to RS485 <i>Converter</i>	21
2.3.10.	Sensor Suhu GY-906.....	22
2.3.11.	Blynk.....	23
2.4.	<i>Machine Learning</i>	24
2.4.1.	<i>Machine Learning</i> untuk Prediksi <i>Time Series</i>	24
2.5.	Model Prediksi	24
2.5.1.	<i>Transformer</i>	24
2.5.2.	<i>Support Vector Regression</i>	28
2.6.	Pengaruh Model Prediksi Terhadap <i>Fast Charging</i>	31
2.6.1.	<i>Transformer</i>	31
2.6.2.	<i>Support Vector Regression</i>	31
2.7.	<i>Preprocessing Data</i>	31
2.8.	Evaluasi Model Prediksi	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		35
3.1.	Kerangka Laporan Tugas Akhir.....	35
3.1.1.	Studi Litelatur.....	35

3.1.2.	Perancangan Pembuatan Alat.....	36
3.1.3.	Pembuatan Alat.....	36
3.1.4.	Pengujian Alat.....	36
3.1.5.	Evaluasi.....	37
3.1.6.	Pembuatan Laporan.....	37
3.2.	Block Diagram	37
3.3.	Perancangan Sistem	38
3.3.1.	Perancangan Elektronik	39
3.3.2.	Perancangan Mekanik	42
3.4.	Flowchart.....	43
3.5.	Rangkaian Keseluruhan	45
3.6.	Sistem Kerja Alat	46
3.7.	Perancangan Model Prediksi.....	47
3.8.	Alasan Pemilihan Model Prediksi.....	47
3.8.1.	<i>Transformer</i>	47
3.8.2.	<i>Support Vector Regression</i>	47
3.9.	<i>Preprocessing, Processing dan Training</i>	48
3.10.	Sistem <i>Monitoring</i> dan Prediksi Terintegrasi	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		54
4.1.	Hasil Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	54
4.2.	Hasil Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	55
4.2.1.	Tampilan Antarmuka Blynk.....	55
4.2.2.	Data Hasil Pengukuran.....	56
4.3.	Hasil Pengembangan Model	58
4.3.1.	<i>Transformer</i>	58

4.3.1. <i>Support Vector Regression</i>	60
4.4. Analisis Performa Model	63
4.5. Analisis Rekapitulasi Hasil Evaluasi Model	64
BAB V PENUTUP.....	67
5.1. Kesimpulan	67
5.2. Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Power supply</i>	12
Gambar 2. 2 <i>Buck converter</i>	13
Gambar 2. 3 <i>Battery Management System (BMS)</i>	14
Gambar 2. 4 <i>Relay</i>	15
Gambar 2. 5 <i>Baterai</i>	17
Gambar 2. 6 <i>Sensor PZEM-017</i>	18
Gambar 2. 7 <i>Sensor ACS 785</i>	19
Gambar 2. 8 <i>ESP32</i>	20
Gambar 2. 9 <i>UART TTL to RS485 Converter</i>	21
Gambar 2. 10 <i>GY-906</i>	22
Gambar 2. 11 <i>Blynk</i>	23
Gambar 2. 12 <i>Arsitektur Transformer</i>	25
Gambar 2. 13 <i>Arsitektur PatchTST</i>	27
Gambar 2. 14 <i>Ilustrasi Support Vector Regression</i>	29
Gambar 2. 15 <i>Ilustrasi RBF Kernel</i>	30
Gambar 3. 1 <i>Kerangka Pelaksanaan Tugas Akhir</i>	35
Gambar 3. 2 <i>Diagram Blok</i>	38
Gambar 3. 3 <i>Wiring power supply</i>	39
Gambar 3. 4 <i>Wiring Relay</i>	39
Gambar 3. 5 <i>Wiring Battery Management System</i>	40
Gambar 3. 6 <i>Wiring MOSFET IRLZ44N</i>	40
Gambar 3. 7 <i>Wiring Sensor Arus ACS758</i>	40
Gambar 3. 8 <i>Wiring Sensor PZEM-017</i>	41
Gambar 3. 9 <i>Wiring Modul RS485</i>	41
Gambar 3. 10 <i>Wiring Step-Down Buck converter</i>	41
Gambar 3. 11 <i>Wiring Sensor Suhu GY-906</i>	42
Gambar 3. 12 <i>Wiring ESP32</i>	42
Gambar 3. 13 <i>Design 3D</i>	43
Gambar 3. 14 <i>Flowchart</i>	44

Gambar 3. 15 Skema Keseluruhan Rangkaian.....	45
Gambar 3. 16 Alur proses <i>preprocessing</i> , <i>processing</i> , dan <i>training</i>	48
Gambar 3. 17 Rangkaian <i>Monitoring</i>	53
Gambar 4. 1 Perangkat Keras (Hardware).....	55
Gambar 4. 2 Tampilan Antarmuka Blynk.....	56
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Aktual vs Prediksi Model <i>Transformer</i>	58
Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Aktual vs Prediksi Model SVR.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>State of art Fast Charging Electric Battery</i>	8
Tabel 2. 2 Spesifikasi <i>Power supply</i>	12
Tabel 2. 3 Spesifikasi <i>Buck converter</i>	13
Tabel 2. 4 Spesifikasi <i>Battery Management System (BMS)</i>	15
Tabel 2. 5 Spesifikasi <i>Relay</i>	16
Tabel 2. 6 Spesifikasi Baterai.....	17
Tabel 2. 7 Spesifikasi PZEM-017.....	18
Tabel 2. 8 Spesifikasi ACS 785.....	19
Tabel 2. 9 Spesifikasi ESP32.....	21
Tabel 2. 10 Spesifikasi UART TTL to RS485 <i>Converter</i>	22
Tabel 2. 11 Spesifikasi GY-906.....	23
Tabel 2. 13 Contoh data aktual dan data prediksi.....	32
Tabel 2. 14 <i>Range</i> Evaluasi Nilai R^2	33
Tabel 2. 15 <i>Range</i> Evaluasi Nilai MAPE.....	34
Tabel 3. 1 <i>Preprocessing</i>	49
Tabel 3. 2 Konfigurasi Pelatihan Model <i>Transformer</i> (PatchTST)	50
Tabel 3. 3 Konfigurasi Model SVR TTF	51
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengukuran 2A.....	57
Tabel 4. 2 Perhitungan Waktu vs Aktual	59
Tabel 4. 3 Hasil Evaluasi Model <i>Transformer</i>	60
Tabel 4. 4 Perhitungan Waktu vs Aktual	61
Tabel 4. 5 Hasil Evaluasi Model SVR	62
Tabel 4. 6 Rekapitulasi Hasil Evaluasi Model <i>Transformer</i> dan SVR	64