

**PREDIKSI PERPINDAHAN SUMBER DAYA *AUTOMATIC*
TRANSFER SWITCH PLTS-PLN MENGGUNAKAN MODEL
DUA TAHAP GRU-MLP BERBASIS IOT PADA INKUBATOR
TELUR AYAM**



LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Oleh:

M. ALI RAMADHAN

062240342211

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2026

HALAMAN PERNYATAAN KARYA

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. Ali Ramadhan
NPM : 062240342211
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 22 Oktober 2004
Alamat : Jl. Ahmad Yani Lr. Manggis Rawa Bangun
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Elektro
Jurusan : Teknik Elektro
Judul : Prediksi Perpindahan Sumber Daya Automatic
Transfer Switch PLTS-PLN Menggunakan Model
Dua Tahap GRU-MLP Berbasis IoT Pada Inkubator
Telur Ayam

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, bebas dari tindakan plagiasi serta sumber referensi baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Laporan Tugas Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah Sidang Tugas Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah Sidang 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 untuk tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh Jurusan Teknik Elektro, yang berdampak pada tertundanya pengambilan Ijazah & Transkrip. Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.



Palembang, 27 Juli 2026



M. Ali Ramadhan
NPM. 062240342211

LEMBAR PENGESAHAN

**PREDIKSI PERPINDAHAN SUMBER DAYA AUTOMATIC TRANSFER
SWITCH PLTS-PLN MENGGUNAKAN MODEL DUA TAHAP GRU-MLP
BERBASIS IOT PADA INKUBATOR TELUR AYAM**



LEMBAR PENGESAHAN

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

Oleh:

M. Ali Ramahdan

062240342211

Menyetujui,

Pembimbing I

Ir. A. Rahman, M. T.

NIP. 196202051993031002

Dosen Pembimbing II

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

NIP. 198910022019032013

Mengetahui,

**Ketua Jurusan
Teknik Elektro**



Dr. Ir. Selama Muslimin, S.T., M.Kom., IPM

NIP. 197907222008011007

**Koordinator Program Studi
Sarjana Terapan Teknik Elektro**

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

NIP. 198910022019032013

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“How shall I despair, while His mercy upon me never wanes”

- (*Qur`an, 12:87*) -

“Education is the most powerful weapon which you can use to change the world”

- (*Nelson Mandela*) -

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur ke hadirat Allah *Subhanahu wa Ta'ala* atas segala rahmat dan hidayah-Nya, Tugas Akhir ini penulis persembahkan kepada:

1. **Kedua orang tua tercinta, Bapak Bahri dan Ibu Ernawati**, yang tiada henti memanjatkan doa, mencurahkan kasih sayang, serta memberikan dukungan tanpa syarat sepanjang perjalanan hidup penulis.
2. **Adik-adik dan seluruh keluarga besar**, yang senantiasa menjadi sumber semangat, penghibur di kala lelah, dan pengingat untuk terus melangkah maju.
3. **Ir. A. Rahman, M.T. dan Ir. Renny Maulidda, S.T., M.T.**, selaku Pembimbing, atas kesabaran, bimbingan, ilmu, dan arahan yang sangat berharga selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
4. **Karina Febrianti**, yang selalu setia menemani, memberi dukungan kepada penulis.
5. **Almamater tercinta, Politeknik Negeri Sriwijaya**, tempat penulis menempa diri, menuntut ilmu, dan meraih pengalaman yang tak ternilai harganya.

ABSTRAK

Prediksi Perpindahan Sumber Daya *Automatic Transfer Switch* PLTS-PLN Menggunakan Model Dua tahap GRU-MLP Berbasis IoT Pada Inkubator Telur Ayam

(2026 : xvii + 128 Halaman + 78 Gambar + 21 Tabel + Daftar Pustaka + Lampiran)

M. Ali Ramadhan

062240342211

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK ELEKTRO

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Automatic Transfer Switch (ATS) hybrid PLTS–PLN pada inkubator telur berperan penting dalam menjaga kontinuitas suplai daya, namun sistem konvensional bersifat reaktif dan hanya bereaksi ketika kondisi kritis telah terjadi. Penelitian ini mengembangkan sistem prediktif berbasis model dua tahap *Gated Recurrent Unit* (GRU) dan *Multilayer Perceptron* (MLP) untuk memproyeksikan mode sumber daya aktif 30 menit ke depan. Sistem *monitoring* berbasis IoT diimplementasikan dengan platform *Blynk* sebagai *dashboard real-time* dan *Google Sheets* sebagai *data logging* historis yang mengakuisisi 6.048 baris dataset selama 21 hari, mencakup parameter tegangan panel surya, tegangan baterai, *State of Charge*, dan daya beban. Pada tahap pertama, GRU dilatih untuk memproyeksikan empat parameter sensor berdasarkan enam *timestep* riwayat pengamatan, kemudian hasil proyeksi menjadi input tahap kedua yaitu MLP untuk klasifikasi biner mode *Battery/PLN*. Hasil evaluasi pada *testing set* menunjukkan model GRU mencapai *overall* R^2 sebesar 0,9384 dengan seluruh parameter mencapai R^2 di atas 0,90, sedangkan model MLP mencapai *Accuracy* 0,9636, *F1 Macro* 0,9475, dan *AUC-ROC* 0,9946. Evaluasi *pipeline end-to-end* menunjukkan peningkatan *AUC-ROC* menjadi 0,9986 dan *Precision* PLN sebesar +3,09%, mengonfirmasi kualitas proyeksi GRU sebagai input MLP. Pengujian pada data lapangan 24 jam menghasilkan *Accuracy* 0,8881, *F1 Macro* 0,8779, dan *AUC-ROC* 0,9927 dengan *Precision* PLN mencapai 0,9765, yang menegaskan model sangat jarang memberikan sinyal PLN palsu sehingga mencegah *false switching relay*. Sistem terbukti layak diimplementasikan sebagai solusi ATS prediktif berbasis IoT untuk mendukung otomasi peralihan sumber daya pada inkubator telur.

Kata Kunci : *Automatic Transfer Switch*, PLTS–PLN, *Two-Stage Model* GRU-MLP, IoT, Inkubator Telur.

ABSTRACT

Prediction of Resource Transfer via the Automatic Transfer Switch between the Solar Power Plant and the National Grid Using a Two-Stage IoT-Based GRU-MLP Model in an Egg Incubator

(2026: xvi + 128 Pages + 78 Figures + 21 Tables + Bibliography + Appendices)

M. Ali Ramadhan

062240342211

BACHELOR OF APPLIED ELECTRICAL ENGINEERING

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING

SRIWIJAYA STATE POLYTECHNIC

An Automatic Transfer Switch (ATS) hybrid PLTS–PLN system in egg incubators plays a crucial role in maintaining power supply continuity; however, conventional systems are reactive and respond only after critical conditions have occurred. This research develops a predictive system based on a two-stage Gated Recurrent Unit (GRU) and Multilayer Perceptron (MLP) model to project the active power source mode 30 minutes ahead. An IoT-based monitoring system was implemented using the Blynk platform as a real-time dashboard and Google Sheets as historical data logging, acquiring 6,048 rows of data over 21 days, covering solar panel voltage, battery voltage, State of Charge, and load power parameters. In the first stage, GRU was trained to project four sensor parameters based on six timesteps of historical observations, and the projection results served as input to the second stage, namely MLP, for binary classification of Battery/PLN mode. Evaluation results on the testing set demonstrated that the GRU model achieved an overall R^2 of 0.9384, with all parameters reaching R^2 above 0.90, while the MLP model achieved an Accuracy of 0.9636, F1 Macro of 0.9475, and AUC-ROC of 0.9946. End-to-end pipeline evaluation showed an increase in AUC-ROC to 0.9986 and PLN Precision of +3.09%, confirming the quality of GRU projections as input to MLP. Testing on 24-hour field data yielded an Accuracy of 0.8881, F1 Macro of 0.8779, and AUC-ROC of 0.9927, with PLN Precision reaching 0.9765, confirming that the model rarely produces false PLN signals and thus prevents false switching relays. The system is proven feasible to be implemented as an IoT-based predictive ATS solution to support power source transition automation in egg incubators.

Keyword : Automatic Transfer Switch, PLTS–PLN, Two-Stage Model GRU-MLP, IoT, Egg Incubator.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji dan syukur kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal seminar tugas akhir yang berjudul **“Prediksi Perpindahan Sumber Daya Automatic Transfer Switch PLTS-PLN Menggunakan Model Dua Tahap GRU-MLP Berbasis IoT Pada Inkubator Telur Ayam”**. Proposal seminar ini dibuat untuk memenuhi salah satu kurikulum di Jurusan Teknik Elektro Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang. Kelancaran dalam penyusunan proposal ini tidak terlepas dari bimbingan, arahan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. **Bapak Ir. A. Rahman, M.T. selaku Dosen Pembimbing I.**
2. **Ibu Ir. Renny Maulidda, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II.**

Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih atas bantuan moril dan materil yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal ini sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Sriwijaya, kepada:

1. Orang tua serta seluruh anggota keluarga yang telah memberikan doa, dukungan, dan semangat selama proses penyusunan tugas akhir.
2. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Selamat Muslimin, S.T., M.T., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Lindawati, S.T., M.T.I. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ibu Ir. Renny Maulidda, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Bapak/Ibu dosen serta staf Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Seluruh staf teknisi laboratorium Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
8. Teman-teman kelas 8 ELB, khususnya Fairuz Athallah, Vivaldi Vikzi Kohr, Baruna Putra Pratama, Romi Afriansyah, Ahmadul Anugrah, dan Agustrian yang selalu memberikan dukungan, semangat, serta bantuan selama penyusunan proposal tugas akhir ini.

9. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan proposal seminar tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan proposal ini. Penulis berharap proposal ini dapat dilanjutkan menjadi tugas akhir yang bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Palembang, 29 Juli 2026



M. Ali Ramadhan

NPM. 062240342211

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I 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.....	4
1.4.2 Manfaat	5
1.5 Metode Penelitian.....	5
1.5.1 Metode <i>Neural network</i> (NN)	5
1.5.2 Metode Literatur.....	6
1.5.3 Metode Observasi.....	6
1.5.4 Metode Pengumpulan Data	6
1.5.5 Metode Wawancara	6
1.5.6 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 <i>State of the Art</i>	8
2.2 Sistem Hybrid	11
2.3 Inkubator Telur.....	12
2.4 <i>Solar Panel</i>	13
2.4.1 <i>Polycrystalline Silicon</i>	16

2.5 <i>Solar Charge Controller (SCC)</i>	16
2.5.1 Blok Diagram SCC	17
2.6 Baterai	18
2.6.1 State of Charge Battery	21
2.7 ESP32.....	22
2.7.1 Spesifikasi ESP32	24
2.8 <i>Relay Sebagai Automatic Transfer Switch</i>	24
2.8.1 Relay Omron MK2P-I.....	24
2.8.2 Prinsip Kerja <i>Relay</i> Sebagai ATS	26
2.9 Sensor INA219.....	26
2.9.1 Spesifikasi Sensor Tegangan	28
2.10 Sensor ACS 712	28
2.10.1 Spesifikasi ACS 712.....	29
2.11 Modul Sensor Tegangan	30
2.11.1 Spesifikasi Modul Sensor Tegangan	30
2.12 Stepdown LM2596.....	31
2.12.1 Spesifikasi LM 2596	32
2.13 <i>Neural network (NN)</i>	32
2.13.1 <i>Feedforward Neural Network (FNN)</i> dan <i>Recurrent Neural Network (RNN)</i>	34
2.13.2 Gated Recurrent Unit (GRU)	35
2.13.3 <i>Multi-Layer Perceptron (MLP)</i>	37
2.13.4 Model Dua Tahap (<i>Two-Stage Model</i>)	38
BAB III METODOLOGI	40
3.1 Kerangka Tugas Akhir.....	40
3.1.1 Studi Literature.....	41
3.1.2 Perancangan Sistem	42
3.1.3 Desain Mekanik	42
3.1.4 Desain Elektrik.....	42
3.1.5 Desain IoT	43
3.1.6 Desain Model Dua Tahap (<i>Two-Stage</i>)	43
3.1.7 Implementasi <i>Automatic Transfer Switch</i>	43

3.1.8 Akuisisi Data	44
3.1.9 <i>Preprocessing</i>	44
3.1.10 Pelatihan Model GRU (<i>Forecaster</i>)	44
3.1.11 Pelatihan Model MLP (<i>Classifier</i>)	44
3.1.12 Evaluasi dan Validasi	45
3.1.13 Analisis Hasil	45
3.2 Studi Literature.....	46
3.3 Perancangan Sistem	46
4.3.1 Sistem Kendali ATS	48
3.4 Desain Mekanik	52
3.5 Desain Elektrik.....	53
3.6 Desain <i>Internet of Things</i>	56
3.7 Desain Model Dua Tahap (<i>Two-Stage</i>)	60
3.7.1 Dataset dan <i>Feature Engineering</i>	62
3.7.2 Arsitektur <i>Gated Recurrent Unit</i> (<i>Forecaster</i>).....	64
3.7.3 Arsitektur <i>Multilayer Perceptron</i> (<i>Classifier</i>).....	66
3.7.4 Fungsi Aktivasi (<i>Activation Function</i>).....	67
3.7.5 <i>Hyperparameter Tuning</i>	69
3.7.6 Pelatihan Model (<i>Training</i>).....	71
3.8 Implementasi <i>Automatic Transfer Switch</i>	73
3.8.1 Pemasangan Panel Surya.....	74
3.8.2 Perakitan Rangkaian ATS.....	74
3.8.3 Integrasi Sistem pada Inkubator Telur	75
3.9 Akuisisi Data	76
3.10 <i>Preprocessing data</i>	79
3.10.1 <i>Data Cleaning</i>	79
3.10.2 <i>Feature Engineering</i>	81
3.10.3 Labeling Output	84
3.10.4 Normalisasi Data (<i>Feature Scalling</i>).....	85
3.10.5 Sliding Window GRU	86
3.10.6 Pembagian data (<i>Data Splitting</i>).....	88
3.11 Metrik Evaluasi Dua Tahap (<i>Two Stage</i>).....	90

3.11.1 Metrik Evaluasi GRU (Regresi).....	90
3.11.2 Metrik Evaluasi MLP (Klasifikasi)	91
3.11.3 Metrik Evaluasi <i>Pipeline End-to-End</i>	93
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	94
4.1 Pengujian Sistem ATS PLTS-PLN	94
4.1.1 Pengujian Kalibrasi Sensor	94
4.1.2 Pengujian Perpindahan Sumber Daya	97
4.2 Pengujian Sistem Monitoring IoT	100
4.2.1 Tampilan Dashboard Blynk.....	100
4.2.2 Pengujian Data Logging <i>Google Sheets</i>	103
4.3 Pelatihan Model Dua Tahap (<i>Two Stage</i>).....	104
4.3.1 Hasil Pelatihan GRU (<i>Forecaster</i>).....	105
4.3.2 Hasil Pelatihan MLP (<i>Classifier</i>)	107
4.4 Hasil Evaluasi Model Dua Tahap (<i>Two Stage</i>).....	109
4.4.1 Evaluasi Pelatihan GRU (<i>Forecaster</i>).....	110
4.4.2 Evaluasi Pelatihan MLP (<i>Classifier</i>).....	112
4.4.3 Evaluasi Pipeline End-to-End	116
4.5 Pengujian Model Dua Tahap (<i>Two Stage</i>).....	117
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	126
5.1 Kesimpulan	126
5.2 Saran.....	128
DAFTAR PUSTAKA.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xxii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Inkubator telur	12
Gambar 2. 2 Gambar struktur Solar Panel.....	13
Gambar 2. 3 Prinsip Kerja Solar Panel	14
Gambar 2. 4 Rangkain Ekivalen Solar Panel	15
Gambar 2. 5 polikristalin	16
Gambar 2. 6 Solar Charge Controller	17
Gambar 2. 7 Blok Diagram SCC	17
Gambar 2. 8 Baterai Flooded Lead Acid	18
Gambar 2. 9 bagian bagian Baterai Flooded Lead Acid.....	19
Gambar 2. 10 Prinsip kerja pengisian dan pengosongan baterai	20
Gambar 2. 11 ESP32.....	23
Gambar 2. 12 Relay omron MK2P-I	25
Gambar 2. 13 Prinsip kerja Relay Sebagai ATS	26
Gambar 2. 14 Sensor INA-219	27
Gambar 2. 15 blok diagram function INA.....	28
Gambar 2. 16 ACS 712.....	29
Gambar 2. 17 Sensor tegangan	30
Gambar 2. 18 LM 2596	31
Gambar 2. 19 Arsitektur Neural network	33
Gambar 2. 20 Arsitektur Feedforward Neural Network	34
Gambar 2. 21 Arsitektur Recurrent Neural Network.....	35
Gambar 2. 22 Arsitektur Gated Recurrent Unit (GRU).....	36
Gambar 2. 23 Arsitektur Multilayer Perceptron (MLP)	37
Gambar 2. 24 Arsitektur Model Dua Tahap (Two-Stage Model)	38
Gambar 3. 1 Kerangka Tugas Akhir	41
Gambar 3. 2 Arsitektur perangkat keras dan sistem IoT	47
Gambar 3. 3 Diagram blok kendali ATS.....	49
Gambar 3. 4 Flowchart kendali ATS	50
Gambar 3. 5 Desain Solar Panel	52
Gambar 3. 6 Desain Sistem ATS	53
Gambar 3. 7 Wiring Diagram Elektrik	54

Gambar 3. 8 Diagram blok IoT	56
Gambar 3. 9 Flowchart IoT	57
Gambar 3. 10 Tahapan Pemodelan Machine learning	61
Gambar 3. 11 Arsitektur Gated Recurrent Unit (GRU) sebagai Forecaster	65
Gambar 3. 12 Arsitektur Multilayer Perceptron (MLP) sebagai Classifier	66
Gambar 3. 13 Alur Pelatihan Model Dua Tahap GRU–MLP	72
Gambar 3. 14 Implementasi Solar Panel	74
Gambar 3. 15 Implementasi Rangkaian Automatic Transfer Switch	75
Gambar 3. 16 Implementasi Sistem pada Struktur Inkubator Telur	76
Gambar 3. 17 Data Time Series Akuisisi Data	78
Gambar 3. 18 Hasil Deteksi dan Imputasi Missing Value	80
Gambar 3. 19 Hasil Deteksi dan Penghapusan Outlier	81
Gambar 3. 20 Statistik Deskriptif Tujuh Fitur Turunan untuk MLP	82
Gambar 3. 21 Statistik Deskriptif Tiga Fitur Cyclical untuk GRU	83
Gambar 3. 22 Visualisasi Fitur Cyclical untuk GRU Selama 1 Hari.....	83
Gambar 3. 23 Hasil Konversi Label	84
Gambar 3. 24 Hasil Normalisasi 11 Fitur Input MLP	85
Gambar 3. 25 Hasil Normalisasi 7 Fitur Input GRU	86
Gambar 3. 26 Ilustrasi Sliding Window pada GRU Forecaster.....	87
Gambar 3. 27 Hasil Sliding Window untuk Input GRU	87
Gambar 3. 28 Hasil Alignment Input MLP dengan Sliding Window GRU	88
Gambar 3. 29 Hasil Pembagian Data dengan Stratified Random Sampling	89
Gambar 3. 30 Distribusi Kelas pada Tiap Subset Hasil Pembagian Data	89
Gambar 4. 1 Tampilan Dashboard Blynk pada Antarmuka Web.....	101
Gambar 4. 2 Tampilan Dashboard Blynk pada Antarmuka Mobile	101
Gambar 4. 3 Tampilan Data Logging Google Sheets	103
Gambar 4. 4 Arsitektur Model GRU	105
Gambar 4. 5 Loss Curve dan MAE Curve GRU selama Pelatihan	106
Gambar 4. 6 Perbandingan Prediksi GRU vs Nilai Aktual pada Testing Set	106
Gambar 4. 7 Arsitektur Model MLP.....	107
Gambar 4. 8 Loss Curve dan Accuracy Curve MLP	108
Gambar 4. 9 Optimasi Threshold Keputusan MLP Classifier	109

Gambar 4. 10	Hasil Metrik Evaluasi GRU pada Testing Set	110
Gambar 4. 11	Scatter Plot Prediksi vs Aktual.....	111
Gambar 4. 12	Confusion Matrix MLP Classifier	113
Gambar 4. 13	Hasil Metrik Evaluasi MLP	114
Gambar 4. 14	Kurva ROC MLP Classifier.....	115
Gambar 4. 15	Perbandingan Metrik Baseline vs Pipeline End-to-End	116
Gambar 4. 16	Informasi Dataset Uji dan Preview Data	118
Gambar 4. 17	Statistik Data Uji.....	119
Gambar 4. 18	Hasil Preprocessing Data Uji.....	120
Gambar 4. 19	Hasil Prediksi Dua Tahap pada Data Uji	120
Gambar 4. 20	Hasil Metrik Evaluasi GRU pada Data Uji.....	121
Gambar 4. 21	Prediksi GRU vs Nilai Aktual pada Data Uji 24 Jam	122
Gambar 4. 22	Hasil Metrik Evaluasi MLP pada Data Uji	123
Gambar 4. 23	Confusion Matrix MLP pada Data Uji 24 Jam	124
Gambar 4. 24	Prediksi Mode Sumber Daya pada Data Uji 24 Jam	125

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 State of the Art.....	8
Tabel 2. 3 Hubungan Tegangan dan SoC.....	22
Tabel 2. 4 Spesifikasi ESP32.....	24
Tabel 2. 5 Spesifikasi sensor tegangan.....	28
Tabel 2. 6 Spesifikasi ACS 712.....	29
Tabel 2. 7 Spesifikasi modul sensor tegangan.....	30
Tabel 2. 8 Spesifikasi LM 2596.....	32
Tabel 3. 1 Struktur Dataset.....	62
Tabel 3. 2 Fitur Turunan Hasil Feature Engineering.....	63
Tabel 3. 3 Rincian Arsitektur GRU.....	65
Tabel 3. 4 Rincian Arsitektur MLP.....	67
Tabel 3. 5 Pemetaan Fungsi Aktivasi pada Model Dua Tahap.....	69
Tabel 3. 6 Konfigurasi Hyperparameter Model Dua Tahap.....	71
Tabel 3. 7 Matriks pengumpulan data set.....	77
Tabel 3. 8 Metrik Evaluasi Model Dua Tahap.....	93
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sensor Tegangan.....	94
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sensor INA 219.....	95
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sensor ACS-712.....	97
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Perpindahan Sumber Daya.....	98
Tabel 4. 5 Datastream Dashboard Blynk.....	102