Aplikasi IoT Smart Mobile Power Supply Berbasis PV 1,5 kWp dan Baterai 10 kWh untuk Kondisi Darurat
Bencana dengan Integrasi Prediksi Cuaca
Bernardus Vico Shava Andika, Prof. Dr.Eng. Ir. F. Danang Wijaya, S.T., M.T.; Ir. Bambang Sugiyantoro, M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iv
HALAMAN PERSEMBAHAN v
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR SINGKATAN xiii
INTISARI xiv
ABSTRACT xv
BAB I Pendahuluan 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Batasan Penelitian 5
1.5 Manfaat Penelitian 5
1.6 Sistematika Penulisan 5
BAB II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori 6
2.1 Tinjauan Pustaka 6
2.2 Dasar Teori 7
2.2.1 Panel Surya 7
2.2.1.1 Arsitektur Panel Surya 7
2.2.1.2 Prinsip Kerja dan Pemodelan Matematis Karakteristik Daya 8
2.2.1.3 Rangkaian Seri-Paralel pada Panel Surya 9
2.2.1.4 Daya Keluaran berdasarkan Lingkungan 10
2.2.1.5 Parameter Meteorologi Penentu Kinerja Panel Surya 10
2.2.2 ESP32 11
2.2.2.1 Arsitektur ESP32 12
2.2.3 Sensor PZEM-017 12
2.2.4 *Modbus Communication* 14
2.2.4.1 Arsitektur Modbus 14
2.2.4.2 Protokol Modbus pada PZEM-017 15
2.2.5 *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) 17

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Aplikasi IoT Smart Mobile Power Supply Berbasis PV 1,5 kWp dan Baterai 10 kWh untuk Kondisi Darurat Bencana dengan Integrasi Prediksi Cuaca
Bernardus Vico Shava Andika, Prof. Dr.Eng. Ir. F. Danang Wijaya, S.T., M.T.; Ir. Bambang Sugiyantoro, M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.2.5.1 Komponen Utama dalam MQTT 17
2.2.5.2 Sistem Topik 17
2.2.5.3 Fitur MQTT 18
2.2.5.4 Kekuatan MQTT 18
2.2.6 Node-RED 19
2.2.6.1 Arsitektur Node-RED 19
2.2.6.2 *Dashboard* dengan Node-RED 20
2.2.7 *Internet of Things*(IoT) 20
2.2.8 *Application Programming Interface* (API) 22
2.2.8.1 Open-Meteo sebagai Penyedia API Cuaca 22
2.2.9 *Database* (Basis Data) 23
2.2.10 *Forecasting* dengan *Machine Learning* 24
2.2.10.1 Proses Pelatihan *Machine Learning* 24
2.2.10.2 *Pre-processing Data* 25
2.2.10.3 Evaluasi dan Komparasi Performa Model 27
2.2.11 Model ML 28
2.2.11.1 *Support Vector Regression* (SVR) 28
2.2.11.2 *Decision Tree* (DT) 30
2.2.11.3 *Random Forest* (RF) 31
BAB III Metode Penelitian 33
3.1 Alat dan Bahan Tugas akhir 33
3.1.1 Alat Tugas akhir 33
3.1.2 Bahan Tugas akhir 34
3.2 Alur Tugas Akhir 35
3.3 Proses Pengambilan Data (*Data Collecting*) 36
3.4 Penyimpanan Data ke *Database* 37
3.5 Pelatihan *Machine Learning* (ML) untuk *Forecasting* 38
3.5.1 Metode Mendapatkan Target 38
3.5.2 *Preprocsessing Data* 38
3.5.3 Pelatihan Model *Machine Learning* (ML) 39
3.5.4 Evaluasi Model 40
3.5.5 *Dashboard* 40
3.5.5.1 *Tab* Monitoring 40
3.5.5.2 *Tab* Data Historis 41
3.5.5.3 *Tab* Forecasting PV 42
BAB IV Hasil dan Pembahasan 43
4.1 Hasil Pengujian Sistem Akuisisi dan IoT 43
4.2 Hasil *Preprocessing Data* 46
4.2.1 Karakteristik Data Mentah 46

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Aplikasi IoT Smart Mobile Power Supply Berbasis PV 1,5 kWp dan Baterai 10 kWh untuk Kondisi Darurat Bencana dengan Integrasi Prediksi Cuaca
Bernardus Vico Shava Andika, Prof. Dr.Eng. Ir. F. Danang Wijaya, S.T., M.T.; Ir. Bambang Sugiyantoro, M.T.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.2.2 Pembersihan Data 47
4.2.3 Penentuan Variabel Target 48
4.2.4 Rekayasa Fitur (*Feature Engineering*) 48
4.3 Performa Model *Forecasting* 52
4.3.1 Hasil *Tuning Hyperparameter* 52
4.3.2 Visualisasi Kurva Aktual vs Prediksi 54
4.3.2.1 Metode 1: target_vi 54
4.3.2.2 Metode 2: target_diff 55
4.3.3 Evaluasi Berdasarkan Metrik Kinerja Model 56
4.4 Implementasi Dashboard 57
4.4.1 Halaman Monitoring 57
4.4.2 Halaman Data Historis 58
4.4.3 Halaman Forecasting PV 59
4.5 Perbandingan Hasil Penelitian dengan Hasil Terdahulu 60
BAB V Kesimpulan dan Saran 63
5.1 Kesimpulan 63
5.2 Saran 64
DAFTAR PUSTAKA 65
LAMPIRAN L-1
L.1 *Source Code* L-1
L.1.1 Kode *Hardware* L-1
L.1.2 Kode *Training Forecasting* dengan Berbagai Model ML L-12