

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR SINGKATAN	xi
INTISARI	xii
ABSTRACT	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 LANDASAN TEORI	5
BAB 2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	15
2.2.1 Sistem <i>Monitoring</i> Energi Listrik	15
2.2.2 Listrik AC	15
2.2.3 Deteksi Anomali	17
2.2.4 <i>Internet of Things</i> (IoT)	18

2.2.5	<i>Edge Computing</i>	18
2.2.6	<i>Machine Learning</i>	19
2.2.7	Algoritma Isolation Forest	20
2.2.8	<i>Universal Asynchronous Receiver-Transmitter (UART)</i>	21
2.2.9	<i>Inter-Integrated Circuit (I2C)</i>	22
2.2.10	Komunikasi Nirkabel	22
2.2.11	Persentase Kesalahan (%Error)	23
2.2.12	Standar Deviasi	23
2.3	Hipotesis	24

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN **25**

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN **25**

3.1	Tempat Penelitian	25
3.2	Alat dan Bahan	25
3.2.1	PZEM-004T	26
3.2.2	<i>Transformator Arus (CT)</i>	28
3.2.3	ESP32	29
3.2.4	<i>OLED (Organic Light-Emitting Diode)</i>	30
3.2.5	MQTT dan Broker Mosquitto	31
3.2.6	Node-RED	32
3.2.7	PostgreSQL	33
3.3	Tahapan Penelitian	33
3.3.1	Pra-Penelitian	34
3.3.2	Perancangan Sistem	34
3.3.3	Integrasi Sistem	34
3.3.4	Pengujian dan Evaluasi	35
3.3.5	Penyusunan Laporan	35
3.4	Perancangan Sistem	35
3.4.1	Perancangan <i>Hardware</i>	36
3.4.2	Perancangan Software	41
3.5	Implementasi dan Integrasi Sistem	48
3.5.1	Perakitan dan Instalasi Perangkat <i>monitoring</i>	48
3.5.2	Implementasi Program Perangkat Keras	50
3.5.3	Implementasi Model Deteksi Anomali	52
3.5.4	Alur Kerja Sistem Terintegrasi	55
3.5.5	Manajemen Layanan di <i>Edge Server</i>	56
3.6	Pengujian dan Evaluasi Sistem	58

3.6.1	Pengujian dan Akurasi Perangkat Keras	59
3.6.2	Evaluasi Kinerja Sistem dan Perangkat Lunak	60
3.6.3	Evaluasi Algoritma Isolation Forest	61
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		62
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		62
4.1	Pengujian Parameter Tegangan PZEM-004T	62
4.2	Pengujian Parameter Arus PZEM-004T	64
4.3	Pengujian Parameter Daya (Power) PZEM-004T	66
4.4	Pengujian Parameter Faktor Daya (PF) PZEM-004T	67
4.5	Pengujian OLED Display	69
4.6	Pengujian Latensi	69
4.7	Pengujian Fungsionalitas dasbor	71
4.8	Pengujian respons Sistem pada Kondisi Normal	73
4.9	Pengujian respons Sistem pada Kondisi Anomali	73
4.10	Analisis Karakteristik Beban Parameter Listrik Pada Laboratorium	74
4.10.1	Analisis Tegangan (V)	74
4.10.2	Analisis Arus (A)	74
4.10.3	Analisis Daya Aktif (P)	75
4.10.4	Analisis Energi Kumulatif (kWh)	76
4.10.5	Analisis Faktor Daya (<i>Power Factor</i>)	77
4.10.6	Analisis Frekuensi (Hz)	77
4.11	Evaluasi Model <i>Machine Learning</i>	78
4.11.1	Analisis Distribusi Tegangan	78
4.11.2	Analisis Hasil Deteksi Anomali dan Pemilihan Nilai Contamination	79
BAB 5 PENUTUP		81
BAB 5 PENUTUP		81
5.1	Kesimpulan	81
5.2	Saran	81
DAFTAR PUSTAKA		83
LAMPIRAN		90
A.	Dokumentasi	90
B.	Program	92