

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Proyek Akhir	3
1.5 Manfaat Proyek Akhir	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Lingkup Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	10
2.2.1 Lampu Penerangan Jalan Umum	10
2.2.2 Sistem <i>Smart Street Lighting</i>	12
2.2.3 <i>Internet of Things</i> (IoT)	13
2.2.4 <i>Long Range Wide Area Network</i> (LoRaWAN)	15
2.2.5 <i>Gateway LoRaWAN</i>	19
2.2.6 Mikrokontroler ESP32.....	21
2.2.7 <i>Power Supply</i>	22
2.2.8 IC HLW8012	23
2.2.9 Platform Antares.....	23
2.2.10 Platform <i>Smart Lighting</i>	24
2.2.11 <i>Signal Noise Ratio</i> (SNR).....	25
2.2.12 <i>Received Signal Strength Indicator</i> (RSSI)	25

2.3	Hipotesis	26
BAB III METODE PROYEK AKHIR.....		27
3.1	Bahan	27
3.1.1	Komponen <i>Smart PJU</i>	27
3.1.2	Modul FT232RL.....	34
3.1.3	LED <i>Driver</i> HLG-60H-48AB	34
3.1.4	Lampu PJU	35
3.2	Paralatan.....	35
3.2.1	Laptop.....	35
3.2.2	Visual Studio Code.....	36
3.2.3	Autodesk Eagle.....	36
3.2.4	Platform Antares.....	37
3.2.5	Platform <i>Smart Lighting</i>	37
3.3	Tahapan Proyek Akhir	38
3.4	Rancangan Alat.....	39
3.4.1	Rancangan Sistem	39
3.4.2	Rancangan Perangkat Keras	41
3.4.3	Rancangan Perangkat Lunak	42
3.5	Analisis Data.....	47
3.5.1	Pengujian Perangkat Keras.....	47
3.5.2	Pengujian Perangkat Lunak	49
3.5.3	Pengujian Operasional Sistem PJU	50
3.5.4	Pengolahan Data Perangkat	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		55
4.1	Hasil Rancangan Sistem	55
4.2	Hasil Rancangan dan Pengujian Perangkat Keras	56
4.2.1	Hasil Rancangan Perangkat Keras.....	56
4.2.2	Hasil Pengujian Perangkat Keras	61
4.3	Hasil Rancangan dan Pengujian Perangkat Lunak	65
4.3.1	Hasil Pengujian Koneksi LoRaWAN	65
4.3.2	Hasil Pengujian <i>Website Smart Lighting</i>	71
4.4	Hasil Pengujian Operasional Sistem PJU	77
4.4.1	Hasil Pengujian Operasional Sistem PJU Selama 24 Jam.....	77
4.4.2	Hasil Pengujian Operasional Sistem PJU Selama 12 Jam.....	85



4.4.3	Pembahasan Operasional Sistem PJU	90
BAB V PENUTUP		94
5.1	Kesimpulan	94
5.2	Saran	94
DAFTAR PUSTAKA		95
LAMPIRAN		97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lampu Penerangan Jalan Umum	10
Gambar 2.2 Ilustrasi Smart Street Lighting (Tung et al., 2019)	12
Gambar 2.3 Jaringan Internet of Things (Part 4 : A Walk through Internet of Things (IoT) Basics. Opentechdiary, 2015)	13
Gambar 2.4 Model Jaringan 7 OSI Layer (LoRa and LoRaWAN: Technical Overview DEVELOPER PORTAL, 2023)	15
Gambar 2.5 Arsitektur Jaringan LoRaWAN (LoRaWAN Architecture The Things Network, 2023)	16
Gambar 2.6 LoRaWAN Device Classes (7 Tips For Power Consumption Battery Life LoRaWAN Sensors, 2022)	17
Gambar 2.7 Komunikasi Kelas A (LoRa and LoRaWAN: Technical Overview DEVELOPER PORTAL, 2023)	18
Gambar 2.8 Komunikasi Kelas B (LoRa and LoRaWAN: Technical Overview DEVELOPER PORTAL, 2023)	18
Gambar 2.9 Komunikasi Kelas C (LoRa and LoRaWAN: Technical Overview DEVELOPER PORTAL, 2023)	19
Gambar 2.10 Gateway LoRaWAN (Antares Reliable IoT Platform, 2023b)	20
Gambar 2.11 LoRa Coverage (Antares Reliable IoT Platform, 2023b)	21
Gambar 2.12 ESP32 Pin Layout (Espressif Systems, 2023)	21
Gambar 2.13 Blok Diagram Power Supply	22
Gambar 2.14 IC HLW8012 Pinout (Perez, 2016)	23
Gambar 2.15 Tampilan Platform Antares	23
Gambar 2.16 Tampilan Platform Smart Lighting	24
Gambar 3.1 Konfigurasi Pin ESP32-WROOM-32 (Mischianti, 2021)	27
Gambar 3.2 Modul LoRa RFM95 (Adafruit RFM95W LoRa Radio Transceiver Breakout - 868 or 915 MHz [RadioFruit] : ID 3072 : \$19.95 : Adafruit Industries, Unique & Fun DIY Electronics and Kits, 2016)	29
Gambar 3.3 Sensor HLW8012 (HLW8012 Board Calibration • Issue #24 • Xoseperez/Hlw8012 • GitHub, 2021)	30
Gambar 3.4 Modul RTC DS3231	30
Gambar 3.5 Relay (12V 1 Channel Relay Module (with Optocoupler) – RoboticsDNA, 2019)	31
Gambar 3.6 Hi-Link HLK-10M05 (HLK-10M05 Footprint & Symbol by Hi-Link SnapEDA, 2023)	32
Gambar 3.7 Fuse LF 500mA (RS Americas, 2023)	32
Gambar 3.8 Antena Molex 868/915 MHz	33
Gambar 3.9 Modul FT232RL	34
Gambar 3.10 LED Driver HLG-60H-48AB	34
Gambar 3.11 Lampu PJU	35
Gambar 3.12 Laptop	35
Gambar 3.13 Visual Studio Code	36
Gambar 3.14 Autodesk Eagle	36



Gambar 3.15 Tampilan Platform Antares	37
Gambar 3.16 Tampilan Platform Smart Lighting	37
Gambar 3.17 Diagram Alir Tahapan Proyek Akhir	38
Gambar 3.18 Blok Diagram End Device	39
Gambar 3.19 Diagram Blok Perancangan Sistem	40
Gambar 3.20 Diagram Wiring Perancangan Perangkat Keras	41
Gambar 3.21 Perancangan Program	43
Gambar 3.22 Diagram Alir Program	44
Gambar 3.23 Menu Perangkat Pada Platform Antares	45
Gambar 3.24 Set LoRa Pada Platform Antares	45
Gambar 3.25 Dashboard Perangkat Antares	46
Gambar 3.26 Tampilan Website Smart Lighting	47
Gambar 3.27 Pengujian Smart PJU	47
Gambar 3.28 Serial Monitor Arduino Pembacaan FTDI	48
Gambar 3.29 Tampilan Uplink Antares	51
Gambar 4.1 Perangkat Smart PJU	55
Gambar 4.2 Perangkat Keras Bagian Konektivitas 1	56
Gambar 4.3 Perangkat Keras Bagian Konektivitas 2	57
Gambar 4.4 Perangkat Keras Bagian Dasar	58
Gambar 4.5 Perangkat Sistem Monitoring PJU	59
Gambar 4.6 Diagram Blok Sistem Monitoring PJU	60
Gambar 4.7 Pembacaan Konfigurasi Smart PJU	62
Gambar 4.8 Pembacaan Sensor HLW	63
Gambar 4.9 Jarak Perangkat Dengan Gateway LoRa	66
Gambar 4.10 Jarak Ketinggian Perangkat Dengan Gateway LoRa	66
Gambar 4.11 Tampilan Uplink Antares	67
Gambar 4.12 Grafik SNR Terhadap Waktu	69
Gambar 4.13 Grafik RSSI Terhadap Waktu	70
Gambar 4.14 Halaman Web Utama Smart Lighting	71
Gambar 4.15 Halaman Web Ketika Smart PJU Offline	72
Gambar 4.16 Halaman Web Ketika Smart PJU Online	72
Gambar 4.17 Halaman Web Kontrol Smart PJU	73
Gambar 4.18 Halaman Web Grafik Smart PJU	73
Gambar 4.19 Grafik Pengujian Sistem PJU 24 Jam Pada Website Smart Lighting ..	90
Gambar 4.20 Grafik Energi 24 Jam Selama 7 Hari	91
Gambar 4.21 Grafik Energi dan Harga Pada Website Smart Lighting	91
Gambar 4.22 Grafik Pengujian Sistem PJU 12 Jam Pada Website Smart Lighting ..	92
Gambar 4.23 Grafik Energi 12 Jam Selama 6 Hari	93
Gambar 4.24 Grafik Energi dan Harga Pada Website Smart Lighting	93

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi ESP32-WROOM.....	28
Tabel 3.2 Konfigurasi LoRa RFM95	29
Tabel 3.3 Konfigurasi Pin Sensor HLW8012.....	30
Tabel 3.4 Konfigurasi Pin RTC DS3231.....	31
Tabel 3.5 Konfigurasi Pin Relay	32
Tabel 3.6 Pengujian Website Smart Lighting	49
Tabel 3.7 Data Uplink Payload.....	52
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Akurasi Tegangan	65
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Akurasi Arus	65
Tabel 4.3 Hasil Pengujian SNR	68
Tabel 4.4 Hasil Pengujian RSSI	69
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Website Smart Lighting	74
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Sistem PJU 24 Jam Hari Ke-1	77
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Sistem PJU 24 Jam Hari Ke-2	78
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Sistem 24 Jam Hari Ke-3	79
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Sistem PJU 24 Jam Hari Ke-4	81
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Sistem PJU 24 Jam Hari Ke-5	82
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Sistem PJU 24 Jam Hari Ke-6	83
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Sistem PJU 24 Jam Hari Ke-7	84
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Sistem PJU 12 Jam Hari Ke-1	85
Tabel 4.14 Hasil Pengujian Sistem PJU 12 Jam Hari ke-2	86
Tabel 4.15 Hasil Pengujian Sistem PJU 12 Jam Hari Ke-3	86
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Sistem PJU 12 Jam Hari Ke-4	87
Tabel 4.17 Hasil Pengujian Sistem PJU 12 Jam Hari Ke-5	88
Tabel 4.18 Hasil Pengujian Sistem PJU 12 Jam Hari Ke-6	89

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Perancangan Smart PJU	97
Lampiran 2. Data Uplink Antares	98
Lampiran 3. Halaman Utama Web Smart Lighting	107
Lampiran 4. Halaman Web Ketika Smart PJU Offline	107
Lampiran 5. Halaman Web Ketika Smart PJU Online	108
Lampiran 6. Halaman Web Kontrol Smart PJU	108
Lampiran 7. Halaman Web Grafik Smart PJU	109
Lampiran 8. Datasheet ESP32-WROOM-32	110
Lampiran 9. Datasheet RFM95	112
Lampiran 10. Datasheet HLW8012	115
Lampiran 11. Datasheet RTC DS3231	120
Lampiran 12. Datasheet Hi-Link HLK-10M05	124
Lampiran 13. Grafik Pengukuran Terhadap Waktu Selama 24 Jam.....	132
Lampiran 14. Grafik Pengukuran Terhadap Waktu Selama 12 Jam.....	139
Lampiran 15. Data Uplink Pengujian Hari Ke-1 Selama 24 Jam.....	145
Lampiran 16. Data Uplink Pengujian Hari Ke-2 Selama 24 Jam.....	148
Lampiran 17. Data Uplink Pengujian Hari Ke-3 Selama 24 Jam.....	151
Lampiran 18. Data Uplink Pengujian Hari Ke-4 Selama 24 Jam.....	156
Lampiran 19. Data Uplink Pengujian Hari Ke-5 Selama 24 Jam.....	160
Lampiran 20. Data Uplink Pengujian Hari Ke-6 Selama 24 Jam.....	164
Lampiran 21. Data Uplink Pengujian Hari Ke-7 Selama 24 Jam.....	167
Lampiran 22. Data Uplink Pengujian Hari Ke-1 Selama 12 Jam.....	170
Lampiran 23. Data Uplink Pengujian Hari Ke-2 Selama 12 Jam.....	172
Lampiran 24. Data Uplink Pengujian Hari Ke-3 Selama 12 Jam.....	174
Lampiran 25. Data Uplink Pengujian Hari Ke-4 Selama 12 Jam.....	177
Lampiran 26. Data Uplink Pengujian Hari Ke-5 Selama 12 Jam.....	179
Lampiran 27. Data Uplink Pengujian Hari Ke-5 Selama 12 Jam.....	181