

**IMPLEMENTASI SCADA *WONDERWARE* UNTUK
PEMANTAUAN PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK STUDI
KASUS PADA LABORATORIUM JURUSAN TEKNIK
OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA POLMAN
BANDUNG**

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Hana Nur Labibatul Maulidiyah

221441034



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul
**Implementasi SCADA *Wonderware* untuk Pemantauan Penggunaan Energi
Listrik Studi Kasus pada Laboratorium Jurusan Teknik Otomasi
Manufaktur dan Mekatronika Polman Bandung**

Oleh:

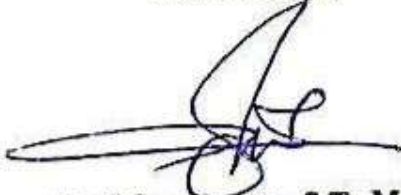
Hana Nur Labibatul Maulidiyah
221441034

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 04 Agustus 2025

Disetujui,

Pembimbing I,



Hadi Supriyanto, S.T., M.T.
NIP. 196911081993031002

Pembimbing II,



Ismail Rokhim, S.T., M.T.
NIP. 197002161993031001

Disahkan,

Penguji I,



Dr. Eng. Pipit Anggraeni,
S.T., M.T., M.Sc. Eng.
NIP. 197908242005012001

Penguji II,



Muhammad Nursvam
Rizal, S.Tr.T., M.Sc.
NRP. 221409009

Penguji III,



Dini Hadiani, S.Pd.,
M.Pd.
NIP. 197506122005012005

PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hana Nur Labibatul Maulidiyah
NIM : 221441034
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : D4 Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Implementasi SCADA *Wonderware* untuk Pemantauan Penggunaan Energi Listrik Studi Kasus pada Laboratorium Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika Polman Bandung

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung

Pada tanggal : 12 Juli 2025

(Hana Nur Labibatul Maulidiyah)

NIM 221441045

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hana Nur Labibatul Maulidiyah
NIM : 221441034
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : D4 Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Implementasi SCADA *Wonderware* untuk Pemantauan Penggunaan Energi Listrik Studi Kasus pada Laboratorium Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika Polman Bandung

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung

Pada tanggal : 12 Juli 2025

(Hana Nur Labibatul Maulidiyah)

NIM 221441045

MOTO PRIBADI

Hidup adalah menerima ketidakpastian. Tidak semua berjalan sesuai rencana, dan itu hal yang wajar.

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya tercinta, kakak dan adik saya, teman-teman saya dan semua pihak yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini. Jazakallahu Khairan

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepadaNya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadaNya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagiNya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hambaNya dan RasulNya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Implementasi SCADA *Wonderware* untuk Pemantauan Penggunaan Energi Listrik Studi Kasus pada Laboratorium Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika Polman Bandung”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan tugas akhir ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Darma Firmansyah U., S.ST., M.T.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ridwan, S.ST., M.Eng.
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Mekatronika, Ibu Nuryanti, S.T., M.Sc.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Hadi Supriyanto, S.T., M.T. dan Bapak Ismail Rokhim, S.T., M.T.

5. Para Penguji sidang tugas akhir Ibu Dr. Eng. Pipit Anggraeni, S.T., M.T., M.Sc. Eng., Bapak Muhammad Nursyam Rizal, S.Tr.T., M.Sc., dan Ibu Dini Hadiani, S.Pd., M.Pd.
6. Panitia tugas akhir tahun ajaran 2024/2025.
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ibu Neneng Masrifah dan Bapak Karsan yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Kakak-kakak dan adik-adik penulis tercinta yang selalu memberikan semangat dan doa dalam setiap proses yang penulis jalani.
9. Sahabat-sahabat terbaik penulis yang selalu hadir memberi motivasi, kebersamaan, dan dukungan selama proses penyusunan tugas akhir ini.
10. Rekan-rekan seperjuangan penulis, rekan-rekan kelas 4AEB-2 dan rekan AE'21 yang telah mendukung dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua.
Aamiiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, Juli 2025

Penulis

ABSTRAK

Politeknik Manufaktur Bandung (Polman Bandung) memiliki sejumlah laboratorium yang menggunakan peralatan berdaya tinggi. Namun, pemantauan listrik masih dilakukan secara manual, yang menyebabkan kurangnya data waktu nyata. Tugas akhir ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan energi listrik otomatis berbasis SCADA *Wonderware* di Polman Bandung, yang mampu mengukur parameter daya dan energi secara waktu nyata serta menyajikan data melalui antarmuka yang informatif dan ramah pengguna. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*), yang meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem, pengembangan, serta implementasi dan evaluasi sistem. Sistem dikembangkan dengan memanfaatkan sensor PZEM-004T, Mikrokontroler NodeMCU ESP8266, serta *pangkalan data* MySQL. Visualisasi data dilakukan menggunakan SCADA *Wonderware* yang terhubung melalui integrasi *Node-RED*, MQTT, dan *KEPServerEX*. Sistem ini juga dilengkapi dengan *buzzer* sebagai peringatan apabila daya melebihi ambang batas yang ditentukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menampilkan data daya dan energi secara waktu nyata dengan akurasi sangat baik, ditunjukkan oleh nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) keseluruhan sebesar 1,29% dan rata-rata akurasi mencapai 98,71%. Selain itu, antarmuka SCADA *Wonderware* dinilai baik dan dapat diterima dengan nilai *Sistem Usability Scale* (SUS) 71.375. Sistem berhasil dirancang dan diimplementasikan, mampu mengukur parameter daya dan energi secara waktu nyata dengan antarmuka SCADA *Wonderware* yang informatif dan ramah pengguna.

Kata kunci: Pemantauan energi listrik, SCADA *Wonderware*, PZEM-004T, ESP8266, MySQL

ABSTRACT

Politeknik Manufaktur Bandung (Polman Bandung) has several laboratories equipped with high-power equipment. However, electrical monitoring is still conducted manually, resulting in a lack of real-time data. This final project aims to design and implement an automated electrical energy monitoring sistem based on Wonderware SCADA at Polman Bandung, capable of measuring power and energy parameters in real time and presenting data through an informative and user-friendly interface. The method used is Research and Development (R&D) with the 4D model (Define, Design, Develop, Disseminate), which includes needs analysis, sistem design, development, and sistem implementation and evaluation. The sistem was developed using the PZEM-004T sensor, NodeMCU ESP8266 microcontroller, and MySQL database. Data visualization was performed using Wonderware SCADA, connected through Node-RED, MQTT, and KEPServerEX integration. The sistem is also equipped with a buzzer as an alert when power exceeds the predefined threshold. Testing results show that the sistem can display power and energy data in real time with high accuracy, indicated by an overall Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of 1.29% and an average accuracy of 98.71%. Additionally, the Wonderware SCADA interface was rated well and acceptable, with a Sistem Usability Scale (SUS) score of 71.375. The sistem was successfully designed and implemented, capable of measuring power and energy parameters in real time with an informative and user-friendly Wonderware SCADA interface.

Keywords: *Energy monitoring, SCADA Wonderware, PZEM-004T, ESP8266, MySQL*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-3
I.3 Batasan Masalah.....	I-4
I.4 Tujuan dan Manfaat	I-4
I.5 Sistematika Penulisan.....	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1 Tinjauan Teori	II-1
II.1.1 Energi Listrik	II-1
II.1.2 Pemantauan Energi Listrik	II-1
II.1.3 <i>Internet of Things</i> (IoT).....	II-3
II.1.4 Pangkalan Data MySQL	II-4
II.1.5 <i>Node-RED</i>	II-4
II.1.6 MQTT	II-5
II.1.7 SCADA <i>Wonderware</i>	II-6
II.2 Tinjauan Alat	II-8
II.2.1 NodeMCU ESP8266	II-8
II.2.2 Sensor PZEM-004T	II-9
II.2.3 <i>Buzzer</i>	II-10

II.3	Studi Penelitian Terdahulu	II-10
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH		III-1
III.1	Metode Penelitian.....	III-1
III.2	Gambaran Umum Sistem	III-2
III.2.1	Diagram Alir Sistem.....	III-2
III.2.2	Diagram Alir Data	III-3
III.2.3	Gambaran Sistem	III-4
III.3	Desain.....	III-7
III.3.1	Implementasi	III-7
III.3.2	Prototipe	III-7
III.4	Program Arduino.....	III-8
III.4.1	Program Prototipe	III-8
III.4.2	Program Laboratorium Instalasi Motor Listrik	III-9
III.4.3	Program Laboratorium Rangkaian Listrik	III-10
III.5	Program PHP.....	III-10
III.5.1	Program Prototipe	III-11
III.5.2	Program Laboratorium Instalasi Motor Listrik	III-11
III.5.3	Program Laboratorium Rangkaian Listrik	III-12
III.6	Program <i>Node-RED</i>	III-13
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		IV-1
IV.1	Implementasi Sistem	IV-1
IV.2	Prototipe Sistem	IV-2
IV.3	Tampilan Antarmuka SCADA	IV-3
IV.4	Pengujian Sistem.....	IV-7
IV.4.1	Pengujian Unggah Program	IV-7
IV.4.2	Pengujian Koneksi ke Jaringan <i>Wi-Fi</i>	IV-8
IV.4.3	Pengujian Kekuatan Sinyal dan Kecepatan <i>Wi-Fi</i>	IV-9
IV.4.4	Pengujian <i>Buzzer</i>	IV-13
IV.4.5	Pengujian Pengiriman ke Pangkalan Data	IV-13
IV.4.6	Pengujian Integrasi <i>Node-RED</i> , MQTT, dan <i>KEPServerEX</i> ...	IV-15
IV.4.7	Pengujian Integrasi MQTT dan <i>KEPServerEX</i>	IV-16
IV.4.8	Pengujian Integrasi <i>KEPServerEX</i> dan SCADA.....	IV-18
IV.4.9	Pengujian <i>Delay</i> Tampilan di SCADA.....	IV-19
IV.4.10	Pengujian Keadalan Komunikasi	IV-21

IV.4.11	Pengujian Tampilan Informatif dan Ramah Pengguna	IV-22
IV.5	Analisis Hasil Pengujian	IV-25
BAB V	PENUTUP	V-1
V.1	Kesimpulan	V-1
V.2	Saran.....	V-1
DAFTAR PUSTAKA.....		xvii
LAMPIRAN.....		xix
Lampiran 1.....		xix
Lampiran 2.....		xix
Lampiran 3.....		xix
Lampiran 4.....		xx
Lampiran 5.....		xx
Lampiran 6.....		xx
Lampiran 7.....		xxi
Lampiran 8.....		xxi
Lampiran 9.....		xxi

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Studi Penelitian Terdahulu.....	II-10
Tabel III. 1 Fungsi Komponen	III-5
Tabel IV. 1 Standar Kekuatan Sinyal	IV-9
Tabel IV. 2 Standar Kecepatan Koneksi.....	IV-10
Tabel IV. 3 Hasil Pengujian <i>Wi-Fi</i> di Lab IML	IV-11
Tabel IV. 4 Hasil Pengujian <i>Wi-Fi</i> di Lab RL	IV-11
Tabel IV. 5 Hasil Pengujian <i>Wi-Fi</i> di <i>Rest Room</i>	IV-12
Tabel IV. 6 Hasil Pengujian <i>Delay</i> Tampilan Lab IML & Prototipe	IV-20
Tabel IV. 7 Hasil Pengujian <i>Delay</i> Tampilan Lab RL.....	IV-21
Tabel IV. 8 Hasil Pengujian Keadalan Komunikasi	IV-22
Tabel IV. 9 Pertanyaan SUS	IV-23
Tabel IV. 10 Hasil Perhitungan Nilai SUS	IV-24
Tabel IV. 11 Hasil Pengukuran Tegangan	IV-27
Tabel IV. 12 Hasil Pengujian Arus	IV-29
Tabel IV. 13 Hasil Pengujian Daya	IV-31
Tabel IV. 14 Hasil Pengujian Frekuensi	IV-33
Tabel IV. 15 Hasil Pengujian Faktor Daya.....	IV-35
Tabel IV. 16 Hasil Pengujian Energi	IV-37
Tabel IV. 17 Ringkasan Hasil Pengujian.....	IV-38
Tabel IV. 18 Range Nilai MAPE.....	IV-39

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 <i>Internet of Things</i>	II-3
Gambar II. 2 Pangkalan Data MySQL.....	II-4
Gambar II. 3 <i>Node-RED</i>	II-5
Gambar II. 4 MQTT.....	II-6
Gambar II. 5 <i>Wonderware</i>	II-8
Gambar II. 6 NodeMCU ESP8266.....	II-9
Gambar II. 7 Sensor PZEM-004T.....	II-9
Gambar II. 8 <i>Buzzer</i>	II-10
Gambar III. 1 Tahapan Metode R&D Model 4D.....	III-1
Gambar III. 2 Diagram Alir Sistem.....	III-2
Gambar III. 3 Diagram Alir Data.....	III-3
Gambar III. 4 Gambaran Sistem.....	III-4
Gambar IV. 1 Hasil Perakitan Implementasi Sistem Pemantauan Listrik.....	IV-1
Gambar IV. 2 Hasil Perakitan Prototipe Sistem Pemantauan Listrik.....	IV-2
Gambar IV. 3 Tampilan Utama <i>Wonderware</i>	IV-3
Gambar IV. 4 Tampilan Menu Prototipe.....	IV-4
Gambar IV. 5 Tampilan Fitur <i>Help</i>	IV-4
Gambar IV. 6 Tampilan Pemilihan Jurusan.....	IV-5
Gambar IV. 7 Tampilan Jurusan AE.....	IV-5
Gambar IV. 8 Tampilan Laboratorium IML.....	IV-6
Gambar IV. 9 Tampilan Laboratorium RL.....	IV-6
Gambar IV. 10 Deteksi Mikrokontroler ESP8266 pada <i>Device Manager</i>	IV-7
Gambar IV. 11 Hasil Pengujian Unggah Program dari Arudino IDE.....	IV-8
Gambar IV. 12 Hasil Pengujian Koneksi Mikrokontroler ke Jaringan <i>Wi-Fi</i>	IV-9
Gambar IV. 13 Kondisi Saat Daya Listrik Melebihi Batas dan <i>Buzzer</i> Aktif ..	IV-13
Gambar IV. 14 <i>Buzzer</i> Mati Setelah 5 Detik.....	IV-13
Gambar IV. 15 Daya Turun, <i>Buzzer</i> Siap Aktif.....	IV-13
Gambar IV. 16 Tampilan XAMPP.....	IV-14
Gambar IV. 17 Program Pengiriman Data Melalui <i>Wi-Fi</i> Metode HTTP.....	IV-14
Gambar IV. 18 Tampilan phpMyAdmin.....	IV-15

Gambar IV. 19 Tampilan Konfigurasi Alur Data pada <i>Node-RED</i>	IV-16
Gambar IV. 20 Tampilan <i>Channel</i> , <i>Device</i> , dan <i>Tag</i> di <i>KEPServerEX</i>	IV-17
Gambar IV. 21 Tampilan Alias	IV-17
Gambar IV. 22 Data Masuk Melalui MQTT <i>Client</i> di <i>KEPServerEX</i>	IV-17
Gambar IV. 23 Pengaturan <i>Access Name</i>	IV-18
Gambar IV. 24 Tampilan Pembuatan <i>Tag</i>	IV-19
Gambar IV. 25 Nilai Standar SUS.....	IV-25

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengkabelan Implementasi Sistem Pemantauan Listrik

Lampiran 2 Pengkabelan Prototipe Sistem Pemantauan Listrik

Lampiran 3 Program Arduino Prototipe

Lampiran 4 Program Arduino Laboratorium Instalasi Motor Listrik

Lampiran 5 Program Arduino Laboratorium Rangkaian Listrik

Lampiran 6 Program PHP Prototipe

Lampiran 7 Program PHP Laboratorium Instalasi Motor Listrik

Lampiran 8 Program Arduino Laboratorium Rangkaian Listrik

Lampiran 9 Program *Node-RED*

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

AE	= <i>Automation Engineering</i>
DE	= <i>Design Engineering</i>
ME	= <i>Mechanical Engineering</i>
FE	= <i>Foundry Engineering</i>
ESDM	= Energi dan Sumber Daya Mineral
IoT	= <i>Internet of Things</i>
SCADA	= <i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>
V	= Tegangan listrik [Volt]
A	= Arus Listrik [Ampere]
W	= Daya Listrik [Watt]
VAR	= Daya reaktif [Volt Ampere <i>Reactive</i>]
VA	= Daya Semu [Volt Ampere]
Hz	= Satuan untuk mengukur frekuensi [Hertz]
kWh	= Kilowatt <i>hour</i>
Cos ϕ	= Faktor daya
MQTT	= <i>Message Queuing Telemetry Transport</i>
MCB	= <i>Miniature Circuit Breaker</i>
MAPE	= <i>Mean Absolute Percentage Error</i>
SUS	= <i>System Usability Scale</i>

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Energi listrik adalah salah satu jenis energi yang penggunaannya meluas di hampir seluruh aspek kehidupan, termasuk di bidang pendidikan yang memanfaatkan listrik dengan intensif [1]. Politeknik Manufaktur Bandung (Polman Bandung) sebagai institusi pendidikan berbasis manufaktur memiliki 4 Jurusan, yaitu Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika (AE), Teknik Perancangan Manufaktur (DE), Teknik Manufaktur (ME), dan Teknik Pengecoran Logam (FE). Setiap jurusan dilengkapi dengan laboratorium sebagai fasilitas utama untuk mendukung kegiatan pembelajaran berbasis praktik. Laboratorium-laboratorium ini menggunakan peralatan berdaya tinggi yang mengonsumsi energi listrik dalam jumlah besar, sehingga pemantauan dan pengelolaan penggunaan energi menjadi aspek yang sangat penting untuk mendukung efisiensi operasional serta mencegah pemborosan energi atau risiko kecelakaan akibat penggunaan daya yang berlebihan [2].

Berdasarkan informasi dari Bagian Umum Polman Bandung sistem pemantauan penggunaan listrik saat ini masih manual melalui pemeriksaan langsung pada kWh meter, dan pemeriksaan ini sudah lama tidak dilakukan, sehingga tidak tersedia data waktu nyata mengenai konsumsi listrik, yang membuat identifikasi pemborosan energi menjadi sulit, dan menghambat pengelolaan energi secara optimal.

Menurut data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), penggunaan listrik per kapita di Indonesia terus bertambah, mencapai 1.285 kWh pada tahun 2023, meningkat dari 1.173 kWh pada tahun 2022. Kenaikan penggunaan listrik ini menegaskan perlunya efisiensi dalam penggunaan energi, untuk mengurangi biaya operasional dan mengantisipasi lonjakan permintaan listrik yang pesat.

Sesuai dengan Peraturan Presiden No. 112 Tahun 2022 yang mendorong percepatan pengembangan energi terbarukan untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan meningkatkan efisiensi energi, sehingga situasi ini menjadi isu serius yang

membutuhkan solusi dengan teknologi modern untuk mendukung efisiensi energi dan keberlanjutan di bidang pendidikan [3].

Teknologi *Internet of Things* (IoT) telah berkembang pesat untuk memantau dan mengelola penggunaan energi secara waktu nyata [4]. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sistem berbasis IoT yang menggunakan mikrokontroler mampu mengukur parameter kelistrikan sehingga mempermudah pemantauan penggunaan energi listrik dan mendukung pengambilan keputusan yang efisien untuk mengelola penggunaan energi. Salah satu penggunaan IoT adalah pemanfaatan ESP8266, yang berperan dalam mengolah data dari sensor PZEM-004T untuk membaca parameter listrik, kemudian mengirimkan data melalui jaringan *Wi-Fi* ke *server* aplikasi pemantauan [5]. Sensor PZEM-004T terbukti memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam mengukur penggunaan listrik secara waktu nyata [6].

SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) merupakan sistem yang efektif dalam mengumpulkan dan menampilkan data secara waktu nyata, yang memudahkan pemantauan secara efisien. Data yang dikumpulkan dari proses produksi dapat diolah dan disajikan, sehingga mempermudah analisis data dan mempercepat pengambilan keputusan yang lebih baik [2][7]. SCADA *Wonderware* merupakan salah satu platform SCADA yang digunakan sebagai antarmuka grafis untuk tujuan pemantauan [8].

Sistem yang akan dirancang ini mengintegrasikan teknologi sensor, mikropengendali, dan platform SCADA untuk memantau penggunaan energi listrik secara waktu nyata. Sistem ini dirancang untuk mengumpulkan data, mengirimkan data secara nirkabel, dan menyajikan informasi dalam bentuk visual yang informatif dan ramah pengguna. Selain itu, sistem ini juga menggunakan fitur peringatan ketika konsumsi daya melebihi batas yang telah ditentukan. Keunggulan utama dari sistem ini adalah kemampuan integrasi sistem yang memudahkan pengguna dalam memantau data secara waktu nyata yang dapat diakses dengan mudah oleh pengelola fasilitas, mendukung pengambilan keputusan untuk efisiensi energi.

Sebelum diimplementasikan langsung pada sistem kelistrikan di lingkungan Polman Bandung, sistem terlebih dahulu dikembangkan dalam bentuk prototipe.

Prototipe ini berfungsi sebagai simulasi dari sistem pemantauan listrik, yang digunakan untuk menguji fungsi sensor, pengiriman data ke pangkalan data, serta integrasi dengan visualisasi SCADA *Wonderware*.

Tugas akhir ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan energi listrik berbasis SCADA *Wonderware* di Polman Bandung, dengan fokus pada laboratorium di Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika (AE), dan diharapkan dapat memberikan data penggunaan energi secara waktu nyata.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tugas akhir tersebut, didapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan energi listrik otomatis berbasis SCADA *Wonderware* untuk menggantikan metode pemantauan manual di Politeknik Manufaktur Bandung?
2. Bagaimana sistem tersebut mampu mengukur parameter kelistrikan (meliputi daya dan energi) secara waktu nyata serta menyajikan data tersebut melalui antarmuka SCADA *Wonderware* yang informatif dan ramah pengguna?

I.3 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini, bahasan akan dibatasi dengan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Sistem pemantauan energi listrik dirancang dan diimplementasikan untuk memantau daya listrik tiga fasa pada laboratorium di jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika (AE), Polman Bandung.
2. Parameter listrik yang dipantau meliputi daya dan energi.
3. Fokus pada implementasi dan fungsionalitas sistem SCADA *Wonderware* untuk pemantauan energi listrik.
4. Pengujian sistem dilakukan dalam bentuk prototipe sebelum diimplementasikan pada sistem kelistrikan di lingkungan Polman Bandung.
5. Pembagian skala pada sumbu-Y grafik tren historis yang merepresentasikan nilai parameter disajikan dengan delapan penanda yang ditentukan secara otomatis oleh SCADA *Wonderware*. Pengguna tidak dapat mengatur nilai spesifik dari setiap penanda ini secara manual.
6. Pembagian skala pada sumbu-X grafik tren historis yang merepresentasikan nilai parameter disajikan dengan lima penanda yang ditentukan secara otomatis oleh SCADA *Wonderware*. Pengguna tidak dapat mengatur nilai spesifik dari setiap penanda ini secara manual.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan energi listrik otomatis berbasis SCADA *Wonderware* untuk menggantikan metode pemantauan manual di Polman Bandung.
2. Memastikan sistem mampu mengukur parameter listrik meliputi daya dan energi secara waktu nyata melalui antarmuka SCADA *Wonderware* yang informatif dan ramah pengguna.

Manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menyediakan sistem pemantauan energi listrik secara waktu nyata yang menampilkan data daya dan energi.
2. Mendukung penyediaan data untuk proses pemantauan penggunaan energi listrik di Polman Bandung, khususnya di laboratorium Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika (AE).
3. Menyediakan antarmuka visual berbasis SCADA *Wonderware* yang mempermudah proses pemantauan tanpa perlu pemeriksaan manual.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika Karya Tulis Ilmiah Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi realisasi dan pemaparan hasil pengujian sistem kaitan dengan tuntutan yang harus dipenuhi.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan yang diperoleh dari pengerjaan tugas akhir yang telah dilakukan dan saran pengembangan dari TA untuk peneliti selanjutnya.