



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**IMPLEMENTASI ESP32 UNTUK SISTEM DATA
SENSOR PADA PEMBANGKIT PICO HYDRO
BERBASIS SCADA**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Ashwin Imaduddin

2103411017

**PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMASI LISTRIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
TAHUN 2025**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**IMPLEMENTASI ESP32 UNTUK SISTEM DATA
SENSOR PADA PEMBANGKIT PICO HYDRO
BERBASIS SCADA**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Terapan

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**Ashwin Imaduddin
2103411017**

**PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMASI LISTRIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
TAHUN 2025**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Ashwin Imaduddin

NIM : 2103411017

Tanda Tangan : 

Tanggal : 02 Juli 2025



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Ashwin Imaduddin
NIM : 2103411017
Program Studi : Teknik Otomasi Listrik Industri
Judul Skripsi : Implementasi ESP32 Untuk Sistem Data Sensor
Pada Pembangkit Pico Hydro Berbasis Scada

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada *Robins* dan dinyatakan *Lulus*.

Pembimbing I : Arum Kusuma Wardhany, S.T., M.T.
199107132020122013

Pembimbing II : Hatib Setiana, S.T., M.T.
199204212022031007

Depok, *02 JULY 2025*
Disahkan oleh
Ketua Jurusan Teknik Elektro



[Signature]
Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T.
NIP 1978033120031220



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul "IMPLEMENTASI ESP32 UNTUK SISTEM DATA SENSOR PADA PEMBANGKIT PICO HYDRO BERBASIS SCADA" dengan baik dan lancar.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta. Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bimbingan, masukan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Arum Kusuma Wardhany, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, saran, dan motivasi yang sangat berharga bagi penulis dalam penyusunan Skripsi ini. Segala bimbingan dan arahan sangat membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini dengan baik.
2. Bapak Hatib Setiana, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, serta masukan yang sangat berharga bagi penulis selama proses penyusunan Skripsi ini. Semua saran dan masukan yang diberikan sangat membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.
3. Bapak/Ibu dosen Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu pengetahuan, wawasan, dan pengalaman yang sangat berharga bagi penulis selama menempuh studi di Jurusan Teknik Elektro.
4. Keluarga tercinta, Ayahanda, Ibunda, dan saudara-saudara yang senantiasa memberikan do'a, motivasi, dukungan, dan semangat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik.
5. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Skripsi ini masih terdapat kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi perbaikan di masa mendatang.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRAK

Penelitian ini merancang sistem pemantauan berbasis ESP32 dan PLC untuk trainer kit Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro (PLTPH) dengan protokol Modbus TCP/IP. Sistem ini mengintegrasikan mikrokontroler ESP32 dan PLC untuk komunikasi data. Pengujian akurasi dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran alat konvensional dan PLC menggunakan rumus *relative error* dan RMSE. Hasilnya, sensor PZEM-004T mencatat error rendah pada tegangan (0,046%), arus (0,018%), dan frekuensi (0,14%), sedangkan sensor YF-B10 memiliki error 1,28% untuk aliran air. Namun, sensor FC-51 menunjukkan keterbatasan dengan error RPM mencapai 3,33%. Pengujian selama 30 menit membuktikan kestabilan komunikasi data tanpa *packet loss*, mengonfirmasi kelayakan sistem untuk otomasi industri.

Keywords: *ESP32, Modbus TCP/IP, Otomasi Industri, PLTPH*

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRACT

This research designs an ESP32 and PLC-based monitoring system for the Pico Hydro Power Plant (PLTPH) trainer kit with Modbus TCP/IP protocol. This system integrates ESP32 microcontroller and PLC for data communication. Accuracy testing is done by comparing the measurement results of conventional tools and PLCs using the relative error and RMSE formulas. As a result, the PZEM-004T sensor recorded low errors in voltage (0.046%), current (0.018%), and frequency (0.14%), while the YF-B10 sensor had an error of 1.28% for water flow. However, the FC-51 sensor showed limitations with the RPM error reaching 3.33%. The 30-minute test proved the stability of data communication without packet loss, confirming the feasibility of the system for industrial automation.

Keywords: *ESP32, Modbus TCP/IP, Industrial Automation, PLTPH*

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Luaran	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Literature Review.....	4
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro	5
2.3 Turbin Air	6
2.3.1 Prinsip Kerja Turbin Air	7
2.3.2 Kriteria Pemilihan Jenis Turbin	7
2.4. Generator DC.....	8
2.4.1 Hubungan Tegangan, Arus, Frekuensi, dan Torsi pada Motor DC.....	10
2.5 ESP32 Devkit V1	11
2.6 Arduino IDE.....	12
2.7 Flow Sensor	14
2.8 Modul Sensor PZEM – 004T	14
2.9 Modul sensor FC-51	16
2.10 Liquid Crystal I2C 20x4	18
2.11 Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA).....	20
2.12 Router.....	20
2.13 Modbus TCP/IP	21
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI	23
3.1 Rancangan Alat.....	23

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.1.1	Deskripsi Alat	23
3.1.2	Cara Kerja Alat	24
3.1.3	Desain Alat.....	26
3.1.3.1	Desain Panel.....	26
3.1.3.1.1	Tampak Dalam Panel	26
3.1.3.1.2	Tampak Luar Panel	27
3.1.3.2	Wiring Sistem	28
3.1.3.3	Flowchart Alat.....	32
3.1.4	Spesifikasi Alat	33
3.1.5	Diagram Blok.....	41
3.2	Realisasi Alat	43
3.2.1	Metode Penelitian	43
3.2.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	45
3.2.3	Pemasangan Komponen.....	53
3.2.4	Wiring Komponen.....	56
3.2.5	Mapping I/O.....	57
3.2.6	Pemrograman	60
3.2.6.1	Konfigurasi Awal.....	60
3.2.6.2	Konfigurasi Sensor dan Komponen	62
BAB IV	PEMBAHASAN	73
4.1	Pengujian Sistem dengan Perbandingan Alat Konvensional	73
4.1.1	Deskripsi Pengujian	73
4.1.2	Prosedur Pengujian	73
4.1.3	Hasil Pengujian	75
4.1.3.1	Pengujian Pada Sudut 90°	75
4.1.3.2	Pengujian Pada Sudut 60°	78
4.1.3.3	Pengujian Pada Sudut 45°	80
4.1.3.4	Pengujian Pada Sudut 30°	83
4.1.4	Analisis Hasil	86
4.2	Pengujian Kesesuaian Data Antar Sistem	89
4.2.1	Deskripsi Pengujian	89
4.2.2	Prosedur Pengujian	89
4.2.3	Hasil Pengujian	90
4.2.4	Analisis Hasil	99
4.3	Pengujian Kehandalan Sistem.....	99
4.3.1	Deskripsi Pengujian	99



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.3.2	Prosedur Pengujian	99
4.3.3	Hasil Pengujian	100
4.3.4	Analisis Hasil	104
BAB V SIMPULAN DAN SARAN		105
5.1	Simpulan	105
5.2	Saran	106
DAFTAR PUSTAKA		107
LAMPIRAN		110



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik Hubungan Antara Tinggi Jatuh Net dan Debit Aliran	8
Gambar 2.2 Generator DC	8
Gambar 2. 3 Rangkaian Ekuivalen Generator DC	9
Gambar 2.4 Susunan Pin ESP32	11
Gambar 2.5 MenampilkanTampilan Arduino Ide.....	13
Gambar 2.6 Sensor YF-B10.....	14
Gambar 2.7 Modul Sensor PZEM – 004T	15
Gambar 2.8 Rangkaian Modul Sensor FC-51	16
Gambar 2.9 Tampilan LCD 20X4 I2C.....	18
Gambar 2.10 Schneider TM221CE16R	19
Gambar 2.11 Contoh tampilan SCADA	20
Gambar 2.12 Router Nokia G-240W-L	20
Gambar 2.13 Hubungan Modbus TCP/IP Antara Komponen	22
Gambar 3.1 Diagram Kerja Trainer kit PLTPH.....	24
Gambar 3.2 Tampak Dalam Panel	26
Gambar 3.3 Tampak Luar Panel	27
Gambar 3.4 Single Line Diagram	28
Gambar 3.5 Wiring Diagram PLTPH	29
Gambar 3.6 Wiring Diagram Panel.....	30
Gambar 3.7 Piring Diagram Pintu Panel.....	31
Gambar 3.8 Flowchart.....	32
Gambar 3.9 Diagram Blok Sistem	42
Gambar 3.10 Hubungan Antara Komponen	42
Gambar 3.11 Flowchart Pengujian.....	43
Gambar 3.12 Tampilan Multimeter.....	46
Gambar 3.13 Tachometer Konvensional.....	51
Gambar 3.14 Ultrasonic Flowmeter Konvensional.....	52
Gambar 3.15 Pemasangan Komponen Flowmeter Dan MV.....	54
Gambar 3.16 Pemasangan Komponen Sensor	55
Gambar 3.17 Tahapan Wiring.....	56
Gambar 3.18 Hasil Wiring Dalam Panel.....	57
Gambar 4.1 Grafik Pengujian Keandalan untuk parameter Tegangan	100
Gambar 4.2 Grafik Pengujian Keandalan untuk parameter Frekuensi	101
Gambar 4.3 Grafik Pengujian Keandalan Untuk Parameter Arus	102
Gambar 4.4 Grafik Pengujian Keandalan Untuk Parameter Kecepatan Air.....	103
Gambar 4. 5 Grafik Pengujian Keandalan Untuk Parameter RPM Generator..	103

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Air	6
Tabel 2. 2 Spesifikasi Singkat dari ESP32	12
Tabel 3.1 Tabel Spesifikasi Alat	33
Tabel 3.2 Spesifikasi Multimeter Konvensional	47
Tabel 3.3 Spesifikasi Tachometer Konvensional	51
Tabel 3.4 Spesifikasi Flowmeter	52
Tabel 3.5 Koneksi ESP 32 dan Sensor PZEM-004T	57
Tabel 3.6 Koneksi ESP32 dan Sensor FC-51	58
Tabel 3.7 Koneksi ESP32 dan Sensor YF-B10	58
Tabel 3.8 Koneksi ESP32 dan Module LCD	58
Tabel 3.9 Registrasi Parameter Modbus	59
Tabel 3.10 Registrasi Alamat Penerimaan Data dari PLC ke ESP32	59
Tabel 3.11 Registrasi Alamat Modbus Data Posisi MV dari PLC	60
Tabel 4.1 Pengujian Parameter Tegangan Pada sudut Sudut 90°	75
Tabel 4.2 Pengujian Parameter Arus Pada sudut Sudut 90°	75
Tabel 4.3 Pengujian Parameter Frekuensi Pada sudut Sudut 90°	76
Tabel 4.4 Pengujian Parameter Kecepatan Putaran Generator Pada sudut Sudut 90°	77
Tabel 4.5 Pengujian Parameter Kecepatan Aliran Air Pada sudut Sudut 90°	77
Tabel 4.6 Pengujian Parameter Tegangan Pada sudut Sudut 60°	78
Tabel 4.7 Pengujian Parameter Arus Pada sudut Sudut 60°	78
Tabel 4.8 Pengujian Parameter Frekuensi Pada sudut Sudut 60°	79
Tabel 4.9 Pengujian Parameter Kecepatan Putaran Generator Pada sudut Sudut 60°	79
Tabel 4.10 Pengujian Parameter Kecepatan Aliran Air Pada sudut Sudut 60°	80
Tabel 4.11 Pengujian Parameter Tegangan Pada sudut Sudut 45°	80
Tabel 4.12 Pengujian Parameter Arus Pada sudut Sudut 45°	81
Tabel 4.13 Pengujian Parameter Frekuensi Pada sudut Sudut 45°	82
Tabel 4.14 Pengujian Parameter Kecepatan Putaran Generator Pada sudut Sudut 45°	82
Tabel 4.15 Pengujian Parameter Kecepatan Aliran Air Pada sudut Sudut 45°	83
Tabel 4.16 Pengujian Parameter Tegangan Pada sudut Sudut 30°	83
Tabel 4. 17 Pengujian Parameter Arus Pada sudut Sudut 30°	84
Tabel 4.18 Pengujian Parameter Frekuensi Pada sudut Sudut 30°	84
Tabel 4.19 Pengujian Parameter Kecepatan Putaran Generator Pada sudut Sudut 30°	85
Tabel 4.20 Pengujian Parameter Kecepatan Aliran Air Pada sudut Sudut 30°	85
Tabel 4.21 Relative Error Dan RMSE Pada Pengujian Tegangan	86
Tabel 4.22 Relative Error Dan RMSE Pada Pengujian Arus	86
Tabel 4.23 Relative Error Dan RMSE Pada Pengujian Frekuensi	87
Tabel 4.24 Relative Error Dan RMSE Pada Pengujian RPM Generator	87
Tabel 4.25 Relative Error Dan RMSE Pada Pengujian Kecepatan Air	88

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4.26 Pengujian Akurasi Data Tegangan Antara ESP32 Dengan PLC Menggunakan Modbus.....	90
Tabel 4.27 Pengujian Akurasi Data Frekuensi Antara ESP32 Dengan PLC Menggunakan Modbus.....	92
Tabel 4.28 Pengujian Akurasi Data Arus Antara ESP32 Dengan PLC Menggunakan Modbus.....	93
Tabel 4.29 Pengujian Akurasi Data Kecepatan Putaran Generator Antara ESP32 Dengan PLC Menggunakan Modbus	95
Tabel 4.30 Pengujian Akurasi Data Kecepatan Aliran Air Antara ESP32 Dengan PLC Menggunakan Modbus	97
Tabel 4.31 Pengujian Akurasi Data Posisi MV Antara ESP32 Dengan PLC Menggunakan Modbus.....	98



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi mikrokontroler dalam beberapa tahun terakhir telah membuka peluang baru dalam bidang pemantauan sistem pembangkit listrik, khususnya pada Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPH). Sebagai pembangkit berskala kecil dengan kapasitas 100-5000 watt, PLTPH menjadi solusi energi terbarukan yang efektif untuk daerah terpencil atau lokasi dengan sumber air terbatas (Yusmartato et al., 2022). Namun, untuk menjamin kinerja yang optimal, diperlukan sistem pemantauan yang akurat, andal, dan ekonomis.

Saat ini, sistem akuisisi data pada industri masih banyak mengandalkan Programmable Logic Controller (PLC) sepenuhnya. Meskipun PLC memiliki tingkat keandalan yang tinggi, penggunaannya menghadapi beberapa kendala, seperti biaya implementasi yang mahal dan komponen yang kurang *compact* (Herdiana et al., 2024). Selain itu, sistem berbasis PLC sering kali kurang efisien untuk skala kecil seperti PLTPH, di mana efisiensi biaya dan kemudahan integrasi menjadi faktor yang sangat penting.

Berdasarkan permasalahan tersebut, ESP32 hadir sebagai solusi alternatif yang menjanjikan. Mikrokontroler ini memiliki kelebihan dalam hal konektivitas nirkabel (WiFi dan Bluetooth), kemampuan pemrosesan yang cepat, serta dukungan protokol komunikasi industri seperti Modbus TCP/IP (Maier et al., 2017). Dengan fitur-fitur tersebut, ESP32 dapat menjadi penghubung antara perangkat sensor dan sistem PLC dan SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) secara lebih hemat biaya dibandingkan solusi konvensional yang hanya menggunakan PLC. Sehingga untuk menguji kelayakan sistem akuisisi data berbasis ESP32 yang terintegrasi dengan sistem PLC dan SCADA, penulis akan mengaplikasikan sistem pada trainer kit PLTPH di Bengkel Teknik Listrik Politeknik Negeri Jakarta.

Penelitian ini mengembangkan sistem akuisisi data berbasis ESP32 untuk pemantauan *trainer kit* PLTPH dengan antarmuka SCADA. Sistem ini dirancang untuk mengintegrasikan tiga sensor utama, yaitu: PZEM-004T untuk mengukur parameter listrik (tegangan, arus, dan frekuensi), FC-51 untuk mendeteksi putaran



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

(RPM) generator dan YF-B10 untuk mengukur debit dan kecepatan aliran air (m/s).

Pengembangan sistem ini bertujuan untuk: Menghasilkan solusi akuisisi data terintegrasi dengan sistem SCADA yang lebih fleksibel dan hemat biaya. Meningkatkan akurasi dan pemantauan waktu nyata guna analisis kinerja PLTPH. Menyediakan perangkat pelatihan di laboratorium sehingga dapat digunakan sebagai media pembelajaran teknologi energi terbarukan. Penerapan ESP32 dalam sistem ini juga selaras dengan tuntutan Revolusi Industri 4.0, yang mengutamakan IoT (Internet of Things), konektivitas data waktu nyata, dan otomatisasi (Urianto & Faridha, n.d.).

Dengan kemampuan komunikasi berbasis Modbus TCP/IP, sistem ini tidak hanya berguna untuk pemantauan, tetapi juga membuka peluang pengembangan lebih lanjut seperti perawatan prediktif, kontrol otomatis, dan optimalisasi kinerja pembangkit (Ariwibisono et al., n.d.). Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan sumbangan berarti dalam pengembangan sistem pemantauan PLTPH yang efisien, ekonomis, dan dapat dikembangkan. Selain itu, penelitian ini menjadi langkah awal dalam mengintegrasikan teknologi IoT dengan pembangkit energi terbarukan skala kecil, sehingga mendukung transisi menuju sistem energi yang lebih berkelanjutan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, dapat dikemukakan perumusan masalah yang ada, yaitu:

1. Bagaimana cara menerapkan sistem pembacaan data pada Trainer kit Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro (PLTPH)?
2. Bagaimana cara menerapkan sistem komunikasi antara sistem yang diterapkan pada Trainer kit Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro (PLTPH)?
3. Bagaimana ketepatan pembacaan data dari sistem data sensor pada Trainer kit Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro (PLTPH)?
4. Bagaimana kehandalan pengiriman data dari sistem data sensor pada Trainer kit Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro (PLTPH)?



1.3 Tujuan

Dari beberapa masalah yang bermunculan, adapun tujuan dari pembuatan alat ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui cara menerapkan sistem pembacaan data pada trainer kit pembangkit listrik tenaga pico hydro (PLTPh).
2. Dapat mengetahui cara menerapkan sistem komunikasi antara sistem yang diterapkan pada Trainer kit Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro (PLTPh)?
3. Dapat menganalisis ketepatan pembacaan data dari sistem data sensor pada Trainer kit Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro (PLTPh).
4. Dapat menganalisis kehandalan pengiriman data dari sistem data sensor pada Trainer kit Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro (PLTPh).

1.4 Luaran

Luaran dari skripsi ini adalah:

1. Trainer kit Pembangkit Listrik Tenaga Pico hidro (PLTPh) dilengkapi dengan sistem pemantauan dengan komunikasi berbasis ESP32 yang terintegrasi dengan PLC dan SCADA.
2. Laporan tugas akhir berupa skripsi.
3. Artikel ilmiah mengenai sistem monitoring trainer kit PLTPH berbasis ESP32 dan PLC dengan modbus TCP/IP yang dipublikasikan pada seminar SNTE.
4. Artikel ilmiah yang digunakan sebagai persyaratan PMTA.
5. Hak Cipta pemrograman komputer sistem pemantauan dengan komunikasi berbasis ESP32 yang terintegrasi dengan PLC dan SCADA untuk Trainer kit Pembangkit Listrik Tenaga Pico hidro (PLTPh).

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan data hasil pengujian dan analisis yang dilakukan, maka didapat simpulan sebagai berikut:

- a. Untuk menerapkan sistem pembacaan parameter data pada trainer kit PLTPH dapat menggunakan sistem berbasis ESP32 yang terintegrasi dengan PLC dan SCADA untuk memenuhi kebutuhan industrial. Penggunaan ESP32 pada trainer kit PLTPH menunjukkan kapabilitas yang cukup baik jika menggunakan sensor sensor yang tepat. Sensor seperti PZEM-004T sudah cukup memuaskan sebagai sensor parameter listrik, karena pembacaan yang dilakukan secara langsung diperhitungkan oleh sensor tersebut tanpa perhitungan lanjutan seperti sensor FC-51 dan YF-B10. Selanjutnya, sensor YF-B10 menunjukkan kemampuannya untuk membaca parameter kecepatan air dengan catatan harus diperhitungkan kembali perhitungan PPL(Pulse per-liter) dengan kalibrasi alat ukur kecepatan aliran air konvensional. Sensor FC-51 memiliki kekurangan terbesar pada pembacaan parameter data RPM, sehingga untuk memenuhi kebutuhan pembacaan RPM pada penelitian berikutnya dibutuhkan pengganti yang lebih akurat dan handal
- b. Sistem komunikasi data antara ESP32 dan PLC sangat memungkinkan jika menggunakan modbus TCP/IP. Sistem komunikasi ini menunjukkan kapabilitasnya secara akurasi dan kehandalan pengiriman data. Sehingga jika pada penelitian selanjutnya akan membuat sistem *trainer kit* PLTPH yang serupa, dapat menggunakan modbus TCP sebagai sistem komunikasinya.
- c. Sistem yang dirancang memiliki akurasi yang cukup baik. Pada sensor PZEM-004T, parameter tegangan memiliki persentase error sebesar 0,046% dengan rata rata perbedaan sebesar 0,099 unit. Untuk parameter arus, persentase error yang didapatkan sebesar 0,018% dengan rata rata perbedaan sebesar 0,014 unit. Selanjutnya untuk parameter frekuensi, error yang didapatkan sebesar 0,14% dengan rata rata perbedaan sebesar 0,086 unit. Sehingga untuk parameter kelistrikan, pembacaan data dapat disimpulkan sudah sangat akurat jika dibandingkan dengan alat ukur konvensional yaitu multimeter.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Untuk Sensor YF-B10, pembacaan data parameter kecepatan aliran air menghasilkan persentase error sebesar 1,28% dengan rata rata perbedaan 0,0079 unit. sehingga untuk pembacaan parameter kecepatan aliran air sudah termasuk akurat jika dibandingkan dengan flowmeter konvensional.

Tetapi untuk sensor FC-51, hasil persentase error yang didapatkan sebesar 3,33% dengan perbedaan rata rata 20 unit. Sehingga dibutuhkan pengganti dari sensor pembacaan kecepatan putaran generator pada *trainer kit* PLTPH.

- d. Keandalan yang diperoleh oleh sistem menunjukan tidak adanya permasalahan kehilangan data. Sehingga sistem yang diperoleh sudah memuaskan keandalannya dalam penggunaan *trainer kit* PLTPH

5.2 Saran

- a. Untuk memenuhi kebutuhan pembacaan parameter kecepatan putaran generator yang lebih akurat. Diperlukan modul sensor yang memiliki tingkat akurasi dan waktu pembacaan yang lebih besar dari FC-51.
- b. Untuk memenuhi kebutuhan pembacaan kecepatan air dengan ukuran pipa diatas 1 inch, diperlukan sensor lain sesuai dengan ukuran pipa yang dipakai.
- c. Untuk menentukan kualitas daya yang dihasilkan oleh trainer kit PLTPH, dapat dilakukan uji kualitas daya dengan beban variatif dengan alat *ukur power quality analyzer* sehingga parameter seperti harmonic dapat diukur.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Ananda, A. S. P., Ii Munadhif, I. M., Isa, I. R., Ryan, R. Y. A., & Rini, R. I. (2023). Integrasi Sistem Komunikasi Modbus TCP/IP pada PLC Siemens S7-1200, ESP32, dan HMI. *Jurnal Elektronika Dan Otomasi Industri*, 10(2), 234–244. <https://doi.org/10.33795/elkolind.v10i2.3254>
- Andriana, -, Zuklarnain, -, & Baehaqi, H. (2019). Sistem kWH Meter Digital Menggunakan Modul PZEM-004T. *Jurnal TIARSIE*, 16(1), 29. <https://doi.org/10.32816/tiarsie.v16i1.43>
- Ariwibisono, F. X., Muljanto, W. P., & Pemanfaatan, A. (n.d.). *Terakreditasi SINTA 5 Implementasi Sistem Monitoring Produksi Energi PLTS Berbasis Protokol Modbus RTU Dan Modbus TCP* (Vol. 17). <https://journal.fkom.uniku.ac.id/ilkom>
- Fandidarma, B., Sunaryantiningih, I., & Pratama, A. (2022). Pengatur Suhu Ruang Tertutup menggunakan PLC Schneider TWIDO COMPACT berbasis SCADA - WONDERWARE INTOUCH. *ELECTRA : Electrical Engineering Articles*, 2(2), 01. <https://doi.org/10.25273/electra.v2i2.12246>
- Fitriyah, Q., & Wahyudi, M. P. E. (2021). Rancang Bangun Flow Meter Trainer Kit di Politeknik Negeri Batam. *JURNAL INTEGRASI*, 13(1), 1–5. <https://doi.org/10.30871/ji.v13i1.2113>
- Gilbert Strang, & Edwin (Jed) Herman. (2016). *Calculus Volume 2*. OpenStax.
- Herdiana, B., Setiawan, E. B., & Sartoyo, U. (2024). Tinjauan Komprehensif Evolusi, Aplikasi, dan Tren Masa Depan Programmable Logic Controllers (A Comprehensive Review of the Evolution, Applications, and Future Trends of Programmable Logic Controllers). *Telekontran : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali Dan Elektronika Terapan*, 11(2), 173–193. <https://doi.org/10.34010/telekontran.v11i2.12896>
- Herlambang, S. M., Santoso, A. D., Cirillo, S., & Bagus, B. (n.d.). *Electric Parameter Measurement on Main Generator Based on IoT for Safe Operational Feasibility*. www.techniumscience.com
- Hodson, T. O. (2022). Root-mean-square error (RMSE) or mean absolute error (MAE): when to use them or not. In *Geoscientific Model Development* (Vol. 15, Issue 14, pp. 5481–5487). Copernicus GmbH. <https://doi.org/10.5194/gmd-15-5481-2022>
- Kurniawan, I. H., & Muliarto, R. F. (2020). Rancang Bangun Simulator Sistem SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) Pada Gardu Induk Rawalo. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer TRIAC*, 7(1), 16–22. <https://doi.org/10.21107/triac.v7i1.7514>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Maier, A., Sharp, A., & Vagapov, Y. (2017). Comparative analysis and practical implementation of the ESP32 microcontroller module for the internet of things. *2017 Internet Technologies and Applications (ITA)*, 143–148. <https://doi.org/10.1109/ITECHA.2017.8101926>
- Majid, A., Jamaaluddin, Wiguna, A., Setiawan, H., & Farihah, A. (2023). Development of an Automatic Water Flow Sensor System Using ESP32 for Efficient Water Control. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1242(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1242/1/012016>
- Malik, M. I., Widyantoro, W., Rabbika, A. I., Yanti, Y., & Yadi, Y. (2024). Analisis Potensi Pembangkitan Listrik Tenaga Nano Hydro di Saluran Irigasi Desa Cintaraja Tasikmalaya. *Jurnal Teknik Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, 9(1), 540–547. <https://doi.org/10.36277/jteuniba.v9i1.393>
- Noerifanza, A. (2022). Analisa Kelayakan Modul Esp32 Sebagai Kamera untuk Pengenalan Objek Sehari-hari. *Journal of Computer Electronic and Telecommunications*, 3(2). <https://doi.org/10.52435/complete.v3i2.263>
- Prabowo, Y., Narendro, A., Wisjhnuadji, T., & Teknologi Informasi, F. (2023). Uji Akurasi Modul KWH Meter Digital PZEM-004T Berbasis Pengendali Digital ESP32. *SKANIKA: Sistem Komputer Dan Teknik Informatika*, 6(1), 85–96.
- Prasetyo, W. A., Wisaksono, A. W., & Sulistiyowati, I. S. (2022). Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro Menggunakan Turbin Ulir Dengan Monitoring Berbasis Google Sheet Pada Aliran Sungai Desa Masangan Wetan. *Prosiding Sains Nasional Dan Teknologi*, 12(1), 527. <https://doi.org/10.36499/psnst.v12i1.7097>
- Putra, N. H. M., Khumaidi, A., & Rahmat, M. B. (2023). Pengembangan Software SCADA Dinamis Teknik Otomasi (SCATO) dengan Multi Koneksi Dan Protokol Modbus. *JOI : Journal of Automation Engineering and Its Application*, 2(1). <https://doi.org/10.33863/3z4c7x78>
- Rohman, F., Nurhadi, N., & Martawati, M. E. (2021). Unjuk Kerja GPIO, PWM, ADC dan Timer pada Mikrokontroler STM32F103, ESP32S dan ATmega328. *JURNAL ELTEK*, 19(2), 73–79. <https://doi.org/10.33795/eltek.v19i2.295>
- Sekarsari, K., & Sunardi, S. (2020). PELATIHAN ARDUINO UNTUK SISWA SISWI MTS SWASTA AL-MURSYIDIYYAH BENDA BARU PAMULANG. *Jurnal Pengabdian Dharma Laksana*, 3(1), 15. <https://doi.org/10.32493/j.pdl.v3i1.6270>
- Stein Sihombing, B., Turnip, D., Seneng Gusriani, M., Amin, M., Fauzan, Amir, F., & Azuar Rizal, T. (2023). PENINGKATAN KESEJAHTERAAN MASYARAKAT MELALUI STUDI KELAYAKAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH) SEBAGAI INOVASI



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ENERGI LOKAL DI KAMPUNG SELAMAT, TENGGULUN, ACEH TAMIANG. *Jurnal Masyarakat Berdikari Dan Berkarya (Mardika)*, 1(3), 203–208. <https://doi.org/10.55377/mardika.v1i3.9561>

Stephen J. Chapman. (2011). *Electric Machinery Fundamentals* (5th Edition). McGraw Hill.

surya antara, made adi, & Suteja, W. A. (2021). ANALISIS ARUS, TEGANGAN, DAYA, ENERGI, DAN BIAYA PADA SENSOR PZEM-004T BERBASIS NODEMCU ESP8266. *Patria Artha Technological Journal*, 5(1), 76–84. <https://doi.org/10.33857/patj.v5i1.405>

Suryanto, S., Rahman, A., Anugerah Rante, H., & Zulkifli, Z. (2025). Rancang Bangun Prototipe Turbin Tesla Sebagai Turbin Air. *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, 22(2), 255–265. <https://doi.org/10.31963/sinergi.v22i2.5373>

Susilo, D., & Maghfiroh, A. M. (2022). Sensor Pengukur Kecepatan Putaran Motor Berbasis Mikrokontroller AT-Mega 8535. *ELECTRA : Electrical Engineering Articles*, 3(01), 43. <https://doi.org/10.25273/electra.v3i01.13983>

Urianto, & Faridha, M. (n.d.). *PERANCANGAN DAN INSTALASI SMART BUILDING BERBASIS MIKROKONTROLER ESP32 DI LABORATORIUM TEKNIK ELEKTRONIKA SKMN 1 TAMIANG LAYANG*. <https://doi.org/https://doi.org/10.31602/eeict.v5i1.6862>

winantyo, sigit. (2022). Pengisian Residu Ke Tangki Berbasis PLC Pada Unit Kilang Di Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak Dan Gas Bumi. *Majalah Ilmiah Swara Patra*, 12(1). <https://doi.org/10.37525/sp/2022-1/308>

Yusmartato, Pelawi, Z., Yusniati, Fauzi, & Alayubi Sitanggang, S. (2022). Pemanfaatan Aliran Air Untuk Pembangkit Listrik. *Journal of Electrical Technology*, 7(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.30743/jet.v7i1.5391>

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup



Ashwin Imaduddin lahir di Bekasi, 1 April 2003. Lulus dari SDI Darussalam Cikunir pada tahun 2016, SMPI Al-Azhar 9 Bekasi pada tahun 2019, SMA Negeri 3 Bekasi pada tahun 2021. Sampai saat skripsi ini dibuat, penulis merupakan mahasiswa aktif di Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Otomasi Listrik Industri, Politeknik Negeri Jakarta.





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2. Foto pengujian

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



NEGERI JAKARTA

Lampiran 3. Program Keseluruhan

```
#include <LiquidCrystal_PCF8574.h>
#ifdef ESP8266
  #include <ESP8266WiFi.h>
#else
  #include <WiFi.h>
#endif
#include <ModbusIP_ESP8266.h>
#include <PZEM004Tv30.h>

// Konfigurasi jaringan WiFi
```




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
const char* ssid = "JP0903";
const char* password = "JP535909d_";

// Alamat IP PLC (Modbus Slave)
IPAddress remote(192, 168, 1, 111);

// Alamat register untuk mengirim data
const int VOLTAGE_REG = 20; // Register address for voltage
const int POWER_REG = 30; // Register address for power
const int CURRENT_REG = 40; // Register address for current
const int FREQUENCY_REG = 50; // Register address for frequency
const int RPM_REG = 60; // Register address for RPM
const int WATER_FLOW_REG = 70; // Register address for water flow
const int WATER_VELOCITY_REG = 80; // Register address for water
velocity
const int POWER_FACTOR_REG = 90; // Register address for power
factor

//OUTPUT ESP32
const int L_MV30 = 2;
const int L_MV45 = 13;
const int L_MV60 = 12;
const int L_MV90 = 14;
const int L_MV0 = 36;
const int L_CLOSE = 37;
const int L_OPEN = 38;
const int L_CLEAR = 39;

// Alamat Modbus dari PLC (contoh %M201)
const int S_MV30 = 201; // %M201 = MV 30°
const int S_MV45 = 202; // %M202 = MV 45°
const int S_MV60 = 203; // %M203 = MV 60°
const int S_MV90 = 204; // %M204 = MV 90°
const int S_MV0 = 200; // %M200 = MV 0°
const int S_CLOSE = 206; // %M206 = CLOSE
const int S_OPEN = 205; // %M205 = OPEN
const int S_CLEAR = 500; // %M500 = CLEAR

// Konfigurasi PZEM-004T
const int PZEM_RX_PIN = 16;
const int PZEM_TX_PIN = 17;

// Inisialisasi LCD I2C dengan alamat 0x27
LiquidCrystal_PCF8574 lcd(0x27);

// Konfigurasi sensor proximity FC-51
const int FC51_PIN = 33;
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
const unsigned int pulsesPerRevolution = 1; // Kalibrasi sesuai
sensor Anda
volatile unsigned long fc51_pulse_count = 0;
unsigned long fc51_last_time = 0;
const unsigned long FC51_INTERVAL = 1000; // ms (1 second)
#define RPM_AVG_WINDOW 5
float rpmHistory[RPM_AVG_WINDOW] = {0};
uint8_t rpmIndex = 0;

// Konfigurasi sensor aliran air YF-B10
const int YFB10_PIN = 23;
const int YFB10_PPL = 555; // Pulse per Liter (calibrated by your
test)
const float PIPE_DIAMETER = 0.0254; // meters (1 inch)
volatile unsigned long yfb10_pulse_count = 0;
unsigned long yfb10_last_time = 0;
const unsigned long YFB10_INTERVAL = 1000; // ms (1 second)

// Optional: moving average for water flow
#define FLOW_AVG_WINDOW 5
float flowHistory[FLOW_AVG_WINDOW] = {0};
uint8_t flowIndex = 0;

ModbusIP mb; // Objek ModbusIP
PZEM004Tv30 pzem(Serial1, PZEM_RX_PIN, PZEM_TX_PIN); // Objek PZEM-
004T dengan Serial1

// Variabel untuk menyimpan nilai tegangan, daya, arus, frekuensi,
RPM, aliran air, kecepatan air, dan faktor daya
float voltage;
float power;
float current_mA; // Now in milliamps
float frequency;
float rpm = 0;
float waterFlowRate;
float waterVelocity;
float powerFactor;

// Interrupt service routine for counting pulses (RPM sensor)
void IRAM_ATTR countFC51Pulse() {
    static unsigned long lastInterruptTime = 0;
    unsigned long now = micros();
    if (now - lastInterruptTime > 2000) { // 2 ms debounce
        fc51_pulse_count++;
        lastInterruptTime = now;
    }
}
```




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
// Interrupt service routine for counting flow pulses (Water flow
sensor)
void IRAM_ATTR countYFB10Pulse() {
    yfb10_pulse_count++;
}

void displayDataOnLCD() {
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("V:");
    lcd.print(voltage, 1);
    lcd.print("V");
    lcd.setCursor(10, 0);
    lcd.print("I:");
    lcd.print(current_mA, 0); // In milliamps, 0 decimals
    lcd.print("mA");

    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("F:");
    lcd.print(frequency, 1);
    lcd.print("Hz");
    lcd.setCursor(10, 1);
    lcd.print("RPM:");

    int rpmCol = 14;
    lcd.setCursor(rpmCol, 1);
    if (rpm == 0) {
        lcd.print("0.0  ");
    } else {
        char rpmBuffer[8];
        snprintf(rpmBuffer, sizeof(rpmBuffer), "%.1f  ", rpm); // show
1 decimal
        lcd.print(rpmBuffer);
    }

    lcd.setCursor(0, 2);
    lcd.print("v:");
    lcd.print(waterVelocity, 2);
    lcd.print("m/s P:");
    lcd.print(power);
    lcd.print(" W");
}

void setup() {
    Serial.begin(115200);
    Serial1.begin(9600, SERIAL_8N1, PZEM_RX_PIN, PZEM_TX_PIN); //
Inisialisasi Serial1
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
// Initialize FC-51 sensor
pinMode(FC51_PIN, INPUT_PULLUP);
attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(FC51_PIN), countFC51Pulse,
FALLING);

// Initialize YF-B10 sensor
pinMode(YFB10_PIN, INPUT_PULLUP);
attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(YFB10_PIN), countYFB10Pulse,
FALLING); // Set up interrupt for flow pulse counting

// Koneksi ke WiFi
WiFi.begin(ssid, password);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print("."); // Menampilkan progress saat menghubungkan ke
WiFi
}
Serial.println("");
Serial.println("WiFi Connected");
Serial.println("IP address: ");
Serial.println(WiFi.localIP());

// Inisialisasi Modbus client
mb.client();

// Inisialisasi LCD
lcd.begin(20, 4);          // Set ukuran LCD 20x4
lcd.setBacklight(255);    // Aktifkan lampu belakang LCD
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Initializing...");
delay(2000);
lcd.clear();

// Konfigurasi LED internal ESP32
pinMode(L_MV30, OUTPUT);
digitalWrite(L_MV30, LOW);

pinMode(L_MV45, OUTPUT);
digitalWrite(L_MV45, LOW);

pinMode(L_MV60, OUTPUT);
digitalWrite(L_MV60, LOW);

pinMode(L_MV90, OUTPUT);
digitalWrite(L_MV90, LOW);
```




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
pinMode(L_MV0, OUTPUT);
digitalWrite(L_MV0, LOW);

pinMode(L_CLOSE, OUTPUT);
digitalWrite(L_CLOSE, LOW);

pinMode(L_OPEN, OUTPUT);
digitalWrite(L_OPEN, LOW);
}

void loop() {
    // Baca nilai tegangan, daya, arus, frekuensi, dan faktor daya
    // dari sensor PZEM-004T
    voltage = pzem.voltage();
    power = pzem.power();
    current_mA = pzem.current() * 1000.0; // Convert to milliamps
    frequency = pzem.frequency();
    powerFactor = pzem.pf();

    // Check for invalid sensor data
    bool sensorFailed = isnan(voltage) || isnan(power) ||
    isnan(current_mA) || isnan(frequency) || isnan(powerFactor);

    if (sensorFailed) {
        voltage = 0.0;
        power = 0.0;
        current_mA = 0.0;
        frequency = 0.0;
        powerFactor = 0.0;
    }

    // RPM Calculation
    unsigned long currentTime = millis();

    // --- RPM Calculation (FC51) - independent ---
    if (currentTime - fc51_last_time >= FC51_INTERVAL) {
        fc51_last_time = currentTime;
        noInterrupts();
        unsigned long pulses = fc51_pulse_count;
        fc51_pulse_count = 0;
        interrupts();

        float instantRpm = ((float)pulses / pulsesPerRevolution) * 60.0;
    }

    // RPM
    rpmHistory[rpmIndex] = instantRpm;
    rpmIndex = (rpmIndex + 1) % RPM_AVG_WINDOW;
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

float rpmSum = 0;
for (uint8_t i = 0; i < RPM_AVG_WINDOW; i++) rpmSum +=
rpmHistory[i];
rpm = rpmSum / RPM_AVG_WINDOW;
}

// --- Flow Sensor Calculation (YF-B10) - DIYhacking calibration
style ---
if (currentTime - yfb10_last_time >= YFB10_INTERVAL) {
    yfb10_last_time = currentTime;
    noInterrupts();
    unsigned long pulses = yfb10_pulse_count;
    yfb10_pulse_count = 0;
    interrupts();

    float instantFlow = ((float)pulses / YFB10_PPL) * 60.0; //
L/min

    flowHistory[flowIndex] = instantFlow;
    flowIndex = (flowIndex + 1) % FLOW_AVG_WINDOW;
    float avgFlow = 0;
    for (uint8_t i = 0; i < FLOW_AVG_WINDOW; i++) avgFlow +=
flowHistory[i];
    waterFlowRate = avgFlow / FLOW_AVG_WINDOW;

    float pipeArea = 3.1416 * pow(PIPE_DIAMETER / 2.0, 2); //
m^2

    float flow_m3_s = waterFlowRate / 1000.0 / 60.0; // L/min to
m^3/s

    waterVelocity = (pipeArea > 0) ? flow_m3_s / pipeArea : 0;
}

if (isnan(voltage) || isnan(power) || isnan(current_mA) ||
isnan(frequency) || isnan(rpm) || isnan(waterFlowRate) ||
isnan(waterVelocity) || isnan(powerFactor)) {
    Serial.println("Failed to read from sensors!");
    return;
}
displayDataOnLCD();

uint16_t modbusVoltage = voltage * 10;
uint16_t modbusPower = power * 10;
uint16_t modbusCurrent = current_mA; // Now in milliamps
uint16_t modbusFrequency = frequency * 10;
uint16_t modbusRPM = rpm;
uint16_t modbusWaterFlowRate = waterFlowRate * 10;
uint16_t modbusWaterVelocity = waterVelocity * 100;

```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
uint16_t modbusPowerFactor = powerFactor * 100;

if (mb.isConnected(remote)) {
    mb.writeHreg(remote, VOLTAGE_REG, modbusVoltage);
    mb.writeHreg(remote, POWER_REG, modbusPower);
    mb.writeHreg(remote, CURRENT_REG, modbusCurrent);
    mb.writeHreg(remote, FREQUENCY_REG, modbusFrequency);
    mb.writeHreg(remote, RPM_REG, modbusRPM);
    mb.writeHreg(remote, WATER_FLOW_REG, modbusWaterFlowRate);
    mb.writeHreg(remote, WATER_VELOCITY_REG, modbusWaterVelocity);
    mb.writeHreg(remote, POWER_FACTOR_REG, modbusPowerFactor);
} else {
    mb.connect(remote);
}

displayDataOnLCD();

Serial.print("Voltage: ");
Serial.print(voltage);
Serial.print(" V, Power: ");
Serial.print(power);
Serial.print(" W, Current: ");
Serial.print(current_mA);
Serial.print(" mA, Frequency: ");
Serial.print(frequency);
Serial.print(" Hz, RPM: ");
Serial.print(rpm);
Serial.print(", Water Flow Rate: ");
Serial.print(waterFlowRate);
Serial.print(" L/min, Water Velocity: ");
Serial.print(waterVelocity);
Serial.print(" m/s, Power Factor: ");
Serial.print(powerFactor);
Serial.println("");

// Modbus tugas umum
mb.task();

// INPUT DARI PLC (contoh %M201 = S_MV30)
if (mb.isConnected(remote)) {
    bool coilState; // Menggunakan tipe data bool
    if (mb.readCoil(remote, S_MV30, &coilState)) {
        if (coilState) {
            digitalWrite(L_MV30, HIGH); // Aktifkan LED
            Serial.println("MV: 30°");
        }
    }
}
```




Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
// Tampilkan status LED di LCD
lcd.setCursor(0, 3); // Baris ke-4 (indeks 1)
lcd.print("MV: 30");
lcd.setCursor(0, 6); // Baris ke-4 (indeks 7)
lcd.print((char)223);
} else {
    digitalWrite(L_MV30, LOW); // Matikan LED
}
} else {
    Serial.println("Gagal membaca coil dari PLC");
}

// Bacaan dari PLC untuk coil S_MV45 (contoh %M202 = S_MV45 )
if (mb.isConnected(remote)) {
    bool coilState; // Menggunakan tipe data bool
    if (mb.readCoil(remote, S_MV45, &coilState)) {
        if (coilState) {
            digitalWrite(L_MV45, HIGH); // Aktifkan LED
            Serial.println("MV: 45°");

            // Tampilkan status LED di LCD
            lcd.setCursor(0, 3); // Baris ke-4 (indeks 1)
            lcd.print("MV: 45");
            lcd.setCursor(0, 6); // Baris ke-4 (indeks 7)
            lcd.print((char)223);
        } else {
            digitalWrite(L_MV45, LOW); // Matikan LED
        }
    } else {
        Serial.println("Gagal membaca coil dari PLC");
    }
}

// Bacaan dari PLC untuk coil S_MV60 (contoh %M203 = S_MV60)
if (mb.isConnected(remote)) {
    bool coilState; // Menggunakan tipe data bool
    if (mb.readCoil(remote, S_MV60, &coilState)) {
        if (coilState) {
            digitalWrite(L_MV60, HIGH); // Aktifkan LED
            Serial.println("MV: 60°");

            // Tampilkan status LED di LCD
            lcd.setCursor(0, 3); // Baris ke-4 (indeks 1)
            lcd.print("MV: 60");
            lcd.setCursor(0, 6); // Baris ke-4 (indeks 7)
            lcd.print((char)223);
        } else {
            digitalWrite(L_MV60, LOW); // Matikan LED
        }
    }
}
```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

    }
  } else {
    Serial.println("Gagal membaca coil dari PLC");
  }

// Bacaan dari PLC untuk coil S_MV90 (contoh %M204 = S_MV90)
if (mb.isConnected(remote)) {
  bool coilState; // Menggunakan tipe data bool
  if (mb.readCoil(remote, S_MV90, &coilState)) {
    if (coilState) {
      digitalWrite(L_MV90, HIGH); // Aktifkan LED
      Serial.println("MV: 90°");

      // Tampilkan status LED di LCD
      lcd.setCursor(0, 3); // Baris ke-2 (indeks 1)
      lcd.print("MV: 90");
      lcd.setCursor(0, 6); // Baris ke-4 (indeks 7)
      lcd.print((char)223);
    } else {
      digitalWrite(L_MV90, LOW); // Matikan LED
    }
  } else {
    Serial.println("Gagal membaca coil dari PLC");
  }
}

// Bacaan dari PLC untuk coil S_MV0 (contoh %M200 = S_MV0)
if (mb.isConnected(remote)) {
  bool coilState; // Menggunakan tipe data bool
  if (mb.readCoil(remote, S_MV0, &coilState)) {
    if (coilState) {
      digitalWrite(L_MV60, HIGH); // Aktifkan LED
      Serial.println("MV: 0°");

      // Tampilkan status LED di LCD
      lcd.setCursor(0, 3); // Baris ke-2 (indeks 1)
      lcd.print("MV: 0 ");
      lcd.setCursor(0, 6); // Baris ke-4 (indeks 7)
      lcd.print((char)223);
    } else {
      digitalWrite(L_MV0, LOW); // Matikan LED
    }
  } else {
    Serial.println("Gagal membaca coil dari PLC");
  }
}

// Bacaan dari PLC untuk coil S_MV45 (contoh %M202)

```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

if (mb.isConnected(remote)) {
    bool coilState; // Menggunakan tipe data bool
    if (mb.readCoil(remote, S_CLOSE, &coilState)) {
        if (coilState) {
            digitalWrite(L_CLOSE, HIGH); // Aktifkan LED
            Serial.println("MV: CLOSED");

            // Tampilkan status LED di LCD
            lcd.setCursor(10, 3); // Baris ke-2 (indeks 1)
            lcd.print("MV: CLOSED");
        } else {
            digitalWrite(L_CLOSE, LOW); // Matikan LED
        }
    } else {
        Serial.println("Gagal membaca coil dari PLC");
    }
}

// Bacaan dari PLC untuk coil S_MV45 (contoh %M202)
if (mb.isConnected(remote)) {
    bool coilState; // Menggunakan tipe data bool
    if (mb.readCoil(remote, S_OPEN, &coilState)) {
        if (coilState) {
            digitalWrite(L_OPEN, HIGH); // Aktifkan LED
            Serial.println("MV: OPEN");

            // Tampilkan status LED di LCD
            lcd.setCursor(10, 3); // Baris ke-2 (indeks 1)
            lcd.print("MV: OPEN");
        } else {
            digitalWrite(L_OPEN, LOW); // Matikan LED
        }
    } else {
        Serial.println("Gagal membaca coil dari PLC");
    }
}

//JANGAN LUPA TAMBAHIN } SETIAP NAMBAH INPUT/OUTPUT

// Bacaan dari PLC untuk coil S_MV45 (contoh %M202)
if (mb.isConnected(remote)) {
    bool coilState; // Menggunakan tipe data bool
    if (mb.readCoil(remote, S_CLEAR, &coilState)) {
        if (coilState) {
            digitalWrite(L_CLEAR, HIGH); // Aktifkan LED
            Serial.println("MV:      ");

            // Tampilkan status LED di LCD
            lcd.setCursor(10, 3); // Baris ke-2 (indeks 1)
            lcd.print("MV:      ");
        } else {

```




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
digitalWrite(L_CLEAR, LOW); // Matikan LED
}
} else {
  Serial.println("Gagal membaca coil dari PLC");
}

//JANGAN LUPA TAMBAHIN } SETIAP NAMBAH INPUT/OUTPUT
}
}
}
}
}
}
}
}

delay(400); // Interva pembaruan1
}
}
}
}
```

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

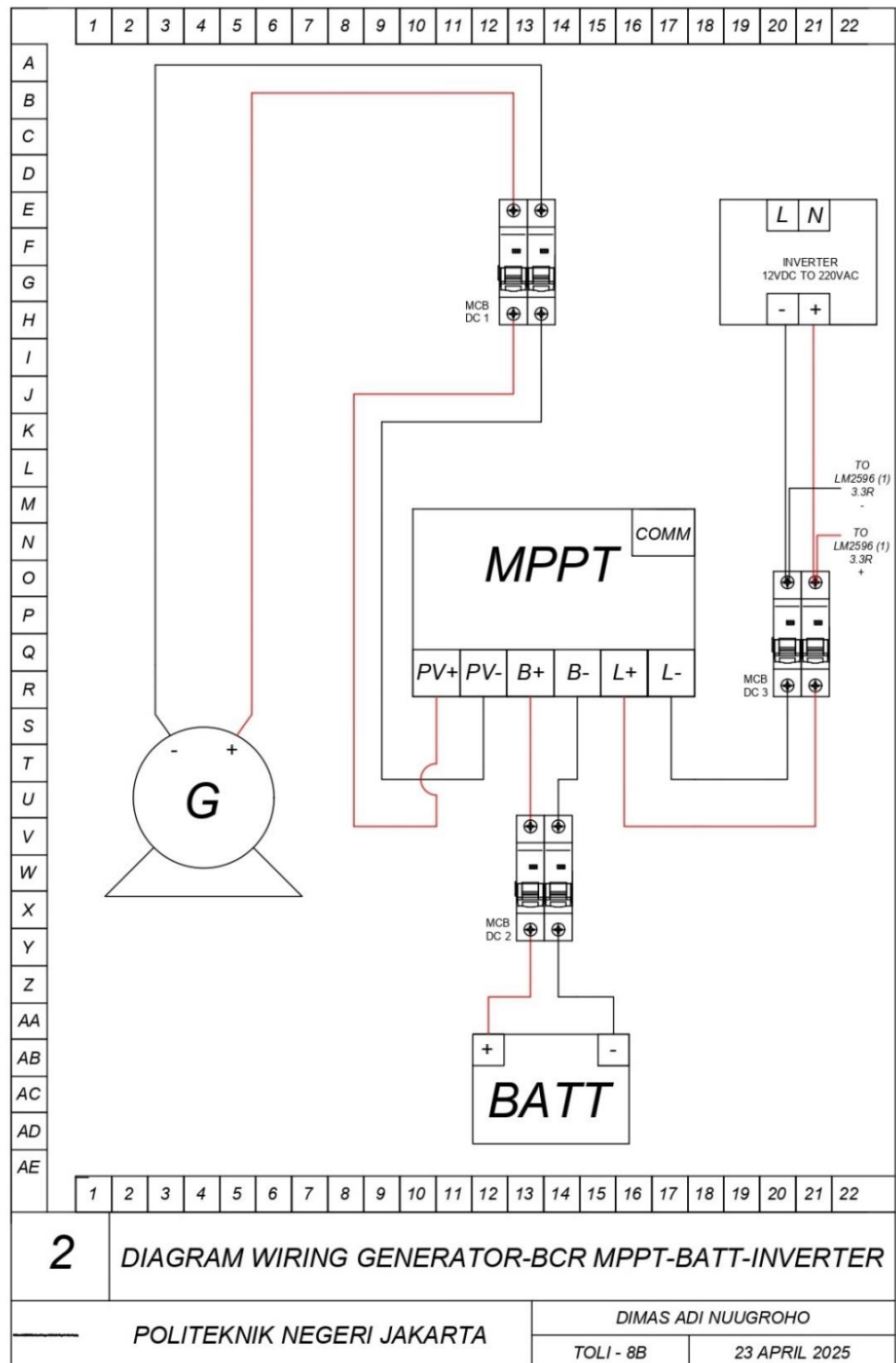
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
A																						
B																						
C																						
D																						
E																						
F																						
G																						
H																						
I																						
J																						
K																						
L																						
M																						
N																						
O																						
P																						
Q																						
R																						
S																						
T																						
U																						
V																						
W																						
X																						
Y																						
Z																						
AA																						
AB																						
AC																						
AD																						
AE																						
-	SINGEL LINE DIAGRAM (SLD) TRAINER KIT PLTPH																					
	POLITEKNIK NEGERI JAKARTA													DIMAS ADI NUUGROHO TOLI - 8B 24 APRIL 2025								



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

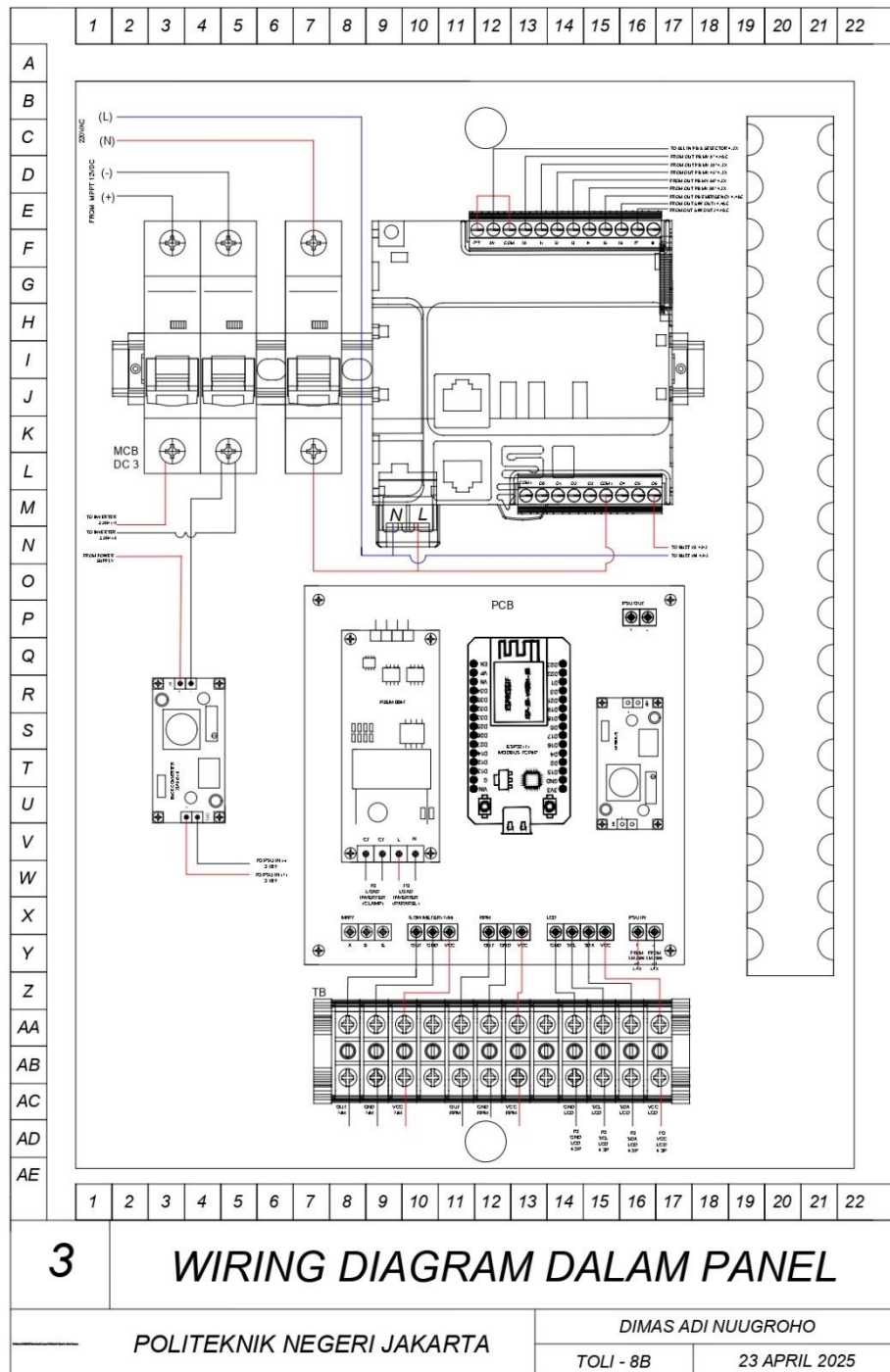




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

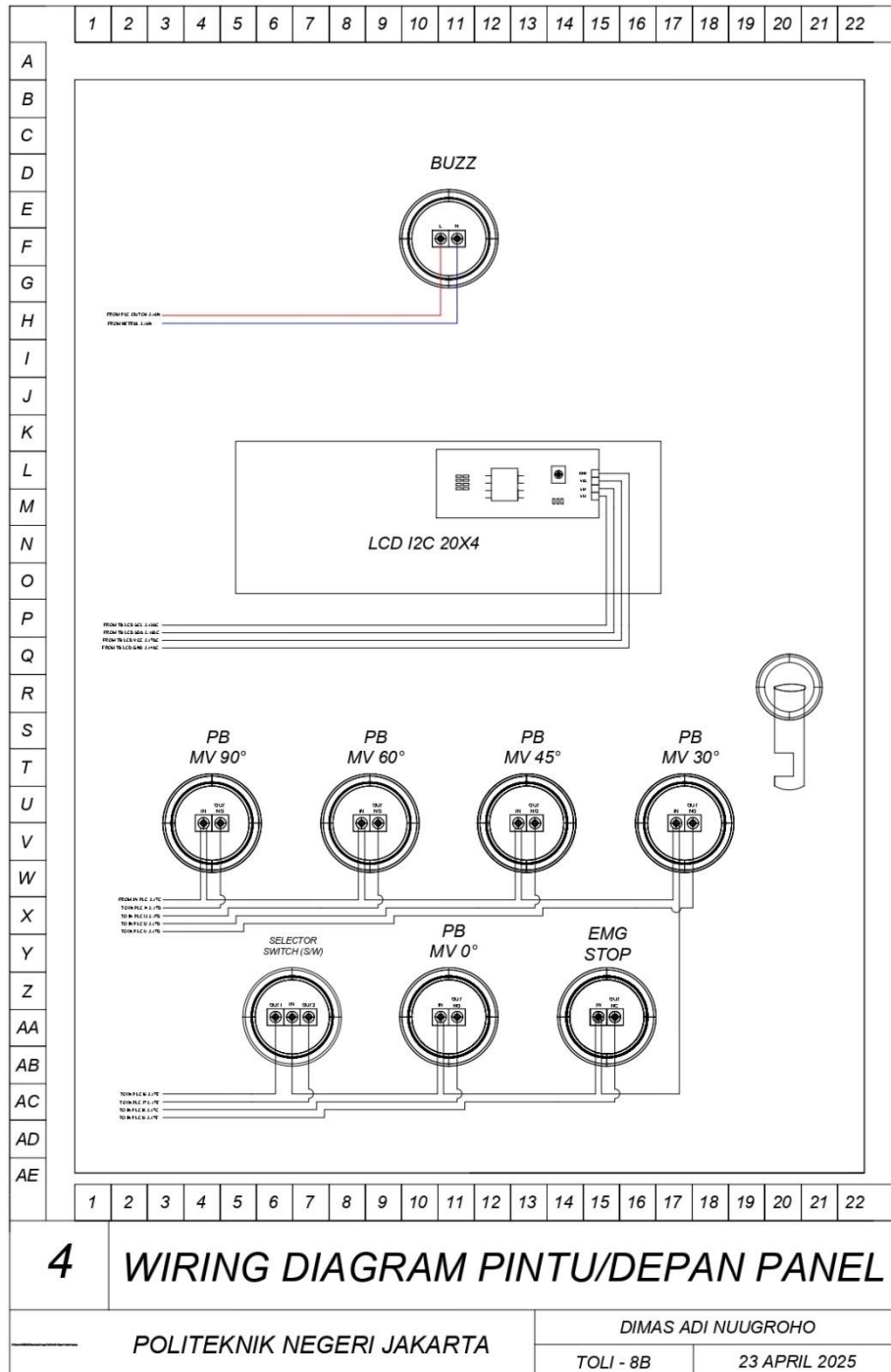
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Lampiran 5. SOP Alat

PENGEMBANGAN TRAINER KIT PLTPH MENGUNAKAN SERIAL KOMUNIKASI MODBUS TERINTEGRASI DENGAN PLC DAN SISTEM SCADA

OPERASI NORMAL

1. Nyalakan semua perangkat (ESP32, PLC, sensor, LCD, SCADA).
2. Pastikan semua kabel terhubung dengan baik.
3. Cek koneksi WiFi, ESP32 dan PLC harus berada di jaringan yang sama.
4. Sensor (PZEM-004T, YF-B10, FC-51) mulai mengirim data ke ESP32.
5. Pastikan data diterima berurutan oleh:
ESP32 → PLC → SCADA
(menggunakan serial komunikasi Modbus TCP/IP)
6. Data tampil di LCD pada Panel dan SCADA.
7. Jika data benar, sistem normal.
8. Jika *error*, cek koneksi sensor, jaringan, dan komunikasi.



Dirancang Oleh :
Dimas Adi Nugroho
(2103411004)
Ashwin Imaduddin
(2103411017)

Dosen Pembimbing :
Arum Kusuma Wardhany, S.T., M.T.
(199107132020122013)
Hatib Setiana, S.T., M.T.
(199204212022031007)

Alat dan bahan:

- PLC Schneider TM221CE16R
- ESP32 DEVKIT V1
- Motorized Valve
- PZEM-004T
- FC-51
- YF-B10
- Router Nokia G-240W-L
- LCD I2C 20X4



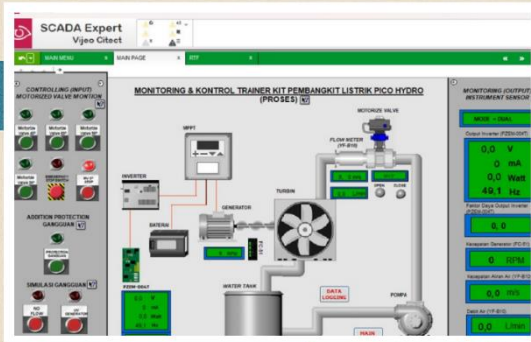
- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



OPERASI GANGGUAN:

- Buka interface SCADA.
- Klik tombol "Proteksi Gangguan".
- Pilih jenis gangguan:

No Flow:

- Jika tidak aliran air selama 5 detik maka sistem akan *shut-down* dan *buzzer* akan hidup untuk mengindikasikan masalah.
- Scada tetap hidup untuk mengindikasikan masalah No Flow.

UnderVoltage:

- Jika tegangan beban AC pada sistem terdeteksi dibawah 185V, maka sistem *shut-down* dan *buzzer* akan hidup untuk indikasikan masalah undervoltage.
- Scada tetap hidup untuk indikasikan masalah undervoltage.

Reset Setelah Gangguan:

- Tekan *Emergency Button*.
- *Release Emergency Button*.
- Lakukan prosedur Operasi Normal.



Dirancang Oleh :
Dimas Adi Nugroho
 (2103411004)
Ashwin Imaduddin
 (2103411017)

Dosen Pembimbing:
Arum Kusuma Wardhany, S.T., M.T.
 (199107132020122013)
Hatib Setiana , S.T., M.T.
 (199204212022031007)

