



© 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



**PENGUNAAN SCADA SEBAGAI MONITORING DAN
KONTROL TRAINER KIT PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA**

PICO HYDRO

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Dimas Adi Nugroho

2103411004

**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



**PENGUNAAN SCADA SEBAGAI MONITORING DAN
KONTROL TRAINER KIT PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA**

PICO HYDRO

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Terapan**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Dimas Adi Nugroho

2103411004

**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 : Dimas Adi Nugroho

NIM : 2103411004

Tanda Tangan : 

Tanggal : 07 JULI 2025

**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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Dimas Adi Nugroho
NIM : 2103411004
Program Studi : Teknik Otomasi Listrik Industri
Judul Skripsi : Penggunaan SCADA Sebagai Monitoring Dan Kontrol Trainer Kit Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada Hari..RABU, tanggal..18 bulan...JUNI....., 2025 dan dinyatakan LULUS.

Dosen Pembimbing I Hatib Setiana, S.T., M.T.
199204212022031007

Dosen Pembimbing II Arum Kusuma Wardhany, S.T., M.T.
199107132020122013

Depok, 07...JULI...2025....
Disahkan oleh
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muris Dwiyanti, S.T., M.T.
NIP. 197803312003122002



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

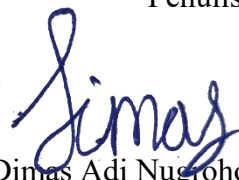
Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul "Penggunaan SCADA Sebagai Monitoring Dan Kontrol Trainer Kit Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro*" dengan baik dan tanpa hambatan yang berarti. skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan 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., dan Bapak Hatib Setiana, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini;
2. Bapak/Ibu dosen Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan pengetahuan, wawasan, dan pengalaman yang sangat berharga bagi penulis selama menempuh studi di Jurusan Teknik Elektro.
3. Keluarga tercinta, Bapak, Ibu, dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu penulis yang telah memberikan dukungan;

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 13 Juni 2024

Penulis,


Dimas Adi Nugroho

2103411004



Penggunaan SCADA Sebagai Monitoring Dan Kontrol Trainer Kit Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro*

ABSTRAK

Sistem monitoring dan kontrol trainer kit Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro (PLTPH) berbasis SCADA yang terintegrasi dengan sensor-mikrokontroler ESP32-PLC. sistem ini dapat melakukan monitoring dan kontrol, monitoring tersebut diantaranya parameter kelistrikan AC (tegangan, arus, daya, frekuensi power faktor) menggunakan sensor PZEM-004T; RPM generator menggunakan sensor FC-51; kecepatan aliran air, dan debit air menggunakan sensor YF-B10; serta kontrol PLTPH, semua hal tersebut dapat dilakukan pada interface SCADA, sehingga memudahkan pengguna dalam monitoring dan kontrol trainer kit PLTPH. Sistem ini merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya yaitu sitem monitoring trainer kit PLTPH basis Internet of Things (IoT). Pengembangan ini bertujuan untuk mengurangi tingginya kecepatan respons pada saat monitoring dan kontrol sehingga mendapatkan data secara real-time (respons waktu monitoring penelitian sebelumnya berkisar 10.000ms s.d. 56.000ms dalam sekali pengiriman data). Dalam pengujian sistem ini dilakukan dengan beberapa simulasi yaitu ESP-SCADA, SCADA-ESP, dan PLC-SCADA menggunakan beberapa kekuatan sinyal wifi yaitu 4, 3, 2, dan 1 bar; pengujian ini mendapatkan hasil penurunan respons waktu hingga 49,75 ms s.d. 3278,7 ms. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu menyediakan informasi yang real-time, serta memiliki potensi untuk diterapkan pada berbagai jenis pembangkit listrik lainnya.

Kata Kunci: ESP32, Monitoring dan Kontrol, PLTPH, Respons Waktu, SCADA

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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

*The Use of SCADA for Monitoring and Control of Pico Hydro Power Plant
Trainer Kit*

ABSTRACT

The monitoring and control system of the PLTPH trainer kit based on SCADA integrated with the ESP32-PLC sensor-microcontroller. this system can perform monitoring and control, the monitoring includes AC electrical parameters (voltage, current, power, frequency, power factor) using the PZEM-004T sensor; generator RPM using the FC-51 sensor; water flow velocity and discharge using the YF-B10 sensor; as well as PLTPH control, all of which can be done on the SCADA interface, thus facilitating users in monitoring and controlling the PLTPH trainer kit. This system is a development from previous research, namely the monitoring system of the PLTPH trainer kit based on the Internet of Things (IoT). This development aims to reduce the response delay during monitoring and control to obtain data in real-time (the previous research's monitoring response time ranged from 10,000 ms to 56,000 ms per data transmission). In testing this system, several simulations were conducted, namely ESP-SCADA, SCADA-ESP, and PLC-SCADA using several Wi-Fi signal strengths of 4, 3, 2, and 1 bar; the test resulted in a reduction of response time to 49.75 ms to 3,278.7 ms. The test results show that this system is able to provide real-time information, and has the potential to be applied to various other types of power plants.

Keywords: *ESP32, Monitoring and Control, PLTPH, Response Time, SCADA*



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Luaran	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro	4
2.2. Turbin Air	4
2.2.1 Prinsip Kerja Turbin Air	5
2.2.2. Kriteria Pemilihan Jenis Turbin	5
2.3. Sensor Aliran Air (YF-B10)	6
2.3.1 Debit Air	7
2.3.2. Kecepatan Aliran Air/Fluida	8
2.4. Sensor Infrared FC-51 (Sensor RPM)	8
2.5. Sensor Besaran Listrik AC PZEM – 004T	9
2.6. Generator DC	10
2.7. DC Buck Converter (XL4015)	11
2.8. ESP32 Devkit V1	12
2.8.1. Arduino IDE Dan Bahasa Pemrograman C++	13
2.9. Motorize Valve (MV)	15
2.9. Battery Charge Regulator Maximum Power Point Tracking (BCR MPPT)	15
2.10. Modbus	16
2.10.1. Modbus RTU	16
2.10.2. Modbus TCP/IP	17
2.11. Programmable Logic Controller (PLC)	17
2.12.1. Bahasa Pemrograman Ladder Diagram PLC	18
2.13. Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA)	18

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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.14. Router.....	19
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI	21
3.1. Rancangan Alat.....	21
3.1.1. Deskripsi Alat	21
3.1.2. Cara Kerja Alat	22
3.1.3. Desain Alat.....	23
3.1.3.1. Desain Wiring Diagram Generator-BCR MPPT-Baterai-Inverter .	24
3.1.3.2. Desain Layout Pintu Panel.....	25
3.1.3.3. Desain Layout Dan Wiring Diagram Sistem (Base Plate Panel)....	28
3.1.3.4. Desain Wiring Diagram Pintu Panel.....	30
3.1.3.4. Desain Arsitektur Sistem pada Trainer Kit PLTPH	31
3.1.3.5. Desain Alat secara 3 Dimensi.....	32
3.1.4. Spesifikasi Alat	33
3.1.5. Diagram Blok.....	35
3.2. Realisasi Alat	36
3.2.1. Metode Penelitian	36
3.2.1.1. Metode Pengujian Alat	36
3.2.1.2. Metode Pengumpulan Data.....	37
3.2.1.3. Pengolahan Data	38
3.2.1.4. Kesimpulan dan Penarikan Hasil.....	38
3.2.2. Realisasi Desain Wiring Diagram Generator-BCR MPPT-Baterai-Inverter.....	39
3.2.3. List Alamat Input Dan Output PLC	39
3.2.4. Realisasi Layout dan Wiring Diagram Sistem (Base Plate Panel)	40
3.2.5. Realisasi Desain Wiring Diagram Pintu Panel	42
3.2.6. Realisasi Program PLC (Ledder Diagram)	44
3.2.6.1.Integrasi PLC-ESP32 Menggunakan Serial Komunikasi Modbus TCP/IP	44
3.2.6.2. Program Pemilihan Mode (PLC, Dual, SCADA).....	45
3.2.6.3. Program Emergency Stop Sistem	47
3.2.6.4. Program Menonaktifkan Indikator Posisi Sudut <i>Motorize Valve</i> ...	48
3.2.6.5. Program Mengatur Sudut <i>Motorize Valve</i> 30°	49
3.2.6.6. Program Mengatur Sudut <i>Motorize Valve</i> 45°	56
3.2.6.7. Program Mengatur Sudut <i>Motorize Valve</i> 60°	66



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

3.2.6.8. Program Mengatur Sudut <i>Motorize Valve</i> 90°	75
3.2.6.9. Program Inisiasi Data Sensor Yang Dikirim Oleh ESP32	84
3.2.6.10. Program Monitoring Nilai Besaran Listrik AC Dari Sensor PZEM 004T Dari ESP32	87
3.2.6.11. Program Monitoring Nilai RPM Dari Sensor FC-51 ESP32.....	87
3.2.6.12. Program Monitoring Nilai Debit Dan Kecepatan Air Dari Sensor YF-B10 ESP32	88
3.2.6.13. Program Mengirimkan Indikasi Posisi Dan Pergerakan <i>Motorize Valve</i> Ke LCD Liquid Crystal 20x4	88
3.2.6.14. Program Pemilihan MODE Dengan Input <i>Selector Switch</i>	89
3.2.6.15. Program Mengirimkan Indikasi Mode Ke SCADA	90
3.2.7. Realisasi SistemSCADA.....	91
3.2.7.1. Integrasi PLC-SCADA Menggunakan Serial Komunikasi Modbus TCP/IP	91
3.2.7.2. Akuisisi data PLC ke sistem SCADA	93
3.2.7.3. Desain <i>Interface</i> SCADA	96
BAB IV PEMBAHASAN.....	98
4.1. Pengujian Kecepatan Respons Waktu Montoring SCADA Dalam Menerima Data Sensor Yang Dikirim Oleh ESP32 (<i>ESP32-SCADA</i>).....	98
4.1.1. Deskripsi Pengujian	98
4.1.2. Prosedur Pengujian	99
4.1.3. Data Hasil Pengujian.....	100
4.1.4. Analisis Data / Evaluasi	105
4.2. Pengujian Kecepatan Respons Waktu LCD ESP32 Dalam Menerima Input Kontrol SCADA (<i>SCADA-ESP32</i>)	106
4.2.1. Deskripsi Pengujian	106
4.2.2. Prosedur Pengujian	107
4.2.3. Data Hasil Pengujian.....	108
4.2.4. Analisis Data/ Evaluasi	113
4.3. Pengujian Respons Waktu SCADA Dalam Menerima Input Kontrol PLC (PLC-SCADA)	114
4.3.1. Deskripsi Pengujian	114
4.3.2. Prosedur Pengujian	115
4.3.4. Data Hasil Pengujian.....	115
4.2.4. Analisis Data/ Evaluasi	124



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

4.4. Perbandingan Pengujian Respons Waktu <i>ESP-SCADA</i> , <i>SCADA-ESP</i> , dan <i>PLC-SCADA</i> , dengan Pengujian Respons Waktu IoT Penelitian Sebelumnya.....	125
4.4.1. Nilai Respons Waktu IoT Penelitian Sebelumnya.....	125
4.4.1. Bandingkan Respons Waktu IoT Penelitian Sebelumnya (IoT) dengan Respons Waktu <i>ESP-SCADA</i> , <i>SCADA-ESP</i> , dan <i>PLC-SCADA</i>	126
4.2.4. Analisis Data/ Evaluasi	127
4.5. Pengujian Keandalan Alat Dan Sistem.....	127
4.5.1. Deskripsi Pengujian	127
4.4.2. Prosedur Pengujian	127
4.4.3. Dokumentasi Pengujian	128
4.4.4. Analisis Keandalan	129
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	130
5.1. Simpulan	130
5.2. Saran.....	131
DAFTAR PUSTAKA	132
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	134
LAMPIRAN.....	135

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Grafik Hubungan Antara Tinggi Jatuh Net dan Debit Aliran	6
Gambar 2. 2 Sensor Aliran Air (YF-B10).....	7
Gambar 2. 3 Sensor Infrared FC-51 (Sensor RPM).....	8
Gambar 2. 4 PZEM-004T Open CT.....	9
Gambar 2. 5 Wiring Diagram PZEM-004T.....	10
Gambar 2. 6 Generator DC	10
Gambar 2. 7 Buck Convert Step Down XL4015r	11
Gambar 2. 8 Diagram Pin Out ESP32.....	12
Gambar 2. 9 Tampilan Arduino IDE Dan Bahasa Pemrograman C++.....	14
Gambar 2. 10 Motorize Valve.....	15
Gambar 2. 11 BCR MPPT JNGE.....	16
Gambar 2. 12 PLC Schneider TM221CE16R.....	17
Gambar 2. 13 Ledder Diagram PLC	18
Gambar 2. 14 Contoh Interface Sistem SCADA	19
Gambar 2. 15 Router Nokia G-240W-L	20
Gambar 3. 1 Diagram Kerja Trainer Kit PLTPH.....	22
Gambar 3. 2 Desain Wiring Diagram Generator-BCR MPPT-Baterai-Inverter...	24
Gambar 3. 3 Layout Tampak Depan/Pintu Panel	26
Gambar 3. 4 Wiring Diagram Dalam Panel	28
Gambar 3. 5 Desain Wiring Diagram Pintu Panel	30
Gambar 3. 6 Desain Arsitektur Sistem pada Trainer Kit PLTPH.....	31
Gambar 3. 7 Desain Alat secara 3 Dimensi	32
Gambar 3. 8 Diagram Blok Sistem Pada Trainer Kit PLTPH	35
Gambar 3. 9 Realisasi Desain Wiring Diagram Generator-BCR MPPT-Baterai-Inverter.....	39
Gambar 3. 10 Realisasi Layout dan Wiring Diagram Sistem (Base Plate Panel).	40
Gambar 3. 11 Realisasi Desain Wiring Diagram Pintu Panel.....	42
Gambar 3. 12 Coding C++ ESP32 Untuk Bekomunikasi Dengan ESP32.....	44
Gambar 3. 13 Menetapkan IP Address PLC	44
Gambar 3. 14 Mengetahui Subnet Mask Dan Gateway Address Router.....	45
Gambar 3. 15 Ledder Diagram MODE.....	45
Gambar 3. 16 Prinsip Kerja Mode Panel Pada Ledder Diagram	46
Gambar 3. 17 Prinsip Kerja Mode Dual Pada Ledder Diagram	46
Gambar 3. 18 Prinsip Kerja Mode SCADA Pada Ledder Diagram.....	47
Gambar 3. 19 Program Emergency Stop Switch Mengidupkan coil Buzzer PANEL, Buzzer SCADA, dan STOP BUZZER.....	47
Gambar 3. 20 Pengaruh Emergency Stop Switch Pada Komponen	47
Gambar 3. 21 Pengaruh Emergency Stop Switch Pada Sistem Di Ledder Diagram	48
Gambar 3. 22 Program Menonaktifkan Indikator Posisi Sudut Motorize Valve (OPEN_F_STOP %M0)	48

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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3. 23 Contoh penggunaan OPEN_F_STOP %M0	49
Gambar 3. 24 Program untuk mengatur sudut Motorize Valve dari 0° ke 30° (RUNG 5)	49
Gambar 3. 25 Prinsip interlock pada MV 30 OPEN (RUNG 5).....	50
Gambar 3. 26 menaktifkan indikator MV 30 Derjat (RUNG 5).....	50
Gambar 3. 27 Gambar 3. 22 OPEN MV (RUNG 15)	50
Gambar 3. 28 Perubahan Sudut NAIK Dari 30° Ke 45°, Atau 60°, Atau 90° (RUNG 6)	51
Gambar 3. 29 Z Naik 30°-45° (RUNG 8)	51
Gambar 3. 30 Z Naik 30°-60° (RUNG 11)	51
Gambar 3. 31 Z Naik 30°-90° (RUNG 14)	52
Gambar 3. 32 hubungan kontak NC seri untuk menonaktifkann MV 30 DERAJAT (RUNG 5)	52
Gambar 3. 33 Cara kerja perpindahan sudut MV Naik dari 30° (RUNG 15).....	53
Gambar 3. 34 Z Kontak Naik 30-40 untuk menghidupkan coil %M202 indikator MV 45 derajat (RUNG 8)	53
Gambar 3. 35 Kontak Naik 30-60 untuk menghidupkan coil %M203 indikator MV 60 derajat (RUNG 11)	53
Gambar 3. 36 Kontak Naik 30-90 untuk menghidupkan coil %M204 indikator MV 90 derajat (RUNG 14)	53
Gambar 3. 37 Mengatur perubahan sudut TURUN dari 30° ke 0°	54
Gambar 3. 38 Program untuk menghidupkan fungsi STOP_MV30 (RUNG 2)...	54
Gambar 3. 39 Fungsi kontak STOP_MV30 untuk menonaktifkan coil MV 30 DERAJAT (RUNG 5).....	55
Gambar 3. 40 Program untuk menghidupkan MV posisi Close	55
Gambar 3. 41 Program untuk mengatur sudut Motorize Valve dari 0° ke 45° (RUNG 8)	56
Gambar 3. 42 Prinsip interlock pada MV 45 OPEN (RUNG 8).....	56
Gambar 3. 43 mengaktifkan indikator MV 45 Derjat (RUNG 8).....	57
Gambar 3. 44 OPEN MV (RUNG 15).....	57
Gambar 3. 45 Perubahan Sudut NAIK Dari 45° ke 60°, Atau 90° (RUNG 9)	58
Gambar 3. 46 Z Naik 45°-60° (RUNG 11)	58
Gambar 3. 47 Z Naik 45°-90° (RUNG 14)	58
Gambar 3. 48 hubungan kontak NC seri untuk menonaktifkann MV 45 DERAJAT (RUNG 8)	59
Gambar 3. 49 Cara kerja perpindahan sudut MV Naik dari 45° (RUNG 15).....	59
Gambar 3. 50 Kontak Naik 45-60 untuk menghidupkan coil %M203 indikator MV 60 derajat (RUNG 11)	60
Gambar 3. 51 Kontak Naik 45-90 untuk menghidupkan coil %M204 indikator MV 90 derajat (RUNG 14)	60
Gambar 3. 52 Mengatur Perubahan Sudut TURUN Dari 45° Ke 30°, atau 0° (RUNG 17)	60
Gambar 3. 53 Program untuk menghidupkan fungsi STOP_MV30 (RUNG 2)...	61

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

Gambar 3. 54 Fungsi kontak STOP_MV45 untuk menonaktifkan coil MV 45 DERAJAT (RUNG 8).....	61
Gambar 3. 55 Program untuk menghidupkan MV posisi Close	62
Gambar 3. 56 Mengatur perubahan sudut TURUN dari 30° ke 30°, atau 0°	62
Gambar 3. 57 Program untuk menghidupkan fungsi STOP_MV45 (RUNG 2)...	63
Gambar 3. 58 Fungsi kontak STOP_MV45 untuk menonaktifkan coil MV 45 DERAJAT (RUNG 8).....	64
Gambar 3. 59 Program untuk menghidupkan MV posisi Close	64
Gambar 3. 60 Z Turun 45-30 (RUNG 7)	65
Gambar 3. 61 Pemblokiran input %M348 oleh kontak Z turun 45-30 %M262 ...	65
Gambar 3. 62 Menghidupkan indikator perubahan MV dari 45° ke 30° dengan kontak Z turun 45-30 %M262 (RUNG5)	65
Gambar 3. 63 Program untuk mengatur sudut Motorize Valve dari 0° ke 60° (RUNG 11)	66
Gambar 3. 64 Prinsip interlock pada MV 60 OPEN (RUNG 11).....	67
Gambar 3. 65 mengaktifkan indikator MV 60 Derjat (RUNG 11).....	67
Gambar 3. 66 OPEN MV (RUNG 15).....	68
Gambar 3. 67 Perubahan Sudut NAIK Dari 60° ke 90° (RUNG 12).....	68
Gambar 3. 68 Z Naik 60°-90° (RUNG 14)	68
Gambar 3. 69 hubungan kontak NC seri untuk menonaktifkann MV 60 DERAJAT (RUNG 11)	69
Gambar 3. 70 Cara kerja perpindahan sudut MV Naik dari 60° (RUNG 15).....	69
Gambar 3. 71 Kontak Naik 60-90 untuk menghidupkan coil %M204 indikator MV 90 derajat (RUNG 14)	70
Gambar 3. 72 Mengatur Perubahan Sudut TURUN Dari 60° Ke 30°, atau 45°, atau 0° (RUNG 18)	70
Gambar 3. 73 Program untuk menghidupkan fungsi STOP_MV60 (RUNG 2)...	71
Gambar 3. 74 Fungsi kontak STOP_MV60 untuk menonaktifkan coil MV 60 DERAJAT (RUNG 11).....	72
Gambar 3. 75 Program untuk menghidupkan MV posisi Close	72
Gambar 3. 76 Z Turun 60-45 (RUNG 10)	73
Gambar 3. 77 Z Turun 60-30 (RUNG 7)	73
Gambar 3. 78 Pemblokiran input %M348 oleh kontak Z turun 60-30 %M261 ...	73
Gambar 3. 79 Pemblokiran input %M350 oleh kontak Z turun 60-45 %M260 ...	74
Gambar 3. 80 Menghidupkan indikator perubahan MV dari 60° ke 30° dengan kontak Z turun 60-30 %M261 (RUNG 5)	74
Gambar 3. 81 Menghidupkan indikator perubahan MV dari 60° ke 30° dengan kontak Z turun 60-30 %M261 (RUNG 8)	74
Gambar 3. 82 Program untuk mengatur sudut Motorize Valve dari 0° ke 90° (RUNG 14)	75
Gambar 3. 83 Prinsip interlock pada MV 90 OPEN (RUNG 14).....	76
Gambar 3. 84 mengaktifkan indikator MV 90 Derjat (RUNG 14).....	76
Gambar 3. 85 OPEN MV dari 0°-90° (RUNG 15)	77

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

Gambar 3. 86 Mengatur Perubahan Sudut TURUN Dari 90 Ke 60°, atau 30°, atau 45°, atau 0° (RUNG 19)	78
Gambar 3. 87 Program untuk menghidupkan fungsi STOP_MV90 (RUNG 2) ...	79
Gambar 3. 88 Fungsi kontak STOP_MV90 untuk menonaktifkan coil MV 90 DERAJAT (RUNG 14)	80
Gambar 3. 89 Program untuk menghidupkan MV posisi Close	80
Gambar 3. 90 Z Turun 90-60 (RUNG 13)	81
Gambar 3. 91 Z Turun 90-45 (RUNG 10)	81
Gambar 3. 92 Z Turun 90-30 (RUNG 7)	81
Gambar 3. 93 Pemblokiran input %M348 oleh kontak Z turun 90-30 %M235 ...	82
Gambar 3. 94 Pemblokiran input %M350 oleh kontak Z turun 90-45 %M260 ...	82
Gambar 3. 95 Pemblokiran input %M352 oleh kontak Z turun 90-60 %M231 ...	82
Gambar 3. 96 Menghidupkan indikator perubahan MV dari 90° ke 30° dengan kontak Z turun 90-30 %M235 (RUNG 5)	83
Gambar 3. 97 Menghidupkan indikator perubahan MV dari 90° ke 45° dengan kontak Z turun 90-45 %M233 (RUNG 8)	83
Gambar 3. 98 Menghidupkan indikator perubahan MV dari 90° ke 45° dengan kontak Z turun 90-60 %M231 (RUNG 11)	83
Gambar 3. 99 Program Inisiasi Data Sensor Yang Dikirim Oleh ESP32	84
Gambar 3. 100 Cara mengetahui ID SLAVE	85
Gambar 3. 101 PLC menarik data %M20 yaitu data Tegangan sensor PZEM-004T	86
Gambar 3. 102 Program Monitoring Nilai Besaran Listrik AC Dari Sensor PZEM 004T Dari ESP32	87
Gambar 3. 103 Program Monitoring Nilai RPM Dari Sensor FC-51 ESP32	87
Gambar 3. 104 Program Monitoring Nilai Debit Dan Kecepatan Air Dari Sensor YF-B10 ESP32	88
Gambar 3. 105 Program Mengirimkan Indikasi Posisi Dan Pergerakan Motorize Valve Ke LCD	89
Gambar 3. 106 Program Pemilihan MODE Dengan Input Selector Switch	89
Gambar 3. 107 logika Interlock Pada Program Pemilihan MODE Dengan Input Selector Switch	90
Gambar 3. 108 Program Mengirimkan Indikasi Mode Ke SCADA	90
Gambar 3. 109 Step 1 Integrasi PLC-SCADA Menggunakan Serial Komunikasi Modbus TCP/IP	91
Gambar 3. 110 Step 2 Integrasi PLC-SCADA Menggunakan Serial Komunikasi Modbus TCP/IP	91
Gambar 3. 111 Step 3 Integrasi PLC-SCADA Menggunakan Serial Komunikasi Modbus TCP/IP	92
Gambar 3. 112 Step 4 Integrasi PLC-SCADA Menggunakan Serial Komunikasi Modbus TCP/IP	92
Gambar 3. 113 Step 5 Integrasi PLC-SCADA Menggunakan Serial Komunikasi Modbus TCP/IP	93



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

Gambar 3. 114 Step 6 Integrasi PLC-SCADA Menggunakan Serial Komunikasi Modbus TCP/IP	93
Gambar 3. 115 Akuisisi data PLC ke sistem SCADA	93
Gambar 3. 116 Desain Interface SCADA	96
Gambar 4. 1 Gambaran penguji pertama dan kedua untuk dalam melakukan pengujian kecepatan respons waktu monitoring scada terhadap data sensor yang dikirim oleh ESP32	100
Gambar 4. 2 Kecepatan Respons Waktu Monitoring SCADA Dalam Menerima Data Sensor Yang Dikirim Oleh ESP32 (ESP32-SCADA) Terhadap Beberapa Kekuatan Sinyal Wifi	105
Gambar 4. 3 Diagram block proses transfer data dari sensor ke SCADA	106
Gambar 4. 4 gambaran penguji pertama dan kedua dalam melakukan Pengujian respons waktu PLC dalam menerima input kontrol SCADA	107
Gambar 4. 5 Grafik Kecepatan Respons Waktu LCD ESP32 Dalam Menerima Kontrol SCADA Input (SCADA Input to LCD ESP32)	113
Gambar 4. 6 Diagram block proses transfer data dari input SCADA ke LCD ESP32	114
Gambar 4. 7 Kecepatan Respons Waktu SCADA Dalam Menerima Input Kontrol PLC	124
Gambar 4. 8 Diagram block proses transfer data dari input PLC ke SCADA	124

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Daftar Komponen Pintu Panel	25
Tabel 3. 2 Daftar Komponen Wiring Diagram Dalam Panel	29
Tabel 3. 3 Spesifikasi Alat Dan Komponen	33
Tabel 3. 4 Tabel List Alamat Input PLC	39
Tabel 3. 5 Tabel List Alamat Output PLC	39
Tabel 3. 6 Function Block Inisiasi Data Sensor	84
Tabel 3. 7 Pengaturan Inisiasi Data Sensor	85
Tabel 3. 8 Tabel Akuisisi Data Sensor	94
Tabel 3. 9 Tabel Akuisisi Data Input	94
Tabel 3. 10 Tabel Akuisisi Data Output	95
Tabel 3. 1 Daftar Komponen Pintu Panel	25
Tabel 3. 2 Daftar Komponen Wiring Diagram Dalam Panel	29
Tabel 3. 3 Spesifikasi Alat Dan Komponen	33
Tabel 3. 4 Tabel List Alamat Input PLC	40
Tabel 3. 5 Tabel List Alamat Output PLC	40
Tabel 3. 6 Function Block Inisiasi Data Sensor	88
Tabel 3. 7 Pengaturan Inisiasi Data Sensor	89
Tabel 3. 8 Tabel Akuisisi Data Sensor	98
Tabel 3. 9 Tabel Akuisisi Data Input	99
Tabel 3. 10 Tabel Akuisisi Data Output	100
Tabel 4.1 Pengujian Kecepatan Respons Waktu Monitoring SCADA Dalam Menerima Data Sensor Yang Dikirim Oleh ESP32 (ESP32-SCADA) Dengan Kekuatan Sinyal Wifi Penuh 4 Bar	100
Tabel 4.2 Pengujian Kecepatan Respons Waktu Monitoring SCADA Dalam Menerima Data Sensor Yang Dikirim Oleh ESP32 (ESP32-SCADA) Dengan Kekuatan Sinyal Wifi 3 Bar	102
Tabel 4.3 Pengujian Kecepatan Respons Waktu Monitoring SCADA Dalam Menerima Data Sensor Yang Dikirim Oleh ESP32 (ESP32-SCADA) Dengan Kekuatan Sinyal Wifi 2 Bar	103
Tabel 4.4 Pengujian Kecepatan Respons Waktu Monitoring SCADA Dalam Menerima Data Sensor Yang Dikirim Oleh ESP32 (ESP32-SCADA) Dengan Kekuatan Sinyal Wifi 1 Bar	104
Tabel 4.5 Pengujian Kecepatan Respons Waktu LCD ESP32 Dalam Menerima Input Kontrol SCADA (SCADA Input to LCD ESP32) Dengan Kekuatan Sinyal Wifi 4 Bar (Full)	108
Tabel 4.6 Pengujian Kecepatan Respons Waktu LCD ESP32 Dalam Menerima Input Kontrol SCADA (SCADA Input to LCD ESP32) Dengan Kekuatan Sinyal Wifi 3 Bar	109
Tabel 4.7 Pengujian Kecepatan Respons Waktu LCD ESP32 Dalam Menerima Input Kontrol SCADA (SCADA Input to LCD ESP32) Dengan Kekuatan Sinyal Wifi 2 Bar	110
Tabel 4.8 Pengujian Kecepatan Respons Waktu LCD ESP32 Dalam Menerima Input Kontrol SCADA (SCADA Input to LCD ESP32) Dengan Kekuatan Sinyal Wifi 1 Bar	111

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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4.9 Pengujian Keandalan Push Button Panel	116
Tabel 4.10 Pengujian Respons Waktu SCADA Dalam Menerima Input Kontrol PLC (PLC Input to SCADA) Dengan Kekuatan Sinyal Wifi 4 Bar (Full)	118
Tabel 4.11 Pengujian Respons Waktu SCADA Dalam Menerima Input Kontrol PLC (PLC Input to SCADA) Dengan Kekuatan Sinyal Wifi 3 Bar ..	119
Tabel 4.12 Pengujian Respons Waktu SCADA Dalam Menerima Input Kontrol PLC (PLC Input to SCADA) Dengan Kekuatan Sinyal Wifi 2 Bar ..	121
Tabel 4.13 Pengujian Respons Waktu SCADA Dalam Menerima Input Kontrol PLC (PLC Input to SCADA) Dengan Kekuatan Sinyal Wifi 1 Bar ..	122





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

Energi Baru Terbarukan (EBT) merupakan solusi yang tepat dalam meraih ketahanan energi nasional yang berkelanjutan di Indonesia (Kementrian ESDM, 2023). sumber energi potensial air merupakan sumber EBT yang sangat menjanjikan, dengan perkiraan kapasitas teknis mencapai 75 GW, termasuk potensi PLTPH untuk daerah terpencil (Kementrian ESDM, 2023). PLTPH dengan kapasitas 0.5-5 kW telah terbukti efektif memasok listrik bagi masyarakat yang belum sepenuhnya terhubung dengan jaringan listrik utama pembangkit besar (Prasetyo, 2021).

Pada penelitian sebelumnya, PLTPH sudah dibuat simulator rancang bangunnya dengan yaitu "Trainer Kit Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro Menggunakan Turbin Pelton" pada tahun 2024, dan bersamaan dengan dibuat penelitian mengenai "Sistem Monitoring Kelistrikan Pltph Menggunakan Turbin Pelton Berbasis IoT" pada tahun 2024, pada penelitian sistem monitoring ini terdapat masalah yaitu terdapat sedikit keterlambatan beberapa detik (fluktuatif 10000ms s.d 56000 ms) saat mengirimkan data ke Google Sheets, yang disebabkan oleh masalah jaringan yang sesekali dialami oleh ESP32 (Putra, 2024).

Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian menggunakan SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) dalam menampilkan interface nilai sensor secara realtime, dengan pengintegrasian PLC (Programmable Logic Controller) sebagai proses data dan mikrokontroler ESP32 sebagai penerima data dari sensor (Setiawan & Rachmat, 2021). Pengiriman data tersebut menggunakan serial modbus TCP/IP dengan jaringan wifi lokal router. Kombinasi teknologi ini memungkinkan monitoring dan kontrol secara real-time dengan keterlambatan respons waktu antar komponen yang rendah (mulai dari 49,75 ms s.d. 3278,7 ms).

Maka dari itu peneliti mengambil topik "Penggunaan SCADA Sebagai Monitoring Dan Kontrol Trainer Kit Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro* " Untuk mengurangi keterlambatan transfer data pada saat monitoring dan kontrol, diperlukan

interface SCADA yang dapat berfungsi sebagai monitoring dan kontrol dari Trainer kit PLTPH.

1.2. Perumusan Masalah

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

1. Bagaimana cara menentukan sinyal wifi yang baik dengan router agar respons waktu ESP32, PLC, dan SCADA dalam menerima atau mengirim data menjadi rendah?;
2. Bagaimana pemrograman ladder diagram PLC pada sistem monitoring dan kontrol trainer kit PLTPH?;
3. Bagaimana pembuatan interface SCADA mengenai monitoring serta kontrol yang akan ditampilkan?; dan
4. Seberapa besar perbandingan respons waktu saat pengujian pada penelitian menggunakan SCADA, dibandingkan dengan pengujian menggunakan IoT pada penelitian sebelumnya?

1.3. Tujuan

Berdasarkan masalah yang bermunculan, adapun tujuan dari skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan jarak yang baik dengan router agar respons waktu ESP32, PLC, dan SCADA dalam menerima atau mengirim data menjadi rendah;
2. Membuat program ladder diagram PLC pada sistem monitoring dan kontrol trainer kit PLTPH;
3. Membuat interface SCADA mengenai monitoring serta kontrol yang akan ditampilkan; dan
4. Mengetahui perbandingan respons waktu saat pengujian pada penelitian menggunakan SCADA, dibandingkan dengan pengujian menggunakan IoT pada penelitian sebelumnya.

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



1.4. Luaran

Luaran yang diharapkan dari skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Laporan akhir berupa skripsi;
2. Program ladder digram PLC Trainer Kit PLTPH;
3. Program SCADA Trainer Kit PLTPH;
4. Artikel ilmiah yang dipresentasikan dalam Seminar Nasional Teknik Elektro (SNTE); dan
5. Artikel ilmiah untuk PMTA.

© 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 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 isi pembahasan pada skripsi ini dan untuk menjawab rumusan masalah pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa :

1. Penentuan kekuatan sinyal wifi berpengaruh sekali terhadap respons waktu baik pengujian ESP32-SCADA, SCADA-ESP32, maupun PLC-SCADA. Untuk mendapatkan delay respons waktu yang rendah, maka kekuatan sinyal wifi harus diperhatikan agar mendapat kekuatan sinyal wifi yang baik, dengan rincian sinyal wifi 4 bar, 3 bar, 2 bar, dan 1 bar. Semakin kuat sinyal wifi maka delay respons waktu akan semakin rendah (baik);
2. Pemrograman ladder diagram PLC dibuat dengan software "EcoStruxure Machine Expert Basic". ladder diagram ini digunakan untuk menerima data sensor yang dikirim oleh Sensor-ESP32 menggunakan serial komunikasi modbus TCP/IP, kemudian datanya diterima oleh PLC sesuai dengan alamat yang sudah ditentukan pada coding ESP32 (ArduinoIDE dengan bahasa C++);
3. Interface SCADA dibuat dengan software "Vijeo Citect". Interface ini digunakan untuk mengakuisisi data sensor dan kontrol yang sudah diproses oleh ladder diagram PLC menggunakan serial komunikasi modbus TCP/IP, kemudian datanya diakuisisi dengan menambahkan alamat sensor dan kontrol yang ada di ladder diagram PLC pada variable tag SCADA, kemudian di kontrol dan monitoring tersebut dibuatkan interface, sehingga pengguna dapat melakukan kontrol dan monitoring melalui software SCADA;
4. Berdasarkan dari hasil data pengujian pada penelitian "Penggunaan SCADA Sebagai Monitoring Dan Kontrol Trainer Kit Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro*", didapatkan hasil bahwa kecepatan respons pengiriman data menggunakan SCADA jauh lebih cepat dibandingkan dengan kecepatan respons pengiriman data menggunakan IoT pada penelitian sebelumnya yaitu "Sistem Monitoring Kelistrikan PLTPH Menggunakan Turbin Pelton Berbasis IoT", dengan rata-rata respons waktu pengiriman;

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

5. data menggunakan SCADA berkisar 49,75 ms s.d. 3278,7 ms, sedangkan rata-rata waktu respons pengiriman data menggunakan IoT berkisar berkisar 10.000ms s.d. 56.000ms, oleh karena itu penggunaan SCADA dapat diandalkan dalam pengiriman data yang memerlukan kecepatan tinggi, dengan catatan sinyal wifi yang kuat (4 Bar Full).

5.2. Saran

Adapun saran dari penulis untuk penelitian “Penggunaan SCADA Sebagai Monitoring Dan Kontrol Trainer Kit Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro*” agar kedepannya terdapat upgrade router yang dapat memancarkan sinyal dengan area yang lebih luas sehingga jangkauan monitoring dan kontrol trainer PLTPH ini dapat digunakan lebih luas dan kekuatan sinyal wifi yang didapat lebih kuat.

**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

DAFTAR PUSTAKA

- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2023). *National Energy General Plan/ Rencana Umum Energi Nasional (RUEN)*
- B. H. Prasetyo, "Implementasi PLTPH di Daerah Terpencil", Prosiding Seminar Nasional EBT, hal. 112-120, 2021.
- Setiawan, A., & Rachmat, R. (2021). Implementation of SCADA system based on ESP32 and PLC for real-time monitoring. *Journal of Automation and Control Engineering*, 9(3), 102–108.
- Yulianto, d. (2018). *Disain Perencanaan Unit Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Tipe Cross Flow Kapasitas 5 kW*.
- Al Bawani, A. M., & Sudarti, S. 2022. Analisis Kelemahan Dan Kelebihan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Sebagai Alternatif Sumber Energi Listrik. *Jurnal Kumparan Fisika*, 5(2), 99–104. <https://doi.org/10.33369/jkf.5.2.99-104>
- Bandri, S., Premadi, A., & Andari, R. 2021. Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro (PLTPH) Rumah Tangga. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 21(1).
- Dwi Rayyadi, M., Hardi, S., & Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, P. 2020. Rancang Bangun Turbin Pelton Pada Prototype Pltph..
- Fajri, M. A., Elektro, T., & Sriwijaya, U. 2019. Desain Pembangkit Listrik Tenaga Piko hidro Menggunakan Program Arduino Uno Pada Penambahan Variasi Aliran Air. 23–24.
- Naufal, 2020. Perbedaan Antara Solenoid dan Motorized Valve. <https://wma.co.id/articles/perbedaan-antara-solenoid-dan-motorized-valve/>
- Maulida., 2020. Teknik Pengumpulan Data Dalam Metodologi Penelitian. *Darussalam*, 21, 71–78.
- Hartono, B., Susanto, E., & Priyanto, A. (2023). Dasar-dasar sistem MPPT untuk aplikasi solar charge controller. Penerbit ITB. <https://doi.org/10.1234/itbpress.2023.5678>
- Arduino. (2023). *IR Sensor Module Guide*. <https://docs.arduino.cc/>
- ElectroPeak. (2021). *Complete IR Sensor Tutorial*. <https://www.electropeak.com/learn>
- Cisco Systems. (2023). Router Architecture White Paper. <https://www.cisco.com/>

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

Joelianto, E., Ramdhani, F., & Budi, E. M. (2020). Analisis Pengaruh Waktu Latensi Terhadap Akurasi Sistem SCADA Bacaan Metering Listrik Waktu Nyata Melalui Jaringan Internet." *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 16(3), 1–8. <https://doi.org/10.17529/jre.v16i3.16465>

Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011)*, Jakarta: Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan, 2011, Bag. 5.8 & 7.15.



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 RIWAYAT HIDUP

Dimas Adi Nugroho

Lulus SDN Mekar Mukti 06 pada tahun 2015, SMPIT Al-Ichwan pada tahun 2018, SMK Mitra Industri MM2100 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 :

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. Foto Alat & Kegiatan



Gambar alat keseluruhan



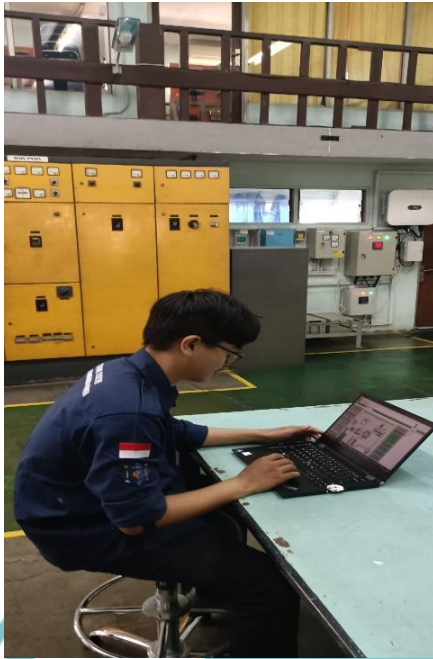
Proses Pengecatan

**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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Pengujian dengan jarak 0-3 m
(kekuatan wifi 4 bar full)



Pengujian dengan jarak >3-5 m
(kekuatan wifi 3 bar)

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 mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Pengujian dengan jarak $>5-6,5$ m
(kekuatan wifi 2 bar)



Pengujian dengan jarak $>6,5-7$ m
(kekuatan wifi 1 bar)

Lampiran 3. Pengujian Tambahan ESP-SCADA (Diambil Pada 20 s.d. 21 Juni 2025)

Pengujian Kecepatan Respons Waktu Monitoring SCADA Dalam Menerima Data Sensor Yang Dikirim Oleh ESP32 (ESP32-SCADA) Dengan Kekuatan Sinyal Wifi Penuh **4 Bar**

Objek Uji	Nama Sensor	Jenis Besaran Pengujian	Nilai Besaran Sensor	Rekam Waktu Sensor di LCD (ESP32)	Rekam Waktu Monitoring SCADA	Selisih (ms)
Generator MV 90°	FC-51	RPM	510 RPM	22:30:13.25	22:30:13.56	310
			490 RPM	22:32:04.34	22:32:04.70	360
			515 RPM	22:34:09.07	22:34:09.42	350
			460 RPM	22:36:03.09	22:34:09.44	350
			465 RPM	22:38:05.12	22:38:05.59	370
Lampu LED Merk Ecolink 8 Watt	PZEM-004T	Daya	6,5 Watt	22:40:09.29	22:18:08.64	350
			6,6 Watt	22:42:06.12	22:42:06.47	350
			6,6 Watt	22:44:02.31	22:44:02.67	360
			6,5 Watt	22:46:19.26	22:46:19.61	350
			6,6 Watt	22:48:02.24	22:44:02.58	340
Lampu LED Merk Ecolink 8 Watt	PZEM-004T	Arus	71 mA	22:50:13.36	22:50:13.68	320
			71 mA	22:52:11.14	22:52:11.48	340
			73 mA	22:54:05.12	22:54:05.47	350
			71 mA	22:56:09.11	22:56:09.46	350
			72 mA	22:58:17.03	22:58:17.39	360
Lampu LED Merk Ecolink 8 Watt	PZEM-004T	Tegangan	212 V	23:00:11.09	23:00:11.45	360
			213,3 V	23:02:08.05	23:02:08.36	310
			211,1 V	23:04:18.29	23:04:18.53	340
			212,1 V	23:06:14.20	23:06:14.55	350
			213,2 V	23:08:31.24	23:08:31.58	340
Lampu LED Merk Ecolink 8 Watt	PZEM-004T	Frekuensi	49,2 Hz	23:10:12.07	23:10:12.40	330
			49,1 Hz	23:12:27.03	23:12:27.38	330
			49,1 Hz	23:14:13.22	23:14:13.54	330
			49,2 Hz	23:16:21.26	23:16:21.59	350
			49,2 Hz	23:18:22.39	23:18:22.72	360

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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Objek Uji	Nama Sensor	Jenis Besaran Pengujian	Nilai Besaran Sensor	Rekam Waktu Sensor di LCD (ESP32)	Rekam Waktu Monitoring SCADA	Selisih (ms)
Lampu LED Merk Ecolink 8 Watt	PZEM-004T	Faktor Daya	0,41	23:20:11.20	23:20:11.56	360
			0,45	23:22:08.13	23:22:08.46	330
			0,44	23:24:18.22	23:24:18.56	340
			0,49	23:26:14.19	23:26:14.53	340
			0,44	23:28:31.20	23:28:31.54	340
Aliran Air	YF-B10	Kecepatan Aliran Air	0,70 m/s	23:30:11.11	23:30:11.46	350
			0,71 m/s	23:32:08.09	23:42:08.45	360
			0,70 m/s	23:34:18.03	23:44:18.37	340
			0,69 m/s	23:36:14.31	23:46:14.65	340
			0,70 m/s	23:38:31.11	23:48:31.44	330
Air Dalam Pipa	YF-B10	Debit Air	22,1 L/min	23:40:11.10	23:50:11.42	320
			22,3 L/min	23:42:08.16	23:52:08.51	350
			22,1 L/min	23:44:18.19	23:54:18.54	350
			22,2 L/min	23:46:14.14	23:56:14.48	340
			22,5 L/min	23:48:31.02	23:58:31.34	360
Rata-rata selisih (ms)					344	

Pengujian Kecepatan Respons Waktu Monitoring SCADA Dalam Menerima Data Sensor Yang Dikirim Oleh ESP32 (ESP32-SCADA) Dengan Kekuatan Sinyal Wifi **3 Bar**

Objek Uji	Nama Sensor	Jenis Besaran Pengujian	Nilai Besaran Sensor	Rekam Waktu Sensor di LCD (ESP32)	Rekam Waktu Monitoring SCADA	Selisi0 h (ms)
Generator MV 90°	FC-51	RPM	460 RPM	23:50:11.09	23:50:11.45	360
			510 RPM	23:52:19.22	23:52:19.59	370
			490 RPM	23:54:21.24	23:54:21.62	380
			500 RPM	23:56:23.05	23:56:23.44	390
			480 RPM	23:58:29.20	23:58:29.56	360
Lampu LED Merk Ecolink 8 Watt	PZEM-004T	Daya	6,5 Watt	00:00:18.21	00:00:18.59	380
			6,6 Watt	00:02:11.22	00:02:11.60	380
			6,6 Watt	00:04:04.31	00:04:04.70	390

© 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

Objek Uji	Nama Sensor	Jenis Besaran Pengujian	Nilai Besaran Sensor	Rekam Waktu Sensor di LCD (ESP32)	Rekam Waktu Monitoring SCADA	Selisi0 h (ms)
Lampu LED Merk Ecolink 8 Watt	PZEM-004T	Daya	6,5 Watt	00:06:15.12	00:06:15.47	350
			6,5 Watt	00:08:12.23	00:08:12.60	370
		Arus	71 mA	00:10:30.29	00:10:30.66	370
			73 mA	00:12:21.11	00:12:21.48	370
			71 mA	00:14:24.14	00:14:24.53	390
			72 mA	00:16:29.31	00:16:29.68	370
			71 mA	00:18:13.27	00:18:13.65	380
Lampu LED Merk Ecolink 8 Watt	PZEM-004T	Tegangan	211 V	00:20:14.22	00:20:14.58	360
			212 V	00:22:17.19	00:22:17.58	390
			211 V	00:24:12.18	00:24:12.57	390
			210 V	00:26:10.16	00:26:10.54	380
			211 V	00:28:19.22	00:28:19.57	350
Lampu LED Merk Ecolink 8 Watt	PZEM-004T	Frekuensi	48,7 Hz	00:30:11.15	00:30:11.54	390
			48,8 Hz	00:32:34.13	00:32:34.52	390
			49,4 Hz	00:34:23.11	00:34:23.50	390
			48,9 Hz	00:36:31.24	00:36:31.61	370
			49,2 Hz	00:38:06.27	00:38:06.64	370
Lampu LED Merk Ecolink 8 Watt	PZEM-004T	Faktor Daya	0,44	00:40:09.23	00:40:09.61	380
			0,43	00:42:14.25	00:42:14.61	360
			0,45	00:44:19.24	00:44:19.63	390
			0,46	00:46:13.30	00:46:13.65	350
			0,48	00:48:26.11	00:48:26.49	380
Aliran Air	YF-B10	Kecepatan Aliran Air	0,73 m/s	00:50:31.07	00:50:31.46	390
			0,70 m/s	00:52:12.05	00:52:12.43	380
			0,69 m/s	00:54:19.09	00:54:19.46	370
			0,70 m/s	00:56:14.11	00:56:14.47	360
			0,71 m/s	00:58:18.31	00:58:18.69	380

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

Objek Uji	Nama Sensor	Jenis Besaran Pengujian	Nilai Besaran Sensor	Rekam Waktu Sensor di LCD (ESP32)	Rekam Waktu Monitoring SCADA	Selisi0 h (ms)
Air Dalam Pipa	YF-B10	Debit Air	22,1 L/min	01:00:13.08	01:00:13.47	390
			22,2 L/min	01:02:21.11	01:02:21.49	380
			22,3 L/min	01:04:29.18	01:04:29.57	390
			22,2 L/min	01:06:20.19	01:06:20.58	390
			22,3 L/min	01:08:28.14	01:08:28.51	370
Rata-rata selisih (ms)					376,25	

Tabel 4. 14 Pengujian Kecepatan Respons Waktu Montoring SCADA Dalam Menerima Data Sensor Yang Dikirim Oleh ESP32 (ESP32-SCADA) Dengan Kekuatan Sinyal Wifi 2 Bar

Objek Uji	Nama Sensor	Jenis Besaran Pengujian	Nilai Besaran Sensor	Rekam Waktu Sensor di LCD (ESP32)	Rekam Waktu Monitoring SCADA	Selisih (ms)
Generator MV 90°	FC-51	RPM	460 RPM	01:10:08.03	01:10:08.85	820
			520 RPM	01:12:04.09	01:12:04.95	860
			480 RPM	01:14:02.17	01:14:03.05	880
			470 RPM	01:16:19.21	01:16:20.02	810
			490 RPM	01:18:20.09	01:18:20.92	830
Lampu LED Merk Ecolink 8 Watt	PZEM-004T	Daya	6,5 Watt	01:20:04.05	01:20:04.88	830
			6,7 Watt	01:22:09.07	01:22:09.95	880
			6,5 Watt	01:24:07.02	01:24:07.88	860
			6,4 Watt	01:26:20.06	01:26:20.90	840
			6,5 Watt	01:28:02.09	01:28:02.91	820
Lampu LED Merk Ecolink 8 Watt	PZEM-004T	Arus	73 mA	01:30:29.12	01:30:29.95	830
			72 mA	01:32:28.14	01:32:28.97	830
			73 mA	01:34:21.09	01:34:21.96	870
			71 mA	01:36:13.03	01:36:13.92	890
			73 mA	01:38:22.07	01:38:22.91	840

 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

Objek Uji	Nama Sensor	Jenis Besaran Pengujian	Nilai Besaran Sensor	Rekam Waktu Sensor di LCD (ESP32)	Rekam Waktu Monitoring SCADA	Selisih (ms)
Lampu LED Merk Ecolink 8 Watt	PZEM-004T	Tegangan	211 V	01:40:23.14	01:40:23.98	840
			213 V	01:42:10.22	01:42:11.03	810
			211 V	01:44:01.10	01:44:01.91	810
Lampu LED Merk Ecolink 8 Watt	PZEM-004T	Tegangan	212 V	01:46:21.14	01:46:21.95	810
			211 V	01:48:22.10	01:48:22.93	830
		Frekuensi	48,7 Hz	01:50:21.16	01:50:21.98	820
			48,2 Hz	01:52:09.04	01:52:09.91	870
			48,6 Hz	01:54:03.08	01:54:03.93	850
			48,8 Hz	01:56:22.03	01:56:22.89	860
			48,6 Hz	01:58:28.02	01:58:28.89	870
Lampu LED Merk Ecolink 8 Watt	PZEM-004T	Faktor Daya	0,43	02:00:19.11	02:00:19.98	870
			0,45	02:02:11.13	02:02:11.96	830
			0,44	02:04:14.08	02:04:14.90	820
			0,46	02:06:28.03	02:06:28.91	880
			0,43	02:08:02.06	02:08:02.90	840
Aliran Air	YF-B10	Kecepatan Aliran Air	0,71 m/s	02:10:19.09	02:10:19.90	810
			0,73 m/s	02:12:17.02	02:12:17.82	800
			0,68 m/s	02:14:18.17	02:14:19.06	890
			0,63 m/s	02:16:11.11	02:16:12.00	890
			0,66 m/s	02:18:22.02	02:18:22.90	880
Air Dalam Pipa	YF-B10	Debit Air	22,3 L/min	02:20:10.08	02:20:10.92	840
			22,1 L/min	02:22:16.04	02:22:16.89	850
			22,3 L/min	02:24:12.10	02:24:12.96	860
			22,3 L/min	02:26:04.19	02:26:05.05	860
			22,1 L/min	02:28:13.07	02:28:13.91	840
Rata-rata selisih (ms)					845,5	

Pengujian Kecepatan Respons Waktu Monitoring SCADA Dalam Menerima Data Sensor Yang Dikirim Oleh ESP32 (ESP32-SCADA) Dengan Kekuatan Sinyal Wifi **1 Bar**

Objek Uji	Nama Sensor	Jenis Besaran Pengujian	Nilai Besaran Sensor	Rekam Waktu Sensor di LCD (ESP32)	Rekam Waktu Monitoring SCADA	Selisih (ms)
Generator MV 90°	FC-51	RPM	472 RPM	02:30:10.02	02:30:11.96	1940
			510 RPM	02:32:19.04	02:32:20.94	1900
			492 RPM	02:34:02.11	02:34:03.88	1770
			480 RPM	02:36:05.02	02:36:06.83	1810
			488 RPM	02:38:09.08	02:38:10.99	1910
Lampu LED Merk Ecolink 8 Watt	PZEM-004T	Daya	6,5 Watt	02:40:13.04	02:40:14.94	1900
			6,5 Watt	02:42:09.05	02:42:10.93	1880
			6,6 Watt	02:44:01.02	02:44:02.84	1820
			6,6 Watt	02:46:04.10	02:46:05.94	1840
			6,6 Watt	02:48:05.07	02:48:06.86	1790
Lampu LED Merk Ecolink 8 Watt	PZEM-004T	Arus	71 mA	02:50:06.13	02:50:08.23	2100
			72 mA	02:52:08.10	02:52:10.08	1980
			71 mA	02:54:10.03	02:54:11.77	1740
			72 mA	02:56:14.09	02:56:16.06	1970
			72 mA	02:58:11.04	02:58:13.18	2140
Lampu LED Merk Ecolink 8 Watt	PZEM-004T	Tegangan	211 V	03:00:02.12	03:00:04.22	2100
			212 V	03:02:07.10	03:02:08.86	1760
			212 V	03:04:03.02	03:04:04.90	1880
			211 V	03:06:06.06	03:06:08.16	2100
			213 V	03:08:04.03	03:08:06.13	2100
Lampu LED Merk Ecolink 8 Watt	PZEM-004T	Frekuensi	48,3 Hz	03:00:14.07	03:00:15.93	1860
			48,5 Hz	03:02:07.10	03:02:08.82	1720
			48,5 Hz	03:04:16.04	03:04:17.94	1900
			49,2 Hz	03:06:04.02	03:06:05.74	1720
			48,9 Hz	03:08:03.06	03:08:05.00	1940
	PZEM-004T	Faktor Daya	0,44	03:00:01.09	03:00:02.98	1890
			0,44	03:02:13.03	03:02:15.10	2070
			0,45	03:04:15.02	03:04:17.01	1990

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 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

Objek Uji	Nama Sensor	Jenis Besaran Pengujian	Nilai Besaran Sensor	Rekam Waktu Sensor di LCD (ESP32)	Rekam Waktu Monitoring SCADA	Selisih (ms)
LED 8 Watt	PZEM-004T	Faktor Daya	0,44	03:06:11.07	03:06:13.01	1940
			0,43	03:08:07.11	03:08:09.00	1890
Aliran Air	YF-B10	Kecepatan Aliran Air	0,73 m/s	03:10:13.09	03:10:14.87	1780
			0,71 m/s	03:12:09.03	03:12:11.13	2100
			0,70 m/s	03:14:19.10	03:14:21.13	2030
			0,68 m/s	03:16:24.09	03:16:25.87	1780
			0,73 m/s	03:18:02.07	03:18:03.83	1760
Air Dalam Pipa	YF-B10	Debit Air	22,0 L/min	03:20:21.04	03:20:22.88	1840
			22,2 L/min	03:22:31.02	03:22:32.89	1870
			22,1 L/min	03:24:09.05	03:24:10.91	1860
			22,2 L/min	03:26:32.08	03:26:34.08	2000
			22,2 L/min	03:28:10.12	03:28:11.84	1720
Rata-rata selisih (ms)					340,83	

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Lampiran 4. Pengujian Tambahan SCADA-ESP32 (Diambil Pada 21 Juni 2025)

Pengujian Kecepatan Respons Waktu LCD ESP32 Dalam Menerima Input Kontrol SCADA
(SCADA Input to LCD ESP32) Dengan Kekuatan Sinyal Wifi 4 Bar (Full)

Object Uji	Dari (SCADA)	Ke (LCD ESP32)	Rekam Waktu SCADA	Rekam Waktu ESP32	Selisih
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve</i> 30° (0°-30°)	Indikator Text <i>Motorize</i> <i>Valve Open</i>	10:00:02.09	10:00:04.30	2210
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve</i> 45° (30°-45°)	Di LCD ESP32 Panel	10:02:05.10	10:02:07.15	2050
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve</i> 60° (45°-60°)	Indikator Text <i>Motorize</i> <i>Valve Open</i>	10:04:10.14	10:04:12.08	1940
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve</i> 90° (60°-90°)	Di LCD ESP32 Panel	10:06:11.19	10:06:13.29	2100
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve</i> 60° (90°-60°)	Indikator Text <i>Motorize</i> <i>Valve Close</i>	10:08:08.13	10:08:10.28	2150
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve</i> 30° (45°-30°)	Di LCD ESP32 Panel	10:10:03.17	10:10:05.14	1970
LCD ESP32	PB MV 0° STOP (30°-0°)	Indikator Text <i>Motorize</i> <i>Valve Close</i>	10:12:09.22	10:12:011.11	1890
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve</i> 30° (0°-30°)	Di LCD ESP32 Panel	10:14:02.16	10:14:04.09	1930
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve</i> 45° (30°-45°)		10:16:10.06	10:16:12.96	1900

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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Object Uji	Dari (SCADA)	Ke (LCD ESP32)	Rekam Waktu SCADA	Rekam Waktu ESP32	Selisih
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 60°</i> (45°-60°)	Indikator Text <i>Motorize</i> <i>Valve Open</i>	10:18:05.12	10:18:07.08	1960
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 90°</i> (60°-90°)	Di LCD ESP32 Panel	10:20:03.16	10:20:05.24	2080
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 60°</i> (90°-60°)	Indikator Text <i>Motorize</i> <i>Valve Close</i>	10:22:08.07	10:22:10.20	2130
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 30°</i> (45°-30°)	Di LCD ESP32 Panel	10:24:03.20	10:24:05.02	1820
LCD ESP32	PB MV 0° STOP (30°-0°)		10:26:07.23	10:26:09.14	1910
Rata-rata selisih (ms)					2002,85

Pengujian Kecepatan Respons Waktu LCD ESP32 Dalam Menerima Input Kontrol SCADA
(SCADA Input to LCD ESP32) Dengan Kekuatan Sinyal Wifi 3 Bar

Object Uji	Dari (SCADA)	Ke (LCD ESP32)	Rekam Waktu SCADA	Rekam Waktu ESP32	Selisih
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 30°</i> (0°-30°)	Indikator Text <i>Motorize</i> <i>Valve Open</i>	10:30:09.11	10:30:11.34	2230
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 45°</i> (30°-45°)	Di LCD ESP32 Panel	10:32:03.08	10:32:05.29	2210
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 60°</i> (45°-60°)		10:34:08.20	10:34:10.35	2150

 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

Object Uji	Dari (SCADA)	Ke (LCD ESP32)	Rekam Waktu SCADA	Rekam Waktu ESP32	Selisih
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 90°</i> (60°-90°)	Indikator Text <i>Motorize</i> <i>Valve Open</i>	10:36:12.35	10:36:14.42	2070
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 60°</i> (90°-60°)	Indikator Text <i>Motorize</i> <i>Valve Close</i>	10:38:18.40	10:38:20.50	2100
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 30°</i> (45°-30°)	Di LCD ESP32 Panel	10:40:31.12	10:40:33.32	2200
LCD ESP32	PB MV 0° STOP (30°-0°)	Indikator Text <i>Motorize</i> <i>Valve Close</i>	10:42:10.11	10:42:12.16	2050
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 30°</i> (0°-30°)	Di LCD ESP32 Panel	10:44:12.19	10:44:14.29	2100
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 45°</i> (30°-45°)		10:46:17.24	10:46:19.40	2160
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 60°</i> (45°-60°)	Indikator Text <i>Motorize</i> <i>Valve Open</i>	10:48:19.10	10:48:21.30	2200
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 90°</i> (60°-90°)	Di LCD ESP32 Panel	10:50:07.13	10:50:09.28	2150
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 60°</i> (90°-60°)	Indikator Text <i>Motorize</i> <i>Valve Close</i>	10:52:09.11	10:52:11.31	2200
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 30°</i> (45°-30°)	Di LCD ESP32 Panel	10:54:03.21	10:54:05.41	2070

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

Object Uji	Dari (SCADA)	Ke (LCD ESP32)	Rekam Waktu SCADA	Rekam Waktu ESP32	Selisih
LCD ESP32	PB MV 0° STOP (30°-0°)	Indikator Text <i>Motorize Valve Close</i>	10:56:05.29	10:56:07.46	2170
Rata-rata selisih (ms)					2156,42

Pengujian Kecepatan Respons Waktu LCD ESP32 Dalam Menerima Input Kontrol SCADA
(SCADA Input to LCD ESP32) Dengan Kekuatan Sinyal Wifi 2 Bar

Object Uji	Dari (SCADA)	Ke (LCD ESP32)	Rekam Waktu SCADA	Rekam Waktu ESP32	Selisih
LCD ESP32	PB <i>Motorize Valve 30° (0°-30°)</i>	Indikator Text <i>Motorize Valve Open</i>	11:00:11.18	11:00:13.75	2570
LCD ESP32	PB <i>Motorize Valve 45° (30°-45°)</i>	Di LCD ESP32 Panel	11:02:17.23	11:02:19.99	2760
LCD ESP32	PB <i>Motorize Valve 60° (45°-60°)</i>	Indikator Text <i>Motorize Valve Open</i>	11:04:30.03	11:04:32.65	2620
LCD ESP32	PB <i>Motorize Valve 90° (60°-90°)</i>	Di LCD ESP32 Panel	11:06:42.10	11:06:44.69	2590
LCD ESP32	PB <i>Motorize Valve 60° (90°-60°)</i>	Indikator Text <i>Motorize Valve Close</i>	11:08:04.29	11:08:07.01	2720
LCD ESP32	PB <i>Motorize Valve 30° (45°-30°)</i>	Di LCD ESP32 Panel	11:10:09.12	11:10:11.81	2690
LCD ESP32	PB MV 0° STOP (30°-0°)	Indikator Text <i>Motorize Valve Close</i>	11:12:13.11	11:12:15.71	2600

© 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

Object Uji	Dari (SCADA)	Ke (LCD ESP32)	Rekam Waktu SCADA	Rekam Waktu ESP32	Selisih
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 30°</i> (0°-30°)	Indikator Text <i>Motorize</i> <i>Valve Open</i>	11:14:10.10	11:14:12.80	2700
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 45°</i> (30°-45°)	Di LCD ESP32 Panel	11:16:19.22	11:16:21.80	2580
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 60°</i> (45°-60°)	Indikator Text <i>Motorize</i> <i>Valve Open</i>	11:18:26.32	11:18:28.99	2670
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 90°</i> (60°-90°)	Di LCD ESP32 Panel	11:20:07.05	11:20:09.76	2710
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 60°</i> (90°-60°)	Indikator Text <i>Motorize</i> <i>Valve Close</i> Di LCD	11:22:02.02	11:22:04.70	2680
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 30°</i> (45°-30°)	ESP32 Panel	11:14:09.08	11:14:11.77	2690
LCD ESP32	PB MV 0° STOP (30°-0°)	Indikator Text <i>Motorize</i> <i>Valve Close</i>	11:16:05.21	11:16:07.97	2770
Rata-rata selisih (ms)					2667,85

Pengujian Kecepatan Respons Waktu LCD ESP32 Dalam Menerima Input Kontrol SCADA
(SCADA Input to LCD ESP32) Dengan Kekuatan Sinyal Wifi 1 Bar

Object Uji	Dari (SCADA)	Ke (LCD ESP32)	Rekam Waktu SCADA	Rekam Waktu ESP32	Selisih
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 30°</i> (0°-30°)	Indikator Text <i>Motorize</i> <i>Valve Open</i>	11:20:03.04	11:20:06.25	3210



© 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

Object Uji	Dari (SCADA)	Ke (LCD ESP32)	Rekam Waktu SCADA	Rekam Waktu ESP32	Selisih
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 45°</i> (30°-45°)	Indikator Text <i>Motorize</i> <i>Valve Open</i>	11:22:21.02	11:22:24.21	3190
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 60°</i> (45°-60°)	Di LCD ESP32 Panel	11:24:04.06	11:24:07.28	3220
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 90°</i> (60°-90°)	Indikator Text <i>Motorize</i> <i>Valve Open</i>	11:26:02.12	11:26:05.33	3210
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 60°</i> (90°-60°)	Indikator Text <i>Motorize</i> <i>Valve Close</i>	11:28:09.10	11:28:12.31	3210
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 30°</i> (45°-30°)	Di LCD ESP32 Panel	11:30:17.14	11:30:20.52	3380
LCD ESP32	PB MV 0° STOP (30°-0°)	Indikator Text <i>Motorize</i> <i>Valve Close</i>	11:32:12.18	11:32:15.48	3300
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 30°</i> (0°-30°)	Indikator Text <i>Motorize</i> <i>Valve Open</i>	11:34:10.19	11:34:13.47	3280
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 45°</i> (30°-45°)	Di LCD ESP32 Panel	11:36:29.16	11:36:32.51	3350
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 60°</i> (45°-60°)	Indikator Text <i>Motorize</i> <i>Valve Open</i>	11:38:16.42	11:38:19.73	3310
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve 90°</i> (60°-90°)	Di LCD ESP32 Panel	11:40:27.30	11:40:30.49	3190

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

Object Uji	Dari (SCADA)	Ke (LCD ESP32)	Rekam Waktu SCADA	Rekam Waktu ESP32	Selisih
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve</i> 60° (90°-60°)	Indikator Text <i>Motorize</i> <i>Valve Close</i> Di LCD	11:42:14.09	11:42:17.29	3200
LCD ESP32	PB <i>Motorize</i> <i>Valve</i> 30° (45°-30°)	ESP32 Panel	11:44:19.13	11:44:22.38	3250
LCD ESP32	PB MV 0° STOP (30°-0°)		11:46:15.10	11:46:18.40	3300
Rata-rata selisih (ms)					3257,14

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Lampiran 5. Pengujian Tambahan PLC-SCADA (Diambil Pada 21 Juni 2025)

Pengujian Respons Waktu SCADA Dalam Menerima Input Kontrol PLC (PLC Input to SCADA)
Dengan Kekuatan Sinyal Wifi 4 Bar (Full)

Object Uji	Dari (PLC)	Alamat PLC	Ke (SCADA)	Rekam Waktu PLC	Rekam Waktu SCADA	Selisih (ms)
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 30° Di Panel (0°-30°)	I0.1	Indikator MV <i>Open</i> SCADA	13:00:12.05	13:00:12.53	480
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 45° Di Panel (30°-45°)	I0.2	Indikator MV <i>Open</i> SCADA	13:02:19.03	13:02:19.54	510
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 60° Di Panel (45°-60°)	I0.3	Indikator MV <i>Open</i> SCADA	13:04:28.03	13:04:28.54	510
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 90° Di Panel (60°-90°)	I0.4	Indikator MV <i>Open</i> SCADA	13:06:31.02	13:06:31.50	480
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 60° Di Panel (90°-60°)	I0.3	Indikator MV <i>Close</i> SCADA	13:08:11.07	13:08:11.56	490
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 45° Di Panel (60°-45°)	I0.2	Indikator MV <i>Close</i> SCADA	13:10:13.09	13:10:13.60	510

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 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

Object Uji	Dari (PLC)	Alamat PLC	Ke (SCADA)	Rekam Waktu PLC	Rekam Waktu SCADA	Selisih (ms)
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 30° Di Panel (45°-30°)	I0.1	Indikator MV Close SCADA	13:12:02.06	13:12:02.57	510
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 0° Di Panel (30°-0°)	I0.0	Indikator MV Close SCADA	13:14:13.10	13:14:13.58	480
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 30° Di Panel (0°-30°)	I0.1	Indikator MV Open SCADA	13:16:10.10	13:16:10.58	480
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 45° Di Panel (30°-45°)	I0.2	Indikator MV Open SCADA	13:18:07.13	13:18:07.62	490
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 60° Di Panel (45°-60°)	I0.3	Indikator MV Open SCADA	13:20:04.14	13:20:04.66	520
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 90° Di Panel (60°-90°)	I0.4	Indikator MV Open SCADA	13:22:09.13	13:22:09.65	520
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 60° Di Panel (90°-60°)	I0.3	Indikator MV Close SCADA	13:24:13.15	13:24:13.64	490

© 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

Object Uji	Dari (PLC)	Alamat PLC	Ke (SCADA)	Rekam Waktu PLC	Rekam Waktu SCADA	Selisih (ms)
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 45° Di Panel (60°-45°)	I0.2	Indikator MV <i>Close</i> SCADA	13:26:19.10	13:26:19.62	520
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 30° Di Panel (45°-30°)	I0.1	Indikator MV <i>Close</i> SCADA	13:28:18.12	13:28:18.62	500
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 30° Di Panel (30°-0°)	I0.1	Indikator MV <i>Close</i> SCADA	13:30:15.11	13:30:15.59	480
Rata-rata selisih (ms)					498,12	

Pengujian Respons Waktu SCADA Dalam Menerima Input Kontrol PLC (PLC Input to SCADA)
Dengan Kekuatan Sinyal Wifi 3 Bar

Object Uji	Dari (PLC)	Alamat PLC	Ke (SCADA)	Rekam Waktu PLC	Rekam Waktu SCADA	Selisih (ms)
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 30° Di Panel (0°-30°)	I0.1	Indikator MV <i>Open</i> SCADA	13:40:16.02	13:40:16.10	480
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 45° Di Panel (30°-45°)	I0.2	Indikator MV <i>Open</i> SCADA	13:42:13.09	13:42:13.02	790

© 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

Object Uji	Dari (PLC)	Alamat PLC	Ke (SCADA)	Rekam Waktu PLC	Rekam Waktu SCADA	Selisih (ms)
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 60° Di Panel (45°-60°)	I0.3	Indikator MV Open SCADA	13:44:12.10	13:44:12.06	780
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 90° Di Panel (60°-90°)	I0.4	Indikator MV Open SCADA	13:46:11.04	13:46:11.12	820
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 60° Di Panel (90°-60°)	I0.3	Indikator MV Close SCADA	13:48:19.08	13:48:19.10	820
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 45° Di Panel (60°-45°)	I0.2	Indikator MV Close SCADA	13:50:27.07	13:50:27.14	780
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 30° Di Panel (45°-30°)	I0.1	Indikator MV Close SCADA	13:52:34.03	13:52:34.18	810
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 0° Di Panel (30°-0°)	I0.0	Indikator MV Close SCADA	13:54:20.13	13:54:20.19	820
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 30° Di Panel (0°-30°)	I0.1	Indikator MV Open SCADA	13:56:15.14	13:56:15.16	820

© 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

Object Uji	Dari (PLC)	Alamat PLC	Ke (SCADA)	Rekam Waktu PLC	Rekam Waktu SCADA	Selisih (ms)
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 45° Di Panel (30°-45°)	I0.2	Indikator MV Open SCADA	13:58:18.15	13:58:18.42	780
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 60° Di Panel (45°-60°)	I0.3	Indikator MV Open SCADA	14:00:12.10	14:00:12.30	780
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 90° Di Panel (60°-90°)	I0.4	Indikator MV Open SCADA	14:12:16.11	14:12:16.18	810
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 60° Di Panel (90°-60°)	I0.3	Indikator MV Close SCADA	14:14:28.16	14:14:28.19	800
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 45° Di Panel (60°-45°)	I0.2	Indikator MV Close SCADA	14:16:23.18	14:16:23.16	800
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 30° Di Panel (45°-30°)	I0.1	Indikator MV Close SCADA	14:18:21.14	14:18:21.42	790

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

Object Uji	Dari (PLC)	Alamat PLC	Ke (SCADA)	Rekam Waktu PLC	Rekam Waktu SCADA	Selisih (ms)
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 30° Di Panel (30°-0°)	I0.1	Indikator MV <i>Close</i> SCADA	14:20:10.10	14:20:10.30	810
Rata-rata selisih (ms)					780,62	

Pengujian Respons Waktu SCADA Dalam Menerima Input Kontrol PLC (PLC Input to SCADA)
Dengan Kekuatan Sinyal Wifi **2 Bar**

Object Uji	Dari (PLC)	Alamat PLC	Ke (SCADA)	Rekam Waktu PLC	Rekam Waktu SCADA	Selisih (ms)
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 30° Di Panel (0°-30°)	I0.1	Indikator MV <i>Open</i> SCADA	13:30:02.10	13:30:03.08	98
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 45° Di Panel (30°-45°)	I0.2	Indikator MV <i>Open</i> SCADA	13:32:15.17	13:32:16.21	104
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 60° Di Panel (45°-60°)	I0.3	Indikator MV <i>Open</i> SCADA	13:34:10.31	13:34:11.33	102
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 90° Di Panel (60°-90°)	I0.4	Indikator MV <i>Open</i> SCADA	13:36:25.21	13:36:26.20	99

© 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

Object Uji	Dari (PLC)	Alamat PLC	Ke (SCADA)	Rekam Waktu PLC	Rekam Waktu SCADA	Selisih (ms)
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 60° Di Panel (90°-60°)	I0.3	Indikator MV Close SCADA	13:38:39.10	13:38:40.10	100
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 45° Di Panel (60°-45°)	I0.2	Indikator MV Close SCADA	13:40:20.15	13:40:21.16	101
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 30° Di Panel (45°-30°)	I0.1	Indikator MV Close SCADA	13:42:12.07	13:42:13.08	101
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 0° Di Panel (30°-0°)	I0.0	Indikator MV Close SCADA	13:44:06.30	13:44:07.32	102
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 30° Di Panel (0°-30°)	I0.1	Indikator MV Open SCADA	13:46:05.26	13:46:06.27	101
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 45° Di Panel (30°-45°)	I0.2	Indikator MV Open SCADA	13:48:02.22	13:48:03.21	99
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 60° Di Panel (45°-60°)	I0.3	Indikator MV Open SCADA	14:50:09.18	14:50:10.22	104

© 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

Object Uji	Dari (PLC)	Alamat PLC	Ke (SCADA)	Rekam Waktu PLC	Rekam Waktu SCADA	Selisih (ms)
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 90° Di Panel (60°-90°)	I0.4	Indikator MV <i>Open</i> SCADA	14:52:17.12	14:52:18.17	105
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 60° Di Panel (90°-60°)	I0.3	Indikator MV <i>Close</i> SCADA	14:54:29.26	14:54:30.30	104
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 45° Di Panel (60°-45°)	I0.2	Indikator MV <i>Close</i> SCADA	14:56:21.12	14:56:22.16	104
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 30° Di Panel (45°-30°)	I0.1	Indikator MV <i>Close</i> SCADA	14:58:10.18	14:58:12.20	102
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 30° Di Panel (30°-0°)	I0.1	Indikator MV <i>Close</i> SCADA	15:00:12.10	15:00:11.13	103
Rata-rata selisih (ms)					101,12	

Pengujian Respons Waktu SCADA Dalam Menerima Input Kontrol PLC (PLC Input to SCADA)
Dengan Kekuatan Sinyal Wifi 1 Bar

Object Uji	Dari (PLC)	Alamat PLC	Ke (SCADA)	Rekam Waktu PLC	Rekam Waktu SCADA	Selisih (ms)
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 30° Di Panel (0°-30°)	I0.1	Indikator MV <i>Open</i> SCADA	15:10:09.17	15:10:10.23	106

© 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

Object Uji	Dari (PLC)	Alamat PLC	Ke (SCADA)	Rekam Waktu PLC	Rekam Waktu SCADA	Selisih (ms)
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 45° Di Panel (30°-45°)	I0.2	Indikator MV Open SCADA	15:02:23.10	15:02:24.15	105
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 60° Di Panel (45°-60°)	I0.3	Indikator MV Open SCADA	15:04:19.22	15:04:20.23	101
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 90° Di Panel (60°-90°)	I0.4	Indikator MV Open SCADA	15:06:11.30	15:06:12.31	101
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 60° Di Panel (90°-60°)	I0.3	Indikator MV Close SCADA	15:08:12.13	15:08:13.14	101
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 45° Di Panel (60°-45°)	I0.2	Indikator MV Close SCADA	15:10:13.18	15:10:14.17	99
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 30° Di Panel (45°-30°)	I0.1	Indikator MV Close SCADA	15:12:14.04	15:12:15.07	103
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 0° Di Panel (30°-0°)	I0.0	Indikator MV Close SCADA	15:14:10.05	15:14:11.10	105

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

Object Uji	Dari (PLC)	Alamat PLC	Ke (SCADA)	Rekam Waktu PLC	Rekam Waktu SCADA	Selisih (ms)
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 30° Di Panel (0°-30°)	I0.1	Indikator MV Open SCADA	15:16:11.14	15:16:12.19	105
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 45° Di Panel (30°-45°)	I0.2	Indikator MV Open SCADA	15:18:15.08	15:18:16.10	102
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 60° Di Panel (45°-60°)	I0.3	Indikator MV Open SCADA	15:20:17.09	15:20:18.13	104
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 90° Di Panel (60°-90°)	I0.4	Indikator MV Open SCADA	15:22:10.10	15:22:11.14	104
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 60° Di Panel (90°-60°)	I0.3	Indikator MV Close SCADA	15:24:11.22	15:24:12.27	105
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 45° Di Panel (60°-45°)	I0.2	Indikator MV Close SCADA	15:26:24.29	15:26:25.35	106
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 30° Di Panel (45°-30°)	I0.1	Indikator MV Close SCADA	15:28:31.31	15:28:32.37	106

 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

Object Uji	Dari (PLC)	Alamat PLC	Ke (SCADA)	Rekam Waktu PLC	Rekam Waktu SCADA	Selisih (ms)
<i>Motorize Valve</i>	PB MV 30° Di Panel (30°-0°)	I0.1	Indikator MV <i>Close</i> SCADA	15:30:30.14	15:30:31.16	102
Rata-rata selisih (ms)					1034,37	



Lampiran 6. Program SCADA



<https://bit.ly/PROGRAMSCADAPLTPH>

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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Lampiran 7. Program Ladder Diagram PLC



<https://bit.ly/PROGRAMPLCPLTPH>

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

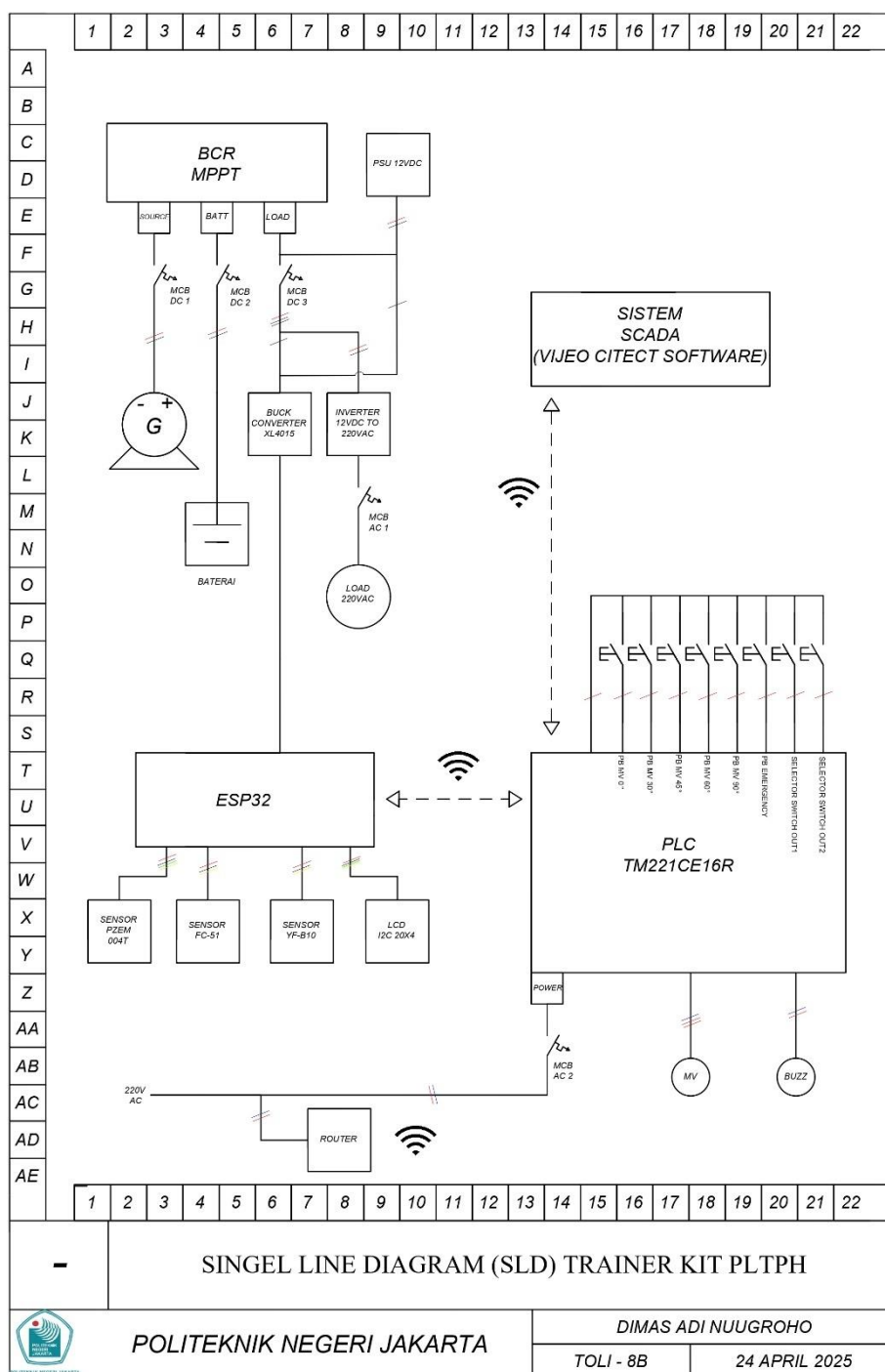
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



Lampiran 8. Singel Line Diagram (SLD) Alat

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



Lampiran 9. Poster Alat

PENGEMBANGAN MONITORING DAN KONTROL SCADA PADA TRAINER KIT PEMBANGKIT LISTRIK PICO HYDRO

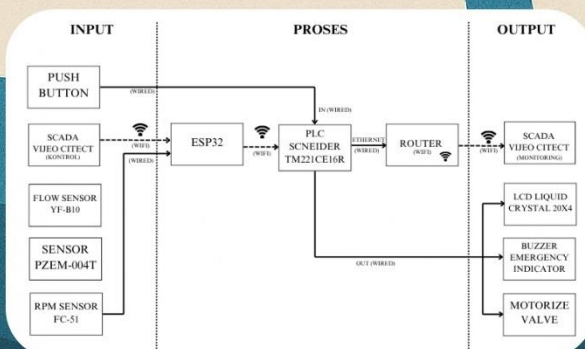
Latar Belakang :

Energi listrik merupakan kebutuhan vital yang terus meningkat di Indonesia dan dapat dipenuhi melalui pemanfaatan Energi Baru dan Terbarukan (EBT), seperti sumber daya air. EBT merupakan solusi tepat untuk daerah terpencil karena bersifat murah dan tersedia di lingkungan sekitar. Salah satu penerapannya adalah melalui Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro (PLTPH), yang memanfaatkan aliran sungai untuk menghasilkan listrik. Untuk menjaga kestabilan energi listrik akibat aliran air yang tidak stabil, digunakan motorized valve pada pipa penstock yang mengatur debit air dan kecepatan air sesuai beban, misalnya 90° saat full load dan 45° saat half load. Sistem ini dapat dimonitor dan dikontrol dengan mudah menggunakan SCADA yang terintegrasi dengan PLC-ESP32-Sensor, selanjutnya sistem ini dikembangkan menjadi trainer kit PLTPH sebagai media pembelajaran di laboratorium, yang dilengkapi kontrol dan monitoring berbasis SCADA.

Tujuan :

1. Untuk mengetahui cara mengotomatisasikan trainer kit pembangkit listrik tenaga pico hydro (PLTPH).
2. Untuk mengetahui cara mengendalikan tekanan air untuk mengatur putaran turbin dengan perubahan sudut bukaan motorize valve.
3. Untuk Mengetahui Integrasi antara Sensor-ESP32-PLC-SCADA dengan serial komunikasi modbus TCP/IP
4. Untuk mengetahui cara memonitor nilai sensor dan mengontrol MV pada traierkit PLTPH dengan sistem SCADA.

Diagram Blok :



Dibuat Oleh :

Dimas Adi Nugroho
NIM. 2103411004

Ashwin Imaduddin
NIM. 2103411017

Dosen Pembimbing :

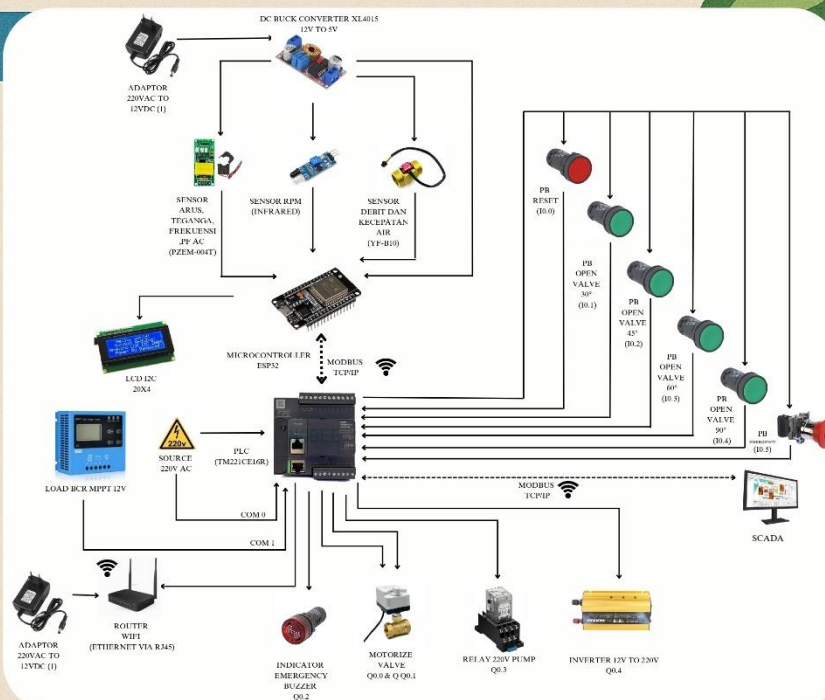
Arum Kusuma Wardhany, S.T., M.T.
NIP. 199107132020122013

Hatib Setiana, S.T., M.T.
NIP. 199204212022031007

- 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 mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

PENGEMBANGAN MONITORING DAN KONTROL SCADA PADA TRAINER KIT PEMBANGKIT LISTRIK PICO HYDRO

Diagram Arsitektur



Cara Kerja :

Cara kerja alat dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu Input, Proses, dan Output. Pada bagian Input, terdapat sensor besaran listrik PZEM-004T, sensor aliran air & debit air YF-B10, MMPT, dan push button. Data dari sensor-sensor tersebut diterima oleh mikrokontroler ESP32, kemudian memproses informasi tersebut menggunakan bahasa pemrograman C++ sebelum diteruskan ke PLC menggunakan serial komunikasi TCP/IP modbus untuk di proses menggunakan bahasa pemrograman ladder diagram. Setelah PLC memproses data sensor dari mikrokontroler ESP32 menjadi sebuah data inputan, lalu data tersebut diteruskan pada sistem SCADA. Sistem ini berfungsi sebagai antarmuka/interface yang memudahkan pengguna dalam memonitor dan mengontrol sistem. Begitu pula sebaliknya, Selain mengirim data sensor, Mikrokontroler ESP32 juga bertugas untuk memberikan output monitor pada layar LCD liquidcrystal I2C sebagai interface di trainer kit (berupa monitoring sudut Motorize Valve). Untuk mengatur sudut bukaan Motorize Valve, terdapat 3 mode, yaitu PLC, Dual, dan SCADA, mode ini dapat diatur di panel trainer kit (plant), menggunakan selector switch, pada mode manual input dapat menggunakan push button yang ada di pintu panel, sedangkan pada mode SCADA input dapat menggunakan push button yang ada di interface SCADA, kedua mode ini tidak dapat berjalan secara bersamaan. Dalam keadaan darurat, sistem dapat menghentikan kinerja sistem secara total dengan 2 cara (tidak tergantung oleh mode) yaitu dengan menekan emergency push button yang ada di panel, atau menekan emergency push button yang ada di interface SCADA. .

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 10. 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

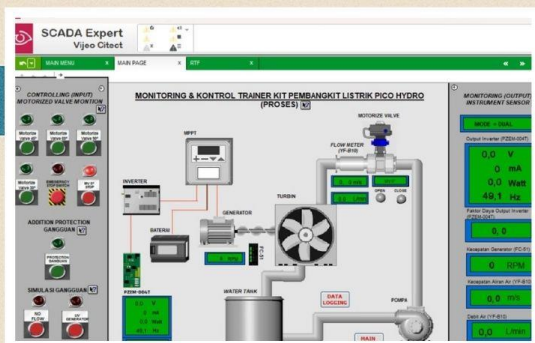


Hak Cipta :

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 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 mengemukakan 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)

