



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



Implementasi Proteksi *Overcurrent* dan *Ground fault* Terintegrasi dengan *Monitoring Real-time* pada Distribusi DC Multitegangan

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**Husnil Abadi
2203411009**

PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMASI LISTRIK INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



**Implementasi Proteksi *Overcurrent* dan *Ground fault* Terintegrasi
dengan *Monitoring Real-time* pada Distribusi DC Multitegangan**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Diploma Empat**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Husnil Abadi

2203411009

PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMASI LISTRIK INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Husnil Abadi
NIM : 2203411009
Tanda Tangan :

Tanggal : 10 Juli 2026

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

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama : Husnil Abadi

NIM : 2203411009

Program Studi : Teknik Otomasi Listrik Industri

Judul Tugas Akhir : Implementasi Proteksi *Overcurrent* dan *Ground fault*
Terintegrasi dengan *Monitoring Real-time* pada Distribusi
DC Multitegangan

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 29 Juni 2026 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I : Ajeng Bening Kusumaningtyas S.S.T., M.Tr.T. ()
199405202020122017

Pembimbing II : Ir.Danang Widjajanto,M.T.,M.Kom ()
196609012000121001

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 16 Juli 2026

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr., Murie Dwiyaniti, 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 syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul "*Implementasi Proteksi Overcurrent dan Ground fault Terintegrasi dengan Monitoring Real-time pada Distribusi DC Multitegangan*" ini dengan baik. Penulisan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknik Otomasi Listrik Industri, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, penyusunan Skripsi ini tidak akan dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang tulus kepada:

1. Ibu Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta.
2. Ibu Dezetty Monika, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Otomasi Listrik Industri.
3. Ibu Ajeng Bening Kusumaningtyas, S.S.T., M.Tr.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan arahan selama penyusunan Skripsi ini.
4. Bapak Ir. Danang Widjajanto, M.T., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan arahan selama penyusunan Skripsi ini.
5. Bapak Joko Mandoyo S.M., M.M. selaku kepala divisi *Quality Control Protection & Automation (QC PA)* PT Siemens Indonesia, yang telah memberikan kesempatan dan pembelajaran pada penelitian ini.
6. Bapak Ari Sulistiono A.Md.T, Andrea Menati A.Md.T, dan Bambang Yogo Marpaung S.T selaku mentor di divisi QC PA yang telah memberikan bimbingan, saran, dan dukungan atas penelitian dan tugas akhir ini di PT Siemens Indonesia.
7. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu dan dukungan selama masa perkuliahan.
8. Keluarga tercinta, khususnya orang tua, yang senantiasa memberikan dukungan moral, doa, dan kasih sayang yang tiada henti dalam setiap langkah penulis.
9. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknik Otomasi Listrik Industri angkatan 2022 atas kerja sama, semangat, dan dukungannya selama proses perkuliahan hingga penyusunan Skripsi ini.
10. Serta seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu dalam kelancaran penyusunan Skripsi ini.



© 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

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak. Semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 10 Juli 2026

Husnil Abadi





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

ABSTRAK

Sistem distribusi DC multitegangan pada proses *Quality Control* (QC) dan *Factory Acceptance Test* (FAT) panel kontrol industri memerlukan sistem proteksi dan monitoring yang andal untuk menjamin keamanan dan keberlangsungan operasi. Penelitian ini mengimplementasikan sistem proteksi *overcurrent* dan *ground fault* yang terintegrasi dengan *monitoring real-time* pada distribusi DC multitegangan 48 VDC, 110 VDC, dan 220 VDC berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem dirancang menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama yang menjalankan seluruh logika proteksi secara lokal, sensor voltage divider untuk pengukuran tegangan, sensor ACS758 untuk pengukuran arus, dan insulation tester IR-425 Bender untuk deteksi *ground fault*. Data monitoring dikirimkan melalui protokol MQTT ke Node-RED dan divisualisasikan pada dashboard FUXA, serta disimpan pada database SQLite. Hasil kalibrasi sensor tegangan menunjukkan error rata-rata di bawah 1% pada ketiga jalur, sedangkan sensor arus ACS758 menghasilkan error rata-rata 3,20%. Sistem berhasil mendeteksi kondisi *overvoltage fault* pada jalur 110 VDC dan *overvoltage warning* pada jalur 220 VDC secara real, serta memverifikasi kondisi undervoltage melalui penyesuaian *threshold*. Proteksi *overcurrent* memiliki waktu respon lokal sebesar 312 ms yang terdiri dari delay proteksi 300 ms dan waktu pemrosesan ESP32 rata-rata 12 ms. Fungsi *recloser* berhasil memulihkan sistem secara otomatis dengan delay 5 detik, dan lockout aktif setelah 3 kali trip berturut-turut. Sistem monitoring *real-time* mencapai rata-rata response time 293,7 ms untuk pengiriman data ke FUXA dan 23,0 ms untuk penyimpanan ke SQLite. Fitur *event logging* serta ekspor data dalam format XLSX dan PDF telah berfungsi sebagai platform dokumentasi histori gangguan sistem.

Kata Kunci: Distribusi DC Multitegangan, Ground fault, Internet of Things, Monitoring Real-time, Proteksi Overcurrent

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

ABSTRACT

The multi-voltage DC distribution system used in Quality Control (QC) and Factory Acceptance Test (FAT) processes for industrial control panels requires a reliable protection and monitoring system to ensure operational safety and continuity. This study implements an overcurrent and ground fault protection system integrated with real-time monitoring on a multi-voltage DC distribution system of 48 VDC, 110 VDC, and 220 VDC based on Internet of Things (IoT). The system was designed using an ESP32 microcontroller as the main controller that executes all protection logic locally, a voltage divider sensor for voltage measurement, an ACS758 sensor for current measurement, and an IR-425 Bender insulation tester for ground fault detection. Monitoring data is transmitted via the MQTT protocol to Node-RED and visualized on the FUXA dashboard, while being stored in an SQLite database. Voltage sensor calibration results showed an average error below 1% across all three channels, while the ACS758 current sensor achieved an average error of 3.20%. The system successfully detected overvoltage fault on the 110 VDC channel and overvoltage warning on the 220 VDC channel in real conditions, as well as verifying undervoltage conditions through threshold adjustment. The overcurrent protection achieved a local response time of 312 ms, consisting of a 300 ms protection delay and an average ESP32 processing time of 12 ms. The recloser function successfully restored the system automatically with a 5-second delay, and lockout was activated after 3 consecutive trips. The real-time monitoring system achieved an average response time of 293.7 ms for data transmission to FUXA and 23.0 ms for SQLite storage. Event logging and data export features in XLSX and PDF formats have functioned effectively as a documentation platform for system Fault history.

Keywords: Multi-Voltage DC Distribution, Ground fault, Internet of Things, Real-time Monitoring, Overcurrent Protection



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

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Luaran	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Kajian Teori Yang Relevan.....	6
2.2.1 Sistem Distribusi DC	6
2.2.2 Sistem Proteksi Listrik	7
2.2.3 <i>Overcurrent</i> pada Sistem DC	8
2.2.4 <i>Ground fault</i> pada Sistem DC	9
2.2.5 <i>Insulation Monitoring Device</i> (IMD).....	11
2.2.6 Sistem <i>Monitoring</i> Berbasis IoT	12
2.2.7 <i>Internet of Things</i> (IoT).....	13
2.2.8 Sistem Komunikasi Data (MQTT).....	13
2.2.9 Human Machine Interface (HMI)	14
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....	16
3.1 Rancangan Alat	16
3.1.1 Deskripsi Alat.....	16
3.1.2 Cara Kerja Alat.....	17
3.1.3 Spesifikasi alat	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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.1.4	Diagram Blok	22
3.1.5	Diagram Alir Sistem.....	22
3.1.6	Diagram Alir IoT.....	23
3.1.7	Desain Penelitian.....	24
3.1.8	Desain Sistem.....	25
3.1.9	Desain Perancangan Alat	26
3.1.10	Diagram Pengawatan	27
3.2	Realisasi Alat	28
3.2.1	Konfigurasi ESP32.....	28
3.2.2	Konfigurasi MQTT <i>Broker</i>	30
3.2.3	Konfigurasi FUXA.....	32
3.2.4	Konfigurasi <i>Node-RED</i>	37
BAB IV PEMBAHASAN.....		50
4.1	Pengujian Kalibrasi Sensor	50
4.1.1	Deskripsi Pengujian	50
4.1.2	Prosedur Pengujian	50
4.1.3	Hasil Kalibrasi Sensor Tegangan	51
4.1.4	Hasil Kalibrasi Sensor Arus	53
4.1.5	Analisis Hasil Kalibrasi	56
4.2	Pengujian <i>Monitoring</i> Tegangan dan Arus DC Multitegangan.....	57
4.2.1	Deskripsi Pengujian	57
4.2.2	Prosedur Pengujian	57
4.2.3	Hasil <i>Monitoring</i> Sistem 48 VDC.....	58
4.2.4	Hasil <i>Monitoring</i> Sistem 110 VDC.....	59
4.2.5	Hasil <i>Monitoring</i> Sistem 220 VDC.....	60
4.2.6	Analisis <i>Monitoring</i> Tegangan.....	60
4.3	Pengujian <i>Overvoltage</i> dan <i>Undervoltage</i>	60
4.3.1	Deskripsi Pengujian	60
4.3.2	Prosedur Pengujian	61
4.3.3	Hasil Pengujian <i>Undervoltage Warning</i>	61
4.3.4	Hasil Pengujian <i>Undervoltage Fault</i>	62
4.3.5	Hasil Pengujian <i>Overvoltage Warning</i>	63
4.3.6	Hasil Pengujian <i>Overvoltage Fault</i>	63
4.3.7	Analisis Pengujian Tegangan	64



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

4.4	Pengujian <i>Overcurrent</i>	64
4.4.1	Deskripsi Pengujian	64
4.4.2	Prosedur Pengujian	64
4.4.3	Hasil Pengujian <i>Warning Overcurrent</i>	65
4.4.4	Hasil Pengujian <i>Fault Overcurrent</i>	65
4.4.5	Analisis Pengujian <i>Overcurrent</i>	66
4.5	Pengujian <i>Ground fault</i>	67
4.5.1	Deskripsi Pengujian	67
4.5.2	Prosedur Pengujian	67
4.5.3	Hasil Pengujian Status	68
4.5.4	Analisis Pengujian <i>Ground fault</i>	70
4.6	Pengujian <i>Recloser</i> dan <i>Lockout</i>	71
4.6.1	Deskripsi Pengujian	71
4.6.2	Prosedur Pengujian	71
4.6.3	Proses Pengujian	72
4.6.4	Hasil Pengujian <i>Reclose</i>	72
4.6.5	Hasil Pengujian <i>Lockout</i>	73
4.6.6	Analisis Pengujian <i>Recloser</i> dan <i>Lockout</i>	73
4.7	Pengujian <i>Response time Monitoring Real-time</i>	73
4.7.1	Deskripsi Pengujian	73
4.7.2	Prosedur Pengujian	73
4.7.3	Hasil Pengujian <i>Response time</i> MQTT	74
4.7.4	Hasil Pengujian Penyimpanan Data SQLite	74
4.7.5	Analisis <i>Monitoring Real-time</i>	75
4.8	Implementasi Fitur Sistem	75
4.8.1	<i>Event logging</i> dan Historian	75
4.8.2	Filter Tanggal Data Historian	75
4.8.3	Ekspor Data <i>Monitoring</i>	76
4.8.4	Analisis Implementasi Fitur Sistem	78
BAB V	PENUTUP	79
5.1	Kesimpulan	79
5.2	Saran	80
DAFTAR	PUSTAKA	81
LAMPIRAN		83

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Karakteristik Tegangan pada Sistem Distribusi DC.....	6
Gambar 2. 2 Insulation Monitoring Device (IMD) Bender IR-425	11
Gambar 2. 3 Konfigurasi Sistem IT (Isolated Terra) dengan IMD	11
Gambar 2. 4 Message Queuing Telemetry Transport (MQTT).....	13
Gambar 2. 5 Human Machine Interface (HMI)	14
Gambar 3. 1 Diagram Blok	22
Gambar 3. 2 Diagram Alir Sistem.....	23
Gambar 3. 3 Diagram Alir IoT	24
Gambar 3. 4 Desain Penelitian.....	25
Gambar 3. 5 Desain Sistem.....	25
Gambar 3. 6 Desain Perancangan Alat.....	26
Gambar 3. 7 Diagram Pengawatan Sistem Kontrol Tampak Keseluruhan	27
Gambar 3. 8 Diagram Pengawatan ESP32 dan Sensor	27
Gambar 3. 9 Panel Monitoring dan Proteksi.....	28
Gambar 3. 10 Konfigurasi Menggunakan Arduino IDE	30
Gambar 3. 11 Konfigurasi Broker dan Port MQTT	31
Gambar 3. 12 Konfigurasi Koneksi MQTT	31
Gambar 3. 13 konfigurasi MQTT Broker pada ESP32 Menggunakan Arduino IDE	32
Gambar 3. 14 Perintah Menjalankan FUXA.....	32
Gambar 3. 15 FUXA Berhasil Dijalankan	32
Gambar 3. 16 View Dashboard FUXA	33
Gambar 3. 17 Pembuatan View Dashboard FUXA	33
Gambar 3. 18 Halaman Setup	34
Gambar 3. 19 Connections Property	34
Gambar 3. 20 Broker Topics Pada FUXA.....	35
Gambar 3. 21 Broker Topics Raw	35
Gambar 3. 22 Broker Topics JSON.....	35
Gambar 3. 23 Pembuatan Tag Pada FUXA.....	36
Gambar 3. 24 Setting Alarm Fault	37
Gambar 3. 25 Setting Alarm Warning.....	37
Gambar 3. 26 Konfigurasi MQTT Subscriber pada Node-RED.....	38
Gambar 3. 27 Pengaturan Topic dan QoS 0 MQTT Subscriber.....	39
Gambar 3. 28 Pengaturan Topic dan QoS 1 MQTT Subscriber.....	39
Gambar 3. 29 Node MQTT Output.....	40
Gambar 3. 30 Node Function Range Status	41
Gambar 3. 31 Node MQTT Output Status Sistem	41
Gambar 3. 32 Flow Pengolahan Indikasi Dan Prioritas Alarm.....	42



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

Gambar 3. 33 Flow Sistem Relay Untuk Insulation Tester.....	43
Gambar 3. 34 Node Function Delay Interlock Untuk Insulation Tester	43
Gambar 3. 35 Konfigurasi SQLite	44
Gambar 3. 36 Database SQLite.....	44
Gambar 3. 37 Flow Database Monitoring Monitoring Real Time	45
Gambar 3. 38 Node Inject Untuk Reset Monitoring Real Time	45
Gambar 3. 39 Flow Monitoring AVG 1 Jam	46
Gambar 3. 40 Node Inject Untuk Reset Monitoring AVG 1 Jam.....	47
Gambar 3. 41 Node HTTP In	48
Gambar 3. 42 Flow Ekspor Database.....	48
Gambar 3. 43 View Ekspor Format XLSX	49
Gambar 3. 44 View Ekspor Format PDF	49
Gambar 4. 1 Proses Kalibrasi Sensor Voltage divider 48 VDC	51
Gambar 4. 2 Proses Kalibrasi Sensor Voltage divider 110 VDC	52
Gambar 4. 3 Proses Kalibrasi Sensor Voltage divider 220 VDC	53
Gambar 4. 4 Proses Kalibrasi Sensor ACS758 48 VDC Menggunakan Omicron Compano 100	54
Gambar 4. 5 Proses Kalibrasi Sensor ACS758 110 VDC	55
Gambar 4. 6 Proses Kalibrasi Sensor ACS758 220 VDC Menggunakan Omicron Compano 100	56
Gambar 4. 7 Grafik Monitoring Tegangan 48 VDC	58
Gambar 4. 8 Grafik Monitoring Tegangan 110 VDC.....	59
Gambar 4. 9 Grafik Monitoring Arus 110 VDC	59
Gambar 4. 10 Grafik Monitoring Tegangan 220 VDC	60
Gambar 4. 11 Simulasi Undervoltage Warning.....	62
Gambar 4. 12 Simulasi Undervoltage Fault.....	62
Gambar 4. 13 Overvoltage Warning	63
Gambar 4. 14 Overvoltage Fault.....	63
Gambar 4. 15 Simulasi Overcurrent Warning.....	65
Gambar 4. 16 Simulasi Overcurrent Fault	66
Gambar 4. 17 Nilai Resitansi Pada Isometer IR-425	69
Gambar 4. 18 Status Insulation Tester	69
Gambar 4. 19 Nilai Resitansi Pada Isometer IR-425 Saat Simulasi Gangguan....	70
Gambar 4. 20 Simulasi gangguan overcurrent.....	72
Gambar 4. 21 Event logging dan Historian.....	75
Gambar 4. 22 Tampilan Filter Tanggal pada Dashboard FUXA.....	76
Gambar 4. 23 Tampilan Fitur Ekspor Data pada Dashboard FUXA	77
Gambar 4. 24 Hasil Ekspor Data Format PDF	77
Gambar 4. 25 Hasil Ekspor Data Format XLSX.....	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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat.....	19
Tabel 3. 2 Library ESP32	29
Tabel 3. 3 Komunikasi MQTT	31
Tabel 4. 1 Hasil Kalibrasi Sensor Voltage divider 48 VDC	51
Tabel 4. 2 Hasil Kalibrasi Sensor Voltage divider 110 VDC	52
Tabel 4. 3 Hasil Kalibrasi Sensor Voltage divider 220 VDC	53
Tabel 4. 4 Hasil Kalibrasi Sensor ACS758 48 VDC	54
Tabel 4. 5 Hasil Kalibrasi Sensor ACS758 110 VDC	55
Tabel 4. 6 Hasil Kalibrasi Sensor ACS758 220 VDC	56
Tabel 4. 7 Batas Toleransi Tegangan.....	61
Tabel 4. 8 Pengujian Isometer IR-425.....	68
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Reclose.....	72
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Lockout	73
Tabel 4. 11 Pengujian Response time MQTT RTT	74
Tabel 4. 12 Pengujian Response time SQLite.....	74
Tabel 4. 13 Ringkasan Pemenuhan Fungsi Sistem.....	78

**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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam sistem ketenagalistrikan, distribusi arus searah (DC) memiliki peran penting terutama pada sistem kontrol, proteksi, dan peralatan elektronika industri. Sistem distribusi DC banyak digunakan karena memiliki kestabilan tegangan yang lebih baik serta tidak dipengaruhi oleh frekuensi seperti pada sistem AC, sehingga lebih andal untuk menyuplai peralatan sensitif. Pada aplikasi industri, distribusi DC umum digunakan pada panel kontrol, relay proteksi, serta panel pengujian seperti *Factory Acceptance Test (FAT)*, yang biasanya menyediakan beberapa level tegangan seperti 48 V, 110 V, dan 220 V untuk mendukung kebutuhan operasional peralatan (Malafeev & Malafeev, 2023; Zhang et al., 2024).

Selain gangguan *overcurrent*, sistem distribusi DC pada penelitian ini menggunakan konfigurasi *isolated* (IT system), di mana konduktor DC tidak terhubung langsung ke *ground* dalam kondisi *normal*. Meskipun demikian, sistem tetap memiliki titik *ground* referensi pada panel, sehingga apabila terjadi kegagalan isolasi, arus dapat bocor dari konduktor ke *ground* melalui titik tersebut inilah yang disebut *ground fault*. Pada proses *Quality Control (QC)* dan *Factory Acceptance Test (FAT)*, panel yang baru selesai dirakit masih memiliki kemungkinan terjadi kesalahan wiring atau kabel yang tidak sengaja bersentuhan dengan bagian *ground* panel, sehingga pemeriksaan kondisi isolasi menjadi tahapan penting sebelum panel dinyatakan layak beroperasi.

Berbeda dengan sistem AC yang umumnya menggunakan *Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB)* atau *Residual Current Device (RCD)* untuk mendeteksi arus bocor ke tanah, pada sistem DC deteksi *ground fault* tidak dapat mengandalkan metode tersebut secara langsung karena karakteristik arus searah tidak memiliki fenomena *zero-crossing*, sehingga umumnya digunakan metode pemantauan resistansi isolasi menggunakan *Insulation Monitoring Device (IMD)*. Pada sistem DC, *ground fault* dapat menyebabkan ketidakseimbangan tegangan, mempercepat degradasi isolasi, serta mengganggu kinerja sistem kontrol dan proteksi sehingga diperlukan metode deteksi yang tepat untuk mengidentifikasi gangguan tersebut. (Bhattacharjee & Gayen, 2025; Malafeev & Malafeev, 2023; Zhang et al., 2024).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan sistem *monitoring* yang mampu memantau kondisi tegangan dan arus secara *real-time*. *Monitoring* ini penting untuk mendeteksi gangguan sejak dini sehingga dapat dilakukan tindakan penanganan secara cepat dan tepat.



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

Selain itu, pencatatan histori gangguan (*event logging*) diperlukan sebagai dokumentasi kondisi sistem, analisis gangguan, serta evaluasi keandalan distribusi DC. Dalam praktik industri, khususnya pada proses pengujian panel kontrol proteksi dan otomasi (Relay Control Panel/RCP) melalui QC dan FAT, panel yang diuji disuplai oleh panel distribusi utama berbasis DC. Oleh karena itu, *monitoring* pada panel utama menjadi penting untuk memastikan kondisi sumber suplai tetap *normal* sehingga gangguan seperti *overcurrent* maupun *ground fault* tidak mempengaruhi hasil pengujian. Dengan perkembangan teknologi, sistem *monitoring* berbasis *Internet of Things* (IoT) memungkinkan pengawasan dilakukan secara jarak jauh dan *real-time*, sehingga meningkatkan efektivitas sistem proteksi serta kemudahan dalam pengambilan keputusan (Chen et al., 2024; Jabbar et al., 2021; Muliadi et al., 2025; Mulyawan et al., 2023; Rizal Nugroho et al., 2025; Uzougbo et al., 2024).

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem proteksi maupun *monitoring* berbasis IoT untuk meningkatkan keandalan sistem tenaga listrik. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada sistem distribusi AC atau hanya mengimplementasikan satu fungsi saja, seperti *monitoring* atau proteksi secara terpisah. Selain itu, sistem *monitoring* yang ada umumnya belum terintegrasi secara menyeluruh dengan sistem proteksi serta belum dilengkapi dengan fitur pencatatan histori gangguan secara otomatis sehingga kemampuan deteksi dan analisis gangguan masih terbatas (Muliadi et al., 2025; Rizal Nugroho et al., 2025). Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat kebutuhan untuk mengembangkan sistem yang terintegrasi pada distribusi DC multitegangan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, pada penelitian ini dilakukan implementasi sistem proteksi *overcurrent*, deteksi *ground fault*, *monitoring* tegangan dan arus secara *real-time*, serta *event logging* berbasis IoT pada sistem distribusi DC multitegangan (48 V, 110 V, dan 220 V). Sistem yang dirancang diharapkan mampu meningkatkan keandalan, keamanan, serta mempermudah proses *monitoring* pada panel distribusi DC, khususnya sebagai sumber suplai dalam pengujian panel kontrol dan proteksi.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan pada skripsi ini adalah:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem proteksi untuk mendeteksi gangguan *overcurrent* dan *ground fault* pada distribusi DC multitegangan (48 VDC, 110 VDC, dan 220 VDC)?
2. Bagaimana mengimplementasikan *monitoring* tegangan dan arus secara *real-time* serta pencatatan histori gangguan (*event logging*) pada distribusi DC multitegangan?



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

3. Bagaimana melakukan evaluasi kinerja sistem proteksi dan *monitoring* yang telah dirancang pada sistem distribusi DC multitegangan (48 V, 110 V dan 220 V)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari skripsi ini adalah:

1. Merancang dan mengimplementasikan proteksi *overcurrent* dan *ground fault* pada distribusi DC multitegangan.
2. Mengimplementasikan *monitoring* tegangan dan arus secara *real-time* serta pencatatan histori gangguan (*event logging*) pada distribusi DC multitegangan.
3. Mengevaluasi kinerja proteksi dan *monitoring* pada distribusi DC multitegangan.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan terfokus pada tujuan utama, maka ditetapkan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Sistem *monitoring* dan proteksi yang dirancang hanya mencakup jalur distribusi DC multitegangan, yaitu 48 VDC, 110 VDC, dan 220 VDC. Sistem distribusi AC tidak menjadi fokus pembahasan pada penelitian ini.
2. Sensor arus yang digunakan adalah ACS758 dengan prinsip efek Hall. Deteksi *ground fault* tidak dilakukan melalui metode selisih arus sensor ACS758 karena keterbatasan resolusi sensor terhadap arus bocor yang sangat kecil, melainkan menggunakan status keluaran insulation tester IR-425 Bender.
3. Seluruh logika proteksi sistem, meliputi deteksi *overcurrent*, *ground fault*, *recloser*, dan *lockout*, dijalankan sepenuhnya oleh ESP32 secara lokal. Platform Node-RED dan *dashboard* FUXA hanya berfungsi sebagai sistem *monitoring* dan visualisasi kejadian, bukan sebagai perangkat pengambil keputusan proteksi.

1.5 Luaran

Penulisan skripsi ini memiliki luaran sebagai berikut:

1. Realisasi sistem proteksi *overcurrent*, deteksi *ground fault*, *monitoring* tegangan dan arus secara *real-time*, serta *event logging* pada sistem distribusi DC multitegangan (48 VDC, 110 VDC, dan 220 VDC).
2. Sebagai bahan referensi bagi mahasiswa teknik elektro dalam penelitian atau kajian lain yang berkaitan dengan sistem proteksi dan *monitoring* distribusi tenaga listrik.
3. Laporan skripsi mengenai implementasi dan evaluasi proteksi *overcurrent*, *ground fault*, serta *monitoring* tegangan pada sistem distribusi DC.



© 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

4. Artikel ilmiah yang akan dipublikasikan atau dipresentasikan pada seminar atau jurnal ilmiah di bidang teknik elektro.



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

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem proteksi *overcurrent* dan *ground fault* yang terintegrasi dengan *monitoring real-time* pada distribusi DC multitegangan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem *monitoring* tegangan berbasis sensor *voltage divider* berhasil diimplementasikan pada jalur distribusi 48 VDC, 110 VDC, dan 220 VDC dengan nilai error rata-rata di bawah 1% pada ketiga jalur, yaitu 0,164% untuk 48 VDC, 0,178% untuk 110 VDC, dan 0,176% untuk 220 VDC. Kalibrasi sensor arus ACS758 pada jalur 110 VDC menggunakan Fluke 365 Clamp Meter menghasilkan error rata-rata 3,20%, sedangkan pada jalur 48 VDC dan 220 VDC dilakukan dengan injeksi arus menggunakan Omicron Compano 100 karena tidak terdapat beban aktif pada kedua jalur tersebut saat pengujian. Seluruh sensor dinyatakan layak digunakan pada sistem *monitoring* distribusi DC multitegangan.
2. Sistem deteksi kondisi tegangan *abnormal* berhasil mendeteksi *overvoltage fault* pada jalur 110 VDC dengan tegangan terbaca 123,29 VDC dan *overvoltage warning* pada jalur 220 VDC dengan tegangan terbaca 233,84 VDC secara real tanpa simulasi tambahan. Kondisi *undervoltage warning* dan *fault* diverifikasi melalui penyesuaian *threshold* sementara pada konfigurasi alarm FUXA. Sistem memberikan respon alarm secara *real-time* melalui notifikasi *dashboard* FUXA dan aktivasi buzzer sesuai tingkat keparahan gangguan.
3. Fungsi proteksi *overcurrent* berhasil diverifikasi dengan respon sistem berupa aktivasi alarm *warning*, pemutusan kontaktor pada kondisi *fault*, dan aktivasi buzzer. Waktu respon proteksi lokal terdiri dari delay proteksi 300 ms untuk menghindari trip palsu akibat fluktuasi sesaat ditambah waktu pemrosesan ESP32 rata-rata 12 ms, sehingga total waktu respon proteksi lokal adalah sekitar 312 ms. Fungsi *recloser* berhasil memulihkan sistem secara otomatis dengan delay 5 detik apabila gangguan bersifat sementara, dan fungsi *lockout* aktif setelah 3 kali trip berturut-turut untuk mencegah percobaan *reclose* pada gangguan permanen.
4. Deteksi *ground fault* berhasil diimplementasikan menggunakan insulation tester IR-425 Bender yang dikonfigurasi dengan *threshold warning* sebesar 47 k Ω dan *fault* sebesar 23 k Ω . Pengujian dilakukan dengan menghubungkan resistor antara line dan *ground* sehingga nilai resistansi isolasi menurun secara bertahap.



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

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi perubahan status *normal*, *warning*, dan *fault* sesuai konfigurasi IR-425 serta menampilkan status tersebut pada *dashboard* FUXA dan mengaktifkan respon proteksi sesuai logika sistem.

5. Sistem *monitoring real-time* berbasis ESP32, MQTT, *Node-RED*, FUXA, dan SQLite berhasil diimplementasikan dengan rata-rata *response time* 293,7 ms. Selain mendukung *event logging* dan ekspor data dalam format XLSX dan PDF, selain itu sistem juga telah dilengkapi fitur filter histori berdasarkan parameter, tanggal, dan waktu sehingga proses penelusuran data *monitoring* menjadi lebih cepat dan efisien.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk pengembangan selanjutnya:

1. Pengembangan selanjutnya dapat menggunakan *Insulation Monitoring Device* (IMD) yang menyediakan komunikasi digital sehingga nilai resistansi isolasi aktual dapat dibaca dan ditampilkan secara langsung pada *dashboard monitoring*.
2. Sistem *monitoring* dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur notifikasi jarak jauh melalui email atau aplikasi pesan instan, sehingga operator dapat menerima informasi kondisi sistem secara *real-time* meskipun tidak berada di lokasi.
3. Fungsi *recloser* dan *lockout* dapat dikembangkan dengan mengaktifkan pencatatan ke database SQLite sehingga seluruh histori kejadian proteksi terdokumentasi secara lengkap untuk keperluan analisis dan evaluasi keandalan sistem.



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

DAFTAR PUSTAKA

- Bhattacharjee, A., & Gayen, P. K. (2025). IOT-BASED MONITORING AND DETECTION OF EARTH FAULTS AND POWER CONSUMPTION IN ELECTRICAL LOADS: A SCALABLE. *Journal of Recent Trends of Electrical Engineering*, 1(2), 1–16.
- Blázquez-campanon, A., Pérez-García, J. M., Mahtani, K., Eguía, P., Larruskain, M., & M. Guerrero, J. (2026). *Ground fault* Location and Severity Estimation Method for DC / DC Converters. *IET*, 1–15. <https://doi.org/10.1049/pel2.70204>
- Chen, C., Wu, S., Huang, B., & Huang, C. (2024). Web-based Internet of Things on environmental and lighting control and monitoring system using node-RED, MQTT and Modbus communications within embedded Linux platform. *Internet of Things*, 27(July), 101305. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2024.101305>
- Dzakiyya Rosalin, B., Aribowo, W., Hermawan, C., & Rahmadian, R. (2023). Monitoring Arus Dan Tegangan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Ombak Berbasis Node-Red Dan ESP 8266 Berliana Dzakiyya Rosalin Widi Aribowo , Aditya Chandra Hermawan , Reza Rahmadian Abstrak. *JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, 12(2), 84–91. <https://doi.org/https://doi.org/10.26740/jte.v12n2.p84-91>
- Hasibuan, A., Hafidzuddin, M., Jannah, M., Jintaka, D. R., & Kerimzade, G. . (2025). Development of 220V Overcurrent Relay Protection System Based on Internet of Things. *AJEEET*, 5(1), 17–22. <https://doi.org/https://doi.org/10.25077/ajeet.v5i1.40>
- Jabbar, M., Baig, A., Iqbal, M. T., Jamil, M., & Khan, J. (2021). Design and implementation of an open-Source IoT and blockchain-based peer-to-peer energy trading platform using. *Energy Reports*, 7, 5733–5746. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.08.190>
- Kiswanton, A., & Fajri, M. (2024). Transformasi Proteksi Tegangan : Sistem Monitoring IoT untuk Pemantauan Real-Time. *Jurnal Ilmiah Kajian Teori Dan Aplikasi Teknik Elektro*, 11(2), 119–128. <https://doi.org/https://doi.org/10.29303/dielektrika.v11i2.377>
- Malafeev, S. I., & Malafeev, S. S. (2023). Insulation Resistance Monitoring in an Electrical Network with an Isolated Neutral : Data Processing in a Device with Impulse Test Voltage. *Elektrotehnika*, 94(1), 13–18. <https://doi.org/10.3103/S1068371223010078>
- Muliadi, Mahdinul Bahar, M., Sabril, A., & Riska, M. (2025). Internet of Things (Iot) -based Overcurrent Protection and Detection Device for Household Eletrical Safety. *Journal of Embedded System Security and Intelligent Systems Vol.*, 6(4), 754–766. <https://doi.org/https://doi.org/10.59562/jessi.v6i4.11715>
- Mulyawan, M. F., Muda, M. A., Pradipta, R. A., & Kom, S. (2023). Sistem Informasi Berbasis Web Untuk Memonitoring Perangkat Internet Of Things (



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

IoT) Menggunakan Node-Red. *Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*, 17(1).

Rizal Nugroho, N. B., Adji Rohman, B., Arifin, B. Y., Rahmawati, D. A., Dewanto, I. D., & Hasanah, H. (2025). Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Things). *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Bisnis*, 1043–1049. <https://doi.org/https://doi.org/10.47701/0zsg0d05>

Shankar, G. U., & Chitra, S. (2022). Hardware Implementation of IoT based Smart Power Protection Unit for Power Distribution System. *Journal of Ubiquitous Computing and Communication Technologies*, 4(1), 9–15. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.36548/jucct.2022.1.002>

Utomo, E. B., & Izzaturrahmani, N. (2025). Temperature and Humidity Monitoring System Using Node-Red Based on MQTT Protocol. *JEECOM*, 7(1), 40–48. <https://doi.org/10.33650/jeecom.v4i2>

Uzougbo, O. I., Olanrewaju, O. A., & Kayode, A. K. (2024). Node-RED and IoT Analytics : A Real-Time Data Processing and Visualization Platform. *TSMIJ*, 1(1), 1–12.

Yuniarto, W., Irwan, Suparno, Rusman, Diponegoro, M., & Edi. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Energi Listrik pada Beban 3 Fasa Menggunakan ESP32 Berbasis Internet of Things (IoT). *Politeknologi*, 22(1), 30–38. <https://doi.org/https://doi.org/10.32722/pt.v22i1.5102>

Zhang, K., Yang, J., Li, J., Zhang, Z., Gu, L., & Dongye, Z. (2024). Ground fault Detection of Photovoltaic and Energy Storage DC Converter Load on User Side. *Electronics*, 1–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/electronics13224505>

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

LAMPIRAN

Lampiran 1 Riwayat Hidup Penulis



Husnil Abadi, lahir di Tangerang pada tanggal 02 Juli 2004. Penulis menyelesaikan pendidikan di SDN Jatisampurna X pada tahun 2016, MTsN 29 Jakarta Timur pada tahun 2019, dan MAN 14 JAKARTA pada tahun 2021. Gelar Diploma Empat (D4) diperoleh pada tahun 2026 dari Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Teknik Otomasi Listrik Industri, Politeknik Negeri Jakarta.



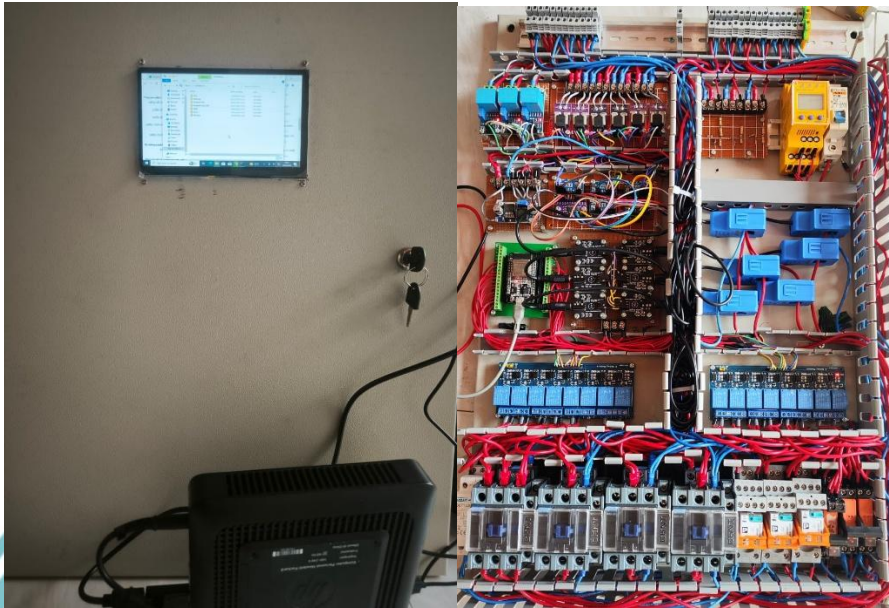


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

Lampiran 2 Dokumentasi



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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





© 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

