



***PROTOTYPE SISTEM PROTEKSI TERHADAP UNDERVOLTAGE DAN  
OVERVOLTAGE PADA PANEL DISTRIBUSI TEGANGAN RENDAH  
BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)***

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada  
Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri  
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

Oleh:

KHOFIFAH ZHIYA ULHAQ

40040619650002

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK LISTRIK INDUSTRI  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI SEKOLAH VOKASI

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2023

**HALAMAN PERSETUJUAN**  
**TUGAS AKHIR**

***PROTOTYPE SISTEM PROTEKSI TERHADAP UNDERVOLTAGE DAN  
OVERVOLTAGE PADA PANEL DISTRIBUSI TEGANGAN RENDAH  
BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)***


Diajukan oleh:

**KHOFIFAH ZHIYA ULHAQ**

40040619650002

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA BAIK OLEH


Dosen Pembimbing,



**Yuniarto, ST, MT**  
NIP. 197106151998021001

Tanggal 30 Agustus 2023

Mengethui,  
Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri  
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi  
Universitas Diponegoro



**Arkhan Subari, ST, M.Kom**  
NIP. 19710012001121002

Tanggal 25 September 2023

**HALAMAN PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**PROTOTYPE SISTEM PROTEKSI TERHADAP UNDERVOLTAGE DAN  
OVERVOLTAGE PADA PANEL DISTRIBUSI TEGANGAN RENDAH  
BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)**

Diajukan oleh:

**KHOFIFAH ZHIYA ULHAQ**

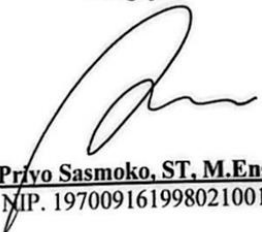
40040619650002

Telah dipertahankan di depan penguji pada:

Hari : Selasa


Tanggal : 19 September 2023

Penguji I



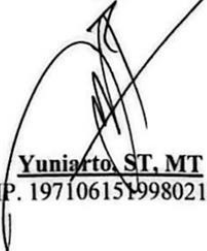
**Priyo Sasmoko, ST, M.Eng**  
NIP. 197009161998021001

Penguji II



**Drs. Eko Arivanto, MT**  
NIP. 196004051986021001


Penguji III



**Yuniarto, ST, MT**  
NIP. 197106151998021001

Mengetahui

Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri  
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi  
Universitas Diponegoro



**Arkhan Subari, ST, M.Kom**  
NIP. 19710012001121002

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya bertanda tangan di bawah ini:

Nama : KHOFIFAH ZHIYA ULHAQ  
NIM : 40040619650002  
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen  
Teknologi dan Industri Sekolah Vokasi Universitas  
Diponegoro  
Judul Tugas Akhir : ***PROTOTYPE SISTEM PROTEKSI TERHADAP  
UNDERVOLTAGE DAN OVERVOLTAGE PADA  
PANEL DISTRIBUSI TEGANGAN RENDAH  
BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)***

Dengan ini saya menyatakan bahwa judul tugas akhir ini belum pernah diajukan sebetulnya untuk mendapatkan gelar keahlian di sebuah perguruan tinggi. Sejauh pengetahuan saya, tidak ada karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang saya rujuk secara tertulis dalam naskah ini dan tercantum dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI. No.17 Tahun 2010 dan Undang-Undang yang berlaku.

Semarang, 4 September 2023

Yang Membuat Pernyataan



Khofifah Zhiya Ulhaq

NIM. 40040619650002

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Tugas Akhir ini dipersembahkan untuk:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga memungkinkan penyusun untuk menyelesaikan pendidikan dan meraih gelar Sarjana Terapan Teknik.
2. Bapak Samiran, Ibu Parjiyah selaku kedua orang tua serta Saudara Hanif Aulia Rohman dan Abraham Bayu Sena selaku adik kandung yang selalu mendoakan, memberikan yang terbaik dalam pendidikan, dan mendukung penyusun baik secara moril maupun materil dalam suka maupun duka.
3. Saudara dengan NIM 40040319650037 yang telah memilih untuk menjalankan masa perkuliahan bersama, memberikan dukungan, motivasi, dan bersedia menemani penyusun dalam berbagai macam keadaan selama perkuliahan hingga dapat menyelesaikan dan mendapatkan Sarjana Terapan Teknik bersama.
4. Kepada teman-teman penulis yang telah memberikan dukungan sejak awal ide terbentuk, saat merancang proposal, selama proses pembuatan prototype hingga penulis dapat menyelesaikan sidang tugas akhir. Terima kasih atas waktu dan energi yang kalian berikan dalam perjalanan ini.
5. Penyusun merasa sangat terbantu dalam menyelesaikan perkuliahan ini, terutama dalam proses Magang dan Tugas Akhir, berkat kesempatan yang diberikan oleh PT PLN (Persero) untuk mengikuti Program Magang Mahasiswa Bersertifikat dan menerima Beasiswa Bantuan Biaya Tugas Akhir.

## ABSTRAK

Dalam era modern ini, stabilitas sistem kelistrikan memiliki peran yang krusial dalam menjaga berbagai aspek kehidupan manusia. Terutama dalam rumah tangga dan industri, ketersediaan pasokan listrik yang andal dan berkualitas sangat penting. Namun, sistem kelistrikan sering kali menghadapi gangguan. Diantara gangguan tersebut, *overvoltage* dan *undervoltage* menjadi perhatian serius karena dampaknya yang signifikan. Pada Tugas Akhir ini, penyusun merancang *prototype* sistem proteksi terhadap *overvoltage* dan *undervoltage* pada panel distribusi tegangan rendah berbasis *Internet of Things* (IoT). Tujuannya adalah untuk meminimalisir kerusakan pada peralatan listrik akibat dari *overvoltage* maupun *undervoltage*. *Prototype* ini memanfaatkan Arduino Mega 2560 sebagai pusat pengendalian, mengumpulkan data dari sensor PZEM-004T untuk mengukur parameter listrik, dan menampilkan informasi pada LCD dan aplikasi *Blynk* melalui *smartphone*. Sistem proteksi pada tugas akhir ini dirancang bekerja secara otomatis jika terdeteksi *undervoltage* atau *overvoltage*. Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan, sistem proteksi terhadap *overvoltage* dan *undervoltage* pada panel distribusi tegangan rendah berbasis IoT mampu memutuskan aliran listrik ke beban saat terjadi *overvoltage* dan *undervoltage*. Pemberitahuan diberikan melalui buzzer dan notifikasi pada aplikasi *blynk*. Selain itu, sistem pemantauan *real-time* terhadap tegangan, arus, dan daya per fasa juga bekerja sesuai tujuan, dengan data yang seragam dan akurat pada LCD dan aplikasi *Blynk*. Pengukuran tegangan menggunakan sensor PZEM-004T menunjukkan tingkat akurasi yang sangat baik dengan *error* sebesar 0.26% dan akurasi 99.74%.

**Kata Kunci:** Sistem Proteksi, *Undervoltage*, *Overvoltage*

## **ABSTRACT**

*In this modern era, the stability of the electrical system plays a crucial role in maintaining various aspects of human life. Especially in households and industries, the availability of reliable and quality electrical supply is of paramount importance. However, electrical systems often encounter disruptions. Among these disturbances, overvoltage and undervoltage are serious concerns due to their significant impacts. In this Final Project, the author designs a prototype of a protection system against overvoltage and undervoltage in low-voltage distribution panels based on the Internet of Things (IoT). The aim is to minimize damage to electrical equipment caused by overvoltage and undervoltage. This prototype utilizes the Arduino Mega 2560 as the central control unit, collecting data from PZEM-004T sensors to measure electrical parameters, and displaying information on an LCD and the Blynk application through a smartphone. The protection system in this final project is designed to operate automatically when undervoltage or overvoltage is detected. Based on the results of experiments conducted, the protection system against overvoltage and undervoltage in low-voltage distribution panels based on IoT is capable of cutting off the electrical flow to the load during overvoltage and undervoltage occurrences. Notifications are provided through a buzzer and the Blynk application in the form of notifications. Furthermore, the real-time monitoring system of phase-specific voltage, current, and power also functions as intended, with uniform and accurate data displayed on the LCD and the Blynk application. The measurement of voltage using the PZEM-004T sensor exhibits a high level of accuracy with an error of 0.26% and a precision of 99.74%.*

**Keywords:** Protection System, Undervoltage, Overvoltage

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Dengan penuh rasa syukur penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “*PROTOTYPE SISTEM PROTEKSI TERHADAP UNDERVOLTAGE DAN OVERVOLTAGE PADA PANEL DISTRIBUSI TEGANGAN RENDAH BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)*”. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri.

Penyusun juga ingin menyampaikan apresiasi yang tinggi atas doa, bantuan, dan dukungannya yang penyusun terima dari berbagai pihak dalam proses penyelesaian tugas akhir ini. Dalam kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT atas segala Rahmat dan Kebaikan-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan maksimal.
2. Orang Tua penyusun yang tidak hentinya memberikan doa, motivasi, dan semangat kepada penyusun hingga penyusun dapat menyelesaikan perkuliahan.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiono, M.Si, Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
4. Bapak Arkhan Subari, ST, M.Kom, selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Bapak Yuniarto, ST, MT selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing penulis dalam pembuatan tugas akhir sampai dengan penyusunan laporan tugas akhir ini.
6. Para dosen dan karyawan Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro yang selalu memberikan yang



terbaik bagi mahasiswanya selama perkuliahan berlangsung hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

7. Keluarga besar Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri angkatan 2019 yang telah saling mendukung selama perkuliahan sampai dengan akhir.
8. Dan semua pihak yang membantu dalam pembuatan tugas akhir dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penyusun sebutkan satu-persatu namun tidak mengurangi rasa hormat.

Penyusun menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar laporan tugas akhir ini dapat menjadi lebih baik lagi.

Semoga, laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat baik bagi penyusun maupun semua pihak khususnya bagi mahasiswa Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

Semarang, 4 September 2023



KHOFIFAH ZHIYA ULHAQ

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR .....	i
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Tugas Akhir.....	2
1.4 Manfaat Tugas Akhir.....	3
1.5 Pembatasan Masalah .....	3
1.6 Sistematika Tugas Akhir .....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	7
2.1. Tinjauan Pustaka .....	7
2.2. Dasar Teori .....	8
2.2.1 Sistem Tenaga Listrik.....	8
2.2.2 Panel Listrik.....	9
2.2.3 Sistem Listrik 3 Fasa .....	11
2.2.4 Sistem Proteksi Tenaga Listrik.....	12
2.2.5 Jenis Gangguan Tegangan.....	14
2.3. Komponen Utama.....	17

2.3.1	Arduino Mega 2560.....	17
2.3.2	NodeMCU ESP8266 .....	24
2.3.3	Arduino IDE .....	28
2.3.4	Sensor PZEM-004T.....	29
2.3.5	LCD ( <i>Liquid Crystal Display</i> ) with I2C 20x4.....	33
2.3.6	<i>Power Supply</i> .....	36
2.3.7	Buzzer.....	39
2.3.8	MCB ( <i>Miniatur Circuit Breaker</i> ) .....	40
2.3.9	SSR ( <i>Solid State Relay</i> ) .....	43
2.3.10	Blynk .....	46
BAB III PERANCANGAN <i>PROTOTYPE</i> SISTEM PROTEKSI TERHADAP <i>OVERVOLTAGE</i> DAN <i>UNDERVOLTAGE</i> PADA PANEL DISTRIBUSI TEGANGAN RENDAH BERBASIS <i>INTERNET OF THINGS</i> (IOT) .....		48
3.1	Perancangan Hardware .....	48
3.1.1	Blok Diagram .....	51
3.1.2	Cara Kerja Rangkaian.....	55
3.2	Perancangan <i>Software</i> .....	64
3.2.1	Flowchart.....	65
3.2.2	Cara Kerja Sistem.....	67
BAB IV PEMBUATAN <i>PROTOTYPE</i> SISTEM PROTEKSI TERHADAP <i>UNDERVOLTAGE</i> DAN <i>OVERVOLTAGE</i> PADA PANEL DISTRIBUSI TEGANGAN RENDAH BERBASIS <i>INTERNET OF THINGS</i> (IoT) .....		70
4.1	Pembuatan Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ).....	70
4.1.1	Perencanaan Desain Alat.....	70
4.1.2	Alat dan Bahan Pembuatan Alat.....	71
4.1.3	Perakitan Komponen Pada Box Panel.....	73
4.2	Pembuatan Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) .....	77
4.2.1	Pemrograman Arduino Mega 2560.....	78
4.2.2	Pembuatan Blynk.....	81
BAB V PENGUJIAN DAN ANALISA <i>PROTOTYPE</i> SISTEM PROTEKSI TERHADAP <i>UNDERVOLTAGE</i> DAN <i>OVERVOLTAGE</i> PADA PANEL		

DISTRIBUSI TEGANGAN RENDAH BERBASIS <i>INTERNET OF THINGS</i> (IoT)	86
5.1. Prosedur Pengukuran dan Pengujian	86
5.2. Alat pengukuran dan Pengujian	87
5.3. Pengujian dan Analisa Alat	87
5.3.1. Pengujian Sensor PZEM-004T dalam Pembacaan Tegangan	87
5.3.2. Pengujian Tampilan LCD dan Aplikasi Blynk	92
5.3.3. Pengujian Alat Keseluruhan	95
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	101
6.1 Kesimpulan	101
6.2 Saran	101
DAFTAR PUSTAKA	103
LAMPIRAN	106
<b>Lampiran 1.</b> Skema Rangkaian Keseluruhan	106
<b>Lampiran 2.</b> Kode Program Arduino Mega 2560	107
<b>Lampiran 3.</b> Kode Program NodeMCU ESP8266	117
<b>Lampiran 4.</b> Bukti Fisik Laporan Penelitian/Tugas Akhir	122
<b>Lampiran 5.</b> Log Book Bimbingan Tugas Akhir	124
<b>Lampiran 6.</b> Datasheet Arduino Mega 2560	126
<b>Lampiran 7.</b> Datasheet NodeMCU ESP8266	143
<b>Lampiran 8.</b> Datasheet Modul PZEM-004T	145
<b>Lampiran 9.</b> Datasheet Solid State Relay 25-DA	152

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Ilustrasi Pendistribusian Tenaga Listrik Pada Insutri atau Gedung.	10
<b>Gambar 2.2</b>	Sistem 3 Fasa Hubungan Bintang Dan Hubungan Delta.....	12
<b>Gambar 2.3</b>	Arduino Mega 2560.....	18
<b>Gambar 2.4</b>	Pin Out Arduino Mega 2560 .....	20
<b>Gambar 2.5</b>	NodeMCU ESP8266 .....	24
<b>Gambar 2.6</b>	Sepsifikasi NodeMCU ESP8266.....	24
<b>Gambar 2.7</b>	Arduino IDE .....	28
<b>Gambar 2.8</b>	Sensor PZEM-004T.....	29
<b>Gambar 2.9</b>	Wiring Diagram Sensor PZEM-004T .....	31
<b>Gambar 2.10</b>	LCD (Liquid Crystal Display) with I2C.....	33
<b>Gambar 2.11</b>	Ilustrasi Wiring LCD with I2C dengan Arduino .....	34
<b>Gambar 2.12</b>	Power Supply 5V 5A.....	36
<b>Gambar 2.13</b>	Diagram Blok Cara Kerja Power Supply SMPS .....	38
<b>Gambar 2.14</b>	Buzzer With Lamp AD22-22MSD.....	39
<b>Gambar 2.15</b>	Miniatur Circuit Breaker .....	40
<b>Gambar 2.16</b>	Solid State Relay .....	43
<b>Gambar 2.17</b>	Wiring Diagram Solid State Relay .....	44
<b>Gambar 2.18</b>	Blynk .....	46
<b>Gambar 3.1</b>	(a) Desain Prototype Secara Keseluruhan Tampak Luar (b) Desain Prototype Secara Keseluruhan Tampak Dalam .....	48
<b>Gambar 3.2</b>	Ilustrasi Rangkaian Beban .....	51
<b>Gambar 3.3</b>	Blok Diagram Sistem.....	52
<b>Gambar 3.4</b>	Rangkaian Switching-Mode Power Supply.....	55
<b>Gambar 3.5</b>	Blok Diagram Power Supply Switching.....	57
<b>Gambar 3.6</b>	Rangkaian Sensor PZEM-004T dengan Arduino Mega 2560.....	59
<b>Gambar 3.7</b>	Rangkaian LCD with I2C dengan Arduino Mega 2560.....	63
<b>Gambar 3.8</b>	Flowchart sistem.....	66
<b>Gambar 3.9</b>	Rangkaian Keseluruhan Sistem .....	67
<b>Gambar 4.1</b>	Desain Prototype Secara Keseluruhan Tampak Depan .....	70

<b>Gambar 4.2</b> Desain Prototype Secara Keseluruhan Tampak Dalam .....	71
<b>Gambar 4.3</b> Mempersiapkan Alat dan Bahan.....	74
<b>Gambar 4.4</b> Pembuatan Lubang Pintu Panel Box .....	75
<b>Gambar 4.5</b> Pemasangan Komponen Pada Pintu Panel Box.....	75
<b>Gambar 4.6</b> Memasang Seluruh Komponen Kelistrikan.....	76
<b>Gambar 4.7</b> Pemasangan Wiring Pada Panel Box .....	77
<b>Gambar 4.8</b> Tampilan Awal Aplikasi Arduino IDE.....	78
<b>Gambar 4.9</b> Memilih Port Arduino Mega 2560 .....	79
<b>Gambar 4.10</b> Proses Upload Library .....	79
<b>Gambar 4.11</b> Membuat Program untuk Board Arduino Mega 2560.....	80
<b>Gambar 4.12</b> Tampilan Setelah Compile Berhasil .....	80
<b>Gambar 4.13</b> Membuat Program untuk NodeMCU ESP8266 .....	81
<b>Gambar 4.14</b> Memasukan ID dan Password Wifi kedalam program NodeMCU ESP8266.....	82
<b>Gambar 4.15</b> Tampilan Aplikasi Blynk Cloud.....	82
<b>Gambar 4. 16</b> Tampilan Blynk untuk Membuat Project Baru .....	83
<b>Gambar 4. 17</b> Merancang Tampilan Web Dashboard Pada Blynk .....	83
<b>Gambar 4.18</b> Memasukan Nilai Datastreams Pada Blynk .....	84
<b>Gambar 4.19</b> Memasukan Nilai Datastream Pada Blynk.....	84
<b>Gambar 4.20</b> Tampilan Blynk Dalam Monitoring dan Kontroling Solid State Relay .....	85

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2-1</b> Spesifikasi Arduino Mega 2560 .....	18
<b>Tabel 2-2</b> Konfigurasi Pin pada Arduino Mega 2560 <sup>[11]</sup> .....	20
<b>Tabel 2-3</b> Spesifikasi NodeMCU ESP8266 <sup>[13]</sup> .....	25
<b>Tabel 2-4</b> Konfigurasi Pin Pada NodeMCU ESP8266 <sup>[14]</sup> .....	25
<b>Tabel 2-5</b> Spesifikasi Modul PZEM-004T 100A <sup>[15]</sup> .....	30
<b>Tabel 2-6</b> Konfigurasi Pin beserta fungsinya pada PZEM-004T .....	31
<b>Tabel 2-7</b> Konfigurasi Pin LCD 20x4 .....	34
<b>Tabel 2-8</b> Deskripsi Pin LCD 20x4 with I2C[17] .....	35
<b>Tabel 2-9</b> Spesifikasi LCD 20x4 dengan I2C[17] .....	35
<b>Tabel 2-10</b> Konfigurasi Pin Pada Power Supply [20] .....	37
<b>Tabel 2-11</b> Spesifikasi Power Supply SMPS 5V-5A [20] .....	37
<b>Tabel 2-12</b> Spesifikasi Buzzer AD22-22MSD [21] .....	39
<b>Tabel 2-13</b> Spesifikasi Solid State Relay [24] .....	43
<b>Tabel 2-14</b> Pin Pada Solid State Relay [24] .....	44
<b>Tabel 3-1</b> Penjabaran Diagram Blok .....	53
<b>Tabel 3-2</b> Konfigurasi Pin Arduino Mega 2560 dengan PZEM-004T .....	58
<b>Tabel 3-3</b> Konfigurasi Pin Arduino Mega 2560 .....	60
<b>Tabel 4-1</b> Daftar Alat Penunjang Pembuatan Prototype .....	71
<b>Tabel 4-2</b> Daftar Bahan Pembuatan Alat .....	72
<b>Tabel 5-1</b> Data Pengujian Sensor PZEM-004T dalam Pembacaan Tegangan .....	88
<b>Tabel 5-2</b> Data Pengukuran Tegangan Sensor PZEM-004T .....	91
<b>Tabel 5-3</b> Data Pengujian Tampilan LCD dan Blynk .....	93
<b>Tabel 5-4</b> Data Selisih Pembacaan LCD dan Blynk .....	94
<b>Tabel 5-5</b> Hasil Pengujian Alat Keseluruhan .....	98

## **DAFTAR LAMPIRAN**

<b>Lampiran 1.</b> Skema Rangkaian Keseluruhan .....	106
<b>Lampiran 2.</b> Kode Program Arduino Mega 2560 .....	107
<b>Lampiran 3.</b> Kode Program NodeMCU ESP8266 .....	117
<b>Lampiran 4.</b> Bukti Fisik Laporan Penelitian/Tugas Akhir .....	122
<b>Lampiran 5.</b> Log Book Bimbingan Tugas Akhir .....	124
<b>Lampiran 6.</b> Datasheet Arduino Mega 2560 .....	126
<b>Lampiran 7.</b> Datasheet NodeMCU ESP8266 .....	143
<b>Lampiran 8.</b> Datasheet Modul PZEM-004T .....	145
<b>Lampiran 9.</b> Datasheet Solid State Relay 25-DA.....	152



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pada era modern ini, sistem kelistrikan memiliki peran yang sangat krusial dalam menjaga kelangsungan berbagai aspek kehidupan manusia. Dari rumah tangga hingga industri, ketergantungan terhadap pasokan listrik yang andal dan berkualitas tidak dapat diabaikan. Namun, pada realitanya sistem kelistrikan tidak dapat terlepas dari adanya gangguan. Dua diantara gangguan yang sering kali muncul dan memiliki dampak signifikan terhadap sistem kelistrikan adalah gangguan *overvoltage* dan *undervoltage* [1].

Gangguan *overvoltage* terjadi ketika tegangan listrik secara mendadak melampaui batas normal yang telah ditetapkan. Sebaliknya, gangguan *undervoltage* terjadi saat tegangan listrik tiba-tiba menurun di bawah ambang batas normal. Kedua gangguan ini, memiliki potensi untuk menyebabkan kerusakan pada peralatan listrik, mengganggu operasional perusahaan, dan bahkan mengakibatkan kerugian finansial. Menurut pedoman distribusi tenaga listrik, *undervoltage* merujuk pada kondisi di mana tegangan listrik dalam suatu sistem berada 10% di bawah tegangan normal, sementara *overvoltage* terjadi saat tegangan listrik dalam suatu sistem berada 5% di atas tegangan normal [2].

Namun, kondisi lapangan seringkali mengindikasikan bahwa industri atau gedung belum memiliki sistem proteksi yang terpasang untuk mengatasi gangguan kelistrikan, terutama dalam menghadapi permasalahan *undervoltage* dan *overvoltage* [3]. Tidak hanya itu, pemantauan tegangan umumnya hanya dilakukan di lokasi tertentu seperti ruangan kontrol [4]. Keadaan ini mengakibatkan operator tidak dapat dengan segera mendeteksi adanya masalah terkait tegangan. Oleh karena itu, tindakan penanganan saat terjadi gangguan seringkali tidak dapat dilakukan secara cepat.

Mengacu pada permasalahan diatas, penyusun merancang **PROTOTYPE SISTEM PROTEKSI TERHADAP UNDERVOLTAGE DAN OVERVOLTAGE PADA PANEL DISTRIBUSI TEGANGAN RENDAH**

**BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT).** Dalam pembuatan *prototype* ini, digunakan sebuah mikrokontroler Arduino Mega 2560 sebagai pusat pengendalian dalam sistem proteksi terhadap *undervoltage* dan *overvoltage* yang telah diatur melalui proses pemrograman. Data yang diolah oleh mikrokontroler berasal dari hasil keluaran sensor PZEM-004T yang berfungsi sebagai alat pengukur parameter listrik per fasa. Informasi yang diperoleh kemudian diolah dan ditampilkan pada layar LCD berukuran 20x4 yang dipasang pada perangkat, sekaligus juga ditampilkan pada aplikasi blynk sehingga dapat dipantau dari jarak jauh melalui *smartphone* [4].

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan yang ingin diangkat dalam tugas akhir adalah sebagai berikut.

1. Kurangnya sistem proteksi terpasang pada sebagian besar industri atau gedung untuk mengatasi gangguan kelistrikan, terutama *undervoltage* dan *overvoltage*, mendorong perlunya merancang dan membuat prototipe sistem proteksi terhadap *undervoltage* dan *overvoltage* pada panel distribusi tegangan rendah dengan Arduino Mega 2560 berbasis IoT.
2. Pemantauan tegangan terbatas pada ruang kontrol menyebabkan operator kesulitan mendeteksi masalah tegangan secara tepat saat terjadi gangguan. Oleh karena itu, diperlukan perancangan sistem pemantauan jarak jauh untuk tegangan dan arus *real-time* dengan notifikasi melalui aplikasi Blynk saat terjadi *undervoltage* dan *overvoltage*.

## 1.3 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan tugas akhir ini adalah mampu merancang sebuah *prototype* yang dapat mensimulasikan sistem terhadap *overvoltage* dan *undervoltage* pada tegangan rendah.

*Prototype* ini di lengkapi dengan sistem pemantauan jarak jauh tegangan, arus dan daya per fasa secara *real time* yang dapat mengirimkan notifikasi

peringatan melalui aplikasi *Blynk* menggunakan jaringan internet pada saat terjadi *undervoltage* atau *overvoltage*. Tujuannya adalah untuk mengatasi situasi di mana operator tidak dapat dengan segera mengidentifikasi adanya masalah yang terkait dengan tegangan. Dengan demikian, upaya penanganan saat terjadi gangguan dapat dilakukan dengan lebih responsif dan cepat.

Tugas akhir ini dibuat dalam rangka memenuhi persyaratan yang diperlukan untuk menyelesaikan pendidikan dan memperoleh gelar Sarjana Terapan di Program Studi Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

#### **1.4 Manfaat Tugas Akhir**

Manfaat dari pembuatan *prototype* sistem proteksi terhadap *undervoltage* dan *overvoltage* pada panel distribusi tegangan rendah berbasis *Internet of Things* (IoT) adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis
  - a. Mengimplementasikan pengetahuan dan teori yang diperoleh selama perkuliahan
  - b. Untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang salah satu penerapan dari pemanfaatan *Internet of Things* (IoT) yaitu penggunaannya sebagai sistem pemantau dan sistem kontrol.
  - c. Memiliki pemahaman mengenai prinsip kerja proteksi terhadap *undervoltage* dan *overvoltage* pada panel distribusi tegangan rendah.
2. Bagi Mahasiswa dan Pembaca

Laporan Tugas Akhir ini dapat menjadi sumber referensi dan pengetahuan yang berguna terutama bagi mahasiswa Teknik Listrik Industri yang sedang mengembangkan Tugas Akhir mereka dengan topik yang serupa.

#### **1.5 Pembatasan Masalah**

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, pembahasan masalah dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Sistem proteksi ini berfokus terhadap masalah *undervoltage* dan *overvoltage*.

2. *Prototype* sistem proteksi terhadap *undervoltage* dan *overvoltage* menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai pusat pengendalian sistem dan pengolahan data.
3. NodeMCU ESP8266 digunakan sebagai media komunikasi antara mikrokontroler Arduino Mega 2560 dengan jaringan internet untuk menerima dan mengirimkan perintah melalui *smartphone*.
4. Sistem proteksi terhadap *undervoltage* dan *overvoltage* mengacu pada SPLN T6001:2013 tentang tegangan-tegangan dasar yaitu dengan toleransi minimum adalah 10% di bawah tegangan normal dan toleransi maksimum adalah 5% di atas tegangan normal yang kemudian akan disimulasikan menggunakan AC *voltage regulator* 250 VAC. Tegangan normal yang digunakan dalam konteks ini adalah tegangan normal per fasa yaitu sebesar 220 VAC.
5. Pengukuran tegangan dan arus yang mengalir per fasa R, S, T menggunakan sensor PZEM-004T.
6. Aplikasi Blynk berperan sebagai platform untuk memantau informasi secara *real-time* dari jarak jauh, yang akan menampilkan informasi mengenai tegangan (V), arus (A) dan daya (P).
7. Notifikasi yang diberikan hanya sebatas *pop-up* pada aplikasi *Blynk*.
8. *Prototype* ini hanya mampu mengidentifikasi tegangan pada jaringan, namun belum memiliki kemampuan untuk menstabilkan tegangan pada jaringan.

## **1.6 Sistematika Tugas Akhir**

Laporan ini ditunjukkan untuk memaparkan hasil rancangan dan pengujian sistematis yang dibuat. Untuk mempermudah pemahaman hasil rancangan tersebut, penulis menyusun laporan tugas akhir ini ke dalam beberapa bab yang mana pada setiap bab mempunyai hubungan yang saling terkait dengan bab yang lain. Adapun sistematika penulisan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

**HALAMAN JUDUL**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT**

**BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR**

**HALAMAN PERSEMBAHAN****KATA PENGANTAR****DAFTAR ISI****DAFTAR TABEL****DAFTAR GAMBAR****DAFTAR LAMPIRAN****ABSTRAK*****ABSTRACT*****BAB I           PENDAHULUAN**

Dalam bab ini akan membahas hal-hal yang melatarbelakangi pembuatan tugas akhir, perumusan masalah, tujuan tugas akhir, pembatasan masalah, manfaat tugas akhir, dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

**BAB II           LANDASAN TEORI**

Dalam bab ini akan membahas mengenai tinjauan pustaka penelitian sebelumnya yang mengangkat topik yang sama dengan yang akan dibahas, serta dasar teori yang menjadi acuan atau dasar dari pembuatan tugas akhir.

**BAB III        PERANCANGAN *PROTOTYPE* SISTEM PROTEKSI TERHADAP *UNDERVOLTAGE* DAN *OVERVOLTAGE* PADA PANEL DISTRIBUSI TEGANGAN RENDAH BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)**

Pada bab ini akan membahas mengenai perancangan pembuatan alat mulai dari perancangan *hardware* sampai dengan perancangan *software* dalam bentuk *flowchart* serta cara kerja dari *prototype* sistem proteksi terhadap *undervoltage* dan *overvoltage* pada panel distribusi tegangan rendah berbasis *Internet of things*.

**BAB IV        PEMBUATAN *PROTOTYPE* SISTEM PROTEKSI TERHADAP *UNDERVOLTAGE* DAN *OVERVOLTAGE* PADA PANEL DISTRIBUSI TEGANGAN RENDAH BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)**

Pada bab ini merupakan pembahasan mengenai langkah-langkah dalam pembuatan alat yang meliputi perencanaan, alat dan bahan yang digunakan, pengerjaan *hardware* dan *software* sampai menjadi sebuah alat yang dapat dioperasikan.

**BAB V      PENGUJIAN DAN ANALISA *PROTOTYPE* SISTEM PROTEKSI TERHADAP *UNDERVOLTAGE* DAN *OVERVOLTAGE* PADA PANEL DISTRIBUSI TEGANGAN RENDAH BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)**

Pada bab ini berisi tentang pengukuran dan pengujian guna memverifikasi kinerja komponen-komponen dalam rangkaian, sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Selanjutnya, hasil pengukuran dan pengujian tersebut akan dianalisis dan dibahas.

**BAB VI      PENUTUP**

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan cara kerja alat, respon alat terhadap pembacaan variabel dan kelebihan serta kekurangan alat disertai pula dengan saran agar alat dapat dikembangkan menjadi lebih baik dan variatif.

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**