



***PROTOTYPE* SISTEM PENDETEKSI ARUS NETRAL DAN PROTEKSI  
TERHADAP PEMBEBANAN LEBIH PADA PANEL HUBUNG BAGI  
TEGANGAN RENDAH BERBASIS IoT (*Internet of Things*)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada Program Studi  
Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah  
Vokasi Universitas Diponegoro Semarang

Disusun oleh:

Perdana Wira Atmaja

NIM. 40040619650026

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK INDUSTRI**

**DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI**

**FAKULTAS SEKOLAH VOKASI**

**UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG**

**2023**

**HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**PROTOTYPE SISTEM PENDETEKSI ARUS NETRAL DAN PROTEKSI  
TERHADAP PEMBEBANAN LEBIH PADA PANEL HUBUNG BAGI  
TEGANGAN RENDAH BERBASIS IoT (*Internet of Things*)**

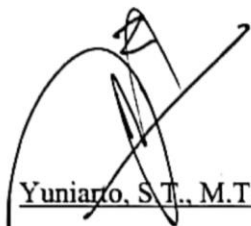
Diajukan oleh:

Perdana Wira Atmaja

NIM. 40040619650026


TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA BAIK OLEH

Dosen Pembimbing,

  
Yuniarto, S.T., M.T.  
NIP. 197106151998021001

Tanggal: 17 Mei 2023

Mengetahui,  
Ketua Program Studi STR Teknik Listrik Industri  
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi  
Universitas Diponegoro

  
Arkhan Subari, ST,M.Kom  
NIP. 197710012001121002



Tanggal: 22 Juni 2023

**HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**PROTOTYPE SISTEM PENDETEKSI ARUS NETRAL DAN PROTEKSI  
TERHADAP PEMBEBANAN LEBIH PADA PANEL HUBUNG BAGI  
TEGANGAN RENDAH BERBASIS IoT (*Internet of Things*)**

Oleh :

Perdana Wira Atmaja

NIM. 40040619650026

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada,

Hari : *Kamis*

Tanggal : *22 Juni 2023*

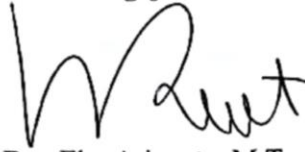
Penguji I



Arkhan Subari, S.T., M.Kom

NIP. 197710012001121002

Penguji II



Drs. Eko Ariyanto, M.T

NIP. 196004051986021001

Penguji III



Yuniarto, S.T., M.T

NIP. 197106151998021001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro  
Departemen Teknologi Industri  
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro



Arkhan Subari, ST, M.Kom

NIP. 197710012001121002



## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Perdana Wira Atmaja

NIM : 40040619650026

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

Judul Tugas Akhir : **PROTOTYPE SISTEM PENDETEKSI ARUS  
NETRAL DAN PROTEKSI TERHADAP  
PEMBEBANAN LEBIH PADA PANEL HUBUNG  
BAGI TEGANGAN RENDAH BERBASIS IoT (*Internet  
of Things*)**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

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

Semarang, 16 Juni 2023

Yang membuat pernyataan



Perdana Wira Atmaja

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini kupersembahkan kepada Ayah “Samsudin” yang telah membimbing dan memberikan semangat, serta Umi “Endah Fitriana” yang telah melahirkan, membesarkan, menyayangi dan mendidik sehingga anakmu mampu berproses sampai titik akhir untuk mendapat gelar sarjana. Atas doa dan ridho yang kalian panjatkan, Allah SWT senantiasa memberikan kemudahan dalam setiap langkah.

Tugas Akhir ini juga penulis persembahkan kepada:

1. Adik Penulis Widyanti Resty Ayuningtyas dan Hamiz Ahmad Riza, serta Saudara yang telah memberikan dukungan, semangat, motivasi, dan doa kepada penulis selama periode perkuliahan sampai dengan penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Bapak Yuniarto, S.T., M.T selaku dosen pembimbing Tugas Akhir penulis yang telah membimbing dan memberi arahan dalam mengerjakan Tugas Akhir.
3. Seluruh jajaran dosen dan karyawan Program Studi Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro yang telah memberi ilmu dan membantu penulis selama perkuliahan.
4. Andi Syahrul Abiddin selaku tim Tugas akhir saya yang telah bersama – sama menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Teman – teman D4 Teknik Listrik Industri angkatan 2019 yang telah memberi dukungan, semangat, dan bantuan selama perkuliahan berlangsung.
6. Seluruh pihak yang senantiasa mendoakan dan membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

## ABSTRAK

Pendistribusian energi listrik hingga ke pelanggan menggunakan jaringan tegangan menengah 20 kV yang akan diubah oleh transformator distribusi menjadi tegangan rendah 380/220V. Pada sistem 3 fasa, sering terjadi ketidakseimbangan beban akibat kebutuhan listrik yang berbeda setiap fasa. Ketidakseimbangan dapat menimbulkan arus pada fasa netral yang menyebabkan rugi – rugi (*losses*) sehingga berdampak pada kerugian PLN. Disamping itu, PLN perlu menjaga keandalan dan meningkatkan mutu pelayanan dengan merawat peralatan distribusi agar bekerja sesuai kapasitasnya, salah satunya adalah transformator distribusi untuk tidak mencapai beban lebih (*overload*). Kondisi beban lebih dapat menimbulkan kerusakan langsung pada trafo sehingga diberikan proteksi berupa NH – Fuse pada Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah yang berfungsi untuk memutus arus listrik. Namun, NH – Fuse hanya dapat digunakan sekali dan tak jarang petugas dilapangan melakukan *bypass* yang menyebabkan tidak terproteksinya trafo.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis membuat sistem pendeteksi arus netral dan proteksi beban lebih yang dapat digunakan berkepanjangan (terus menerus). Sistem ini menggunakan sensor arus dan tegangan untuk mengirimkan informasi kepada mikrokontroler untuk mengendalikan relay sebagai proteksi beban lebih, menampilkan data pada aplikasi *Blynk* serta LCD, dan mengirimkan notifikasi ke pengguna. Pada kondisi ketidakseimbangan, mikrokontroler akan mengirim notifikasi peringatan ke aplikasi *Blynk* apabila arus sudah melebihi batas ketetapan maksimum (0,2 A) yang diukur oleh sensor arus pada fasa netral. Selanjutnya, saat terjadi *overload* dilakukan pengendalian dengan relay untuk mematikan beban secara otomatis apabila arus yang terukur sudah melebihi batas maksimum arus nominal masing masing fasa yang ditetapkan yakni 1 A.

*Kata kunci: Overload, Beban Lebih, Transformator, PHB – TR*

## **ABSTRACT**

*The distribution of electrical energy to customers uses a 20 kV medium voltage network which will be converted by a distribution transformer to a low voltage of 380/220V. In a 3-phase system, load imbalance often occurs due to the different electricity requirements for each phase. Imbalance can cause currents in the neutral phase which cause losses (losses) which have an impact on PLN losses. In addition, PLN needs to maintain reliability and improve service quality by maintaining distribution equipment so that it works according to its capacity, one of which is the distribution transformer so that it does not reach overload. Overload conditions can cause direct damage to the transformer so that protection is given in the form of NH – Fuse on the Low Voltage Split Panel which functions to cut off the electric current. However, the NH – Fuse can only be used once and it is not uncommon for officers in the field to bypass which causes the transformer to be unprotected.*

*Based on these problems, the authors created a neutral current detection system and overload protection that can be used continuously (continuously). This system uses current and voltage sensors to send information to the microcontroller to control relays as overload protection, displays data on the Blynk application and LCD, and sends notifications to users. In an imbalance condition, the microcontroller will send a warning notification to the Blynk application if the current exceeds the maximum set point (0.2 A) measured by the current sensor in the neutral phase. Furthermore, when an overload occurs, control is carried out with a relay to turn off the load automatically if the measured current exceeds the maximum nominal current limit for each phase which is set at 1 A.*

*Keywords: Overload, Overload, Transformer, PHB – TR*

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji syukur kepada Allah SWT atas berkah dan karunia yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan judul “*Prototype* Sistem Pendeteksi Arus Netral Dan Proteksi Terhadap Pembebanan Lebih Pada Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah Berbasis IoT (*Internet of Things*)”. Adapun penyusunan Laporan Tugas Akhir merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.

Dalam penyusunan laporan kerja praktek ini tentunya penulis mendapatkan pengetahuan, dukungan, pengalaman, masukan, serta bantuan yang diberikan oleh berbagai pihak sehingga penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Orang Tua dan adik – adik yang telah memberikan doa, perhatian, serta dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
2. Prof Dr. Ir. Budiyo, M.Si selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
3. Bapak Arkhan Subari, ST, M.Kom, selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
4. Bapak Yuniarto, ST, MT, selaku dosen pembimbing penulis yang telah mendukung dan mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Rizal Suwandito, Alvin Aulia Akbar, Kukuh Guswanto, Danang Wahyu Noor, serta pihak – pihak PT PLN (Persero) Unit Layanan Pelanggan Semarang Timur yang telah memberikan ilmu dan membantu memberikan wawasan terhadap penyusunan Tugas Akhir penulis.
6. Teman – teman Teknik Listrik Industri serta seluruh pihak yang telah memberi bantuan, semangat, dan doa kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Semua pihak yang terlibat dan membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.



Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun selalu penulis harapkan, demi penyusunan laporan yang lebih baik lagi kedepannya. Penulis berharap laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat untuk penulis sendiri, dan para pembaca.

Semarang, 17 Mei 2023

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines, representing the name Perdana Wira Atmaja.

Perdana Wira Atmaja

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR</b> .....	iii
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Tugas Akhir .....	3
1.4. Manfaat Tugas Akhir .....	3
1.5. Pembatasan Masalah .....	4
1.6. Sistematika Tugas Akhir .....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	7
2.1. Tinjauan Pustaka .....	7
2.2. Landasan Teori.....	8
2.2.1. Pembebanan Lebih ( <i>Overload</i> ) .....	8
2.2.2. Ketidakseimbangan Beban 3 Fasa.....	10
2.2.3. Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB – TR).....	12
2.2.4. Pengukuran Listrik.....	13
2.2.5. Sistem Proteksi Tenaga Listrik .....	15
2.2.6. Sistem IoT ( <i>Internet of Things</i> ).....	16
2.3. Komponen Utama .....	17
2.3.1. Catu Daya 12 VDC .....	17
2.3.2. Arduino Mega 2560 .....	18
2.3.3. NodeMCU ESP8266 .....	20

2.3.4. <i>Blynk Cloud</i> .....	21
2.3.5. Sensor Arus ACS712 5A .....	23
2.3.6. Sensor PZEM 004T.....	24
2.3.7. LCD 20 x 4 ( <i>Liquid Crystal Display</i> ).....	25
2.3.8. Relay 5 VDC 3 Channel .....	27
2.3.9. <i>Solid state relay (SSR)</i> .....	27
2.3.10. Modul <i>Step Down Adjustable DC</i> .....	28
2.3.11. MCB ( <i>Miniatur Circuit Breaker</i> ) .....	29
2.3.12. <i>Fuse Cartridge</i> .....	30
2.3.13. Rangkaian Beban.....	30
<b>BAB III PERANCANGAN TUGAS AKHIR</b> .....	<b>32</b>
3.1. Perancangan Hardware.....	32
3.1.1. Blok Diagram .....	32
3.1.2. Cara Kerja Tiap Blok .....	34
3.2. Perancangan <i>Software</i> .....	44
3.2.1. Flowchart Sistem.....	44
3.2.2. Cara Kerja Sistem .....	45
<b>BAB IV PROSES PEMBUATAN ALAT</b> .....	<b>48</b>
4.1. Pembuatan Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ).....	48
4.1.1. Pembuatan Perangkat Sistem .....	50
4.1.2. Pembuatan Rangkaian Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah.....	60
4.1.3. Pembuatan Rangkaian Beban.....	64
4.2. Pembuatan Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) .....	68
4.2.1. Pemrograman Arduino Mega 2560.....	69
4.2.2. Pembuatan Project <i>Blynk Cloud</i> .....	71
<b>BAB V PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT</b> .....	<b>76</b>
5.1. Pengukuran Alat.....	76
5.1.1. Pengukuran Rangkaian Catu Daya.....	76
5.1.2. Pengukuran Rangkaian Relay .....	77
5.1.3. Pengukuran Sensor ACS712 dan PZEM 004T .....	78
5.1.4. Pengukuran LCD 20 x 4.....	79
5.2. Pengujian dan Analisa Alat.....	79
5.2.1. Sensor PZEM 004T.....	80
5.2.2. Rangkaian Relay .....	83

5.2.3. Sensor ACS712 .....	84
5.2.4. Tampilan LCD dan <i>Blynk</i> .....	85
5.2.5. Percobaan dan Pengujian Kondisi <i>Overload</i> Berdasarkan Standar SPLN 17:1979	87
5.2.6. Percobaan dan Pengujian Pendeteksian Arus Penghantar Netral Berdasarkan SE PLN NO.0017.DIR/2014 .....	90
5.2.7. Perhitungan Ketidakseimbangan Berdasarkan Data Hasil Percobaan .....	94
<b>BAB VI PENUTUP</b> .....	<b>99</b>
6.1. Kesimpulan .....	99
6.2. Saran.....	100
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>101</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>103</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino Mega 2560.....	19
Tabel 2. 2 Spesifikasi Modul NodeMCU ESP 8266.....	21
Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor Arus ACS712 5A.....	23
Tabel 2. 4 Spesifikasi Sensor PZEM 004T .....	25
Tabel 2. 5 Spesifikasi LCD 20 x 4.....	26
Tabel 2. 6 Spesifikasi Modul Step Down DC LM2596 .....	29
Tabel 3. 1 Konfigurasi Pin Arduino Mega 2560.....	38
Tabel 3. 2 Konfigurasi Pin NodeMCU ESP 8266 .....	40
Tabel 4. 1 Daftar Alat Keseluruhan .....	49
Tabel 4. 2 Daftar Bahan Pembuatan Perangkat Sistem.....	50
Tabel 4. 3 Daftar Bahan Pembuatan Perangkat Panel.....	60
Tabel 4. 4 Daftar Bahan Pembuatan Rangkaian Beban .....	65
Tabel 5. 1 Data Pengukuran Rangkaian Catu Daya.....	77
Tabel 5. 2 Data Pengukuran Rangkaian Relay .....	78
Tabel 5. 3 Data Pengukuran Tegangan Input Sensor PZEM 004T dan ACS712 .....	79
Tabel 5. 4 Data Pengukuran LCD 20 x 4.....	79
Tabel 5. 5 Data Pengujian Tegangan Sensor PZEM 004T .....	80
Tabel 5. 6 Data Persentase Error Pengukuran Tegangan PZEM 004T.....	81
Tabel 5. 7 Data Pengujian Arus Sensor PZEM 004T .....	81
Tabel 5. 8 Data Persentase Error Pengukuran Arus PZEM 004T.....	82
Tabel 5. 9 Data Pengujian Rangkaian Relay.....	83
Tabel 5. 10 Data Pengujian Sensor Arus ACS712.....	84
Tabel 5. 11 Data Persentase Error Sensor Arus ACS712 .....	85
Tabel 5. 12 Data Pengujian Tampilan LCD dan Blynk .....	85
Tabel 5. 13 Data Selisih Pembacaan LCD dan Blynk .....	86
Tabel 5. 14 Data Pengujian Overload Pada Set point 1A .....	87
Tabel 5. 15 Data Pengujian Deteksi Arus Fasa Netral.....	91
Tabel 5. 16 Data Percobaan Ketidakseimbangan.....	95
Tabel 5. 17 Perbandingan Data Pengukuran Arus Dengan Perhitungan.....	95
Tabel 5. 18 Perbandingan Data Pengukuran Arus Netral Dengan Perhitungan.....	97

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi Pembebanan Lebih .....	9
Gambar 2. 2 Vektor Diagram Arus keadaan seimbang.....	10
Gambar 2. 3 Vektor Diagram Arus keadaan tidak seimbang.....	10
Gambar 2. 4 Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR).....	12
Gambar 2. 5 Ilustrasi Pengukuran Tegangan .....	14
Gambar 2. 6 Ilustrasi Pengukuran Arus dengan Amperemeter.....	14
Gambar 2. 7 Pengukuran Arus Menggunakan Clamp/CT .....	15
Gambar 2. 8 Skema Umum Perangkat Sistem Proteksi .....	16
Gambar 2. 9 Ilustrasi Skema Kerja IoT (Internet of Things).....	17
Gambar 2. 10 Skematik Rangkaian Catu Daya.....	18
Gambar 2. 11 Arduino Mega 2560 .....	19
Gambar 2. 12 Tampilan fisik dan skema pin out modul ESP 8266 .....	20
Gambar 2. 13 Tampilan Antar Muka Blynk Cloud .....	21
Gambar 2. 14 Sensor Arus ACS712 5A .....	23
Gambar 2. 15 Sensor PZEM 004T.....	24
Gambar 2. 16 Wiring Diagram Sensor PZEM 004T.....	25
Gambar 2. 17 LCD 20 x 4 I2C.....	25
Gambar 2. 18 Relay 5 VDC 3 Chanel.....	27
Gambar 2. 19 Fotek SSR 25-DA .....	27
Gambar 2. 20 Wiring Diagram Sensor PZEM - 004T .....	28
Gambar 2. 21 Modul Step Down DC LM2596.....	28
Gambar 2. 22 MCB 3 Phasa .....	29
Gambar 2. 23 Fuse Link Type Cartridge .....	30
Gambar 2. 24 Lampu Pijar dan Stop Kontak .....	31
Gambar 3. 1 Blok Diagram Rangkaian Sistem .....	32
Gambar 3. 2 Rangkaian Catu Daya.....	35
Gambar 3. 3 Rangkaian Sensor PZEM - 004T .....	36
Gambar 3. 4 Rangkaian Sensor Arus ACS712 .....	37
Gambar 3. 5 Arduino Mega 2560 .....	38
Gambar 3. 6 NodeMCU ESP8266.....	39
Gambar 3. 7 Rangkaian LCD (Liquid Crystal Display) .....	41
Gambar 3. 8 Rangkaian Relay .....	42
Gambar 3. 9 Flowchart Sistem.....	44
Gambar 3. 10 Rangkaian Keseluruhan Sistem.....	45
Gambar 4. 1 Desain Alat Keseluruhan.....	48
Gambar 4. 2 Hasil Perancangan Perangkat Keras.....	48
Gambar 4. 3 Desain Perangkat Sistem.....	52
Gambar 4. 4 Membuka Aplikasi Corel Draw .....	52
Gambar 4. 5 Ukuran Desain Bagian Atas dan Bawah .....	53
Gambar 4. 6 Ukuran Desain Bagian Kanan dan Depan.....	53
Gambar 4. 7 Ukuran Desain Bagian Kiri dan Belakang .....	54

Gambar 4. 8 Melubangi Akrilik Menggunakan Bor Elektrik .....	54
Gambar 4. 9 Pemasangan Komponen Menggunakan Baut dan Spacer .....	55
Gambar 4. 10 Pengeleman Untuk Memasang Mur Penutup.....	55
Gambar 4. 11 Pemasangan Seluruh Komponen Pada Box Akrilik.....	56
Gambar 4. 12 Pembuatan PCB Untuk Komponen Arduino Mega .....	57
Gambar 4. 13 Pembuatan PCB Untuk Komponen PZEM 004T.....	57
Gambar 4. 14 Pembuatan PCB Pada Komponen NodeMCU ESP8266 .....	58
Gambar 4. 15 Memasang PCB Pada Masing - Masing Komponen.....	58
Gambar 4. 16 Menghubungkan Komponen Dengan Kabel Jumper JST .....	59
Gambar 4. 17 Memasang Wiring Output Menggunakan Kabel NYAF.....	59
Gambar 4. 18 Mendownload Models Komponen Perangkat Panel .....	61
Gambar 4. 19 Penyusunan Semua Komponen Pendukung .....	61
Gambar 4. 20 Melubangi Box Panel Menggunakan Bor Elektrik .....	62
Gambar 4. 21 Memasang Seluruh Komponen Kelistrikan .....	62
Gambar 4. 22 Pemasangan Wiring Pada Panel.....	63
Gambar 4. 23 Pemasangan Skun Ring.....	63
Gambar 4. 24 Pemasangan Skun Garpu.....	64
Gambar 4. 25 Hasil Akhir Rangkaian Panel .....	64
Gambar 4. 26 Mendownload Models Komponen Rangkaian Beban.....	66
Gambar 4. 27 Menyusun Semua Komponen Pada Desain Rangkaian .....	66
Gambar 4. 28 Melubangi Papan Triplek dengan Bor Elektrik.....	67
Gambar 4. 29 Pemasangan Seluruh Komponen Pada Rangkaian Beban.....	67
Gambar 4. 30 Pemasangan Wiring Komponen Rangkaian Beban .....	68
Gambar 4. 31 Hasil Akhir Pembuatan Rangkaian Beban .....	68
Gambar 4. 32 Tampilan Awal Aplikasi Arduino IDE .....	69
Gambar 4. 33 Membuat Program untuk Board Arduino Mega .....	70
Gambar 4. 34 Proses Upload Library.....	70
Gambar 4. 35 Memeriksa Program Arduino Mega.....	71
Gambar 4. 36 Membuat Program ESP8266 Pada Arduino IDE .....	72
Gambar 4. 37 Tampilan Aplikasi Blynk Cloud .....	72
Gambar 4. 38 Membuat Project Baru pada Blynk .....	73
Gambar 4. 39 Merancang Tampilan Web Dashboard pada Blynk .....	73
Gambar 4. 40 Memasukan Nilai Datastreams Pada Blynk .....	74
Gambar 4. 41 Menghubungkan Datastream Dengan Widget Yang Terpasang .....	74
Gambar 4. 42 Gambar Tampilan Web Dashboard.....	75

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Umum Alat .....	103
Lampiran 2. Gambar Rangkaian Sistem .....	105
Lampiran 3. Program Arduino Mega 2560.....	106
Lampiran 4. Program NodeMCU ESP 8266.....	110
Lampiran 5. Bukti Fisik Laporan Tugas Akhir.....	115
Lampiran 6. Log Book Tugas Akhir.....	117



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Penyaluran energi listrik dari PLN ke konsumen menggunakan sistem jaringan distribusi dimana tegangan menengah 20 kV akan diubah oleh trafo distribusi menjadi tegangan rendah 380 V (antar fasa) atau 220 V (fasa - netral). Pendistribusian tenaga listrik terbagi menjadi 2 sistem, yakni sistem 1 fasa dan sistem 3 fasa. Pada sistem 3 fasa mengharuskan kondisi antar fasanya seimbang, namun pada kondisi lapangan sulit dicapai dalam keadaan seimbang sebab kebutuhan beban listrik yang berbeda pada setiap fasa.<sup>[1]</sup> Kondisi ketidakseimbangan juga dapat terjadi akibat sering dilakukannya percepatan pasang baru sehingga petugas sembarangan mengambil beban fasa tanpa pengukuran. Ketidakseimbangan beban dapat menimbulkan arus pada fasa netral yang berdampak pada kerugian PLN.<sup>[2]</sup> Dalam hal ini, petugas PLN selalu melakukan inspeksi ke lapangan setiap harinya untuk melakukan pengukuran arus R, S, T, dan Netral pada gardu distribusi.

Pada gardu distribusi juga terdapat beberapa perlengkapan penting yang salah satunya adalah transformator distribusi. Kualitas serta mutu dari transformator harus dijaga guna mempertahankan keandalan penyaluran energi listrik dengan baik, dimana kinerja transformator tidak boleh mencapai beban lebih (*overload*).<sup>[3]</sup> Kondisi beban lebih (*overload*) dapat memicu kerusakan trafo distribusi, sehingga diberikan proteksi berupa NH – Fuse pada Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah. NH – Fuse akan bekerja dengan cara melebur/putus ketika sistem mengalami *overload* (melebihi batas kerja yang ditetapkan) sehingga jaringan listrik mengalami *trip*. Namun, NH – Fuse hanya dapat digunakan sekali dan tak jarang petugas dilapangan melakukan penanganan gangguan tidak sesuai SOP, seperti melakukan *bypass* pada NH-Fuse sehingga tidak terproteksinya transformator dan berpotensi merusak peralatan distribusi.

Oleh karena itu, penulis menawarkan sebuah solusi guna membantu petugas dalam memonitoring arus netral pada gardu distribusi sehingga dapat dilakukan tindakan cepat apabila timbul arus netral yang melebihi batas ketetapan PLN, serta terdapat proteksi beban lebih yang mampu digunakan berkepanjangan (terus menerus) guna memutus aliran listrik saat terjadinya *overload* (arus berlebih). Untuk kondisi tidak seimbang, penulis menggunakan sensor arus untuk dilakukan pengukuran pada fasa netral dimana mikrokontroler akan mengirim notifikasi peringatan ke aplikasi *Blynk* apabila arus netral sudah melebihi batas maksimum *set point* (0,2 A). Kemudian, saat terjadi *overload* dilakukan pemutusan beban secara otomatis apabila arus terukur sudah melebihi batas maksimum arus nominal masing masing fasa yang ditetapkan, yakni 1 A dengan melakukan pengendalian relay berupa kontrol *open/close*. Sistem ini dirancang berbasis *Internet of Things* (IoT), sehingga petugas PLN dapat memonitor dan mengendalikan sistem secara *real time*. Dari objek permasalahan tersebut, penulis merancang dan membuat Tugas Akhir dengan judul **“PROTOTYPE SISTEM PENDETEKSI ARUS NETRAL DAN PROTEKSI TERHADAP PEMBEBANAN LEBIH PADA PANEL HUBUNG BAGI TEGANGAN RENDAH BERBASIS IoT (*Internet of Things*)”**.

## 1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat dirumuskan permasalahan yang akan diselesaikan dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Prinsip kerja dari sistem pendeteksi arus fasa netral saat terjadi ketidakseimbangan dan proteksi terhadap beban lebih dengan melakukan pengendalian *open/close*.
2. Cara membuat sistem pendeteksi arus fasa netral dan proteksi beban lebih pada panel hubung bagi tegangan rendah.
3. Cara mengintegrasikan sistem pendeteksi arus fasa netral dan proteksi beban lebih untuk dapat dimonitor dan dikendalikan via platform *Blynk*.

### 1.3. Tujuan Tugas Akhir

Tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan tugas akhir ini adalah:

1. Mampu merancang dan membuat sistem pendeteksi arus netral pada panel hubung bagi tegangan rendah guna mengetahui terjadinya ketidakseimbangan saat arus yang mengalir melebihi batas maksimal dan dapat langsung diatasi oleh petugas PLN.
2. Mampu merancang dan membuat sistem proteksi dengan melakukan pengendalian *open/close* secara otomatis pada panel hubung bagi tegangan rendah saat terjadi pembebanan lebih (*overload*) pada transformator distribusi.
3. Memenuhi salah satu syarat 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 tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Bagi Penulis

- a. Guna menerapkan ilmu pengetahuan dan pengaplikasian teori yang diperoleh penulis selama perkuliahan.
- b. Agar lebih mengerti dan memahami prinsip kerja sistem pendeteksi arus netral serta sistem proteksi beban lebih pada panel hubung bagi tegangan rendah berbasis *Internet of Things* (IoT) secara mendalam.

#### 2. Bagi Masyarakat

Diharapkan alat ini dapat membantu pihak PLN dalam memberikan solusi untuk memonitoring arus netral saat terjadi ketidakseimbangan serta mengatasi permasalahan gangguan ketika terjadi beban lebih dan memberikan kenyamanan pada pelanggan PLN untuk meminimalisir terjadinya gangguan/padam.

### 3. Bagi Mahasiswa dan Pembaca

Dapat menjadi referensi bacaan dan informasi khususnya bagi para mahasiswa Teknik Listrik Industri yang sedang menyusun Tugas Akhir dengan pokok permasalahan yang sama.

#### 1.5. Pembatasan Masalah

Dalam penulisan Tugas Akhir ini pembahasan masalah hanya dibatasi pada hal – hal berikut:

1. *Prototype* sistem pendeteksi arus netral dan proteksi beban lebih pada panel hubung bagi tegangan rendah menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai pusat pengendalian sistem dan pengolahan data.
2. Node MCU ESP8266 digunakan untuk komunikasi antara mikrokontroler Arduino Mega 2560 dengan jaringan internet untuk menerima dan mengirimkan perintah.
3. Alat yang dirancang hanya fokus untuk mendeteksi arus yang mengalir pada fasa netral, dimana pengukuran arus menggunakan sensor ACS712.
4. Pengukuran arus dan tegangan yang mengalir pada setiap fasa R/S/T menggunakan sensor PZEM-004T.
5. Arus nominal yang digunakan dalam simulasi ini mengacu pada pedoman SPLN 17:1979, di mana arus nominal trafo saat pembebanan 80% ditetapkan sebesar 1A pada masing – masing fasa R, S, dan T.
6. Arus netral maksimum yang digunakan dalam simulasi ini mengacu pada pedoman SPLN D3.002-1,2007 dan SE PLN NO.0017.DIR/2014, dimana nilai arus netral tidak boleh melebihi 20% dari nominal arus pada setiap fasa. Oleh karena itu, arus netral maksimum yang ditetapkan adalah 20% dari arus nominal 1A yakni sebesar 0,2A.
7. Sistem proteksi pada panel hubung bagi tegangan rendah menggunakan *solid state relay* (SSR) pada prototipe alat sebagai pemutus dan penghubung aliran listrik.

8. *Blynk* digunakan sebagai tampilan pengukuran arus fasa R, S, T, dan Netral, serta terdapat kendali sistem proteksi otomatis apabila terjadi pembebanan lebih pada keluaran di PHB-TR.
9. Notifikasi yang diberikan hanya sebatas pop – up pada aplikasi *Blynk* dan dapat dikirim via email.

### **1.6. Sistematika Tugas Akhir**

Sistematika dari Laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

**HALAMAN JUDUL**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**SURAT PERNYATAAN KEASLIAN**

**HALAMAN PERSEMBAHAN**

**ABSTRAK**

**ABSTRACT**

**KATA PENGANTAR**

**DAFTAR ISI**

**DAFTAR TABEL**

**DATAR GAMBAR**

**DAFTAR LAMPIRAN**

**BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini akan dibahas tentang hal-hal yang melatarbelakangi pembuatan Tugas Akhir, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan Tugas Akhir, manfaat Tugas Akhir, dan sistematika penyusunan.

**BAB II LANDASAN TEORI**

Pada bab ini berisi mengenai tinjauan pustaka penelitian sebelumnya yang memiliki kaitan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh penulis serta berisi teori mengenai elemen-elemen yang terkait dalam pembuatan alat,

diantaranya ketidakseimbangan beban, pembebanan lebih, komponen pendukung, dll.

### **BAB III PERANCANGAN TUGAS AKHIR**

Pada bab ini berisi mengenai rancangan kerja alat yang terbagi menjadi 2 yakni perancangan *hardware* dari sistem pendeteksi arus netral dan proteksi beban lebih yang diuraikan atas beberapa blok serta perancangan *software* dalam bentuk *flowchart* yang menampilkan langkah langkah program yang dirancang.

### **BAB IV PEMBUATAN ALAT**

Pada bab ini berisikan penjelasan mekanisme pembuatan alat mulai dari pembuatan rangkaian yang meliputi perencanaan, penyusunan bahan, pengerjaan *hardware* (rangka *prototype* sistem pendeteksi arus netral dan proteksi terhadap beban lebih) dan *software* (pada aplikasi Arduino IDE dan platform *Blynk*) sampai menjadi sebuah alat yang dapat beroperasi.

### **BAB V PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT**

Pada bab ini berisikan data pengukuran guna memastikan hasil pembacaan arus dan tegangan dalam keadaan baik dan benar, serta pengujian dilakukan untuk memastikan seluruh komponen yakni sensor dapat mengukur arus dan tegangan, relay dapat bekerja *open/close* secara otomatis, LCD dapat menampilkan hasil pembacaan, dll. Selanjutnya, dilakukan analisa pembahasan terhadap hasil pengukuran dan pengujian.

### **BAB VI PENUTUP**

Pada bab ini berisikan kesimpulan secara singkat dan jelas mengenai *prototype* sistem alat sesuai dengan tujuan penelitian, kemudian memuat saran agar alat yang dirancang dapat dilakukan penelitian lebih lanjut guna mendapatkan hasil yang lebih baik.