



**PROTOTYPE PENDETEKSI GANGGUAN DAN MONITORING ARUS PADA
NH-FUSE DI PHB-TR DILENGKAPI DATA LOGGER
BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS)**

Laporan Tugas Akhir

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan Program Studi Diploma IV Teknik Listrik Industri Departemen
Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

Diajukan Oleh:

Nama : Prawira Duta Kusuma

NIM : 40040619683042

**PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2023

**HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PROTOTYPE PENDETEKSI GANGGUAN DAN MONITORING ARUS PADA
NH-FUSE DI PHB-TR DILENGKAPI DATA LOGGER
BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS)**

Diajukan oleh :

Diajukan Oleh : Prawira Duta Kusuma

NIM : 40040619650042

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA DENGAN BAIK OLEH

Dosen Pembimbing,



Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng

NIP.197009161998021001

Tanggal : 27 Juni 2023

Mengetahui

Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik

Industri Departemen Teknik Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro



Atikha Subiri, S.T., M.Kom

NIP.197710012001121002



Tanggal : 27 Juni 2023

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

TUGAS AKHIR

PROTOTYPE PENDETEKSI GANGGUAN DAN MONITORING ARUS PADA
NH-FUSE DI PHB-TR DILENGKAPI DATA LOGGER
BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS)

Diajukan Oleh :

Nama : Prawira Duta Kusuma

NIM : 40040619650042

Telah disetujui pada

Hari : Selasa

Tanggal : 27 Juni 2023

Mengetahui dan Menyetujui,

Penguji I

Yuniarto, ST, MT

NIP. 197106151098021001

Penguji II

Drs. Eko Arivanto, MT

NIP. 196004051986021001

Penguji III

Privo Sasmoko, ST, M.Eng

NIP. 197009161998021001

Mengetahui,

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

Arkhan Subari, S.T, M.Kom

NIP. 197710012001121002



SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang Bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Prawira Duta Kusuma
NIM : 40040619650042
Program studi : STr. Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi
Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro
Judul Tugas Akhir : **PROTOTYPE PENDETEKSI GANGGUAN DAN
MONITORING ARUS PADA NH-FUSE DI PHB-TR
DILENGKAPI DATA LOGGER BERBASIS IOT
(INTERNET OF THINGS)**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat disini 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, 27 Juni 2023

Yang membuat pernyataan,



Prawira Duta Kusuma
NIM : 40040619683042

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Orang tua, saudara dan adik tercinta yang tak henti-henti memberikan doa, dukungan, semangat, dan motivasi.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiyo, M.Si. selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
3. Bapak Arkhan Subari S.T, M.Kom dan Bapak Yuniarto S.T, M.T selaku Ketua Program Studi dan Sekretaris Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Bapak Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing yang sangat membantu saya dalam pembuatan dan penyusunan Tugas Akhir.
5. Semua rekan rekan Teknik Listrik Industri kelas PLN, yang telah berjuang dan membantu bersama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
6. Keluarga besar angkatan 2019 PSD Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Universitas Diponegoro yang telah memberi dukungan semangat dan banyak membantu selama ini.
7. Semua orang yang senantiasa mendoakan saya dan juga para mentor saya Magang di UP3 Purwokerto yang telah support saya dengan penuh dan selalu mendukung saya tanpa henti
8. Seluruh karyawan dan karyawan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro yang telah mendukung sepenuhnya, sehingga bisa berjalan dengan baik.
9. Teman teman satu organisasi dan teman seperjuangan yang sudah membantu support dalam proses pengerjaan ini.
10. Semua pihak yang penulis tidak sebutkan namanya satu persatu dan juga telah banyak membantu penulis serta memotivasi penulis dalam menyelesaikan studi Diploma di Universitas Diponegoro.

KATA PENGANTAR



Puji syukur saya panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayat-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan judul **“PROTOTYPE PENDETEKSI GANGGUAN DAN MONITORING ARUS PADA NH-FUSE DI PHB-TR DILENGKAPI DATA LOGGER BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS)”**

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan pada Program Studi Sarjana terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Undip Universitas Diponegoro. Proses pembuatan Tugas Akhir ini penyusun banyak mengalami kesulitan dan hambatan baik yang bersifat teknis maupun non teknis. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada,

1. Allah SWT, terimakasih atas segala rahmat, kasih, dan hidayah-Nya yang telah menuntun sehingga penyusun dapat mengerjakan laporan ini dengan lancar dan dapat terselesaikan dengan baik.
2. Prof Dr. Ir. Budiyono, M.Si. selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang dan Dr. Ida Hayu Dwimawanti, MM selaku Wakil Dekan I Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
3. Bapak Arkhan Subari, S.T., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
4. Bapak Yuniarto, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
5. Bapak Drs. Eko Ariyanto, MT. selaku Dosen Wali penulis kelas PLN Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

6. Bapak Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
7. Seluruh Dosen dan Karyawan Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
8. Semua pihak yang turut membantu dan pihak lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan lebih dan semangat.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna , oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun agar Laporan Tugas Akhir ini menjadi lebih baik. Akhir kata penulis mohon maaf yang setulus-tulusnya apabila ada kekeliruan dalam penulisan laporan ini.

Semarang, 27 Juni 2023



Penyusun

DAFTAR ISI

BERITA ACARA PENILAIAN TUGAS AKHIR Error! Bookmark not defined.	
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
ABSTRAK	xviii
ABSTRACT	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Tugas Akhir.....	3
1.4. Manfaat Tugas Akhir.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	5
1.6. Sistematika Laporan	5
1.6.1. BAB I : Pendahuluan	5
1.6.2. BAB II : Landasan Teori.....	5
1.6.3. BAB III : Perancangan Tugas Akhir	5
1.6.4. BAB IV : Pembuatan Alat	6
1.6.5. BAB V : Pengujian dan Analisa Alat.....	6
1.6.6. BAB VI : Kesimpulan.....	6

1.7. Metodologi Penelitian	6
1.7.1. Studi Literatur	6
1.7.2. Perancangan Sistem	7
1.7.3. Pembuatan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak Sistem.....	7
1.7.4. Pengujian Sistem dan Pengambilan Data.....	7
1.7.5. Pembuatan Laporan Proyek Akhir.....	7
BAB II LANDASAN TEORI	8
2.1. Tinjauan Pustaka	8
2.2. Dasar Teori.....	9
2.2.1. Gardu Distribusi	9
2.2.2. Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah (PHB-TR)	10
2.2.3. Mikrokontroler Arduino Mega.....	11
2.2.4. Software Arduino (IDE).....	13
2.2.5. Sensor PZEM-004T	15
2.2.6. NH-FUSE.....	16
2.2.7. Daya Listrik.....	18
2.2.8. Tegangan.....	21
2.2.9. Arus Listrik	21
2.2.10. LCD I2C 20x4 (Liquid Crystal Display)	22
2.2.11. Data Longger.....	24
2.2.12. Modul microSD Card.....	25
2.2.13. Modul RTC	26
2.2.14. NodeMCU ESP8266-12E	26
2.2.15. Internet of Things (IoT)	27

2.2.16. Aplikasi Blynk	29
BAB III PERENCANAAN TUGAS AKHIR.....	30
3.1. Perencanaan Pembuatan Tugas Akhir.....	30
3.2. Perencanaan Hardware	33
3.2.1. Blok Diagram.....	34
3.2.2. Perencanaan dan Pembuatan Rangkaian PCB	36
3.2.3. Perencanaan Sensor Arus dan Tegangan	37
3.2.4. Perencanaan Monitoring Box Panel.....	38
3.2.5. Perencanaan Mikrokontroler.....	39
3.2.6. Perencanaan Modul Wifi.....	41
3.2.7. Perencanaan Kotak Box	42
3.2.8. Perencanaan Wiring Alat	43
3.2.9. Perencanaan Deteksi Gangguan NH-Fuse	45
3.3. Perencanaan Software	46
3.3.1. Perencanaan Program Arduino	46
3.3.2. Perencanaan Aplikasi IoT	47
3.4. Flowchart.....	49
3.4.1. Cara Kerja Sistem.....	50
3.5 Jadwal Pembuatan dan Penyusunan Tugas Akhir.....	52
BAB IV PEMBUATAN ALAT	53
4.1. Pembuatan Prototype	53
4.2. Alat dan Bahan Pembuatan Prototype.....	54
4.3. Pembuatan Perangkat Keras (Hardware)	57
4.3.1. Perancangan Desain Mekanik	57

4.3.2. Perancangan Desain Alat	58
4.3.3. Pembuatan Rangkaian PCB	59
4.3.4. Perakitan Alat Prototype	65
4.4. Pembuatan Perangkat Lunak (Software).....	71
BAB V PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT.....	78
5.1. Tujuan Pengukuran dan Pengujian.....	78
5.2. Langkah langkah Pengukuran dan Pengujian	79
5.3. Peralatan Pengukuran dan Pengujian	79
5.4. Prosedur Pengukuran dan Pengujian.....	80
5.4.1. Pengukuran Partisi.....	81
5.4.2. Pengujian Keseluruhan Sistem dan Analisa	90
BAB VI KESIMPULAN	110
6.1. Kesimpulan	110
6.2. Saran.....	112
DAFTAR PUSTAKA	113

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Gardu Distribusi	9
Gambar 2.2. Konstruksi PHB-TR	11
Gambar 2.3. Mikrokontroler Arduino Mega 2560	12
Gambar 2.4. Software Arduino IDE	14
Gambar 2.5. Sensor PZEM-004T	15
Gambar 2.6. NH-FUSE	17
Gambar 2.7. FUSE HOLDER	17
Gambar 2.8. LCD 20x4	23
Gambar 2.9. Modul microSD Card	25
Gambar 2.10. MicroSD Card.....	25
Gambar 2.11. Modul RTC DS3231.....	26
Gambar 2.12. Pinout NodeMCU ESP8266	27
Gambar 2.13. IoT dalam kehidupan sehari hari	28
Gambar 2.14 Gambaran Aplikasi Blynk	29
Gambar 3.1. <i>Flowchart</i> Tahapan Perancangan dan Pengujian Alat.....	32
Gambar 3.2. Blok Diagram Sistem.....	34
Gambar 3.3. Model Sensor PZEM-00T.....	38
Gambar 3.4. Pengkabelan LCD 20x4.....	39
Gambar 3.5. Rangkaian Mikrokontroler Arduino Mega 2560	40
Gambar 3.6. Desain Kotak Box.....	43
Gambar 3.7. Perencanaan Wiring alat	44
Gambar 3.8. Aplikasi Arduino IDE.....	47
Gambar 3.9. Aplikasi Blynk	48

Gambar 3.10. Flowchart Sistem Alat	50
Gambar 4.1. Desain Mekanik	58
Gambar 4.2. Desain 3D Alat Prototype	58
Gambar 4.3. Pembuatan rangkaian PCB	59
Gambar 4.4. Menyetak rangkaian PCB	60
Gambar 4.5. Melakukan pengelasan di PCB	61
Gambar 4.6. Menyetrika rangkaian PCB	61
Gambar 4.7. Membersihkan rangkaian PCB	62
Gambar 4.8. Merendam PCB dengan cairan	63
Gambar 4.9. Melakukan pengeboran PCB	63
Gambar 4.10. Mensolder rangkaian PCB	64
Gambar 4.11. Implementasi Frame Prototipe	65
Gambar 4.12. Implementasi Rangkaian Elektronik Pada Prototipe Sebelum Packaging	66
Gambar 4.13. Implementasi Rangkaian Elektronik Dalam Frame	66
Gambar 4.14. Merangkai Rangkaian Elektronik Dalam Frame	67
Gambar 4.15. Merangkai Rangkaian Elektronik Dalam Frame	67
Gambar 4.16. Penataan Rangkaian Elektronik Dalam Frame	68
Gambar 4.17. Penataan Rangkaian Elektronik Dalam Frame	68
Gambar 4.18. Mengencangkan Rangkaian Elektronik Dalam Frame	69
Gambar 4.19. Mengencangkan Rangkaian Elektronik Dalam Frame	69
Gambar 4.20. Pemasangan LCD dan LED dalam rangkaian	70
Gambar 4.21. Pertama Membuka Software Arduino IDE	71
Gambar 4.22. Penyambungan Arduino Mega ke PC	71

Gambar 4.23. Memilih Board Arduino Mega 2560	72
Gambar 4.24. Melakukan pemilihan port pada Arduino IDE	72
Gambar 4.25. Menambahkan Library.....	73
Gambar 4.26. Memilih File Library	73
Gambar 4.27. Include Library PZEM-004T v.30.....	74
Gambar 4.28. Program <i>Vvoid Set Up</i> PZEM-004T.....	74
Gambar 4.29. Program <i>Vvoid Loop()</i> PZEM-004T.....	75
Gambar 4.30. Proses compiling program	76
Gambar 4.31. Program koneksi Blynk.....	76
Gambar 4.32. Menghubungkan Board NodeMCU.....	77
Gambar 4.33. Proses compiling program	77
Gambar 5.1. Proses pengukuran Tegangan Input.....	83
Gambar 5.2. Pengukuran Tegangan Output Modul <i>StepDown</i> LM2596	84
Gambar 5.3. Pengukuran Tegangan pada sensor PZEM-004T di phase R-N....	86
Gambar 5.4. Pengukuran Tegangan pada sensor PZEM-004T di phase S-N	87
Gambar 5.5. Pengukuran Tegangan pada sensor PZEM-004T di phase T-N	87
Gambar 5.6. Proses pengukuran Tegangan pada LCD 20x4.....	88
Gambar 5.7. Pengujian Integrasi Keadaan Normal.....	92
Gambar 5.8. Pengujian Rangkaian dalam keadaan Normal	92
Gambar 5.9. Tampilan LCD dan MCB saat keadaan normal.....	92
Gambar 5.10. Tampilan Informasi pada aplikasi <i>Blynk</i>	93
Gambar 5.11. Proses pengujian dan Beban yang digunakan.....	96
Gambar 5.12. Monitoring LCD saat beban overload di phase R.....	96
Gambar 5.13. Monitoring LCD saat MCB bekerja	97

Gambar 5.14. MCB Fasa R Trip dan LED indicator	98
Gambar 5.15. Tampilan Informasi pada aplikasi Blynk.....	99
Gambar 5.17. Pengujian ketidakseimbangan.....	100
Gambar 5.18. Tampilan pada Blynk saat tidak seimbang (arus)	102
Gambar 5.19. Notifikasi mengenai gangguan <i>unbalance</i>	102
Gambar 5.20. Simulasi Isolasi Tegangan Bocor pemicu tegangan.....	103
Gambar 5.21. Mengatur pemicu tegangan bocor di potensiometer	104
Gambar 5.22. Tampilan monitoring LCD saat tegangan bocor.....	104
Gambar 5.23. Notifikasi mengenai gangguan tegangan bocor.....	105

DAFTAR TABEL

Tabel 1-1. Data Gangguan Pelanggan	1
Tabel 2-1. Hubungan Daya.....	21
Tabel 2-2. LCD I2C.....	24
Tabel 3-1. Pin sensor PZEM-004T.....	37
Tabel 3-2. Spesifikasi Arduino Mega.....	40
Tabel 3-3. Spesifikasi Modul ESP 8266	42
Tabel 3-4. Jadwal Pembuatan dan Penyusunan Tugas Akhir.....	52
Tabel 4-1. Daftar Bahan Pembuatan Alat Tugas Akhir.....	54
Tabel 4-2. Daftar Peralatan Pendukung Pembuatan Alat Tugas Akhir.....	55
Tabel 5-1. Peralatan Pengukuran dan Pengujian	80
Tabel 5-2. Hasil Tegangan Kerja Rangkaian <i>Power Supply Adaptor</i>	82
Tabel 5-3. Hasil Pengukuran Kerja Rangkaian <i>Step Down</i> LM2596.....	83
Tabel 5-4. Hasil Pengukuran Kerja Sensor PZEM-004T v3	85
Tabel 5-5. Hasil Pengukuran Tegangan Kerja Rangkaian LCD.....	88
Tabel 5-6. Hasil Pengukuran Kerja Rangkaian Lampu LED	89
Tabel 5-7. Data Monitoring Pengujian Keadaan Normal	94
Tabel 5-8. Data Gangguan Putusnya NH-Fuse	98
Tabel 5-9. Data Percobaan Ketidakseimbangan Arus.....	101
Tabel 5-10. Hasil pengujian tegangan tembus	105
Tabel 5-11. <i>Record Data Logger</i> dalam 2 menit.....	106
Tabel 5-12. Key Performance Indicators (KPI)	109

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Design Peralatan Keseluruhan.....	116
Lampiran 2 : Datasheet Arduino Mega 2560.....	119
Lampiran 3 : Datasheet PZEM-004T.....	136
Lampiran 4 : Datasheet LCD 20 x 4	143
Lampiran 5 : NodeMCU 8266 Sheet	147
Lampiran 5 : NH Fuse Sheet.....	154
Lampiran 6 : Datasheet IC Regulator LM2596.....	155
Lampiran 7 : Datasheet RTC DS3231	166
Lampiran 8 : Datasheet Module MicroSD.....	179
Lampiran 9 : Program Alat di Mikrokontroler Mega 2560	181
Lampiran 10 : Log Book.....	193
Lampiran 11 : Bukti Fisik Laporan Penelitian Tugas Akhir.....	194
Lampiran 12 : Profil Penulis	195

ABSTRAK

PHB-TR atau Panel Hubung Bagi Tegangan Rendah merupakan peralatan di Jaringan Tegangan Rendah (JTR) yang berfungsi sebagai penghubung, pembagi, pengaman dan pengendali yang ada di bawah trafo distribusi. Sistem proteksi di PHB-TR menggunakan NH-Fuse sebagai pengaman utama. NH-Fuse dipasang di PHB-TR berguna sebagai pembatas dan pengaman dari arus lebih atau *over current*. Menurut data laporan UP3 Purwokerto, gangguan PHB-TR masih sering terjadi saat ini. Selain itu, banyaknya laporan dari pelanggan mengenai gangguan di Jaringan Tegangan Rendah (JTR) yang ditangani sangat lama serta petugas harus turun lapangan secara langsung untuk melakukan pemeliharaan satu per satu. Sehingga, perlu adanya inovasi baru yang dapat mempermudah petugas PLN dalam mengidentifikasi gangguan dan memonitoring keadaan PHB-TR secara efektif dan efisien. Data juga menunjukkan, bahwa gangguan pada PHB-TR banyak disebabkan oleh rusaknya NH-Fuse yang belum diganti. Tugas akhir ini dibuat untuk memecahkan permasalahan tersebut, dengan judul tugas akhir yaitu Alat pendeteksi gangguan dan monitoring arus pada NH-Fuse di PHB-TR dilengkapi *data logger* berbasis IoT (*Internet of Things*). Alat ini dapat menyampaikan informasi jarak jauh ketika terjadi gangguan sekitar 15-30 detik ke petugas PLN, gangguan yang dideteksi yaitu saat NH-Fuse putus (melebihi arus nominal 1 Ampere), tahanan isolasi tembus (tegangan masuk di fuse holder) dan ketidakseimbangan beban saat *over current* (melebihi 20% antar fasa). Indikasi gangguan yaitu dengan lampu LED akan menyala dan petugas akan diberikan notifikasi gangguan di aplikasi dan bunyi alarm sebagai tanda adanya gangguan. Komponen utama dari alat ini yaitu sensor arus dan sensor tegangan yaitu PZEM-004T 10A versi 3, *Mikrokontroler* Arduino Mega 2560 sebagai pengolah data, LCD 20x4 untuk menampilkan nilai arus dan tegangan secara *realtime*, MicroSD dan RTC sebagai *data logger* dalam melakukan perekaman data dan dibantu modul Wifi ESP8266 (NodeMCU) yang berfungsi sebagai penghubung informasi gangguan jarak jauh di PHB-TR dengan aplikasi *Blynk*. Dengan adanya alat ini, proses perbaikan gangguan pada PHB-TR dapat dilaksanakan dengan waktu lebih cepat, mengurangi biaya operasional pemeliharaan, mempermudah petugas PLN dalam melakukan pemantauan, meningkatkan penilaian *performance* perusahaan (penilaian *KPI* yang berhubungan dengan penilaian SAIDI dan SAIFI) dan dari sisi pelanggan merasa pelayanan bisa lebih baik, karena padam listrik tidak berlangsung lama dan sering, sehingga citra PLN dimata masyarakat bisa lebih baik.

Kata kunci: *PHB-TR, Jaringan Tegangan Rendah (JTR), proteksi, NH-Fuse, monitoring gangguan, sensor arus, sensor tegangan, data logger, real time.*

ABSTRACT

PHB-TR or Low Voltage Split Connection Panel is equipment in the Low Voltage Network (JTR) which functions as a liaison, divider, safety guard and controller under the distribution transformer. The protection system in PHB-TR uses NH-Fuse as the main protection. The NH-Fuse installed in the PHB-TR is used as a limiter and protection from over current or over current. According to data from the UP3 Purwokerto report, PHB-TR disturbances are still common today. In addition, the many reports from customers regarding disturbances in the Low Voltage Network (JTR) were handled very long and officers had to go directly to the field to carry out maintenance one by one. Thus, there is a need for new innovations that can make it easier for PLN officers to identify disturbances and monitor PHB-TR conditions effectively and efficiently. The data also shows that many disturbances to the PHB-TR are caused by damage to the NH-Fuse that has not been replaced. This final project was made to solve this problem, with the title of the final project, which is a fault detection tool and current monitoring on the NH-Fuse at PHB-TR equipped with an IoT (Internet of Things) based data logger. This tool can convey information remotely when a disturbance occurs for about 15-30 seconds to a PLN officer, the disturbance detected is when the NH-Fuse breaks (exceeds the nominal current of 1 Ampere), insulation breakdown resistance (incoming voltage at the fuse holder) and load imbalance when over current (exceeding 20% between phases). An indication of a disturbance, namely the LED light will turn on and the officer will be given a disturbance notification in the application and an alarm sound as a sign of a disturbance. The main components of this tool are current sensors and voltage sensors, namely PZEM-004T 10A version 3, Arduino Mega 2560 microcontroller as a data processor, 20x4 LCD to display current and voltage values in realtime, MicroSD and RTC as data loggers in recording data and assisted the ESP8266 Wifi module (NodeMCU) which functions as a link for remote fault information on the PHB-TR with the Blynk application. With this tool, the process of repairing disturbances to PHB-TR can be carried out more quickly, reducing maintenance operational costs, making it easier for PLN officers to carry out monitoring, improving company performance assessments (KPI assessments related to SAIDI and SAIFI assessments) and from the customer side feel the service could be better, because power outages don't last long and are frequent, so PLN's image in the eyes of the public can be better.

Keywords: *PHB-TR, Low Voltage Network (JTR), protection, NH-Fuse, fault monitoring, current sensor, voltage sensor, data logger, real time.*

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. PLN (Persero) merupakan satu perusahaan yang berada dibawah naungan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang sangat penting keberadaannya. Energi listrik merupakan kebutuhan primer bagi hampir seluruh masyarakat Indonesia bahkan dunia dan sebagai penyedia listrik nasional memiliki visi untuk menjadi perusahaan berkelas dunia (*World Class Service*) yang bertumbuh kembang, unggul dan terpercaya yang dilandasi oleh potensi insani. [1] Dalam perjalanannya menuju perusahaan yang berkelas dunia, tentu menemui banyak kendala dan hambatan. Salah satunya adalah masalah pemadaman listrik yang disebabkan oleh gangguan secara teknis terutama pada PHB-TR, gangguan di dalam PHB-TR yang lebih banyak disebabkan karena NH Fuse yang sudah bekerja namun tidak diganti menjadi yang baru. Selain itu, gangguan pada Jaringan Tegangan Rendah (JTR) lainnya yaitu ketidakseimbangan arus antar fasa, *over current* pada JTR, sehingga dapat menyebabkan terjadinya gangguan di PHB-TR. Yang mana ini juga diperkuat dengan data *real* di lapangan, hal ini dapat di lihat pada **Tabel 1-1**. Hal ini di kutip dari jurnal Tri Joko Promono (2020) yang mana mengatakan bahwa gangguan yang sering terjadi di PHB-TR salah satu penyebabnya karena, NH Fuse putus atau rusak. Hal ini sangat dirugikan karena, tidak ada alat pemantauan atau monitoring khusus di JTR, Data Gangguan di PHB-TR dapat dilihat dari **Tabel 1-1** ^[6]

Tabel 1-1. Data Gangguan pada PHB-TR

No.	Material	Jumlah Kerusakan
1.	NH Fuse Putus	258
2.	Fuse Base Rusak	134
3.	Pemasangan Bendingan	53
4.	Sepatu Kabel Rusak	6
Jumlah		451

Dari data table tersebut dapat dilihat bahwa gangguan masih terhitung cukup banyak, yang mana dilihat juga gangguan yang disebabkan NH Fuse putus lebih mendominasi, Hal ini harus bisa di tuntaskan lebih cepat dan sigap, agar kinerja PLN bisa lebih teratasi dengan baik dan mengurangi masalah di PHB-TR.

Gangguan NH Fuse bila tidak cepat ditangani tentunya menyebabkan banyak kerugian baik dari pihak pelanggan maupun pihak PLN, antara lain peralatan elektronik milik pelanggan mudah rusak akibat tegangan dibawah standar, sedangkan dari pihak PLN dapat merusak peralatan distribusi dan menyebabkan kerugian secara *financial* serta mengurangi nilai asset perusahaan. Dalam dunia nyata, Hal ini terjadi karena beberapa faktor yaitu keterlambatan informasi yang diterima petugas PLN maupun pelanggan bila terjadi gangguan. Belum ada sistem yang otomatis memberikan informasi secara cepat dan akurat mengenai gangguan ini. Yang mana, petugas masih mencari secara *konvensional* dengan *check* satu per satu di panel apabila terjadi gangguan di feeder. Tentu hal ini, akan menguras tenaga dan biaya *operasional*, karena di lakukan secara manual dan tidak secara otomatis ditemukan penyebabnya serta letak kesalahannya.

Melihat kondisi ini, maka diperlukan adanya rancangan sebuah alat yang efisien dalam memberikan informasi untuk mendeteksi terjadinya gangguan pada PHB-TR dalam jarak jauh dan mendeksi keadaan NH-Fuse (agar ketika sudah bekerja dapat diganti secara langsung) guna mencegah semua kerugian yang diakibatkan oleh gangguan di jaringan. Dalam hal ini, dirancang sebuah sistem yang dapat mendeteksi terjadinya gangguan di PHB-TR, putusnya NH Fuse dan mengindikasi gangguan dengan peringatan dini menggunakan sensor pendeteksi arus dan yang kemudian memberikan informasi kepada pihak terkait (Team Leader Teknik di PLN) dengan *output* notifikasi, melalui aplikasi yang sudah disediakan. Nantinya, dapat disampaikan ke petugas pelaksana ataupun petugas lapangan di PLN. Sehingga, petugas bisa dengan lebih mudah mengidentifikasi gangguan dan lebih mudah mengatasinya. Itulah mengapa, tugas akhir ini dibuat, yang mana untuk membantu permasalahan ini kedepannya dan bisa di implementasikan kedepannya.

1.2 Perumusan Masalah

Dalam proyek akhir ini ada beberapa hal yang menjadi rumusan masalah diantaranya:

1. Bagaimana merancang alat yang dapat mendeteksi gangguan di PHB-TR dan mengidentifikasi keadaan pengaman yang ada di PHB-TR menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 berbasis IoT?
2. Bagaimana merancang proses monitoring data pada PHB-TR agar mendapatkan data arus tegangan secara *real time* sehingga, bisa mengurangi laporan pelanggan terkait gangguan?
3. Bagaimana cara alat mendapatkan data secara *real time* yang dapat digunakan sebagai bahan evaluasi perusahaan dan *history data*?

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari pembuatan proyek akhir ini dapat dibedakan atas tujuan Umum dan tujuan khusus, yaitu:

1. Mengetahui nilai arus dan tegangan *realtime* dari jarak jauh melalui aplikasi *Blynk* yang sudah dirancang sebagai alat monitoring keadaan aktual.
2. Alat mampu mendeteksi gangguan dengan memberikan notifikasi di *smartphone* yang mana, gangguan yang diidentifikasi adalah gangguan saat *over current*, gangguan ketidakseimbangan arus dan tegangan bocor.
3. Mengetahui keadaan peralatan NH Fuse sebagai pengaman serta mendapatkan rekaman data dari data logger yang nantinya digunakan sebagai bahan evaluasi
4. Memenuhi persyaratan akademis 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

Beberapa hal Manfaat pembuatan Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagi penulis:

- a. Menerapkan serta mengembangkan ilmu dan teori yang diperoleh selama masa perkuliahan.
 - b. Memahami NH Fuse dan jenis gangguan yang terjadi di PHB-TR di lapangan secara nyata.
 - c. Memahami sistem monitoring alat dan mengembangkan inovasi dalam memecahkan masalah kelistrikan yang ada di perusahaan listrik negara.
2. Bagi Masyarakat:
- a. Dapat merasakan dampak secara tidak langsung dalam pengurangan gangguan NH Fuse dan gangguan mati listrik.
 - b. Dapat merasakan kemanfaatan listrik di rumah lebih optimal dan ketika ada mati listrik lebih mudah diidentifikasi lokasi mana yang harus ditangani.
 - c. Mengurangi bahaya gangguan listrik di daerah sekitar, dengan mengetahui keadaan peralatan di PHB-TR melalui sistem monitoring.
3. Bagi Mahasiswa dan Pembaca:
- a. Dapat menjadi referensi bacaan dan informasi khususnya bagi para mahasiswa dan pembaca untuk inovasi di bidang kelistrikan
 - b. Menjadi penambah referensi penelitian terkait pengembangan NH Fuse pada kalangan pendidikan.
 - c. Memberikan ilmu baru bagi mahasiswa lain dan pembaca lainnya agar bisa diterapkan di bidang ilmu lainnya.
4. Bagi Program Studi Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang
- a. Sebagai sumbang karya keilmuan setelah menempuh pendidikan pada jurusan fakultas dan kampus yang ada.
 - b. Diharapkan dapat menjadi sebuah karya inovasi dan dapat dilanjutkan/dikembangkan kedepannya agar lebih sempurna.
 - c. Menjadi nilai tambah di mata luar kampus, khususnya instansi PLN dalam melakukan inovasi tugas akhir mahasiswa.

1.5 Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perancangan alat pendeteksi dini NH Fuse putus menggunakan media IoT berbasis Blynk, yang mana digunakan sebagai aplikasi monitoring untuk alat tugas akhir.
2. Indikasi monitoring terdiri dari arus dan tegangan, dimana dalam alat ini memantau nilai arus dan tegangan secara *realtime* dan Sensor digunakan PZEM-004T, Arduino Mega 2560 dan NodeMCU ESP 8266
3. Dalam demo alat MCB sebagai pengganti NH Fuse dan terdapat 3 gangguan yang diidentifikasi dalam pembuatan alat tugas akhir ini
4. Pembatas Trip arus nominal yang digunakan adalah 1 Ampere dan dalam melakukan *demo* alat MCB sebagai pengganti NH Fuse.

1.6 Sistematika Laporan

Sistematika pembahasan penyusunan proyek akhir yang direncanakan adalah sebagai berikut :

1.6.1. BAB I : Pendahuluan

Pada Bab I berisikan latar belakang pembuatan alat pada proyek akhir, tujuan yang ingin dicapai, perumusan masalah pada proyek akhir, batasan masalah pada proyek akhir, metodologi yang merupakan prosedur pengerjaan proyek akhir, sistematika laporan, serta literatur-literatur penelitian yang sudah dilakukan.

1.6.2. BAB II : Landasan Teori

Bab II berisikan teori dasar, serta referensi yang berguna sebagai acuan dan landasan dalam perencanaan dan pengerjaan proyek akhir.

1.6.3. BAB III : Perancangan Tugas Akhir

Pada Bab III ini dilakukan perencanaan dan pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak dilengkapi dengan perancangan diagram blok dan flowchart dari alat.

1.6.4. BAB IV : Pembuatan Alat

Pada Bab IV ini akan membahas mengenai pembuatan alat baik secara *hardware* maupun *software* yang dimana nantinya akan disusun secara berkala sesuai dengan timeline yang sudah dibuat.

1.6.5. BAB V : Pengujian dan Analisa Alat

Pada Bab V membahas secara keseluruhan dari sistem dan dilakukan pengujian serta analisis pada setiap pengujian perangkat keras. Mengintegrasikan seluruh sistem dan pengujian, kemudian berdasarkan data hasil pengujian dan dilakukan analisis terhadap keseluruhan sistem.

1.6.6. BAB VI : Kesimpulan

Pada Bab VI membahas kesimpulan dari pembahasan, perencanaan, pengujian dan analisa berdasarkan data hasil pengujian sistem. Untuk meningkatkan hasil akhir yang lebih baik diberikan saran-saran terhadap hasil pembuatan proyek akhir.

1.7 Metodologi Penelitian

Metodologi dalam pengerjaan proyek akhir yang akan dikerjakan memiliki beberapa tahapan yaitu :

1.7.1. Studi Literatur

Sebelum pengerjaan proyek akhir dilakukan, maka diperlukan pengambilan dan pengumpulan data-data beserta dasar teori untuk menunjang, serta sebagai acuan dalam pengerjaan proyek akhir. Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang pokok pembahasan yang relevan dengan proyek akhir yang dilakukan ,sehingga dapat membantu proses pengerjaan proyek akhir. Literatur yang digunakan didapatkan dari beberapa sumber antara lain, buku, jurnal dan beberapa forum diskusi, maupun artikel di internet.

1.7.2. Perancangan Sistem

Dengan pemahaman yang didapatkan dari studi literatur sebelumnya, maka dapat dilanjutkan dengan pembuatan perancangan, sistem dari alat pendeteksi dini gangguan NH-Fuse. Pada proyek akhir ini terdapat 3 kondisi penyampaian gangguan yang nantinya secara otomatis akan mengirimkan informasi berupa notifikasi di aplikasi yang sudah disiapkan kepada PLN. Pertama, ketika NH-Fuse tersebut putus karena *over current*. Kedua, ketidakseimbangan arus. Ketiga, ketika tahanan isolasi NH-Fuse bocor.

1.7.3. Pembuatan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak Sistem

Setelah menyusun rancangan sistem, maka dilanjutkan dengan pembuatan perangkat keras maupun perangkat lunak penyusun sistem. Tahapan dalam menyusun perangkat keras pada sistem yaitu perancangan alat berupa Mikrokontroler Arduino Mega 2560, Sensor PZEM-004T, LCD, lampu LED, RTC, Modul Wifi ESP8266, Modul microSD Card, Potensiometer dll.

1.7.4. Pengujian Sistem dan Pengambilan Data

Tahapan selanjutnya setelah pembuatan peralatan sistem yaitu menguji peralatan tersebut, pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah peralatan berjalan sesuai perencanaan atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan mengambil data hasil pengujian peralatan penyusun sistem secara terpisah maupun peralatan yang telah terintegrasi.

1.7.5. Pembuatan Laporan Proyek Akhir

Pada tahap ini dilakukan pembuatan atau penulisan laporan proyek akhir. Pada laporan tersebut dijelaskan mengenai semua hal yang berkaitan tentang pengerjaan proyek akhir, seperti penjelasan tentang teori-teori dari komponen atau bahan yang digunakan, proses pembuatan alat, sistem kerja alat, data-data hasil pengujian alat, dan lain sebagainya. Penulisan laporan tersebut diharapkan selanjutnya dapat bermanfaat sebagai bahan literatur untuk penelitian