



**SIMULASI GANGGUAN SATU FASA DAN MONITORING KOORDINASI
SISTEM PERALATAN PROTEKSI JARINGAN TEGANGAN MENENGAH
PADA PENYULANG PKL-09 PT PLN (PERSERO) ULP KEDUNGWUNI
BERBASIS ARDUINO MEGA 2560 DAN *VISUAL BASIC***

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri
Universitas Diponegoro

Oleh :

Mohammad Baraka Bagyana Putra

40040619650059

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK LISTRIK INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

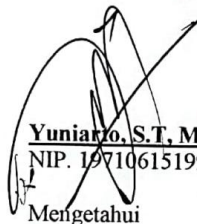
TUGAS AKHIR

**SIMULASI GANGGUAN SATU FASA DAN MONITORING KOORDINASI
SISTEM PERALATAN PROTEKSI JARINGAN TEGANGAN MENENGAH
PADA PENYULANG PKL-09 PT PLN (PERSERO) ULP KEDUNGWUNI
BERBASIS ARDUINO MEGA 2560 DAN *VISUAL BASIC***

Disusun Oleh : Mohammad Baraka Bagyana Putra
NIM : 40040619650059


TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA DENGAN BAIK

DOSEN PEMBIMBING


Yuniarto, S.T, M.T
NIP. 19710615199802100

Tanggal: 12 September 2023

Mengetahui
Ketua Program Studi Diploma IV Teknik
Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri Sekolah
Vokasi
Universitas Diponegoro


Arkhan Sulari, S.T, M.Kom
NIP. 97710012001121002

Tanggal :

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**SIMULASI GANGGUAN SATU FASA DAN MONITORING KOORDINASI
SISTEM PERALATAN PROTEKSI JARINGAN TEGANGAN MENENGAH
PADA PENYULANG PKL-09 PT PLN (PERSERO) ULP KEDUNGWUNI
BERBASIS ARDUINO MEGA 2560 DAN VISUAL BASIC**

Disusun Oleh : Mohammad Baraka Bagyana Putra
NIM : 40040619650059

Telah dipertahakan di hadapan dewan penguji pada :

Hari :

Tanggal :

PENGUJI 1

PENGUJI 2

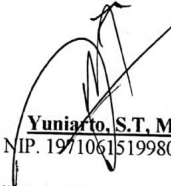
PENGUJI 3



Ir. H. Saiful Manan, M.T (K)
NIP. 196104221987031001




Drs. Eko Arivanto, M.T
NIP. 196004051986021001



Yuniarto, S.T, M.T
NIP. 19710615199802100

Mengetahui

Ketua Program Studi Diploma IV Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro



Arkhan Subari, S.T, M.Kom
NIP. 97710012001121002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Disusun Oleh : Mohammad Baraka Bagyana Putra
NIM : 40040619650059
Program Studi : Teknik Listrik Industri
Judul Tugas Akhir : SIMULASI GANGGUAN SATU FASA DAN
MONITORING KOORDINASI SISTEM
PERALATAN PROTEKSI JARINGAN
TEGANGAN MENENGAH PADA PENYULANG
PKL-09 PT PLN (PERSERO) ULP
KEDUNGWUNI BERBASIS ARDUINO MEGA
2560 DAN *VISUAL BASIC*

Dengan ini menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga 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 Perundangundangan yang berlaku

Semarang, 13 September 2023
Pembuat Pernyataan

Mohammad Baraka B.P
NIM.40040619650059

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan kesehatan, rahmat dan hidayah, sehingga penyusun masih diberikan kesempatan untuk menyelesaikan tugas akhir ini, sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana terapan teknik. Walaupun jauh dari kata sempurna, tetapi penyusun bangga telah berhasil mencapai titik ini, yang akhirnya penyusunan tugas akhir ini bisa selesai diwaktu yang tepat.

Tugas akhir ini saya persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua saya, Alm Bapak Kriswan Bagyana dan Ibu Dra. Triyuniati yang selalu mendoakan, mendukung, memberi motivasi, dan semangat kepada penyusun.
2. Bapak Arkhan Subari, S.T, M.Kom selaku kepala program studi Teknik Listrik Industri.
3. Bapak Yuniarto, S.T, M.T selaku dosen pembimbing sekaligus dosen wali.
4. Kepada sahabat saya Deny Rifaldo Wahyudin; Zahra Nadia, S.Tr.M ; dan Bima Septa Putra Dima, S.T yang telah memberikan motivasi dalam mengerjakan tugas akhir ini.
5. Kepada *Equality Project* yang telah membantu saya dalam melaksanakan revisi tugas akhir
6. Para dosen dan karyawan Program Studi Teknik Elektro Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro yang telah membimbing penyusun selama masa perkuliahan.
7. Teman-teman Teknik Listrik Industri Undip Angkatan 2019 yang telah memberi dukungan dan berjuang bersama dalam menyelesaikan masa perkuliahan ini.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga, penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “SIMULASI DAN MONITORING SISTEM PERALATAN PROTEKSI JARINGAN TEGANGAN MENENGAH PADA PENYULANG PKL-09 PT PLN (PERSERO) ULP KEDUNGWUNI BERBASIS ARDUINO MEGA DAN *VISUAL BASIC*” dalam rangka syarat kelulusan pendidikan sarjana terapan teknik dengan baik. Penyusun mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah mendukung laporan Tugas Akhir ini diantaranya :

1. Bapak Alm Kriswan Bagyana dan Ibu Triyuniati selaku orangtua penyusun.
2. Bapak Prof Dr. Ir. Budiyono, M.Si. selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
3. Bapak Arkhan Subari, S.T., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Bapak Yuniarto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing dan Sekretaris Program Studi Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Keluarga besar PT. PLN (Persero) UP3 Pekalongan yang telah membimbing dalam kegiatan praktik kerja dan membantu dalam penyusunan Tugas Akhir.
6. Semua pihak yang telah membantu.

Semoga Allah SWT meridhoi dan membalas semua kebaikan yang telah dilakukan.

Semarang, Juni 2023

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xiv
BAB I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Tugas Akhir	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Pembatasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penyusunan Tugas Akhir.....	4
BAB II Landasan Teori	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori.....	7
2.2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik.....	7
2.2.2 Konfigurasi Jaringan Distribusi	8
2.2.3 Gangguan Pada Jaringan Distribusi	11

2.2.4	Sistem Proteksi Tenaga Listrik	12
2.2.5	Beban.....	17
2.2.6	<i>Over Current Relay</i> /Relai Arus Lebih	18
2.2.7	Karakteristik Kurva Arus Lebih.....	19
2.2.8	Setelan Waktu OCR	21
2.2.9	<i>Recloser</i> /Pemutus Balik Otomatis.....	21
2.2.10	<i>Sectionalizer</i> / SSO.....	23
2.2.11	Arduino Mega 2560	25
2.2.13	Catu Daya.....	28
2.2.14	Transformator.....	30
2.2.15	Rangkaian <i>Pull Down</i>	33
2.2.16	Relai LY2N	35
2.2.17	Sensor PZEM-004T.....	35
2.2.18	Microsoft <i>Visual basic</i>	37
BAB III Perancangan Alat		39
3.1	Perancangan <i>Hardware</i>	39
3.1.1	Perancangan Kerangka Alat	39
3.1.2	Konsep Dasar Pembuatan Alat.....	40
3.1.3	Diagram Blok	41
3.1.4	Rangkaian Catu Daya.....	43
3.1.5	Rangkaian Modul Relai 5VDC Dan Relai OMRON LY2N 220 VAC.....	44
3.1.6	Rangkaian <i>Pull-Down</i>	46
3.1.7	Rangkaian Sensor PZEM-004t.....	47
3.1.8	Rangkaian Beban.....	48
3.1.9	Arduino Mega 2560	49
3.2	Tampilan SCADA/HMI.....	52
3.3	Cara Kerja Simulasi	52
3.4	Flowchart Alat Simulasi Koordinasi Proteksi.....	54
BAB IV Pembuatan Alat		55
4.1	Alat dan Bahan Pembuatan Tugas Akhir	55

4.2	Pembuatan <i>Hardware</i>	57
4.2.1	Rangkaian Gangguan	57
4.2.2	Rangkaian Catu Daya.....	58
4.2.3	Rangkaian Push Button Pull Down.....	59
4.2.4	Rangkaian Rangkaian Beban	60
4.3	Pembuatan <i>Software</i>	61
BAB V Pengukuran dan Pengujian		72
5.1	Pengukuran Alat Simulasi.....	72
5.1.1	Peralatan yang Digunakan.....	72
5.1.2	Prosedur Pengukuran.....	72
5.1.3	Pengukuran Rangkaian Catu Daya.....	73
5.1.4	Pengukuran Rangkaian Relai	74
5.1.5	Pengukuran Push Button Pull-Down.....	76
5.1.6	Pengujian Tegangan Sensor PZEM-004t 10 A	79
5.2	Pengujian Kerja Alat Simulasi	80
5.2.1	Peralatan Yang Digunakan.....	80
5.2.2	Prosedur Pengujian.....	80
5.2.3	Pengambilan Data Pengujian	81
5.3	Pembahasan.....	86
BAB VI Penutup.....		104
DAFTAR PUSTAKA		105

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jaringan Radial Terbuka	8
Gambar 2.2 Konfigurasi Spindel	9
Gambar 2.3 Konfigurasi <i>Loop</i>	10
Gambar 2.4 Konfigurasi <i>Cluster</i>	10
Gambar 2.5 Komponen Sistem Proteksi.....	13
Gambar 2.6 Pemutus Tenaga <i>Outgoing</i>	14
Gambar 2.7 (a) <i>Wiring Diagram</i> CT (b) <i>Curent Transformer</i>	15
Gambar 2.8 Konstruksi Kumputan Rogowski.....	16
Gambar 2.9 (a) <i>Wiring</i> Trafo Tegangan (b) Trafo Tegangan.....	16
Gambar 2.10 Gambar <i>Wiring</i> OCR	17
Gambar 2.11 Relai OCR MICOM P122	17
Gambar 2.12 Beban Seksi Menggunakan Stick Amp	18
Gambar 2.13 Kerja Relai <i>Instantenous</i>	19
Gambar 2.14 Kuva Prinsip Kerja Relai <i>Definite</i>	20
Gambar 2.15 Kurva Kerja Relai <i>Inverse</i>	20
Gambar 2.16 <i>Recloser</i> dan <i>Box</i> Kontrol.....	22
Gambar 2.17 Operasi <i>Recloser</i> Untuk Gangguan Permanen	22
Gambar 2.18 Urutan Operasi <i>Recloser</i> Untuk Gangguan Temporer.....	22
Gambar 2.19 <i>Sectionalizer</i>	24
Gambar 2.20 Arduino Mega 2560.....	25
Gambar 2.21 Tampilan Arduino IDE.....	28
Gambar 2.22 Block Diagram.....	29
Gambar 2.23 Rangkaian Catu Daya	29
Gambar 2.24 (a) Transformator (b) Rangkaian Ekuivalen Transformer.....	30
Gambar 2.25 Fluks Magnet Transformer	31
Gambar 2.26 Diagram Fasor Transformer	31
Gambar 2.27 Rangkaian <i>Switch</i> dengan <i>Input 5V</i>	34
Gambar 2.28 Rangkaian <i>Pull-down</i>	34
Gambar 2.29 Relai LY2N.....	35
Gambar 2.30 Sensor PZEM-004T	36
Gambar 2.31 Block Diagram PZEM-004t 10 A.....	36
Gambar 3.1 Layout Desain Box	39
Gambar 3.2 <i>Single Line Diagram</i> PKL-09	40
Gambar 3.3 Rangkaian Koordinasi Proteksi	41
Gambar 3.4 <i>Block Diagram</i>	42

Gambar 3.5 Rangkaian Catu Daya	43
Gambar 3.6 Rangkaian Relai.....	44
Gambar 3.7 Diagram Relai DPDT	45
Gambar 3.8 Rangkaian Relai Saat Posisi NC.....	45
Gambar 3.9 Rangkaian <i>Pull Down</i>	47
Gambar 3.10 Rangkaian <i>Push Button</i> Keseluruhan	47
Gambar 3.11 <i>Wiring</i> Sensor	48
Gambar 3.12 Rangkaian Sensor PZEM-004t	48
Gambar 3.13 Rangkaian Beban dan Gangguan.....	49
Gambar 3.14 Tampilan HMI	52
Gambar 3.15 Flow Chart Kerja Alat	54
Gambar 4.1 Layout PCB Catu Daya	59
Gambar 4.2 Gambar Fisik PCB.....	59
Gambar 4.3 Gambar Fisik Rangkaian <i>Push Button</i>	60
Gambar 4.4 Rangkaian Beban	60
Gambar 4.5 Gambar Rangkaian Gangguan.....	58
Gambar 4.6 <i>Library</i> Program	61
Gambar 4.7 Deklarasi Pin Tx dan Rx.....	62
Gambar 4.8 Deklarasi Pin.....	63
Gambar 4.9 Pemrograman VoidSetup()	64
Gambar 4.10 Program Pembacaan Sensor	64
Gambar 4.11 Pemrograman Jika SW <i>Low</i>	65
Gambar 4.12 Pemrograman Jika SW <i>High</i>	66
Gambar 4.13 Pemrograman Jika SW <i>Low</i>	66
Gambar 4.14 Program Utama.....	67
Gambar 4.15 Pemrograman Untuk Mendeklarasikan Koneksi	67
Gambar 4.16 Memilih <i>Windows Forms App</i>	68
Gambar 4.17 Program Untuk Menyimpan Status Select_Switch	68
Gambar 4.18 Event “Form1_Load”.....	69
Gambar 4.19 Event `Timer1_Tick`	70
Gambar 4.20 Program Untuk Mengendalikan <i>Push Button</i>	71
Gambar 4.21 Program event-handler `Form1_FormClosing`	71
Gambar 5.1 Titik Ukur Rangkaian Catu Daya 5VDC.....	73
Gambar 5.2 Titik Pengukuran Rangkaian Modul Relai 5VDC.....	75
Gambar 5.3 Titik Ukur Rangkaian <i>Push Button</i>	77
Gambar 5.4 Alat Saat Kondisi Normal.....	83
Gambar 5.5 Kondisi Alat Ketika Terjadi Gangguan Zona 1	84
Gambar 5.6 Alat Ketika Terjadi Gangguan Pada Zona 2.....	84
Gambar 5.7 Kondisi Alat Ketika Terjadi Gangguan Pada Zona 3A	85

Gambar 5.8 Kondisi Alat Ketika Terjadi Gangguan Pada Zona 3 . **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 5.9 Kondisi Alat Ketika Terjadi Gangguan Pada Zona 3A *Section 2* 85

Gambar 5.10 *Single Line Diagram*..... 86

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Keuntungan dan Kerugian Sistem Radial Terbuka.....	8
Tabel 2.2 Jenis Gangguan ^[6]	12
Tabel 2.3 Koefisien <i>Inverse</i>	21
Tabel 2.4 Spesifikasi Modul PZEM – 004t	37
Tabel 3.1 Arus Setelan	41
Tabel 3.2 Penggunaan Pin <i>Digital Output</i> Arduino Mega 2560	50
Tabel 3.3 Penggunaan Pin <i>Digital Input</i> Arduino Mega 2560.....	51
Tabel 4.1 Daftar Bahan Pembuatan Alat Simulasi.....	55
Tabel 4.2 Daftar Bahan Pembuatan Alat Simulasi.....	56
Tabel 4.3 Daftar Komponen Rangkaian Gangguan.....	58
Tabel 4.4 Daftar Komponen Rangkaian Catu Daya	58
Tabel 4.5 Daftar Komponen Rangkaian <i>Push Button</i>	59
Tabel 4.6 Daftar Komponen Rangkaian Arus dan Beban	60
Gambar 5.1 Titik Ukur Rangkaian Catu Daya 5VDC.....	73
Gambar 5.2 Titik Pengukuran Rangkaian Modul Relai 5VDC	75
Gambar 5.3 Titik Ukur Rangkaian <i>Push Button</i>	77
Gambar 5.4 Alat Saat Kondisi Normal	83
Gambar 5.5 Kondisi Alat Ketika Terjadi Gangguan Zona 1	84
Gambar 5.6 Alat Ketika Terjadi Gangguan Pada Zona 2	84
Gambar 5.7 Kondisi Alat Ketika Terjadi Gangguan Pada Zona 3A.....	85
Gambar 5.9 Kondisi Alat Ketika Terjadi Gangguan Pada Zona 3A <i>Section 2</i>	85
Gambar 5.10 <i>Single Line Diagram</i>	86
Gambar 5. 11 Kurva Koordinasi OCR	96
Gambar 5. 12 Kurva Koordinasi GFR.....	99

BSTRAK

Sistem distribusi listrik merupakan bagian dari sistem tenaga listrik, yang berguna untuk untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar hingga ke konsumen. Diperlukan satu sistem proteksi yang baik dalam penyaluran tenaga listrik untuk menjaga kontinuitas tenaga listrik. Dalam tugas akhir ini dibuat alat simulasi untuk mengaplikasikan prinsip kerja sistem koordinasi peralatan proteksi khususnya diantara PMT, *recloser* dan sectionalizer. Alat simulasi yang dibuat menggunakan relai OMRON LY2N 220 V, rangkaian relai 5VDC, modul sensor PZEM-004t 10 A, rangkaian *pull down*, lampu sebagai beban serta beberapa resistor dengan nilai tahanan berbeda-beda sebagai gangguan. Arduino Mega 2560 digunakan sebagai pusat pengendali keseluruhan rangkaian. Saat disimulasikan gangguan zona 2, arus *recloser* naik menjadi tertentu sehingga menyebabkan *recloser reclose/trip to lock out..* *Recloser* sebagai peralatan proteksi akan open terlebih dahulu dalam waktu 1000 ms setelah merasakan gangguan. Ketika *recloser* open, maka tegangan pada SSO akan bernilai NaN volt dan SSO akan open dalam waktu 1000 ms setelah syarat arus dan gangguan terpenuhi. Kemudian *recloser* akan close kembali setelah 2000 ms dari kondisi *open*.

Kata kunci: koordinasi *recloser* dan SSO, modul sensor PZEM-004t, Arduino Mega 2560.

ABSTRACT

The electrical distribution system is a part of the electrical power system, designed to transmit electrical energy from large power sources to consumers. A well-designed protection system is essential in power distribution to ensure the continuity of electrical supply. In this final project, a simulation tool is created to apply the principles of coordination among protection equipment, especially between PMT (Primary Main Transformer), recloser, and sectionalizer. The simulation tool is built using an OMRON LY2N 220 V relay, a 5VDC relay circuit, a PZEM-004t 10 A sensor module, a pull-down circuit, light bulbs as loads, and several resistors with different resistance values to simulate faults. The Arduino Mega 2560 is used as the central controller for the entire circuit. When simulating a Zone 2 fault, the recloser's current rises to a certain level, causing the recloser to reclose or trip to lock out. The recloser, as a protection device, will open first within 1000 ms after detecting the fault. When the recloser opens, the voltage at the sectionalizer (SSO) will become NaN volts, and the sectionalizer will open within 1000 ms once the current and fault conditions are met. Then, the recloser will close again after 2000 ms from the open state. In this scenario, the protection devices are coordinated to respond to the fault condition in a specific sequence to isolate the faulted section and maintain system reliability. This simulation tool helps in understanding the operation and coordination of protection equipment in an electrical distribution system.

Keywords: Recloser and SSO coordination, PZEM-004t sensor module, Arduino Mega 2560.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem distribusi listrik merupakan bagian dari sistem tenaga listrik, yang berguna untuk untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar hingga ke konsumen. Meningkatnya beban yang sejalan dengan pertumbuhan jumlah penduduk, dapat berakibat terjadinya peningkatan frekuensi gangguan. Secara umum gangguan merupakan setiap keadaan sistem tidak normal yang umumnya terdiri dari hubung singkat dan rangkaian terbuka. Gangguan dapat disebabkan oleh berbagai faktor, baik internal maupun eksternal.

Untuk mengoptimalkan penyaluran daya listrik ke konsumen maka sebuah sistem distribusi tenaga listrik memerlukan sistem proteksi untuk melindungi sistem dari gangguan. Sistem proteksi sangat diperlukan dalam menjaga kontinuitas pada saluran distribusi. Beberapa peralatan proteksi yang digunakan dalam sistem distribusi tenaga listrik adalah PMT (pemutus tenaga), *recloser* (penutup balik otomatis), SSO (*sectionalizer*), OCR (*over current relay*), dan GFR (*ground fault relay*). Salah satu penyulang yang perlu di jaga kontinuitasnya adalah penyulang PKL-09, yang merupakan salah satu penyulang yang berasal dari trafo I GI Pekalongan. Penyulang tersebut merupakan penyulang di wilayah kerja PT PLN (Persero) ULP Kedungwuni yang memiliki panjang kurang lebih 30 kms dna menyuplai wilayah selatan Kabupaten Pekalongan.

Semakin majunya teknologi pada bidang otomasi dan kontrol menjadikan pengontrolan peralatan proteksi menjadi lebih mudah. Salah satunya adalah penerapan sistem SCADA yang mampu *me-monitoring* dan mengontrol peralatan dari jarak jauh. Oleh karena fungsi SCADA tersebut, PT PLN (persero) juga memanfaatkan teknologi SCADA ini, salah satunya untuk melakukan pengontrolan dan monitoring peralatan proteksi yakni, PMT, *recloser* dan *sectionalizer*.

Oleh karena itu, pada penyusunan tugas akhir ini penyusun mengembangkan Simulasi Gangguan Satu Fasa dan *Monitoring* Koordinasi Sistem Peralatan Proteksi Pada Penyulang PKL-09 PT PLN (Persero) ULP Kedungwun BErbasis Arduino Mega 2560 dan Visual Basic, penyusunan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan pemahaman tentang perlindungan jaringan tegangan menengah dan meningkatkan kemampuan dalam mendeteksi, mengisolasi, dan mengatasi gangguan dengan cepat dan efektif.

1.2 Rumusan Masalah

Bedasarkan latar belakang diatas dirumuskan permasalahan yang akan diselesaikan dalam tugas akhir ini :

1. Cara merancang dan mengimplementasikan sistem simulasi koordinasi proteksi berbasis Arduino Mega 260 dan *Visual basic* ketika terjadi gangguan 1 fasa.
2. Cara antarmuka Arduino dengan aplikasi *Visual basic* untuk mengontrol dan memantau sistem proteksi secara real-time.
3. Cara dan memvalidasi sistem proteksi yang telah dirancang melalui simulasi dengan berbagai skenario gangguan.

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Bedasarkan latar belakang diatas tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan tugas akhir ini adalah :

1. Membangun antarmuka komunikasi antara Arduino dan aplikasi *Visual basic* untuk memantau dan mengontrol sistem proteksi secara *real-time*.
2. Melakukan uji coba dan validasi sistem proteksi dengan berbagai skenario gangguan untuk memastikan kinerja dan keandalan sistem dalam mendeteksi dan mengisolasi gangguan satu fasa pada penyulang PKL-09.
3. Mengidentifikasi cara kerja SSO/*sectionalizer* ketika terjadi gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah pada penyulang PKL-09;

4. Mengidentifikasi koordinasi kerja antara PMT, SSO, dan *recloser* ketika terjadi gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah pada penyulang PKL-09.

1.4 Manfaat

Manfaat dari tugas akhir pembuatan simulasi dan analisis koordinasi SSO dan *recloser* adalah sebagai berikut:

1. Dapat menerapkan disiplin ilmu dan teori yang diperoleh selama perkuliahan dan magang.
2. Memahami sistem koordinasi *recloser* dan SSO pada jaringan distribusi berbasis Arduino mega 2560 menggunakan *Visual basic*.
3. Diharapkan dapat bermanfaat untuk memberikan gambaran mengenai sistem proteksi pada jaringan distribusi 20 KV dengan adanya alat simulasi ini.
4. Mempermudah saat mempelajari sistem kerja proteksi koordinasi proteksi dengan menggunakan simulasi yang akan dibuat.
5. Dapat dijadikan salah satu kurikulum pembelajaran dalam mata kuliah praktikum transmisi dan distribusi maupun praktikum sistem proteksi serta dapat dijadikan sebagai bahan referensi bagi mahasiswa lainnya.

1.5 Pembatasan Masalah

Dalam pembuatan tugas akhir ini untuk menjaga agar pembahasan tidak keluar dari permasalahan maka perlu adanya batasan-batasan masalah yang akan diuraikan, antara lain :

1. Alat yang dibuat dalam tugas akhir ini hanya sebagai simulator untuk mengetahui bagaimana koordinasi sistem proteksi antara PMT, *recloser* dan SSO sesuai dengan prinsip kerja masing masing peralatan ketika terjadi gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah pada penyulang PKL-09;
2. *Monitoring* dan *controlling* pada alat simulasi pada penelitian ini menggunakan *Visual basic*.
3. Tugas akhir ini dibuat hanya sebagai bahan simulasi saja untuk menunjukkan bagaimana koordinasi proteksi penyulang PKL-09 ketika terjadi gangguan.

4. Setelan peralatan proteksi pada penelitian ini terbatas pada konfigurasi normal jaringan (tidak dalam kondisi *manuver*).
5. Setelan alat proteksi pada tugas akhir ini merepresentasikan cara kerja dari sistem ketika terjadi gangguan satu fasa ke tanah.

1.6 Sistematika Penyusunan Tugas Akhir

Sistematika yang akan digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bagian ini berisi mengenai keseluruhan pokok informasi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, pembatasan masalah, manfaat, dan sistematika penyusunan.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bagian ini berisi mengenai teori - teori dasar yang berkaitan dengan pembuatan tugas akhir, diantaranya mengenai sistem distribusi, konfigurasi jaringan distribusi, jenis gangguan pada jaringan distribusi, teori dasar komponen pembuatan alat, dan teori lainnya yang menjadi dasar pembuatan tugas akhir ini.

BAB III PERANCANGAN SIMULASI DAN MONITORING KOORDINASI SISTEM PERALATAN PROTEKSI JARINGAN TEGANGAN MENENGAH PADA PENYULANG PKL-09

Bab ini menjelaskan mengenai perancangan alat simulasi baik *software* maupun *hardware*. Selain itu, juga bab ini menjelaskan mengenai *flowchart* dan diagram block alat

BAB IV PEMBUATAN ALAT

Pada bab ini dijelaskan mengenai cara pembuatan alat simulasi koordinasi proteksi pada penyulang PKL-09, sehingga dapat berfungsi.

BAB V PENGUKURAN DAN PENGUJIAN

Berisikan tentang hasil pengukuran dan pengujian masing masing block dan alat secara keseluruhan.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran.