



***PROTOYPE* SIMULASI SISTEM KERJA SAKLAR SEKSI OTOMATIS
(SSO) /SECTIONALIZER SEBAGAI PENGAMAN CADANGAN
BERBASIS ARDUINO UNO**

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

Disusun Oleh:
Anas Dian Ekanto
40040620650034

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK LISTRIK INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

PROTOTYPE SIMULASI SISTEM KERJA SAKLAR SEKSI OTOMATIS (SSO) /SECTIONALIZER SEBAGAI PENGAMAN CADANGAN BERBASIS ARDUINO UNO

Diajukan oleh :
Anas Dian Ekanto
NIM : 40040620650034

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA DENGAN BAIK OLEH :

Dosen Pembimbing,



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

Tanggal... 30 Juli 2024

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



Arkhan Subari, S.T., M.Kom
NIP. 197710012001121002

Tanggal... 5 Agustus 2024

HALAMAN PENGESAHAN

PROTOYPE SIMULASI SISTEM KERJA SAKLAR SEKSI OTOMATIS (SSO) /SECTIONALIZER SEBAGAI PENGAMAN CADANGAN BERBASIS ARDUINO UNO

Oleh :

Anas Dian Ekanto

NIM. 40040620650034

Telah Disetujui pada

Hari : Selasa

Tanggal : 23 Juli 2024

Peguji 1



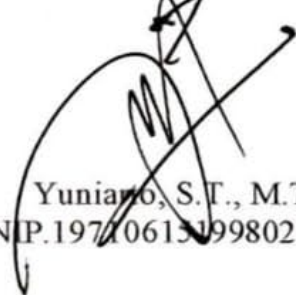
Drs. Eko Ariyanto, M.T.
NIP.196004051986021001

Peguji 2



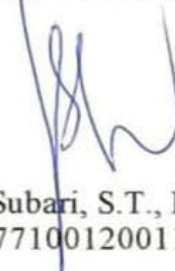
Fakhruddin M, S.T., M.T.
NIP.198908202019031012

Peguji 3



Yunianto, S.T., M.T.
NIP.197706131998021001

Mengetahui,
Ketua Program Studi
S.Tr- Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro



Arkhan Subari, S.T., M.Kom.
NIP. 197710012001121002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Anas Dian Ekanto

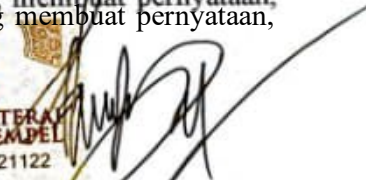
NIM : 40040620650034

Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri

Judul Tugas Akhir : **PROTOYPE SIMULASI SISTEM KERJA SAKLAR
SEKSI OTOMATIS (SSO) /SECTIONALIZER
SEBAGAI PENGAMAN CADANGAN BERBASIS
ARDUINO UNO**

Dengan ini 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 yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dirujuk dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian 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, 19 Juli 2024
Semarang, 21 Juli 2024
Yang membuat pernyataan,

Anas Dian Ekanto
Anas Dian Ekanto



HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala puji syukur kepada Allah SWT. dan atas doa dan dukungan seluruh pihak yang membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini. Izinkan saya ucapkan terima kasih dan saya mempersembahkan Tugas Akhir ini kepada :

1. Ibu Madyantari, Bapak Marwanto, dan Ibu Putri Ilham Septiyani sebagai orang tua yang selalu memberikan doa, dukungan moral dan material serta motivasi kepada penulis.
2. Saudari Anis Dian Dwiyantri sebagai adik yang selalu memberikan doa dukungan dan motivasi kepada penulis.
3. Bapak Yuniarto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan bantuan bimbingan penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Seluruh dosen dan staff Program Studi ST- Teknik Listrik Industri yang telah memberikan masukan terhadap tugas akhir ini.
5. Saudara Julio Abiyu Putera, Saudara Husain Arrijal, Saudara Sigit Nuryanto, dan seluruh rekan-rekan SR3 yang telah memberikan semangat untuk bangkit dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Seluruh teman-teman Teknik Listrik Industri Angkatan 2020 yang telah memberikan semangat motivasi kepada penulis.
7. Saudara Aa Lailatul Alfalaq ST.T. atas kesediaanya untuk memberi masukan dan referensi terhadap penyelesaian masalah dalam Tugas Akhir ini.
8. Dan seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT. memberikan balasan berupa kebaikan kepada pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Salam sehat dan sukses selalu.

ABSTRAK

Sistem distribusi tenaga listrik berfungsi untuk menyampaikan listrik dari gardu induk sebagai beban pusat kepada pelanggan secara langsung atau melalui *transformator* distribusi, dengan menjamin kualitas yang memadai sesuai dengan standar layanan. Sistem ini mendistribusikan daya melalui Jaringan Tegangan Menengah (20 kV) dan Jaringan Tegangan Rendah (380/220 V). Namun, sistem distribusi sering mengalami gangguan dibandingkan dengan jaringan transmisi karena jarak yang lebih panjang dan tingkat insiden yang lebih tinggi per 100 km per tahun. Dengan kebutuhan kritis untuk penyelesaian gangguan yang cepat, Sectionalizer memainkan peran penting. Sectionalizer akan mengisolasi seksi apabila terjadi gangguan. Oleh karena itu, prototipe simulasi yang diusulkan bertujuan untuk merepresentasikan fungsi Sectionalizer menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, modul relay sebagai pengganti Sectionalizer, dan sensor arus PZEM-004T untuk pembacaan arus dan Tegangan. Model simulasi ini berjudul " *PROTOYPE SIMULASI SISTEM KERJA SAKLAR SEKSI OTOMATIS (SSO) /SECTIONALIZER SEBAGAI PENGAMAN CADANGAN BERBASIS ARDUINO UNO.*" Sensor tegangan dan arus yang digunakan adalah sensor PZEM 004T. Sensor ini bekerja sangat baik dengan selisih pengukuran yang cukup sedikit dan nilai error tertinggi sebesar 0,07% dan Selisih waktu relay sectionalizer ketika open dengan relay recloser ketika open 887 milisecond hal ini sudah memenuhi standar waktu delay kerja sectionalizer ≤ 1 Second.

Kata Kunci : Distribusi Tenaga Listrik, *Sectionalizer*, Mikrokontroler

ABSTRACT

The electrical power distribution system functions to deliver electricity from substations as central loads directly to customers or through distribution transformers, ensuring adequate quality according to service standards. This system distributes power through Medium Voltage Networks (20 kV) and Low Voltage Networks (380/220 V). However, distribution systems often experience more disruptions compared to transmission networks due to longer distances and higher incident rates per 100 km per year. The main operational challenge remains in handling these disruptions, often originating from external sources or internal equipment failures. With the critical need for fast troubleshooting, Sectionalizer plays a vital role. The sectionalizer will isolate the section if a disturbance occurs. Therefore, the proposed simulation prototype aims to represent the Sectionalizer function using an Arduino Uno microcontroller, a relay module as a replacement for the Sectionalizer, and a PZEM-004T current sensor for current and voltage readings. This simulation model is entitled "PROTOYPE SIMULATION OF AN AUTOMATIC SECTION SWITCH (SSO)/SECTIONALIZER AS BACKUP PROTECTION BASED ON ARDUINO UNO." The voltage and current sensor used is the PZEM 004T sensor. This sensor works very well with quite a few measurement differences and the highest error value is 0.07%.

Keywords: *Electrical Power Distribution, Sectionalizer, Microcontroller*

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Allah SWT atas berkah dan karunia yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Rancang Bangun Simulasi Sistem Otomatisasi Atap Pada Jakarta Internasional Stadium Berbasis Arduino Uno ATmega 328”. 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 yang telah memberikan doa, perhatian, serta dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Prof Dr. Ir. Budiyono, 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, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing penulis yang telah mendukung dan mengarahkan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh dosen dan staff Program Studi STr- Teknik Listrik Industri yang telah memberikan masukan terhadap tugas akhir ini.
6. Saudara Julio Abiyu Putera, Saudara Husain Arrijal, Saudara Sigit Nuryanto, dan seluruh rekan-rekan SR3 yang telah memberikan semangat untuk bangkit dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Saudara Aa Lailatul Alfalaq STr.T. atas kesediaanya untuk memberi masukan dan referensi terhadap penyelesaian masalah dalam Tugas Akhir ini.

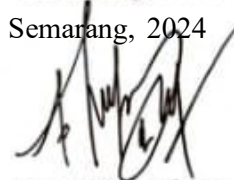
8. Seluruh teman-teman Teknik Listrik Industri Angkatan 2020 yang telah memberikan semangat motivasi kepada penulis.

9. Dan seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan 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, 2024

Semarang, 2024



Anas Dian Ekanto

Anas Dian Ekanto

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Tugas Akhir.....	4
1.4 Manfaat Tugas Akhir.....	4
1.5 Basatan Masalah	5
1.6 Sistematika Tugas Akhir.....	5
BAB II LANDASAN TEORI.....	7
2.1 Tnjauan Pustaka	7
2.2 Dasar Teori.....	8
2.2.1 Sistem Jaringan Distribusi.....	8
2.2.2 Gangguan Pada Jaringan Distribusi	11
2.2.2.1 Gangguan Hubungan Singkat	12
2.2.3 Sistem Proteksi Jaringan Distribusi.....	14
2.2.3.1 Jenis-Jenis Sistem Proteksi.....	14
2.2.3.2 Syarat Sistem Proteksi.....	16
2.2.4 Sakelar Seksi Otomatis(SSO).....	17
2.2.4.1 Klasifikasi <i>Sectionalizer</i>	17
2.2.4.2 Fungsi SSO.....	17

2.2.4.3	Prinsip Kerja SSO	18
2.2.5	Peralatan Simulasi.....	19
2.2.5.1	Arduino UNO.....	19
2.2.5.2	Sensor PZEM-004T	23
2.2.5.3	Modul <i>Stepdown</i> LM2596	24
2.2.5.4	Relay LY2N	26
2.2.5.5	<i>Solid State Relay</i> (SSR).....	27
2.2.5.6	<i>Power Supply</i>	30
2.2.5.7	<i>Keypad</i>	31
2.2.5.8	LCD 20x4.....	33
2.2.5.9	Modul I2C (<i>Inter-Integrated Circuit</i>).....	34
2.2.5.10	<i>Pilot Lamp</i>	35
2.2.5.11	<i>Push Button</i>	38
BAB III PERANCANGAN ALAT		41
3.1	Perancangan Perangkat Keras.....	41
3.2	Wiring Diagram	46
3.3	Perancangan Perangkat Lunak.....	47
3.4	Metode Pembuatan alat.....	49
3.4.1	Metode Rancang Bangun	49
3.4.2	Metode Penelitian.....	50
BAB IV PEMBUATAN ALAT <i>PROTOYPE</i> SIMULASI SISTEM KERJA SAKLAR SEKSI OTOMATIS (SSO) / <i>SECTIONALIZER</i> SEBAGAI PENGAMAN CADANGAN BERBASIS ARDUINO UNO.....		51
4.1	Prosedur Pembuatan Tugas Akhir.....	51
4.2	Pembuatan Perangkat Keras	52
4.2.1	Pembuatan Bagian Mekanik.....	55
4.2.1.1	Perencanaan Bagian Mekanik.....	55
4.2.1.2	Pembuatan Box Simulasi	56
4.2.1.3	Pembuatan Box Kontrol.....	57
4.2.2	Pembuatan Perangkat Elektronika.....	58
4.2.2.1	Perencanaan Rangkaian.....	58

4.2.2.2	Pemasangan Komponen.....	58
4.2.2.3	Perakitan Rangkaian.....	61
4.3	Pembuatan Perangkat Lunak	64
4.3.1	Pemrograma Arduino Uno.....	65
BAB V PERCOBAAN DAN ANALISA ALAT.....		68
5.1	Pengukuran dan pengujian Alat.....	68
5.1.1	Tujuan Pengukuran dan Pengujian alat.....	68
5.1.2	Peralatan yang digunakan.....	68
5.1.3	Prosedur Pengukuran Alat.....	69
5.1.4	Pengukuran dan Pengujian Alat.....	69
5.1.4.1	Pengukuran Catu Daya	70
5.1.4.2	Pengukuran <i>Solid State Relay</i> (SSR).....	70
5.1.4.3	Pengukuran Push Button Pull down.....	71
5.1.4.4	Penguian dan Pengukuran Sensor PZEM-004T.....	72
5.2	Pengujian Kerja Alat.....	73
5.2.1	Peralatan Yang Digunakan.....	73
5.2.2	Prosedur Pengujian.....	73
5.2.3	Pengambilan Data Pengujian.....	74
5.2.3.1	Pengujian dan Analisa Pada Gangguan Sementara	74
5.2.3.2	Pengujian dan Analisa Pada Gngguan Permanen.....	78
5.2.3.3	Pengujian Kecepatan Respon <i>Relay Sectionalizer</i>	82
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		84
6.1	Kesimpulan	84
6.2	Saran.....	84
DAFTAR PUSTAKA.....		86
LAMPIRAN 1 Pemrograman Arduino Uno.....		87
LAMPIRAN 2 Datasheet Arduino Uno R3		106
LAMPIRAN 3 Datasheet Sensor PZEM-004T		110
LAMPIRAN 4 Bukti Laporan Penelitian/Tugas Akhir.....		112
LAMPIRAN 5 Log Book.....		114

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Sistem Jaringan Distribusi.....	8
Gambar 2. 2	Skema Saluran Sistem Radial.....	9
Gambar 2. 3	Skema Saluran Sistem Loop	10
Gambar 2. 4	Skema Saluran Sistem Spindel.....	11
Gambar 2. 5	Rangkaian sistem proteksi pada jaringan distribusi	14
Gambar 2. 6	Zona Proteksi.....	15
Gambar 2. 7	Saklar Seksi Otomatis (SSO)	17
Gambar 2. 8	Prinsip Kerja Sectionalizer.....	19
Gambar 2. 9	Arduino UNO.....	20
Gambar 2. 10	Sensor PZEM-004T.....	23
Gambar 2. 11	Modul Stepdown LM2596.....	24
Gambar 2. 12	Rangkaian LM2596.....	25
Gambar 2. 13	Relay	26
Gambar 2. 14	Rangkaian Relay LY2N.....	26
Gambar 2. 15	Solid State Relay(SSR).....	27
Gambar 2. 16	Rangkaian SSR.....	28
Gambar 2. 17	Power Supply	30
Gambar 2. 18	Rangkaian Power Supply	31
Gambar 2. 19	Keypad.....	32
Gambar 2. 20	Rangkaian keypad matrik 4x4	32
Gambar 2. 21	LCD 16x2	33
Gambar 2. 22	Modul I2C.....	35
Gambar 2. 23	Pilot Lamp	36
Gambar 2. 24	Dimensi ukuran pilot lamp.....	37
Gambar 2. 25	Push Button.....	38
Gambar 2. 26	Saklar normally open (NO).....	39
Gambar 2. 27	Simbol normally open.....	39
Gambar 2. 28	Saklar normally close (NC).....	39
Gambar 2. 29	Simbol Normally Close (NC).....	40
Gambar 3. 1	Blok Diagram.....	41
Gambar 3. 2	Single line diagram jaringan distribusi yang akan disimulasikan...	42
Gambar 3. 3	Rangkaian Push Button Pull Down.....	43
Gambar 3. 4	Rangkaian Relay	44
Gambar 3. 5	Rancangan box control	45
Gambar 3. 6	Rancangan input arus dan tegangan box simulasi.....	45
Gambar 3. 7	rancangan box simulasi.....	45
Gambar 3. 8	Skematik rangkaian	46
Gambar 3. 9	Flowchart program sistem proteksi.....	48

Gambar 4. 1	Flowchart Pembuatan Tugas Akhir	51
Gambar 4. 2	Rancangan Peletakan Modul Tugas Akhir.....	55
Gambar 4. 3	Pengemalan pada box simulasi.....	56
Gambar 4. 4	Pengeboran pada box simulasi	56
Gambar 4. 5	Pelubangan pada tutup box kontrol.....	57
Gambar 4. 6	Pelubangan pada box kontrol	57
Gambar 4. 7	penempatan power supply pada papan.....	58
Gambar 4. 8	Pembautan power supply ke papan.....	59
Gambar 4. 9	Penyambungan kabel pada setiap komponen	59
Gambar 4. 10	Pengujian sambungan kabel pada rangkaian	59
Gambar 4. 11	Pengujian sambungan kabel pada socket.....	60
Gambar 4. 12	Pemasangan Push Button dan LCD	60
Gambar 4. 13	Tampak depan box kontrol.....	61
Gambar 4. 14	Perakitan kabel pada tutup box kontrol.....	62
Gambar 4. 15	perakitan pada pin-pin arduino	62
Gambar 4. 16	perakitan pada box kontrol.....	63
Gambar 4. 17	Pemasangan kembali tutup box kontrol	63
Gambar 4. 18	Uji coba rangkaian box kontrol	64
Gambar 4. 19	Membuka Arduino IDE	65
Gambar 4. 20	Tampilan awal Arduino IDE.....	65
Gambar 4. 21	Memilih Board.....	66
Gambar 4. 22	Pengetikan Program.....	66
Gambar 4. 23	Akhir pengetikan program	67
Gambar 5. 1	Tampilan alat saat tidak ada beban gangguan.....	77
Gambar 5. 2	Tampilan alat setelah terjadi gangguan sementara.....	77
Gambar 5. 3	Tampilan alat saat tidak ada beban gangguan.....	79
Gambar 5. 4	Tampilan alat setelah terjadi gangguan permanen pada SSO	79
Gambar 5. 5	Tampilan alat saat tidak ada beban gangguan.....	81
Gambar 5. 6	Tampilan alat setelah terjadi gangguan permanen pada PBO	81
Gambar 5. 7	Grafik Selisih Waktu Open Relay	83
Gambar 5. 8	Pengujian pada Solid State Relay	83

DAFTAR TABEL

Tabel 2- 1 Persentase Gangguan Hubung Singkat.....	13
Tabel 2- 2 Spesifikasi Arduino Uno [11].....	21
Tabel 4- 1 Alat yang digunakan.....	53
Tabel 4- 2 Bahan yang dibutuhkan.....	54
Tabel 5- 1 Data Hasil Pengukuran Catu Daya	70
Tabel 5- 2 Data Hasil Pengukuran Solid State Relay (SSR)	71
Tabel 5- 3 Data Hasil Pengukuran Rangkaian Push Button Pull Down.....	71
Tabel 5- 4 Data Hasil Pengukuran dan Pengujian Sensor PZEM-004T.....	72
Tabel 5- 5 Hasil Pengukuran Arus Saat Terjadi Gangguan Sementara 1	75
Tabel 5- 6 Hasil Pengukuran Arus Saat Terjadi Gangguan Sementara 2	76
Tabel 5- 7 Hasil Pengukuran Arus Saat Terjadi Gangguan Permanen pada SSO	78
Tabel 5- 8 Hasil Pengukuran Arus Saat Terjadi Gangguan Permanen pada PBO80	78
Tabel 5- 9 Hasil pengujian waktu relay untuk open	82