

DAFTAR ISI

| | |
|---------------------------------|-------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iv |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR TABEL | xvi |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xvii |
| ABSTRAK..... | xviii |
| <i>ABSTRACT</i> | xix |
| BAB I. PENDAHULUAN | |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Perumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3. Tujuan | 3 |
| 1.4. Batasan Masalah | 3 |
| 1.5. Manfaat Tugas Akhir | 4 |
| 1.6. Sistematika Penulisan..... | 5 |
| BAB II. LANDASAN TEORI | |
| 2.1 Tinjauan Pustaka | 8 |
| 2.2 Dasar Teori | 10 |

| | | |
|--------|--------------------------------------------|----|
| 2.2.1. | Sistem Tenaga Listrik | 10 |
| 2.2.2. | Pengertian Sistem Distribusi Listrik | 11 |
| 2.2.3. | Topologi Jaringan Distribusi | 12 |
| 2.2.4. | Gangguan Sistem Distribusi | 15 |
| 2.2.5. | Pemutus Balik Otomatis (PBO) | 17 |
| 2.2.6. | Pemutus Tenaga (PMT) | 18 |
| 2.3 | Komponen Alat Simulasi | 19 |
| 2.3.1 | Mikrokontroler Arduino Mega 2560..... | 19 |
| 2.3.2 | Catu Daya | 22 |
| 2.3.3 | IC ULN 2803 Driver Relay | 23 |
| 2.3.4 | Rele 12 VDC | 25 |
| 2.3.5 | Sensor Arus ACS712 | 27 |
| 2.3.6 | Transformator | 29 |
| 2.3.7 | Pembagi Tegangan | 31 |
| 2.3.8 | Voltage Regulator | 34 |
| 2.3.9 | Kapasitor..... | 36 |
| 2.3.10 | Dioda..... | 37 |
| 2.3.11 | Router..... | 39 |
| 2.3.12 | Mini PC..... | 41 |
| 2.3.13 | Ethernet..... | 43 |
| 2.3.14 | VT Scada..... | 44 |

BAB III. CARA KERJA KOORDINASI *PMT* DENGAN *RECLOSER*
UNTUK OPTIMALISASI PADA JARINGAN DISTRIBUSI BERBASIS
ARDUINO MEGA 2560 DENGAN MONITORING VT SCADA 11.2

| | |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1. Blok Diagram Sistem | 45 |
| 3.2. Cara Kerja Setiap Blok..... | 47 |
| 3.2.1 Rangkaian Catu Daya..... | 47 |
| 3.2.2 Rangkaian Driver Rele..... | 50 |
| 3.2.3 Sensor Arus ACS712 | 52 |
| 3.2.4 Rangkaian Debouncer | 53 |
| 3.2.5 Arduino Mega 2560 | 54 |
| 3.2.6 Ethernet Shield | 57 |
| 3.2.7 Router..... | 58 |
| 3.3. Flowchart Cara Kerja Alat | 59 |
| 3.3.1 Deteksi Gangguan pada <i>PMT</i> dan <i>Recloser</i> Penyulang I..... | 59 |
| 3.3.2 Deteksi Gangguan pada <i>PMT</i> dan <i>Recloser</i> Penyulang II..... | 60 |
| 3.3.3 Tombol Kontrol <i>PMT</i> dan <i>Recloser</i> Penyulang I..... | 61 |
| 3.3.4 Tombol Kontrol <i>PMT</i> dan <i>Recloser</i> Penyulang II | 62 |
| 3.4. Cara Kerja Keseluruhan | 63 |

BAB IV. PEMBUATAN KOORDINASI *PMT* DENGAN *RECLOSER*
UNTUK OPTIMALISASI PADA JARINGAN DISTRIBUSI BERBASIS
ARDUINO MEGA 2560 DENGAN MONITORING VT SCADA 11.2

| | |
|------------------------------------------|----|
| 4.1. Pembuatan Perangkat Keras | 67 |
| 4.1.1 Langkah-langkah pembuatan PCB..... | 70 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.1.2 Rangkaian Catu Daya | 73 |
| 4.1.3 Rangkaian Driver Rele ULN2803..... | 74 |
| 4.1.4 Rangkaian Push Button Debouncer | 75 |
| 4.1.5 Pembuatan Box..... | 76 |
| 4.2. Pembuatan Perangkat Lunak..... | 79 |
| 4.2.1 Pemograman Arduino | 80 |
| 4.2.2 Pembuatan Tampilan VT Scada | 82 |
| BAB V. PENGUKURAN DAN PENGUJIAN KOORDINASI <i>PMT</i> DENGAN | |
| <i>RECLOSER</i> UNTUK OPTIMALISASI PADA JARINGAN | |
| DISTRIBUSI BERBASIS ARDUINO MEGA 2560 DENGAN | |
| MONITORING VT SCADA 11.2 | |
| 5.1. Peralatan Yang Digunakan | 85 |
| 5.2. Prosedur Pengukuran dan Pengujian | 85 |
| 5.3. Pengukuran Alat Simulasi | 86 |
| 5.3.1 Pengukuran Arus Pada Saat Kondisi Normal | 87 |
| 5.3.2 Pengukuran Arus Pada Saat Kondisi Gangguan..... | 89 |
| 5.3.3 Pengukuran Arus pada Tampilan VT Scada | 91 |
| 5.3.4 Pengujian Koordinasi <i>PMT</i> dengan <i>Recloser</i> Penyulang I..... | 93 |
| 5.3.5 Pengujian Koordinasi <i>PMT</i> dengan <i>Recloser</i> Penyulang II | 95 |
| BAB VI PENUTUP | |
| 6.1 Kesimpulan..... | 99 |
| 6.2 Saran | 100 |
| DAFTAR PUSTAKA | 101 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|-------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Jaringan Distribusi Radial..... | 13 |
| Gambar 2.2 Jaringan Distribusi Loop..... | 14 |
| Gambar 2.3 Pemutus balik otomatis..... | 17 |
| Gambar 2.4 Pemutus Tenaga (PMT)..... | 18 |
| Gambar 2.5 Arduino Mega 2560..... | 19 |
| Gambar 2.6 Blok Diagram Catu Daya..... | 23 |
| Gambar 2.7 <i>Pin-out Diagram ULN 2803</i> | 24 |
| Gambar 2.8 Skematik Transistor Darlington ULN 2803..... | 24 |
| Gambar 2.9 Transistor Darlington..... | 25 |
| Gambar 2.10 Bagian-bagian Relay dan Simbolnya..... | 26 |
| Gambar 2.11 Relay DPDT Menggerakkan 2 beban..... | 26 |
| Gambar 2.12 Sensor Arus ACS712..... | 27 |
| Gambar 2.13 Analogi sensor ACS712 dan beban..... | 29 |
| Gambar 2.14 Transformator <i>step down</i> | 30 |
| Gambar 2.15 Skema Transformator..... | 31 |
| Gambar 2.16 Struktur Dioda..... | 32 |
| Gambar 2.17 Penyearah Gelombang (<i>Rectifier</i>)..... | 32 |
| Gambar 2.18 Penyearah Jembatan Setengah Siklus Positif..... | 33 |
| Gambar 2.19 Penyearah Jembatan Setengah Siklus Negatif..... | 33 |
| Gambar 2.20 Sinyal Gelombang Penuh..... | 33 |
| Gambar 2.21 Penstabil Tegangan..... | 34 |
| Gambar 2.22 IC Regulator 2805 dan 7905..... | 35 |

| | | |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.23 | <i>Voltage Regulator</i> dalam Catu Daya | 36 |
| Gambar 2.24 | Kapasitor | 36 |
| Gambar 2.25 | Lambang Kapasitor Polar dan Non Polar | 37 |
| Gambar 2.26 | Dioda | 38 |
| Gambar 2.27 | Router | 41 |
| Gambar 2.28 | Bentuk fisik <i>mini PC</i> | 42 |
| Gambar 2.29 | Ethernet | 44 |
| Gambar 3.1 | Blok Diagram Keseluruhan..... | 46 |
| Gambar 3.2 | Rangkaian Catu Daya | 48 |
| Gambar 3.3 | Rangkaian Pembagi Catu Daya dan Penurun Tegangan | 50 |
| Gambar 3.4 | Rangkaian <i>Driver Relay</i> dan Rangkaian <i>Relay</i> | 51 |
| Gambar 3.5 | Sensor arus ACS712 dengan Arduino Mega 2560 | 53 |
| Gambar 3.6 | Rangkaian <i>Debouncer</i> | 54 |
| Gambar 3.7 | Skematik <i>Arduino Mega 2560</i> | 55 |
| Gambar 3.8 | Flowchart deteksi gangguan pada <i>PMT</i> dan <i>Recloser</i> | 59 |
| Gambar 3.9 | <i>Flowchart</i> deteksi gangguan pada <i>PMT</i> dan <i>Recloser</i> | 60 |
| Gambar 3.10 | <i>Flowchart</i> tombol control <i>PMT</i> dan <i>Recloser</i> | 61 |
| Gambar 3.11 | <i>Flowchart</i> tombol control <i>PMT</i> dan <i>Recloser</i> | 62 |
| Gambar 4.1 | Diagram Blok Pembuatan Alat | 66 |
| Gambar 4.2 | Hasil <i>print</i> desain menggunakan <i>printer</i> laser | 70 |
| Gambar 4.3 | Memotong PCB | 71 |
| Gambar 4.4 | Melepas Kertas Stiker dari PCB | 71 |
| Gambar 4.5 | Melarutkan PCB | 72 |

| | | |
|-------------|-------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.6 | Menyolder Komponen yang Telah Terpasang pada PCB | 72 |
| Gambar 4.7 | Rangkaian Catu Daya yang telah dirangkai | 74 |
| Gambar 4.8 | Rangkaian Driver Relay yang Telah Dirangkai | 75 |
| Gambar 4.9 | Rangkaian <i>Debouncer</i> yang telah dirangkai | 76 |
| Gambar 4.10 | Bentuk Box..... | 76 |
| Gambar 4.11 | Memilih kayu yang digunakan..... | 77 |
| Gambar 4.12 | Memilih Lapisan <i>Box</i> | 77 |
| Gambar 4.13 | Memasang Rangkaian pada Papan | 78 |
| Gambar 4.14 | <i>Hardware</i> dalam Box | 78 |
| Gambar 4.15 | Diagram alir sistem..... | 79 |
| Gambar 4.16 | Menjalankan Aplikasi <i>Arduino IDE</i> | 80 |
| Gambar 4.17 | Memilih <i>Board Arduino Mega 2560</i> | 80 |
| Gambar 4.18 | Proses <i>Compiling Sketch</i> | 81 |
| Gambar 4.19 | <i>Compiling</i> Berhasil | 81 |
| Gambar 4.20 | Proses <i>Uploading Sketch</i> | 82 |
| Gambar 4.21 | <i>Uploading</i> Berhasil..... | 82 |
| Gambar 4.22 | Membuka VTScada | 83 |
| Gambar 4.23 | Tampilan Menu VTScada | 83 |
| Gambar 4.24 | Desain Tampilan di VTScada | 84 |
| Gambar 4.25 | Tampilan pembuatan Tags | 84 |
| Gambar 5.1 | Gambar titik-titik pengukuran arus pada alat simulasi..... | 86 |
| Gambar 5.2 | Tampilan Scada pada penyulang 1 kondisi Normal Berbeban ... | 93 |
| Gambar 5.3 | Tampilan Scada pada penyulang 1 kondisi Gangguan..... | 93 |

| | | |
|------------|---------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 5.4 | Tampilan Alat pada saat kondisi normal berbeban..... | 94 |
| Gambar 5.5 | Tampilan Alat pada saat kondisi berbeban dengan gangguan... | 95 |
| Gambar 5.6 | Tampilan Scada pada penyulang 2 kondisi Normal Berbeban ... | 95 |
| Gambar 5.7 | Tampilan Scada pada penyulang 2 kondisi Gangguan..... | 96 |
| Gambar 5.8 | Tampilan Alat pada saat kondisi normal berbeban..... | 97 |
| Gambar 5.9 | Tampilan Alat pada saat kondisi berbeban dengan gangguan. ... | 97 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|-----------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 | <i>Spesifikasi</i> Arduino Mega 2560 | 20 |
| Tabel 2.2 | Fungsi Pin Sensor ACS712 | 28 |
| Tabel 2.3 | Tegangan <i>Input</i> IC L7805 dan IC L7812 | 35 |
| Tabel 3.1 | Pin Arduino Mega 2560 dan fungsinya | 56 |
| Tabel 4.1 | Daftar Alat Pembuatan Rangkaian | 67 |
| Tabel 4.2 | Daftar Bahan Umum | 68 |
| Tabel 4.3 | Daftar Komponen Rangkaian Catu Daya | 73 |
| Tabel 4.4 | Daftar Komponen Rangkaian <i>Driver</i> ULN2803 | 74 |
| Tabel 4.5 | Daftar Komponen Rangkaian <i>Debouncer</i> | 75 |
| Tabel 5.1 | Pengukuran Arus Kondisi Normal Penyulang I | 87 |
| Tabel 5.2 | Pengukuran Arus Kondisi Normal Penyulang II | 88 |
| Tabel 5.3 | Pengukuran Arus Kondisi Gangguan Penyulang I | 89 |
| Tabel 5.4 | Pengukuran Arus Kondisi Gangguan Penyulang II | 90 |
| Tabel 5.5 | Pengukuran Arus Pada Tampilan VT Scada Penyulang I | 91 |
| Tabel 5.6 | Pengukuran Arus Pada Tampilan VT Scada Penyulang II | 92 |

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Rangkaian Keseluruhan
- Lampiran 2 : Rangkaian Driver *Relay* dan Rangkaian *Relay*
- Lampiran 3 : Rangkaian Sensor Arus ACS712 dengan Arduino Mega 2560
- Lampiran 4 : Rangkaian Debouncer
- Lampiran 5 : *Datasheet ACS712*
- Lampiran 6 : *Datasheet ULN2003*
- Lampiran 7 : *Datasheet TIP 3055*
- Lampiran 8 : *Datasheet LM7812*
- Lampiran 9 : *Datasheet LM7805*
- Lampiran 10 : *Datasheet Arduino MEGA 2560*