



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - TE 145561

**RANCANG BANGUN SISTEM PELAPORAN ARUS DAN
TEGANGAN SAAT TERJADI GANGGUAN ANTAR FASA PADA
JARINGAN DISTRIBUSI 20KV BERBASIS *SMARTPHONE***

Fabriansyah Aprilya Natha Yusufy
NRP 2214039017
Yuliana Putri Anggraini
NRP 2214039036

Dosen Pembimbing
Ir. Hanny Boedinugroho, MT
Onie Meiyanto, S.Pd

PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI
Departemen Teknik Elektro Otomasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - TE 145561

***DESIGN SYSTEM OF REPORTING CURRENT AND VOLTAGE
WHEN SHORT CIRCUIT TWO PHASE ON DISTRIBUTION
NETWORK 20KV WITH SMARTPHONE***

Fabriansyah Aprilya Natha Yusufy

NRP 2214039017

Yuliana Putri Anggraini

NRP 2214039036

Supervisor

Ir. Hanny Boedinugroho, MT

Onie Meiyanto, S.Pd

INDUSTRIAL ELECTRONICS STUDY PROGRAM

Electrical and Automation Engineering Department

Vocational Faculty

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya 2017

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul “**Rancang Bangun Sistem Pelaporan Arus Dan Tegangan Saat Terjadi Hubung Singkat Antar Fasa Pada Jaringan Distribusi 20KV Berbasis *Smartphone***” adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, **20 Juli 2017**

Fabriansyah Aprilya Natha Yusufy
NRP 2214039017

Yuliana Putri Anggraini
NRP 2214039036

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

**RANCANG BANGUN SISTEM PELAPORAN ARUS DAN
TEGANGAN SAAT TERJADI HUBUNG SINGKAT ANTAR
FASA PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20KV BERBASIS
SMARTPHONE**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya


Pada


Program Studi Elektronika Industri
Departemen Teknik Elektro Otomasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Ir. Hanny Boedinugroho, M.T
NIP. 19610706 198701 1 001


Onie Meiyanto, S.Pd
NIP. 19850501 201101 1 008

**SURABAYA
JULI, 2017**

**RANCANG BANGUN SISTEM PELAPORAN ARUS DAN
TEGANGAN SAAT TERJADI HUBUNG SINGKAT ANTAR
FASA PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20KV BERBASIS
SMARTPHONE**

Nama Mahasiswa I : Fabriansyah Aprilya Natha Yusufy
NRP : 2214 039 017
Nama Mahasiwa II : Yuliana Putri Anggraini
NRP : 2214 039 036
Dosen Pembimbing I : Ir. Hanny Boedinugroho,MT
NIP : 19610706 198701 1 001
Dosen Pembimbing II : Onie Meiyanto, S.Pd
NIP : 19850501 201101 1 008

ABSTRAK

Berdasarkan data di lapangan hubung singkat antar fasa paling sering terjadi karena menempelnya layang-layang atau ranting pohon dan petir. Saat terjadi hubung singkat antar fasa petugas perlu mencari penyebab gangguan dengan inspeksi secara visual yaitu dengan melokalisir jaringan disetiap percabangan untuk mencari *fuse* yang terputus.

Perlu adanya sistem pelaporan hubung singkat antar fasa menggunakan sensor arus dan tegangan yang diletakkan setiap percabangan pada jaringan tegangan menengah setelah *Recloser* sebagai pembaca arus dan tegangan saat terjadinya hubung singkat antar fasa, keluaran sensor arus dan tegangan tersebut diterjemahkan oleh ADC ke mikrokontroler (Arduino) yang kemudian akan dikirimkan ke *smartphone* melalui Modem GSM SIM800L dan ditampilkan melalui *message*.

Tugas akhir ini menggunakan prototipe beban resitif 0,33 Ohm untuk mewakili kabel saluran udara tegangan menengah dan dapat memberikan laporan berupa besar arus dan tegangan, fasa yang mengalami gangguan dan waktu terjadinya gangguan antar fasa. *Delay* pengiriman laporan gangguan 3 detik. Waktu pengiriman laporan gangguan melalui SMS masih bergantung pada kondisi sinyal *provider*.

Kata Kunci : Gangguan dua fasa, Sistem distribusi 20KV, Sensor arus dan tegangan, SIM800L.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

**DESIGN SYSTEM OF REPORTING CURRENT AND VOLTAGE
WHEN SHORT CIRCUIT TWO PHASE ON DISTRIBUTION
NETWORK 20KV WITH SMARTPHONE**

Name : Fabriansyah Aprilya Natha Yusufy
Registration Number : 2214 039 017
Name : Yuliana Putri Anggraini
Registration Number : 2214 039 036
Supervisor I : Ir. Hanny Boedinugroho,MT
ID Number : 19610706 198701 1 001
Supervisor II : Onie Meiyanto, S.Pd
ID Number : 19850501 201101 1 008

ABSTRACT

Based on the short circuit data between phases most often occurs due to the sticking of kites or twigs of trees and lightning. When there is a short circuit between phases officers need to find the cause of the disturbance by visual inspection is to localize the network in each branch to look for a broken CO branch.

There is a need for a system of short-circuit reporting between phases using current and voltage sensors placed every branching on the medium voltage network after the Recloser as the current and voltage readers when the short circuit occurs between the phases, the output current and voltage sensors are translated by ADC to the microcontroller (Arduino) Then it will be sent to the smartphone via GSM SIM800L Modem and displayed via Message.

This final project uses a prototype of 0.33 Ohm resistive load to represent medium voltage air duct cable and can provide reports of large current and voltage, phase disturbance and time of inter-phase interference. Delay delivery report interruption 3 seconds. Delivery time of interruption report via SMS is still dependent on provider's signal condition.

Keywords : *Short circuit between phases, 20KV distribution system, current and voltage sensor, SIM800L.*

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah kami panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala, atas limpahan rahmat dan kemudahan dariNya, hingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik, begitu pula dengan pembuatan buku tugas akhir ini.

Tugas akhir ini dilakukan untuk memenuhi beban satuan kredit semester (SKS) yang harus ditempuh sebagai persyaratan akademis di Jurusan D3 Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya untuk menyelesaikan program pendidikan Diploma di Teknik Elektro dengan judul :

RANCANG BANGUN SISTEM PELAPORAN ARUS DAN TEGANGAN SAAT TERJADI HUBUNG SINGKAT ANTAR FASA PADA JARINGAN DISTRIBUSI 20KV BERBASIS *SMARTPHONE*

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu dan Bapak penulis yang memberikan berbagai bentuk doa serta dukungan tulus tiada henti, Bapak Ir. Hanny Boedinugroho, MT dan Onie Meiyanto, S.Pd. atas segala bimbingan ilmu, moral, dan spiritual dari awal hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari dan memohon maaf atas segala kekurangan pada Tugas Akhir ini. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dalam pengembangan keilmuan di kemudian hari.

Surabaya, **20 Juli 2017**

Penulis

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR TABEL	xxii
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Laporan	4
1.7 Relevansi.....	4
BAB II	5
2.1 Jaringan Distribusi Tegangan Menengah.....	5
2.1.1 Sistem Konfigurasi Jaringan Tegangan Menengah.....	6
2.2 Penyebab Hubung Singkat	9
2.2.1 Jenis-Jenis Gangguan Hubung Singkat	10
2.3 Arus Gangguan Hubung Singkat	12
2.4 Tegangan <i>Drop</i> Akibat Hubung Singkat Antar Fasa	14
2.5 Menghitung Impedansi Sumber	15
2.6 Menghitung Reaktansi Trafo	15
2.7 Menghitung Impedansi Penyulang.....	16
2.8 <i>Board</i> Arduino Uno	17
2.8.1 Arduino IDE.....	18
2.9 Modul RTC DS1302.....	19
2.10 Sensor Arus ACS712	20
2.11 Sensor Tegangan.....	22
2.12 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	23
2.13 SIM800L.....	23
2.14 LM2596	24

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT	27
3.1 Perancangan Sistem Keseluruhan	27
3.2 Perancangan Mekanik	28
3.2.1 Perancangan Panel <i>Box</i>	28
3.2.2 Perancangan Prototipe Simulasi	29
3.3 Perancangan <i>Hardware</i>	33
3.3.1 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>).....	34
3.3.2 Sensor Arus	35
3.3.3 Sensor Tegangan	36
3.3.4 Perencanaan <i>Power Bank</i>	37
3.3.5 RTC (<i>Real Time Clock</i>).....	37
3.3.6 Perancangan SIM800L.....	38
3.4 Perancangan <i>Software</i>	39
3.4.1 Pemograman Keseluruhan.....	40
3.4.2 Program Pembacaan Arus	41
3.4.3 Program Pembacaan Tegangan	43
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA	45
4.1 Pengujian Arduino Uno.....	46
4.2 Pengujian LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>).....	49
4.3 RTC (<i>Real Time Clock</i>).....	50
4.4 Pengujian <i>Power Bank</i>	52
4.5 Pengujian Sensor Arus	53
4.6 Pengujian Sensor Tegangan	57
4.7 Pengujian Komunikasi dengan SIM800L	63
4.8 Pengujian <i>Short Circuit</i> dan <i>Open Circuit</i> Transformator	65
4.8.1 Perhitungan Impedansi Dalam Transformator	66
4.8.2 Perhitungan Impedansi Ekuivalen <i>Transformator</i>	67
4.8.3 Perhitungan <i>Per Unit</i> (PU).....	68
4.9 Pengujian Modul Gangguan Hubung Singkat Antar Fasa.....	69
4.10 Pengujian Keseluruhan.....	70
BAB V PENUTUP.....	79
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN A.....	83
A.1. <i>Listing</i> Program pada Arduino	83

LAMPIRAN B.....	93
B.1 <i>DATASHEET</i> ARDUINO UNO	93
B.2 <i>DATASHEET</i> LM2596	97
B.3 <i>DATASHEET</i> ACS712.....	99
B.4 <i>DATASHEET</i> DS 1302	101
B.5 <i>DATASHEET</i> LCD 16x2.....	103
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	105
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	107

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
Gambar 2.1	Sistem Jaringan Distribusi 6
Gambar 2.2	Konfigurasi Jaringan <i>Radial</i> 7
Gambar 2.3	Konfigurasi Jaringan <i>Loop</i> 7
Gambar 2.4	Konfigurasi Jaringan <i>Spindel</i> 8
Gambar 2.5	Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa dan Hubung Singkat 3 Fasa ke Tanah 10
Gambar 2.6	Gangguan Hubung Singkat Fasa ke Fasa 11
Gambar 2.7	Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa ke Tanah..... 11
Gambar 2.8	Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah..... 11
Gambar 2.9	Skema Perancangan Perhitungan Arus Hubung Singkat 12
Gambar 2.10	<i>Board</i> Arduino Uno 17
Gambar 2.11	Jendela Arduino IDE 18
Gambar 2.12	Modul RTC (<i>Real Time Clock</i>)..... 19
Gambar 2.13	Modul ACS712..... 20
Gambar 2.14	Skematik ACS712 21
Gambar 2.15	Rangkaian Sensor Tegangan..... 22
Gambar 2.16	LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>) 23
Gambar 2.17	SIM800L atau GPRS dan GSM <i>Shield</i> 24
Gambar 2.18	LM2596 24
Gambar 3.1	Diagram Fungsional Sistem..... 27
Gambar 3.2	Panel <i>Box</i> 28
Gambar 3.3	Skema Rangkaian Modul Gangguan 29
Gambar 3.4	Skema Prototipe Modul Gangguan..... 30
Gambar 3.5	Trafo <i>Step Down</i> 380/12 Volt..... 31
Gambar 3.6	Rangkaian Skematik LCD 34
Gambar 3.7	Sensor Arus ACS712..... 35
Gambar 3.8	Rangkaian Penyearah Sinyal Arus 35
Gambar 3.9	Rangkaian Pembagi Tegangan 37
Gambar 3.10	Skema <i>Power Bank</i> ke Arduino Uno 37
Gambar 3.11	Skema Rangkaian Modul RTC dengan Arduino Uno 38
Gambar 3.12	<i>Shield</i> SIM800L yang Dihubungkan dengan Arduino Uno 39
Gambar 3.13	<i>Flowchart</i> Pemrograman Mikrokontroler 40
Gambar 3.14	<i>Flowchart</i> Pemrograman Pembacaan Arus 41
Gambar 3.15	Program Arduino IDE 42

Gambar 3.16	<i>Flowchart</i> Pemrograman Pembacaan Tegangan.....	43
Gambar 3.17	Program Pembacaan Tegangan RS dan ST.....	44
Gambar 3.18	Program Pembacaan Tegangan RT.....	44
Gambar 4.1	Pengujian Sistem Keseluruhan.....	45
Gambar 4.2	<i>Flowchart</i> Pemograman Pengujian Tegangan Pin Arduino.....	47
Gambar 4.3	Skema Pengujian Pin A/D Arduino	48
Gambar 4.4	<i>Flowchart</i> Program tampilan LCD	50
Gambar 4.5	Hasil Pengujian LCD	50
Gambar 4.6	<i>Flowchart</i> Program <i>Real Time Clock</i>	51
Gambar 4.7	Hasil Pengujian <i>Real Time Clock</i>	51
Gambar 4.8	Skema Pengujian Arus <i>Power Bank</i>	52
Gambar 4.9	Skema Pengujian Tegangan <i>Power Bank</i>	53
Gambar 4.10	Diagram Pengujian Sensor Arus Pada Salah Satu Fasa ..	54
Gambar 4.11	Kalibrasi Sensor ACS 712.....	54
Gambar 4.12	Linierisasi Sensor ACS712 Fasa R	55
Gambar 4.13	Linierisasi Sensor ACS712 Fasa S.....	56
Gambar 4.14	Linierisasi Sensor ACS712 Fasa T	57
Gambar 4.15	Proses Kalibrasi Sensor Tegangan Fasa RS, ST dan RT	58
Gambar 4.16	Linierisasi Sensor Tegangan Fasa RS.....	59
Gambar 4.17	Linierisasi Sensor Tegangan Fasa ST	60
Gambar 4.18	Linierisasi Sensor Tegangan Fasa TR	60
Gambar 4.19	Tampilan SMS	63
Gambar 4.20	<i>Flowchart</i> Pengujian SIM800L	64
Gambar 4.21	Pengujian <i>Short Circuit</i> Trafo.....	66
Gambar 4.22	Pengujian <i>Open Circuit</i> Trafo.....	66
Gambar 4.23	Skema Pengujian Modul Gangguan.....	69
Gambar 4.24	Tampilan Arus Dan Tegangan Dalam Keadaan Normal.	71
Gambar 4.25	Nilai Arus dan Tegangan Saat Terjadi Hubung Singkat Fasa	72
Gambar 4.26	Tampilan pada LCD Saat Terjadi Hubung Singkat Fasa S	72
Gambar 4.27	Informasi pada <i>Smartphone</i> Saat Terjadi Hubung Singkat	73
Gambar 4.28	Nilai Arus dan Tegangan Saat Terjadi Hubung Singkat Fasa	74
Gambar 4.29	Tampilan pada LCD Saat Terjadi Hubung Singkat Fasa R.....	74

Gambar 4.30	Tampilan Informasi pada <i>Smartphone</i> Saat Terjadi Hubung	75
Gambar 4.31	Nilai Arus dan Tegangan Saat Terjadi Hubung Singkat Fasa.....	76
Gambar 4.32	Tampilan pada LCD Saat Terjadi Hubung Singkat Fasa R	76
Gambar 4.33	Tampilan Informasi pada <i>Smartphone</i> Saat Terjadi Hubung	77

---Halaman ini sengaja dikosongkan---

DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Tabel 2.1	Perhitungan Arus Hubung Singkat 2 Fasa 13
Tabel 2.2	Perhitungan Impedansi Urutan Positif dan Negatif 16
Tabel 2.3	Perhitungan Impedansi Urutan Nol 16
Tabel 2.4	Fungsi Pin pada ACS712..... 21
Tabel 2.5	Spesifikasi SIM800L 24
Tabel 3.1	Tahanan dan Reaktansi Kawat Penghantar 32
Tabel 4.1	Pengujian Pin Arduino Uno..... 48
Tabel 4.2	Pengujian <i>Power Bank</i> dengan Beban Arduino 53
Tabel 4.3	Pengujian Sensor Arus Fasa R..... 55
Tabel 4.4	Pengujian Sensor Arus Fasa S 56
Tabel 4.5	Pengujian Sensor Arus Fasa T 57
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Sensor Tegangan 59
Tabel 4.7	Hasil Pengujian Sensor Tegangan saat Tanpa Beban. 61
Tabel 4.8	Hasil Pengujian Sensor Tegangan saat Ada Beban. 62
Tabel 4.9	Hasil Pengujian Sensor Tegangan Hubung Singkat 2 Fasa..... 62
Tabel 4.10	Hasil Pengujian Transformator..... 66
Tabel 4.11	Data Impedansi Dalam Trafo..... 67
Tabel 4.12	Data Impedansi Ekuivalen Trafo 68
Tabel 4.13	Data <i>Per Unit</i> Trafo..... 69
Tabel 4.14	Data Pengujian Arus Hubung Singkat Antar Fasa..... 70

-

---Halaman ini sengaja dikosongkan---

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam penyaluran tenaga listrik sering kali terjadi hubung singkat antar fasa yang menyebabkan bekerjanya relai OCR (*Over Current Relay*) dan putusnya *fuse*. Berdasarkan studi yang telah dilakukan EPRI (Burke And Lawrance, 1984; EPRI 1209-11983) bahwa penyebab terjadinya gangguan permanen pada jaringan distribusi adalah gangguan akibat pohon dan petir sedangkan tipe gangguan antar fasa memiliki presentase 20%. Gangguan ini sangat merugikan pelanggan-pelanggan listrik terutama para pelanggan Tegangan Menengah dengan konsumsi daya yang cukup tinggi.

Selama ini jika terjadi hubung singkat antar fasa petugas jaringan mencari *fuse* yang terputus pada setiap percabangan jaringan di sepanjang daerah *Recloser* yang bekerja, tentu hal tersebut membutuhkan waktu yang tidak sebentar jika jumlah percabangannya lebih dari satu serta jarak antar percabangannya cukup jauh satu dengan yang lainnya.

Karena segala bentuk dari kegiatan sehari-hari itu semuanya bergantung pada listrik, maka aktivitas terhenti total saat listrik padam, penanganan hubung singkat dua fasa yang terjadi harus cepat, agar kegiatan atau aktivitas tidak terhenti terlalu lama. maka dibutuhkan suatu alat yang dapat mengirimkan informasi berupa besar tegangan disuatu percabangan *via smartphone* saat terjadi hubung singkat dua fasa guna mempercepat proses pencarian lokasi gangguan dan normalisasi jaringan.

1.2 Permasalahan

Beberapa permasalahan yang menjadi objek penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Belum terdapat sistem yang mampu untuk mengirimkan informasi besar arus dan tegangan serta fasa yang sedang mengalami hubung singkat ketika terjadi hubung singkat antar fasa pada sistem percabangan di jaringan tegangan menengah *via smartphone*.
2. Ketika terjadi hubung singkat antar fasa pada tegangan menengah pihak PLN juga masih mencari lokasi gangguan

yang terjadi secara manual dengan mencari *fuse* yang putus disetiap percabangan.

3. Dalam penanganan hubung singkat antar fasa masih ada ketergantungan terhadap pelaporan masyarakat.

1.3 Batasan Masalah

Dalam pembuatan tugas akhir ini, diberikan batasan masalah agar pembahasan tidak meluas dan menyimpang dari tujuan. Pada tugas akhir ini menggunakan Arduino Uno dan media komunikasi menggunakan modem GSM pada SIM800L dan batasan masalah lainnya sebagai berikut :

1. Ruang lingkup penggunaan alat ini hanya pada sisi pelanggan tegangan menengah dengan tegangan 20KV.
2. Jenis hubung singkat yang akan dideteksi oleh alat ini hanya hubung singkat dua fasa.
3. Media komunikasi alat ini menggunakan SMS.
4. Alat dapat digunakan khusus pada penyulang dimana terdapat percabangan pada jaringan SUTM.
5. Sensor arus dan tegangan yang digunakan menyesuaikan dengan kemampuan mikrokontroler dan sumber trafo pada simulator yang digunakan.
6. Pada prototipe ini digunakan resistor 0,33 Ohm untuk mewakili kabel saluran udara tegangan menengah.

1.4 Tujuan

Tujuan dituliskannya tugas akhir ini adalah dengan dibuatnya alat ini dapat mempercepat penemuan penyebab hubung singkat dua fasa pada suatu percabangan di jaringan tegangan menengah. Selain itu juga untuk memberikan pelaporan fasa mana yang mengalami gangguan dengan begitu waktu yang dibutuhkan untuk normalisasi jaringan dapat dipersingkat lebih cepat.

Dari uraian tersebut, maka.

B.1 Tujuan Fabriansyah Aprilya N.Y. dalam membuat Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat membaca arus saat terjadi hubung singkat dua fasa.
2. Dapat memberikan tanda gangguan berupa lampu indikator yang terdapat di panel.
3. Dapat mengirimkan informasi berupa besar arus serta fasa yang mengalami hubung singkat.

B.2 Tujuan Yuliana Putri Anggrain. dalam membuat Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut

1. Dapat membaca tegangan saat terjadi hubung singkat dua fasa.
2. Dapat memberikan tanda gangguan berupa lampu indikator yang terdapat di panel.
3. Dapat mengirimkan informasi berupa tegangan serta fasa yang mengalami hubung singkat.

1.5 Metodologi Penelitian

Dalam pelaksanaan tugas akhir “Rancang Bangun Sistem Pelaporan Arus Dan Tegangan Saat Terjadi Hubung Singkat Dua Fasa Pada Jaringan Tegangan Menengah 20KV Berbasis *Smartphone*”, ada beberapa kegiatan yang dapat diuraikan.

Tahap pertama adalah tahap persiapan, pada tahap ini akan dilakukan studi literatur mengenai jenis gangguan yang terjadi pada sistem JTM, metode pendeteksian lokasi gangguan pada JTM, mempelajari karakteristik kerja sensor tegangan. Dan yang terakhir adalah mempelajari sistem komunikasi antara *hardware* (Arduino) dengan *smartphone* sebagai media *display* dengan memanfaatkan modul GSM.

Tahap kedua adalah tahap perancangan, pada tahap ini akan dilakukan perancangan sesuai data yang telah didapatkan dari studi literatur.

Berikutnya adalah tahap pembelian dan pembuatan, pada tahap pembelian komponen ini akan dilakukan pembelian komponen sesuai data yang telah dikumpulkan melalui studi literatur.

Tahap pembuatan pada tahap ini akan dilakukan pembuatan alat setelah semua komponen telah lengkap disertai dengan data cara pembuatannya yang diperoleh dari studi literatur.

Tahap selanjutnya adalah tahap pengujian, pada tahap ini akan dilakukan pengujian alat yang telah dibuat. Tahap pengujian ini meliputi pengujian *hardware* maupun *software*.

Tahap analisa pada tahap ini akan dilakukan analisa. Faktor apa saja yang menyebabkan alat tidak bekerja sesuai dengan keinginan atau terjadi *error*.

Tahap akhir pada tahap ini akan dilakukan penyempurnaan pada alat dan membenahi alat jika terjadi *error* sesuai dengan data yang telah didapat pada analisa.

1.6 Sistematika Laporan

Pembahasan Tugas Akhir ini akan dibagi menjadi lima Bab dengan sistematika sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Bab ini meliputi latar belakang, permasalahan, batasan masalah, tujuan, metodologi penelitian, sistematika laporan, dan relevansi.

Bab II Teori Dasar

Bab ini menjelaskan tentang tinjauan pustaka yang mendukung dalam perencanaan dan pembuatan alat.

Bab III Perancangan Sistem

Bab ini membahas mengenai desain perancangan kendali miniatur mobil baik rangkaian *hardware* maupun *software* yang digunakan.

Bab IV Simulasi, Implementasi dan Analisis Sistem

Bab ini memuat hasil simulasi dan implementasi serta analisis dari hasil tersebut.

Bab V Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dari Tugas Akhir ini dan saran-saran untuk pengembangan alat ini lebih lanjut.

1.7 Relevansi

Hasil yang akan diperoleh dari tugas akhir ini diharapkan agar mampu mempercepat petugas PLN dalam mencari sebab terjadinya hubung singkat antar fasa pada jaringan distribusi 20KV. Selain itu juga diharapkan mampu mempercepat kinerja petugas PLN untuk normalisasi jaringan.

BAB II

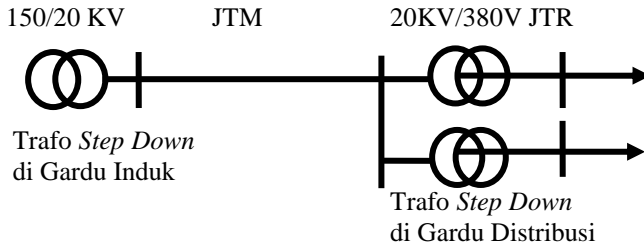
TEORI PENUNJANG

Pada bab ini akan dibahas mengenai teori-teori yang menunjang dalam proses pembuatan alat Tugas Akhir. Pada Teori penunjang ini dibagi tiga bagian. Pada poin 2.1, 2.5 - 2.11 dan 2.14 - 2.15 merupakan tugas dari Fabriansyah Aprilya N.Y. dan Yuliana Putri A., kemudian pada poin 2.3 dan 2.12 merupakan tugas dari Fabriansyah Aprilya N.Y., dan pada poin 2.4 - 2.13 merupakan tugas dari Yuliana Putri A. Pembahasan yang dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y. dan Yuliana Putri A yaitu pembahasan jaringan distribusi, menghitung impedansi sumber, penyulang dan ekivalen jaringan, menghitung reaktansi trafo, board Arduino Uno, Arduino IDE, modul RTC, LCD dan SIM800L. Pembahasan yang dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y. yaitu menghitung arus hubung singkat antar fasa dan sensor arus ACS712. Pembahasan yang dilakukan oleh Yuliana Putri A. yaitu menghitung tegangan *drop* akibat hubung singkat antar fasa dan sensor tegangan.

2.1 Jaringan Distribusi Tegangan Menengah [1]

Materi ini dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya Natha Y. dan Yuliana Putri Angraini. Sistem distribusi tenaga listrik merupakan salah satu bagian dari suatu sistem tenaga listrik yang dimulai dari PMT *incoming* di gardu induk sampai dengan Alat Penghitung dan Pembatas (APP) di instalasi listrik konsumen yang berfungsi untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari gardu induk sebagai pusat beban ke pelanggan-pelanggan secara langsung atau melalui gardu-gardu distribusi (gardu trafo) dengan mutu yang memadai sesuai standar pelayanan yang masih berlaku. Dilihat dari tegangannya sistem distribusi pada saat ini dapat dibedakan dalam 2 macam yaitu :

- a. Distribusi Primer, sering disebut sistem Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dengan tegangan operasi nominal 20KV/ 11,6KV.
- b. Distribusi Sekunder, sering disebut sistem Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dengan tegangan operasi nominal 380 / 220 Volt.



Gambar 2.1 Sistem Jaringan Distribusi

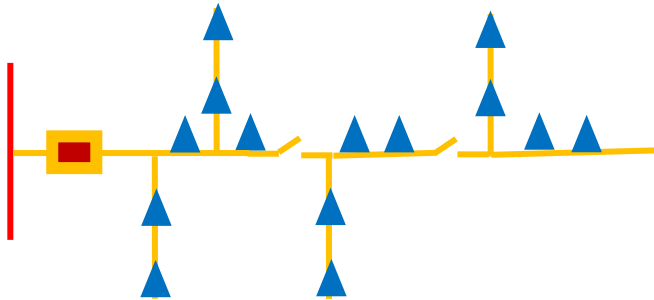
Jaringan Distribusi Primer atau Jaringan Distribusi Tegangan Menengah merupakan suatu jaringan yang letaknya sebelum gardu distribusi yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 berfungsi menyalurkan tenaga listrik bertegangan menengah 20KV. Hantaran dapat berupa kabel tanah atau saluran/kawat udara yang menghubungkan gardu induk (sekunder trafo) dengan gardu distribusi atau gardu hubung (sisi primer trafo distribusi).

2.1.1 Sistem Konfigurasi Jaringan Tegangan Menengah

Konfigurasi jaringan tegangan menengah pada suatu sistem jaringan distribusi sangat menentukan mutu pelayanan yang akan diperoleh, khususnya mengenai kontinuitas pelayanannya. Adapun jenis jaringan tegangan menengah yang biasa digunakan adalah:

1. Jaringan Distribusi Pola *Radial*.

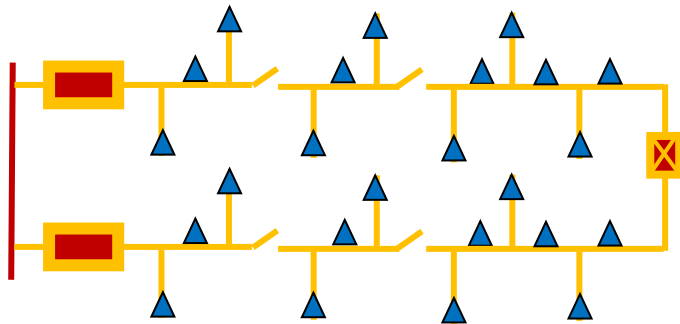
Sistem distribusi dengan pola *radial* seperti Gambar 2.2 adalah suatu jaringan yang setiap saluran primernya hanya mampu menyalurkan daya dalam satu arah aliran daya saja. Jaringan ini biasa dipakai untuk melayani daerah dengan tingkat kerapatan beban yang rendah. Keuntungannya ada pada kesederhanaan dari segi teknis dan biaya investasinya yang rendah. Adapun kerugiannya apabila terjadi gangguan dekat dengan sumber, maka semua beban saluran tersebut akan ikut padam sampai gangguan tersebut dapat diatasi.



Gambar 2.2 Konfigurasi Jaringan *Radial*

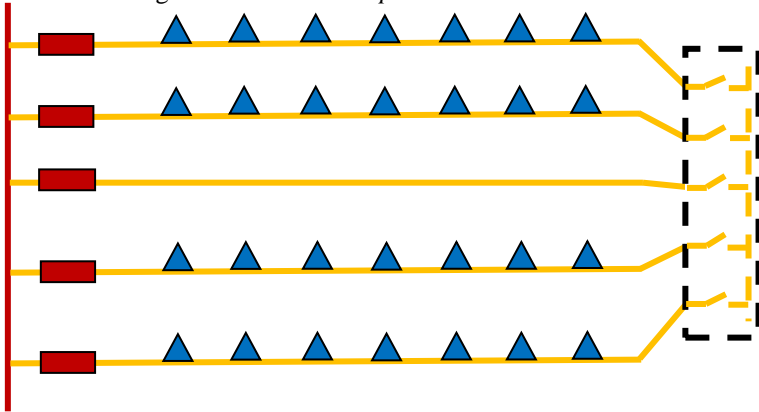
2. Jaringan Distribusi Pola *Loop*

Pada jaringan tegangan menengah berstruktur lingkaran/*Loop* seperti Gambar 2.3 adalah jaringan yang dimulai dari suatu titik pada rel daya yang berkeliling di daerah beban kemudian akan kembali pada titik rel daya semula. Pola ini ditandai pula dengan adanya dua sumber pengisian yaitu sumber utama dan sebuah sumber cadangan. Jika salah satu sumber pengisian (saluran utama) mengalami gangguan, akan dapat digantikan oleh sumber pengisian yang lainnya (saluran cadangan). Jaringan dengan pola ini biasa dipakai pada sistem distribusi yang melayani beban-beban dengan kebutuhan kontinuitas pelayanan yang baik (lebih baik dari pola *radial*).



Gambar 2.3 Konfigurasi Jaringan *Loop*

3. Jaringan Distribusi Pola *Spindel*



Gambar 2.4 Konfigurasi Jaringan *Spindel*

Sistem *spindle* seperti terlihat pada Gambar 2.4 merupakan pengembangan dari pola *radial* dan *loop*. Beberapa saluran yang keluar dari gardu induk diarahkan menuju suatu tempat yang disebut gardu hubung (GH), kemudian antara GI dan GH tersebut dihubungkan dengan satu saluran yang disebut *express feeder*. Sistem gardu distribusi ini terdapat di sepanjang saluran kerja distribusi dan terhubung secara seri. Saluran kerja yang masuk ke gardu dihubungkan oleh saklar pemisah, sedangkan saluran yang keluar dari gardu akan dihubungkan oleh sebuah saklar beban. Jadi sistem ini saat dalam keadaan normal bekerja secara *radial* dan dalam keadaan gangguan akan bekerja secara *loop* melalui saluran cadangan dan GH.

Keuntungan pola jaringan ini adalah

1. Sederhana dalam hal teknis pengoperasiannya seperti pola *radial*.
2. Kontinuitas pelayanan lebih baik dari pada pola *radial* maupun *loop*.
3. Pengecekan beban masing-masing saluran lebih mudah.

4. Penentuan bagian jaringan yang terganggu akan lebih mudah. Dengan demikian pola proteksinya akan lebih mudah.
5. Baik untuk dipakai disuatu daerah perkotaan dengan kerapatan beban yang tinggi.

2.2 Penyebab Hubung Singkat [2]

Gangguan hubung singkat bisa diakibatkan oleh terhubungnya antar penghantar listrik atau antar fasa, secara nyata terhubungnya antar fasa dapat menghasilkan efek pada sistem yaitu menghasilkan penurunan besar tegangannya sampai nol. Ada beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya gangguan, antara lain sebagai berikut :

- a. Faktor Manusia
Faktor ini terutama menyangkut kesalahan atau kelalaian dalam memberikan perlakuan pada sistem. Misalnya salah menyambungkan rangkaian atau salah dalam mengkalibrasi suatu piranti pengaman, dan sebagainya.
- b. Faktor Internal
Faktor ini menyangkut gangguan-gangguan yang berasal dari sistem itu sendiri. Misalnya usia pakai, keausan, dan sebagainya. Hal ini bisa saja mengurangi sensitivitas relai pengaman, juga mengurangi daya isolasi peralatan listrik lainnya.
- c. Faktor Eksternal
Faktor ini meliputi gangguan-gangguan yang berasal dari lingkungan di sekitar sistem, misalnya cuaca, gempa bumi, banjir & sambaran petir. Disamping itu ada kemungkinan gangguan dari binatang, misalkan gigitan tikus, burung, kelelawar, ular dan sebagainya.

Gangguan-gangguan tersebut menyebabkan terjadinya :

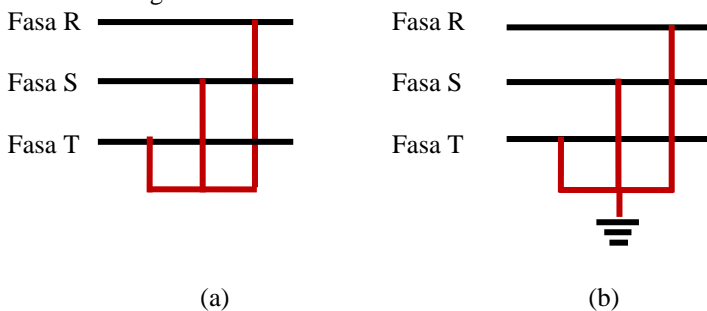
1. Interupsi kontinuitas pelayanan daya kepada para konsumen akan terjadi apabila gangguan itu sampai menyebabkan terputusnya suatu rangkaian (*circuit*) atau menyebabkan keluarnya satu unit pembangkit.
2. Penurunan tegangan yang cukup besar menyebabkan rendahnya kualitas tenaga listrik dan merintanginya kerja normal pada peralatan konsumen.

3. Pengurangan dari stabilitas sistem dan menyebabkan jatuhnya generator. Dan akan merusak peralatan pada daerah terjadinya gangguan itu.

2.2.1 Jenis-Jenis Gangguan Hubung Singkat

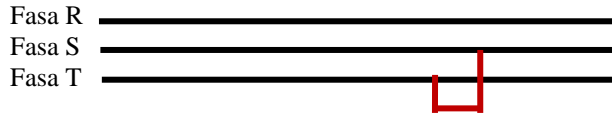
Pada dasarnya gangguan yang sering sekali terjadi pada sistem distribusi saluran 20KV dapat digolongkan menjadi dua macam yaitu gangguan dari dalam sistem dan gangguan dari luar sistem. Gangguan yang berasal dari luar sistem disebabkan oleh sentuhan daun/pohon pada penghantarnya, sambaran petir, manusia, binatang, cuaca dan lain-lain. Sedangkan gangguan yang datang dari dalam sistem itu dapat berupa kegagalan dari fungsi peralatan jaringan, kerusakan dari peralatan jaringan, Kerusakan dari peralatan pemutus beban dan kesalahan pada alat pendeteksinya. Klasifikasi gangguan yang terjadi pada jaringan distribusi sebagai berikut, seperti pada Gambar 2.5 sampai Gambar 2.8.

1. Gangguan hubung singkat tiga fasa dan tiga fasa melalui hubungan tanah



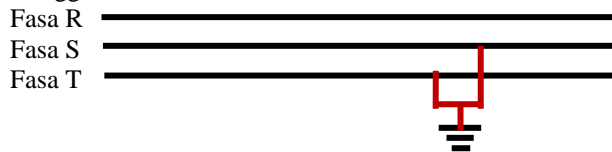
Gambar 2.5 Gangguan Hubung Singkat 3 Fasa dan Hubung Singkat 3 Fasa ke Tanah

2. Gangguan fasa ke fasa



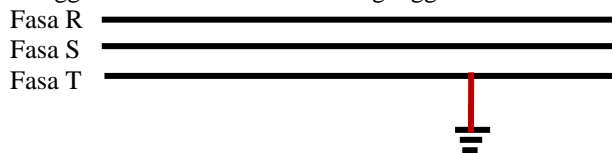
Gambar 2.6 Gangguan Hubung Singkat Fasa ke Fasa

3. Gangguan dua fasa ke tanah



Gambar 2.7 Gangguan Hubung Singkat 2 Fasa ke Tanah

4. Gangguan satu fasa ke tanah atau gangguan tanah

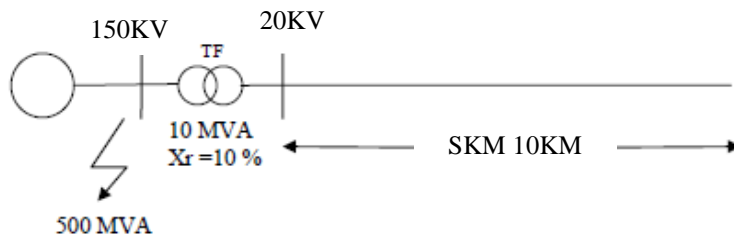


Gambar 2.8 Gangguan Hubung Singkat 1 Fasa ke Tanah

2.3 Arus Gangguan Hubung Singkat [3]

Pada materi ini akan dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N. Y.. Dalam operasi suatu sistem tenaga listrik sering sekali terjadi gangguan-gangguan yang akan dapat mengakibatkan terganggunya penyaluran tenaga listrik kepada konsumen listrik. Gangguan adalah penghalang dari suatu sistem yang sedang beroperasi/suatu keadaan dari sistem penyaluran tenaga listrik yang menyimpang dari kondisi normal. Menurut ANSI/IEEE Std.100-1992 gangguan didefinisikan sebagai suatu kondisi fisis yang disebabkan kegagalan suatu perangkat, komponen atau suatu elemen untuk beroperasi yang sesuai dengan fungsinya. Gangguan hampir selalu ditimbulkan oleh hubung singkat antar fasa atau hubung singkat fasa ke tanah. Suatu gangguan hampir selalu berupa hubung langsung atau melalui impedansi. Istilah gangguan identik dengan hubung singkat, sesuai standar ANSI/IEEE Std.100-1992. Pada sistem ini pula nilai arus hubung singkat 2 fasa biasanya lebih kecil dari pada arus hubung singkat 3 fasa. Karena umumnya impedansi arus hubung singkat 2 fasa lebih besar dari pada arus hubung singkat 3 fasa.

Pada perhitungan arus hubung singkat ini kita akan mencari nilai arus hubung singkat dengan contoh perhitungan dalam kondisi real. Dengan akan dilakukannya perancangan arus hubung singkat nantinya kita akan mengetahui berapa nilai arus hubung singkat yang akan terjadi pada modul gangguan yang akan kita buat. Contoh perhitungan akan diumpamakan pada suatu gardu induk (GI) yang terpasang satu trafo tenaga 150/20KV dengan daya sebesar 10 MVA dengan Impedansi = 10%, *netral* trafo tenaga ini ditanahkan melalui tahanan 40Ω . *Short circuit* pada bus 150KV seperti pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Skema Perancangan Perhitungan Arus Hubung Singkat

Rumus dasar yang digunakan pada perhitungan arus gangguan hubung singkat 2 fasa ini adalah :

$$I = \frac{V_{ph-ph}}{Z} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

I = Arus gangguan hubung singkat

V_{ph-ph} = Tegangan fasa-fasa sistem 20 KV

Z = Impedansi urutan positif ($Z1_{eq}$) dan urutan negatif ($Z2_{eq}$)

Gangguan hubung singkat 2 fasa juga dihitung untuk lokasi gangguan yang diasumsikan terjadi pada 25%, 50%, 75%, dan 100% dari panjang penyulang. Dalam hal ini dianggap nilai $Z1_{eq} = Z2_{eq}$, sehingga persamaan arus gangguan hubung singkat 2 Fasa pada Persamaan 2.1 dapat disederhanakan menjadi Persamaan 2.2.

$$I = \frac{V_{ph-ph}}{2 \times Z1_{eq}} \dots\dots\dots (2.2)$$

Perhitungan arus hubung singkat adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Perhitungan Arus Hubung Singkat 2 Fasa

No	Panjang (%)	Perhitungan	Arus Gangguan
1	25	$\frac{20.000}{2 \times (0,3 + j5,375)}$	1857,6A
2	50	$\frac{20.000}{2 \times (0,6 + j5,950)}$	1672,2A
3	75	$\frac{20.000}{2 \times (0,9 + j6,525)}$	1518,2A
4	100	$\frac{20.000}{2 \times (1,2 + j7,100)}$	1388,8A

Dari hasil perhitungan arus hubung singkat 2 fasa pada Tabel 2.1 dapat diambil kesimpulan bahwa besar arus hubung singkat 2 fasa semakin jauh dari sumber atau dari GI maka akan semakin kecil nilai dari arus gangguan hubung singkatnya. Hal ini dikarenakan faktor besar resistansi dan impedansi jaringan sangat mempengaruhi arus hubung singkat yang terjadi. Semakin panjang

jarak gangguan maka nilai impedansi akan semakin bertambah juga sehingga semakin besar nilai impedansinya maka akan memperkecil nilai arus hubung singkat yang terjadi. Sehingga bila nilai pada arus hubung singkat yang terjadi semakin kecil maka akan lebih sulit untuk dideteksi letak gangguan hubung singkat yang terjadi.

2.4 Tegangan *Drop* Akibat Hubung Singkat Antar Fasa [3]

Pada materi ini dilakukan oleh Yuliana Putri Anggraini. Dalam operasi sistem tenaga listrik sering terjadi gangguan–gangguan yang dapat mengakibatkan terganggunya penyaluran tenaga listrik kepada konsumen. Gangguan merupakan penghalang dari suatu sistem yang sedang beroperasi atau suatu keadaan dari sistem penyaluran tenaga listrik yang menyimpang dari kondisi normalnya. Berdasarkan dari ANSI/IEEE Std.100-1992 gangguan didefinisikan itu sebagai suatu kondisi fisis yang disebabkan kegagalan suatu perangkat, komponen atau suatu elemen untuk dapat bekerja sesuai dengan fungsinya. Gangguan hampir selalu ditimbulkan oleh hubung singkat antar fasa atau hubung singkat fasa ke tanah. Suatu gangguan hampir selalu berupa hubung langsung atau melalui impedansi. Istilah gangguan identik dengan hubung singkat, sesuai standar ANSI/IEEE Std. 100-1992. Pada sistem ini pula tegangan mengalami penurunan atau *drop*. Besar *drop* tegangan dapat dicari dengan Persamaan 2.3 :

$$V_{SC} = I_{SC} \times Z_{to} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$V_{drop} = (V_{normal} - V_{SC})/100 \times 100\%$$

Keterangan :

V_{SC} = Besar tegangan saat terjadi *short circuit*

I_{SC} = Besar arus saat terjadi short circuit

Z_{tot} = Besar total impedansi saluran

V_{drop} = Besar presentase *drop* tegangan

V_{normal} = Besar tegangan kondisi normal

2.5 Menghitung Impedansi Sumber [3]

Pada materi ini dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N. Y. dan Yuliana Putri Anggraini. Untuk menghitung Impedansi Sumber di bus 150KV gardu induk (GI) dengan kapasitas sebesar 500MVA, digunakan Persamaan 2.4 :

$$\begin{aligned} X_s &= \frac{KV^2}{MVA} \dots\dots\dots (2.4) \\ X_s &= \frac{150^2}{500} \\ X_s &= 45 \Omega \end{aligned}$$

Dari Persamaan 2.4 didapat nilai impedansi sumber di sisi 150 KV, dikarenakan arus gangguan hubung singkat yang akan dihitung adalah gangguan hubung singkat pada sisi 20KV, maka impedansi tersebut harus dikonversikan terlebih dahulu ke sisi 20KV. Untuk mengkonversikan impedansi yang terletak pada sisi 150KV ke sisi 20KV dapat dicari dengan Persamaan 2.5 :

$$\begin{aligned} X_s \text{ 20KV} &= \frac{20^2}{150^2} j \dots\dots\dots (2.5) \\ X_s &= 0,8 \Omega \end{aligned}$$

2.6 Menghitung Reaktansi Trafo [3]

Pada materi ini dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N .Y. dan Yuliana Putri Anggraini. Reaktansi trafo tenaga sisi 10MVA adalah sebesar 10%. Untuk mencari nilainya dalam Ohm dihitung dengan mencari besar nilai dari Ohm 100% pada trafo 10MVA dengan cara menggunakan Persamaan 2.6 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} X_t &= \frac{KV^2}{MVA} \dots\dots\dots (2.6) \\ X_t &= \frac{20^2}{10} \\ X_t &= 40 \Omega \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan pada Persamaan 2.6, maka dapat dicari nilai dari reaktansi urutan positif dan negatif sebesar 10% dari total keseluruhan reaktansi trafo. Maka nilai dari reaktansi positif dan negatif trafo dapat dicari menggunakan Persamaan 2.7 :

$$X_{\text{positif}} = X_{\text{negatif}} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$X_t = 10\% \times 4$$

$$X_t = 4 \Omega$$

2.7 Menghitung Impedansi Penyulang [3]

Pada materi ini dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N. Y. dan Yuliana Putri Angraini. Selanjutnya akan menghitung besarnya impedansi penyulang. Besar nilai impedansi penyulang tergantung dari besarnya impedansi per KM dari penyulang yang akan dihitung, dimana besar nilainya dapat ditentukan dari konfigurasi tiang yang digunakan untuk jaringan SUTM.

Pada contoh perhitungan, akan dimisalkan dengan nilai $Z = (R + jX)$ Ohm/KM seperti Persamaan 2.8 :

$$Z_1 = Z_2 = (0,12 + j0,23)/\text{KM} \dots\dots\dots (2.8)$$

$$Z_0 = (0,18 + j0,53)/\text{KM}$$

Dengan demikian nilai impedansi dari penyulang untuk lokasi gangguan dalam perhitungan ini diperkirakan terjadi pada lokasi dengan jarak 25%, 50%, 75%, 100% dari panjang penyulang, sehingga didapatkan hasil seperti pada Tabel 2.2 dan Tabel 2.3 :

Tabel 2.2 Perhitungan Impedansi Urutan Positif dan Negatif

Impedansi Urutan Positif dan Negatif	
% Panjang	Impedansi Penyulang (Z_1, Z_2)
25	$25\% \times 10 \times (0,12 + j0,23) = 0,3 + j0,575$
50	$50\% \times 10 \times (0,12 + j0,23) = 0,6 + j1,15$
75	$75\% \times 10 \times (0,12 + j0,23) = 0,9 + j1,725$
100	$100\% \times 10 \times (0,12 + j0,23) = 1,2 + j2,3$

Tabel 2.3 Perhitungan Impedansi Urutan Nol

Impedansi Urutan Positif dan Negatif	
% Panjang	Impedansi Penyulang (Z_1, Z_2)
25	$25\% \times 10 \times (0,18 + j0,53) = 0,45 + j1,325$
50	$50\% \times 10 \times (0,18 + j0,53) = 0,90 + j2,65$

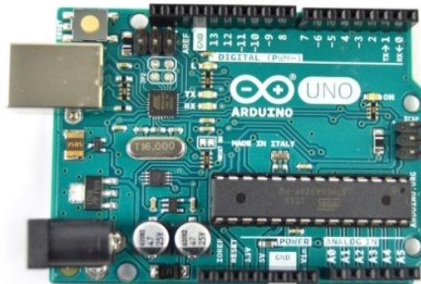
Impedansi Urutan Positif dan Negatif	
% Panjang	Impedansi Penyulang (Z_1, Z_2)
75	$75\% \times 10 \times (0,18 + j0,53) = 1,35 + j3,975$
100	$100\% \times 10 \times (0,18 + j0,53) = 1,83 + j5,30$

2.8 Board Arduino Uno [4]

Pada materi ini dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N. Y. dan Yuliana Putri Angraini. *Board* Arduino Uno adalah sebuah sistem minimum berbasis mikrokontroler Atmega328. Spesifikasi *board* Arduino berdasarkan *datasheet* adalah sebagai berikut :

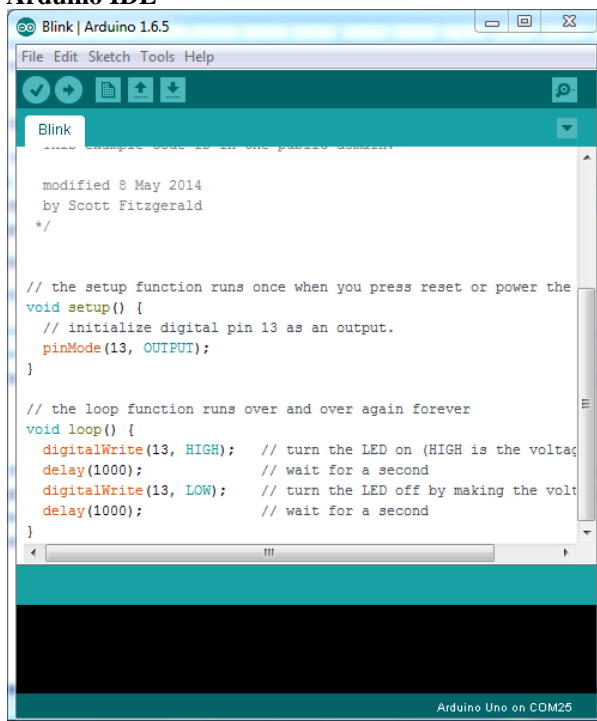
1. Tegangan aktif 5V.
2. Tegangan masukan 7-12V.
3. Tegangan masukan (batas) 6-20V.
4. Pin *Input/Output Digital* 14 (6 dapat digunakan sebagai PWM).
5. Pin *Input Analog* 6.
6. Arus DC pin I/O 40mA.
7. Arus DC pada 3,3V 50mA.
8. *Flash Memory* 32 KB (ATmega328), 0,5KB digunakan *bootloader*.
9. SRAM 2 KB (ATmega328).
10. EEPROM 1 KB (ATmega328).
11. *Clock Speed* 16MHz.

Board ini dilengkapi *jack* DC dengan ukuran tegangan antara 6-20V. Selain itu, *board* ini juga dilengkapi USB untuk komunikasi serial sehingga dapat dengan mudahnya dikoneksikan dengan PC. Bentuk fisik *board* Arduino seperti pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 *Board* Arduino Uno

2.8.1 Arduino IDE



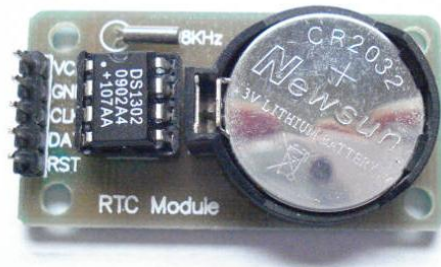
Gambar 2.11 Jendela Arduino IDE

Pada materi ini dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N. Y. dan Yuliana Putri Anggraini. *Board* Arduino Uno ini dapat di program menggunakan *software open source* bawaan Arduino IDE. Arduino IDE adalah sebuah aplikasi *crossplatform* yang berbasis bahasa pemrograman *processing* dan *wiring*. Arduino IDE di desain untuk memudahkan pemrograman *brace matching*, dan indentasi otomatis untuk kemudahan pembacaan program, serta dapat melakukan proses *compile* dan *upload* program ke *board* dalam satu klik. Jendela Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 2.11.

IDE Arduino adalah *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java. IDE Arduino terdiri dari :

1. Editor program, sebuah *window* yang akan memungkinkan pengguna menulis dan mengubah program dalam bahasa *Processing*.
2. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa *Processing*) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa *Processing*. Yang dipahami oleh mikrokontroler itu adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini.
3. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam *memory* di dalam papan Arduino.

2.9 Modul RTC DS1302 [5]



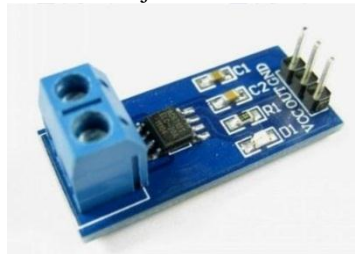
Gambar 2.12 Modul RTC (*Real Time Clock*)

Pada materi ini dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N. Y. dan Yuliana Putri A.. Modul RTC yang akan digunakan adalah DS1302 yang dimana merupakan suatu *chip* IC yang memiliki fungsi untuk mempertahankan nilai detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, dan informasi tahun. Nilai tanggal pada akhir bulan secara otomatis disesuaikan dengan bulan dengan kurang dari 31 hari, termasuk koreksi untuk tahun. Jam beroperasi baik dalam 24 jam atau format 12 jam dengan indikator AM/PM akan aktif ketika kondisi *low*. *interfacing* DS1302 dengan *mikroprosesor* disederhanakan dengan menggunakan komunikasi dari serial *sinkron*. Hanya tiga kabel diperlukan untuk berkomunikasi dengan *clock* / RAM: CE, I / O (data line), dan SCLK (*serial clock*). Data bisa jadi ditransfer ke dan dari jam / RAM 1 *byte* pada satu waktu atau dalam *burst* hingga 31 *byte*. DS1302 dirancang untuk beroperasi pada daya yang sangat

rendah dan menyimpan data dan informasi jam kurang dari $1\mu\text{W}$. DS1302 adalah penerus dari DS1202. Selain fungsi ketepatan waktu dasar DS1202, DS1302 memiliki fitur tambahan pin daya ganda untuk mencatu daya cadangan dari primer dan cadangan yang dapat diprogram *trickle charger* untuk VCC1, dan tujuh tambahan memori *scratchpad* Modul RTC dapat dilihat pada Gambar 2.12

2.10 Sensor Arus ACS712[6]

Pada materi ini akan dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N. Y. Pengukuran atau *sensing* arus listrik adalah salah satu dari parameter utama yang diperlukan dalam sistem ketenagalistrikan. Misalkan untuk pengukuran arus yang besar, pengukuran daya dan sebagai parameter proteksi. Sensor arus adalah perangkat yang mendeteksi arus listrik (AC atau DC) pada kawat, dan menghasilkan sinyal sebanding dengan itu. Sinyal yang dihasilkan bisa tegangan *analog* atau arus atau bahkan *digital*. Hal ini dapat kemudian digunakan untuk menampilkan arus yang akan diukur dalam *ampmeter* atau dapat disimpan untuk analisa lebih lanjut dalam sistem akuisisi data atau dapat dimanfaatkan untuk tujuan kontrol.

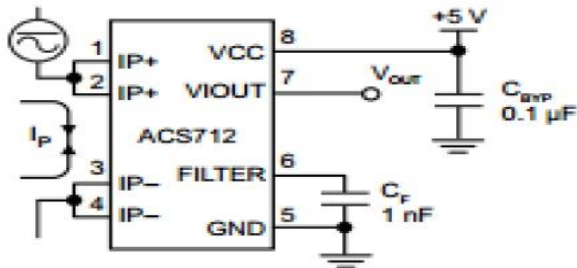


Gambar 2.13 Modul ACS712

Dalam tugas akhir ini akan menggunakan ACS712 sebagai sensor arus seperti pada Gambar 2.13 dan skematik ACS712 pada Gambar 2.14. ACS712 adalah sensor arus yang bekerja berdasarkan efek medan. Sensor arus ini dapat digunakan untuk mengukur arus AC atau DC. Hambatan dalam penghantar sensor sebesar $1,2\text{ m}\Omega$ dengan daya yang relatif rendah. Jalur terminal konduktif secara kelistrikan diisolasi dari sensor, timah mengarah (pin 5 sampai pin 8) terlihat pada Tabel 2.4. Hal ini menjadikan sensor arus ACS712 dapat digunakan pada aplikasi-aplikasi yang membutuhkan isolasi

listrik tanpa menggunakan *opto-isolator* atau teknik isolasi lainnya yang mahal. Spesifikasi Sensor Arus ACS712 :

1. Waktu kenaikan perubahan luaran = $5\mu\text{s}$.
2. Lebar frekuensi sampai dengan 80kHz.
3. Total kesalahan luaran 1,5% pada suhu kerja $T_A = 25^\circ\text{C}$.
4. Tahanan konduktor internal $1,2\text{m}\Omega$.
5. Tegangan isolasi minimum 2,1KVRMS antara pin1-4 dan pin 5-8.
6. Sensitivitas luaran 185mV/A .
7. Mampu mengukur arus AC atau DC hingga 20A.
8. Tegangan luaran proporsional terhadap masukan arus AC atau DC.
9. Tegangan kerja 5 VDC.
10. Dilengkapi dengan penguat operasional untuk menambah sensitivitas luaran.

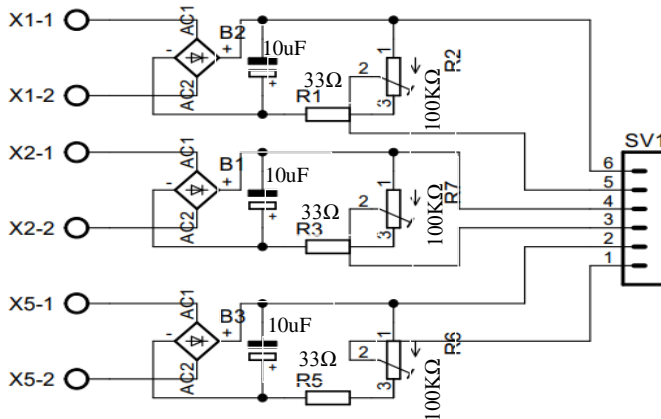


Gambar 2.14 Skematik ACS712

Tabel 2.4 Fungsi Pin pada ACS712

Pin Sensor ACS712	Fungsi
IP +	Terminal yang mendeteksi arus, terdapat sekring di dalamnya
IP -	Terminal yang mendeteksi arus, terdapat sekring di dalamnya
GND	Terminal sinyal <i>ground</i>
<i>FILTER</i>	Terminal untuk kapasitor <i>eksternal</i> yang berfungsi sebagai pembatas <i>bandwith</i>
<i>Vout</i>	Terminal keluaran sinyal <i>analog</i>
<i>Vcc</i>	Terminal masukan catu daya

2.11 Sensor Tegangan [7]



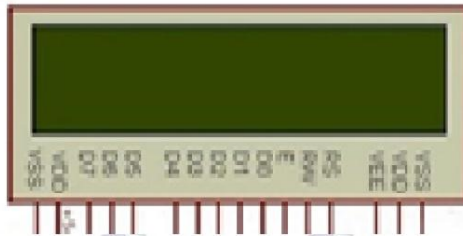
Gambar 2.15 Rangkaian Sensor Tegangan

Pada materi ini akan dilakukan oleh Yuliana Putri A.. Sensor tegangan adalah alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi besar tegangan yang sedang melalui suatu peralatan listrik. Pada Gambar 2.15 sensor tegangan menggunakan rangkaian penyearah gelombang penuh dan rangkaian pembagi tegangan. Tujuan dari penggunaan rangkaian pembagi tegangan yaitu agar dapat menurunkan tegangan pada sisi *output* sumber trafo terhadap tegangan *input* Arduino Uno, sehingga pada sisi *input* Arduino dapat digunakan untuk peralatan pengukuran. Prinsip kerja dari rangkaian Gambar 2.15 adalah ketika tegangan *input* tegangan AC dari sumber trafo 12 Volt kapasitas 1KV telah disearahkan oleh dioda *bridge* menjadi tegangan DC, tegangan akan diturunkan menjadi lebih kecil dengan melewati resistor R1, R3 dan R5 yang bernilai 10K dan resistor variabel R2, R7 dan R6 yang bernilai 100K. Rangkaian penyearah ada 2 macam yaitu penyearah setengah gelombang serta penyearah gelombang penuh, penyearah setengah gelombang menggunakan satu dioda *bridge* sedangkan untuk penyearah gelombang penuh ada yang menggunakan 4 atau 2 dioda *bridge* tergantung dengan jenis trafo yang digunakan. Pada Gambar 2.15 menggunakan penyearah gelombang penuh dengan dioda sisir kapasitas 50V B1, B2 dan B3 yang tiap 1 diodanya sama dengan 4 dioda *bridge*.

2.12 LCD (*Liquid Crystal Display*) [8]

LCD (*Liquid Crystal Display*) bisa memunculkan Gambar atau tulisan dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya. Fungsi pin yang terdapat pada LCD terlihat pada Gambar 2.16. Modul LCD memiliki karakteristik :

1. Terdapat 16 x 2 karakter huruf yang bisa ditampilkan.
2. Terdapat 192 macam karakter.
3. Terdapat 80 x 8 *bit display* RAM (maksimal 80 karakter).
4. Memiliki kemampuan penulisan dengan 8 *bit* maupun dengan 4 *bit*.
5. Dibangun dengan *osilator local*.
6. Satu sumber tegangan 5 Volt.
7. Otomatis *reset* saat tegangan dihidupkan.
8. Bekerja pada suhu 0°C sampai 55°C.



Gambar 2.16 LCD (*Liquid Crystal Display*)

2.13 SIM800L [9]

Pada materi ini dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N. Y. dan Yuliana Putri Anggraini. Modul SIM800L GSM atau GPRS adalah komponen yang sangat diperlukan untuk komunikasi antara sistem dengan *smartphone*, ini dikarenakan fungsi modul SIM800L sebagai pengirim data dari sistem ke *smartphone*. Spesifikasi dari SIM800L terdapat pada Tabel 2.5, dan *board* SIM800L terdapat pada Gambar 2.17.

AT Command adalah perintah yang dapat diberikan modem GSM/CDMA seperti untuk mengirim dan menerima data berbasis GSM/GPRS, atau untuk mengirim dan menerima SMS. SIM800L GSM/GPRS dikendalikan melalui perintah AT (GSM 07.07, 07.05, dan SIMCOM)

Tabel 2.5 Spesifikasi SIM800L

Spesifikasi	
Ukuran PCB	77,2mm x 66,0mm x 1,6mm
Indikator	PWR, status LED, net status LED
Power Supply	9~20V, compatible with Arduino
Protokol Komunikasi	UART
RoHS	Yes



Gambar 2.17 SIM800L atau GPRS dan GSM Shield

2.14 LM2596 [10]



Gambar 2.18 LM2596

Pada materi ini dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N. Y. dan Yuliana Putri A.. LM2596 seperti pada Gambar 2.18 berfungsi untuk menurunkan besar tegangan dari sumber 5V menjadi 3,8 volt untuk mengaktifkan SIM800L.

Spesifikasi LM2596

1. Tegangan *Input* : 4V-35V
2. Tegangan *Output* : 1,23V-30V

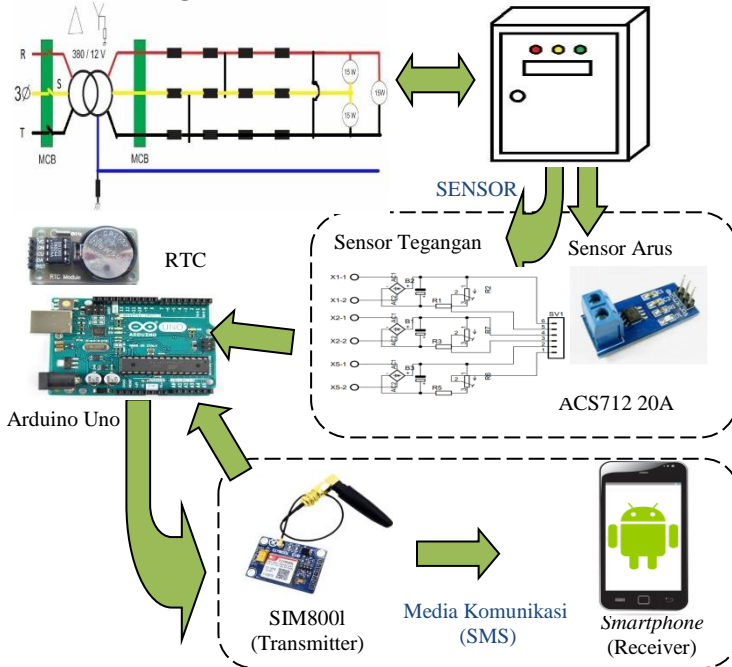
3. Arus *Output* : 3A
4. Efisiensi Konversi : 92% (Tertinggi)
5. Perpindahan Frekuensi : 150kHz
6. Riak : 30mV(*Max*)
7. Suhu Operasi : -40⁰ C ke +85⁰ C
8. Dimensi Perifer : 48x23x14 (mm)

---Halaman ini sengaja dikosongkan---

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Pada tugas akhir ini akan dibuat alat “Rancang Bangun Sistem Pelaporan Arus Dan Tegangan Saat Terjadi Hubung Singkat Antar Fasa Pada Jaringan Distribusi 20 KV Berbasis *Smartphone*”, yang dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y. dan Yuliana Putri A.. Perancangan alat TA ini nantinya akan terbagi menjadi dua tahapan yaitu, pengembangan perangkat keras (*Hardware*) yang meliputi *prototype* Simulasi gangguan antar fasa, serta modifikasi panel *box* dan perangkat lunak (*Software*) meliputi perancangan pemrograman Arduino untuk pembacaan sensor arus oleh Fabriansyah Aprilya N.Y. dan sensor tegangan oleh Yuliana Putri Angraini, serta media komunikasi modul GSM SIM800L.

3.1 Perancangan Sistem Keseluruhan



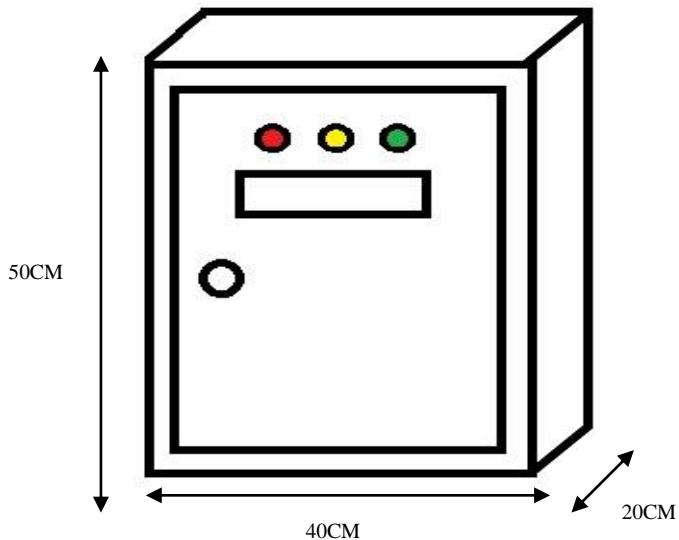
Gambar 3.1 Diagram Fungsional Sistem

Pada alat Rancang Bangun Sistem Pelaporan Arus Dan Tegangan Saat Terjadi Hubung Singkat Antar Fasa Pada Jaringan Distribusi 20KV Berbasis *smartphone* digunakan sebuah prototipe jaringan 3 fasa R, S, T. Pada tugas akhir ini, gangguan pada sistem berupa gangguan dua fasa, ketika terjadi gangguan dua fasa, maka akan mengalir arus hubung singkat dan adanya tegangan jatuh sehingga arus hubung singkat dan tegangan jatuh tersebut di baca oleh sensor arus dan sensor tegangan yang nantinya akan diolah pada mikrokontroler dan ditampilkan pada LCD serta akan di kirim ke *smartphone* berupa SMS melalui modul GSM SIM800l. Diagram fungsional sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3.1.

3.2 Perancangan Mekanik

Pada perancangan perangkat keras ini untuk materi 3.2.1 dan 3.2.2 dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y. dan Yuliana Putri A.. Perancangan Perangkat Keras yang dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y. dan Yuliana Putri A. yaitu perancangan Panel *Box* dan perancangan prototipe simulasi gangguan hubung singkat dua fasa.

3.2.1 Perancangan Panel *Box*

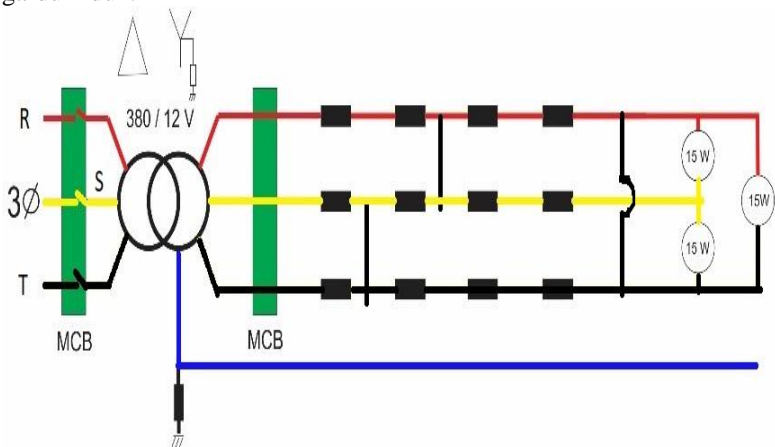


Gambar 3.2 Panel *Box*

Pada perancangan dari Panel *Box* ini akan dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y. dan Yuliana Putri A.. Panel *Box* seperti pada Gambar 3.2 dibuat dari kotak berbahan plat yang memiliki ukuran 40cm x 20cm x 50cm. Pada kotak panel terdapat 3 buah lampu indikator dan layar LCD (16 x 2). Ketiga buah lampu indikator digunakan untuk menandakan fasa mana yang mengalami hubung singkat, dan LCD akan menampilkan besar arus gangguan dan tegangan RS,ST & RT.

3.2.2 Perancangan Prototipe Simulasi

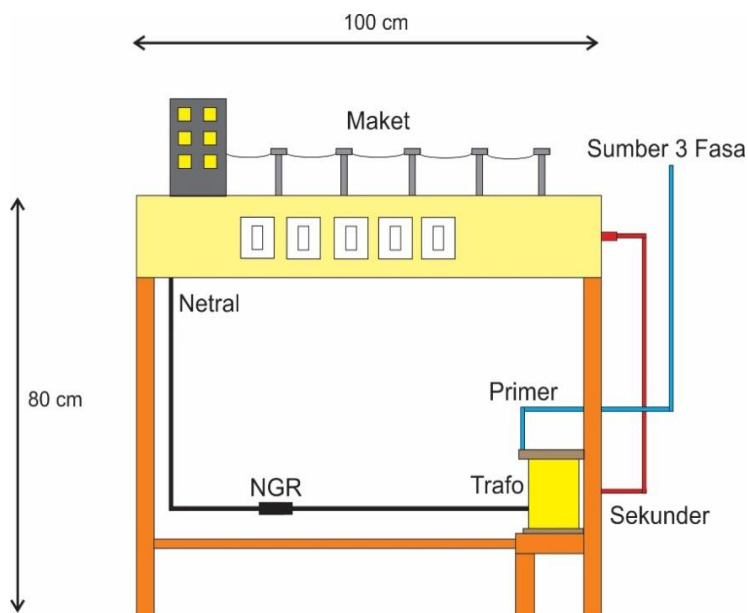
Pada prototipe modul gangguan ini akan dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y. dan Yuliana Putri A., simulasi didesain mendekati sistem jaringan distribusi listrik 20KV dimana tetap menggunakan jaringan 3 fasa R, S, T, dan juga dilengkapi dengan jaringan *netral* atau *grounding*. Modul gangguan ini merupakan representatif dari jaringan distribusi sistem tenaga listrik 20KV yang dimulai dari trafo GI ke saluran penyulang hingga sampai ke beban atau pelanggan tegangan menengah. Nantinya panel pendeteksi gangguan akan ditempatkan pada posisi pangkal penyulang pada gardu induk.



Gambar 3.3 Skema Rangkaian Modul Gangguan

Perancangan modul simulasi gangguan seperti terlihat pada Gambar 3.3 dibuat dari kotak kayu yang memiliki dimensi 100cm x

60cm x 15cm dan terdiri dari 5 buah saklar gangguan (1 untuk tiap fasa dan 2 untuk antar fasa), 12 resistor dengan nilai $0,33 \Omega$ (4 untuk tiap fasa), MCB 6 Ampere 3 fasa, dan 3 buah lampu 15 Watt sebagai indikator. Untuk setiap resistor dengan nilai $0,33\Omega$ memiliki nilai tahanan setiap 1KM pada konduktor AAAC pada SUTM. Terdapat 3 fasa R,S,T yang mana setiap fasanya terdapat 4 buah resistor $0,33\Omega$ yang dirangkai seri. Perancangan bangun modul gangguan dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Skema Prototipe Modul Gangguan

3.2.2.1 Trafo Step Down 380V/12V KV

Pada modul simulasi gangguan ini akan dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y. dan Yuliana Putri A., menggunakan Trafo *Step Down* 380/12 Volt sebagai sumber tegangan dan arus dari modul gangguan. Trafo *step down* merupakan suatu alat yang berhubungan dengan perangkat elektronik sebagai alat yang dapat menurunkan arus atau tegangan listrik. Pada trafo *step down* pada

Gambar 3.5 memiliki jumlah kumparan sekunder yang lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah pada kumparan primernya. Hal ini dikarenakan dengan sedikitnya kumparan yang melilit medan magnet, maka arus yang dihasilkan akan semakin kecil, hal inilah yang akan menyebabkan mengapa jumlah dari kumparan sekunder lebih sedikit dibandingkan kumparan primer pada trafo jenis ini. Untuk menentukan batasan arus *short circuit* maka harus mencari arus maksimal yang dapat ditahan oleh trafo dengan menggunakan Persamaan 3.1.

$$I_{\max \text{ trafo}} = \frac{kVa}{\sqrt{3.12}} = \frac{1000}{\sqrt{3.12}} = 48,12A \dots \dots \dots (3.1)$$

Penggunaan trafo *step down* pada Gambar 3.5 adalah sebagai permodelan dari gardu induk yang menggunakan Trafo *step down* 70/20KV di keadaan nyata. Dengan permodelan ini diharapkan nanti dapat menggantikan fungsi sumber tiga fasa yang digunakan karena pada modul gangguan ini akan sering dilakukan pengujian hubung singkat, maka dari itu untuk menghindari *trip* dari saluran tiga fasa langsung.



Gambar 3.5 Trafo *Step Down* 380/12 Volt

3.2.2.2 Perencanaan Besaran Tahanan

Proses simulasi gangguan ini dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y. dan Yuliana Putri A., dengan menentukan besaran tahanan dimana akan mewakili tahanan sepanjang konduktor SUTM

dimana konduktor yang digunakan menggunakan tipe AAAC tanpa isolasi, berdasarkan SPLN (Standar Perusahaan Umum Listrik Negara) 64 : tahun 1995 tentang Impedansi Kawat Penghantar adapun spesifikasinya tertera pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Tahanan dan Reaktansi Kawat Penghantar

Luas Penampang (mm ²)	Jari ² mm	Urut	GMR (mm)	Impedansi urutan positif (Ohm / km)	Impedansi urutan Nol (Ohm / km)
16	2,2563	7	1,6380	2,0161 + j 0,4036	2,1641 + j 1,6911
25	2,8203	7	2,0475	1,2903 + j 0,3895	1,4384 + j 1,6770
35	3,3371	7	2,4227	0,9217 + j 0,3790	1,0697 + j 1,6665
50	3,9886	7	2,8957	0,6452 + j 0,3678	0,7932 + j 1,6553
70	4,7193	7	3,4262	0,4608 + j 0,3572	0,6088 + j 1,6447
95	5,4979	19	4,1674	0,3096 + j 0,3449	0,4876 + j 1,6324
120	6,1791	19	4,6837	0,2688 + j 0,3376	0,4168 + j 1,6324
150	6,9084	19	5,2365	0,2162 + j 0,3305	0,3631 + j 1,6180
185	7,6722	19	5,8155	0,1744 + j 0,3239	0,3224 + j 1,6114
240	8,7386	19	6,6238	0,1344 + j 0,3158	0,2824 + j 1,6034

Berdasarkan data pada Tabel 3.1 resistansi pada kabel AAAC yang sesuai dengan perancangan tugas akhir ini berdasarkan data penyulang Mayjend Sungkono yang menggunakan kabel AAAC dengan luas penampang 150mm yaitu sebesar 0,2162 + j 0,3305 yang dimana sudah dalam bentuk impedansi urutan positif. Sehingga bisa didapatkan impedansi saluran dengan menggunakan Persamaan 3.2 dimana R adalah resistansi dan X adalah reaktansi.

$$Z = R + jX \dots\dots\dots(3.2)$$

Karena simulasi gangguan hanya berjarak 4 KM dimana tidak lebih dari 50 Mil maka jaringan dapat dikalsifikasikan menjadi saluran pendek sehingga hanya menggunakan R (Resistansi) dan X (Reaktansi) hanya diwakii oleh L (Induktansi).

$$Z = 0,2162 + j0,3305$$

$$Z = \sqrt{0,2162^2 + 0,3305^2}$$

$$Z = 0,39 \Omega / \text{KM}$$

Dengan nilai impedansi sebesar 0,39 Ω/KM maka dengan mensubstitusikan Persamaan 3.3 hukum Ω dengan Persamaan 3.4. Sehingga jarak gangguan dapat dicari dengan Persamaan 3.5.

$$Z = \frac{Vf}{If} \dots\dots\dots (3.3)$$

$$\text{Jarak} = Z \div 0,39 \dots\dots\dots (3.4)$$

$$\text{Jarak} = \frac{Vf}{If} \div 0,39 \dots\dots\dots (3.5)$$

3.2.2.3 Penentuan Nilai NGR (*Netral Grounding Resistance*)

Pada kondisi nyata untuk sistem distribusi di Jawa Timur yang menggunakan pentanahan dengan tahanan tingi maka nilai tahanan yang digunakan adalah 500 Ω dengan arus gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah maksimal 25A jika menggunakan saluran udara. Untuk dapat membatasi arus *short circuit* sebesar 25A maka diperlukan perhitungan nilai NGR dengan Persamaan 3.6 :

$$\text{Ngr} = \frac{V_{L-N}}{I_{sc}} \dots\dots\dots (3.6)$$

$$\text{Ngr} = \frac{6,92}{25}$$

$$\text{Ngr} = 0,27\Omega$$

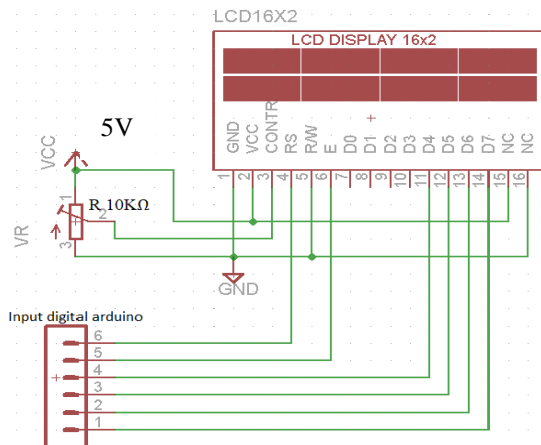
3.3 Perancangan *Hardware*

Pada perancangan *hardware* ini untuk materi 3.3.1, 3.3.4, 3.3.5 dan 3.3.6 dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y. dan Yuliana Putri A., kemudian pada materi 3.2.3 dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y., dan pada materi 3.2.4 dilakukan oleh Yuliana Putri A. Perancangan *hardware* oleh Fabriansyah Aprilya N.Y. dan Yuliana Putri A. yaitu meliputi perancangan LCD, *Power Bank* dan SIM800L. Perancangan *hardware* yang dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y. yaitu perancangan sensor arus. Perancangan perangkat

keras yang dilakukan oleh Yuliana Putri A. yaitu perancangan sensor tegangan.

3.3.1 LCD (*Liquid Crystal Display*)

Pada perancangan LCD ini dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y. dan Yuliana Putri A. berfungsi menampilkan karakter yang telah diproses oleh kontroler, bertujuan mennginformasikan data yang berlangsung atau telah diproses dalam bentuk karakter. LCD yang digunakan pada perancangan alat ini menggunakan LCD 16x2. 16x2 mewakili 16 kolom dan 2 baris, berarti LCD ini dapat menampilkan karakter pada sepanjang 32 buah dengan masing-masing kolom maksimal hanya berisi 16 buah karakter. LCD pada Gambar 3.6 membutuhkan VCC sebesar 5 Volt DC dan pin yang digunakan pada LCD yaitu pin CONTR, RS, RW,E, D4, D5, D6, D7. Pin LCD yang digunakan dihubungkan dengan pin *digital* yang ada di Arduino yaitu pin CONTR dihubungkan dengan potensio 10K Ohm untuk mengatur kecerahan pada karakter yang di tampilkan LCD pin RS, E, D4, D5, D6 dan D7 di hubungkan pada pin 6, 5, 4, 3, 2 dan 1 secara berurutan dan pin RW di hubungkan dengan *ground*.

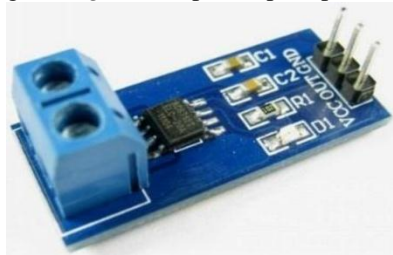


Gambar 3.6 Rangkaian Skematik LCD

Data yang akan di tampilkan pada LCD yaitu kondisi Jaringan gangguan atau tidak adanya gangguan dan menampilkan tanggal, bulan dan waktu.

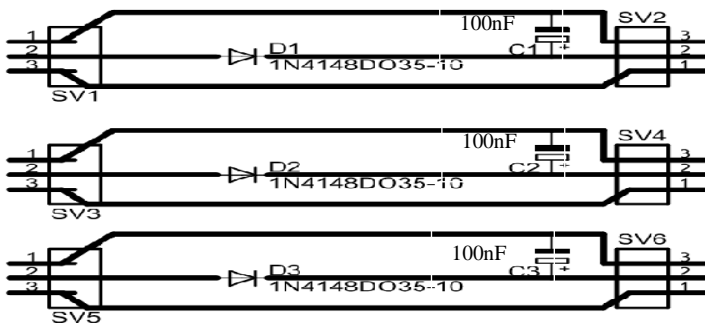
3.3.2 Sensor Arus

Perancangan sensor arus dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y. sensor arus adalah sebuah alat yang digunakan untuk membaca nilai arus. Sensor arus yang digunakan pada perancangan alat ini yaitu ACS712 dengan *range* 20 Ampere seperti pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Sensor Arus ACS712

Seperti yang terlihat pada Gambar 3.8 Jumlah sensor arus ACS712 yang digunakan pada perancangan alat TA ini sebanyak 3 modul ACS712. Dikarenakan sistem jaringan tegangan menengah menggunakan 3 fasa maka sensor arus di letakkan perfasanya yaitu fasa R, S dan T.



Gambar 3.8 Rangkaian Penyearah Sinyal Arus

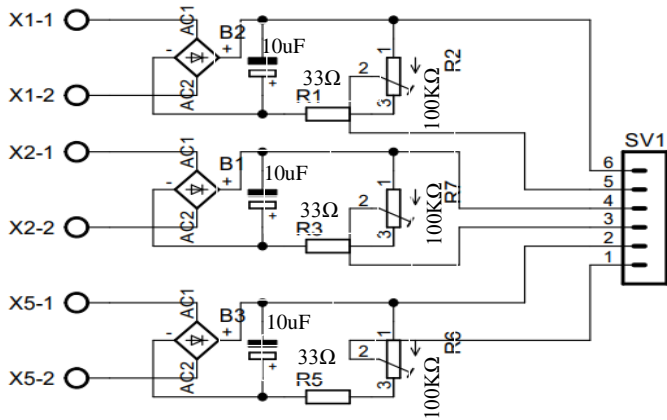
Pada Penyearah arus Gambar 3.8 menggunakan 1 buah dioda 1N4148 dan 1 kapasitor 100nF tiap fasanya yaitu fasa R, S, dan T, dikarenakan fungsi dioda yaitu untuk menstabilkan arus dan juga fungsi kapasitor sebagai *filter* pada rangkaian penyearah arus. Rangkaian pengkondisi sinyal arus akan digunakan untuk membaca sinyal puncak yang diakibatkan lonjakan arus saat seketika bila terjadi gangguan hubung singkat.

3.3.3 Sensor Tegangan

Pada perancangan Sensor tegangan ini dilakukan oleh Yuliana Putri Anggraini, sensor tegangan adalah alat yang digunakan untuk membaca nilai besaran tegangan yang melalui suatu peralatan listrik. Pada perancangan alat ini, sensor tegangan menggunakan rangkaian pembagi tegangan untuk menurunkan tegangan *input* 0–12 Volt menjadi tegangan *output* 0-5 Volt.

Rangkaian pengkondisi sinyal yang digunakan pada sensor tegangan alat ini yaitu rangkaian penyearah di tunjukkan pada Gambar 3.9. Sinyal masukan rangkaian pembagi tegangan masih berupa sinyal AC, agar Arduino dapat membaca tegangan dari sensor maka sinyal di kondisikan menjadi sinyal DC 0-5 Volt .

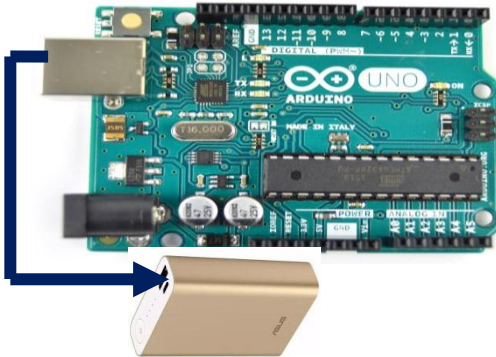
Komponen rangkaian dari penyearah gelombang penuh Pada Gambar 3.9 menggunakan 1 dioda *bridge* yang berfungsi sebagai pengubah tegangan AC menjadi tegangan DC dan penambahan kapasitor 10 uF digunakan penyetabil tegangan keluaran sensor dengan mengurangi *ripple* tegangan. *multiturn* 100K Ohm digunakan untuk kalibrasi sensor tegangan dengan prinsip pembagi tegangan agar tegangan maksimum dari masukan ketika tegangan AC 12V dapat menghasilkan keluaran sensor tegangan DC 5V.



Gambar 3.9 Rangkaian Pembagi Tegangan

3.3.4 Perancangan *Power Bank*

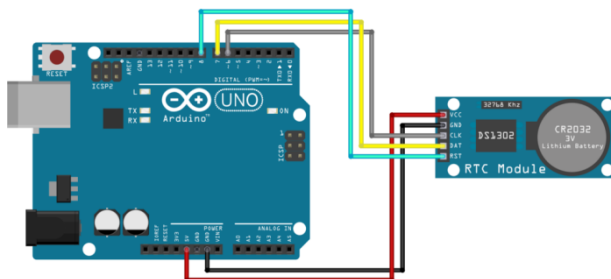
Perencanaan rangkaian *power bank* ini akan dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y. dan Yuliana Putri A. berfungsi sebagai catu daya Arduino Uno, sensor, dan modem SIM800L. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini digunakanlah *power bank* sebagai *supply* dengan tegangan sebesar +5 Volt. Rangkaian *power bank* dengan Arduino Uno seperti yang terlihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Skema *Power Bank* ke Arduino Uno

3.3.5 RTC (*Real Time Clock*)

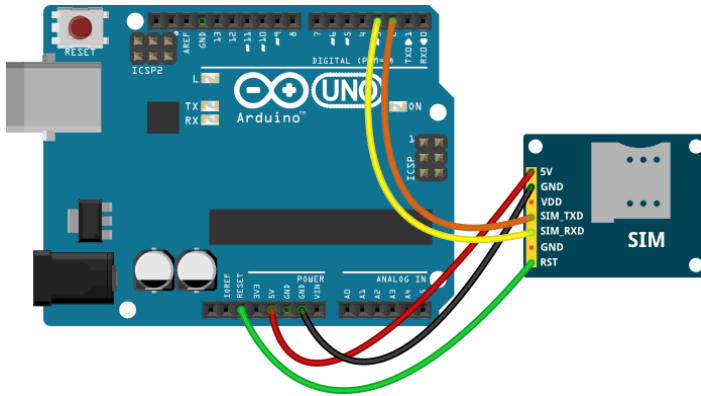
Perancangan rangkaian modul RTC ini akan dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y. dan Yuliana Putri A., skema rangkaian modul pada Gambar 3.11 memperlihatkan sambungan pin CLK, DAT dan RST pada modul RTC dihubungkan dengan pin 6, pin 7 dan pin 8 Arduino Uno, pin VCC pada RTC dihubungkan pada pin 5V Arduino Uno sedangkan pin GND dihubungkan dengan pin *ground* pada Arduino Uno. Tipe RTC yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah RTC DS1302. RTC DS1302 menyediakan pewaktu dalam detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan dan tahun.



Gambar 3.11 Skema Rangkaian Modul RTC dengan Arduino Uno

3.3.6 Perancangan SIM800L

Perancangan SIM800L ini akan dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y. dan Yuliana Putri A. berfungsi sebagai modem GSM atau modem GPRS. Pada SIM800L yang akan digunakan tugas akhir ini yaitu sebagai modem GSM. SIM800L yang digunakan adalah “IComSat GSM / GPRS SIM800L Module Expansion Board Shield with Antenna For Arduino Uno” dimana modul ini berbentuk *shield* dimana dapat terintegrasi langsung dengan Arduino Uno. Pada Gambar 3.12 SIM800L mengambil tegangan sumber sebesar 5 Volt DC dari Arduino Uno. Pin 0 (RX1) dari Arduino Uno disambungkan dengan TX7 dari modul SIM800L. Dan pin 1 (TX1) dari Arduino Uno tersambung dengan pin RX7 yang terdapat pada modul SIM800L.



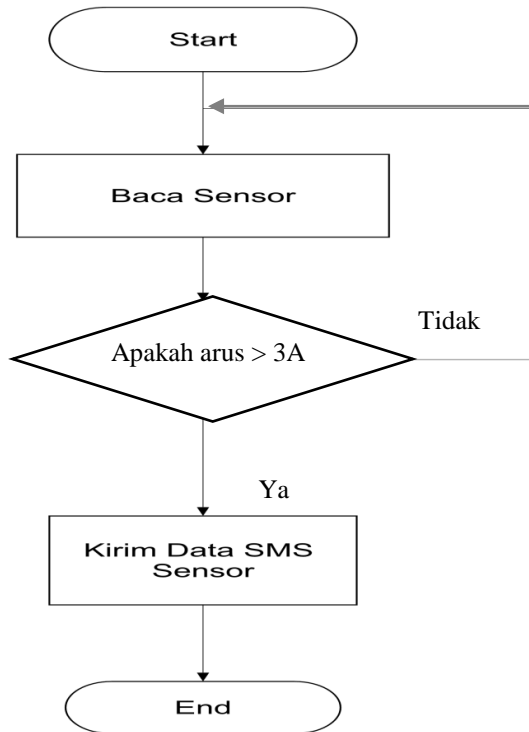
Gambar 3.12 *Shield* SIM800L yang Dihubungkan dengan Arduino Uno.

Pada perancangan dari *shield* SIM800L ini menggunakan pin SIM_TXD dan pin SIM_RXD yaitu pada pin 2 dan 3, yang digunakan untuk pengiriman data dan AT *command* dari Arduino ke *shield* SIM800L, juga sebagai penerima data dari *shield* SIM800L ke Arduino.

3.4 Perancangan Software

Perancangan *software* akan terbagi menjadi tiga bagian yaitu pemrograman keseluruhan akan dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y. dan Yuliana Putri A., untuk pemrograman pembacaan arus oleh Fabriansyah Aprilya N.Y. dan pemrograman pembacaan Tegangan oleh Yuliana Putri Angraini.

3.4.1 Pemograman Keseluruhan

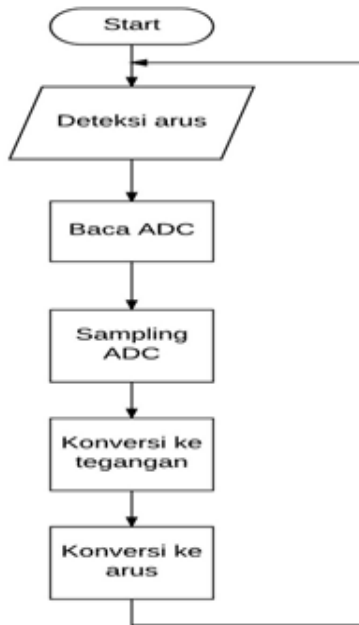


Gambar 3.13 Flowchart Pemrograman Mikrokontroler

Berdasarkan *flowchart* yang terlihat pada Gambar 3.13 oleh Fabriansyah Aprilya N.Y dan Yuliana Putri A. penjelasan algoritma pada program Arduino Uno, yaitu :

1. Proses mulai mikrokontroler mulai aktif.
2. Sensor tegangan aktif membaca nilai tegangan antar fasa
3. Apakah sensor arus lebih besar dari set poin jika Tidak, maka sensor akan kembali membaca arus yang mengalir jika Ya gangguan arus lebih besar dari set poin maka akan mengirim data SMS besar gangguan arus antar fasa. Set poin yang ditentukan adalah 3 Ampere.
4. Proses selesai.

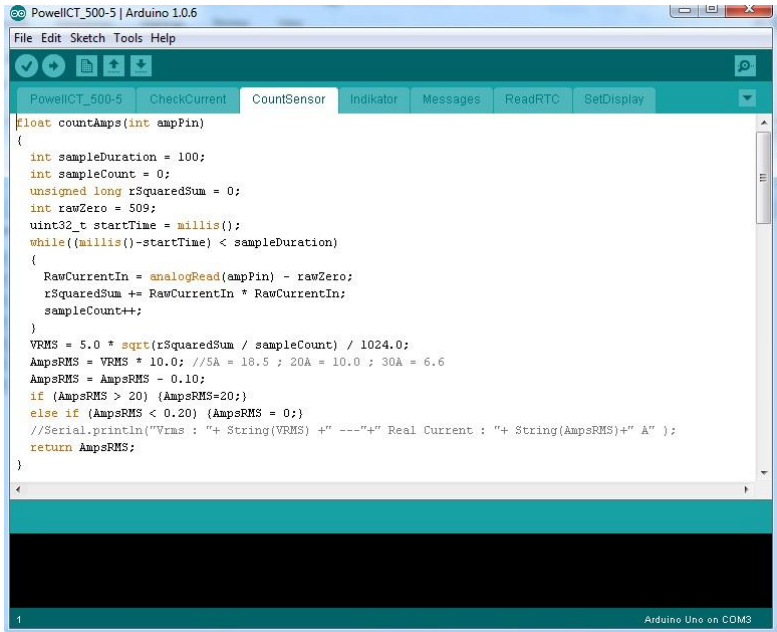
3.4.2 Program Pembacaan Arus



Gambar 3.14 *Flowchart* Pemrograman Pembacaan Arus

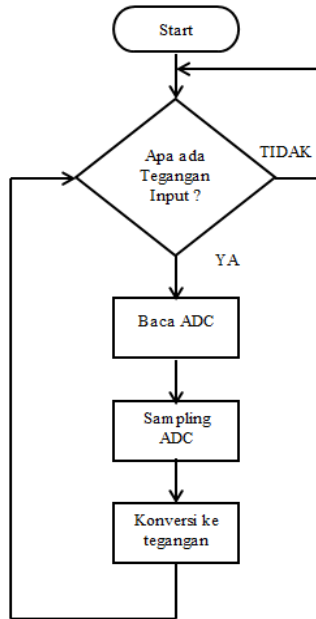
Berdasarkan *flowchart* yang terlihat pada Gambar 3.14 dan hasil pemrograman Arduino IDE seperti pada Gambar 3.15, program pembacaan arus yang akan dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y. penjelasan algoritma pada program pembacaan arus, yaitu :

1. *Start*.
2. Deteksi arus melalui ACS712.
3. Baca nilai tegangan yang keluar dari *output* ACS712. kemudian dikonversikan menjadi data ADC.
4. Sampling data ADC atau pengambilan beberapa kali data.
5. Konversikan dari nilai *digital* menjadi nilai tegangan.
6. Konversikan menjadi nilai arus.
7. Kembali deteksi nilai perubahan arus.
8. Proses selesai.



Gambar 3.15 Program Arduino IDE

3.4.3 Program Pembacaan Tegangan



Gambar 3.16 Flowchart Pemrograman Pembacaan Tegangan

Program pembacaan tegangan menggunakan *flowchart* yang terlihat pada Gambar 3.16 dan hasil pemograman Arduino IDE dapat diliha pada Gambar 3.17 sampai Gambar 3.18, untuk program pembacaan sensor tegangan pada alat TA dilakukan oleh Yuliana Putri A.. Penjelasan algoritma pada program pembacaan tegangan, yaitu :

1. *Start*.
2. Deteksi tegangan melalui rangkain pembagian tegangan.
3. Baca nilai tegangan yang keluar dari *output* rangkaian pembagi tegangan kemudian dikonversi menjadi data ADC.
4. Sampling data ADC atau pengambilan beberapa kali data.
5. Konversikan dari nilai *digital* menjadi nilai tegangan.
6. Kembali deteksi nilai perubahan tegangan.
7. Proses selesai.

```

PowellCT_500-5 | Arduino 1.0.6
File Edit Sketch Tools Help
Upload
PowellCT_500-5 CheckCurrent CountSensor Indikator Messages ReadRTC SetDisplay

float countVlt1(int vltPin)
{
  int sampleDuration = 100;
  int sampleCount = 0;
  RawVoltIn = 0;
  uint32_t startTime = millis();
  while((millis()-startTime) < sampleDuration)
  {
    RawVoltIn += analogRead(vltPin);
    sampleCount++;
  }
  vADC1 = ((RawVoltIn/sampleCount)*0.0114)+0.7744;
  if (vADC1==0.7744) (vADC1=0);
  //Serial.println("Tegangan Fasa 1 : "+ String(vAC)+" ---"+" vADC : "+ String(RawVoltIn/sampleCount));
  return vADC1;
}

float countVlt2(int vltPin)
{
  int sampleDuration = 100;
  int sampleCount = 0;
  RawVoltIn = 0;
  uint32_t startTime = millis();
  while((millis()-startTime) < sampleDuration)
  {
    RawVoltIn += analogRead(vltPin);
    sampleCount++;
  }
}

```

Gambar 3.17 Program Pembacaan Tegangan RS dan ST

```

PowellCT_500-5 | Arduino 1.0.6
File Edit Sketch Tools Help
Upload
PowellCT_500-5 CheckCurrent CountSensor Indikator Messages ReadRTC SetDisplay

RawVoltIn += analogRead(vltPin);
sampleCount++;
}
vADC2 = ((RawVoltIn/sampleCount)*0.0114)+0.6612;
if (vADC2==0.6612) (vADC2=0);
//Serial.println("Tegangan Fasa 1 : "+ String(vAC)+" ---"+" vADC : "+ String(RawVoltIn/sampleCount));
return vADC2;
}

float countVlt3(int vltPin)
{
  int sampleDuration = 100;
  int sampleCount = 0;
  RawVoltIn = 0;
  uint32_t startTime = millis();
  while((millis()-startTime) < sampleDuration)
  {
    RawVoltIn += analogRead(vltPin);
    sampleCount++;
  }
  vADC3 = ((RawVoltIn/sampleCount)*0.0115)+0.6622;
  if (vADC3==0.6622) (vADC3=0);
  //Serial.println("Tegangan Fasa 1 : "+ String(vAC)+" ---"+" vADC : "+ String(RawVoltIn/sampleCount));
  return vADC3;
}
}

```

Gambar 3.18 Program Pembacaan Tegangan RT

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

Bab ini akan membahas mengenai hasil pengujian dan analisa atas penyusunan alat untuk “ Rancang Bangun Sistem Pelaporan Arus dan Tegangan saat Terjadi Hubung Singkat Antar Fasa pada Jaringan Distribusi 20KV Berbasis *Smartphone*” , pada bab ini dibagi menjadi dua bagian. Pada pengujian sensor arus dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y dan untuk sensor tegangan dilakukan Yuliana Putri A., untuk pengujian lainnya dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y dan Yuliana Putri A. untuk pengujian Tugas Data pengujian sangat diperlukan untuk implementasi dalam dunia nyata. Kinerja suatu sistem tersebut seperti terlihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pengujian Sistem Keseluruhan

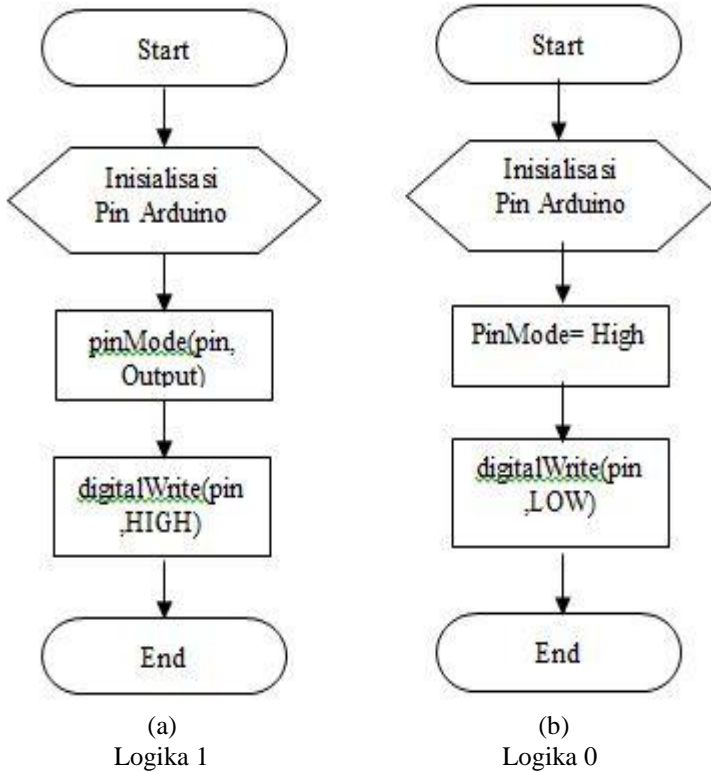
Pengujian merupakan salah satu langkah yang harus dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat sesuai dengan yang direncanakan. Kesesuaian sistem dengan perencanaan dapat dilihat dari hasil-hasil yang dicapai pada pengujian sistem. Hasil pengujian tersebut akan dianalisa untuk mengetahui penyebab dari terjadinya kekurangan atau kesalahan di dalam sistem. Pengujian tersebut meliputi :

1. Pengujian Arduino Uno.
2. Pengujian LCD (*Liquid Crystal Display*).

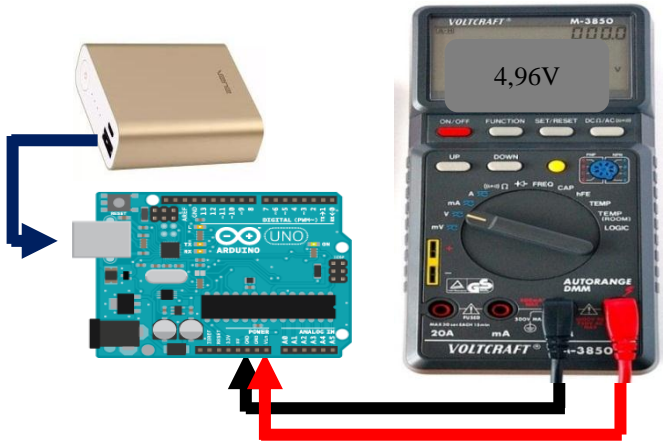
3. Pengujian RTC (*Real Time Clock*).
4. Pengujian *Power Bank*.
5. Pengujian sensor arus.
6. Pengujian sensor tegangan.
7. Pengujian komunikasi dengan SIM800L.
8. Pengujian *short circuit* dan *open circuit* transformator.
9. Pengujian modul hubung singkat antar fasa.
10. Pengujian keseluruhan.

4.1 Pengujian Arduino Uno

Pengujian ini dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y dan Yuliana Putri A. terhadap *board* Arduino Uno. Pengujian dilakukan pada pin yang digunakan pada sistem alat ini yaitu pin A0 s/d A5, D0 s/d D13 milik Arduino Uno dengan cara mengatur keluarannya pada logika 1 dan 0 dengan mengunggah program ke *board* Arduino Uno. Langkah pengujian Arduino dimulai dengan mengupload program seperti *flowchart* Gambar 4.2 (a) yang merupakan program untuk memberikan tegangan pada pin Arduino berlogika 1 atau sebesar 5 Volt dan pada Gambar 4.2 (b) yang merupakan program untuk memberikan tegangan keluaran pada pin Arduino berlogika 0 atau 0 Volt pada Arduino Uno. Kemudian memeriksa besar keluaran tegangan pada setiap pin dengan *avometer* dan pada pengujian ini Arduino di *supply* dengan *powerbank* seperti ditunjukkan pada Gambar 4.3. Data yang didapat adalah seperti pada Tabel 4.1.



Gambar 4.2 Flowchart Pemrograman Pengujian Tegangan Pin Arduino.



Gambar 4.3 Skema Pengujian Pin A/D Arduino

Tabel 4.1 Pengujian Pin Arduino Uno

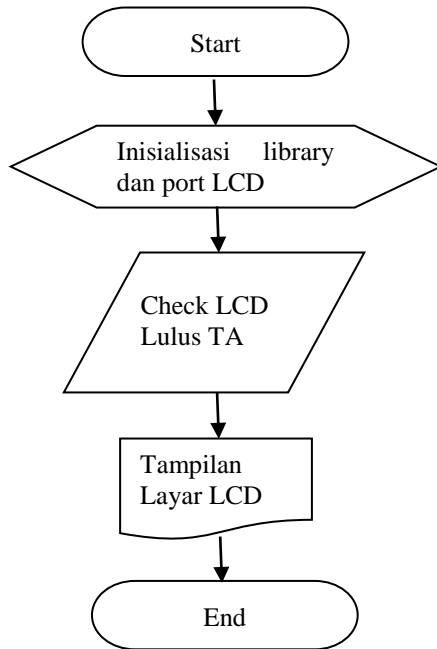
PIN	Tegangan Logika (1)	Tegangan Logika (0)
A0	4,96V	0V
A1	4,96V	0V
A2	4,96V	0V
A3	4,96V	0V
A4	4,96V	0V
A5	4,96V	0V
D0	4,96V	0V
D1	4,96V	0 V
D2	4,96V	0V
D3	4,96V	0V
D4	4,96V	0 V
D5	4,95V	0V
D6	4,95V	0V
D7	4,95V	0V
D8	4,95V	0V
D9	4,95V	0V

PIN	Tegangan Logika (1)	Tegangan Logika (0)
D10	4,95V	0V
D11	4,95V	0V
D12	4,95V	0V
D13	4,95V	0V

Dari data pengujian pin *analog & digital* Arduino Uno pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa tegangan keluaran pada setiap pin Arduino hampir sama dengan tegangan masukan ke Arduino, yaitu tegangan *power bank* 5 Volt ketika Arduino uno diberi logika 1. Pada saat Arduino diberi logika 0 maka tegangan *output* di masing-masing pin Arduino Uno menunjukkan nilai 0 Volt. Hasil ini menunjukkan bahwa kondisi Arduino Uno masih bekerja dengan baik.

4.2 Pengujian LCD (*Liquid Crystal Display*)

Pengujian LCD dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y dan Yuliana Putri A. dengan cara memberikan program pada Arduino Uno untuk menampilkan karakter pada LCD. LCD yang digunakan pada kali ini adalah LCD 16x2, karakter yang ingin ditampilkan “Check LCD“ pada baris pertama dan “Lulus TA” pada baris kedua. Prosedur pengujian LCD adalah Pertama mengunggah program ke *board* Arduino Uno dengan *flowchart* pemograman seperti Gambar 4.4, kedua sambungkan pin LCD dengan pin Arduino Uno, lalu beri tegangan DC 5V dan nantinya hasil tampilan layar LCD seperti Gambar 4.5.



Gambar 4.4 Flowchart Program Tampilan LCD

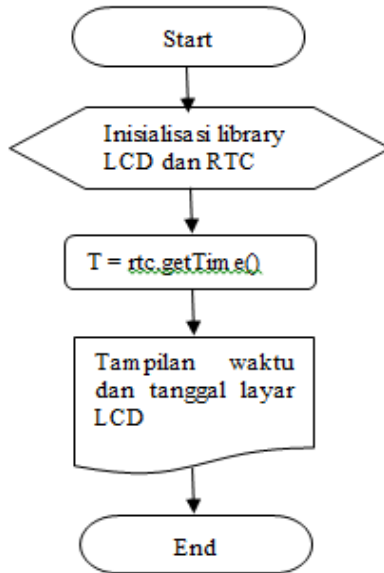


Gambar 4.5 Hasil Pengujian LCD

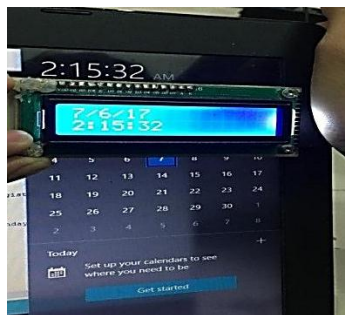
4.3 RTC (*Real Time Clock*)

Pengujian RTC akan dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y dan Yuliana Putri Angraini dengan cara memberikan program pada Arduino Uno untuk menampilkan tanggal dan waktu secara *real*

time pada LCD. Prosedur pengujian RTC adalah Pertama unggah program dengan *flowchart* pemograman Gambar 4.6 ke *board* Arduino Uno, kedua sambungkan pin RTC dan pin LCD dengan pin Arduino Uno ketiga beri tegangan *supply* 5V DC dan hasil tampilan layar LCD seperti Gambar 4.7.



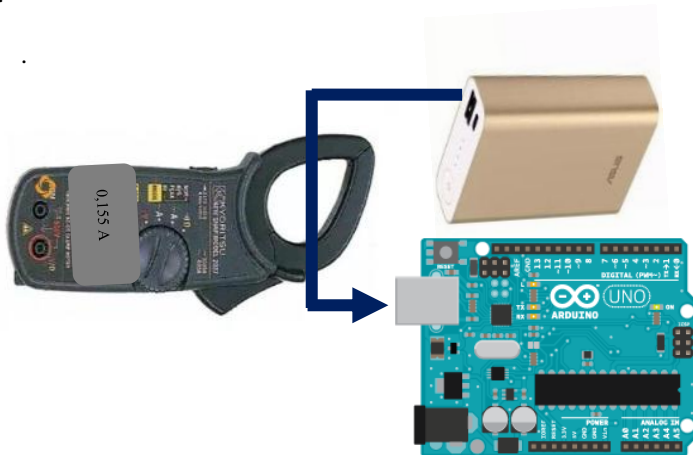
Gambar 4.6 *Flowchart* Program Real Time Clock



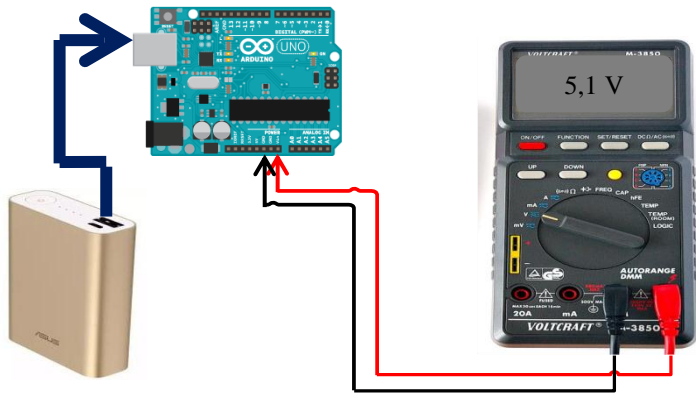
Gambar 4.7 Hasil Pengujian Real Time Clock

4.4 Pengujian Power Bank

Pengujian ini dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y dan Yuliana Putri A. Prosedur pengujian arus *power bank* adalah Pertama hubungkan *powerbank* pada *board* Arduino Uno guna memberikan *supply* DC pada Arduino, kemudian ukur arus dengan *clampmeter* seperti yang terlihat pada Gambar 4.8. setelah mendapatkan data arus kemudian dilakukan pengujian tegangan menggunakan *multimeter* “SANWA” yang bertujuan untuk menguji apakah tegangan sumber yang digunakan sesuai dengan keperluan alat. Prosedur pengambilan datanya adalah sambungkan *power bank* dengan Arduino Uno, beri kabel *jumper male-male* pada pin *ground* dan pin *VCC* Arduino Uno. Kemudian ukur tegangannya seperti skema proses pengujian tegangan *powerbank* pada Gambar 4.9. Hasil pengukuran arus dan tegangan akan dicantumkan pada Tabel 4.2.



Gambar 4.8 Skema Pengujian Arus *Power Bank*



Gambar 4.9 Skema Pengujian Tegangan *Power Bank*

Tabel 4.2 Pengujian *Power Bank* dengan Beban Arduino

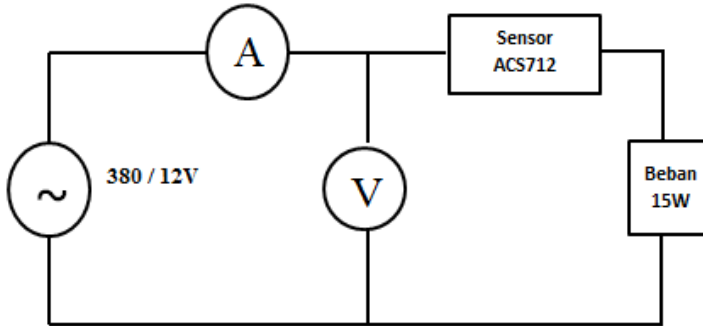
Vout	Iout
5,1 Volt	0,15 Ampere

Dari data yang didapat pada Tabel 4.2 bahwa tegangan keluaran *power bank* 5,1 Volt. Nilai ini masih termasuk *range* kerja mikrokontroler atmega 328 yaitu 3,3 – 5,5 Volt. Sehingga tegangan *power bank* masih dapat digunakan untuk memberikan *supply* ke rangkaian Arduino.

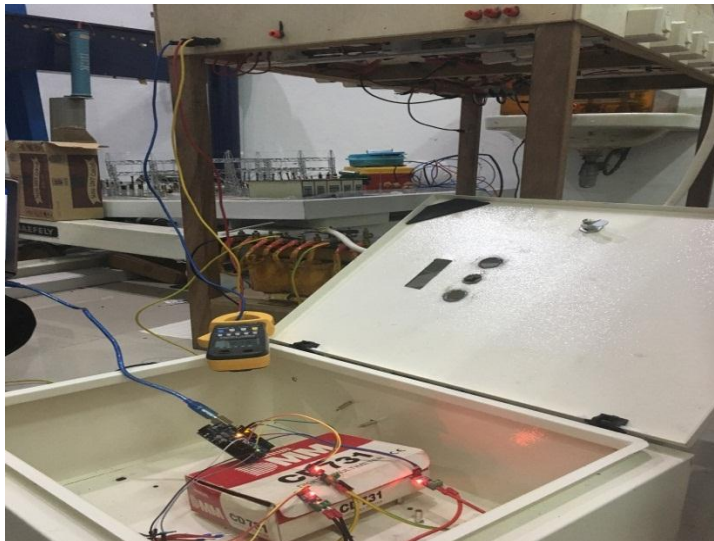
4.5 Pengujian Sensor Arus

Untuk mewakili 3 fasa yang akan disimulasikan yaitu fasa R,S,T. Pengujian kalibrasi untuk sensor ACS712 dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y dengan cara menghubungkan sensor ACS712 secara seri dan dibebani dengan beban sebuah lampu 15W dengan sumber trafo 380/12V seperti pada Gambar 4.10, dan proses kalibrasi sensor terlihat seperti pada Gambar 4.11. Pengujian ini dapat dilakukan dengan cara membandingkan nilai arus terbaca pada *clampmeter* dan yang terbaca oleh sensor setelah itu dapat diketahui nilai *error*. Kemudian nilai perbandingan antara

clampmeter dan sensor dimasukkan kedalam *microsoft excel* guna mendapatkan hasil grafik linearisasi seperti pada Gambar 4.12, Gambar 4.13, dan Gambar 4.14. Adapun hasil pengambilan data ACS712 secara lengkap untuk tiap fasa R, S dan T dapat dilihat pada Tabel 4.3, Tabel 4.4, dan Tabel 4.5.



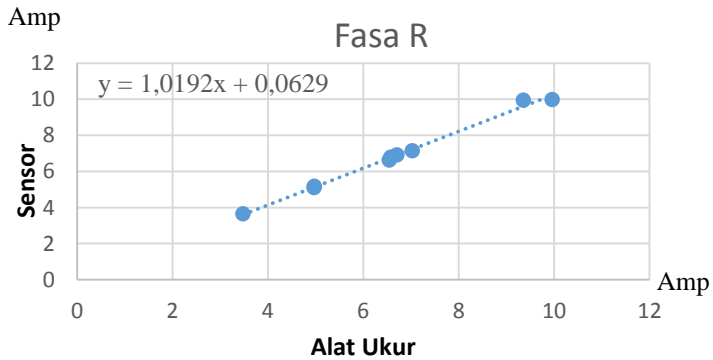
Gambar 4.10 Diagram Pengujian Sensor Arus Pada Salah Satu Fasa



Gambar 4.11 Kalibrasi Sensor ACS 712

Tabel 4.3 Pengujian Sensor Arus Fasa R

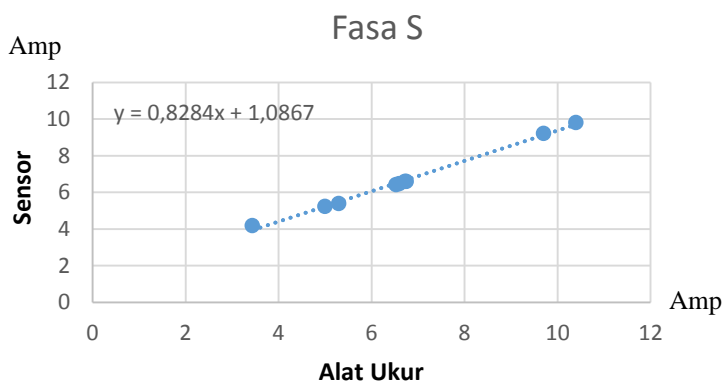
Pengujian alat ukur (Amp)	Pengujian sensor arus fasa S ACS712 (Amp)	Error (%)
3,48	3,65	1,048850575
9,96	9,98	1,002008032
7,03	7,15	1,017069701
6,55	6,62	1,010687023
4,97	5,1	1,026156942
9,36	9,95	1,063034188
6,71	6,92	1,031296572
6,58	6,78	1,030395137
4,98	5,18	1,040160643



Gambar 4.12 Linierisasi Sensor ACS712 Fasa R

Tabel 4.4 Pengujian Sensor Arus Fasa S

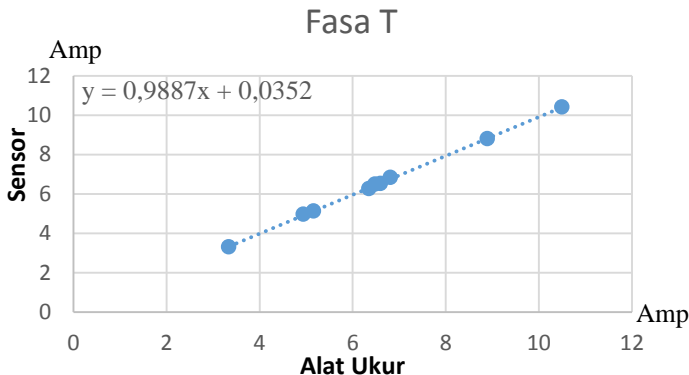
Pengujian alat ukur (Amp)	Pengujian sensor arus fasa S ACS712 (Amp)	Error (%)
3,44	4,17	1,212209302
9,7	9,21	0,949484536
6,53	6,42	0,983154671
6,75	6,59	0,976296296
5,3	5,39	1,016981132
10,4	9,8	0,942307692
6,72	6,58	0,979166667
6,6	6,46	0,978787879
5	5,23	1,046



Gambar 4.13 Linierisasi Sensor ACS712 Fasa S

Tabel 4.5 Pengujian Sensor Arus Fasa T

Pengujian alat ukur (Amp)	Pengujian sensor arus fasa T ACS712 (Amp)	Error (%)
3,34	3,31	0,991017964
8,9	8	0,988764045
6,6	6,52	0,987878788
6,35	6,27	0,987401575
4,94	4,96	1,004048583
10,5	10,42	0,992380952
6,48	6,49	1,00154321
6,81	6,84	1,004405286
5,16	5,12	0,992248062

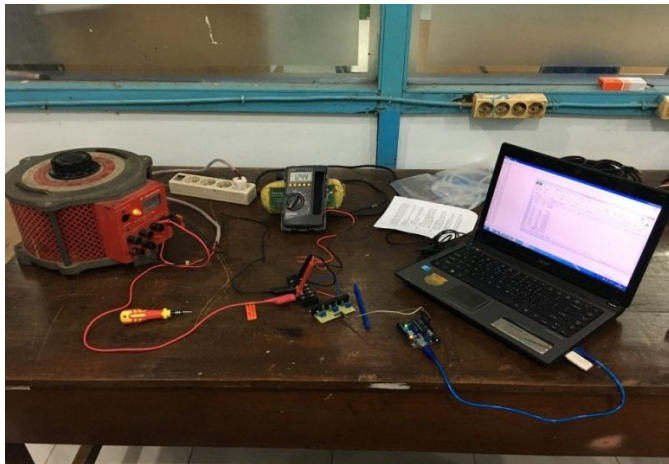


Gambar 4.14 Linierisasi Sensor ACS712 Fasa T

4.6 Pengujian Sensor Tegangan

Pengujian dari sensor tegangan dilakukan oleh Yuliana Putri Anggraini. Sensor tegangan digunakan untuk dapat mengukur besar nilai tegangan. Sensor tegangan yang akan dipakai adalah rangkaian pembagi tegangan. Sebelum melakukan pengujian, terlebih dahulu melakukan kalibrasi sensor tegangan gunanya untuk menyamakan

hasil pengukuran dari *avometer* dengan pembacaan sensor. kalibrasi sensor tegangan dengan menggunakan *variac* dan *multimeter* “SANWA” Kalibrasi dilakukan pada ketiga sensor tegangan yang digunakan dengan prosedur, pertama *upload* program pembacaan ADC pada Arduino Uno. Kedua sambungkan *output* Variac pada *input* pada rangkaian pembagi tegangan. Ketiga sambungkan output rangkaian pada pembagi tegangan dengan pin *analog* Arduino Uno. Keempat sambungkan *variac* dengan sumber 220V, kelima *switch ON variac*, pengukuran tegangan menggunakan *voltmeter*. Data diambil di *input* rangkaian pembagi tegangan dibandingkan dengan nilai ADC yang terbaca di *serial monitor* pada PC seperti terlihat pada Gambar 4.15. Untuk hasil dari pengujian ketiga sensor tegangan fasa RS, ST dan TR dapat dilihat pada Tabel 4.6, setelah itu data diinputkan pada *microsoft excel* untuk mendapatkan grafik linierisasi dari kalibrasi sensor tegangan yang telah dilakukan dari grafik tersebut akan didapatkan persamaan linier yang nantinya akan digunakan untuk program pembacaan tegangan. Grafik linierisasi dari Tabel 4.6 dapat dilihat pada Gambar 4.16 sampai dengan Gambar 4.18.



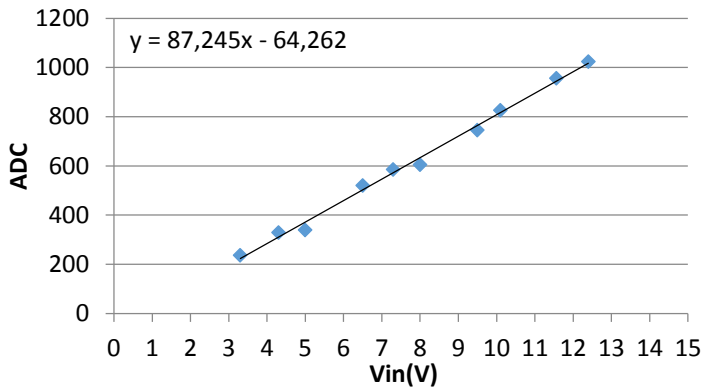
Gambar 4.15 Proses Kalibrasi Sensor Tegangan Fasa RS, ST dan RT

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Sensor Tegangan

Fasa RS		Fasa ST		Fasa TR	
Alat Ukur (V)	Sensor Tegangan	Alat Ukur (V)	Sensor Tegangan	Alat Ukur (V)	Sensor Tegangan
12,4	1023	12,3	1023	12,3	1023
11,56	956	11,6	928	11,6	966
10,1	825	10	862	10,5	860
9,5	745	9,4	760	9,2	703
8	604	8,3	673	8,2	624
7,3	584	7,6	574	7,2	551
6,5	520	6,5	498	6,3	496
5	338	5,5	398	5,4	422
4,3	328	4,3	317	4,1	311
3,3	236	3,5	232	3,4	249

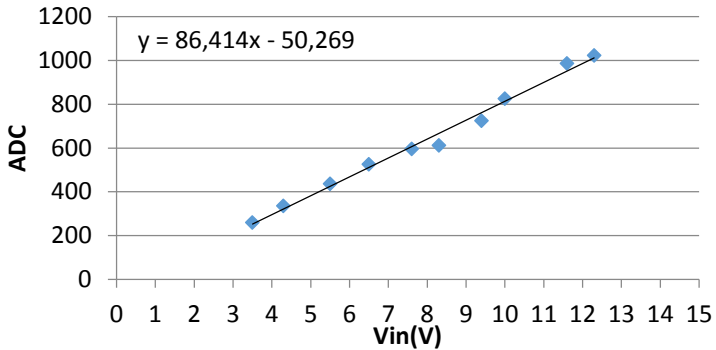
Pada Tabel 4.6 dapat dibuat suatu persamaan karakteristik linierisasi sensor tegangan pada tiap-tiap fasa yang akan digunakan pembacaan nilai tegangan pada Arduino yang sesuai dengan nilai tegangan pengukuran menggunakan multimeter serta menggunakan rumus scatter pada *microsoft excel* yang ditunjukkan pada Gambar 4.16 sampai Gambar 4.18.

Linierisasi Sensor Tegangan Fasa RS



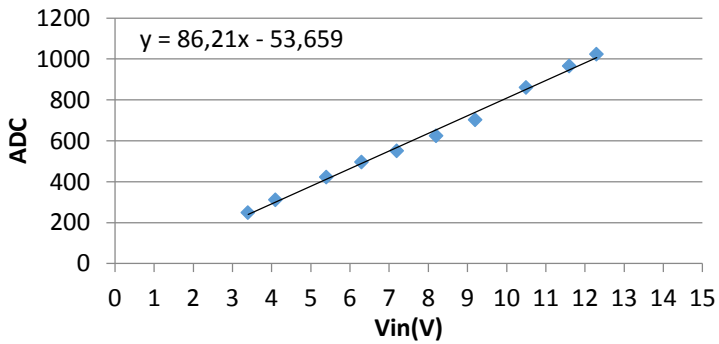
Gambar 4.16 Linierisasi Sensor Tegangan Fasa RS

Linierisasi Sensor Tegangan Fasa ST



Gambar 4.17 Linierisasi Sensor Tegangan Fasa ST

Linierisasi Sensor Tegangan Fasa TR



Gambar 4.18 Linierisasi Sensor Tegangan Fasa TR

Setelah persamaan linier sensor tegangan telah didapatkan pada masing-masing fasa, dilanjutkan ke proses selanjutnya yaitu proses pengujian sensor, prosedur pengujian untuk sensor adalah pertama

masukkan persamaan ke dalam program untuk pembacaan sensor. Kedua *upload* program ke Arduino Uno. Sambungkan *input* panel *box* dengan sumber tegangan trafo 12V dan *output box* ke *input* simulator gangguan dua fasa kemudian diuji saat terjadi gangguan fasa RS, ST dan RT. Sehingga tegangan masukan ke Arduino bervariasi. Ketiga catat hasil pengukuran tegangan di *output* panel *box* dengan *avometer* lalu bandingkan dengan pembacaan sensor pada tampilan LCD ketika tidak ada beban dan setelah ada beban, dibandingkan dengan informasi pada sms saat terjadi gangguan antar fasa. Perhitungan presentase *error* dari pengukuran sensor tegangan didapatkan dari Persamaan 4.1, untuk hasil pengujian presentase *error* sensor arus ini secara lengkap fasa RS, ST dan RT dapat dilihat pada Tabel 4.7 sampai dengan Tabel 4.9.

$$Error = \frac{\text{Hasil Alat Ukur} - \text{Tampilan LCD\&SMS}}{\text{Hasil Alat Ukur}} \times 100\% \dots\dots\dots (4.1)$$

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Sensor Tegangan saat Tanpa Beban.

VRS		
Avo	Tampilan LCD	Error (%)
12,57V	12,44V	0,010342

VST		
Avo	Tampilan LCD	Error (%)
12,49V	12,32V	0,013611

VRT		
Avo	Tampilan LCD	Error (%)
12,81V	12,43V	0,029664

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Sensor Tegangan saat Ada Beban.

VRS		
Avo	Tampilan LCD	Error (%)
12,32V	12,44V	0,00974
VST		
Avo	Tampilan LCD	Error (%)
12,26V	12,32V	0,004894
VRT		
Avo	Tampilan LCD	Error (%)
12,55V	12,43V	0,009562

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Sensor Tegangan Hubung Singkat 2 Fasa

VRS		
Avo	Tampilan sms	Error (%)
11,6V	12,42V	0,07069
VST		
Avo	Tampilan SMS	Error (%)
11,35V	12,27V	0,081057
VRT		
Avo	Tampilan SMS	Error(%)
12,09V	12,32V	0,019024

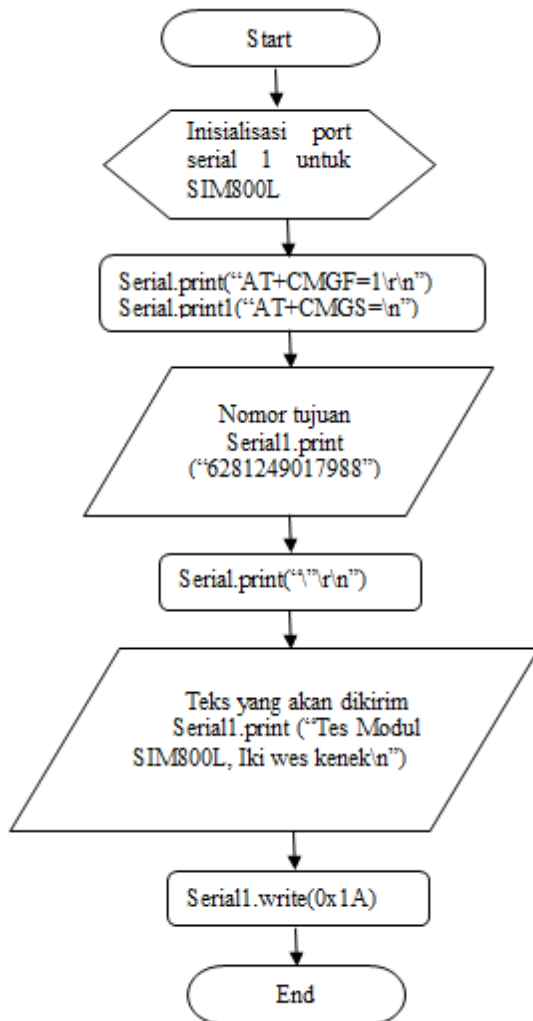
Dari data Tabel 4.7 sampai dengan Tabel 4.9 yang didapat dari pengujian, dapat dihitung rata-rata *error* pada sensor tegangan fasa RS sebesar 0,03%, sensor tegangan fasa ST sebesar 0,033%, dan sensor tegangan fasa RT sebesar 0,019%. Perbedaan dari keluaran sensor tersebut dapat dikarenakan faktor *internal* maupun faktor *eksternal*. Faktor *internal* berasal dari karakteristik tiap komponen yang tidak semuanya memiliki standar yang baik. Faktor *eksternal* berasal dari tegangan sumber yang masuk tiap-tiap sensor tidak sama dan juga faktor dari kesalahan pembacaan alat ukur.

4.7 Pengujian Komunikasi dengan SIM800L

Dalam melakukan pengujian komunikasi alat ini menggunakan SIM800L, pelaksanaannya dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y dan Yuliana Putri A.. Prosedur yang dilakukan saat pengujian komunikasi adalah pertama upload program pengiriman sms pada *board* Arduino Uno, menggunakan program *AT+command*. Modem GSM akan digunakan untuk mengirimkan informasi berupa SMS maka modem GSM menggunakan format teks dengan perintah *AT+cmgf=1*, mengatur nilai 1 pada *AT+cmgf*. Perintah *AT+cmgs* merupakan perintah untuk pengiriman SMS pada modul modem GSM SIM800L. *AT+cmgs* diikuti dengan penulisan nomor yang akan dituju. Pengujian SIM800L sebagai modem GSM dengan melakukan pengiriman karakter “TEST MODUL SIM800L” dengan *flowchart* pemrograman seperti di tunjukkan pada Gambar 4.20. kedua sambungkan modul SIM800L dengan Arduino Uno, ketiga sambungkan Arduino Uno dengan *powerbank* (5V) dan hasil dari pengiriman yang ditunjukkan pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19 Tampilan SMS



Gambar 4.20 Flowchart Pengujian SIM800L

4.8 Pengujian *Short Circuit* dan *Open Circuit* Transformator

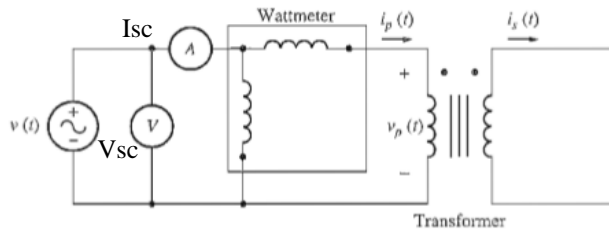
Pengujian *Short circuit* dan *Open Circuit* Transformator ini oleh Fabriansyah Aprilya N.Y dan Yuliana Putri A. bertujuan untuk mengetahui berapa kuat ketahanan trafo dalam mengalirkan daya saat kondisi normal atau *ideal* dan saat kondisi terjadinya hubung singkat. Kapasitas arus maksimal yang dimiliki oleh trafo ini harus diketahui terlebih dahulu sebelum menggunakan transformator. Transformator yang digunakan ialah transformator *step down* 380/12V dimana maksudnya adalah trafo penurun tegangan dari 380V primer ke 12V sekunder. Tujuan lain dari rangkaian pengujian pada trafo ini ialah :

1. Untuk menentukan arus *maksimum* dan *minimum* hubung singkat.
2. Untuk menentukan arus gangguan tak simetris bagi gangguan satu dan dua *line* ke tanah, gangguan *line to line*, dan rangkaian terbuka.
3. Penyelidikan operasi *rele-rele* proteksi.
4. Untuk menentukan kapasitas pemutus dari *circuit breaker*
5. Untuk menentukan distribusi arus gangguan dan tingkat tegangan busbar selama gangguan.

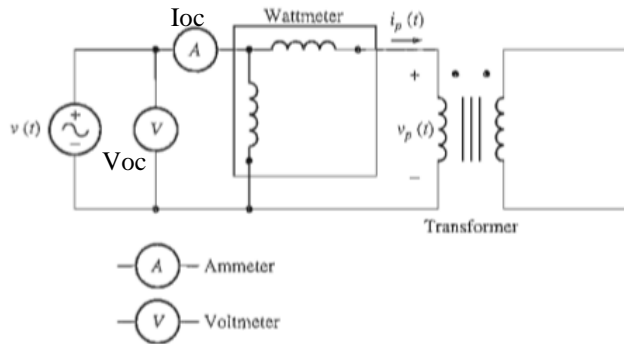
Berikut adalah langkah-langkah dalam melakukan pengujian *short circuit* trafo.

1. Tegangan *V input* awal adalah 0 Volt.
2. Terminal disisi sekunder disambungkan (*short circuit*).
3. Naikan tegangan *V input* dengan mengatur potensiometer, sampai arus yang terbaca pada Ampermeter disisi sekunder mencapai *I rate*.

Hanya beberapa data saja yang akan diambil pada proses pengujian transformator ini diantaranya ialah bisa dilihat pada Tabel 4.10. Pengujian *short circuit* trafo dapat dilihat pada Gambar 4.21 dan pengujian *open circuit* trafo dapat dilihat pada Gambar 4.22 .



Gambar 4.21 Pengujian *Short Circuit* Trafo



Gambar 4.22 Pengujian *Open Circuit* Trafo

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Transformator

Fasa	<i>Open Circuit Test</i>			<i>Short Circuit Test</i>		
	Voc (V)	Ioc (A)	Poc (W)	Vsc (V)	Isc (A)	Psc (W)
R	380	0,05	13	42	1,5	60
S	380	0,04	8,5	41	1,5	55
T	380	0,055	11,5	40	1,5	55

4.8.1 Perhitungan Impedansi Dalam Transformator

Dari pengujian transformator yang telah dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y dan Yuliana Putri A. dapat diambil data berupa Tegangan *open circuit*, Arus *open circuit*, serta daya *open*

circuit dari *open circuit test*, sedangkan pada *short circuit test* diambil data berupa Tegangan *short circuit* , Arus *short circuit*, dan Daya *short circuit*. Data yang telah diambil akan dimasukkan ke dalam persamaan berikutnya untuk mengambil data-data lain yang diperlukan. Langkah berikutnya ialah mencari impedansi dalam dan juga impedansi ekuivalen yang dimiliki oleh trafo. Tujuan dari mencari nilai Impedansi yang terdapat di dalam trafo adalah untuk menentukan perhitungan arus hubung singkat yang diakibatkan oleh trafo bila sudah tersambung dengan jaringan. Beberapa data yang dicari ialah Daya Semu (S), Tahanan *Circuit* (Rc), Daya Reaktif (Qoc), dan juga Induktansi Dalam (Xm). Untuk mencari data tersebut dapat menggunakan Persamaan 4.2 sampai Persamaan 4.5 Kemudian hasil dari perhitungan dapat dilihat di Tabel 4.11 .

$$Rc = \frac{Voc^2}{Poc} \dots\dots\dots (4.2)$$

$$S = Voc \times Ioc \dots\dots\dots (4.3)$$

$$Qoc = \sqrt{S^2 - Poc^2} \dots\dots\dots (4.4)$$

$$Xm = \frac{Voc^2}{Qoc} \dots\dots\dots (4.5)$$

Tabel 4.11 Data Impedansi Dalam Trafo

Impedansi Dalam			
Rc (Ω)	S (VA)	Qoc (VAR)	Xm (H)
11107,69231	19	13,85640646	10421,17236
16988,23529	15,2	12,60119042	11459,23482
12556,52174	20,9	17,45164749	8274,290442

4.8.2 Perhitungan Impedansi Ekuivalen Transformator

Selain data Impedansi Dalam trafo Fabriansyah Aprilya N.Y dan Yuliana Putri A.juga mencari data Impedansi Ekuivalen dari trafo. Beberapa data yang dicari ialah Resistansi Ekuivalen (Req), Impedansi Ekuivalen (Zeq), lalu Induktansi Ekuivalen (Xeq). Data tersebut dapat dicari dari Persamaan 4.6 sampai Persamaan 4.8. Kemudian hasil dari perhitungan dapat dilihat di Tabel 4.12.

$$Req = \frac{Psc}{Isc^2} \dots\dots\dots (4.6)$$

$$Zeq = \frac{Vsc}{Isc} \dots\dots\dots (4.7)$$

$$X_{eq} = \sqrt{Z_{eq}^2 - R_{eq}^2} \dots\dots\dots(4.8)$$

Tabel 4.12 Data Impedansi Ekivalen Trafo

Impedansi Equivalent		
Req (Ω)	Zeq (Ω)	Xeq (Ω)
26,66666667	28	8,537498983
24,44444444	27,33333333	12,23030036
24,44444444	26,66666667	10,65740339

4.8.3 Perhitungan Per Unit (PU)

Setelah didapat data Impedansi Ekivalen dan juga Impedansi Dalam trafo maka kedua data tersebut digunakan dalam perhitungan data *Per Unit* (PU). Data PU ini digunakan untuk membuat satuan menjadi sama, perhitungan ini dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y dan Yuliana Putri A., dari data-data yang telah diambil. Dengan data PU maka dapat mencari Daya Semu (S), Tahanan *Circuit* (Rc), Daya Reaktif (Qoc), dan Resistansi Ekivalen (Req), Impedansi Ekivalen (Zeq), lalu Induktansi Ekivalen (Xeq) dari trafo yang telah diuji. Dengan menggunakan Persamaan 4.9 pertama kita harus mencari nilai *Zbase* terlebih dahulu. Kemudian hasil perhitungan PU bisa dilihat di Tabel 4.13.

$$Z_{base} = \frac{V^2}{MVA} \dots\dots\dots(4.9)$$

$$Z_{base} = \frac{380^2}{1000}$$

$$Z_{base} = 144,4 \text{ Ohm}$$

Dari Persamaan 4.9 setelah nilai *Zbase* didapat maka dapat dimasukan ke dalam Persamaan 4.10 untuk mencari nilai PU.

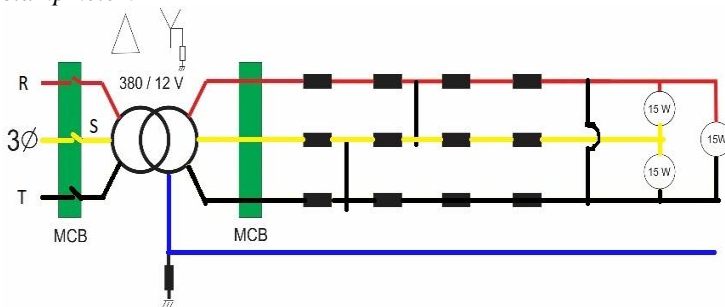
$$PU = \frac{R_{eq}}{Z_{base}} = \frac{Z_{eq}}{Z_{base}} = \frac{X_{eq}}{Z_{base}} = \frac{X_m}{Z_{base}} = \frac{R_c}{Z_{base}} \dots\dots(4.10)$$

Tabel 4.13 Data Per Unit Trafo

Fasa	Per Unit					
	Rc (Ω)	S (VA)	Qoc (VAR)	Req(Ω)	Zeq(Ω)	Xeq(Ω)
R	76,9	0,019	0,014	72,2	0,193	0,064
S	117,6	0,015	0,013	79,4	0,189	0,084
T	86,9	0,021	0,017	57,3	0,184	0,073

4.9 Pengujian Modul Gangguan Hubung Singkat Antar Fasa

Pada pengujian arus hubung singkat atau *short circuit* disini dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y dan Yuliana Putri A. akan menguji modul gangguan yang nantinya akan digunakan untuk merepresentasikan gangguan. Pengujian ini dilakukan agar kita dapat mengetahui seberapa nilai arus hubung singkat dua fasa yang ada pada modul gangguan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui berapa nilai MCB yang akan digunakan nanti selain itu kita juga dapat mengetahui apakah modul sudah bekerja dengan benar. Prosedur pengujian modul gangguan dapat dilakukan dengan cara, pertama menghubungkan fasa RS, ST dan RT melalalui saklar, kedua sambungkan modul gangguan dengan sumber trafo 380/12V, ketiga nyalakan sumber 3 fasa, keempat nyalakan MCB yang terdapat pada modul gangguan, kelima nyalakan saklar gangguan secara bergantian, keenam ukur arus hubungng singkat menggunakan *clampmeter*.



Gambar 4.23 Skema Pengujian Modul Gangguan

Tabel 4.14 Data Pengujian Arus Hubung Singkat Antar Fasa

No	Jarak	R – S		S – T		Rata-rata
		R	S	S	T	
1	1KM	10,14A	10,4A	10,35A	10,5A	10,34A
2	2KM	8,6A	8,42A	8,6A	8,73A	8,58A
3	3KM	6,8A	6,31A	6,5A	6,71A	6,58A
4	4KM	4,98A	5,1A	4,89A	4,97A	4,98A

Dari pengambilan data pada Tabel 4.14 dapat diketahui bahwa rata-rata nilai dari arus gangguan berbeda setiap jaraknya. Jarak dari terjadinya gangguan sangat mempengaruhi besarnya arus hubung singkat yang terjadi. Semakin besar arus gangguan maka sumber terjadinya gangguan makin dekat. Sedangkan untuk jenis gangguan berpengaruh pada jumlah fasa yang mengalami kenaikan arus dari arus nominalnya atau arus normal yang mengalir pada jaringan.

Pengujian modul gangguan ini dilakukan untuk mencari nilai arus yang mengalir dan juga tegangan yang terdapat pada modul gangguan serta beban yang dipakai. Pengujian ini diperlukan agar kita dapat menganalisa kerja modul gangguan agar sesuai dengan rancangan dan siap dilakukan pengujian keseluruhan sistem. Modul gangguan ini menggunakan resistor $0,33\Omega$ berjumlah 12 buah yang disertai 4 buah per fasa untuk mewakili jarak 4KM. Kemudian beban yang digunakan ialah 3 buah lampu *halogen* 130 Watt, untuk yang digunakan adalah jenis MCB 3 fasa dengan nominal arus 6A. Skema pengujian rangkaian dapat dilihat pada Gambar 4.23.

4.10 Pengujian Keseluruhan

Pengujian alat secara keseluruhan dilakukan oleh Fabriansyah Aprilya N.Y dan Yuliana Putri A., pengujian seluruh koordinasi dari semua sensor yang digunakan, prototipe jaringan dan tampilan pada *smartphone*. Sistem alat ini menggunakan jaringan tiga fasa dengan indikator berupa tiga buah lampu sebesar 15 Watt pada tiap fasa R, S, dan T. Pengujian sistem secara keseluruhan dilaksanakan pada :

Waktu : Selasa, 18 Juli 2017, 02.00 WIB

Tempat : Laboratorium Tegangan Tinggi, Teknik Elektro ITS

Prosedur pengujian dari keseluruhan Alat adalah pertama menghubungkan *powerbank* pada Arduino Uno, kedua pastikan LCD sudah menampilkan informasi tanggal, bulan, tahun, jam dan menit, besar tegangan antar fasa dan besar arus. Ketiga sambungkan

sumber *output* trafo 12V ke *input* panel *box*, keempat sambungkan *output* panel *box* pada *input* simulator gangguan antar fasa, kelima nyalakan sumber tiga fasa, keenam nyalakan MCB yang terdapat pada simulator gangguan, terakhir nyalakan saklar gangguan fasa RS, ST dan RT secara bergantian. Sistem akan menampilkan besar arus dan tegangan dalam keadaan normal (tidak ada hubung singkat dua fasa), tampilan tanggal dan waktu *real time* pada LCD untuk status normal fasa RS,ST&RT pada LCD seperti pada Gambar 4.24. Pengujian yang dilakukan adalah hubung singkat dua fasa.



Gambar 4.24 Tampilan Arus Dan Tegangan Dalam Keadaan Normal (Tidak Ada Hubung Singkat Dua Fasa)

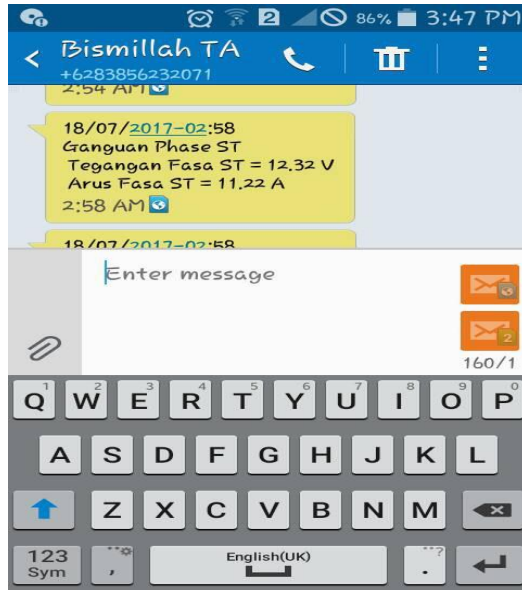
Hubung singkat pada fasa S dan fasa T, pengujian kondisi ini dilakukan dengan menekan saklar 1, hasil pengujian pada saklar 1 dapat dilihat pada *smartphone* beserta tampilan pada LCD ketika terjadi gangguan Gambar 4.25, Gambar 4.26 dan Gambar 4.27.



Gambar 4.25 Nilai Arus dan Tegangan Saat Terjadi Hubung Singkat Fasa S dan T



Gambar 4.26 Tampilan pada LCD Saat Terjadi Hubung Singkat Fasa S dan T



Gambar 4.27 Informasi pada *Smartphone* Saat Terjadi Hubung Singkat Fasa S dan T

Tampilan pada layar LCD ketika hubung singkat pada fasa S dan fasa T akan menampilkan nilai tegangan seperti pada Gambar 4.25. Ketika lampu indikator fasa S dan T mati, selanjutnya layar LCD akan menampilkan tulisan *send message* seperti pada Gambar 4.26 kemudian setelah 3 detik dari munculnya tulisan *send message* sms besar tegangan fasa S dan T dan arus gangguan akan masuk ke *smartphone*, arus dan tegangan S dan T sebesar 11,2A dan 12,32V seperti pada Gambar 4.27.

Hubung singkat pada fasa R dan fasa S, pengujian kondisi ini dilakukan dengan cara menekan saklar 2, hasil pengujian pada saklar 2 dapat dilihat pada *smartphone* beserta tampilan pada LCD ketika terjadi gangguan Gambar 4.28, Gambar 4.29 dan Gambar 4.30.



Gambar 4.28 Nilai Arus dan Tegangan Saat Terjadi Hubung Singkat Fasa R dan S



Gambar 4.29 Tampilan pada LCD Saat Terjadi Hubung Singkat Fasa R dan S



Gambar 4.30 Tampilan Informasi pada *Smartphone* Saat Terjadi Hubung Singkat Fasa R dan S

Tampilan pada layar LCD ketika hubung singkat pada fasa R dan S akan menampilkan nilai tegangan seperti pada Gambar 4.28. Ketika lampu indikator fasa R dan fasa S mati, layar LCD akan menampilkan tulisan *send message* seperti pada Gambar 4.29 kemudian setelah 3 detik munculnya tulisan *send message*, sms akan masuk ke *smartphone* dengan informasi fasa yang mengalami gangguan serta besar arus dan tegangan fasa R dan S sebesar 8,20A dan 12,36V seperti pada Gambar 4.30.

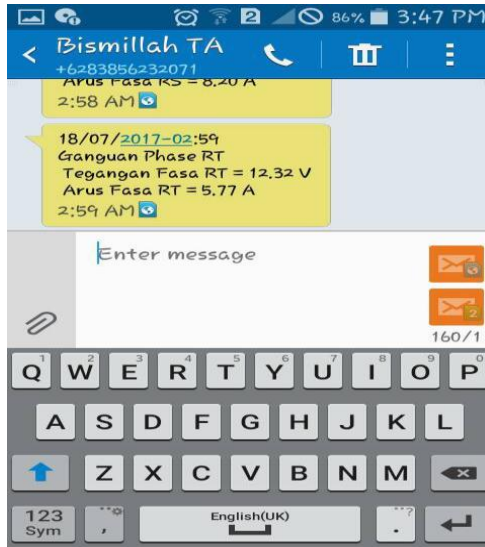
Hubung singkat pada fasa R dan fasa T, pengujian kondisi ini dilakukan dengan menekan saklar 4, hasil pengujian pada saklar 4 dapat dilihat pada *smartphone* beserta tampilan pada LCD ketika terjadi gangguan Gambar 4.31, Gambar 4.32 dan Gambar 4.33.



Gambar 4.31 Nilai Arus dan Tegangan Saat Terjadi Hubung Singkat Fasa R dan T



Gambar 4.32 Tampilan pada LCD Saat Terjadi Hubung Singkat Fasa R dan T



Gambar 4.33 Tampilan Informasi pada *Smartphone* Saat Terjadi Hubung Singkat Fasa R dan T

Tampilan pada layar LCD ketika hubung singkat fasa R dan T akan menampilkan informasi nilai tegangan seperti pada Gambar 4.31. Ketika lampu indikator fasa R dan T mati layar LCD akan menampilkan tulisan *send message* seperti pada Gambar 4.32 setelah 3 detik munculnya *send message*, sms akan masuk ke *smartphone* berupa informasi fasa yang mengalami hubung singkat serta nilai arus dan tegangan fasa R dan T sebesar 5,77A dan 12,32V seperti pada Gambar 4.33.

Berdasarkan pada pengujian alat keseluruhan tersebut telah didapatkan hasil pengujian alat keseluruhan yang cukup baik. Sensor tegangan dapat membaca *drop* tegangan yang terjadi sesaat ketika ada gangguan sebelum *trip*-nya MCB. Data gangguan dapat dikirimkan melalui SMS dan bisa diterima pada *smartphone*.

4.11 Analisa Relevansi

Alat ini merupakan prototipe dari peralatan yang ada pada jaringan distribusi listrik. Untuk bisa diimplementasikan ke jaringan listrik yang sebenarnya memerlukan analisa penggunaan komponen pengganti yang sesuai terutama untuk pengembangan sistem pelaporan Tegangan saat terjadi hubung singkat dua fasa pada jaringan distribusi 20KV.

Jika alat ini digunakan pada sumber penyulang yang memiliki banyak cabang, maka dapat dimanfaatkan sebagai pendeteksi lokasi hubung singkat dua fasa pada sistem distribusi jaringan tegangan menengah. Dalam penerapan sistem jaringan distribusi yang sesungguhnya dimana PMT yang digunakan menggunakan prinsip waktu sehingga akurasi yang didapatkan dapat lebih baik.

Diharapkan setelah alat ini dapat diterapkan pada sistem distribusi yang sesungguhnya mampu untuk mempermudah kinerja PLN dalam menangani hubung singkat 2 fasa.

BAB V

PENUTUP

Dari pembuatan ” Rancang Bangun Sistem Pelaporan Arus dan Tegangan saat Terjadi Hubung Singkat Antar Fasa pada Jaringan Distribusi 20KV Berbasis *Smartphone*” dan pengujian dari perangkat keras (*hardware*) hingga perangkat lunak (*software*) dapat ditarik kesimpulan dan saran sebagai berikut.

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari Tugas Akhir dengan judul Rancang Bangun Sistem Pelaporan Arus dan Tegangan saat Terjadi Hubung Singkat Antar Fasa pada Jaringan Distribusi 20KV Berbasis *Smartphone* adalah :

1. SIM800L akan mengirimkan sms ke *smartphone* saat arus yang terbaca melebihi 3A.
2. Pada saat gangguan di fasa RS arus yang terbaca sensor sebesar 8,20A dan tegangan yang terbaca sensor sebesar 12,36V.
3. Pada saat gangguan di fasa ST arus yang terbaca sensor sebesar 11,2A dan tegangan yang terbaca sensor sebesar 12,32V.
4. Pada saat gangguan di fasa RT arus yang terbaca sensor sebesar 5,77A dan tegangan yang terbaca sensor sebesar 12,32V.
5. Indikator merah dan indikator kuning akan mati jika terjadi gangguan RS.
6. Indikator kuning dan hijau akan mati jika terjadi gangguan ST.
7. Indikator merah dan hijau akan mati jika terjadi gangguan RT.

5.2 Saran

Untuk pengembangan alat selanjutnya sebaiknya modul GSM SIM 800L dilengkapi fitur yang bisa mengamati apakah pulsa yang ada dimodul GSM SIM 800L masih ada atau tidak, sehingga tidak repot untuk pasang lepas *simcard* untuk mengecek dan bisa dikembangkan untuk gangguan 3 fasa.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR PUSTAKA

- [1],**Buku 1 Kriteria Disain Enjinering Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik**, PT PLN (Persero), Jakarta, 2010.
- [2] Wahyudi, SN, **Proteksi Sistem Disribusi Tenaga Listrik**, Garamond, Depok, 2012
- [3] Suswanto, D., **Sistem Distribusi Tenaga Listrik**, Teknik Elektro Universitas Negeri Padang, Padang, 2009.
- [4] Syahwil, Muhammad. **Panduan Mudah Simulasi & Praktek Mikrokontroler Arduino**". Yogyakarta, 2013.
- [5],**DS1302: Extremely Accurate I2Cintegrated RTC/TCXO/Crystal, Datasheet**,Maxim Integrated Products, Inc.,2015.
- [6],**Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor**, Datasheet,Allegro Microsystem, Worcester, 2012.
- [7],**Pembagi Tegangan (Voltage Deider)** <http://elektronika-dasar.web.id/pembagi-tegangan-voltage-divider/> (diakses tanggal 27 Desember 2016), 2012
- [8],**16 x 2 Character LCD, Datasheet**,Vishay, 2002
- [9],**IComSat v1.1-SIM800L GSM/GPRS shield, Datasheet**,Iteadstudio, 2011.
- [10],**Datasheet LM2596N, 2000, Dual Full-Bridge Driver**, STMicroelectronics Group Of Companies, <http://www.alldatasheet.com/> (Diakses 03 April 2017)

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

LAMPIRAN A

A.1. Listing Program pada Arduino

```
#include <LiquidCrystal.h>
#include <SoftwareSerial.h>
LiquidCrystal LCD(7, 6, 5, 4, 3, 2); //RS E D4 D5 D6 D7
SoftwareSerial sim800(8,9);

#define AmpPin1 A0
#define AmpPin2 A1
#define AmpPin3 A2
#define VltPin1 A3
#define VltPin2 A4
#define VltPin3 A5
#define ind1 10
#define ind2 11
#define ind3 12

boolean parseRTC = false; String inString=""; int h,m,dd,mm,yy;
float RawCurrentIn,VRMS, CurrentCount,AmpsRMS,
Arus1,Arus2,Arus3;
float RawVoltIn, vADC1,vADC2,vADC3,vAC, Fasa1,Fasa2, Fasa3;
int currentOverLoad = 3; //Set Poin Overload current
int phase = 0;
boolean msg1 = false;
boolean msg2 = false;
boolean msg3 = false;
int sendMsg1 = 0;
int sendMsg2= 0;
int sendMsg3 = 0;
boolean messages = false;
char buff_date[20] = "";
char buff_clock[20] = "";
char buff_msg[100] = "";
unsigned long previousMillis = 0;
unsigned long currentMillis = 0;

void setup(){
LCD.begin(16,2);
```

```

sim800.begin(9600);
//Inisialis Input
pinMode(AmpPin1,INPUT);
pinMode(AmpPin2,INPUT);
pinMode(AmpPin3,INPUT);
pinMode(VltPin1,INPUT);
pinMode(VltPin2,INPUT);
pinMode(VltPin3,INPUT);
//indikator
digitalWrite(ind1,HIGH);
digitalWrite(ind2,HIGH);
digitalWrite(ind3,HIGH);
Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  currentMillis = millis();
  Fasa1 = countVlt1(VltPin1);
  Fasa2 = countVlt2(VltPin2);
  Fasa3 = countVlt3(VltPin3);

  Arus1 = countAmps(AmpPin1);
  Arus2 = countAmps(AmpPin2);
  Arus3 = countAmps(AmpPin3);

  //check_fasa(Fasa1,Fasa2,Fasa3);
  displayLCD(Fasa1, Fasa2, Fasa3, Arus1, Arus2, Arus3);
  currentCheck(Fasa1, Fasa2, Fasa3,Arus1, Arus2, Arus3);
  Serial.println("Arus R = " +String(Arus1)+ " A" + " - Arus S = "
+String(Arus2)+ " A" + " - Arus T = " +String(Arus3)+ " A");
}
void currentCheck(float v1, float v2, float v3, float i1, float i2, float
i3)
{
  float i_rata1 = 0;
  float i_rata2 = 0;
  float i_rata3 = 0;
  if (i1 > currentOverLoad){msg1 = true;}

```

```

else if (i1 < currentOverLoad){ sendMsg1= 0;}

if (i2 > currentOverLoad){ msg2 = true;}
else if (i2 < currentOverLoad){ sendMsg2= 0;}

if (i3 > currentOverLoad){ msg3 = true;}
else if (i3 < currentOverLoad){ sendMsg3= 0;}

if(msg1 == true && msg2 == true)
{
while(sendMsg1 == 0 && sendMsg2 == 0)
{
phase = 12;
ind12();
delay(3000);
i_rata1 =(i1+i2)/2;
SendMessages(phase,v1,i_rata1);
sendMsg1 = 1; sendMsg2 = 1; delay(50);
}
msg1 = false; msg2 = false;
delay(50);
}

else if(msg2 == true && msg3 == true)
{
while(sendMsg2 == 0 && sendMsg3 == 0)
{
phase = 23;
ind23();
delay(3000);
i_rata2 = (i2+i3)/2;
SendMessages(phase,v2,i_rata2);
sendMsg2 = 1; sendMsg3 = 1; delay(50);
}
msg2 = false; msg3 = false;
delay(50);
}
else if(msg1 == true && msg3 == true)
{

```

```

while(sendMsg1 == 0 && sendMsg3 == 0)
{
  phase = 13;
  ind13();
  delay(3000);
  i_rata3 = (i1+i3)/2;
  SendMessages(phase,v2,i_rata3);
  sendMsg1 = 1; sendMsg3 = 1; delay(50);
}
msg1 = false; msg3 = false;
delay(50);
}
}

```

```

float countAmps(int ampPin)
{
  int sampleDuration = 100;
  int sampleCount = 0;
  unsigned long rSquaredSum = 0;
  int rawZero = 509;
  uint32_t startTime = millis();
  while((millis()-startTime) < sampleDuration)
  {
    RawCurrentIn = analogRead(ampPin) - rawZero;
    rSquaredSum += RawCurrentIn * RawCurrentIn;
    sampleCount++;
  }
  VRMS = 5.0 * sqrt(rSquaredSum / sampleCount) / 1024.0;
  AmpsRMS = VRMS * 10.0; //5A = 18.5 ; 20A = 10.0 ; 30A = 6.6
  AmpsRMS = AmpsRMS - 0.10;
  if (AmpsRMS > 20) {AmpsRMS=20;}
  else if (AmpsRMS < 0.20) {AmpsRMS = 0;}
  //Serial.println("Vrms : "+ String(VRMS) + " ---"+" Real Current :
"+ String(AmpsRMS)+" A" );
  return AmpsRMS;
}

```

```

float countVlt1(int vltPin)
{

```

```

int sampleDuration = 100;
int sampleCount = 0;
RawVoltIn = 0;
uint32_t startTime = millis();
while((millis()-startTime) < sampleDuration)
{
    RawVoltIn += analogRead(vltPin);
    sampleCount++;
}
vADC1 = ((RawVoltIn/sampleCount)*0.0114)+0.7744;
if (vADC1==0.7744) {vADC1=0;}
//Serial.println("Tegangan Fasa 1 : "+ String(vAC)+" ---"+" vADC
: "+ String(RawVoltIn/sampleCount));
return vADC1;
}

```

```

float countVlt2(int vltPin)
{
    int sampleDuration = 100;
    int sampleCount = 0;
    RawVoltIn = 0;
    uint32_t startTime = millis();
    while((millis()-startTime) < sampleDuration)
    {
        RawVoltIn += analogRead(vltPin);
        sampleCount++;
    }
    vADC2 = ((RawVoltIn/sampleCount)*0.0114)+0.6612;
    if (vADC2==0.6612) {vADC2=0;}
    //Serial.println("Tegangan Fasa 1 : "+ String(vAC)+" ---"+" vADC
: "+ String(RawVoltIn/sampleCount));
    return vADC2;
}

```

```

float countVlt3(int vltPin)
{
    int sampleDuration = 100;
    int sampleCount = 0;
    RawVoltIn = 0;

```

```

uint32_t startTime = millis();
while((millis()-startTime) < sampleDuration)
{
    RawVoltIn += analogRead(vltPin);
    sampleCount++;
}
vADC3 = ((RawVoltIn/sampleCount)*0.0115)+0.6622;
if (vADC3==0.6622) {vADC3=0;}
//Serial.println("Tegangan Fasa 1 : "+ String(vAC)+" ---"+" vADC
: "+ String(RawVoltIn/sampleCount));
return vADC3;
}
void ind12()
{
digitalWrite(ind1,LOW);
digitalWrite(ind2,LOW);
digitalWrite(ind3,HIGH);
}

void ind23()
{
digitalWrite(ind1,HIGH);
digitalWrite(ind2,LOW);
digitalWrite(ind3,LOW);
}

void ind13()
{
digitalWrite(ind1,LOW);
digitalWrite(ind2,HIGH);
digitalWrite(ind3,LOW);
}
void SendMessages(int phase, float vP1, float iP1)
{
    LCD.clear();
    LCD.setCursor(0,0); LCD.print("Send Messages..");
    sprintf(buff_date,"%02d/%02d/%04d-
%02d:%02d\n",dd,mm,yy,h,m);
    if(phase == 12)

```



```

    {
        sprintf(buff_msg,"Gangguan Phase RS\n Tegangan Fasa RS =
%d.%02d  V\n  Arus  Fasa  RS  =  %d.%02d
A",(int)vP1,(int)(vP1*100)%100,(int)iP1,(int)(iP1*100)%100);
    }
    else if(phase == 23)
    {
        sprintf(buff_msg,"Gangguan Phase ST\n Tegangan Fasa ST =
%d.%02d  V\n  Arus  Fasa  ST  =  %d.%02d
A",(int)vP1,(int)(vP1*100)%100,(int)iP1,(int)(iP1*100)%100);
    }
    else if(phase == 13)
    {
        sprintf(buff_msg,"Gangguan Phase RT\n Tegangan Fasa RT =
%d.%02d  V\n  Arus  Fasa  RT  =  %d.%02d
A",(int)vP1,(int)(vP1*100)%100,(int)iP1,(int)(iP1*100)%100);
    }

    sim800.println("AT+CMGF=1");
    delay(1000);
    sim800.print("AT+CMGS=\"087853261936\"\r\n");
    delay(1000);
    sim800.write(buff_date);
    sim800.write(buff_msg);
    sim800.write((byte)26);
    delay(1000);
    LCD.clear();
}
void serialEvent()
{
    while(Serial.available() > 0)
    {
        char inChar = (char)Serial.read();
        inString += inChar;
        if(inChar == '\n') { Serial.println(inChar); parseRTC = true; }
    }

    if(parseRTC)
    {

```

```

//Format Serial : ddmmyyyyhhmm
dd = inString.substring(0,2).toInt();
mm = inString.substring(2,4).toInt();
yy = inString.substring(4,8).toInt();
h = inString.substring(8,10).toInt();
m = inString.substring(10,12).toInt();
inString = "";
parseRTC = false;
}

}

void displayLCD(float v1, float v2, float v3, float i1, float i2, float
i3)
{
int tdps1 = 5000; // panjang waktu tampilan pertama
int tdps2 = 10000; // panjang waktu tampilan kedua
int tdps3 = 15000; // panjang waktu tampilan ketiga
int tdps4 = 20000; // panjang waktu tampilan keempat

if ( currentMillis - previousMillis < tdps1) {display1(v1, i1);
labelVI();}
else if (currentMillis - previousMillis > tdps1 && currentMillis -
previousMillis < tdps2) {display2(v2,i2);}
else if (currentMillis - previousMillis > tdps2 && currentMillis -
previousMillis < tdps3) {display3(v3,i3);}
else if (currentMillis - previousMillis > tdps3 && currentMillis -
previousMillis < tdps4) {LCD.clear(); display4(dd,mm,yy,h,m);}
else if (currentMillis - previousMillis > tdps4){previousMillis =
currentMillis; LCD.clear();}
}

void labelVI()
{
LCD.setCursor(15,0); LCD.print("V");
LCD.setCursor(15,1); LCD.print("A");
}
void display1(float v1,float i1)
{
LCD.setCursor(0,0); LCD.print("VR&VS : " +String(v1));
}

```

```

    LCD.setCursor(0,1); LCD.print("IR  : " +String(i1));
}
void display2(float v2,float i2)
{
    LCD.setCursor(0,0); LCD.print("VS&VT : " +String(v2));
    LCD.setCursor(0,1); LCD.print("IS  : " +String(i2));
}
void display3(float v3,float i3)
{
    LCD.setCursor(0,0); LCD.print("VT&VR : " +String(v3));
    LCD.setCursor(0,1); LCD.print("IT  : " +String(i3));
}

void display4(int d,int m,int y, int hr, int mn)
{
    sprintf(buff_date, "%02d/%02d/%04d",d,m,y);
    sprintf(buff_clock,"%02d:%02d ",hr,mn);
    LCD.setCursor(3,0); LCD.print(buff_date);
    LCD.setCursor(5,1); LCD.print(buff_clock);
}

```

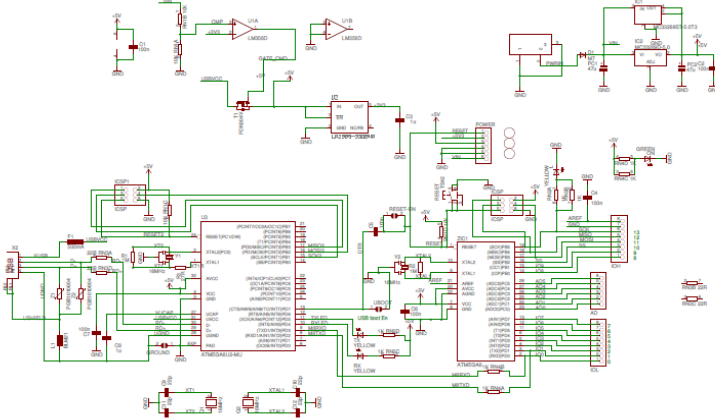
-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

LAMPIRAN B

B.1 DATASHEET ARDUINO UNO

Arduino™ UNO Reference Design

Reference Design and PCB layout are provided as a guide only. All Arduino components are subject to availability, express or implied, without warranty, and are not intended for use in any application where safety or reliability is of paramount importance. The Customer shall be responsible for the design and testing of any hardware or software developed using the Arduino™ UNO Reference Design. The Customer shall be responsible for the design and testing of any hardware or software developed using the Arduino™ UNO Reference Design. The Customer shall be responsible for the design and testing of any hardware or software developed using the Arduino™ UNO Reference Design.



Technical Specification



EAGLE files: <http://arduino.cc/en/Docs/uno-design.zip> Schematic: <http://arduino.cc/en/Schematic>

Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

the board

Power

The Arduino Uno can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The Atmega328 has 32 KB of flash memory for storing code (of which 0,5 KB is used for the bootloader); it has also 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial:** 0 (RX) and 1 (TX). Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts:** 2 and 3. These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM:** 3, 5, 6, 9, 10, and 11. Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI:** 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language.
- **LED:** 13. There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

The Uno has 6 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though is it possible to change the upper end of their range using the AREF pin and the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- I²C: 4 (SDA) and 5 (SCL). Support I²C (TWI) communication using the [Wire library](#).

There are a couple of other pins on the board:

- AREF. Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- Reset. Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See also the [mapping between Arduino pins and Atmega328 ports](#).

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

B.2 DATASHEET LM2596



LM2596 3A Step-Down Voltage Regulator

GENERAL DESCRIPTION

The LM2596 series of regulators are monolithic integrated circuits that provide all the active ingredients for a step-down, fixed-voltage regulator, capable of driving a 3A load with excellent line and load regulation. These devices are available in fixed output voltages of 1.2V, 1.5V, 1.8V, and in internally-capped versions.

Requiring a minimum number of external components, these regulators are simple to use and include internal frequency-compensation, and a fold-back frequency oscillator.

The LM2596 series operates at a switching frequency of 150 kHz for maximum smaller sized electrolytic capacitors that are used for output, with lower frequency switching capacitors available in a standard 5-pin TO-18 package with several different load-handling options, and a folded TO-263 surface-mount package.

A standard series of regulators are available from several different manufacturers optimized for use with the LM2596 series. This feature permits comparison of the design of various manufacturers.

Other features include a guaranteed 47% efficiency on output voltage under specified input voltage and current load conditions, and 1.7% on the regulator frequency. Thermal shutdown is included, limiting regulator hot spot temperature, and protection features include a fold-back frequency current limit for the output switch and an over-current shutdown for complete protection under fault conditions.

FEATURES

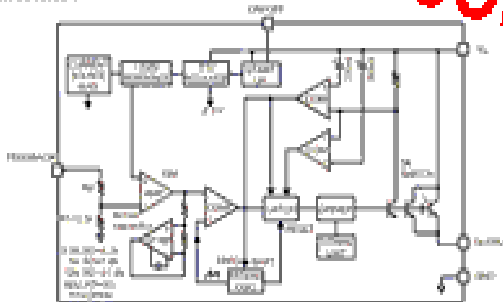
- 1.2V, 1.5V, 1.8V, and internally-capped versions
- Adjustable output current-voltage range, 1.7V to 15V
- 3A maximum output and load conditions
- Available in TO-18 and TO-263 packages
- Guaranteed 3A output load current
- Output voltage steps up to 40V
- Requires only 4 external components
- Excellent line and load regulation specifications
- 150 kHz fixed frequency internal oscillator
- 47% efficiency capability
- Low quiescent standby mode, I_q typically 40 μ A
- High efficiency
- On-board overcurrent protection
- Thermal shutdown and current limit protection

APPLICATIONS

- Supply high efficiency step-down (buck) regulator
- Precise fixed voltage regulators
- Positive to negative converter



BLOCK DIAGRAM



-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

B.3 DATASHEET ACS712

ACS712

Full Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC
with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

COMMON OPERATING CHARACTERISTICS¹ over full range of T_A , $C_F = 1\text{ nF}$, and $V_{CC} = 5\text{ V}$, unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
ELECTRICAL CHARACTERISTICS						
Supply Voltage	V_{CC}		4.5	5.0	5.5	V
Supply Current	I_{CC}	$V_{CC} = 5.0\text{ V}$, output open	–	10	13	mA
Output Capacitance Load	C_{LOAD}	V _{OUT} to GND	–	–	10	nF
Output Resistive Load	R_{LOAD}	V _{OUT} to GND	4.7	–	–	kΩ
Primary Conductor Resistance	$R_{PRIMARY}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$	–	1.2	–	mΩ
Rise Time	t_r	$I_p = I_p(\text{max})$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $C_{OUT} = \text{open}$	–	3.5	–	μs
Frequency Bandwidth	f	-3 dB, $T_A = 25^\circ\text{C}$; I_p is 10 A peak-to-peak	–	80	–	kHz
Nonlinearity	E_{NL}	Over full range of I_p	–	1.5	–	%
Symmetry	E_{SYM}	Over full range of I_p	98	100	102	%
Zero Current Output Voltage	$V_{I(OUT)(0)}$	Bidirectional; $I_p = 0\text{ A}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$	–	$V_{CC} \times 0.5$	–	V
Power-On Time	t_{PO}	Output reaches 90% of steady-state level, $T_J = 25^\circ\text{C}$, 20 A present on leadframe	–	35	–	μs
Magnetic Coupling ²			–	12	–	G/A
Internal Filter Resistance ³	$R_{F(REF)}$			1.7		kΩ

¹Device may be operated at higher primary current levels, I_p , and ambient, T_A , and internal leadframe temperatures, T_J , provided that the Maximum Junction Temperature, $T_{J(\text{max})}$, is not exceeded.

²1 G = 0.1 mT.

³ $R_{F(REF)}$ forms an RC circuit via the FILTER pin.

COMMON THERMAL CHARACTERISTICS¹

Operating Internal Leadframe Temperature	T_A	E range	Min.	Typ.	Max.	Units
			-40	–	85	$^\circ\text{C}$
Junction-to-Lead Thermal Resistance ²	$R_{\theta JL}$	Mounted on the Allegro ASEK 712 evaluation board			5	$^\circ\text{C/W}$
Junction-to-Ambient Thermal Resistance	$R_{\theta JA}$	Mounted on the Allegro 85-0322 evaluation board, includes the power consumed by the board			23	$^\circ\text{C/W}$

¹Additional thermal information is available on the Allegro website.

²The Allegro evaluation board has 1500 mm² of 2 oz. copper on each side, connected to pins 1 and 2, and to pins 3 and 4, with thermal vias connecting the layers. Performance values include the power consumed by the PCB. Further details on the board are available from the Frequently Asked Questions document on our website. Further information about board design and thermal performance also can be found in the Applications Information section of this datasheet.



Allegro MicroSystems, LLC
155 North Street, East
Worcester, Massachusetts 01615-0030 U.S.A.
1.508.853.3030; www.allegromicro.com

4

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

B.4 DATASHEET DS 1302



DS1302 Trickle-Charge Timekeeping Chip

www.maxim-ic.com

FEATURES

- Real-Time Clock Counts Seconds, Minutes, Hours, Date of the Month, Month, Day of the Week, and Year with Leap-Year Compensation Valid Up to 2100
- 31 x 8 RAM for Scratchpad Data Storage
- Serial I/O for Minimum Pin Count
- 2.0V to 5.5V Full Operation
- Uses Less than 300nA at 2.0V
- Single-Byte or Multiple-Byte (Burst Mode) Data Transfer for Read or Write of Clock or RAM Data
- 8-Pin DIP or Optional 8-Pin SO for Surface Mount
- Operates from -40°C to +85°C
- DS1302 Compatible
- Underwriters Laboratory (UL) Recognized

ORDERING INFORMATION

PART	TEMP RANGE	PIN PACKAGE	TOP MARK*
DS1302	0°C to +70°C	8 PDIP (300 mils)	DS1302
DS1302*	0°C to +70°C	8 PDIP (300 mils)	DS1302
DS1302N	-40°C to +85°C	8 PDIP (300 mils)	DS1302
DS1302N*	-40°C to +85°C	8 PDIP (300 mils)	DS1302
DS1302S	0°C to +70°C	8 SO (308 mils)	DS1302S
DS1302S*	0°C to +70°C	8 SO (308 mils)	DS1302S
DS1302SN	-40°C to +85°C	8 SO (308 mils)	DS1302S
DS1302SN*	-40°C to +85°C	8 SO (308 mils)	DS1302S
DS1302Z	0°C to +70°C	8 SO (190 mils)	DS1302Z
DS1302Z*	0°C to +70°C	8 SO (190 mils)	DS1302Z
DS1302ZN	-40°C to +85°C	8 SO (190 mils)	DS1302ZN
DS1302ZN*	-40°C to +85°C	8 SO (190 mils)	DS1302ZN
DS1302S-16	0°C to +70°C	16 SO (300 mils)	DS1302S-16
DS1302SN-16	-40°C to +85°C	16 SO (300 mils)	DS1302S-16

* Denotes a lead-free/(Pb)-compliant device.
 * An N anywhere on the top mark indicates an industrial temperature grade device. A + anywhere on the top mark indicates a lead-free device.

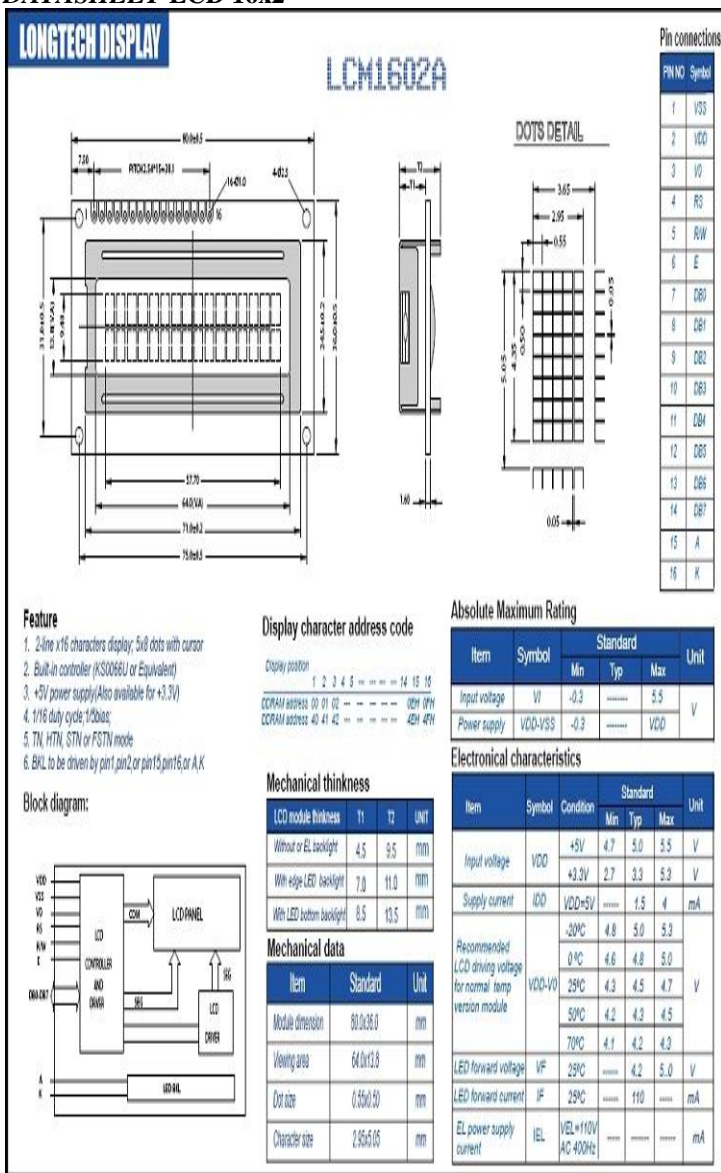
PIN CONFIGURATIONS



Note: Some revisions of this device may incorporate deviations from published specifications known as errata. Multiple revisions of any device may be simultaneously available through various sales channels. For information about device errata, visit www.maxim-ic.com/errata.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

B.5 DATASHEET LCD 16x2



-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Fabriansyah Aprilya Natha Yusufy
TTL : Surabaya, 20 April 1996
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat Rumah : Bulak Cumpat Barat 2 No. 52 Surabaya
No. HP : 081249017988
Email : fabriansyah.aprilya@gmail.com
Hobi : Futsal, Sepak Bola

RIWAYAT PENDIDIKAN

- 2002-2008 : SDN Tanah Kali Kedinding 1/251 Surabaya
- 2008-2011 : SMPN 31 Surabaya
- 2011-2014 : SMAN 8 Surabaya
- 2014-sekarang : Program Studi Elektro Industri Departemen Teknik Elektro Otomasi Fakultas Vokasi ITS

PENGALAMAN KERJA PRAKTEK :

- PT.PLN Area Surabaya Utara
- PT.PLN Rayon Embong Wungu

PENGALAMAN KEPANITIAAN

- Staff Sie Aacara FTI LKMM Pra TD FTI ITS 2015
- Kakak Pendamping Gerigi ITS 2016
- Staff Sie Acara FOG 2015

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Yuliana Putri Anggraini
TTL : Lumajang, 12 Juli 1996
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Alamat Rumah : Perum BSA Jl. Kemuning I Blok
P.2
No. HP : 087853261936
Email : yulianaputri1224@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

- 2002-2008 : SDN Kolor Sumenep
- 2008-2011 : SMPN 1 Sumenep
- 2011-2014 : SMAN 1 Sumenep
- 2014-sekarang : Program Studi Elektro Industri Departemen Teknik Elektro Otomasi Fakultas Vokasi ITS

PENGALAMAN KERJA PRAKTEK :

- PT.PLN Rayon Sumenep
- PT.PLN Area Pamekasan

PENGALAMAN KEPANITIAAN

- Staff Sie Acara FTI LKMM Pra TD FTI ITS 2015
- Staff Sie *Sponsorship AYCF (Asean Youth Collaboration Festival) 2015*
- Staff Sie *SC Line Tracer Micro IARC 2015*
- Staff Sie Sekretaris IARC 2016

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----