

**TUGAS AKHIR**

**IMPLEMENTASI ARDUINO SEBAGAI MEDIA SISTEM  
KONTROL PENGAMAN ARUS LEBIH**

*Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Sebagai Persyaratan Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik (S.T) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Oleh:**

**DIFLAIZAR**  
**NPM : 1307220069**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2017**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR**  
**"IMPLEMENTASI ARDUINO SEBAGAI MEDIA SISTEM KONTROL**  
**PENGAMAN ARUS LEBIH"**

*Disajikan untuk memenuhi tugas-tugas dan syarat-syarat untuk memperoleh  
 gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro  
 Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh :**

**DIFLAIZAR**  
**NPM : 1307220069**

Telah Diuji dan Disahkan Pada Tanggal  
 11 Oktober 2017

Pembimbing I

(Dr. Ir. Suwarno, M.T.)

Pembimbing II

(Solly Aryza Lubis, S.T., M.Eng.)

Penguji I

(Arwan Hasibuan, S.T., M.T.)

Penguji II

(Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T.)

Diketahui dan Disahkan  
 Program Studi Teknik Elektro  
 Ketua,

(Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T.)

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2017**

**SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Diflaizar  
NPM : 1307220069  
Tempat/TglLahir : Medan / 09 Oktober 1995  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas akhir (skripsi) saya ini yang berjudul : **"Implementasi Arduino Sebagai Media Sistem Kontrol Pengaman Arus Lebih"**

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena berhubungan material maupun non material, ataupun segala kemungkinan lain yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia di proses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakan integritas Akademik di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 11 Oktober 2017

Saya yang menyatakan



(DIFLAIZAR)

## ABSTRAK

*Transformator atau trafo adalah alat listrik melalui gandengan magnet memindahkan daya listrik dari suatu rangkaian ke rangkaian lainya dengan frekuensi yang sama. Tegangan dapat dinaikan atau diturunkan sesuai dengan besar kecilnya arus yang mengalir dalam rangkaian. Transformator digunakan secara luas, baik dalam bidang tenaga listrik maupun elektronika. Penggunaan transformator dalam sistem tenaga listrik yaitu untuk menaikkan tegangan dari pembangkit listrik, untuk di transmisikan. Transformator juga dipakai untuk menurunkan tegangan listrik akan di distribusikan. Tenaga listrik mempunyai peranan penting bagi kehidupan sehari-hari bagi semua orang, namun kebutuhan tenaga listrik saat ini sering mengalami kendala-kendala akibat pengguna tenaga listrik terlalu berlebihan yang dapat mengakibatkan overload tegangan sehingga dapat mengakibatkan kerusakan pada trafo distribusi yang telah disiapkan oleh PLN, kerusakan yang terjadi pada trafo distribusi diakibatkan penggunaan listrik yang berlebih. Sistem detektor arus berlebih sangat membantu untuk mengamankan trafo distribusi dari beban yang berlebih. Keunggulan alat detektor arus berlebih adalah Penyampaian informasi penggunaan arus pada saat beban sudah 90% yang dikirim dengan menggunakan sms gateway. Detektor arus menggunakan sistem yang dapat diseting beban maksimal penggunaannya. Saat beban sudah lebih dari nilai settingan maka alat akan memutuskan beban agar trafo tidak rusak. Dengan alat detektor arus berlebih ini digunakan Arduino UNO sebagai contoh dari sensor arus dan relay beban dan menggunakan sms gateway yang digunakan sebagai media yang dapat mengirim sms informasi.*

**KATA KUNCI :** *Sensor arus Transformator CT, Trafo distribusi, Arduino Uno.*

## KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan sebatas ilmu dan kemampuan yang penulis miliki, sebagai tahap akhir dalam menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dengan perjuangan yang berat dan usaha serta diiringi do'a akhirnya penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **“IMPLEMENTASI ARDUINO SEBAGAI MEDIA SISTEM KONTROL PENGAMAN TRAFODISTRIBUSI”**.

Dalam penyusunan Skripsi penulis telah banyak menerima bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulisan dengan setulus hati mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Rahmatullah,S.T, M.Sc, sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Faisal Irsan Pasaribu,S.T, S.Pd, M.T, sebagai Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Partaonan Harahap,S.T, M.T, sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

4. Bapak Dr. Ir. Suwarno, M.T, sebagai dosen pembimbing I yang telah banyak memberi masukan, pengarahan, dan meluangkan waktu, tenaga, serta pikirannya dengan sabar dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.
5. Bapak Solly Aryza, S.T, M.Eng, sebagai dosen pembimbing II yang telah banyak memberi masukan, pengarahan, dan meluangkan waktu, tenaga, serta pikirannya dengan sabar dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.
6. Seluruh staf pengajar dan pegawai Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Kepada kedua orang tua penulis, Alm Bapak Fauzan Chaniago dan Ibunda Sri Hariyati, yang selalu mendukung dan mendoakan penulis agar selalu sehat semangat, dan telah banyak memberikan dukungan moral dan material yang tidak terhingga, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini. Menyelesaikan perkuliahan dan mendapatkan gelar sarjana seperti yang telah dicita-citakan, dan tanpa kedua orang tua penulis, penulis tidak akan mampu untuk menjadi seperti sekarang ini. Semoga Allah membalas semua kebaikan dan tiap tetes keringat mereka.
8. Kepada abangda penulis, Faisal Hariyanto, Hermansyah, Novri Wahyudi, Kakak penulis, Rina Novia Arizanna, A,md, Rini Novia Arizanni, A,md, Dan abang ipar penulis, Rudiansyah, S,Kom. Dan kakak ipar penulis, Rahmi Yanti, Sylvia Rahmadhani, S,Kom, Hera Astika, yang selalu mendukung dan mendoakan penulis agar selalu sehat semangat.

9. Kepada kekasih tercinta Uyun Maysyarah, S.S, yang selalu memberi semangat, motivasi, dukungan dan do'a, serta selalu menghibur penulis dalam suka maupun duka.
10. Kepada rekan-rekan juang Teknik Elektro angkatan 2013, terima kasih untuk pertemanan kita dan segala bantuannya selama lebih dari 4 tahun, maaf karena tidak dapat disebutkan satu-persatu. Dan kepada sahabat-sahabat terdekat penulis, Tri Gusti Imam Hutabarat, S.Pd, Nuzul Febri Koto, A.md. Khairul Fadli, S.T, yang selalu memberi semangat, bantuan tenaga dan nasihat serta menghibur satu sama lain.
11. Kepada abangda Sigintoro, A.md, Adi Putra, Arifin Abit, yang selalu memberi masukan, pengarahan, semangat, nasihat, maupun tenaga sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.
12. Dan untuk semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis sadar bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar dapat memperbaiki kesalahan pada masa mendatang. Akhir kata, penulis berharap kiranya skripsi ini bermanfaat bagi penulis sendiri dan khususnya bagi pembaca.

Medan,.....September 2017

Penulis,

**DIFLAIZAR**

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	I
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	II
<b>DAFTAR ISI</b> .....	III
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	IV
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	V
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan penelitian.....	3
1.5 Metode Penelitian.....	3
1.6 Sistematik Penulisan .....	3
 <b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Tranformator (Trafo).....	5
2.1.1 Pengertian Tranformator (Trafo).....	5
2.1.2 Bentuk dan Simbol .....	6
2.1.3 Prinsip Kerja Transformator (Trafo) .....	6
2.2 Inti Trafo.....	8
2.3 Trafo 1 Fhase.....	12
2.4 Trafo 3 Fhase.....	13
2.5 Bagian-Bagian Transformator .....	14

2.6	Arduino.....	20
2.7	Software Arduino IDE.....	22
2.8	Sensor Arus .....	23
2.9	Tombol (Push Botton).....	25
2.10	LCD (Liquid Cyrstal Display).....	26
2.10.1	Cara Kerja LCD.....	27
2.11	Buzzer (Alarm).....	28
2.12	Relay.....	29
2.12.1	Bentuk dan Simbol Relay.....	29
2.13	Lampu pijar .....	30

### **BAB III METEDOLOGI PENELITIAN**

3.1	Lokasi Penelitian .....	35
3.2	Jalannya Penelitian .....	35
3.3	Peralatan dan Bahan Penelitian .....	36
3.3.1	Bahan-Bahan Penelitian .....	36
3.3.2	Peralatan .....	37
3.4	Analisa Kebutuhan .....	37
3.4.1	Perancangan <i>Hardware</i> .....	38
3.4.2	<i>Software</i> .....	39
3.5	Perancangan Perangkat Keras .....	39
3.5.1	Perancangan I/O Sistem Minimum Arduino Uno R3 ATmega328 .....	40
3.5.2	Perancangan Rangkaian LCD (Liquid Crytal Display).....	40
3.5.3	Rangkaian Keseluruhan.....	41

3.6 <i>Flowchart</i> Sistem.....	42
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Pengujian Minimum Arduino Uno dengan LCD.....	44
4.2 Hasil Perancangan dan Pengujian.....	45
4.3 Analisa Perhitungan.....	52
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	53
5.2 Saran .....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 Bentuk dan Simbul Trafo .....	6
Gambar 2.2 Fluks Pada Transformator .....	8
Gambar 2.3 Board Arduino.....	21
Gambar 2.4 IDE Arduino Versi 1.6.4 .....	22
Gambar 2.5 Arduino IDE Versi 1.6.4 .....	23
Gambar 2.6 Bentuk Fisik LCD 16x2 .....	26
Gambar 2.7 Bentuk dan symbol relay .....	29
Gambar 2.8 Lampu pijar .....	30
Gambar 2.9 Bagian-bagian lampu pijar .....	32

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Pin-pin LCD .....	26
Tabel 2.2 Efisiensi Pencahayaan lampu pijar .....	34
Tabel 3.1 Jalannya Penelitian.....	35
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Alat Ukur Terhadap Relay.....	46
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Alat Ukur Terhadap Buzzer/alarm .....	47
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Alat Ukur Terhadap Tombol .....	48
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Alat Ukur Terhadap Arus beban.....	49

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Transformator atau trafo adalah alat listrik melalui gandengan magnet memindahkan daya listrik dari suatu rangkaian ke rangkaian lainya dengan frekuensi yang sama. Tegangan dapat dinaikan atau diturunkan sesuai dengan besar kecilnya arus yang mengalir dalam rangkaian. Transformator digunakan secara luas, baik dalam bidang tenaga listrik maupun elektronika. Penggunaan transformator dalam sistem tenaga listrik yaitu untuk menaikkan tegangan dari pembangkit listrik, untuk di transmisikan. Transformator juga dipakai untuk menurunkan tegangan listrik akan di distribusikan.

Transformator atau Trafo distribusi sering kita dengar terjadinya *overload* atau terjadinya trafo meledak dan melebihi kapasitas beban dimana trafo tersebut tidak bisa menampung kapasitas yang melebihi kapasitasnya. Pemadaman akibat adanya gangguan eksternal pada sistem tak bisa dihindari, tetapi hal ini dapat diminimal mungkin dengan sistem proteksi yang handal. Sistem proteksi bertujuan untuk mendeteksi terjadinya suatu gangguan dan secepat mungkin mengisolir bagian sistem yang terganggu tersebut agar tidak mempengaruhi keseluruhan sistem. Salah satu pengamanan di distribusi primer adalah penggunaan *over current relay* (OCR), relai proteksi ini sangat penting terutama untuk mengatasi terjadinya gangguan arus berlebih pada trafo distribusi. Untuk dapat membantu menyelesaikan masalah tersebut peneliti ingin

membuat sebuah aplikasi pembuatan sistem pengaman trafo distrisbusi dengan mode pengiriman sms berbasis arduino.

Aplikasi ini di rancang untuk pengaman trafo distribusi agar tidak terjadi nya *overload*, dimana peneliti merancang dan membuat sistem pengaman trafo distribusi dengan menggunakan sensor arus. Peneliti mencoba untuk mengembangkan dan menggunakan Sensor arus yang berfungsi untuk membaca penggunaan arus pada beban dan juga menggunakan arduino sebagai sistem utama yang memberi informasi penggunaan beban berupa pengiriman sms dan juga menggunakan relay sebagai pemutus jalur listrik ke beban.

Dengan pembuatan sistem pengaman trafo distribusi ini diharapkan dapat membantu menyelesaikan permasalahan yang ada. Berdasarkan uraian diatas maka peneliti akan membuat judul skripsi.

“Implementasi Arduino Sebagai Media Sistem Kontrol Pengaman Arus Lebih”

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang dibahas dalam skripsi ini adalah:

1. Bagaimana mengurangi tingkat kerusakan pada trafo distribusi.
2. Bagaimana membuat sistem arduino menjadi sistem yang dapat mengamankan trafo distribusi.

## **1.3 Batasan masalah**

Dalam penelitian ini permasalahan yang dibahas dibatasi pada:

1. Sistem menggunakan program bahasa C dengan *software* arduino IDE.
2. Sebagai beban yang digunakan adalah lampu pijar sebagai simulasi.
3. Dalam aplikasi ini menggunakan sumber tegangan dari pln 220 volt.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

1. Merancang alat untuk mengamankan trafo distribusi dari deteksi beban lebih dengan mode pengiriman sms berbasis arduino.
2. Mengurangi tingkat kerusakan yang terjadi pada trafo distribusi.
3. Mendeteksi arus lebih pada trafo distribusi.

#### **I.5 Metodologi Penelitian**

Metode penelitian terdiri atas :

1. Studi Literatur

Studi literatur ini dilakukan untuk menambah pengetahuan penulis dan untuk mencari referensi bahan dengan membaca literatur maupun bahan-bahan teori baik berupa buku, data dari internet (referensi trafo distribusi) .

2. *Study Prototype.*

Membuat Sistem Proteksi Trafo Distribusi Dengan Mode Pengiriman Sms Berbasis Arduino.

3. Pengujian dan analisis.

Pengujian merupakan untuk memperoleh data dari beberapa bagian perangkat keras dan perangkat lunak sehingga dapat diketahui apakah sudah dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Selain itu pengujian juga digunakan untuk mendapatkan hasil dan kemampuan kerja dari sistem.

#### **I.6 Sistematik Penulisan**

Skripsi ini tersusun atas beberapa bab pembahasan. Sistematika penulisan tersebut adalah sebagai berikut :

**BAB I : PENDAHULUAN**

Pada bab ini menguraikan secara singkat latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian, dan sistematik penulisan.

**BAB II : LANDASAN TEORI**

Dalam bab ini dijelaskan tentang teori-teori pendukung yang digunakan untuk pembahasan dari sistem proteksi trafo distribusi.

**BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini akan menerangkan tentang diagram alir/*flowchart*, blok diagram serta jadwal kegiatan dan hal-hal lain yang berhubungan dengan proses perancangan.

**BAB IV : ANALISIS DAN PENGUJIAN**

Pada bab ini berisi hasil pemrograman dan pengujian perangkat keras (*hardware*).

**BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari penulisan skripsi.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Transformator (Trafo)**

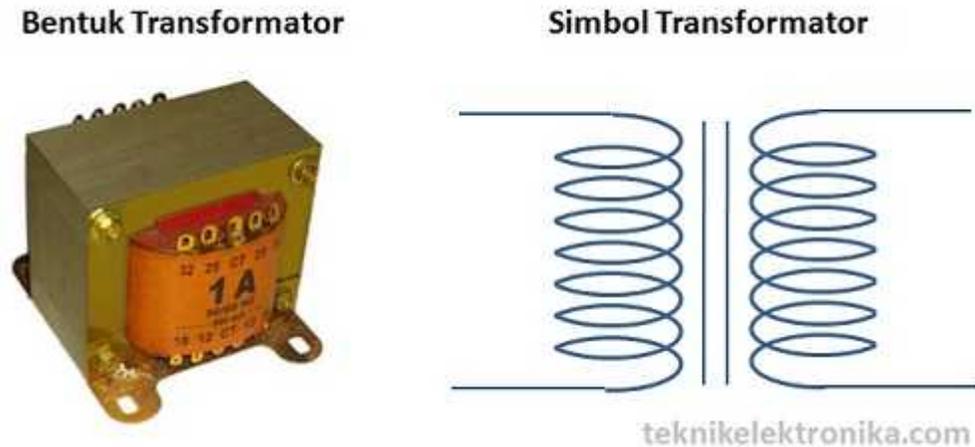
##### **2.1.1 Pengertian Transformator (Trafo)**

Transformator atau sering disingkat dengan istilah Trafo adalah suatu alat listrik yang dapat mengubah taraf suatu tegangan AC ke taraf yang lain. Maksud dari pengubahan taraf tersebut diantaranya seperti menurunkan Tegangan AC dari 220VAC ke 12 VAC ataupun menaikkan Tegangan dari 110VAC ke 220 VAC.

Transformator atau Trafo ini bekerja berdasarkan prinsip Induksi Elektromagnet dan hanya dapat bekerja pada tegangan yang berarus bolak balik (AC). Transformator (Trafo) memegang peranan yang sangat penting dalam pendistribusian tenaga listrik. Transformator menaikkan listrik yang berasal dari pembangkit listrik PLN hingga ratusan kilo Volt untuk di distribusikan, dan kemudian Transformator lainnya menurunkan tegangan listrik tersebut ke tegangan yang diperlukan oleh setiap rumah tangga maupun perkantoran yang pada umumnya menggunakan Tegangan AC 220Volt.

### 2.1.2 Bentuk dan Simbol Trafo

Berikut ini adalah gambar bentuk dan simbol Transformator :



Gambar 2.1 Bentuk dan Simbul Trafo

*Sumber : Yogi Dasatrio : 2002. Hal 51*

### 2.1.3 Prinsip Kerja Transformator (Trafo)

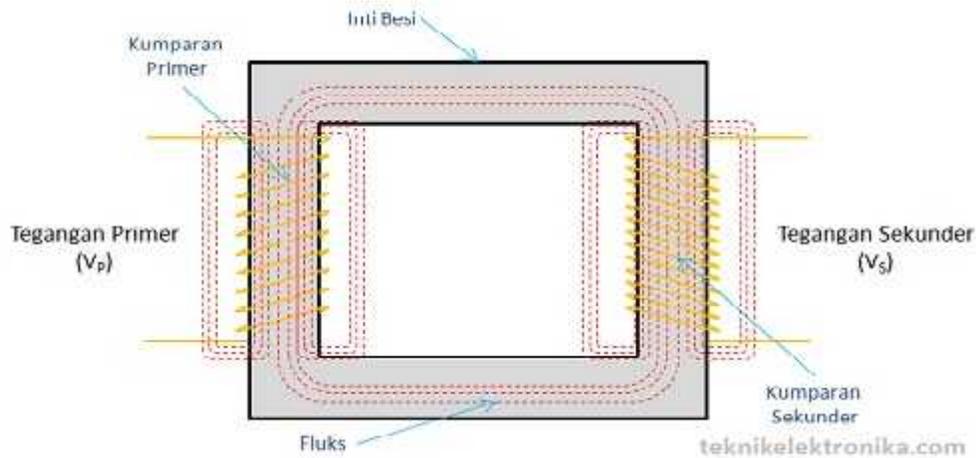
Transformator yang sederhana pada dasarnya terdiri dari 2 lilitan atau kumparan kawat yang terisolasi yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder. Pada Transformator, kumparan kawat terisolasi ini dililitkan pada sebuah besi yang dinamakan dengan Inti Besi (Core). Ketika kumparan primer dialiri arus AC (bolak-balik) maka akan menimbulkan medan magnet atau fluks magnetik disekitarnya. Kekuatan Medan magnet (densitas Fluks Magnet) tersebut dipengaruhi oleh besarnya arus listrik yang dialirinya. Semakin besar arus listriknya semakin besar pula medan magnetnya. Fluktuasi medan magnet yang terjadi di sekitar kumparan pertama (primer) akan menginduksi GGL (Gaya Gerak Listrik) dalam kumparan kedua

(sekunder) dan akan terjadi pelimpahan daya dari kumparan primer ke kumparan sekunder. Dengan demikian, terjadilah perubahan taraf tegangan listrik baik dari tegangan rendah menjadi tegangan yang lebih tinggi maupun dari tegangan tinggi menjadi tegangan yang rendah. Sedangkan Inti besi pada Transformator atau Trafo pada umumnya adalah kumpulan lempengan-lempengan besi tipis yang terisolasi dan ditempel berlapis-lapis dengan kegunaanya untuk mempermudah jalannya Fluks Magnet yang ditimbulkan oleh arus listrik kumparan serta untuk mengurangi suhu panas yang ditimbulkan.

Beberapa bentuk lempengan besi yang membentuk Inti Transformator tersebut diantaranya seperti :

- E – I Lamination
- E – E Lamination
- L – L Lamination
- U – I Lamination

Dibawah ini adalah Fluks pada Transformator :



Gambar 2.2 Fluks Pada Transformator

Sumber : *Yogi Dasatrio : 2002. Hal 55*

Rasio lilitan pada kumparan sekunder terhadap kumparan primer menentukan rasio tegangan pada kedua kumparan tersebut. Sebagai contoh, 1 lilitan pada kumparan primer dan 10 lilitan pada kumparan sekunder akan menghasilkan tegangan 10 kali lipat dari tegangan input pada kumparan primer. Jenis Transformator ini biasanya disebut dengan Transformator Step Up. Sebaliknya, jika terdapat 10 lilitan pada kumparan primer dan 1 lilitan pada kumparan sekunder, maka tegangan yang dihasilkan oleh Kumparan Sekunder adalah  $1/10$  dari tegangan input pada Kumparan Primer. Transformator jenis ini disebut dengan Transformator Step Down.

## 2.2 Inti Trafo

Identifikasi Jenis –jenis Transformator, dilihat dari pemakaiannya digolongkan kedalam 3 jenis :

1. Transformator inti udara dipakai pada rangkaian frekuensi tinggi.

Trafo inti Udara, banyak dipakai sebagai alat *Interface* Rangkaian matching Impedansi dalam rangkaian Elektronik Frekuensi Tinggi.

2. Transformator inti ferit dipakai pada rangkaian frekuensi menengah.

Trafo inti Ferit, banyak dipakai sebagai alat *Interface* Rangkaian matching Impedansi dalam rangkaian Elektronik Frekuensi menengah.

3. Transformator inti Besi dipakai pada rangkaian frekuensi rendah.

Trafo inti Besi, banyak dipakai sebagai alat *Interface, Step Up, Step Down* Rangkaian *matching Impedansi, Matching Voltage* dalam rangkaian Elektronik Frekuensi rendah.

Jenis-jenis transformator berbeda dalam cara di mana kumparan primer dan sekunder disediakan sekitar inti baja laminasi . Menurut desain , transformator dapat diklasifikasikan menjadi dua :

1. Core- Type Transformer

Dalam inti - jenis transformator , belitan diberikan kepada sebagian besar dari inti . Kumparan yang digunakan untuk transformator ini adalah bentuk- luka dan jenis silinder . Seperti jenis transformator dapat diterapkan untuk berukuran besar dan kecil berukuran transformer . Pada tipe skala kecil , inti akan persegi panjang dalam bentuk dan kumparan yang digunakan adalah silinder . Gambar di bawah menunjukkan jenis berukuran besar . Anda dapat melihat bahwa kumparan bulat atau silinder yang luka sedemikian rupa untuk menyesuaikan lebih bagian inti salib . Dalam kasus kumparan silindris melingkar , mereka memiliki keuntungan wajar memiliki kekuatan mekanik yang baik . Kumparan silinder akan memiliki lapisan yang berbeda dan setiap lapisan akan terisolasi dari yang lain dengan bantuan bahan-bahan seperti kertas, kain , papan

micarta dan sebagainya. Pengaturan umum inti -jenis transformator sehubungan dengan inti ditunjukkan di bawah ini . Kedua tegangan rendah ( LV ) dan tegangan ( HV ) gulungan tinggi yang akan ditampilkan. Gulungan tegangan rendah ditempatkan lebih dekat ke inti karena merupakan yang paling mudah untuk melindungi . Daerah inti efektif dari transformator dapat dikurangi dengan penggunaan laminasi dan isolasi .

## 2. Shell -Type Transformer

Di shell -jenis transformator inti mengelilingi sebagian besar dari gulungan Kumparan adalah bentuk - luka tetapi multi layer tipe disk biasanya luka dalam bentuk pancake . Kertas digunakan untuk melindungi berbagai lapisan cakram multi-layer . Berkelok-kelok terdiri seluruh cakram ditumpuk dengan ruang isolasi antara kumparan . Ruang-ruang isolasi membentuk pendinginan horizontal dan isolasi saluran . Transformator seperti ini mungkin memiliki bentuk persegi panjang sederhana atau mungkin juga memiliki bentuk terdistribusi.

### Shell Jenis Transformers Bentuk Rectangular

Sebuah bracing mekanik yang kuat kaku harus diberikan kepada core dan kumparan transformator . Ini akan membantu dalam meminimalkan pergerakan perangkat dan juga mencegah perangkat dari mendapatkan kerusakan isolasi . Sebuah transformator dengan bracing yang baik tidak akan menghasilkan apapun suara dengungan selama bekerja dan juga akan mengurangi getaran .

Sebuah platform perumahan khusus harus diberikan untuk transformator. Biasanya, perangkat ditempatkan dalam tangki logam lembaran yang terpasang rapat diisi dengan minyak isolasi khusus . Minyak ini diperlukan untuk

beredar melalui perangkat dan mendinginkan kumparan . Hal ini juga bertanggung jawab untuk menyediakan isolasi lain untuk perangkat ketika dibiarkan di udara. Mungkin ada kasus ketika permukaan tangki halus tidak akan mampu menyediakan area pendinginan yang dibutuhkan . Dalam kasus tersebut , sisi tangki yang bergelombang atau disatukan dengan radiator di sisi perangkat. Minyak yang digunakan untuk tujuan pendinginan harus benar-benar bebas dari alkali , sulfur dan yang paling penting kelembaban . Bahkan sejumlah kecil kelembapan dalam minyak akan menyebabkan perubahan yang signifikan dalam properti isolasi perangkat , karena hal itu mengurangi kekuatan dielektrik minyak untuk sebagian besar . Matematis berbicara , kehadiran sekitar 8 bagian air dalam 1 juta mengurangi kualitas isolasi dari minyak ke nilai yang tidak dianggap standar untuk digunakan.

Dengan demikian , tank dilindungi dengan menyegel mereka kedap udara dalam unit yang lebih kecil . Ketika transformator besar digunakan , metode kedap udara praktis sulit untuk diterapkan . Dalam kasus tersebut , ruang yang disediakan untuk minyak untuk memperlus dan kontrak dengan meningkatnya suhu dan penurunan . Ini bernapas membentuk penghalang dan menolak kelembaban atmosfer dari kontak dengan minyak . Perhatian khusus juga harus diambil untuk menghindari sledging . Sledging terjadi ketika minyak terurai akibat paparan ke oksigen selama pemanasan . Ini hasil dalam pembentukan deposito besar dari materi gelap dan berat yang menyumbat saluran pendingin di transformator .

Kualitas, daya tahan dan penanganan bahan-bahan isolasi menentukan kehidupan transformator . Semua lead transformator dibawa keluar dari kasus mereka melalui bushing yang sesuai . Ada banyak desain ini , ukuran dan konstruksi

tergantung pada tegangan lead . Bushing porselen dapat digunakan untuk mengisolasi lead , untuk transformator yang digunakan dalam tegangan moderat. Bushing berisi minyak atau kapasitif -jenis yang digunakan untuk transformator tegangan tinggi .

Pemilihan antara inti dan jenis shell dilakukan dengan membandingkan biaya karena karakteristik serupa dapat diperoleh dari kedua jenis . Kebanyakan produsen lebih suka menggunakan shell -jenis transformator untuk aplikasi tegangan tinggi atau untuk multi - berliku desain . Bila dibandingkan dengan jenis inti , jenis shell memiliki panjang lebih lama rata-rata turn coil . Parameter lain yang dibandingkan untuk pemilihan jenis transformator adalah rating tegangan , kilo volt ampere , berat badan , stres isolasi, distribusi panas dan sebagainya.

### 2.3 Trafo 1 Phase

Prinsip kerja dari sebuah transformator pada umumnya adalah sebagai berikut. Ketika Kumbaran primer dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik, perubahan arus listrik pada kumbaran primer menimbulkan medan magnet yang berubah. Medan magnet yang berubah diperkuat oleh adanya inti besi dan dihantarkan inti besi ke kumbaran sekunder, sehingga pada ujung-ujung kumbaran sekunder akan timbul GGL induksi. Efek ini dinamakan induktansi timbal-balik (*mutual inductance*).

Hubungan antara tegangan primer, jumlah lilitan primer, tegangan sekunder, dan jumlah lilitan sekunder, dapat dinyatakan dalam persamaan:

Dimana:  $V_p$ = tegangan primer (volt)

$V_s$  = tegangan sekunder (volt)

$N_p$  = jumlah lilitan primer

$N_s$  = jumlah lilitan sekunder

Prinsip kerja trafo 1 fasa adalah apabila kumparan primer dihubungkan dengan tegangan (sumber), maka akan mengalir arus bolak balik  $I_1$  pada kumparan tersebut. Oleh karena kumparan mempunyai inti, arus  $I_1$ , menimbulkan fluks magnet yang juga berubah – ubah, pada intinya. Akibat adanya fluks magnet yang berubah – ubah, pada kumparan primer akan timbul GGL induksi ep.

#### **2.4 Trafo 3 Phase**

Transformator 3 fasa pada dasarnya merupakan Transformator 1 fase yang disusun menjadi 3 buah dan mempunyai 2 belitan, yaitu belitan primer dan belitan sekunder. Ada dua metode utama untuk menghubungkan belitan primer yaitu hubungan segitiga dan bintang (delta dan wye). Sedangkan pada belitan sekundernya dapat dihubungkan secara segitiga, bintang dan zig-zag (Delta, Wye dan Zig-zag). Ada juga hubungan dalam bentuk khusus yaitu hubungan open-delta (VV connection).

Pada sistem tenaga listrik 3 fase, idealnya daya listrik yang dibangkitkan, disalurkan dan diserap oleh beban semuanya seimbang,  $P$  pembangkitan =  $P$  pemakain, dan juga pada tegangan yang seimbang. Pada tegangan yang seimbang terdiri dari tegangan 1 fase yang mempunyai magnitudo dan frekuensi yang sama tetapi antara 1 fase dengan yang lainnya mempunyai beda fase sebesar  $120^\circ$  listrik, sedangkan secara fisik mempunyai perbedaan sebesar  $60^\circ$ , dan dapat dihubungkan secara bintang (Y, wye) atau segitiga (delta,  $\Delta$ , D).

Efisiensi transformator didefinisikan sebagai perbandingan antara daya listrik keluaran dengan daya listrik yang masuk pada transformator. Pada transformator ideal efisiensinya 100 %, tetapi pada kenyataannya efisiensi transformator selalu kurang dari 100 %. Hal ini karena sebagian energi terbuang menjadi panas atau energi bunyi.

## **2.5 Bagian-bagian Transformator**

Suatu transformator terdiri atas beberapa bagian, yaitu:

1. Bagian utama transformator
2. Peralatan Bantu
3. Peralatan Proteksi

Bagian utama transformator, terdiri dari:

### **1. Inti besi**

Inti besi berfungsi untuk mempermudah jalan fluks, yang ditimbulkan oleh arus listrik yang melalui kumparan. Dibuat dari lempengan-lempengan besi tipis yang berisolasi, untuk mengurangi panas (sebagai rugi-rugi besi) yang ditimbulkan oleh arus pusar atau arus eddy (eddy current).

### **2. Kumparan transformator**

Beberapa lilitan kawat berisolasi membentuk suatu kumparan, dan kumparan tersebut diisolasi, baik terhadap inti besi maupun terhadap kumparan lain dengan menggunakan isolasi padat seperti karton, pertinax dan lain-lain.

Pada transformator terdapat kumparan primer dan kumparan sekunder. Jika kumparan primer dihubungkan dengan tegangan/ arus bolak-balik maka pada kumparan tersebut timbul fluks yang menimbulkan induksi tegangan, bila pada

rangkaian sekunder ditutup (rangkaiian beban) maka mengalir arus pada kumparan tersebut, sehingga kumparan ini berfungsi sebagai alat transformasi tegangan dan arus.

### 3. Kumparan tertier

Fungsi kumparan tertier diperlukan adalah untuk memperoleh tegangan tertier atau untuk kebutuhan lain. Untuk kedua keperluan tersebut, kumparan tertier selalu dihubungkan delta atau segitiga. Kumparan tertier sering digunakan juga untuk penyambungan peralatan bantu seperti kondensator synchrone, kapasitor shunt dan reactor shunt, namun demikian tidak semua transformator daya mempunyai kumparan tertier.

### 4. Minyak transformator

Sebagian besar dari transformator tenaga memiliki kumparan-kumparan yang intinya direndam dalam minyak transformator, terutama pada transformator-transformator tenaga yang berkapasitas besar, karena minyak transformator mempunyai sifat sebagai media pemindah panas (disirkulasi) dan juga berfungsi pula sebagai isolasi (memiliki daya tegangan tembus tinggi) sehingga berfungsi sebagai media pendingin dan isolasi.

Minyak transformator harus memenuhi persyaratan, yaitu:

- 1) kekuatan isolasi tinggi
- 2) penyalur panas yang baik, berat jenis yang kecil, sehingga partikel-partikel dalam minyak dapat mengendap dengan cepat
- 3) viskositas yang rendah, agar lebih mudah bersirkulasi dan memiliki kemampuan pendinginan menjadi lebih baik

- 4) titik nyala yang tinggi dan tidak mudah menguap yang dapat menimbulkan bahaya
- 5) tidak merusak bahan isolasi padat
- 6) sifat kimia yang stabil

## 5. Bushing

Hubungan antara kumparan transformator ke jaringan luar melalui sebuah bushing, yaitu sebuah konduktor yang diselubungi oleh isolator, yang sekaligus berfungsi sebagai penyekat antara konduktor tersebut dengan tangki transformator.

## 6. Tangki dan konservator

Pada umumnya bagian-bagian dari transformator yang terendam minyak transformator berada atau (ditempatkan) di dalam tangki. Untuk menampung pemuaian pada minyak transformator, pada tangki dilengkapi dengan sebuah konservator.

Terdapat beberapa jenis tangki, diantaranya adalah:

- 1) Jenis sirip (*tank corrugated*) Badan tangki terbuat dari pelat baja berkanai dingin yang menjalani penekukan, pemotongan dan proses pengelasan otomatis, untuk membentuk badan tangki bersirip dengan siripnya berfungsi sebagai radiator pendingin dan alat bernapas pada saat yang sama. Tutup dan dasar tangki terbuat dari pelat baja berkanai panas yang kemudian dilas sambung kepada badan tangki bersirip membentuk tangki corrugated ini. Umumnya transformator di bawah 4000 kVA dibuat dengan bentuk tangki corrugated.
- 2) Jenis tangki Conventional Beradiator, Jenis tangki terdiri dari badan tangki dan tutup yang terbuat dari mild steel plate (plat baja berkanai panas) ditebuk dan dilas

untuk dibangun sesuai dimensi yang diinginkan, sedang radiator jenis panel terbuat dari pelat baja bercanai dingin (cold rolled steel sheets). Transformator ini umumnya dilengkapi dengan konservator dan digunakan untuk 25.000,00 kVA, )

3) Hermatically Sealed Tank With N2 Cushined, Tipe tangki ini sama dengan jenis conventional tetapi di atas permukaan minyak terdapat gas nitrogen untuk mencegah kontak antara minyak dengan udara luar.

Peralatan Bantu, terdiri dari:

### 1. Pendingin

Pada inti besi dan kumparan-kumparan akan timbul panas akibat rugi-rugi besi dan rugi-rugi tembaga. Bila panas tersebut mengakibatkan kenaikan suhu yang berlebihan, akan merusak isolasi transformator, maka untuk mengurangi adanya kenaikan suhu yang berlebihan tersebut pada transformator perlu juga dilengkapi dengan sistem pendingin yang bergungsi untuk menyalurkan panas keluar transformator. Media yang digunakan pada sistem pendingin dapat berupa udara, gas, minyak dan air.

Sistem pengalirannya (sirkulasi) dapat dengan cara:

- 1) Alamiah (natural)
- 2) Tekanan/paksaan (forced).

### 2. Tap Changer (perubah tap)

Tap Changer adalah perubah perbandingan transformator untuk mendapatkan tegangan operasi sekunder sesuai yang diinginkan dari tegangan jaringan/primer yang

berubah-ubah. Tap changer dapat dilakukan baik dalam keadaan berbeban (on-load) atau dalam keadaan tak berbeban (off load), dan tergantung jenisnya.

### 3. Alat pernapasan

Karena adanya pengaruh naik turunnya beban transformator maupun suhu udara luar, maka suhu minyak akan berubah-ubah mengikuti keadaan tersebut. Bila suhu minyak tinggi, minyak akan memuai dan mendesak udara di atas permukaan minyak keluar dari dalam tangki, sebaliknya bila suhu minyak turun, minyak menyusut maka udara luar akan masuk ke dalam tangki. Kedua proses di atas disebut pernapasan transformator. Permukaan minyak transformator akan selalu bersinggungan dengan udara luar yang menurunkan nilai tegangan tembus pada minyak transformator, maka untuk mencegah hal tersebut, pada ujung pipa penghubung udara luar dilengkapi tabung berisi kristal zat hygroscopic.

### 4. Indikator

Untuk mengawasi selama transformator beroperasi, maka perlu adanya indicator yang dipasang pada transformator. Indikator tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) indikator suhu minyak
- 2) indikator permukaan minyak
- 3) indikator sistem pendingin
- 4) indikator kedudukan tap, dan sebagainya

Peralatan Proteksi, terdiri dari:

#### 1. Relay Bucholz

Relay Bucholz adalah relai yang berfungsi mendeteksi dan mengamankan terhadap gangguan transformator yang menimbulkan gas.

Timbulnya gas dapat diakibatkan oleh beberapa hal, diantaranya adalah:

- 1) Hubung singkat antar lilitan pada atau dalam phasa
- 2) Hubung singkat antar phasa
- 3) Hubung singkat antar phasa ke tanah
- 4) Busur api listrik antar laminasi
- 5) Busur api listrik karena kontak yang kurang baik.

## 2. Relai Tekanan Lebih

Relai ini berfungsi hampir sama seperti Relay Bucholz. Fungsinya adalah mengamankan terhadap gangguan di dalam transformator. Bedanya relai ini hanya bekerja oleh kenaikan tekanan gas yang tiba-tiba dan langsung mentriapkan pemutus tenaga (PMT). Alat pengaman tekanan lebih ini berupa membran yang terbuat dari kaca, plastik, tembaga atau katup berpegas, sebagai pengaman tangki transformator terhadap kenaikan tekan gas yang timbul di dalam tangki yang akan pecah pada tekanan tertentu dan kekuatannya lebih rendah dari kekuatan tangki transformator

## 3. Relai Diferensial

Berfungsi mengamankan transformator terhadap gangguan di dalam transformator, antara lain adalah kejadian flash over antara kumparan dengan kumparan atau kumparan dengan tangki atau belitan dengan belitan di dalam kumparan ataupun beda kumparan.

## 4. Relai Arus lebih

Berfungsi mengamankan transformator jika arus yang mengalir melebihi dari nilai yang diperkenankan lewat pada transformator tersebut dan arus lebih ini dapat

terjadi oleh karena beban lebih atau gangguan hubung singkat. Arus lebih ini dideteksi oleh transformator arus atau current transformator (CT).

#### 5. Relai Tangki Tanah

Alat ini berfungsi untuk mengamankan transformator bila ada hubung singkat antara bagian yang bertegangan dengan bagian yang tidak bertegangan pada transformator.

#### 6. Relai Hubung Tanah

Fungsi alat ini adalah untuk mengamankan transformator jika terjadi gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah.

#### 7. Relai Thermis

Alat ini berfungsi untuk mencegah/mengamankan transformator dari kerusakan isolasi pada kumparan, akibat adanya panas lebih yang ditimbulkan oleh arus lebih. Besaran yang diukur di dalam relai ini adalah kenaikan suhu.

### 2.6 Arduino

Arduino merupakan mikrokontroler yang memang dirancang untuk bisa digunakan dengan mudah oleh para seniman dan desainer. Dengan demikian, tanpa mengetahui bahasa pemrograman, Arduino bisa digunakan untuk menghasilkan karya yang canggih. Hal ini seperti yang diungkapkan oleh Mike Schmidt. Menurut Massimo Banzi, salah satu pendiri atau pembuat Arduino, Arduino merupakan sebuah platform hardware *open source* yang mempunyai input/output (I/O) yang sederhana. Menggunakan Arduino sangatlah membantu dalam membuat suatu *prototyping* ataupun untuk melakukan pembuatan proyek. Arduino memberikan I/O

yang sudah lengkap dan bisa digunakan dengan mudah. Arduino dapat digabungkan dengan modul elektro yang lain sehingga proses perakitan jauh lebih efisien.

Arduino merupakan salah satu pengembang yang banyak digunakan. Keistimewaan Arduino adalah hardware yang *Open Source*. Hal ini sangatlah memberi keleluasaan bagi orang untuk bereksprimen secara bebas dan gratis. Secara umum, Arduino terdiri atas dua bagian utama, yaitu.

### 1. Bagian Hardware

Berupa papan yang berisi I/O, seperti Gambar 2.3 dibawah ini.



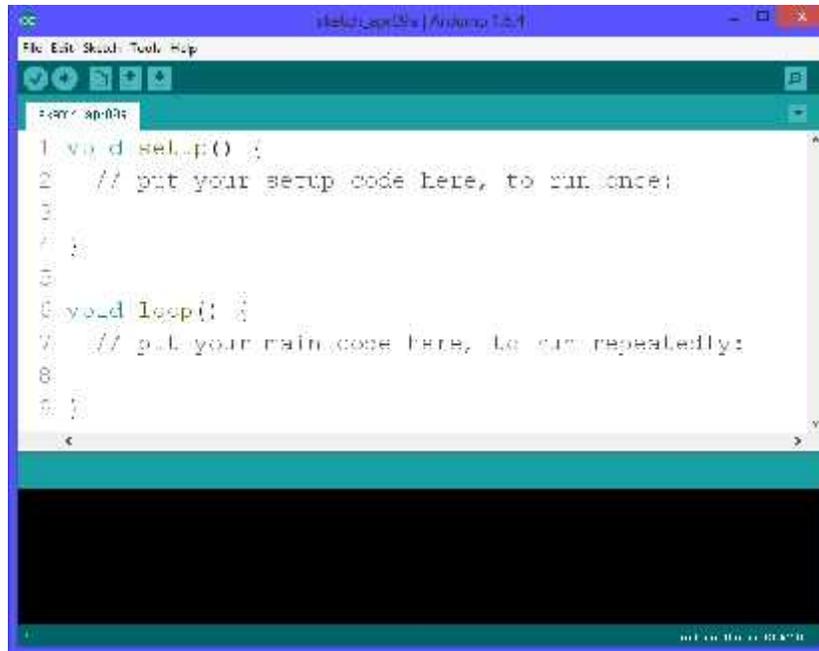
Gambar 2.3 Board Arduino

*Sumber : Abdul Kadir : 2013 Hal 16*

### 2. Bagian Software

Berupa Software Arduino yang meliputi *Integrated Development Enviroment* (IDE) untuk menulis program. Arduino memerlukan instalasi driver untuk menghubungkan dengan komputer. Pada IDE terdapat contoh program dan

*library* untuk pengembangan program. IDE software Arduino yang digunakan diberi nama *Sketch*. Seperti Gambar 2.4 dibawah ini



Gambar 2.4 IDE Arduino Versi 1.6.4

*Sumber : Abdul Kadir : 2013 Hal 16*

## 2.7 Software Arduino IDE

IDE (*Integrated Development Environment*) Arduino merupakan aplikasi yang mencakup *editor*, *compiler*, dan *uploader* dapat menggunakan semua seri modul keluarga arduino, seperti Arduino Duemilanove, Uno, Bluetooth, Mega. Kecuali beberapa tipe *board* produksi arduino yang memakai mikrokontroler diluar seri AVR, seperti mikroprosesor ARM. Editor sketch pada IDE arduino juga mendukung fungsi penomoran baris, mendukung fungsi penomoran baris, *syntax highlighting*, yaitu

pengecekan sintaksis kode sketch. Arduino yang dipakai adalah arduino versi 1.6.4 yang terlihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Arduino IDE Versi 1.6.4

*Sumber : Abdul Kadir : 2013 Hal 16*

## 2.8 Sensor arus

Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk merubah suatu bentuk besaran fisik menjadi suatu bentuk besaran listrik sehingga dapat dianalisa menggunakan rangkaian listrik tertentu. Dalam suatu rangkaian elektronik terdapat tegangan, arus dan hambatan yang saling berhubungan. Ampere meter adalah alat untuk mengukur arus yang mengalir pada suatu rangkaian elektronik. Arus listrik yang mengalir pada suatu konduktor menimbulkan medan magnet. Oleh sebab itu arus listrik dapat diukur dengan besarnya medan magnet. Medan magnet dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain :

- Besar arus listrik
- Jarak medan magnet terhadap suatu titik pengukuran
- Arah medan magnet yang terbentuk

Medan magnet adalah suatu medan yang dibentuk dengan menggerakkan muatan listrik (arus listrik) yang menyebabkan munculnya gaya di muatan listrik yang bergerak lainnya. Putaran mekanika kuantum dari satu partikel membentuk medan magnet dan putaran itu dipengaruhi oleh dirinya sendiri seperti arus listrik. Sebuah medan magnet adalah medan vektor, yaitu berhubungan dengan setiap titik dalam ruang vektor yang dapat berubah menurut waktu. Arah dari medan ini adalah seimbang dengan arah jarum kompas yang diletakkan di dalam medan tersebut. Secara konvensional kuat arus dapat diukur dengan menghubungkan alat secara seri pada rangkaian. Cara ini memiliki kelemahan karena mengganggu aliran arus yang akan diukur.

Kemajuan teknologi digital meningkatkan kemampuan alat ukur. Ukuran yang semakin kecil sehingga mudah digunakan disamping harga yang semakin murah juga didukung oleh kemajuan teknologi digital. Kemajuan ini menyebabkan penelitian-penelitian dapat dilakukan dengan lebih baik dan cepat. Alat ukur dapat tersusun atas bagian digital dan analog. Ada tiga bagian utama dalam suatu alat ukur, yaitu sensor, pengolah data dan penampil data. Alat ukur dengan penampil digital memberikan banyak kemudahan seperti pembacaan yang lebih teliti dan mudah dibaca karena tidak ada paralaks. Pengolahan data juga lebih mudah dilakukan secara

digital, walaupun ada beberapa bagian yang memang tidak bisa mengabaikan kemampuan suatu rangkaian analog. Ada beberapa alat untuk mengukur arus yang sering disebut sensor arus. Sensor arus sebatang kawat teraliri arus listrik menuju beban dilewatkan diantara cincin toroid dan sejumlah kawat email digulung pada cincin toroid tersebut maka kumparan kawat pada cincin tersebut akan menginduksikan arus listrik dari sebatang kawat arus tersebut. Dengan mengolah sinyal induksi pada kawat kumparan toroid tersebut maka akan diperoleh nilai arus yang dilewatkan untuk mensuplay beban pada ujung kawat arus. Dengan metode ini arus yang dilewatkan akan terbaca pada fungsi besaran tegangan berbentuk gelombang sinusoidal.

## **2.9 Tombol (Push Botton)**

Push Button adalah saklar tekan yang berfungsi sebagai pemutus atau penyambung arus listrik dari sumber arus ke beban listrik Suatu sistem saklar tekan push button terdiri dari saklar tekan start, stop reset dan saklar tekan untuk emergency. Push button memiliki kontak NC (normally close) dan NO (normally open).

Prinsip kerja Push Button adalah apabila dalam keadaan normal tidak ditekan maka kontak tidak berubah, apabila ditekan maka kontak NC akan berfungsi sebagai stop (memberhentikan) dan kontak NO akan berfungsi sebagai start (menjalankan) biasanya digunakan pada sistem pengontrolan motor – motor induksi untuk menjalankan mematikan motor pada industri – industri.

## 2.10 LCD (Liquid Crystal Display)

Liquid Crystal Display (LCD) adalah komponen yang dapat menampilkan tulisan. Salah satu jenisnya memiliki dua baris dengan setiap baris terdiri atas enam belas karakter. LCD seperti itu biasa disebut LCD 16x2.



Gambar 2.6 Bentuk Fisik LCD 16x2

Sumber : *Abdul Kadir : 2015 hal 126*

LCD memiliki 16 pin dengan fungsi pin masing-masing seperti yang terlihat pada tabel 2.1 dibawah.

Tabel 2.1 Pin-pin LCD

(Sumber : *Abdul Kadir ; 2013 : 196*)

No.Pin	Nama Pin	I/O	Keterangan
1	VSS	<i>Power</i>	Catu daya, ground (0v)
2	VDD	<i>Power</i>	Catu daya positif
3	V0	<i>Power</i>	Pengatur kontras, menurut datasheet, pin ini perlu dihubungkan dengan pin vss melalui resistor 5k . namun, dalam praktik, resistor yang digunakan sekitar 2,2k
4	RS	<i>Input</i>	Register Select <ul style="list-style-type: none"> <li>• RS = HIGH : untuk mengirim data</li> <li>• RS = LOW : untuk mengirim instruksi</li> </ul>
5	R/W	<i>Input</i>	Read/Write control bus

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• R/W = HIGH : mode untuk membaca data di LCD</li> </ul>
--	--	--	---

### 2.10.1 Cara kerja LCD

Pada aplikasi umumnya RW diberi logika rendah “0”. Bus data terdiri dari 4bit atau 8 bit. Jika jalur data 4 bit maka yang digunakan ialah DB4 sampai dengan DB7. Sebagaimana terlihat pada table deskripsi, interface LCD merupakan sebuah parallel bus, dalam hal ini sangat memudahkan dan sangat cepat dalam pembacaan dan penulisan data dari atau ke LCD. Kode ASCII yang ditampilkan sepanjang 8bit dikirim ke LCD secara 4bit atau 8bit pada satu waktu

Jika mode 4bit yang digunakan, maka 2 nibble data dikirim untuk membuat sepenuhnya 8bit (pertama dikirim 4bit MSB lalu 4bit LSB dengan pulsa clock EN setiap nibblenya). Jalur control EN digunakan untuk memberitahu LCD bahwa mikrokontroler mengirimkan data ke LCD. Untuk mengirim data ke LCD program harus menset EN ke kondisi high “1” dan kemudian menset dua jalur control lainnya (RS dan R/W) atau juga mengirimkan data ke jalur data bus

Saat jalur lainnya sudah siap, EN harus diset ke “0” dan tunggu beberapa saat, dan set EN kembali ke high “1”. Ketika jalur RS berada dalam kondisi low “0”, data yang dikirimkan ke LCD dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti bersihkan layar, posisi kursor dll). Ketika RS dalam kondisi high atau “1”, data yang dikirimkan adalah data ASCII yang akan ditampilkan dilayar. Misal, untuk menampilkan huruf “A” pada layar maka RS harus diset ke “1”. Jalur control R/W harus berada dalam kondisi low (0) saat informasi pada data bus akan dituliskan ke

LCD. Apabila R/W berada dalam kondisi high “1”, maka program akan melakukan query data dari LCD

Instruksi pembacaan hanya satu, yaitu Get LCD status, lainnya merupakan instruksi penulisan, Jadi hampir setiap aplikasi yang menggunakan LCD, R/W selalu di set ke “0”. Jalur data dapat terdiri 4 atau 8 jalur. Mengirimkan data secara parallel baik 4bit atau 8bit merupakan 2 mode operasi primer. Untuk membuat sebuah aplikasi interface LCD, menentukan mode operasi merupakan hal yang paling penting.

Mode 8 bit sangat baik digunakan ketika kecepatan menjadi keutamaan dalam sebuah aplikasi dan setidaknya minimal tersedia 11 pin I/O (3pin untuk control, 8pin untuk data). Sedangkan mode 4bit minimal hanya membutuhkan 7bit (3pin untuk control, 4 pin untuk data). Bit RS digunakan untuk memilih apakah data atau instruksi yang akan ditransfer antara mikrokontroler dan LCD. Jika bit ini diset ( $RS = 1$ ), maka byte pada posisi kursor LCD saat itu dapat dibaca atau ditulis. Jika bit ini di reset ( $RS = 0$ ), merupakan instruksi yang dikirim ke LCD atau status eksekusi dari instruksi terakhir yang dibaca.

### **2.11 Buzzer (Alarm)**

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loud speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap

gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm).

## 2.12 Relay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *Electromechanical* (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/*Switch*). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.

### 2.12.1 Bentuk dan Simbol relay

Dibawah ini adalah gambar bentuk Relay dan Simbol Relay yang sering ditemukan di Rangkaian Elektronika.



Gambar 2.7 Bentuk dan symbol relay

Sumber : [teknikelektronika.com](http://teknikelektronika.com) › *Komponen Elektronika*

### **2.13 Lampu pijar**

Lampu pijar adalah sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui penyaluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanaskan dan menghasilkan cahaya. Kaca yang menyelubungi filamen panas tersebut menghalangi udara untuk berhubungan dengannya sehingga filamen tidak akan langsung rusak akibat teroksidasi.



Gambar 2.8 Lampu pijar

Sumber : [riza-electrical.blogspot.com/2012/07/lampu-pijar.html](http://riza-electrical.blogspot.com/2012/07/lampu-pijar.html)

Lampu pijar dipasarkan dalam berbagai macam bentuk dan tersedia untuk tegangan (voltase) kerja yang bervariasi dari mulai 1,25 volt hingga 300 volt. Energi listrik yang diperlukan lampu pijar untuk menghasilkan cahaya yang terang lebih besar dibandingkan dengan sumber cahaya buatan lainnya seperti lampu pendar dan diode cahaya, maka secara bertahap pada beberapa negara peredaran lampu pijar mulai dibatasi. Bola lampu listrik sebenarnya ditemukan pada tahun 1879 secara bersamaan antara Sir Joseph Wilson Swan dan Thomas Alva Edison. Pada tanggal 5 Februari 1879, Swan adalah orang pertama yang merancang sebuah bola lampu listrik. Dia

memperagakan lampu pijar dengan filamen karbon di depan sekitar 700 orang, tepatnya di kota Newcastle Upon Tyne, Inggris.

Lampu pijar ini mempunyai keunggulan antara lain :

- Mempunyai nilai "color rendering index" 100% yang cahayanya tidak merubah warna asli obyek.
- Mempunyai bentuk fisik lampu yang sederhana, macam-macam bentuknya yang menarik, praktis pemasangannya.
- Dan harganya relatif lebih murah serta mudah didapat di toko-toko.
- Instalasi murah, tidak perlu perlengkapan tambahan.
- Lampu dapat langsung menyala.
- Terang-redupnya dapat diatur dengan dimmer.
- Cahayanya dapat difokuskan.

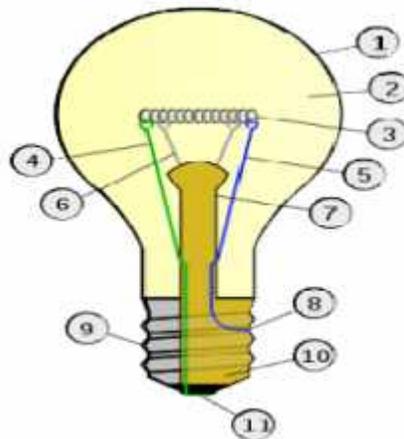
Sedangkan kelemahan lampu pijar antara lain :

- Mempunyai efisiensi rendah, karena energi yang dihasilkan untuk cahaya hanya 10% dan sisanya memancar sebagai panas (400 °C).
- Mempunyai efikasi rendah yaitu sekitar 12 lumen/watt.
- Umur lampu pijar relatif pendek dibandingkan lampu jenis lainnya (sekitar 1000 jam).
- Sensitif terhadap tegangan.
- Silau.

Sudah lebih dari 1 abad manusia dapat menerangi kegelapan dengan lampu pijar ini yang kini telah mempunyai berbagai macam tipe pada GLS (General Lamp Service), antara lain :

1. Bohlam Bening
2. Bohlam Buram
3. Bohlam berbentuk lilin
4. Lampu Argenta
5. Lampu Superlux
6. Lampu Luster
7. Lampu Halogen

Komponen utama dari lampu pijar adalah bola lampu yang terbuat dari kaca, filamen yang terbuat dari wolfram, dasar lampu yang terdiri dari filamen, bola lampu, gas pengisi, dan kaki lampu.



Gambar 2.9 Bagian-bagian lampu pijar

Sumber : [https://id.wikipedia.org/wiki/Lampu\\_pijar](https://id.wikipedia.org/wiki/Lampu_pijar)

1. Bola lampu.
2. Gas bertekanan rendah (argon, neon, nitrogen).
3. Filamen wolfram.
4. Kawat penghubung ke kaki tengah.
5. Kawat penghubung ke ulir .
6. Kawat penyangga.
7. Kaca penyangga.
8. Kontak listrik di ulir.
9. Sekrup ulir.
10. Isolator.
11. Kontak listrik di kaki tengah.

Pada dasarnya filamen pada sebuah lampu pijar adalah sebuah resistor. Saat dialiri arus listrik, filamen tersebut menjadi sangat panas, berkisar antara 2800 derajat Kelvin hingga maksimum 3700 derajat Kelvin. Ini menyebabkan warna cahaya yang dipancarkan oleh lampu pijar biasanya berwarna kuning kemerahan. Pada temperatur yang sangat tinggi itulah filamen mulai menghasilkan cahaya pada panjang gelombang yang kasatmata. Hal ini sejalan dengan teori radiasi benda hitam.

Indeks renderasi warna menyatakan apakah warna obyek tampak alami apabila diberi cahaya lampu tersebut dan diberi nilai antara 0 sampai 100. Angka 100 artinya warna benda yang disinari akan terlihat sesuai dengan warna aslinya. Indeks renderasi warna lampu pijar mendekati 100. Efisiensi lampu atau dengan kata lain disebut dengan efikasi luminus adalah nilai yang menunjukkan besar efisiensi pengalihan energi

listrik ke cahaya dan dinyatakan dalam satuan lumen per Watt. Kurang lebih 90% daya yang digunakan oleh lampu pijar dilepaskan sebagai radiasi panas dan hanya 10% yang dipancarkan dalam radiasi cahaya kasat mata.

Pada tegangan 120 volt, nilai keluaran cahaya lampu pijar 100 W biasanya adalah 1.750 lumen, maka efisiensinya adalah 17,5 lumen per Watt. Sementara itu pada tegangan 230 volt seperti yang digunakan di Indonesia, nilai keluaran bolam 100W adalah 1.380 lumen atau setara dengan 13,8 lumen per Watt. Nilai ini sangatlah rendah bila dibandingkan dengan nilai keluaran sumber cahaya putih "ideal" yaitu 242,5 lumen per Watt, atau 683 lumen per Watt untuk cahaya pada panjang gelombang hijau-kuning di mana mata manusia sangatlah peka. Efisiensi yang sangat rendah ini disebabkan karena pada temperatur kerja, filamen wolfram meradiasikan sejumlah besar radiasi inframerah.

Pada tabel di bawah ini terdaftar tingkat efisiensi pencahayaan beberapa jenis lampu pijar biasa bertegangan 120 volt dan beberapa sumber cahaya ideal.

Tabel 2.2 Efisiensi Pencahayaan lampu pijar

Sumber : [https://id.wikipedia.org/wiki/Lampu\\_pijar](https://id.wikipedia.org/wiki/Lampu_pijar)

Jenis	Efisiensi lampu	lumen/Watt
Lampu pijar 40 Watt	1.9%	12.6
Lampu pijar 60 Watt	2.1%	14.5
Lampu pijar 100 Watt	2.6%	17.5
Radiator benda hitam 4000 K ideal	7.0%	47.5
Radiator benda hitam 7000 K ideal	14%	95
Sumber cahaya monokromatis 555 nm (hijau) ideal	100%	683

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Sistem Kontrol kampus III Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Glugur Darat II Medan.

#### 3.2 Jalannya Penelitian

Penelitian dilakukan dengan cara melalui beberapa tahapan seperti pada table 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 Jalannya Penelitian

Kegiatan	Jalannya Penelitian				
	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober
Studi Literatur					
Studi lapangan					
Studi Bimbingan					
Pembahasan dan Penelitian					

### 3.3 Peralatan dan Bahan Penelitian

Adapun bahan dan alat yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut :

#### 3.3.1 Bahan – Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan untuk Implementasi Arduino Sebagai Media Sistem Kontrol Pengaman Trafo Distribusi :

1. Laptop atau *Personal Computer* (PC).
2. *Smartphone* merk Samsung J1ACE berfungsi pengambil data dari internet dan pengambil foto alat.
3. Arduino Uno R3.
4. Tombol Up dan Down.
5. LCD Karakter 16x2.
6. Buzzer (Alarm).
7. Sensor Arus Transformator CT.
8. Lampu Pijar.
9. Sim 800 / Modem sms.
10. Mur dan Baut.
11. Kabel Pelangi.
12. Relay.

### 3.3.2 Peralatan

Peralatan penunjang yang digunakan untuk membuat Implementasi Arduino Sebagai Media Sistem Kontrol Pengaman Trafo Distribusi :

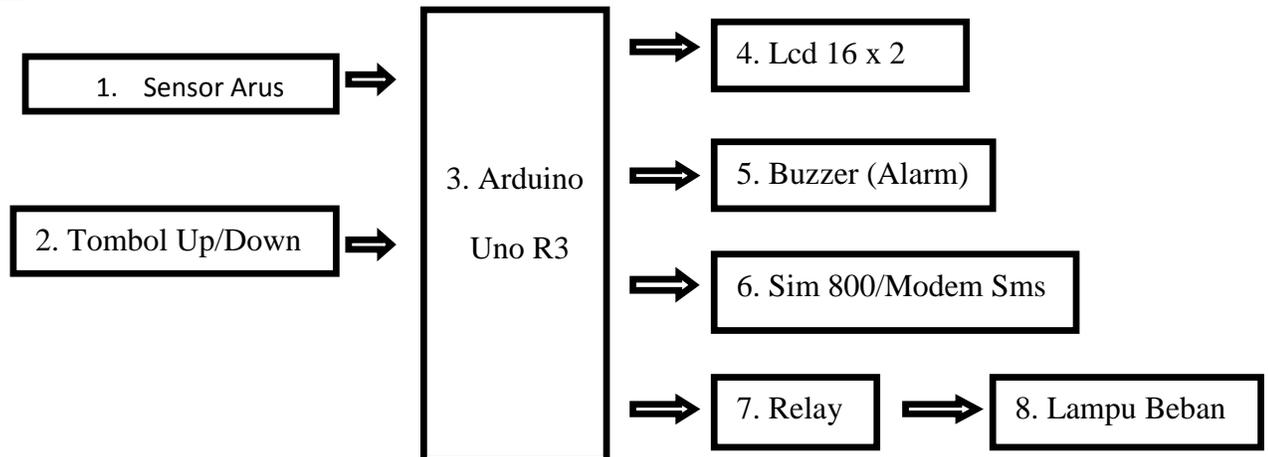
1. Power Supply 12 VDC kapasitas 1 Ampere bertujuan memberikan sumber tegangan dan Arus listrik ke perangkat Arduino.
2. Multimeter sebagai pengukur dan pengetesan komponen yang mengacu pada besaran hambatan, Arus, dan Tegangan.
3. Bor dan akrilik.
4. Solder untuk mencairkan timah.
5. Solder Atraktor sebagai penyedot timah.
6. Bor kayu.
7. Penggaris untuk Akralik.
8. Pisau Cutter untuk dan akralik sesuai ukuran.'
9. Tang digunakan untuk memotong maupun mengelupas kabel maupun memotong kaki komponen.

### 3.4 Analisa Kebutuhan

Dalam Implementasi Arduino Sebagai Media Sistem Kontrol Pengaman Trafo Distribusi membutuhkan beberapa perangkat *hardware* dan *softwere*, antara lain :

### 3.4.1 Perancangan *Hardware*

Adapun perancangan *hardware* dengan menggunakan diagram blok dari sistem yang dirancang adalah seperti yang diperlihatkan pada gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Alat

Penjelasan dan fungsi dari masing – masing blok adalah sebagai berikut:

#### **Keterangan Gambar :**

1. Sensor Arus : Sebagai Input
2. Tombol Up/Down : Sebagai pengatur settingan
3. Arduino Uno : Sebagai pengkonversi data dari sensor
4. Display LCD : Untuk menampilkan hasil sesuai settingan
5. Buzzer (Alarm) : Sebagai petanda/bunyi
6. Sim 800/Modem sms : Sebagai penyimpan data
7. Relay : Sebagai penghubung dan pemutus arus listrik

8. Lampu beban : Sebagai beban

Dari diagram diatas dapat dijelaskan prinsip kerja dari alat tersebut :

lampu beban yang terpasang akan diserikan dengan sensor arus, kemudian sensor arus yang berfungsi untuk membaca penggunaan arus pada beban. Beban yang melebihi dari settingan tombol up/down pada data tampilan lcd 16 x 2 akan terdeteksi dari sensor arus. Selanjutnya Arduino Uno R3 berfungsi sebagai pusat kendali dari keseluruhan sistem kerja rangkaian, Arduino diolah dengan program data dari sensor dan mengabarkan sebuah berita melalui sim 800/modem berupa sms, Relay yang bekerja secara otomatis akan memutuskan aliran ke beban.

### **3.4.2 Software**

*Software* yang digunakan dalam Implementasi Arduino Sebagai Media Sistem Kontrol Pengaman Trafo Distribusi :

#### **1. Proteus 8.1**

*Software* ini digunakan untuk menggambar skematik rangkaian.

#### **2. Arduino IDE 1.6.5**

*Software* ini digunakan untuk penulisan program.

#### **3. Ms. Office Visio**

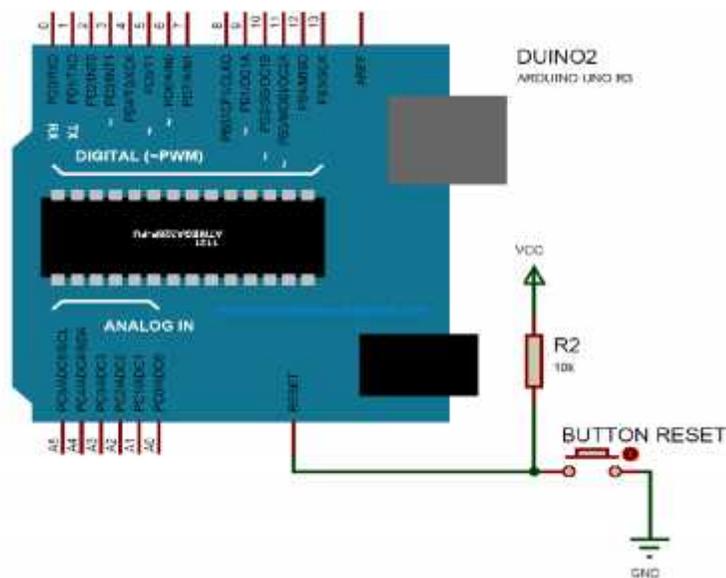
Aplikasi *software* ini digunakan untuk menggambar *Flowchart* dari alat yang akan dibuat.

### **3.5 Perancangan Perangkat Keras**

Pada perancangan perangkat keras ini akan dijelaskan bagaimana skematik rangkaian dari setiap blok yang sudah dijelaskan sebelumnya. Bagian-bagian perancangan perangkat keras tersebut antara lain :

### 3.5.1 Perancangan I/O Sistem Minimum Arduino Uno R3 ATmega328

Sistem minimum Arduino Uno R3 memiliki 14 pin I/O digital dan 6 pin I/O analog. Pin-pin tersebut dapat digunakan sebagai masukan dari *input* sensor LDR, dan tampilan LCD karakter 16x2. Desain minimum sistem Arduino Uno R3 seperti ditunjukkan pada gambar 3.2.

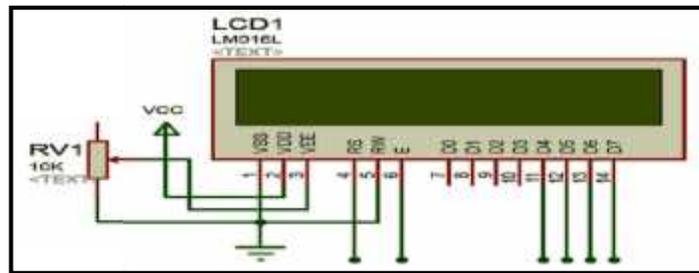


Gambar 3.2 Rangkaian Sistem Minimum *Arduino*

*Sumber : Abdul Kadir : 2013 Hal 16*

### 3.5.2 Perancangan Rangkaian LCD (*Liquid Crystal Display*)

Rangkaian LCD berfungsi untuk menampilkan data berupa huruf dan angka. Rangkaian LCD dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut:



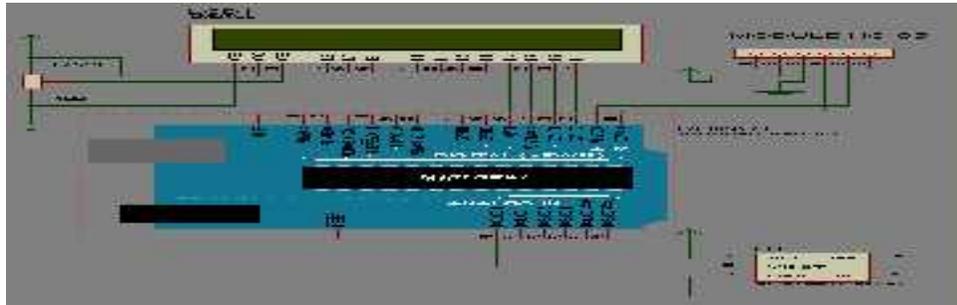
Gambar 3.3 Rangkaian LCD 16x2

*Sumber : Abdul Kadir : 2013 Hal 16*

Pada gambar 3.4, *pin* 1 dihubungkan ke Vcc (5V), *pin* 2 dan 16 dihubungkan ke Gnd (*Ground*), *pin* 3 merupakan pengaturan tegangan *Contrast* dari LCD, *pin* 4 merupakan *Register Select* (RS), *pin* 5 merupakan R/W (*Read/Write*), *pin* 6 merupakan *Enable*, *pin* 11-14 merupakan data. *Reset*, *Enable*, R/W dan data dihubungkan ke mikrokontroler ATmega328. Fungsi dari *potensiometer* (R2) adalah untuk mengatur gelap/terangnya karakter yang ditampilkan pada LCD.

### 3.5.3 Rangkaian Keseluruhan

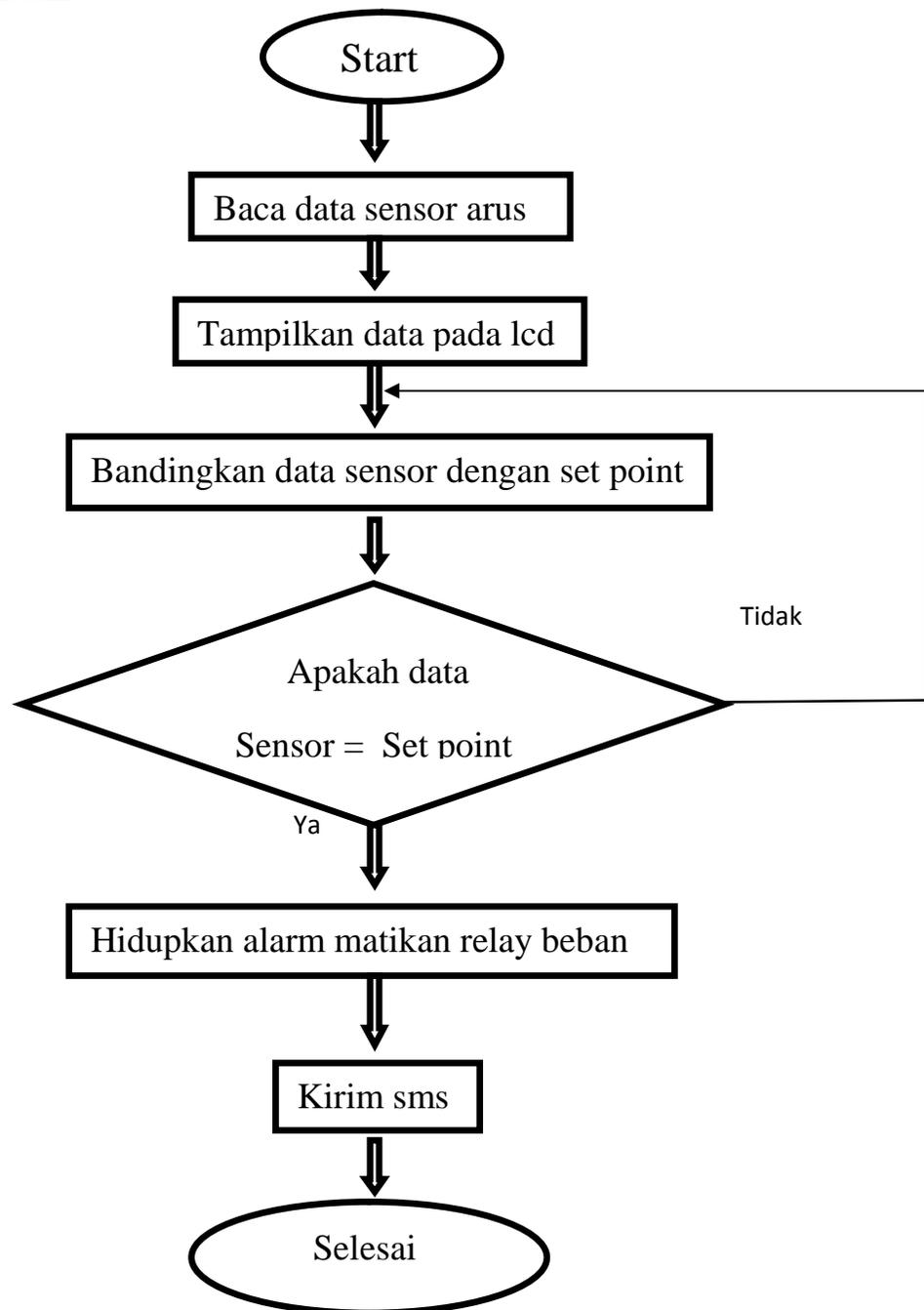
Rangkaian secara keseluruhan merupakan gabungan dari rangkaian-rangkaian tiap blok yang sudah dibahas sebelumnya. Sebagai pusat kendali Arduino Uno R3 dengan IC ATmega328 yang memproses data input Sensor ACS712 untuk dikonversikan dan data yang diperoleh ditampilkan pada layar LCD. Rangkaian keseluruhan seperti Gambar 3.4 dibawah ini.



Gambar 3.4 Skematik Alat Secara Keseluruhan

Sumber : Abdul Kadir : 2013 Hal 16

### 3.6 Flowchart Sistem



Gambar 3.5 Flowchat sistem

Keterangan :

1. Start, sistem mulai aktif dan siap untuk ke proses selanjutnya.
2. Sensor arus akan membaca data pada saat beban di hidupkan.
3. Proses program bagian pengaturan pada Arduino mulai dari tampilan data pada LCD.
4. Pengaturan data diatur sesuai set point pada tombol/push botton sesuai keinginan dan bandingkan data sensor dengan set point.
5. Selanjutnya, cek apakah data sensor sesuai pada set point.
6. Jika beban melebihi data dari settingan yang sudah diatur, maka buzzer akan hidup dan mengirimkan kabar berupa sms, maka beban akan dimatikan secara otomatis dengan relay.
7. Stop, proses selesai.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas tentang pengujian berdasarkan perancangan dari sistem yang telah dibuat. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan dari sistem berjalan dengan perencanaan yang sudah dilakukan pembahasan di bab sebelumnya.

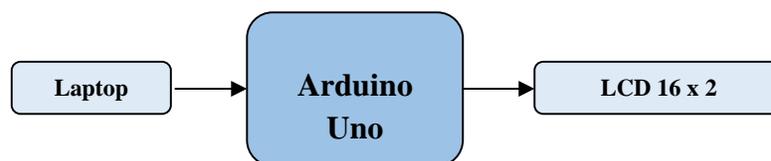
#### 4.1 Pengujian Minimum Sistem Arduino Uno Dengan LCD

Rangkaian LCD pada penelitian ini berfungsi untuk menampilkan informasi berupa tulisan dan data dari sensor warna yang dibaca oleh arduino. Untuk mengetahui apakah rangkaian LCD yang telah dibuat dapat bekerja sesuai yang diinginkan maka dilakukan pengujian rangkaian LCD yang dihubungkan dengan minimum sistem Arduino Uno R3.

Peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan pengujian ini yaitu :

1. Minimum Sistem Arduino Uno R3
2. Kabel data Arduino Uno R3
3. Rangkaian LCD 16 x 2
4. Software Arduino IDE

Blok diagram pengujian rangkaian LCD dengan Arduino Gambar 4.1 :



Gambar 4.1 Blok Diagram Pengujian LCD dengan Arduino

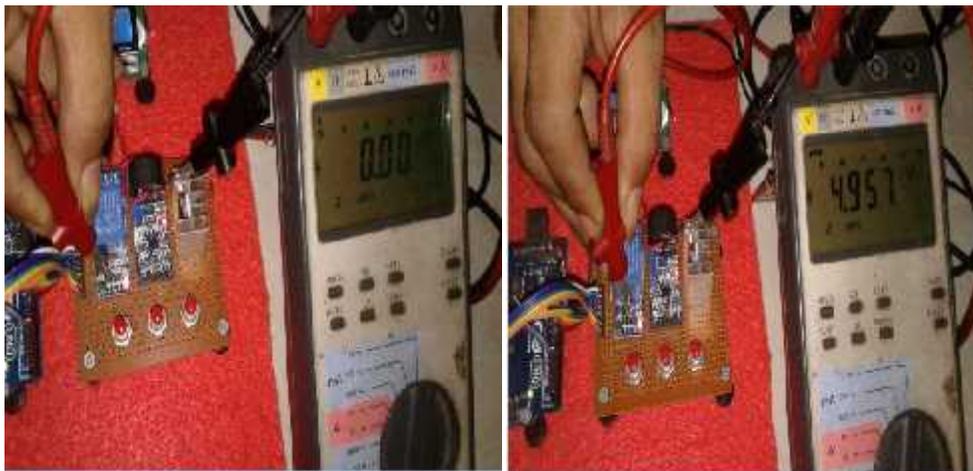


Pengujian dilakukan dengan menghidupkan semua beban ke sumber listrik dan dihubungkan ke alat ukur kemudian dilakukan pengukuran yang dapat dilihat pada tampilan LCD. Adapun hasil pengujian yang diperoleh pada table-table berikut ini :

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Alat Ukur Terhadap Relay

Relay

Kondisi	Tegangan (in)	Tegangan (out)	Logic
ON	0,1 volt	220 volt	0
OFF	4,9 volt	0	0



Gambar. 4.4 Tampilan relay saat pengujian

Keterangan :

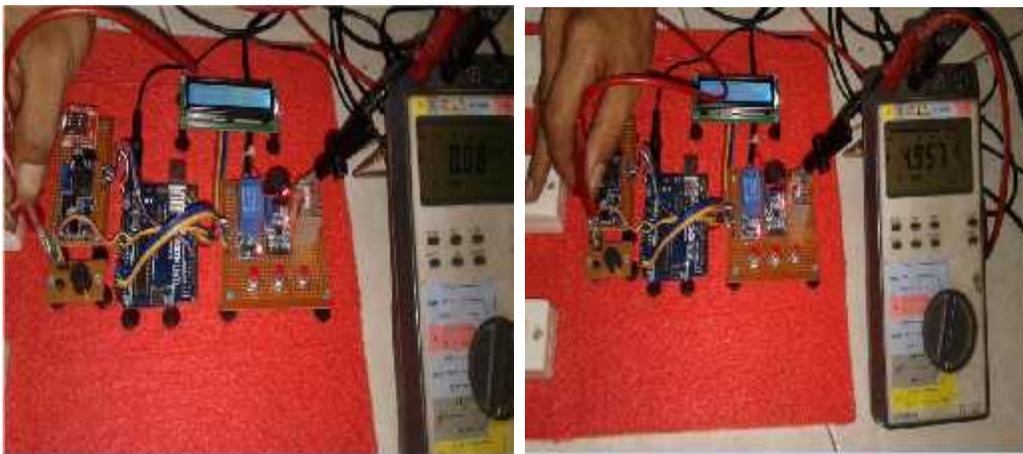
1. Kondisi relay saat ON, dengan kondisi tegangan (in) 0,1 volt dan saat kondisi tegangan (out) 220 volt. Kemudian kondisi logic 0.

2. Kondisi relay saat OFF, dengan kondisi tegangan (in) 4,9 volt dan saat kondisi tegangan (out) 0. Kemudian kondisi logic 0.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Alat Ukur Terhadap Buzzer/alarm

Buzzer/alarm

Kondisi	Tegangan (in)	Logic
ON	0,1 volt	0
OFF	4,9 volt	1



Gambar. 4.5 Tampilan Buzzer/alarm saat pengujian

Keterangan :

1. Kondisi Buzzer/alarm saat ON, dengan kondisi tegangan (in) 0,1 volt dan saat kondisi logic 0.
2. Kondisi Buzzer/alarm saat OFF, dengan kondisi tegangan (in) 4,9 volt dan saat kondisi logic 1.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Alat Ukur Terhadap Tombol

Tombol

Tombol	Kondisi	Tegangan (volt)	Logic
Up	Ditekan	0,05 mv	0
	Tidak ditekan	4,152 volt	1
Down	Ditekan	0,16 mv	0
	Tidak ditekan	4,923 volt	1
Enter	Ditekan	75,87 mv	0
	Tidak ditekan	4,152 volt	1





Gambar. 4.6 Tampilan Tombol saat pengujian.

Keterangan :

1. Kondisi tombol up saat ditekan dengan kondisi Tegangan (volt) 0,05 mv dan saat kondisi logic 0. Kondisi tombol up saat tidak ditekan dengan kondisi Tegangan 4,152 volt dan saat kondisi logic 1.
2. Kondisi tombol Down saat ditekan dengan kondisi Tegangan (volt) 0,16 mv dan saat kondisi logic 0. Kondisi tombol up saat tidak ditekan dengan kondisi Tegangan 4,923 volt dan saat kondisi logic 1.
3. Kondisi tombol Down saat ditekan dengan kondisi Tegangan (volt) 0,16 mv dan saat kondisi logic 0. Kondisi tombol up saat tidak ditekan dengan kondisi Tegangan 4,923 volt dan saat kondisi logic 1.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Alat Ukur Terhadap Arus beban

Arus Beban

Jumlah lampu	Arus (i)
1 buah 100 Watt	410 ma
2 buah 100 Watt	762 ma
3 buah 100 Watt	812 ma
Set point	790 ma



Gambar. 4.7 Tampilan saat pengujian pertama

Keterangan : Pada Saat lampu satu diberi beban 100 watt dengan arus 410 ma kondisi masih aman.



Gambar. 4.8 Tampilan saat pengujian kedua

Keterangan : Pada saat lampu kedua diberi beban 100 watt dengan arus 762 ma, kondisi arus terdeteksi mencapai 90% dan sudah mendekati kapasitas maksimum 790 ma. Secara otomatis sensor arus akan mendeteksi arus yang akan melebihi dari nilai settingan, selanjutnya dari modem Modul GSM SIM800A akan memberi sinyal atau kabar berupa sms.



Gambar. 4.9 Tampilan saat pengujian ketiga

Keterangan : Pada saat lampu ketiga diberi beban 100 watt dengan arus 812 ma, kondisi arus terdeteksi telah melebihi batas maksimum dari 790 ma ke 950 ma. Secara otomatis relay akan memutuskan arus yang melebihi batas settingan yang sudah ditentukan, selanjutnya buzzer/alarm akan berbunyi petanda bahwa aliran arus kebeban sudah dimatikan secara otomatis dengan relay, kemudian modem Modul GSM SIM800A akan mengirimkan berita berupa sms, beban telah diamankan dari kapasitas arus maksimum. Dengan sistem kontrol pengaman trafo distribusi ini tingkat keruskan akan semakin kecil dan trafo distribusi akan lebih aman.

### 4.3 Analisa Perhitungan

Dalam perhitungan dari mili ampere diubah ke ampere, dapat dihitung sebagai berikut.

Rumus :  $P = I \cdot V$

$$\begin{aligned} \text{Pada saat dalam perhitungan : 1 lampu } I &= \frac{P}{V} \\ &= \frac{100}{220} \\ &= 0,45 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pada saat dalam perhitungan : 2 lampu } I &= \frac{P}{V} \\ &= \frac{200}{220} \\ &= 0,90 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pada saat dalam perhitungan : 3 lampu } I &= \frac{P}{V} \\ &= \frac{300}{220} \\ &= 1,36 \text{ A} \end{aligned}$$

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan pembahasan pada halaman sebelumnya maka dapat di simpulkan beberapa hal serta sekaligus menjawab rumusan masalah, maka dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan sistem kontrol pengaman trafo distribusi, penulis merancang suatu sistem pengaman trafo distribusi, untuk mengurangi tingkat kerusakan pada trafo distribusi.
2. Sistem kendali pemutus beban pada alat sistem kontrol pengaman trafo distribusi, penulis menggunakan board arduino uno R3 yang memiliki IC Controller ATMEGA 328, Relay dan Sensor arus.

#### **5.2 Saran**

Beberapa tambahan yang diperlukan dalam meningkatkan kemampuan alat ini adalah:

1. Untuk mengaplikasi sistem kontrol pengaman trafo distribusi disarankan menggunakan sensor arus yang dapat mendeteksi beban yang besar minimal 100 A.
2. Agar sistem monitoring beban yang sedang berjalan dapat di monitoring semua orang disarankan menggunakan sistem data base sebagai media penyimpanan data di internet.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Kadir Abdul.**2012.”*PanduanPraktisMempelajariAplikasiMikrokontrolerdan PemogramanMenggunakanArduino*”.Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Agfianto Eko Putra.**2002. ”*Teknik antar muka computer : konsep & aplikasi*”. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- Dr. Ir, Saludin Muis.**2013. ”*Prinsip kerja LCD dan pembuatan (Liquid chrystal display)*”. Yogyakarta : Penerbit Graha Ilmu.
- Thomas Sri Widodo, 2002.**”*Elektronika Dasar*” Jakarta : Penerbit Salemba Teknika.
- Owen Bishop, 2002.** ” *Dasar Dasar Elektronika*” Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Yogi Dasatrio. 2002.** ” *Dasar Teknik Kelistrikan*” Jakarta :Penerbit Erlangga.
- Sumanto.** 1996. “ *Teori Transformator* “. Yogyakarta : Andi Offset.

## Lampiran 1



The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. The title bar reads "Sensor\_Arus\_Variabel2\_b | Arduino 1.6.5". The menu bar includes "File", "Edit", "Sketch", "Tools", and "Help". Below the menu bar is a toolbar with icons for saving, undo, redo, and other functions. The main text area contains the following code:

```

Sensor_Arus_Variabel2_b
#include <SoftwareSerial.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include "EmonLib.h"           // Include Emon Library
EnergyMonitor emon1;         // Create an instance

SoftwareSerial SIM800L(7, 6); // RX | TX
LiquidCrystal lcd(8, 9, 10, 11, 12, 13);

//////////////////////////////// output pin //////////////////////////////////
const int buzzer = A0;
const int relay = A2;

//////////////////////////////// sensor data process //////////////////////////////////
double Irms ;
int Irms_ = 0;

//////////////////////////////// data to heelp choose condition //////////////////////////////////
byte condition = 0;
bool shift = false;

//////////////////////////////// pin configuration for change mode (set/ongoing process)////////////////////////////////
const int buttonMode_Emergency = A4;
int previousReadingMode = HIGH;

```

## LAMPIRAN 2

```

#include <SoftwareSerial.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include "EmonLib.h" // Include Emon Library
EnergyMonitor emon1; // Create an instance

SoftwareSerial SIM800L(7, 6); // RX | TX
LiquidCrystal lcd(8,9,10,11,12,13);

//////////////////// output pin //////////////////////
const int buzzer = A0;
const int relay = A2;

//////////////////// sensor data process //////////////////////
double Irms ;
int Irms_ = 0;

//////////////////// data to heelp choose condition //////////////////////
byte condition = 0;
bool shift = false;

//////////////////// pin configuration for change mode
(set/ongoing process)////////////////////
const int buttonMode_Emergency = A4;
int previousReadingMode = HIGH;

//////////////////// pin configuration for UP/DOWN data limit
sensor //////////////////////
const int buttonDataUp = A3;
const int buttonDataDown = A5;
int previousReadingData = HIGH;
int previousReadingDataDown = HIGH;
int counterData = 0;

//////////////////// variabel starting the limit and data that
save before tripping////
int maxCurrent = 1000;
float maxCurrent_ = 1000.0;
int lastCurrent = 0;

//////////////////// variabel for buzzer////
unsigned long timeser;
bool Buzz = 1;

// send message //
bool everSend = false;
bool everSend2 = false;
int delaySms = 500;

void setup()
{
  lcd.begin(16,2);
  Serial.begin(9600);

```

```

SIM800L.begin(9600);

pinMode(buzzer,OUTPUT);
digitalWrite(buzzer,HIGH);

pinMode(relay,OUTPUT);
digitalWrite(relay,HIGH);

pinMode(buttonMode_Emergency,INPUT_PULLUP);
pinMode(buttonDataUp,INPUT_PULLUP);
pinMode(buttonDataDown,INPUT_PULLUP);

    emon1.current(1,0.85 );    //// Current: input pin,
calibration.
}

void loop()
{
    switch (condition)
    {

////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
        case 0:
            //// Jump next program if centre button is
pressed ////
            if(digitalRead(buttonMode_Emergency) == LOW)
            {
                lcd.clear();
                counterData = maxCurrent;
                condition = 2;
                delay(500);
            }
            //// Update sensor data and compare to limit
current////
            else
            {
                //// code for stabilize reading
sensor ////
                for(int i=0; i<3; i++)
                {
                    data_Print();
                    delay(100);
                }

////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
                if(Irms_ >= maxCurrent)
                {
                    lastCurrent = Irms_;
                    lcd.clear();
                    digitalWrite(relay,LOW);

```

```

        lastData_Print();
        sendMessage2();
        condition = 1;
    }

    //////////////////////////////////////////////////// Warning limit close to 90 %
    ////////////////////////////////////////////////////
    else if(Irms_ >= maxCurrent_ * 0.9 && everSend ==
false)
    {
        sendMessage1();
        //delay(500);
        //if(Irms_ >= maxCurrent) sendMessage2();
        everSend = true;
    }
    //////////////////////////////////////////////////// ongoing process
    ////////////////////////////////////////////////////
    else
    {
        if(Irms_ < maxCurrent_ * 0.9)
        {
            everSend = false;
        }
        data_Print();
        digitalWrite(buzzer,HIGH);
        digitalWrite(relay,HIGH);
    }
}
break;

//////////////////////////////////////////////////
//////////////////////////////////////////////////

case 1:
    //////////////// decide instruction save last data or go to
ongoing process ///
    if(digitalRead(buttonMode_Emergency) == LOW)
    {
        shift = true;
    }
    else if(shift == true)
    {
        for(int i=0; i<3; i++)
        {
            data_Print();
            delay(100);
        }
        lcd.clear();
        shift = false;
        everSend2 = false;
        condition = 0;
    }
    else
    {

```



```

    {
        lcd.setCursor(8,1);
        lcd.print(" ");
        counterData = counterData;
    }

    if (counterData < 100)
    {
        lcd.setCursor(9,1);
        lcd.print(" ");
        counterData = counterData;
    }

    if (counterData < 1000)
    {
        lcd.setCursor(10,1);
        lcd.print(" ");
        counterData = counterData;
    }

    //////////////////////////////////////
    //////////////////////////////////////
    previousReadingData= readingData;
    previousReadingDataDown= readingDataDown;
}

void setCurrent2()
{
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Set Current (mA) ");
    lcd.setCursor(7,1);
    lcd.print(counterData);
    int readingData = digitalRead(buttonDataUp);
    int readingDataDown = digitalRead(buttonDataDown);
    // If the reading used to be LOW and is now HIGH, that marks
the transition of a button being pushed
    // a transition of HIGH to LOW would indicate the button
being released, but that's not what we're counting here
    if (previousReadingData == HIGH && readingData == LOW) {
        counterData+=50;
    }
    if (previousReadingDataDown == HIGH && readingDataDown ==
LOW) {
        counterData-=50;
    }
    maxCurrent = counterData;
    ////////////////////////////////////// to improve display/ erase
update data////////////////////////////////////
    if (counterData < 10)
    {
        lcd.setCursor(8,1);
        lcd.print(" ");
        counterData = counterData;
    }
}

```

```

    if (counterData < 100)
    {
        lcd.setCursor(9,1);
        lcd.print(" ");
        counterData = counterData;
    }

    if (counterData < 1000)
    {
        lcd.setCursor(10,1);
        lcd.print(" ");
        counterData = counterData;
    }

    //////////////////////////////////////
    //////////////////////////////////////
    previousReadingData= readingData;
    previousReadingDataDown= readingDataDown;
}

//////////////////////////////////// Command for blinking buzzer
////////////////////////////////////
void buzzer_Blink(){
    if(millis() > timeser +500)
    {
        digitalWrite(buzzer,Buzz);
        Buzz = !Buzz;
        timeser = millis();
    }
}

//////////////////////////////////// display last data before
tripping //////////////////////////////////////
void lastData_Print(){
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Limit: " + (String)maxCurrent + " mA" );
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Last: " + (String)lastCurrent + " mA");
}

//////////////////////////////////// Update Sensor Data
////////////////////////////////////
void data_Print(){

    Irms = emon1.calcIrms(1480); //1480 // Calculate Irms only
    Irms_ = Irms * 1000;
    if(Irms_ <=50) Irms_ = 0;
    else Irms_ = Irms_;
    maxCurrent_ = maxCurrent;

    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Limit: " + (String)maxCurrent + " mA" );
};

```

```

lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("(I): " + (String)Irms_ + " mA          ");
  if (Irms_ < 10)
  {
    lcd.setCursor(6,1);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(9,1);
    lcd.print("          ");
  }

  else if (Irms_ >= 10 && Irms_ < 100)
  {
    lcd.setCursor(7,1);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(10,1);
    lcd.print("          ");
  }

  else if ( Irms_ >= 100 &&Irms_ < 1000)
  {
    lcd.setCursor(8,1);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(11,1);
    lcd.print("          ");
  }

  else if ( Irms_ >= 1000 &&Irms_ < 9999)
  {
    lcd.setCursor(9,1);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(12,1);
    lcd.print("          ");
  }
}

void sendMessage1(){
  //Serial.println("Warning");
  //("Set format SMS ke ASCII");
  delay(1000);
  SIM800L.write("AT+CMGF=1\r\n");
  delay(1000);

  // Nomor tujuan
  SIM800L.write("AT+CMGS=\"085359075180\"\r\n");
  delay(1000);

  // format data informasi
  writeString("Peringatan, Arus terdeteksi mencapai 90%.");
  writeString("Kapasitas Arus Maksimum= ");
  writeString((String)maxCurrent);
  writeString(" mA.");
  writeString("Kapasitas Arus Terdeteksi= ");
  writeString((String)Irms_);
  writeString(" mA.");
}

```

```

    delay(1000);

    // "Mengirim Char Ctrl+Z / ESC untuk keluar dari menu SMS";
    SIM800L.write((char)26);
    delay(1000);
}

void sendMessage2(){
    // Serial.println("have been Save");
    // ("Set format SMS ke ASCII");
    delay(1000);
    SIM800L.write("AT+CMGF=1\r\n");
    delay(1000);

    // Nomor tujuan
    SIM800L.write("AT+CMGS=\"085359075180\"\r\n");
    delay(1000);

    // format data informasi
    writeString("Pemberitahuan, Arus terdeteksi telah melebihi
batas maksimum. Beban telah diamankan.");
    writeString("Kapasitas Arus Maksimum = ");
    writeString(String(maxCurrent));
    writeString("Kapasitas Arus Terdeteksi = ");
    writeString((String)Irms_);
    writeString(" mA.");
    delay(1000);

    // "Mengirim Char Ctrl+Z / ESC untuk keluar dari menu SMS";
    SIM800L.write((char)26);
    delay(1000);
}

void writeString(String stringData){
    for(int i=0; i<stringData.length(); i++){
        SIM800L.write(stringData[i]);
    }
}

```

