



**PERANCANGAN SISTEM PENGAMANAN TRAFU DISTRIBUSI
AKIBAT BEBAN LEBIH BERDASARKAN IDENTIFIKASI
ARUS BERBASIS ARDUINO UNO**

Disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk Menempuh Ujian Akhir
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada Fakultas Sains
Dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi

SKRIPSI

OLEH :

NAMA : AMSAL PASTORAL SIHOMBING
NPM : 1724210395
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
MEDAN

2020

**PERANCANGAN SISTEM PENGAMANAN TRAFODISTRIBUSI
AKIBAT BEBAN LEBIH BERDASARKAN IDENTIFIKASI
ARUS BERBASIS ARDUINO UNO**

Amsal Pastoral Sihombing

Zuraidah Tharo

Amani Darma Tarigan

Universitas Pembangunan Panca Budi

ABSTRAK

Tenaga Listrik yang menjadi kebutuhan masyarakat sering disalahgunakan oleh pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab, maraknya kasus pencurian listrik membuat banyak transformator mengalami kerusakan. Perancangan sistem pengamanan trafo distribusi ini berfungsi untuk menjaga trafo bekerja sesuai dengan beban yang sudah diatur dan menghindari terjadinya arus beban lebih dan tidak mengakibatkan kerusakan pada keseluruhan sistem. Pada perancangan ini menggunakan relai beban lebih (OCR) yang berfungsi untuk memutus aliran arus listrik apabila terjadi gangguan arus berlebih dan sensor arus ZHT103 akan mendeteksi arus yang mengalir dari sumber arus untuk dibaca oleh mikrokontroler *arduino uno* apakah arus yang mengalir lebih kurang, lebih besar atau sama dengan nilai set point yang ditentukan sebelumnya menggunakan *push button*, apabila terjadi arus berlebih maka relai beban lebih akan menentukan jalur aliran listrik mana yang akan digunakan atau memutus seluruh aliran listrik pada sistem, dan LCD akan berfungsi untuk menampilkan nilai set point dan dan sim 800L akan berfungsi untuk mengirimkan SMS ke operator sebagai notifikasi

Kata Kunci : Arduino Uno, Sensor Arus ZHT103, Relai Beban Lebih

Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro : Proverbpastoral@gmail.com

Dosen Program Studi Teknik Elektro

***THE DESIGN OF DISTRIBUTION TRANSFORMATOR SECURITY
SYSTEM DUE TO OVER LOADS BASED ON ARDUINO UNO
CURRENT IDENTIFICATION***

Amsal Pastoral Sihombing

Zuraidah Tharo

Amani Darma Tarigan

University of Pembangunan Panca Budi

ABSTRACT

Electricity power which is the need of community is often being misused by irresponsible parties, many cases of electric theft made many transformers damaged. The design of distribution transformer security system to keep the transformer working in accordance with the load that has been set and to avoid overloading and does not cause damage to the entire system. In this design using overload relays (OCRs) which function to cut off the flow of electric current in the event of excessive current interference and the ZHT103 current sensor will detect the current flowing from the current source to be read by the arduino uno microcontroller whether the current flowing is less, greater or greater the same as the set point value previously determined using a push button, if there is an excess current, the overload relay will determine which electrical flow path will be used or cut off all power flow in the system, and the LCD will function to display the set point value and sim 800L will function to send an SMS to the operator as a notification

Keywords : Arduino Uno, ZHT103 Current Sensor, Overload Relays.

Student of Electrical Engineering Study Program : Proverbpastoral@gmail.com

Lecturer of Electrical Engineering Program

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Metode Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Definisi Transformator (Trafo)	7
2.2 Bagian-bagian transformator	12
2.2.1 Bagian utama transformator.....	12
2.2.2 Peralatan Proteksi transformator.....	14
2.2.3 Trafo 1 Phase	16
2.2.4 Trafo 3 Phase	16
2.3 Sensor arus (ZHT103).....	17
2.4 Relay.....	18
2.5 Arduino Uno.....	19
2.5.1 Bagian-bagian Arduino uno.....	20

2.5.2 Bahasa Pemrograman Arduino	22
2.5.3 Catu Daya Arduino Uno R3.....	29
2.6 Push Button	30
2.7 Modul SIM800L.....	31
2.7.1 Layanan SMS.....	33
2.7.2 AT-Command.....	33
2.8 Modul Stepdown LM2596	35
2.9 LCD (Liquid Crystal Display).....	36
2.10Lampu Pijar (Beban)	37
2.11Buzzer.....	39

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jadwal Penelitian.....	41
3.2 Tahapan Penelitian	42
3.3 Identifikasi Masalah.....	43
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	43
3.5 Tahap Analisis.....	43
3.5.1 Analisis Kebutuhan <i>Hardware</i>	43
3.5.2 Analisis Kebutuhan <i>Software</i>	45
3.6 Perancangan Sistem.....	46
3.6.1 Blok Diagram.....	46
3.6.2 Prinsip Kerja Blok Diagram	47
3.5.3 Flowchart Sistem	48
3.5.4 Perancangan I/O Sistem Arduino Uno R3 ATmega328	50
3.5.5 Perancangan Rangkaian LCD (Liquid Crystal Display).....	51

3.7 Rangkaian Keseluruhan.....	52
--------------------------------	----

BAB 4 HASIL DAN ANALISA

4.1 Pengujian Minimum Sistem Arduino Uno Dengan LCD	54
4.2 Hasil Perancangan dan Pengujian	56
4.3 Hasil Pengujian dan Perancangan Sistem Pengaman Trafo Distribusi	61
4.3.1 Phasa R aktif.....	61
4.3.2 Phasa S aktif.....	62
4.3.3 Phasa T aktif	64
4.3.4 Phasa R, S, dan T Tidak Aktif	65

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	67
5.2 Saran.....	67

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bentuk Transformator.....	12
Gambar 2. 2 Lapisan Inti BesiTrafo	13
Gambar 2. 3 Sensor arus ZHT103.....	18
Gambar 2. 4 Relay.....	19
Gambar 2. 5 Tampilan Void Setup dan Void Loop.....	24
Gambar 2. 6 Push Button.....	31
Gambar 2. 7 Modul SIM80L.....	32
Gambar 2. 8 Modul Stepdown LM2596.....	35
Gambar 2. 9 LCD (Liquid Crystal Display) 16x2.....	36
Gambar 2. 10 Lampu Pijar	38
Gambar 2. 11 Buzzer	40
Gambar 3. 1 TahapanPenelitian.....	42
Gambar 3. 2 Blok Diagram.....	47
Gambar 3. 3 Flowchart Sistem	49
Gambar 3. 4 Rangkaian Sistem Minimal Arduino	51
Gambar 3. 5 Rangkaian LCD 16x2	52
Gambar 3. 6 Diagram Rangkaian Keseluruhan.....	53
Gambar 4. 1 Blok Diagram Pengujian LCD dengan Arduino Uno.....	55
Gambar 4. 2 Listing Program Pengujian LCD	55
Gambar 4. 3 Tampilan Alat Keseluruhan.....	56
Gambar 4. 4 Relay 1 Kondisi On Dan Off	57
Gambar 4. 5 Relay 2 Kondisi On Dan Off	57
Gambar 4. 6 Relay 3 Kondisi On Dan Off	57
Gambar 4. 7 Tampilan Buzzer/alarm saat pengujian	58
Gambar 4. 8 Kondisi Tombol Down pada saat ditekan dan tidak ditekan	59
Gambar 4. 9 Kondisi Tombol Up pada saat ditekan dan tidak ditekan	60
Gambar 4. 10 Phasa R aktif $I_r = 0$ mA	62
Gambar 4. 11 Phasa R aktif $I_r = 142$ mA.....	62
Gambar 4. 12 Phasa S aktif $I_r = 425$ mA	63
Gambar 4. 13 Notifikasi Arus Berlebih phasa S	63
Gambar 4. 14 Phasa T aktif $I_r = 760$ mA	64
Gambar 4. 15 Notifikasi Arus Berlebih Phasa T.....	64
Gambar 4. 16 Semua Phasa Tidak Aktif $I_r = 802$ mA	65
Gambar 4. 17 Notifikasi Arus Berlebih Semua Phasa Tidak Aktif.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino Uno	20
Tabel 2. 2 Keterangan pin Modul SIM800L	32
Tabel 2. 3 Perintah standar AT-Command.....	34
Tabel 2. 4 Konfigurasi LCD 16x2	37
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian.....	41
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Alat Ukur Terhadap Relay	56
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Alat Ukur Terhadap Buzzer/alarm.....	58
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Alat Ukur Terhadap Tombol-Tombol.....	59
Tabel 4. 4 Hasil pengujian beban arus secara teoritis dan praktikal	60
Tabel 4. 5 Tabel Hasil Pengujian Seluruh Phasa.....	66

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tenaga listrik mempunyai peranan penting bagi kehidupan sehari-hari bagi semua orang, namun meningkatnya kebutuhan akan penggunaan listrik juga berbanding lurus dengan tingkat pencurian daya listrik yang semakin marak terjadi dewasa ini. Dampak yang umum terjadi dari kasus pencurian listrik adalah kerusakan pada trafo. Transformator atau trafo merupakan alat listrik untuk memindahkan daya listrik arus bolak-balik dari suatu rangkaian ke rangkaian lainnya secara induksi elektromagnetik. Transformator mempunyai fungsi yang luas, baik dalam bidang tenaga listrik atau elektronika. Fungsi transformator dalam sistem tenaga listrik yaitu untuk menaikkan tegangan dari pembangkit listrik, untuk di transmisikan dan trafo juga mempunyai fungsi untuk menurunkan tegangan listrik yang akan didistribusikan ke beban-beban.

Sering terjadi kasus pada trafo distribusi *overload* atau melebihi kapasitas beban yang menyebabkan trafo distribusi mengalami kerusakan karena trafo tersebut tidak bisa menampung kapasitas beban melebihi spesifikasi yang seharusnya pada trafo tersebut. Oleh sebab itu, Karena transformator merupakan komponen yang vital dari sistem penyaluran dan distribusi energi listrik dan merupakan peralatan yang paling mahal harganya, maka perlu memberi perhatian lebih pada sistem proteksi atau pengamanan terhadap sebuah transformator baik terhadap gangguan-gangguan yang terjadi pada transformator itu sendiri maupun dari luar transformator dan dalam kasus

ini gangguan yang disebabkan oleh beban lebih. 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 pada trafo distribusi adalah relai beban lebih atau biasa disebut *over current relay* (OCR).

Relai arus lebih bekerja berdasarkan adanya kenaikan arus yang melebihi suatu nilai pengamanan yang telah ditentukan dan dalam jangka waktu yang telah ditetapkan. Relai ini akan berfungsi untuk memutus arus listrik yang mengalir dari trafo ke beban apabila terjadi gangguan arus berlebih pada trafo distribusi.

Untuk dapat membantu menyelesaikan masalah tersebut peneliti ingin membuat sebuah sistem pengamanan trafo distribusi akibat beban lebih berdasarkan identifikasi arus. Sistem pengamanan ini dirancang sebagai pengamanan pada trafo distribusi agar tidak terjadinya *overload*, dimana dalam perancangan dan pembuatan sistem pengamanan ini menggunakan sensor arus. Sensor arus ini berfungsi untuk membaca penggunaan arus pada beban-beban yang ada pada suatu wilayah dan menggunakan mikrokontroler arduino sebagai kendali utama dalam memberikan informasi penggunaan beban-beban yang ada pada trafo dan jika ada penggunaan beban berlebih pada waktu tertentu maka relai akan digunakan untuk memutus jalur listrik ke beban tersebut.

Diharapkan dengan perancangan dan pembuatan sistem pengamanan trafo distribusi ini dapat membantu menyelesaikan permasalahan yang ada terkait beban

lebih. Berdasarkan uraian diatas maka penelitian akan membuat judul skripsi. “Perancangan Sistem Pengamanan Trafo Distribusi Akibat Beban Lebih Berdasarkan Identifikasi Arus Berbasis Arduino Uno”.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang suatu sistem pengamanan trafo distribusi akibat beban lebih berdasarkan identifikasi arus?
2. Bagaimana membuat suatu sistem pengamanan trafo distribusi akibat beban lebih berdasarkan identifikasi arus ?

1.3 Batasan Masalah

Agar tidak terjadinya perluasan pembahasan maka dalam penelitian ini dibutuhkan pembatasan masalah. Batasan masalah tersebut diantaranya adalah:

1. Sistem ini hanya membahas pengaman pada trafo distribusi
2. Beban yang digunakan dalam sistem adalah peralatan elektronik tegangan 220 Volt sebagai simulasi.
3. Dalam sistem pengamanan trafo distribusi menggunakan sumber tegangan dari PLN 220 volt.
4. Sensor yang digunakan adalah sensor arus AC transformator (ZHT103)
5. Sistem menggunakan program bahasa C dengan *software* Arduino IDE

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk merancang suatu sistem pengamanan trafo distribusi akibat beban lebih berdasarkan identifikasi arus.
2. Agar mampu membuat sistem pengamanan trafo distribusi akibat beban lebih berdasarkan identifikasi arus.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Bagi Penulis

Penerapan ilmu yang telah didapat selama perkuliahan yang berhubungan dengan penerapan alat pada kehidupan sehari-hari.

2. Bagi Institusi Pendidikan

Diharapkan hasil penelitian ini bisa digunakan sebagai referensi untuk melakukan penelitian berikutnya.

3. Bagi Masyarakat

Diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan untuk mempermudah manusia dalam mengoptimalkan kinerja handphone sehingga kegiatan sehari – hari dapat berjalan optimal.

1.6 Metode 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. Studi *Prototype*.

Membuat Sistem Pengamanan Trafo Distribusi Akibat Beban Lebih Berdasarkan Identifikasi Arus Berbasis Arduino Uno .

3. Pengujian dan analisis.

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

1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini terdiri dari lima bab, dimana sistematika dari masing-masing bab adalah sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Menguraikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan metode penelitian, serta sistematika dari penelitian itu sendiri.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Merupakan sumber-sumber mendasar yang bersifat teoritis sebagai bahan referensi.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Membahas mengenai perancangan sistem tiap blok dan keseluruhan dari sistem yang bersifat procedural untuk selanjutnya di analisa.

BAB 4 HASIL ANALISA

Mengulas tentang pengujian dan analisa sistem.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Menguraikan kesimpulan berikut saran dari penulis.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Transformator (Trafo)

Transformator atau disingkat dengan istilah trafo merupakan suatu alat yang mampu memindahkan tenaga listrik antar dua rangkaian listrik atau lebih melalui induksi elektromagnetik dan trafo hanya dapat bekerja pada tegangan yang berarus bolak-balik (AC). Pemakaian trafo pada sistem tenaga dapat dibagi menjadi trafo penaik tegangan (step up) untuk menaikkan tegangan pembangkitan menjadi tegangan transmisi, trafo penurun tegangan (stepdown) untuk menurunkan tegangan transmisi menjadi tegangan distribusi, dan trafo instrumen untuk menurunkan tegangan agar dapat masuk ke meter-meter pengukuran (Berahim Hamzah, 1996). Pemindahan tenaga listrik antar rangkaian disertai dengan perubahan taraf yang artinya menurunkan tegangan AC dari 220 VAC ke 12 VAC yang biasa kita kenal sebagai trafo jenis step down ataupun menaikkan tegangan dari 110 VAC ke 220 VAC yang biasa kita kenal sebagai trafo jenis step up. Transformator (Trafo) berperan penting dalam sistem pendistribusian tenaga listrik di Indonesia mulai dari pembangkit sampai energi listrik diperoleh oleh konsumen. Fungsi transformator pada sistem pendistribusian tenaga listrik yaitu pada pembangkit transformator bekerja untuk menaikkan listrik hingga ratusan kilo Volt untuk ditransmisikan pada trafo distribusi untuk kemudian dinikmati oleh pengguna listrik dengan daya yang berbeda-beda sesuai dengan kebutuhan. Dalam bidang tenaga listrik pemakaian transformator dikelompokkan menjadi transformator daya, transformator distribusi,

transformator pengukuran yang terdiri dari transformator arus dan transformator tegangan (Zuhal, 1997).

Pada dasarnya Trafo Distribusi digunakan untuk mendistribusikan energi listrik dari pembangkit listrik ke daerah perumahan pada tegangan rendah yang berada dalam kisaran tegangan 220 Volt hingga 380 Volt ataupun lokasi industri pada tegangan menengah kurang dari 35 kV. 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 multilayer. 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 kelembaban 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 memperluas 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, stress isolasi, distribusi panas dan sebagainya.

Bentuk transformator dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Bentuk Transformator

Sumber : (Krestovel, 2015)

2.2 Bagian-bagian transformator

Suatu transformator terdiri atas unsur-unsur yang menjadi pendukung dalam sistem kerja transformator, yaitu bagian utama transformator dan peralatan proteksi transformator. Bagian –bagian terpenting dari transformator yaitu: Inti/teras/kern, Gulungan primer dihubungkan dengan sumber listrik, Gulungan sekunder dihubungkan dengan beban (Sumanto, 1996). Berikut dibawah ini penjelasan singkat mengenai masing-masing unsur pembentuk transformator.

2.2.1 Bagian utama transformator

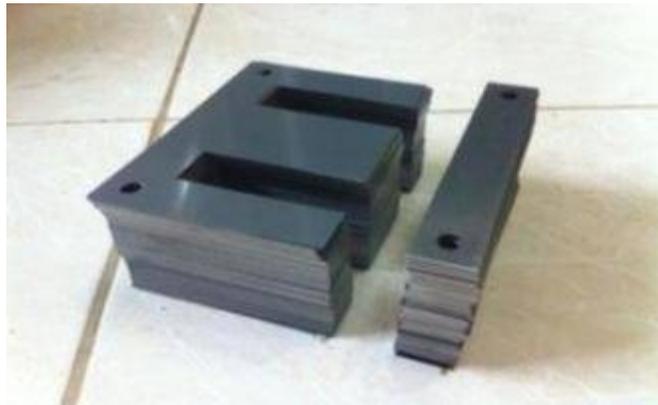
Bagian utama transformator, terdiri dari:

1. Inti besi

Inti besi terdiri atas kumpulan lempengan-lempengan besi tipis yang terisolasi dan ditempel dan berperan untuk mempermudah jalan fluks, yang

ditimbulkan oleh aliran arus listrik yang melalui kumparan, dan untuk mengurangi panas (sebagai rugi-rugi besi) yang ditimbulkan oleh arus pusar atau arus eddy (eddy current).

Beberapa bentuk lempengan besi yang membentuk inti transformatorter sebut diantaranya (E-I, E-E, L-L, U-I) Lamination. Lapisan inti besi trafo dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Lapisan Inti BesiTrafo

Sumber:JomFTeknik, 2013

2. Kumparan transformator

Pada transformator terdapat kumparan primer dan kumparan sekunder dan masing-masing memiliki peran yang berbeda dalam jalur alur listrik. Kumparan primer berfungsi sebagai jalur masuk arus listrik dari sumber tenaga listrik sedangkan kumparan sekunder berfungsi sebagai jalur keluar arus listrik menuju beban. Jika kumparan primer dihubungkan dengan tegangan/arus bolak-balik maka pada kumparan tersebut timbul fluks yang menimbulkan induksi tegangan, bila pada rangkaian sekunder ditutup

(rangkaiannya beban) maka mengalir arus pada kumparan tersebut, sehingga kumparan ini berfungsi sebagai alat transformasi tegangan dan arus.

3. Minyak transformator

Minyak trafo biasanya hanya digunakan untuk trafo-trafo berkapasitas besar, minyak transformator mempunyai sifat sebagai media pemindah panas (disirkulasi) yang digunakan sebagai isolasi sehingga berfungsi sebagai media pendingin dan isolasi pada transformator.

4. Bushing

Bushing berfungsi sebagai penghubung (interface) antara kumparan transformator ke jaringan luar melalui sebuah bushing. Bushing terdiri dari sebuah konduktor yang diselubungi oleh isolator, yang sekaligus berfungsi sebagai penyekat antara konduktor tersebut dengan tangki transformator.

2.2.2 Peralatan Proteksi transformator

Peralatan proteksi transformator terdiri dari

1. Relay Bucholz

Relay Bucholz berfungsi untuk mendeteksi dan mengamankan gangguan transformator yang menimbulkan gas. Timbulnya gas dapat diakibatkan oleh hubung singkat antar lilitan, hubung singkat antar fasa, hubung singkat antar fasa ketanah, busur api listrik antar laminasi, busur api listrik karena kontak yang kurang baik.

2. Relai Diferensial

Relai Diferensial berfungsi mengamankan transformator terhadap gangguan di internal transformator, antara lain adalah flash over antara kumparan dengan kumparan atau kumparan dengan tangki atau belitan dengan belitan di dalam kumparan ataupun beda kumparan.

3. Relai Arus lebih

Relai arus lebih berfungsi mengamankan transformator jika arus yang mengalir melebihi dari nilai spesifikasi dari transformator tersebut dan kejadian arus lebih pada transformator ini dapat terjadi oleh karena beban lebih atau gangguan hubung singkat. Arus lebih ini dideteksi oleh transformator arus atau current transformator (CT).

4. Relai Tangki Tanah

Relai tangki tanah berfungsi untuk mengamankan transformator bila ada hubung singkat antara bagian yang bertegangan dengan bagian yang tidak bertegangan pada transformator.

5. Relai Hubung Tanah

Relai hubung tanah berfungsi untuk mengamankan transformator jika terjadi gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah.

6. Relai Thermis

Relai thermis berfungsi untuk melindungi transformator dari kerusakan isolasi pada kumparan, yang disebabkan oleh adanya panas lebih yang ditimbulkan oleh arus lebih. Indikasi ukuran dalam relai ini adalah kenaikan suhu.

2.2.3 Trafo 1 Phase

Prinsip kerja trafo 1 fasa adalah apabila kumparan primer dihubungkan dengan tegangan (sumber), maka akan mengalir arus bolak - balik I₁ pada kumparan tersebut. Oleh karena kumparan mempunyai inti, arus I₁, menimbulkan fluks magnet yang juga berubah - ubah, pada intinya. Akibat adanya fluks magnet yang berubah - ubah, pada kumparan primer akan timbul GGL induksi ep.

2.2.4 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 Zigzag). 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_{pemakaian}, dan juga pada tegangan yang seimbang. Pada tegangan yang seimbang terdiri dari tegangan 1 fase yang mempunyai magnitude dan frekuensi yang sama tetapi antara 1 fase dengan yang lainnya mempunyai beda fase sebesar 120° listrik, sedangkan secara fisik mempunyai perbedaan sebesar 60°, dan dapat dihubungkan secara bintang (Y, wye) atau segitiga (delta, Δ, 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.

2.3 Sensor arus (ZHT103)

Sensor arus 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 :

1. Besar arus listrik
2. Jarak medan magnet terhadap suatu titik pengukuran
3. Arah medan magnet yang terbentuk

Sensor Arus ZHT103 adalah module yang digunakan untuk mengukur arus tegangan AC 1 Fasa. Sensor arus ZHT103 dilengkapi dengan trafo berbentuk *ring-core* rasio 1000:1 serta keluaran arus maksimal sebesar 5mA. Adapun kelebihanannya di antaranya dimensi kecil, akurasi tinggi, mampu mengukur sampai dengan 5A dan keluaran yang proporsional berupa arus AC. Berikut adalah spesifikasi dari sensor arus (ZHT103) :

1. Dapat mengukur arus AC kurang dari 5A, sesuai analog output 5A/5mA
2. Rated Input: 5A, Rated output: 5mA

3. PCB ukuran: 18.3x17 (mm)
4. Menggunakan isolasiTegangan: 3000 V Mengukur
5. Bahan Sealing: epoxy resin
6. Suhuoperasi:-40 ~ + 70 °C

Gambar sensor arus dan rangkaiannya dapat dilihat pada gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2. 3 Sensor arus ZHT103
Sumber :Penulis, 2019

2.4 Relay

Relay adalah sebuah saklar yang di kendalikan oleh arus. Relay memiliki sebuah kumparan tegangan rendah yang dililitkan pada sebuah inti dan arus nominal yang harus dipenuhi *output* rangkaian *driver* atau pengemudinya. Arus yang digunakan pada rangkaian adalah arus DC (Turang, 2015). Relay dapat dilihat pada gambar 2.4 berikut.



Sumber : Penulis, 2019

2.5 Arduino Uno

Arduino uno R3 adalah papan mikrokontroller berbasis ATmega328P. Arduino Uno memiliki 14 digital pin input / output (atau biasa ditulis I/O, dimana 6 pin diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 pin input analog, menggunakan crystal 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, header ICSP dan tombol reset. Arduino uno digunakan dengan cara menghubungkannya ke komputer dengan kabel USB atau diberi power dengan adaptor AC-DC atau baterai. Berbeda dari semua board mikrokontroler diawal-awal yang tidak menggunakan chip khusus driver FTDI USB-to-serial. Sebagai penggantinya penerapan USB-to-serial adalah ATmega16U2 versi R2 (versi sebelumnya ATmega8U2). Selain itu, Arduino Uno juga bernilai ekonomis, bersifat open source dan spesifikasinya mampu untuk mendukung terbangunnya sistem pengamanan trafo distribusi. Spesifikasi Arduino Uno dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino Uno

Chip mikrokontroler	ATmega328P
Tegangan operasi	5V
Tegangan input (yang direkomendasikan, via jack DC)	7V – 12V
Tegangan input (limit, via jack DC)	6V – 20V
Digital I/O pin	14 buah, 6 diantaranya menyediakan PWM
Analog Input pin	6 buah
Arus DC per pin I/O	20 mA
Arus DC pin 3.3V	50 mA
Memori Flash	32 KB, dimana 0.5 KB telah digunakan untuk bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock speed	16 MHz
Dimensi	68.6 mm x 53.4 mm

Sumber: Samuel Aji Sena, 2013

2.5.1 Bagian-bagian Arduino uno

Berikut adalah bagian-bagian dari Arduino uno R3 dan fungsinya.

1. 14 pin input / output digital (0-13)

Berfungsi sebagai input atau output, dapat di atur oleh program. Khusus untuk 6 buah pin 3,5,6,9,10 dan 11, dapat juga berfungsi sebagai pin analog output dimana tegangan output dapat di atur. Nilai sebuah pin

output analog dapat di program mulai antara 0 sampai 255, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 sampai 5 volt.

2. USB

Fungsi USB yaitu :

- a. Membuat program dari komputer ke dalam papan.
- b. Komunikasi serial antarpapan dan komputer.
- c. Memberi daya listrik kepada board Arduino.

3. Sambungan SV1

Sambungan atau jumper untuk memilih sumber daya papan, apakah dari sumber eksternal atau menggunakan USB. Sambungan ini tidak diperlukan lagi pada papan Arduino versi terakhir karena pemilihan sumber daya eksternal atau USB dilakukan secara otomatis.

4. Q1 – Kristal (quartz crystal oscillator)

Kristal adalah otak dari Arduino karena komponen ini menghasilkan kecepatan yang di kirim ke mikrokontroler agar melakukan sebuah operasi untuk setiap kecepataannya. Kristal ini dipilih dengan kecepatan 16MHz.

5. Tombol Reset S1

Tombol reset ini berfungsi untuk mereset papan Arduino sehingga program akan mulai lagi dari awal.

6. In-circuit serial programming (ICSP)

Port ICSP memungkinkan pengguna untuk memprogram mikrokontroler secara langsung, tanpa melalui bootloader. Umumnya pengguna Arduino

tidak melakukan ini sehingga ICSP tidak terlalu di pakai walaupun disediakan.

7. IC1-Mikrokontroller Atmega

Komponen utama dari papan Arduino, di dalamnya terdapat CPU, ROM, dan RAM.

8. XI-Sumber daya eksternal

Sumber daya eksternal papan Arduino dapat di berikan tegangan DC antara 9 sampai 12 volt.

9. 6 pin input analog (0-5)

Pin ini sangat berguna untuk membaca tegangan yang di hasilkan oleh sensor analog, seperti sensor suhu. Program dapat membaca nilai sebuah pin input antara 0 sampai 1023, dimana hal itu mewakili nilai tegangan 0 sampai 5 volt.

2.5.2 Bahasa Pemrograman Arduino

Software yang digunakan didalam Arduino adalah driver dan IDE (integrated development environment) yang secara gratis dapat di unduh dari situs resmi Arduino. Program yang di tulis dengan IDE Arduino disebut Sketches. IDE Arduino terdiri dari :

1. Editor program, merupakan tampilan untuk menulis dan mengedit program (sketches) dalam bahasa processing (bahasa tingkat tinggiyaitu C / C++ yang di sederhanakan), yang merupakan turunan dari proyek open source wiring. Salah satu konsep paling umum tentang bahasa yang digunakan di Arduino adalah bahasa processing.

2. Compiler, merupakan sebuah modul yang dapat mengubah program (sketches) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler tidak akan bisa memahami bahasa processing, hanya kode biner.
3. Uploader, merupakan sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer kedalam memori di dalam board Arduino.

Bahasa pemrograman Arduino menggunakan pemrograman dengan bahasa

C. Karakter bahasa C pada software Arduino dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Struktur

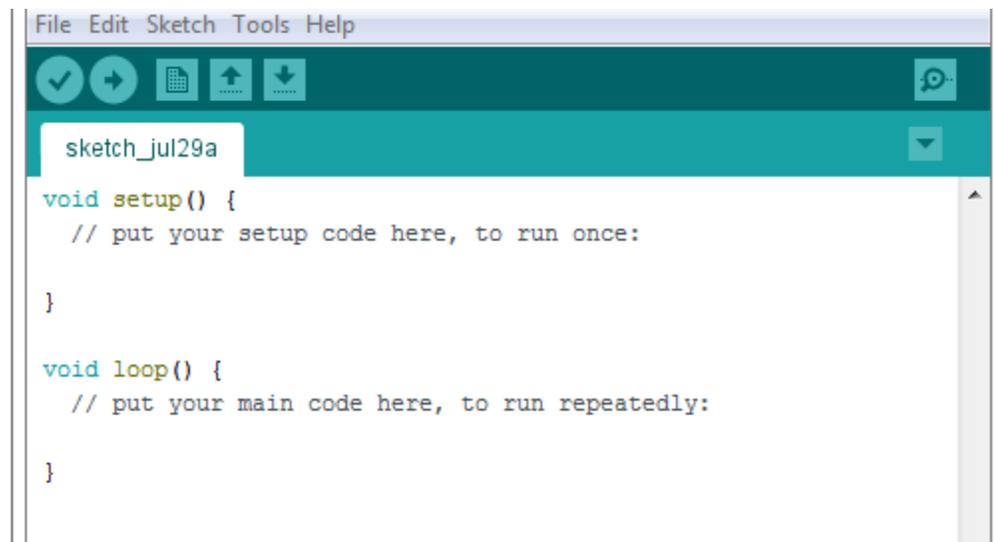
Setiap program Arduino (biasa disebut sketch) mempunyai dua buah fungsi yang harus ada, yaitu :

a. `void setup() { }`

Semua kode didalam kurung kurawal akan dijalankan hanya satu kali ketika program Arduino dijalankan untuk pertama kalinya.

b. `void loop() { }`

Fungsi ini akan dijalankan setelah setup (fungsi void setup) selesai. Setelah dijalankan satu kali fungsi ini akan dijalankan lagi, dan lagi secara terus menerus sampai catudaya (power) dilepaskan. Tampilan Void Setup dan Void loop dapat dilihat pada gambar 2.5.



```

File Edit Sketch Tools Help
[Icons: Checkmark, Arrow, Grid, Up Arrow, Down Arrow, Gear]
sketch_jul29a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}

```

Gambar 2. 5 Tampilan Void Setup dan Void Loop
 Sumber: Penulis, 2019

2. Syntax

Berikut adalah elemen bahasa C untuk format penulisan :

a. `//`(komentar satubaris)

Sering diperlukan untuk member catatan pada diri sendiri apa arti dari kode-kode yang dituliskan. Cukup menuliskan dua buah garis miring dan apapun yang kita ketikkan dibelakangnya akan diabaikan oleh program.

b. `/* */`(komentar banyak baris)

Jika anda punya banyak catatan, maka hal itu dapat dituliskan pada beberapa baris sebagai komentar. Semua hal yang terletak di antara duasymbol tersebut akan diabaikan oleh program.

c. `{ }`(kurung kurawal)

Digunakan untuk mendefinisikan kapan blok program mulai dan berakhir (digunakan juga pada fungsi dan pengulangan).

d. ;(titik koma)

Setiap baris kode harus diakhiri dengan tanda titik koma (jika ada titik koma yang hilang maka program tidak akan bias dijalankan).

3. Variabel

Sebuah program secara garis besar dapat didefinisikan sebagai instruksi untuk memindahkan angka dengan cara yang cerdas. Variabel inilah yang digunakan untuk memindahkannya :

a. *int* (integer)

Digunakan untuk menyimpan angka dalam 2 *byte* (16 bit). Tidak mempunyai angka desimal dan menyimpan nilai dari -32,768 dan 32,767.

b. *long* (long)

Digunakan ketika integer tidak mencukupi lagi. Memakai 4 *byte* (32 bit) dari memori (RAVM) dan mempunyai rentang dari -2,147,483,648 dan 2,147,483,647.

c. *boolean* (boolean)

Variabel sederhana yang digunakan untuk menyimpan nilai TRUE (benar) atau FALSE (salah). Sangat berguna karena hanya menggunakan 1 bit dari RAM.

d. *float* (float)

Digunakan untuk angka desimal (*floating point*). Memakai 4 byte (32 bit) dari RAM dan mempunyai rentang dari $-3.4028235E+38$ dan $3.4028235E+38$.

e. *char* (character)

Menyimpan 1 karakter menggunakan kode ASCII (misalnya 'A' = 65). Hanya memakai 1 byte (8 bit) dari RAM.

4. Operator Matematika

Operator yang digunakan untuk memanipulasi angka (bekerja seperti matematika yang sederhana)

a. "=" : Membuat sesuatu menjadi sama dengan nilai yang lain (misalnya: $x = 10 * 2$, x sekarang sama dengan 20).

b. "%" : Menghasilkan sisa dari hasil pembagian suatu angka dengan angka yang lain (misalnya: $12 \% 10$, ini akan menghasilkan angka 2).

c. "+" : Penjumlahan

d. "-" : Pengurangan

e. "*" : Perkalian

f. "/" : Pembagian

5. Operator Pembandingan

Digunakan untuk membandingkan nilai logika

a. "==" : Sama dengan (misalnya: $12 == 10$ adalah FALSE (salah) atau $12 == 12$ adalah TRUE (benar))

b. "!=" : Tidak sama dengan (misalnya: $12 != 10$ adalah TRUE (benar) atau $12 != 12$ adalah FALSE (salah))

c.“<” : Lebih kecil dari (misalnya: $12 < 10$ adalah FALSE (salah) atau $12 < 12$ adalah FALSE (salah) atau $12 < 14$ adalah TRUE (benar))

d.“>” : Lebih besar dari (misalnya: $12 > 10$ adalah TRUE (benar) atau $12 > 12$ adalah FALSE (salah) atau $12 > 14$ adalah FALSE (salah))

6. Struktur Pengaturan

Program sangat tergantung pada pengaturan apa yang akan dijalankan berikutnya, berikut ini adalah elemen dasar pengaturan :

a. **ifelse**, dengan format seperti berikut ini:

```
if (kondisi) { }
else if (kondisi) { }
else { }
```

Dengan struktur seperti program akan menjalankan kode yang ada di dalam kurung kurawal jika kondisinya TRUE, dan jika tidak (FALSE) maka akan diperiksa apakah kondisi pada else if dan jika kondisinya FALSE maka kode pada else yang akan dijalankan.

b. **for**, dengan format seperti berikut ini:

```
for (int i = 0; i < #pengulangan; i++) { }
```

Digunakan bila anda ingin melakukan pengulangan kode di dalam kurung kurawal beberapa kali, ganti #pengulangan dengan jumlah pengulangan yang diinginkan. Melakukan penghitungan keatas dengan $i++$ atau kebawah dengan $i--$.

7. Digital

a. `pinMode(pin, mode)`

Digunakan untuk menetapkan mode dari suatu pin, pin adalah nomor pin yang akan digunakan dari 0-19 (pin analog 0-5 adalah 14-19). Mode yang bias digunakan adalah INPUT atau OUTPUT.

b. `digitalWrite(pin, value)`

Ketika sebuah pin ditetapkan sebagai *OUTPUT*, pin tersebut dapat dijadikan *HIGH* (ditarik menjadi 5 volts) atau *LOW* (diturunkan menjadi ground).

c. `digitalRead(pin)`

Ketika sebuah pin ditetapkan sebagai *INPUT* maka dapat menggunakan kode ini untuk mendapatkan nilai pin tersebut apakah *HIGH* (ditarik menjadi 5 volts) atau *LOW* (diturunkan menjadi *ground*).

8. Analog

Arduino adalah mesin digital tetapi mempunyai kemampuan untuk beroperasi di dalam alam analog (menggunakan trik). Berikut ini cara untuk menghadapi hal yang bukan digital :

a. `analogWrite (pin, value)`

Beberapa pin pada Arduino mendukung PWM (*Pulse Width Modulation*) yaitu pin 3, 5, 6, 9, 10, 11. Keluaran pin ini dapat berubah hidup (*ON*) atau mati (*OFF*) dengan sangat cepat sehingga membuatnya dapat berfungsi layaknya keluaran analog. *Value* (nilai) pada format kode tersebut adalah angka antara 0 (0% *duty cycle* ~ 0V) dan 255 (100% *duty cycle* ~ 5V).

b. `analogRead` (pin)

Ketika pin analog ditetapkan sebagai INPUT anda dapat membaca keluaran voltase-nya. Keluarannya berupa angka antara 0 (untuk 0 volt) dan 1024 (untuk 5 volt).

2.5.3 Catu Daya Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catudaya eksternal. Sumber listrik di pilih secara otomatis. Daya eksternal (non-USB) di peroleh dari adaptor AC-to-DC yang di hubungkanke power jack pada board arduino. Catu daya dari baterai dapat di hubungkan ke pin GND dan pin Vin pada blok pin catudaya di arduino.

Arduino Uno dapat beroperasi pada pasokan daya dari 6 sampai 20 volt. Jika di berikan kurang dari 7 volt, pin 5 volt akan memberikan daya kurang dari 5 volt dan board akan menjadi tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 volt, regulator tegangan akan menjadi panas dan merusak board. Rentang yang di anjurkan adalah 7 sampai 12 volt.

Pin catu daya yang digunakan pada Arduino Uno untuk membuat alat ini adalah sebagai berikut :

1. Vin: merupakan pin untuk mengalirkan sumber tegangan ke Arduino Uno ketika menggunakan sumber daya eksternal.
2. 5v: merupakan catu daya regulasi yang digunakan untuk daya mikrokontroller dan komponen lain pada board. Daya di peroleh dari Vin

melalui regulator on-board ,atau di suplai dari USB atau daya regulasi 5v lainnya.

3. 3v3: adalah pin yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 3,3 volt berasal dari regulator tegangan pada arduino uno.
4. GND: merupakan pin 0V yang pada alat ini digunakan sebagai grounding.

2.6 Push Button

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.

Berdasarkan fungsi kerjanya yang menghubungkan dan memutuskan, push button switch mempunyai 2 tipe kontak yaitu NC (Normally Close) dan NO (Normally Open).

1. NO (Normally Open), merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya terbuka (aliran arus listrik tidak mengalir). Dan ketika tombol saklar ditekan, kontak yang NO ini akan menjadi menutup (Close) dan mengalirkan atau menghubungkan arus listrik. Kontak NO digunakan sebagai penghubung atau menyalakan sistem circuit (Push Button ON).
2. NC (Normally Close), merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya tertutup (mengalirkan arus listrik). Dan ketika tombol saklar push button ditekan, kontak NC ini akan menjadi membuka (Open), sehingga memutus aliran arus listrik. Kontak NC digunakan sebagai pemutus atau

mematikan sistem circuit (Push Button Off). Rangkaian tombol push button dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Push Button

Sumber : Penulis, 2019

2.7 Modul SIM800L

Modul GSM adalah peralatan yang didesain supaya dapat digunakan untuk aplikasi komunikasi dari mesin ke mesin atau dari manusia ke mesin. Modul GSM merupakan peralatan yang digunakan sebagai mesin dalam suatu aplikasi. Rangkaian Modul GSM merupakan bagian dari pusat kendali yang berfungsi sebagai *iransceiver*. Modul GSM mempunyai fungsi yang sama dengan sebuah telepon seluler yaitu mampu melakukan fungsi pengiriman dan penerimaan SMS. Dengan adanya sebuah Modul GSM maka aplikasi yang dirancang dapat dikendalikan dari jarak jauh dengan menggunakan jaringan GSM sebagai media akses. Modul SIM800L adalah sebuah quad-band modul GSM/GPRS, yang bekerja pada frekuensi GSM850MHz, EGSM900MHz, DCS1800MHz dan PCS1900MHz. Modul SIM800L

memiliki 12 pin header. Rangkaian modul Stepdown LM2596 dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Modul SIM80L

Sumber :Penulis, 2019

Tabel 2. 2Keterangan pin Modul SIM800L

Pin	Label	Keterangan
1	NET	Antena
2	VCC	+3,4-4,4 V
3	RST	Reset
4	RXD	Rx Data Serial
5	TXD	Tx Data Serial
6	GND	Ground
7	RING	Untuk panggilan masuk
8	DTR	Data Terminal Ready
9	MICP	Microphone (+)
10	MICN	Microphone (-)

11	SPKP	Speaker (+)
12	SPKN	Speaker (-)

Sumber: Datasheet, 2013

2.7.1 Layanan SMS

Short Message Service (SMS) merupakan sebuah layanan yang banyak di aplikasikan pada sistem komunikasi tanpa kabel, yang memungkinkan dilakukannya pengiriman pesan singkat dalam bentuk *alpha numeric* sebanyak 160 karakter antara terminal pelanggan atau antara terminal pelanggan dengan sistem eksternal seperti *email*, *paging* dan lain-lain. Layanan SMS merupakan sebuah layanan yang bersifat *Connection less* dimana sebuah pesan dapat di *submit* kesuatu tujuan, tidak peduli apakah tujuan tersebut aktif atau tidak. Bila di deteksi bahwa tujuan tidak aktif, maka sistem akan menunda pengiriman ke tujuan hingga tujuan aktif kembali. Pada dasarnya sistem SMS akan menjamin *delivery* dari suatu pesan hingga sampai ke tujuan. Kegagalan pengiriman yang bersifat sementara seperti tujuan tidak aktif akan selalu teridentifikasi sehingga pengiriman ulang pesan akan selalu dilakukan kecuali bila diberlakukan aturan bahwa pesan yang telah melampaui batas waktu tertentu harus di hapus dan dinyatakan gagal terkirim.

2.7.2 AT-Command

AT-Command merupakan perintah standar yang dapat diterima oleh modem. Fungsi utama AT-Command ini digunakan untuk mengirim dan menerima pesan, fungsi lain dari AT-Command yaitu dapat dipakai untuk mengetahui atau membaca kondisi dari terminal seperti mengetahui kondisi sinyal, kondisi baterai, nama

operator, lokasi, menambah item pada daftar telephone, mengetahui model telephone seluler yang dipakai, nomor IMEI (International Mobile Equipment Identity) dan informasi-informasi lainnya yang berhubungan dengan telephone selular tersebut. Daftar perintah standar AT-Command dapat dilihat pada tabel 2.3.

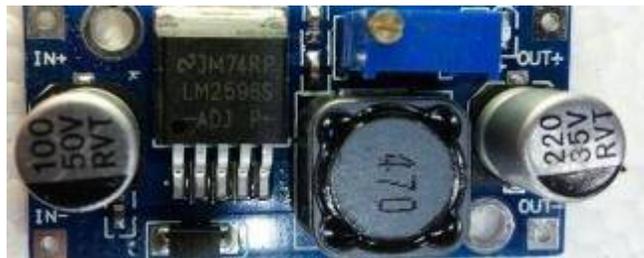
Tabel 2. 3 Perintah standar AT-Command

No.	Perintah	Fungsi
1	AT+CPBF	Mencari nomor telepon yang tersimpan
2	AT+CBR	Membaca buku telepon
3	AT+CPBW	Menulis nomor telepon di buku telepon
4	AT+CMGF	Mengatur mode SMS teks atau PDU
5	AT+CMGF=0	Mengatur mode PDU
6	AT+CMGF=1	Mengatur mode SMS teks
7	AT+CMGS	Mengirim sebuah perintah SMS
8	AT+CMGR	Membaca sebuah pesan
9	AT+CMGR=1	Membaca sebuah pesan di alamat
10	AT+CMG	Melihat semua daftar SMS yang ada
11	AT+MCGD	Menghapus sebuah pesan
12	AT+CMNS	Mengatur sebuah lokasi penyimpanan SMS
13	AT+COPS?	Untuk mengetahui sebuah nama <i>provider</i> kartu
14	AT+CSCA	Untuk mengetahui alamat SMS <i>Center</i>
15	AT+CGMI	Untuk mengetahui nama dan jenis ponsel
16	AT+CGMM	Untuk mengetahui jenis ponsel
17	AT+CBC	Untuk mengetahui level baterai

Sumber : Iskandar, 2017

2.8 Modul Stepdown LM2596

Modul Stepdown LM2596 merupakan sebuah rangkaian elektronik sebagai konverter penurun tegangan yang mengkonversikan tegangan masukan DC menjadi tegangan DC lainnya yang lebih rendah. Modul converter DC ke DC (DC-DC Converter) ini menggunakan IC LM2596S yang merupakan Integrated Circuit (IC) untuk mengubah tingkatan tegangan (*voltage level*) arussearah / *Direct Curent* (DC) menjadi lebih rendah disbanding tegangan masukannya. Tegangan masukan (input voltage) dapat dialiri tegangan berapapun antara 3 Volt hingga 40 Volt DC, yang akan diubah menjadi tegangan yang lebih rendah diantara 1,5 Volt hingga 35 Volt DC. Besar arus berkelanjutan (*continous current*) yang dapat ditangani modul elektronika ini sebesar 1,5 A dengan arus puncak/momentary peak current 3 A. Gambar rangkaian Stepdown LM 2596 dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Modul Stepdown LM2596

Sumber :Penulis, 2019

Spesifikasi dari LM2596 stepdown DC to DC ini, sebagai berikut :

1. V_{input} : max DC 48 V
2. V_{output} : min DC 1,5 V
3. Setting tegangan output : disesuaikan
4. Daya : 10 W

5. Dimensi : panjang 4,25 cm x lebar 2 cm x tinggi 1,25 cm

6. Berat : 50 gr

2.9 LCD (Liquid Crystal Display)

LCD adalah singkatan dari kata *liquid crystal display*, yaitu panel penampil yang dibuat dari bahan kristal cair. Kristal dengan sifat-sifat khusus yang menampilkan warna lengkap yang berasal dari efek pantulan/transmisi cahaya dengan panjang gelombang pada sudut lihat tertentu, merupakan salah satu rekayasa penting yang menunjang kebutuhan akan peralatan elektronik serba tipis dan ringan (Dr. Ir. Saludin Muis, 2013). LCD (*Liquid Crystal Display*) dapat menampilkan sebanyak 32 karakter yang terdiri dari 2 baris dan tiap baris dapat menampilkan 16 karakter. LCD 16x2 ini mempunyai 192 karakter tersimpan dan dilengkapi dengan back light. LCD dihubungkan dengan Arduino Uno yang digunakan untuk menampilkan nilai data dari sensor MQ3. LCD 16x2 dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2. 9LCD (Liquid Crystal Display) 16x2

Sumber :Penulis, 2019

Konfigurasi LCD 16x2 dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Konfigurasi LCD 16x2

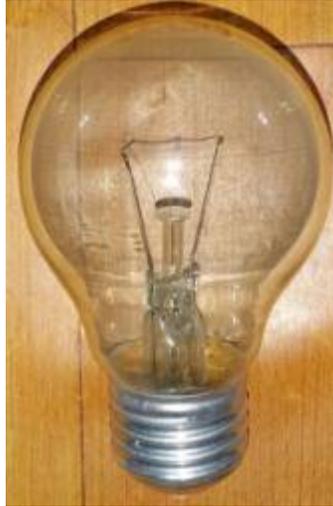
Pin	Nama Pin	I/O	Keterangan
1	VSS	Power	Catu daya, ground (0v)
2	VDD	Power	Catu daya positif
3	V0	Power	Pengatur kontras, menurut datasheet, pin ini perlu dihubungkan dengan pin vss melalui resistor 5k Ω . Namun, dalam praktik, resistor yang digunakan sekitar 2,2k Ω
4	RS	Input	Register Select RS = HIGH :Untuk mengirim data RS = LOW :Untuk mengirim instruksi
5	R/W	Input	Read/Write control bus R/W = HIGH : mode untuk membaca data di LCD

Sumber : Abdul Kadir, 2013

2.10 Lampu Pijar (Beban)

Lampu pijar merupakan sumber cahaya buatan yang dihasilkan melalui saluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanaskan dan menghasilkan cahaya. Kaca yang menyelubungi filament panas tersebut menghalangi udara untuk berhubungan dengannya sehingga filament tidak akan rusak akibat teroksidasi. Lampu pijar dibuat 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 dioda cahaya, maka secara bertahap pada beberapa negara peredaran lampu pijar mulai dibatasi.



Gambar 2. 10 Lampu Pijar

Sumber : Penulis , 2019

Lampu pijar ini mempunyai keunggulan antara lain :

1. Mempunyai nilai "color rendering index" 100% yang cahayanya tidak merubah warna asli obyek.
2. Mempunyai bentuk fisik lampu yang sederhana, macam-macam bentuknya
3. Harganya relatif lebih murah dan tersedia di toko-toko elektronik
4. Instalasi mudah
5. Lampu dapat langsung menyala jika sudah dialiri arus listrik
6. Terang-redupnya lampu dapat diatur dengan dimmer.
7. Cahaya lampu dapat difokuskan.

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.

2.11 Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loudspeaker, 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).



Gambar 2. 11 Buzzer
Sumber :Penulis, 2019

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai perancangan alat dan realisasi rancangan dari alat. Perancangan dari alat ini diawali dengan membuat jadwal penelitian, flowchart dan kemudian pembuatan blok diagram dari alat tersebut. Dimana tiap-tiap blok saling berhubungan satu dengan yang lain. Perancangan alat ini dibagi dalam dua bagian yaitu : perancangan secara hardware dan perancangan secara software. Dan masing-masing bagian tersebut akan dibahas dalam bab ini.

3.1 Jadwal Penelitian

Adapun jadwal kegiatan yang akan dilakukan untuk merancang dan membuat sistem pengamanan trafo distribusi akibat beban lebih berdasarkan identifikasi arus berbasis arduino uno distribusi ditunjukkan pada tabel 3.1 berikut ini.

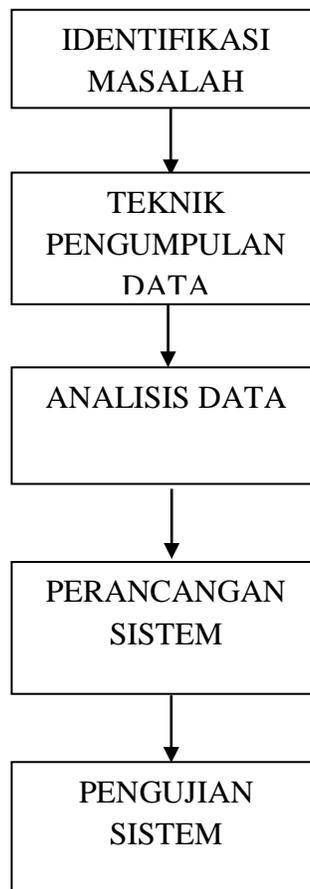
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

No.	Kegiatan	Bulan Ke-					
		1	2	3	4	5	6
1	Studi Literatur	■					
2	Perancangan Sistem		■				
3	Pembuatan system			■	■		
4	Uji Coba dan Evaluasi					■	
5	Penyusunan Buku		■	■	■	■	■

Sumber :Penulis, 2019

3.2 Tahapan Penelitian

Pada bagian ini akan membahas mengenai tahapan-tahapan penelitian, sehingga membentuk sebuah alur yang sistematis. Tahapan-tahapan dalam proses penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian

Sumber :Penulis, 2019

Pada gambar 3.1 diatas, tahapan dari penelitian yang pertama akan dilakukan adalah mengidentifikasi masalah yang ada di lingkungan dan dikumpulkan sebagai referensi untuk memulai perancangan sistem.

3.3 Identifikasi Masalah

Penjelasan tentang masalah pada latar belakang bab 1 dengan disertai teori-teori dan informasi pendukung, maka dilakukan tahap identifikasi masalah dengan melakukan analisa penyebab dari permasalahan tersebut, dimana setelah dilakukan tahapan mengidentifikasi masalah, diketahui bahwa penyebab permasalahan adalah penggunaan beban berlebih pada trafo distribusi yang disebabkan banyak hal termasuk pencurian listrik yang semakin marak terjadi.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Pada tahap ini pengumpulan data dilakukan untuk mencari berbagai macam literatur seperti jurnal, buku perpustakaan maupun internet dan sumber-sumber lainnya yang terkait dengan penelitian yang akan dibuat. Data yang telah dikumpulkan dapat dijadikan sebagai referensi ketika muncul kendala pada perancangan, sehingga dengan adanya berbagai data dapat memudahkan tahap perancangan yang akan dibuat.

3.5 Tahap Analisis

Tahapan analisis dilakukan untuk menganalisis data-data yang telah dikumpulkan apakah data telah sesuai dengan yang dibutuhkan atau tidak dan juga data-data tentang software maupun hardware yang akan digunakan dalam perancangan sistem.

3.5.1 Analisis Kebutuhan *Hardware*

Kebutuhan perangkat keras dalam perancangan sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Laptop

Pada proses perancangan dan pembuatan sistem ini laptop digunakan untuk menjalankan aplikasi arduino untuk membuat program.

2. Handphone

Pada proses perancangan dan pembuatan sistem ini *handphone* digunakan untuk menjalankan SMS Gateway sebagai output dari modul SIM800L.

3. Arduino

Pada proses perancangan dan pembuatan sistem ini arduinodigunakan sebagai pengendaliutama dari sistem input output yang diberi program dan menampung semua perintah dari *user*.

4. Relay

Pada proses perancangan dan pembuatan sistem ini relay digunakan sebagai penghubung pada beban yang berfungsi untuk memutus sambungkan beban ke arus listrik.

5. Push Button

Pada proses perancangan dan pembuatan sistem ini push button digunakan untuk menaikkan, menurunkan dan tombol reset untuk ambang batas set point daya listrik.

6. Modul GSM SIM800L

Pada proses perancangan dan pembuatan sistem ini modul SIM800L digunakan sebagai mesin dalam suatu aplikasi yang berfungsi untuk melakukan pengiriman dan penerimaan SMS.

7. Sensor ZHT103 (Sensor Arus)

Pada proses perancangan dan pembuatan sistem ini sensor arus digunakan untuk mendeteksi arus yang mengalir pada sistem.

8. Modul Stepdown LM2596

Pada proses perancangan dan pembuatan sistem ini modul stepdown LM2596 digunakan untuk konverter penurun tegangan yang mengkonversikan tegangan masukan DC menjadi tegangan DC lainnya yang lebih rendah yang akan digunakan oleh modul GSM SIM800L yang mempunyai tegangan kerja 3,4 V – 4,4 V.

9. Lampu Pijar (Beban)

Pada proses perancangan dan pembuatan sistem ini lampu pijar digunakan sebagai beban untuk mengukur system pengaman trafo distribusi.

10. Buzzer

Pada proses perancangan dan pembuatan sistem ini Buzzer digunakan sebagai alarm jika beban sudah melebihi batas set point.

11. LCD 16x2

Pada proses perancangan dan pembuatan sistem ini LCD digunakan untuk menampilkan nilai ambang batas set point.

3.5.2 Analisis Kebutuhan *Software*

Kebutuhan perangkat lunak dalam penyusunan proposal tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Sistem operasi

Sistem operasi digunakan sebagai jendela utama untuk menjalankan laptop atau PC.

2. Software IDE arduino

Software IDE arduino dibutuhkan untuk membuat program yang akan ditanamkan pada arduino uno.

3. Ms.OfficeVisio

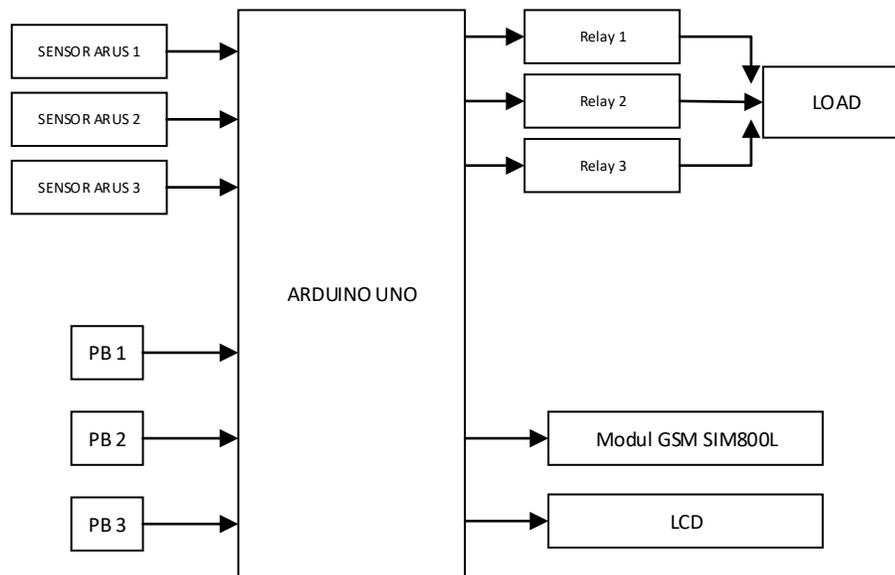
Aplikasi software ini digunakan untuk menggambar Flowchart dan diagram blok dari keseluruhan sistem

3.6 Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan tahap-tahap yang akan dilakukan untuk membuat system pengamanan trafo distribusi akibat beban lebih berdasarkan identifikasi arus berbasis Arduino uno. Perancangan system ini dibagi dalam beberapa tahap yaitu : pembuatan blok diagram sistem, pembuatan *flowchart*, dan pembuatan diagram rangkaian.

3.6.1 Blok Diagram

Blok diagram atau gambaran perancangan sistem pengamanan trafo distribusi akibat beban lebih berdasarkan identifikasi arus berbasis Arduino uno yang bagiannya terdiri dari sensor arus, push button, Arduino uno, relay, modul gsm sim800L, LCD, dan beban dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut :



Gambar 3. 2 Blok Diagram

Sumber :Penulis, 2019

Blok diagram pada gambar 3.2 diatas menggambarkan koneksifikasi yang terjadi antara alat yang ada pada beban dan modem sim 800L. Pada perancangan ini meliputi tahap pemasangan sensor ZHT103 (sensor arus), 3 buah *push button*, 3 buah *relay*, pemasangan 3 buah beban dan pemasangan LCD 16x2 serta modul GSM SIM800L. Pemberian program pada sistem pengaman trafo ini dilakukan ditahap akhir, setelah perancangan *hardware* dan perancangan sistem selesai. Hal ini dilakukan untuk menguji coba alat dan untuk mengetahui apakah komponen alat sudah dapat dioperasikan.

3.6.2 Prinsip Kerja Blok Diagram

Berdasarkan blok diagram yang telah dibuat, prinsip kerja sistem pengaman trafo adalah sebagai berikut :

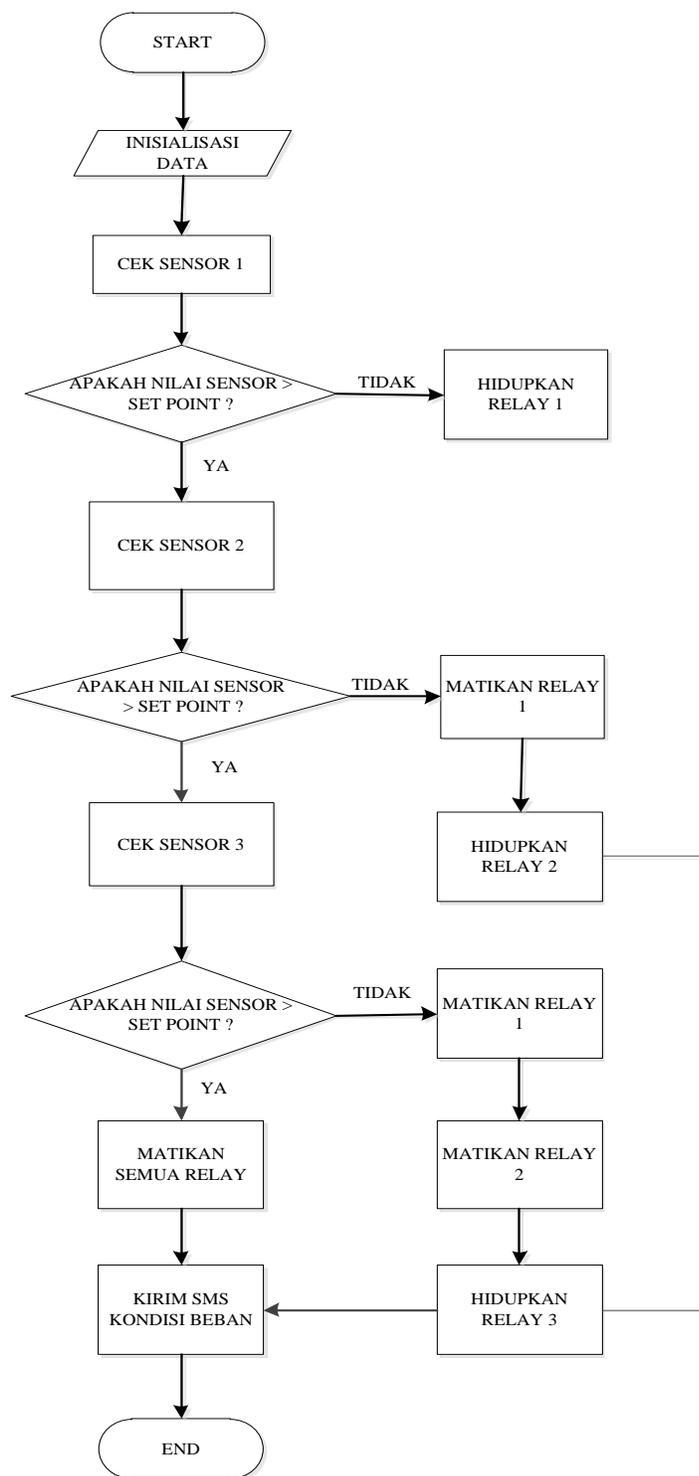
1. 3 buah tombol push button pada blok diagram memiliki fungsi up, down, dan reset. Dimana, fungsi tombol up untuk menaikkan nilai set point

ambang batas daya yang diinginkan dan tombol down untuk menurunkan nilai set point dan tombol reset untuk mereset nilai set point kembali ke awal

2. Kemudian sensor arus yang berfungsi sebagai input akan mendeteksi arus yang mengalir pada sensor apakah arus yang mengalir lebih kurang, lebih besar atau sama dengan nilai set point yang ditentukan.
3. 3 buah relay akan berfungsi sebagai 3 jalur untuk menentukan jalur aliran listrik mana yang akan digunakan sesuai dengan ambang batas set point daya yang sudah ditentukan dari semula dan juga sebagai pemutus jalur alur aliran listrik beban.
4. Beban pada blok diagram ini menggunakan 3 buah beban yang berupa lampu pijar dengan kapasitas daya yang berbeda-beda yang disesuaikan dengan kebutuhan perancangan sistem pengaman trafo.
5. LCD akan berfungsi untuk menampilkan nilai set point dan dan sim 800L akan berfungsi untuk mengirimkan SMS ke operator apabila terdapat gangguan listrik yang berupa overload beban.

3.5.3 Flowchart Sistem

Dalam perancangan sistem pengaman trafo distribusi akibat beban lebih berdasarkan identifikasi arus berbasis Arduino uno ini terdapat beberapa sistem yang berjalan. Berikut ini *flowchart* dari sistem dapat dilihat pada gambar 3.3:



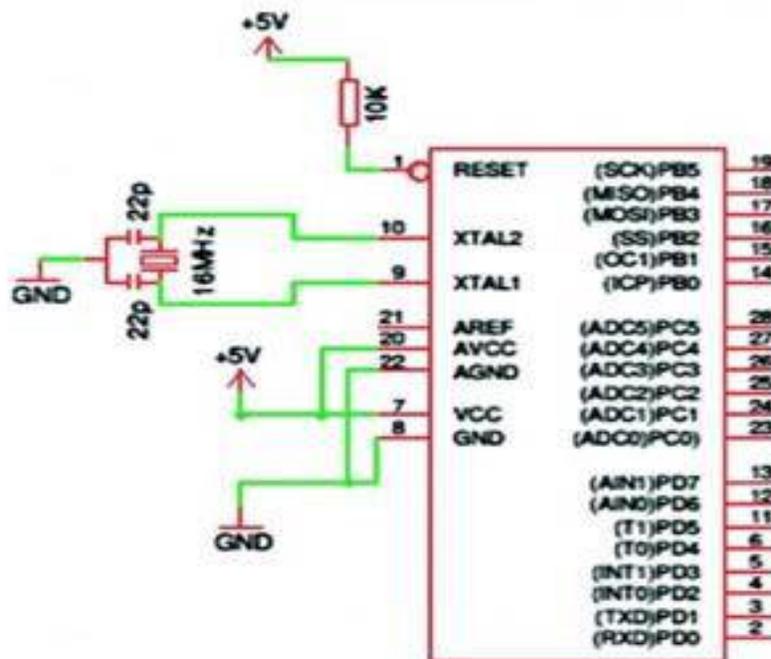
Gambar 3. 3 Flowchart Sistem
 Sumber :Penulis, 2019

Ketetrangan flowchart :

1. Start alat pengaman trafo distribusi.
2. Inisialisasi input output.
3. Periksa sensor 1, apakah nilai sensor lebih besar dari set point.
4. Jika ya cek sensor 2, jika tidak cek tombol menu.
5. .Periksa tombol menu, apakah tombol ditekan, jika ya masuk mode set point, jika tidak kembali insisialisasi data.
6. Pada mode set point, periksa apakah tombol up ditekan, jika ya tambahkan nilai set point, jika tidak cek apakah tombol down ditekan.
7. Jika tombol down ditekan kurangkan nilai set point, jika tidak kembali mode set point.
8. Periksa sensor 2, apakah nilai sensor lebih besar dari set point.
9. Jika ya cek sensor 3, jika tidak matikan relay 1 dan hidupkan relay 2 kemudian kirim sms kondisi beban.
10. Periksa sensor 3, apakah nilai sensor lebih besar dari set point.
11. Jika ya matikan semua relay, jika tidak matikan relay 1 dan relay 2 kemudian hidupkan relay 3 dan kirim sms kondisi beban.

3.5.4 Perancangan I/O Sistem 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 arus. Desain sistem Arduino uno R3 dapat dilihat pada gambar 3.4.



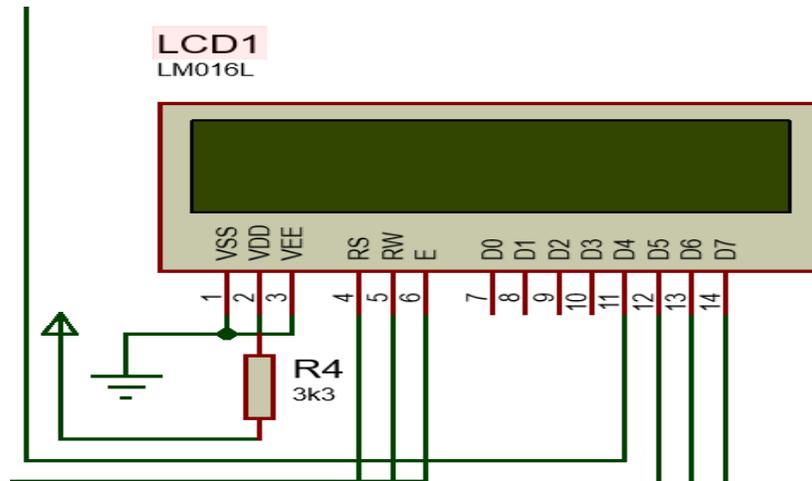
Gambar 3. 4 Rangkaian Sistem Minimal Arduino

Sumber :Roghib, 2018

3.5.5 Perancangan Rangkaian LCD (Liquid Crystal Display)

Rangkaian LCD berfungsi untuk menampilkan data berupa huruf dan angka. Rangkaian LCD pada sistem ini digunakan untuk menampilkan nilai set point yang sudah ditentukan. Rangkaian LCD ini terdiri dari 1 buah LCD 16x2 dan 1 buah resistor 3K3. Resistor pada rangkaian LCD ini berfungsi untuk mengatur tingkat kecerahan tulisan pada LCD. Pada LCD ini terdapat 16 pin, dimana pin 1 dihubungkan pada ground rangkaian, pin 2 dihubungkan pada tegangan 5 VDC, pin 3 dihubungkan pada kaki 1 resistor dan kaki 2 resistor dihubungkan pada ground rangkaian, pin 4 dihubungkan pada pin 4 arduino, pin 5 dihubungkan ke pin5 arduino, pin 6 dihubungkan pada pin 6 arduino, pin 11-14 LCD dihubungkan pada pin 7-10 arduino. Dipilihnya LCD 16X2 ini karena mampu untuk memuat 32 karakter dan

memungkinkan sebagai tampilan output sesuai dengan kebutuhan. Gambar rangkaian LCD dapat dilihat pada gambar 3.5.

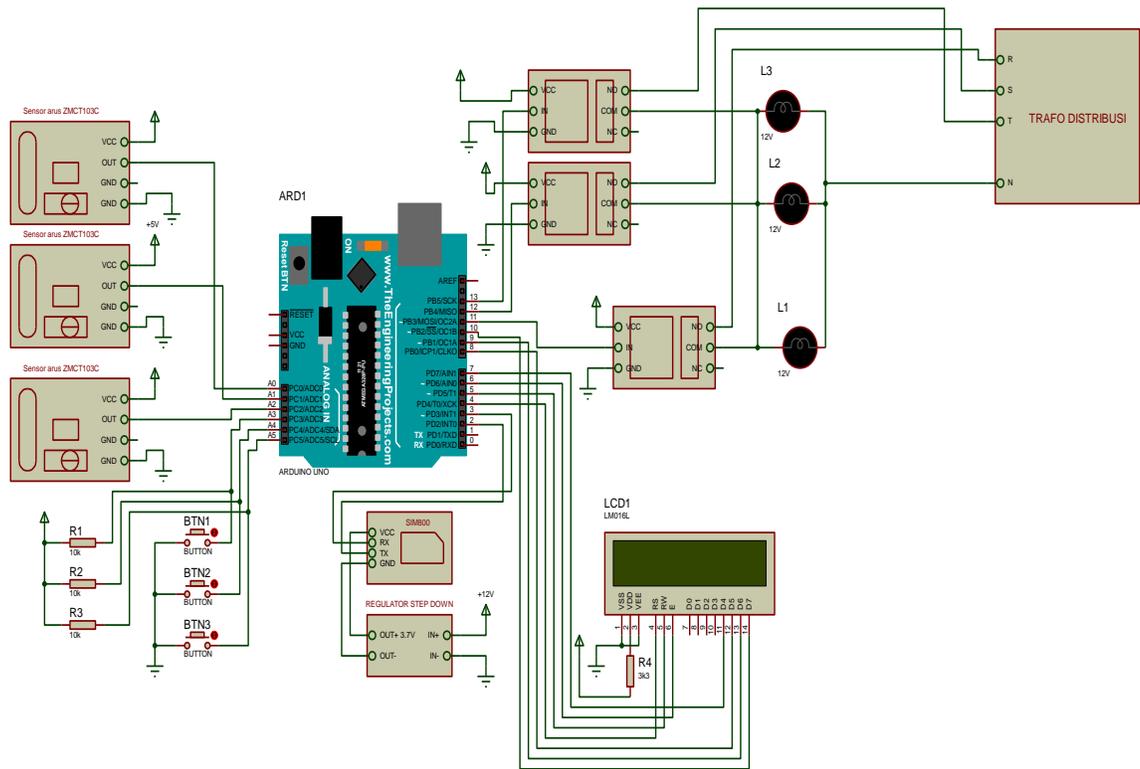


Gambar 3. 5 Rangkaian LCD 16x2

Sumber :Penulis, 2019

3.7 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 ZHT103 untuk dikonversikan dan data yang diperoleh ditampilkan pada layer LCD. Rangkaian keseluruhan seperti Gambar 3.6 dibawah ini.



Gambar 3. 6 Diagram Rangkaian Keseluruhan
 Sumber :Penulis, 2019

BAB 4

HASIL DAN ANALISA

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 di lakukan pembahasan di bab sebelumnya.

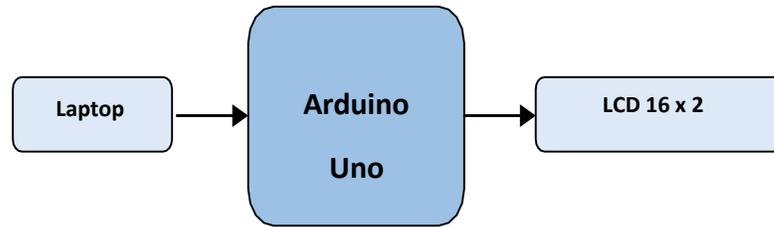
4.1 Pengujian Minimum Sistem Arduino Uno Dengan LCD

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 Uno

Langkah-langkah melakukan pengujian rangkaian LCD :

1. Buka aplikasi Arduino IDE
2. Selanjutnya akan muncul tampilan awal “sketch_xxxxxx” secara otomatis seperti pada langkah sebelumnya.
3. Mengetikkan listing program untuk pengujian rangkaian LCD seperti pada gambar 4.2

```

test_1
void a=1;
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);lcd.print(" Mode Set Point ");
lcd.setCursor(0, 1);lcd.print("-----");
delay(3000);
lcd.clear();
while(a==1){
  t_up = digitalRead(up);
  t_menu = digitalRead(menu);
  t_down = digitalRead(down);
  lcd.setCursor(0, 0);lcd.print("Set Point Arus R");
  lcd.setCursor(0, 1);lcd.print("IR= "+String(set_R)+" mA ");
  if(t_up == 0){
    notif();
    set_R = set_R +10;
  }
  else if(t_down == 0){
    notif();
    set_R = set_R -10;
  }
  else if(t_menu == 0){
    lcd.setCursor(0, 0);lcd.print("Set Point Succes");
    lcd.setCursor(0, 1);lcd.print("Save set Arus R ");
    delay(3000);
    lcd.clear();
    a=2;
  }
  delay(500);
}
  
```

Gambar 4. 2 Listing Program Pengujian LCD

4.2 Hasil Perancangan dan Pengujian



Gambar 4. 3 Tampilan Alat Keseluruhan

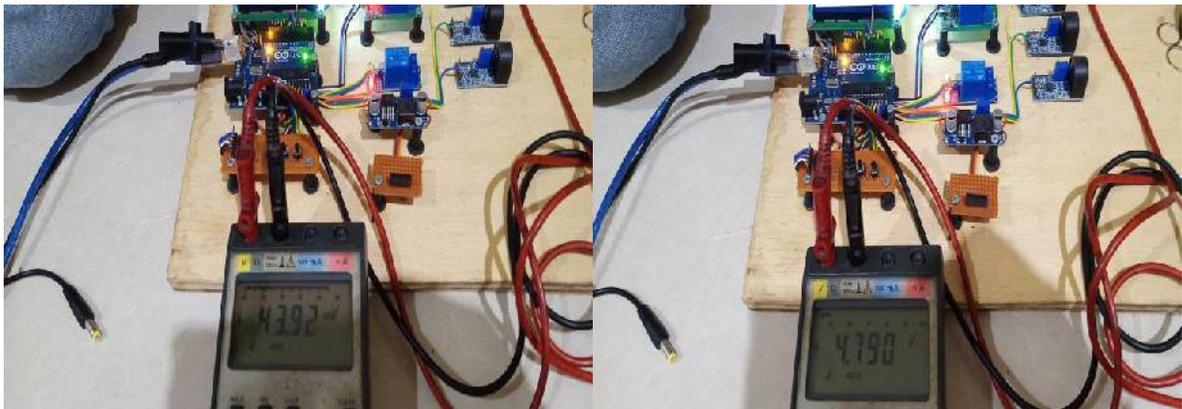
Pengujian dilakukan dengan menhidupkan semua beban ke sumber listrik dan dihubungkan ke alat ukur kemudian dilakukan pengukuran yang dapat dilihat pada tampilan LCD. Adapun hasil pengujian yang diperoleh pada tabel-tabel berikut ini :

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Alat Ukur Terhadap Relay

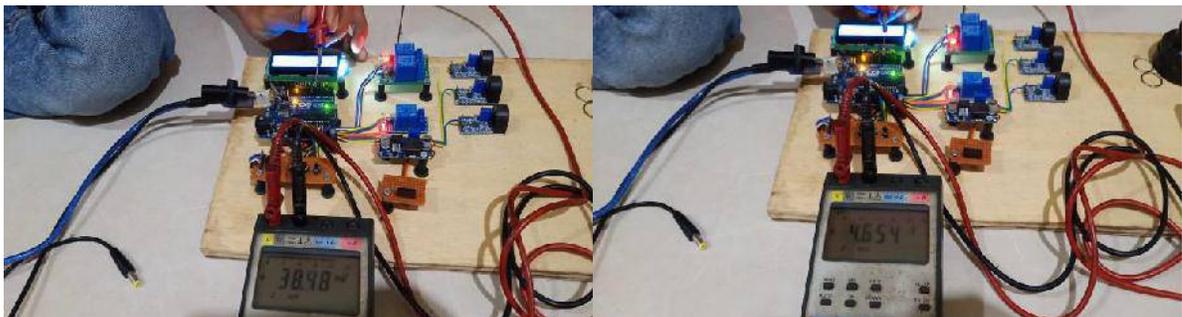
RELAY	KONDISI (ON)	KONDISI (OFF)
1	44.91 mV	4.926 V
2	43.92 mV	4.790 V
3	38.48 mV	4.654 V



Gambar 4. 4 Relay 1 Kondisi On Dan Off



Gambar 4. 5 Relay 2 Kondisi On Dan Off



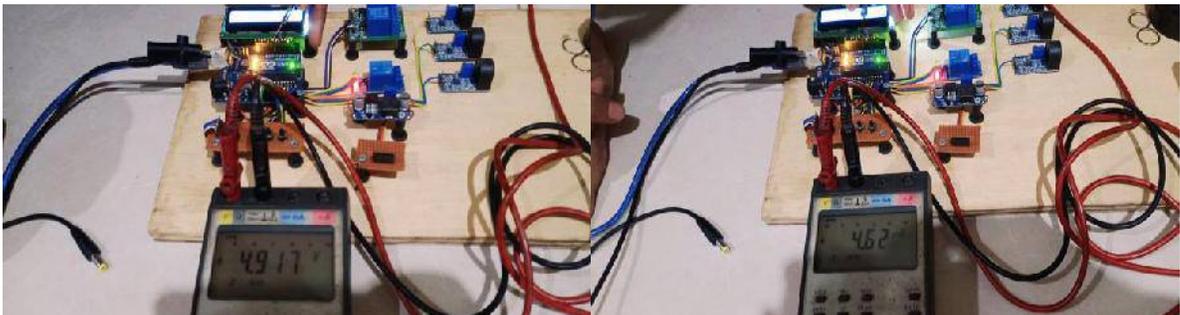
Gambar 4. 6 Relay 3 Kondisi On Dan Off

Berikut ini adalah keterangan untuk masing-masing relay:

1. Kondisi relay 1 saat ON, dengan kondisi tegangan 44.91mV dan saat OFF
4.926 V
2. Kondisi relay 2 saat ON, dengan kondisi tegangan 43.92 mV dan saat OFF
4.790 V
3. Kondisi relay 3 saat ON, dengan kondisi tegangan 38.48 mV dan saat OFF
4.654 V

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Alat Ukur Terhadap Buzzer/alarm

Kondisi	Tegangan (Vin)	Logika
ON	4.917 V	1
OFF	4.62 mV	0



Gambar 4. 7 Tampilan Buzzer/alarm saat pengujian

Keterangan :

1. Kondisi Buzzer/Alarm pada saat kondisi On dengan tegangan 4.917 V dimana
Logika Buzzer 1

2. Kondisi Buzzer/Alarm pada saat kondisi Off dengan tegangan 4.62 mV
dimana Logika Buzzer 0

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Alat Ukur Terhadap Tombol-Tombol

TOMBOL	KONDISI	TEGANGAN (volt)	Logic
UP	Ditekan	1.93 mV	0
	Tidak Ditekan	4.897 V	1
DOWN	Ditekan	1.99 mV	0
	Tidak Ditekan	4.895 V	1
ENTER	Ditekan	2.01 mV	0
	Tidak Ditekan	4.897 V	1



Gambar 4. 8 Kondisi Tombol Down pada saat ditekan dan tidak ditekan



Gambar 4. 9 Kondisi Tombol Up pada saat ditekan dan tidak ditekan

Keterangan gambar :

1. Kondisi tombol Up saat ditekan dengan kondisi Tegangan (volt) 1,93 mV dan kondisi logic 0. Kondisi tombol up saty tidak ditekan dengan kondisi Tegangan 4,897 volt saat kondisi logic 1
2. Kondisi tombol Down saat ditekan dengan kondisi Tegangan (volt) 1,99 mV saat kondisi logic 0. Kondisi tombol up saat tidak ditekan dengan kondisi Tegangan 4,895 Volt saat logic 1
3. Kondisi tombol Enter saat ditekan dengan kondisi Tegangan (volt) 2,01 mV saat kondisi logic 0. Kondisi logic 0. Kondisi tombol Enter saat tidak ditekan dengan kondisi Tegangan 4,897 volt saat kondisi logic 1

Tabel 4. 4 Hasil pengujian beban arus secara teoritis dan praktikal

Set Point	Jumlah Lampu	Arus (Analisa Pengukuran)	Arus (Analisa Perhitungan)
300 mA	1 Buah 40 Watt	148 mA	181 mA

500 mA	1 Buah 75 Watt	278 mA	340 mA
800 mA	1 Buah 150 Watt	574 mA	681 mA

Analisa perhitungan untuk beban arus menggunakan rumus $P = I \cdot V$.

$$\text{Beban 40 Watt, } I = \frac{P}{V}, I = \frac{40 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 0,181 \text{ A} / 181 \text{ mA}$$

$$\text{Beban 75 Watt, } I = \frac{P}{V}, I = \frac{75 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 0,340 \text{ A} / 340 \text{ Ma}$$

$$\text{Beban 150 Watt, } I = \frac{P}{V}, I = \frac{150 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 0,681 \text{ A} / 681 \text{ mA}$$

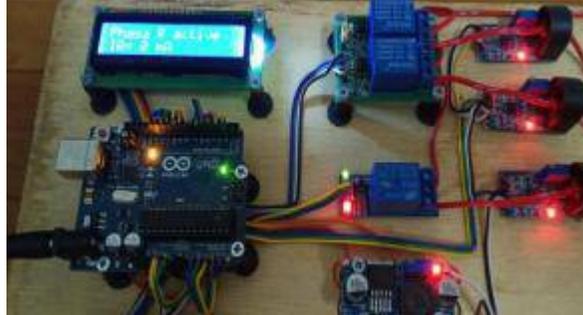
4.3 Hasil Pengujian dan Perancangan Sistem Pengaman Trafo Distribusi

Beban yang dipakai untuk menguji sistem pengaman trafo distribusi terdiri dari 3 buah lampu pijar, yang masing-masing memiliki daya 40, 75 dan 150 Watt. Terdapat 3 kondisi yang terjadi di sistem pengaman trafo distribusi ini yaitu, phasa R aktif, phasa S aktif, phasa T aktif dan ketiga Phasa tidak aktif. Dimana ketiga phasa ini akan aktif sesuai dengan beban arus yang mengalir pada sensor dan set point arus yang sudah ditentukan sebelumnya oleh pengguna.

4.3.1 Phasa R aktif

Untuk Kondisi ini, phasa R aktif jika tidak ada beban arus yang mengalir dan jika pengguna memberi set point pada sistem sebesar 300 mA dan beban arus yang mengalir adalah 148 mA. Berikut Hasil pengujian sistem pengamanan trafo distribusi dimana phasa R aktif. Dibawah ini adalah kondisi dimana sistem pengaman trafo

ketika belum ada arus beban yang mengalir $I_R = 0\text{mA}$ yang ditunjukkan pada gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Phasa R aktif $I_r = 0\text{ mA}$

Dan kemudian sistem pengaman trafo diberi beban sebesar 148 mA dimana phasa R tetap aktif dengan set point 300 Ma yang ditunjukkan pada gambar 4.11.



Gambar 4. 11 Phasa R aktif $I_r = 142\text{mA}$

4.3.2 Phasa S aktif

Untuk Kondisi ini, phasa S aktif jika pengguna memberi set point pada sistem sebesar 500 mA dan beban arus yang mengalir adalah 425 mA. Berikut Hasil

pengujian sistem pengamanan trafo distribusi dimana fase S aktif yang ditunjukkan pada gambar 4.12



Gambar 4. 12 Fase S aktif $I_r = 425 \text{ mA}$



Gambar 4. 13 Notifikasi Arus Berlebih phasa S

4.3.3 Phasa T aktif

Untuk Kondisi ini, phasa T aktif jika pengguna memberi set point pada sistem sebesar 800 mA dan beban arus yang mengalir adalah 760 mA. Berikut Hasil pengujian sistem pengamanan trafo distribusi dimana phasa S aktif yang ditunjukkan pada gambar 4.14.



Gambar 4. 14 Phasa T aktif $I_r = 760\text{mA}$



Gambar 4. 15 Notifikasi Arus Berlebih Phasa T

4.3.4 Phasa R, S, dan T Tidak Aktif

Untuk Kondisi ini, phasa S, T, dan T tidak aktif jika pengguna memberi set point pada sistem maksimal sebesar 800 mA dan beban arus yang mengalir adalah 802 mA. Berikut Hasil pengujian sistem pengamanan trafo distribusi dimana semua phasa tidak aktif yang ditunjukkan pada gambar 4.16



Gambar 4. 16 Semua Phasa Tidak Aktif $I_r = 802 \text{ mA}$



Gambar 4. 17 Notifikasi Arus Berlebih Semua Phasa Tidak Aktif

Tabel 4. 5 Tabel Hasil Pengujian Seluruh Phasa

Phasa Ke-	SET POINT	BEBAN ARUS (OUTPUT)	KONDISI
Phasa R	300 mA	0 Ma - 148 mA	Aktif
Phasa S	500 mA	425 mA	Aktif
Phasa T	800 mA	760 mA	Aktif
Semua Phasa Nonaktif	800 mA	802 mA	Tidak Aktif

BAB 5

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 pengaman trafo distribusi, penulis merancang suatu sistem pengaman trafo distribusi, untuk mengurangi tingkat kerusakan pada trafo distribusi akibat beban lebih.
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

- Aji Sena Samuel (2013). *“Perancangan dan pembuatan Application Programming Interface Server untuk Arduino”*. Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya: Malang. Tidak Dipublikasikan
- Agfianto Eko Putra.2002. *”Teknik antar muka computer : konsep & aplikasi”*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- Bahri, s. (2019). Optimasi cluster k-means dengan modifikasi metode elbow untuk menganalisis disrupsi pendidikan tinggi.
- Berahim Hamzah (1996). *“Pengantar Teknik Tenaga Listrik”*, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta
- Diantoro, m., maftuha, d., suprayogi, t., iqbal, m. R., mufti, n., taufiq, a., ... & hidayat, r. (2019). Performance of pterocarpus indicus willd leaf extract as natural dye tio2-dye/ito dssc. *Materials today: proceedings*, 17, 1268-1276.
- Dr. Ir, Saludin Muis (2013). *”Prinsip kerja LCD dan pembuatan (Liquid chrystal display)”*. Yogyakarta : Penerbit Graha Ilmu.
- Hamdani, h., tharo, z., & anisah, s. (2019, may). Perbandingan performansi pembangkit listrik tenaga surya antara daerah pegunungan dengan daerah pesisir. In seminar nasional teknik (semnastek) uisu (vol. 2, no. 1, pp. 190-195).
- Hariyanto, e., iqbal, m., siahaan, a. P. U., saragih, k. S., & batubara, s. (2019, march). Comparative study of tiger identification using template matching approach based on edge patterns. In *journal of physics: conference series* (vol. 1196, no. 1, p. 012025). Iop publishing.
- Kadir Abdul (2012). *”Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemograman Menggunakan Arduino”*.Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Krestovel Adian Kodoati (2015). *“Analisa Perkiraan Umum Transformator”*. E-Journal Teknik Elektro Dan Komputer, UNSRAT.

Lubis, a., & batubara, s. (2019, december). Sistem informasi suluk berbasis cloud computing untuk meningkatkan efisiensi kinerja dewan mursyidin tarekat naqsyabandiyah al kholidiyah jalaliyah. In prosiding simantap: seminar nasional matematika dan terapan (vol. 1, pp. 717-723).

Owen Bishop, 2002. " *Dasar Dasar Elektronika*" Jakarta : Penerbit Erlangga.

Putra, randi rian, et al. "decision support system in selecting additional employees using multi-factor evaluation process method." (2019).

Putra, randi rian. "sistem informasi web pariwisata hutan mangrove di kelurahan belawan sicanang kecamatan medan belawan sebagai media promosi." jurnal ilmiah core it: community research information technology 7.2 (2019).

Rahmaniar, r. (2019). Model flash-nr pada analisis sistem tenaga listrik (doctoral dissertation, universitas negeri padang).

Sidik, a. P., efendi, s., & suherman, s. (2019, june). Improving one-time pad algorithm on shamir's three-pass protocol scheme by using rsa and elgamal algorithms. In journal of physics: conference series (vol. 1235, no. 1, p. 012007). Iop publishing.

Sulistianingsih, i., suherman, s., & pane, e. (2019). Aplikasi peringatan dini cuaca menggunakan running text berbasis android. It journal research and development, 3(2), 76-83.

Sumanto (1996). "Teori Transformator", Penerbit Andi Offset, Yogyakarta

Tasril, v., wijaya, r. F., & widya, r. (2019). Aplikasi pintar belajar bimbingan dan konseling untuk siswa sma berbasis macromedia flash. Jurnal informasi komputer logika, 1(3).

Wijaya, rian farta, et al. "aplikasi petani pintar dalam monitoring dan pembelajaran budidaya padi berbasis android." rang teknik journal 2.1 (2019).

Yogi Dasatrio. 2002. " *Dasar Teknik Kelistrikan*" Jakarta :Penerbit Erlangga.

Zuhal (1997). " *Dasar Tenaga Listrik*". Penerbit ITB: Bandung. Cetakan kedua