

**RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATIS PEMUTUS  
JARINGAN TIGA PHASE BERDASARKAN PENDETEKSIAN  
ARUS PADA JARINGAN NETRAL**

**SKRIPSI**

**Disusun Oleh:**

**ARI ANDRIAN**

**12.812.0007**



**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**2017**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 17/6/22

Access From (repository.uma.ac.id)17/6/22

**RANCANG BANGUN SISTEM OTOMATIS PEMUTUS  
JARINGAN TIGA PHASE BERDASARKAN PENDETEKSIAN  
ARUS PADA JARINGAN NETRAL**

**SKRIPSI**

**Disusun Oleh:**

**ARI ANDRIAN**

**12.812.0007**

Skripsi sebagai salah satu syarat untuk mencapai Gelar Sarjana S1  
Di Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Medan Area

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
2017**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 17/6/22

Access From (repository.uma.ac.id)17/6/22



UNIVERSITAS MEDAN AREA  
FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : ARI ANDRIAN  
NPM : 12.812.0007  
Jurusan : S-1 Teknik Elektro  
Judul : “ Rancang Bangun Sistem Pemutus Jaringan Tiga Phase Berdasarkan Pendeteksian Arus Pada Jaringan Netral”.

Disetujui Oleh  
Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Ir. H. Usman Harahap, M.T

Pembimbing II

Muhammad Fadlan Siregar, S.T M.T



Dekan Fakultas Teknik

Prof. Dr. Daudan Ramdan, M. Eng, M.Sc



Ka. Program Studi Teknik Elektro

Faisal Irsan Sasaribu, ST, S.Pd.M.T

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ARI ANDRIAN

NPM : 12.812.0007

Jurusan : S-1 Teknik Elektro

Judul : “ Rancang Bangun Sistem Pemutus Jaringan Tiga Phase Berdasarkan Pendeteksian Arus Pada Jaringan Netral”.

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian - bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 15 Juni 2017

Yang Memberikan Pernyataan



Ari Andrian  
NPM: 12.812.0007

**Tanggal Lulus : 15 Juni 2017**

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ari Andrian  
NPM : 12.812.0007  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: Rancang Bangun Sistem Pemutus Jaringan Tiga Phase Berdasarkan Pendeteksian Arus Pada Jaringan Netral. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Medan

Pada tanggal: 15 Juni 2017

Penulis



ARI ANDRIAN

12.812.0007

## ABSTRAK

Pada kebanyakan sistem tiga fasa yang menyuplai beban satu fasa, akan terdapat ketidakseimbangan arus fasa dan arus netral. Arus netral yang besar dapat menyebabkan konduktor netral terbakar, distorsi tegangan dan gangguan pada trafo distribusi. Maka dari itu, penelitian ini melakukan rancang bangun alat sistem otomatis pemutus jaringan tiga fasa berdasarkan pendeteksi arus pada kawat netral. Sistem otomatis pemutus jaringan tiga fasa ini berfungsi untuk memutuskan ketiga fasa apabila ada salah satu fasa yang putus. Komponen yang terdapat pada sistem otomatis pemutus jaringan tiga fasa ini antara lain, mikrokontroler AVR ATmega16, driver relay, penyearah, regulator tegangan dan program BASCOM AVR. Simulasi ketidakseimbangan fasa dilakukan dengan membuka saklar pada salah satu fasa, kondisi ini mewakili gangguan 1 fasa pada sistem tenaga listrik. Setelah saklar dibuka, maka muncul arus pada kawat netral dan akan dibaca oleh driver relay. Selanjutnya driver relay mengirim sinyal ke mikrokontroler untuk selanjutnya memutuskan semua fasa. Rancang bangun alat sistem otomatis pemutus jaringan tiga fasa berdasarkan pendeteksi arus pada kawat netral ini telah dilakukan pengujian dan telah dapat bekerja sebagaimana mestinya.

Kata kunci : Tiga fasa, AVR ATmega16, Bascom AVR.

## ABSTRACT

*In most three phase systems that supply a single-phase load, there will be phase and neutral current unbalances. Large neutral currents could cause neutral conductors burn, voltage distortion and fault to the distribution transformer. Therefore, this research performs design of automatic three-phase circuit breaker system based on current detection on neutral conductors. The automatic three-phase circuit breaking system serves to break all of the three phases if any one phase is broken. Components contained on the automatic three-phase circuit breaking system, inter alia, microcontroller, AVR ATmega16, driver relay, rectifier, voltage regulator and BASCOM AVR program. The phase unbalance simulation is performed by opening the switch on one of the phases, this condition represents the single line-to-ground (LG) fault in the power system. After the switch is opened, the fault current appears on the neutral wire and will be detected by the driver relay. Hereinafter, the driver relay sends signals to the microcontroller to further disconnect all three-phases. The design of an automatic three-phase circuit breaking system based on current detection on neutral wire, has been tested and has been able to work properly.*

**Keywords:** *three-phase, AVR ATmega16, Bascom AVR*

## KATA PENGANTAR

Terima kasih diucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan karunia-Nya berupa pengetahuan, pengalaman, hidayah serta rahmat-Nya, karena atas anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Rancang Bangun Sistem Otomatis Pemutus Jaringan Tiga Phase Berdasarkan Pendeteksian Arus Pada Jaringan Netral”**. Skripsi ini disusun guna memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Medan Area.

Dengan segenap kerendahan hati disampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih kepada Ayahanda tercinta **Helmi Wahyudi** dan Ibunda tersayang **Suriyani S.Pd,M.Pd**, yang senantiasa ikhlas dalam memberikan cintanya, mencurahkan kasih sayangnya, kesabarannya dalam mendidik dan membimbing dengan baik, serta mengorbankan seluruh jiwa raga dan pikirannya baik dalam doa maupun perbuatan.

Dalam penulisan skripsi ini banyak memperoleh bimbingan, bantuan dan dukungan yang berharga dari berbagai pihak baik sevara materil, moril maupun spiritual. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
2. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, ST, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Medan Area.
3. Bapak Ir. H. Usman Harahap, MT, selaku Pembimbing I, secara khusus penulis sampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya atas waktu, tenaga, bimbingan, petunjuk, serta sarana dari awal penulisan skripsi ini hingga penulis dapat menyelesaikannya sebagaimana mestinya.



4. Bapak Muhammad Fadlan, ST, MT, selaku Pembimbing II yang telah menyediakan waktu dan tenaga dalam penyempurnaan skripsi ini, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Seluruh Dosen Fakultas Teknik Universitas Medan Area Khususnya Departemen Teknik Elektro yang telah memberikan bimbingan dan ilmu selama masa perkuliahan.
6. Kepada Adik-adik saya Ayu Andini dan Dimas Anhari yang sudah memberikan dukungan dan doanya dalam menyusun skripsi saya.
7. Seluruh rekan-rekan mahasiswa angkatan 2012 di jurusan teknik elektro yang selalu membantu, menemani dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Sahabat-sahabat yang selalu mendukung dan memotivasi dalam penyelesaian skripsi ini.

Dalam penulisan skripsi ini disadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, baik isi maupun tata bahasanya. Hal ini disebabkan keterbatasan ilmu pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki. Untuk itu dengan segala kerendahan hati diharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaan hasil akhir dari skripsi ini di masa yang akan datang. Akhir kata, harapannya adalah semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan pihak-pihak yang memerlukannya.

Medan, Juni 2017

Penulis

Ari Andrian  
NPM : 12.812.0007

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PENANGGUNG JAWAB SKRIPSI.....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 LatarBelakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Pembahasan .....	4
<b>BAB II TEORI PENUNJANG.....</b>	<b>5</b>
2.1 Sistem 3 <i>Phase</i> .....	5
2.2 Defenisi Sistem Otomatis Pemutus Jaringan .....	7
2.3 Mikrokontroler AVR.....	8
2.3.1 Konfigurasi Pin ATMega 16 .....	10
2.3.1.1 Port Berfungsi sebagai Input/Output.....	11
2.3.1.2 Port Berfungsi sebagai ADC.....	12
2.3.1.3 Sistem Minimum AVR .....	12
2.4 Driver Relay .....	13
2.5 AC/DC Adaptor .....	13

2.5.1	Penyearah ( <i>Rectifier</i> ).....	14
2.5.2	Penyaring Kapasitor ( <i>Filter Capasitor</i> ) .....	16
2.5.3	<i>Regulator Voltage</i> .....	16
2.6	Program <i>BASCOM AVR</i> .....	17
2.6.1	Konstruksi Bahasa BASIC pada <i>BASCOM AVR</i> .....	19
2.6.2	Pengarah Preprocessor .....	19
2.6.3	Tipe Data .....	20
2.7	Dasar-dasar ISP ( <i>In-System Chip Programming</i> ) .....	24
2.8	Output Logika .....	25
2.9	Pilot Lamp.....	26
2.10	LCD.....	27
<b>BAB III</b>	<b>METODELOGI PENELITIAN.....</b>	<b>31</b>
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	31
3.1.1	Tempat Penelitian.....	31
3.1.2	Waktu Penelitian .....	31
3.2	Metoda Penelitian.....	31
3.2.1	Alat dan Bahan .....	32
3.2.2	Rancangan Struktural .....	33
3.3	Pemograman Mikrokontroler.....	45
3.4	Uji Kinerja Alat .....	55
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>56</b>
4.1	Hasil Pembuatan Alat.....	56
4.2	Hasil Pengujian Alat .....	57
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP .....</b>	<b>64</b>
5.1	Kesimpulan .....	64

5.2	Saran .....	64
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>65</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>66</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Instruksi Dasar BASCOM-AVR .....	19
Tabel 2.2	Tipe Data pada BASCOM-AVR .....	20
Tabel 3.1	Penetapan Komponen .....	33
Tabel 3.2	Daftar komponen yang dibutuhkan ( <i>powersupply</i> ) .....	35
Tabel 3.3	Bahan dan alat yang diperlukan ( <i>powersupply</i> ).....	35
Tabel 3.4	<i>Tools EAGLE Light Edition</i> .....	38
Tabel 3.5	Komponen yang dibutuhkan ( <i>driver relay</i> ) .....	43
Tabel 4.1	Hasil pengujian saklar (R) .....	64
Tabel 4.2	Hasil pengujian saklar (S).....	65
Tabel 4.3	Hasil pengujian saklar (T).....	65
Tabel 4.4	Hasil pengujian <i>driver relay</i> .....	66
Tabel 4.5	Hasil pengujian fan .....	66
Tabel 4.6	Hasil pengujian <i>pilot lamp</i> .....	68
Tabel 4.7	Hasil pengujian lampu pijar .....	68
Tabel 4.8	Hasil pengujian sistem secara keseluruhan.....	69
Tabel 4.9	Tabel kebenaran hasil pengujian sistem secara keseluruhan .....	69

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sistem 3 Phase .....	6
Gambar 2.2	Hubungan Bintang ( <i>Y, wye</i> ) .....	7
Gambar 2.3	Blok diagram ATmega 16 .....	9
Gambar 2.4	Konfigurasi ATmega 16 (tampak atas) .....	10
Gambar 2.5	(a). Trafo <i>step down</i> tanpa CT .....	14
	(b). Trafo <i>step down</i> dengan CT .....	14
Gambar 2.6	Penyearah setengah gelombang .....	15
Gambar 2.7	Penyearah gelombang penuh.....	15
Gambar 2.8	Rangkaian <i>filter</i> dengan menggunakan kapasitor .....	16
Gambar 2.9	IC LM 78.....	17
Gambar 2.10	Downloader USB ISP.....	25
Gambar 2.11	Pilot Lamp.....	27
Gambar 2.12	LCD 16x2 .....	29
Gambar 3.1	Flowchart kerangka berpikir.....	32
Gambar 3.2	Sketsa dudukan sistem elektrikal bagian atas .....	33
Gambar 3.3	Sketsa dudukan sistem elektrikal bagian bawah .....	34
Gambar 3.4	Skema rangkaian <i>powersupply</i> .....	37
Gambar 3.5	Halaman <i>board</i> .....	37
Gambar 3.6	Memilih jenis komponen .....	39
Gambar 3.7	Tata jalur rangkaian.....	40
Gambar 3.8	Tata letak komponen yang telah dihapus .....	41
Gambar 3.9	Skema rangkaian <i>driver relay</i> .....	44
Gambar 3.10	Rangkaian sistem minimum AVR.....	44
Gambar 3.11	Skema rancangan instalasi listrik seluruh sistem .....	45
Gambar 3.12	Icon shortcut <i>software</i> BASCOM-AVR .....	46

Gambar 3.13	Tampilan awal software BASCOM-AVR .....	46
Gambar 3.14	Membuka halaman text editor baru .....	47
Gambar 3.15	Jendela text-editor baru .....	47
Gambar 3.16	Program sistem kontrol otomatis pemutus 3 fasa .....	48
Gambar 3.17	Langkah menyimpan file program .....	54
Gambar 3.18	Memilih letak direktori penyimpanan file program .....	54
Gambar 3.19	Jendela cara melakukan kompilasi program *.bas ke *.hex ..	55
Gambar 3.20	Jendela 'errors' .....	55
Gambar 3.21	File hexadecimal (*.hex) hasil kompilasi program .....	56
Gambar 3.22	Instalasi hardware.....	57
Gambar 3.23	Icon progisp.exe .....	57
Gambar 3.24	Tampilan awal Software ProgISP .....	58
Gambar 3.25	Pemilihan tipe mikrokontroler .....	58
Gambar 3.26	Periksa koneksi komputer dengan mikrokontroler .....	59
Gambar 3.27	Pilih file *.hex .....	59
Gambar 3.28	Jendela direktori tempat file hex disimpan .....	60
Gambar 3.29	Jendela report (Load file *.hex) .....	60
Gambar 3.30	Tombol Auto Download .....	61
Gambar 3.31	Proses downloading file *.hex berhasil.....	61
Gambar 3.32	<i>Flowchart</i> sistem kerja alat .....	61
Gambar 4.1	Sistem otomatis pemutus jaringan 3 fasa bagian depan.....	63
Gambar 4.2	Sistem otomatis pemutus jaringan 3 fasa bagian belakang....	63
Gambar 4.3	Hasil pengujian	

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Pada sistem tiga fasa hubungan Y, arus netral merupakan penjumlahan dari ketiga arus fasanya. Dalam keadaan seimbang, sistem tiga fasa yang terdiri dari tiga fasa yang sama besarnya, berbeda fasa satu dengan yang lain  $120^{\circ}$ , hasil penjumlahannya adalah nol dan tidak ada arus netral. Pada kebanyakan sistem tiga fasa yang menyuplai beban satu fasa, akan terdapat ketidakseimbangan arus fasa dan arus netral. Terdapat suatu kondisi dimana suatu sistem yang tidak seimbang secara sempurna memiliki arus netral yang signifikan. Kondisi ini diakibatkan karena perkembangan dari pemakaian beban non linear seperti lampu hemat energi, komputer, penyearah, maupun *powersupply* yang memiliki arus fasa yang tidak sinusoidal. Hasil penjumlahan dari arus tiga fasa yang seimbang dan tidak sinusoidal ini tidak sama dengan nol. Sehingga terdapat arus netral yang tidak bisa diabaikan keberadaannya.

Sebagaimana yang telah kita ketahui bahwa arus netral yang besar dapat menyebabkan konduktor netral terbakar, distorsi tegangan dan gangguan pada trafo distribusi. Maka dari itu pada penulisan tugas akhir ini akan dilakukan sebuah penelitian berupa sebuah rancang bangun yang bertujuan agar ketika terjadi gangguan berupa ketidakseimbangan beban pada jaringan tiga fasa dapat diamankan secara cepat dan otomatis dengan metode pendeteksian arus netral yang ditimbulkan akibat sehingga kondisi anomali tersebut. Sebab jika tidak, maka akan berdampak buruk pada sistem-sistem lain yang terhubung dengan jaringan ini.

### 1.2 Rumusan Masalah

Adapun yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana mengamankan jaringan tiga fasa ketika timbul arus ya besar pada jaringan netralnya ?



2. Komponen apa yang diimplementasikan agar dapat mendeteksi adanya arus pada jaringan netral ?
3. Variabel apa yang dideteksi pada jaringan netral agar sistem yang akan mengamankan dapat mengetahui kapan waktu pengamanannya?

### 1.3 Batasan Masalah

Yang menjadi batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Tidak membahas tentang *coding* program secara mendetail.
2. Ruang lingkup pembahasan meliputi perangkat *hardware* dan *software*.
3. Tidak menjadi kajian seberapa besar arus yang diukur pada jaringan netralnya, namun masih dalam kajian ada dan tidak atau dalam istilah sistem digital apakah logika 1 atau 0.
4. Alat yang dirancang dalam bentuk miniatur sebagai alat bantu untuk mendeskripsikan kejadian sesungguhnya serta mendeskripsikan bagaimana proses pengamanan yang akan dilakukan oleh sistem hasil rancangan ketika ada arus yang mengalir pada jaringan netralnya.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Merancang dan membuat sistem otomatis pemutus jaringan tiga secara *hardware* dan *software* dan dalam bentuk prototype dengan menggunakan sebuah pengendali cerdas yaitu mikrokontroler.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Menjadi sebuah bahan masukan kepada instansi yang berkaitan dengan jaringan tiga fasa ini khususnya PLN dalam mengatasi kasus apabila timbul arus pada jaringan netral.
2. Dengan adanya prototype dapat membantu bagi siapa saja yang ingin tahu bagaimana deskripsi proses dan cara kerja sistem otomatis pemutus jaringan tiga fasa pada kasus sebenarnya.

3. Dengan adanya sistem otomatis pemutus jaringan tiga fasa ini, maka para petugas PLN ataupun pelaksana di lapangan tidak mengalami kesulitan dalam memutuskan jaringan jika terjadi arus netral ini.
4. Dapat mengurangi kerusakan sistem-sistem yang terhubung dengan jaringan tiga fasa jika tiba-tiba terjadi arus pada jaringan netralnya.

## 1.6 Sistematika Pembahasan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

### BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, perumusan masalah yang diteliti, tujuan dan manfaat penelitian, pembatasan masalah yang diteliti, serta sistematika penulisan laporan.

### BAB II TEORI PENUNJANG

Berisi tentang penjabaran masalah dan bagaimana kebutuhan sistem yang akan dirancang juga pengenalan sistem-sistem elektrikal, mekanikal, dan perangkat lunak yang terlibat dalam perancangan alat ini.

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang bagaimana metode penelitian dilakukan, yang meliputi bagaimana cara pengambilan data, dan cara perancangan alat serta pengujiannya.

### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang hasil dari segala bentuk pengujian alat yang dilakukan serta hasil yang didapatkan akan dilakukan pembahasan secara mendetail.

### BAB V PENUTUP

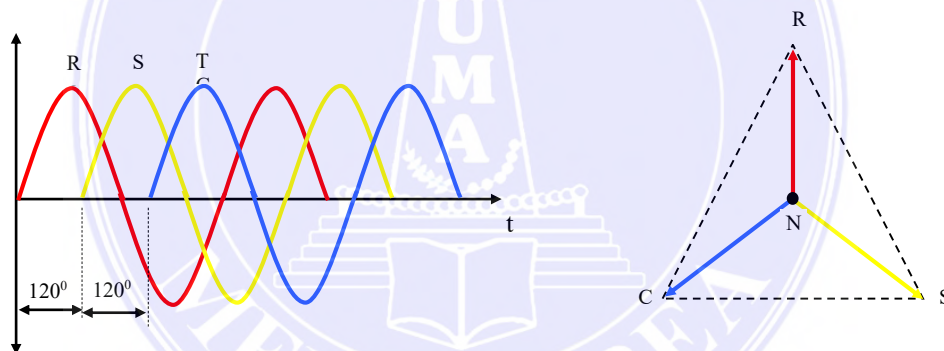
Berisi tentang kesimpulan dan saran yang didapatkan dari penelitian yang dilakukan.

## BAB II

### TEORI PENUNJANG

#### 2.1 Sistem 3 Fasa

Sistem tiga fasa merupakan gabungan dari tiga buah sistem satu fasa, dimana terdapat beda fasa antara masing-masing tegangan sebesar  $120^\circ$ , sedangkan secara fisik mempunyai perbedaan sebesar  $60^\circ$ . Hubungan antara arus, tegangan dan daya dari rangkaian tiga fasa yang seimbang (arus dan tegangan tiap fasa sama dapat diselesaikan dengan menggunakan analisa rangkaian satu fasa pada bagian komponen rangkaian tiga fasa). Bentuk gelombang sistem tiga fasa dan vektor diagram tegangan dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut:



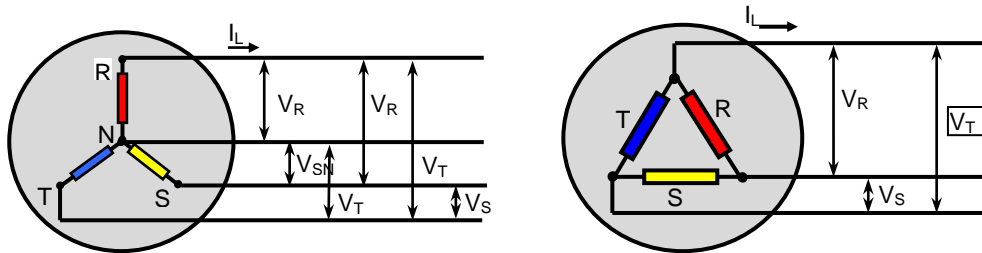
**Gambar 2.1 : Bentuk gelombang dan vektor diagram sistem tiga fasa**

##### 2.1.1 Hubungan delta dan wye

Pada sistem tiga fasa dikenal 2 macam hubungan pada generator, motor dan sistem jaringan yaitu:

1. Hubungan bintang (wye)
2. Hubungan delta (segitiga)

Sistem wye dan delta terdapat pada output generator ataupun pada sisi primer dan sekunder transformator



**Gambar 2.2 : Tegangan dan arus**

Tegangan yang dibangkitkan pada setiap fasa generator hubungan wye terhadap titik netral N disebut tegangan fasa ( $V_P$ ).

$$V_{RN} = V_{SN} = V_{TN} = V_P$$

Sedangkan tegangan fasa terhadap fasa dinamakan tegangan line to line ( $V_L$ ).

$$V_{RS} = V_{ST} = V_{TR},$$

lihat gambar 2.2. Hubungan antara tegangan line to line ( $V_L$ ) terhadap tegangan line to netral ( $V_P$ ) adalah:

$$V_L = \sqrt{3} V_P = 1,733 V_P \quad (3)$$

Arus yang keluar ke kawat saluran dari terminal R, S dan T generator mengalir ke titik netral, sehingga arus yang keluar atau arus line ( $I_L$ ) dari generator hubungan wye sama dengan arus fasanya ( $I_P$ ), sehingga:

$$I_L = I_P$$

Tegangan yang dibangkitkan dalam setiap fasa merupakan tegangan antara dua kawat saluran fasanya, sehingga:

$$V_{RS} = V_{ST} = V_{TR} = V_L$$

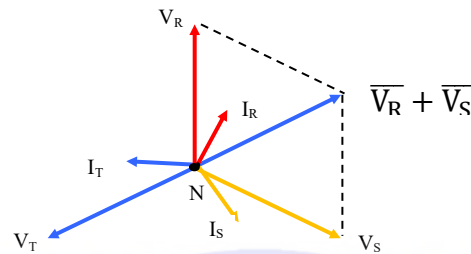
Sedangkan arus  $I_L = \sqrt{3} I_P$  atau  $I_L = 1,73 I_P$ , lihat gambar 2.1. (5)

Salah satu permasalahan yang selalu timbul dalam sistem jaringan tiga fasa adalah masalah ketidak seimbangan sistem.

### 2.1.2 Sistem tiga fasa seimbang

Yang dimaksud dengan sistem tiga 3 fasa seimbang adalah sistem tiga fasa dimana tegangan dan arus setiap fasanya yang sama. Pada sistem tiga fasa

yang seimbang, tegangan pada titik netral  $V_N = 0$  (terhadap *ground*) dan arus pada kawat netral  $I_N = 0$ . Vektor diagram tegangan dan arus pada sistem yang seimbang dapat dilihat seperti pada gambar 2.3 :



**Gambar 2.3 : Vektor diagram tegangan dan arus pada sistem tiga fasa seimbang**

Dari vektor diagram terlihat bahwa:

$$(\bar{V}_R + \bar{V}_S) = -\bar{V}_T, \quad (6)$$

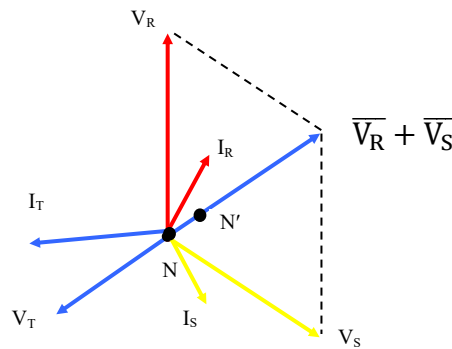
dimana  $(\bar{V}_R + \bar{V}_S)$  mempunyai arah yang berlawanan dengan  $\bar{V}_T$ , sehingga resultant kedua vektor  $\bar{V}_N = 0$

Namun pada prakteknya, beban seimbang dari ketiga fasa hampir mustahil dicapai, karena beban listrik yang digunakan setiap konsumen belum tentu identik.

### 2.1.3 Sistem tiga fasa tidak seimbang

Yang dimaksud sistem tiga fasa tidak seimbang adalah sistem tiga fasa dimana tegangan dan arus setiap fasanya tidak sama. Pada sistem tiga fasa yang tidak seimbang, tegangan pada titik netral  $V_N \neq 0$  (terhadap *ground*) dan arus pada kawat netral  $I_N \neq 0$ . Misalkan  $V_R = V_S < V_T$ .

Dari vektor diagram terlihat bahwa  $(\bar{V}_R + \bar{V}_S) < -\bar{V}_T$ , dimana  $(\bar{V}_R + \bar{V}_S)$  mempunyai arah yang berlawanan dengan  $\bar{V}_T$ , sehingga resultant kedua vektor  $\bar{V}_N \neq 0$ . Titik netral sistem tiga fasa akan berpindah dari titik N menjadi  $N'$ . Vektor diagram tegangan dan arus pada sistem yang tidak seimbang dapat dilihat seperti pada gambar 2.4 :



**Gambar 2.4 :Vektor diagram tegangan dan arus pada sistem tiga fasa tidak seimbang**

Salah satu penyebab ketidakseimbangan pada sistem tiga fasa adalah akibat impedansi beban yang tidak sama pada setiap fasanya. Dalam kenyataannya tidak mungkin didapat suatu sistem tiga fasa yang benar-benar seimbang. Ketidakseimbangan menimbulkan pergeseran titik netral yang dapat merugikan konsumen. Untuk mengatasi hal tersebut, maka harus dilakukan pendistribusian beban (arus beban) mendekati sama pada sistem tiga fasa, sehingga diperoleh suatu sistem tiga fasa yang mendekati seimbang. Selain disebabkan beban yang tidak seimbang, kenaikan arus pada kawat netral dapat disebabkan gangguan pada sistem tiga fasa. Oleh karena itu, penulis merancang suatu peralatan yang dapat mendeteksi secara otomatis perubahan arus yang terjadi pada kawat netral, dimana bila arus pada kawat netral melampaui batas tertentu yang telah ditetapkan, maka pemutus arus akan bekerja memutus jaringan.

## 2.2 Definisi Sistem Otomatis Pemutus Jaringan

Adalah suatu sistem yang dirancang secara *hardware* dan *software* sehingga menjadi satu kesatuan sistem yang terorganisasi melalui sebuah coding program khusus untuk mengendalikan sebuah sistem pengamanan pada jaringan tiga fasa khususnya pada jaringan netralnya, dimana apabila terjadi gangguan dalam bentuk apapun pada jaringan tiga fasa dan mesti berefek kepada jaringan netralnya yang ditandai dengan mengalirnya arus pada jaringan netral maka sistem secara

otomatis akan secepatnya memutuskan jaringan secara keseluruhan. Jaringan yang dimaksud untuk diputuskan jaringannya adalah jaringan tiga fasa R, S, T.

### 2.3 Mikrokontroler AVR

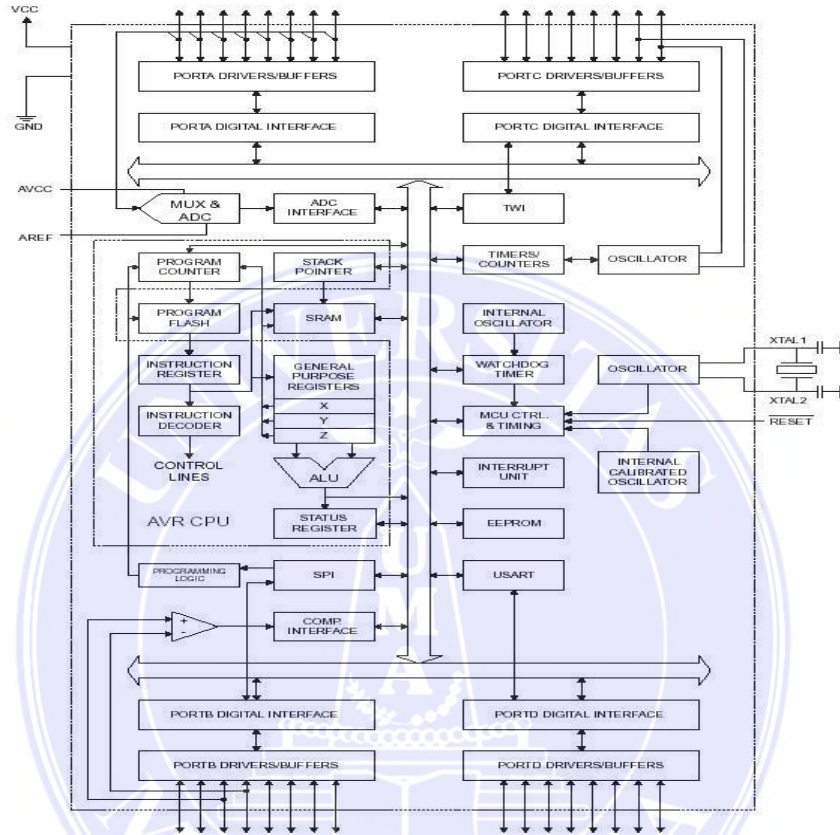
Mikrokontroler AVR adalah mikrokontroler RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) berisi prosessor, memori dan I/O Programmable 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard yang dibuat oleh Atmel pada tahun 1996. AVR memiliki keuntungan dibandingkan mikrokontroler lainnya yaitu AVR memiliki kecepatan eksekusi yang lebih cepat karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock, lebih cepat dibandingkan MCS51 yang membutuhkan 12 siklus clock untuk mengeksekusi 1 instruksi. AVR juga memiliki fitur yang lebih lengkap dibandingkan dengan MCS51. Mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega 16. ATmega16 adalah mikrocontroller CMOS 8-bit daya-rendah berbasis arsitektur RISC yang ditingkatkan.

Kelebihan penggunaan mikrokontroler dalam kontrol digital, adalah karena lebih ekonomis dalam mengontrol baik perangkat maupun proses.

Fitur yang dimiliki ATmega 16 sebagai berikut:

1. Mikrokontroler 8 bit yang memiliki kemampuan tinggi dengan daya rendah.
2. Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16 MHz.
3. Memiliki kapasitas *flash* memori 16 Kbyte, EEPROM 512 Byte dan SRAM 1 Kbyte
4. Saluran I/O sebanyak 32 buah yaitu Port A, Port B, Port C, Port D.
5. CPU yang terdiri atas 32 buah register
6. Unit interupsi internal dan eksternal
7. Fitur Peripheral
  - Tiga buah timer / counter dengan kemampuan perbandingan.
  - Real timer counter dengan Oscillator tersendiri
  - Empat buah PWM
  - Delapan channel, 10-bit ADC
  - Byte-oriented Two-wire Serial Interface

- Programmable Serial USART
- Antarmuka SPI
- On-chip Analog Comparator



Gambar 2.5 : Blok diagram ATmega 1

### 2.3.1 Konfigurasi Pin ATmega16

Susunan pin ATmega16 seperti Gambar 2.6 berikut ini :

(XCK/T0) PB0	1	40	PA0 (ADC0)
(T1) PB1	2	39	PA1 (ADC1)
(INT2/AIN0) PB2	3	38	PA2 (ADC2)
(OC0/AIN1) PB3	4	37	PA3 (ADC3)
(SS) PB4	5	36	PA4 (ADC4)
(MOSI) PB5	6	35	PA5 (ADC5)
(MISO) PB6	7	34	PA6 (ADC6)
(SCK) PB7	8	33	PA7 (ADC7)
RESET	9	32	AREF
VCC	10	31	GND
GND	11	30	AVCC
XTAL2	12	29	PC7 (TOSC2)
XTAL1	13	28	PC8 (TOSC1)
(RXD) PD0	14	27	PC6 (TDI)
(TXD) PD1	15	26	PC4 (TDO)
(INT0) PD2	16	25	PC3 (TMS)
(INT1) PD3	17	24	PC2 (TCK)
(OC1B) PD4	18	23	PC1 (SDA)
(OC1A) PD5	19	22	PC0 (SCL)
(ICP) PD6	20	21	PD7 (OC2)

Gambar2.6 : Konfigurasi ATmega16 (tampak atas)



Konfigurasi *pin* ATmega16 dengan kemasan 40 *pin* DIP (*Dual Inline Package*) dapat dilihat pada Gambar 2.6 Dari gambar diatas dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing *pin* ATmega 16 sebagai berikut :

1. VCC merupakan *pin* yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
2. GND merupakan *pin* *Ground*
3. Port A (PA.0...PA.7) merupakan *pin input/ output* dua arah dan *pin* masukan ADC
4. Port B (PB.0...PB.7) merupakan *pin input/ output* dua arah dan *pin* fungsi khusus
5. Port C (PC.0...PC.7) merupakan *pin input/ output* dua arah dan *pin* fungsi khusus
6. Port D(PD.0...PD.7) merupakan *pin input/ output* dua arah dan *pin* fungsi khusus
7. RESET merupakan *pin* yang digunakan untuk me-*reset* mikrokontroler.
8. XTAL1 dan XTAL2 merupakan *pin* masukan *clock eksternal*.
9. AVCC merupakan *pin* masukan tegangan untuk ADC.
10. AREF merupakan *pin* masukan tegangan referensi ADC.

### 2.3.1.1 Port Berfungsi sebagai Input/Output

ATmega16 mempunyai empat buah port yang bernama PortA, PortB, PortC, dan PortD. Keempat port tersebut merupakan jalur *bi-directional* dengan pilihan internal *pull-up*. Tiap port mempunyai tiga buah register bit, yaitu DD<sub>xn</sub>, PORT<sub>xn</sub>, dan PIN<sub>xn</sub>. Huruf „x“ untuk mewakili nama huruf dari port sedangkan huruf „n“ mewakili nomor bit. Bit DD<sub>xn</sub> terdapat pada I/O address DDR<sub>x</sub>, bit PORT<sub>xn</sub> terdapat pada I/O address PORT<sub>x</sub>, dan bit PIN<sub>xn</sub> terdapat pada I/O address PIN<sub>x</sub>. Bit DD<sub>xn</sub> dalam register DDR<sub>x</sub> (*Data Direction Register*) menentukan arah *pin*. Bila DD<sub>xn</sub> diset 1 maka P<sub>x</sub> berfungsi sebagai *pin output*. Bila DD<sub>xn</sub> diset 0 maka P<sub>x</sub> berfungsi sebagai *pin input*. Sebaliknya bila DD<sub>xn</sub> diset F maka P<sub>x</sub> berfungsi sebagai *pin output*. Bila PORT<sub>xn</sub> diset 1 pada saat *pin* terkonfigurasi sebagai *pin input*, maka resistor *pull-up* akan diaktifkan. Untuk mematikan resistor *pull-up*, PORT<sub>xn</sub> harus diset 0 atau *pin* dikonfigurasi sebagai

pin *output*. Pin port adalah *tri-state* setelah kondisi *reset*. Bila  $PORT_{xn}$  diset 1 pada saat pin terkonfigurasi sebagai pin output maka pin port akan berlogika 1. Dan bila  $PORT_{xn}$  diset 0 pada saat pin terkonfigurasi sebagai pin output maka pin port akan berlogika 0. Saat mengubah kondisi port dari kondisi *tri-state* ( $DD_{xn}=0$ ,  $PORT_{xn}=0$ ) ke kondisi *output high* ( $DD_{xn}=1$ ,  $PORT_{xn}=1$ ) maka harus ada kondisi peralihan apakah itu kondisi *pull-up enabled* ( $DD_{xn}=0$ ,  $PORT_{xn}=0$ ) ke kondisi *output high* ( $DD_{xn}=1$ ,  $PORT_{xn}=1$ ) maka harus ada kondisi peralihan apakah itu kondisi *pull-up enabled* ( $DD_{xn}=0$ ,  $PORT_{xn}=1$ ) atau kondisi *output low* ( $DD_{xn}=1$ ,  $PORT_{xn}=0$ ).

### 2.3.1.2 Port Berfungsi sebagai Analog to Digital Converter (ADC)

Pada port *ATMega 16* terdapat *Analog to Digital Converter (ADC)* internal dimana letak dari ADC internal tersebut berada di Port A. Dimana fitur dari ADC internal dari *ATMega 16* disebutkan sebagai berikut :

1. *10-bit Resolution*
2. *65 - 260  $\mu$ s Conversion Time*
3. *Up to 15 kSPS at Maximum Resolution*
4. *8 Multiplexed Single Ended Input Channels*
5. *Optional Left Adjustment for ADC Result Readout*
6. *0 - VCC ADC Input Voltage Range*
7. *Selectable 2.56V ADC Reference Voltage*
8. *Free Running or Single Conversion Mode*
9. *ADC Start Conversion by Auto Triggering on Interrupt Sources*
10. *Interrupt on ADC Conversion Complete*
11. *Sleep Mode Noise Canceler*

### 2.3.1.3 Sistem Minimum AVR

Sistem minimum mikrokontroler adalah sistem elektronika yang terdiri dari komponen-komponen dasar yang dibutuhkan oleh suatu mikrokontroler untuk dapat berfungsi dengan baik. Pada umumnya, suatu mikrokontroler membutuhkan dua elemen (selain *powersupply*) untuk berfungsi: kristal oscillator (XTAL), dan rangkaian RESET. Analogi fungsi kristal oscillator adalah jantung pada tubuh

manusia. Perbedaannya, jantung memompa darah dan seluruh kandungannya, sedangkan XTAL memompa data. Dan fungsi rangkaian RESET adalah untuk membuat mikrokontroler memulai kembali pembacaan program, hal tersebut dibutuhkan pada saat mikrokontroler mengalami gangguan dalam meng-eksekusi program.

Pada sistem minimum AVR khususnya ATmega 16 terdapat elemen tambahan (optional), yaitu rangkaian pengendalian ADC: AGND (= GND ADC), AVCC (VCC ADC), dan AREF (= tegangan referensi ADC). Jangan lupa menambahkan konektor ISP untuk mengunduh (*download*) program ke mikrokontroler.

Selain penjelasan di atas, secara ringkas sistem minimum AVR adalah sebuah sistem untuk mengaktifkan mikrokontroler, sistem ini disebut minimum sistem dikarenakan untuk mengaktifkan sebuah mikrokontroler memang sangat simple dan sederhana. Bagian dari minimum sistem hanya terdiri dari rangkaian *powersupply*, rangkaian reset dan rangkaian *clock*, bahkan untuk mikrokontroler yang memiliki *clockinternal*, rangkaian *clock* bisa tidak digunakan.

#### 2.4 Driver Relay

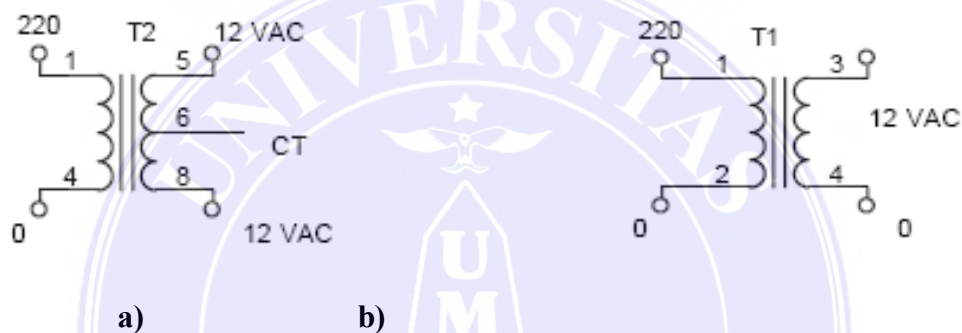
Dikarenakan untuk menggerakkan sebuah relay ataupun *buzer*, maka daya (arus atau tegangan) dari mikrokontroler terkadang kurang mencukupi oleh karena itu perlu yang namanya penguat (*driver*). *Driver* yang paling sederhana biasanya terdiri dari sebuah transistor dan resistor.

Transistor ini berfungsi sebagai saklar elektronik yang akan mengalirkan arus jika terdapat arus bias pada kaki basisnya, dan akan menyumbat arus jika tidak terdapat arus bias pada kaki basisnya.

#### 2.5 AC/DC Adaptor

Sebagian besar piranti elektronika membutuhkan tegangan *DC* untuk bekerja. Meskipun baterai berguna dalam piranti yang bisa dibawa-bawa atau piranti berdaya rendah, akan tetapi waktu operasinya terbatas. Sumber daya yang mudah dapat dibuat dari sebuah rangkaian yang dapat mengubah tegangan *AC* menjadi tegangan *DC*. Dilihat dari tegangan outputnya maka adaptor dapat dibedakan dalam 2 jenis yaitu Adaptor Variabel dan Adaptor Tegangan Tetap.

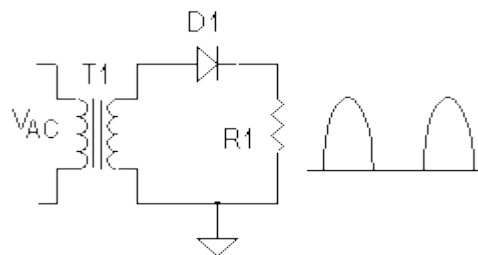
Sebuah adaptordapat dibuat dengan tiga buah komponen utama, yaitu transformer, dioda penyearah, dan kapasitor *filter*. Transformator penurun tegangan adalah transformator yangdiperlukan untuk menurunkan tegangan primer yang tinggi misalnyasebesar 220 Volt atau 380 Volt, menjadi tegangan yang lebih rendah padabagian sekundernya, 6 Volt, 9 Volt, 12 Volt, atau 24 Volt. Ada dua jenis transformator penurun tegangan yaitu transformator penurun tegangan dengan *CT*(*Center Tap*) dan transformator penurun tegangan tanpa *CT*. Berikut adalah Gambar 2.7, yaitu diagram rangkaian trafo tersebut.



**Gambar 2.7 : (a). Trafo step down tanpa CT  
(b). Trafo step down dengan CT**

### 2.5.1 Penyearah (*Rectifier*)

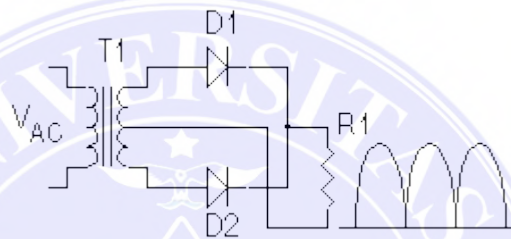
Prinsip penyearah (*rectifier*) yang paling sederhana ditunjukkan pada Gambar 2.8 berikut ini. Transformator ( $T_1$ ) diperlukan untuk menurunkan tegangan *AC* dari jala-jala listrik pada kumparan primernya menjadi tegangan *AC* yang lebih kecil pada kumparan sekundernya.



**Gambar 2.8 : Penyearah setengah gelombang**

Ada 3 bagian utama dalam penyearah gelombang pada suatu power supply yaitu, penurun tegangan (transformer), penyearah gelombang / rectifier (diode) dan filter (kapasitor)

Pada rangkaian ini, dioda (D1) berperan hanya untuk merubah dari arus AC menjadi DC dan meneruskan tegangan positif ke beban  $R_1$ . Ini yang disebut dengan penyearah setengah gelombang (*half wave*). Untuk mendapatkan penyearah gelombang penuh (*full wave*) diperlukan transformator dengan *center tap (CT)* seperti pada Gambar 2.9



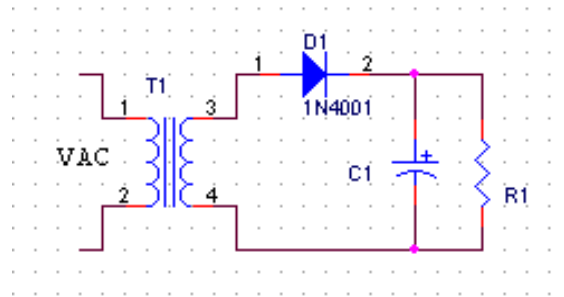
**Gambar 2.9 : Penyearah gelombang penuh**

Tegangan positif fase yang pertama diteruskan oleh  $D_1$  sedangkan fase yang berikutnya dilewatkan melalui  $D_2$  ke beban  $R_1$  dengan *CT* transformator sebagai *common ground*. Dengan demikian beban  $R_1$  mendapat suplai tegangan gelombang penuh seperti gambar di atas. Untuk beberapa aplikasi seperti misalnya untuk mencatu motor *dc* yang kecil atau lampu pijar *dc*, bentuk tegangan seperti ini sudah cukup memadai. Walaupun terlihat di sini tegangan *ripple* dari kedua rangkaian di atas masih sangat besar.

### 2.5.2. Penyaring Kapasitor (*Filter Capacitor*)

Tegangan *DC* yang berdenyut yang dihasilkan oleh rangkaian penyearah bukanlah *DC* murni, sehingga dibutuhkan sebuah penyaring. Rangkaian *filter* ini menggunakan kapasitor yang diletakkan melintasi terminal keluaran. Kapasitor ini meratakan denyutan-denyutan tersebut dan memberikan suatu tegangan yang hampir *DC* murni, biasanya kapasitor *filter* itu adalah sebuah kapasitor elektrolit dengan harga yang besar. Saat sumber tegangan (masukan) dihidupkan, satu diode berkonduksi dan keluaran berusaha mengikuti tegangan transformator. Pada kondisi ini tiba-tiba tegangan kapasitor menjadi besar dan arus yang mengalir menjadi besar (dalam hal ini,  $i = C \, dv/dt$ ;  $dv/dt = \infty$ ).

Berikut adalah Gambar 2.10, yaitu diagram rangkaian *filter*.



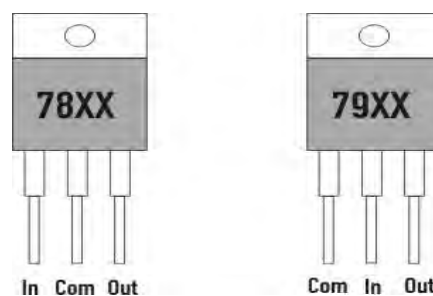
**Gambar 2.10 : Rangkaian *filter* dengan menggunakan kapasitor**

### 2.5.3 Regulator Voltage

Rangkaian penyearah sudah cukup bagus jika tegangan ripple-nya kecil, namun ada masalah stabilitas. Jika tegangan PLN naik/turun, maka tegangan outputnya juga akan naik/turun. Pengatur tegangan dikelompokkan dalam dua kategori, *pengatur linier* dan *switching regulator*. Seperti rangkaian penyearah di atas, jika arus semakin besar ternyata tegangan *dc* keluarannya juga ikut turun. Untuk beberapa aplikasi perubahan tegangan ini cukup mengganggu, sehingga diperlukan komponen aktif yang dapat meregulasi tegangan keluaran ini menjadi stabil.

*Regulator voltage* berfungsi sebagai *filter* tegangan agar sesuai dengan keinginan. Oleh karena itu biasanya dalam rangkaian *power supply* maka *IC Regulator* tegangan ini selalu dipakai untuk stabilnya outputan tegangan.

Berikut Gambar 2.11 yaitu susunan kaki *IC regulator* tersebut.



**Gambar 2.11 IC LM 78....**

Misalnya 7805 adalah regulator untuk mendapat tegangan +5 Volt, 7812 regulator tegangan +12 Volt dan seterusnya. Sedangkan seri 79XX misalnya adalah 7905 dan 7912 yang berturut-turut adalah regulator tegangan -5 dan -12 Volt.

## 2.6 Program *BASCOM AVR*

Bahasa pemrograman basic terkenal didunia sebagai bahasa pemrograman yang handal. Sangat bertolak belakang dari namanya basic, bahasa ini sebenarnya bahasa yang memiliki kemampuan tingkat tinggi. Bahkan banyak para programmer terkenal dunia memakai bahasa pemrograman ini sebagai senjata ampuhnya. Bahasa pemrograman basic banyak digunakan untuk aplikasi mikrokontroler karena kompatibel oleh mikrokontroler jenis AVR dan didukung dengan compiler pemrograman berupa software BASCOM AVR. Bahasa basic memiliki penulisan program yang mudah dimengerti walaupun untuk orang awam sekalipun, karena itu bahasa ini dinamakan bahasa basic. Jenis perintah programnya seperti do, loop, if, then, dan sebagainya masih banyak lagi.

BASCOM AVR sendiri adalah salah satu tool untuk pengembangan/ pembuatan program untuk kemudian ditanamkan dan dijalankan pada mikrokontroler terutama mikrokontroler keluarga AVR. BASCOM AVR juga bisa disebut sebagai IDE (Integrated Development Environment) yaitu lingkungan kerja yang terintegrasi, karena disamping tugas utamanya meng-compile kode program menjadi file hex / bahasa mesin, BASCOM AVR juga memiliki kemampuan / fitur lain yang berguna sekali seperti monitoring komunikasi serial dan untuk menanamkan program yang sudah di compile ke mikrokontroler.

BASCOM AVR menyediakan pilihan yang dapat mensimulasikan program. Program simulasi ini bertujuan untuk menguji suatu aplikasi yang dibuat dengan pergerakan LED yang ada pada layar simulasi dan dapat juga langsung dilihat pada LCD, jika kita membuat aplikasi yang berhubungan dengan LCD. Intruksi yang dapat digunakan pada editor BASCOM AVR relatif cukup banyak dan tergantung dari tipe dan jenis AVR yang digunakan. Berikut ini adalah beberapa perintah intruksi-intruksi dasar yang digunakan pada BASCOM AVR.

**Tabel 2.1 : Intruksi dasar *bascom avr***

Intruksi	Keterangan
DO....LOOP	Perulangan
GOSUB	Memanggil prosedur
IF....THEN	Percabangan
FOR.....NEXT	Perulangan
WAIT	Waktu tanda detik
WAITMS	Waktu tanda mili detik
WAITUS	Waktu tanda micro detik
GOTO	Loncat ke alamat memori
SELECT....CASE	Percabangan

### 2.6.1 Kontruksi Bahasa BASIC pada BASCOM AVR

Setiap bahasa pemrograman mempunyai standar penulisan program. Konstruksi dari program bahasa BASIC harus mengikuti aturan sebagai berikut:

```
$regfile = "header"
"inisialisasi
"deklarasi variabel
"deklarasi konstanta
Do
"pernyataan-pernyataan
Loop
end
```

### 2.6.2 Pengarah Preprosesor

\$regfile = "m16def.dat" merupakan pengarah pengarah preprosesor bahasa BASIC yang memerintahkan untuk meyisipkan file lain, dalam hal ini adalah file m16def.dat yang berisi deklarasi register dari mikrokonroller ATmega 16, pengarah preprosesor lainnya yang sering digunakan ialah sebagai berikut:

```
$crystal = 12000000 ,menggunakan crystal clock 12 MHz
```



\$baud = 9600 ,komunikasi serial dengan baudrate 9600

\$eeprom menggunakan fasilitas eeprom

### 2.6.3 Tipe Data

Tipe data merupakan bagian program yang paling penting karena sangat berpengaruh pada program. Pemilihan tipe data yang tepat maka operasi data menjadi lebih efisien dan efektif. Berikut adalah Tabel 2.2 yaitu tabel tipe data :

**Tabel 2.2 : Tabel Tipe Data pada BASCOM AVR**

No	Tipe	Jangkauan
1234	BitByteIntegerWord	0 atau 10 – 255-32,768 – 32,7670 –
5	Long	65535
6	Single	-2147483648 – 2147483647
7	Double	$1.5 \times 10^{-45}$ – $3.4 \times 10^{38}$
8	String	$5.0 \times 10^{-324}$ to $1.7 \times 10^{308}$ >254 by

#### a. Konstanta

Konstanta merupakan suatu nilai dengan tipe data tertentu yang tidak dapat diubah-ubah selama proses program berlangsung. Konstanta harus didefinisikan terlebih dahulu diawal program.

Contoh :  $Kp = 35, Ki=15, Kd=40$

#### b. Variabel

Variabel adalah suatu pengenal (identifier) yang digunakan untuk mewakili suatu nilai tertentu di dalam proses program yang dapat diubah-ubah sesuai dengan kebutuhan. Nama dari variable terserah sesuai dengan yang diinginkan namun hal yang terpenting adalah setiap variabel diharuskan :

Terdiri dari gabungan huruf dan angka dengan karakter pertama harus berupa huruf, max 32 karakter.

Tidak boleh mengandung spasi atau simbol-simbol khusus seperti : \$, ?, %, #, !, &, \*, (, ), -, +, = dan lain sebagainya kecuali underscore.

### c. Deklarasi

Deklarasi sangat diperlukan bila akan menggunakan pengenalan (identifikasi) dalam suatu program.

### d. Deklarasi Variabel

Bentuk umum pendeklarasian suatu variabel adalah Dim nama\_variabel AS tipe\_data

Contoh : Dim x As Integer „deklarasi x bertipe integer

### e. Deklarasi Konstanta

Dalam Bahasa Basic konstanta di deklarasikan langsung.

Contohnya : S = “Hello world” „Assign string

### f. Deklarasi Fungsi

Fungsi merupakan bagian yang terpisah dari program dan dapat dipanggil di manapun di dalam program. Fungsi dalam Bahasa Basic ada yang sudah disediakan sebagai fungsi pustaka seperti print, input data dan untuk menggunakannya tidak perlu dideklarasikan.

### g. Deklarasi buatan

Fungsi yang perlu dideklarasikan terlebih dahulu adalah fungsi yang dibuat oleh programmer. Bentuk umum deklarasi sebuah fungsi adalah :

Sub Test ( byval variabel As tipe)

Contohnya : Sub Pwm(byval Kiri As Integer , Byval Kanan As Integer)

### h. Operator

#### h.1. Operator Penugasan

Operator Penugasan (Assignment operator) dalam Bahasa Basic berupa “=”,

#### h.2. Operator Aritmatika

\* : untuk perkalian

/ : untuk pembagian

+ : untuk penambahan

- : untuk pengurangan

% : untuk sisa pembagian (modulus)

### h.3. Operator Hubungan (Perbandingan)

Operator hubungan digunakan untuk membandingkan hubungan dua buah operand atau sebuah nilai / variable, misalnya :

= "Equality  $X = Y$   
 < "Less than  $X < Y$   
 > "Greater than  $X > Y$   
 <= "Less than or equal to  $X \leq Y$   
 >= "Greater than or equal to  $X \geq Y$

### h.4. Operator Logika

Operator logika digunakan untuk membandingkan logika hasil dari operator-operator hubungan. Operator logika ada empat macam, yaitu :

NOT „Logical complement  
 AND „Conjunction  
 OR „Disjunction  
 XOR „Exclusive or

#### Operator Bitwise

Operator bitwise digunakan untuk memanipulasi bit dari data yang ada di memori.

Operator bitwise dalam Bahasa Basic :

Shift A, Left, 2 : Pergeseran bit ke kiri  
 Shift A, Right, 2 : Pergeseran bit ke kanan  
 Rotate A, Left, 2 : Putar bit ke kiri  
 Rotate A, right, 2 : Putar bit ke kanan

### i. Pernyataan Kondisional (IF-THEN – END IF)

Pernyataan ini digunakan untuk melakukan pengambilan keputusan terhadap dua buah bahkan lebih kemungkinan untuk melakukan suatu blok pernyataan atau tidak. Konstruksi penulisan pernyataan IF-THEN-ELSE-END IF pada bahasa BASIC ialah sebagai berikut:

IF pernyataan kondisi 1 THEN

„blok pernyataan 1 yang dikerjakan bila kondisi 1 terpenuhi

IF pernyataan kondisi 2 THEN

„blok pernyataan 2 yang dikerjakan bila kondisi 2 terpenuhi

IF pernyataan kondisi 3 THEN

„blok pernyataan 3 yang dikerjakan bila kondisi 3 terpenuhi

Setiap penggunaan pernyataan IF-THEN harus diakhiri dengan perintah END IF sebagai akhir dari pernyataan kondisional.

#### j. Pernyataan Kondisional (SELECT-CASE-END SELECT)

Pernyataan ini digunakan untuk melakukan pengambilan keputusan terhadap banyak kondisi. Konstruksi penulisan pernyataan SELECT-CASE-END SELECT pada bahasa BASIC ialah sebagai berikut:

SELECT CASE var

CASE „kondisi1 : „blok perintah1

CASE „kondisi2 : „blok perintah2

CASE „kondisi3 : „blok perintah3

CASE „kondisi4 : „blok perintah4

CASE „kondisi5 : „blok perintah5

CASE „kondisi“n“: „blok perintah“n“

END SELECT „akhir dari pernyataan SELECT CASE

### 2.7 Dasar -dasar ISP (*In-System Chip Programming*)

*In-System Chip Programming (ISP)* adalah sebuah fitur bagi sebuah *microcontroller* agar dapat didownload dengan program tanpa mencabut *microcontroller* dari system-nya. Sehingga *Microcontroller* tetap pada kedudukannya semua dan dihubungkan dengan *ISP*. Dan dilakukan proses download. Begitu pula saat memutuskan hubungan antara *Downloader* dan *Microcontroller*, kita hanya cukup memutuskan kabelnya saja, tanpa lagi perlu mencucuk-cabut mikrokontroler. Cara semacam ini adalah cara yang sangat hemat waktu terutama dalam proses pengembangan sebuah program.

*In-System Chip Programming(ISP)* buatan *ATMEL* adalah sebuah komunikasi serial yang menggunakan bus *SPI (Serial Peripheral Interface)* yang

menggunakan *Shift Register* sebagai komponen utamanya. Ada 2 kabel data yang disebut sebagai *MISO (Master In Slave Out)*, dan *MOSI (Master Out Slave In)*. Sesuai dengan namanya jika *ISP* ini adalah sebuah *downloader* dan *microcontroller*, maka dapat dikatakan Master adalah *downloader* dan *Slave* adalah *Microcontroller*. *MOSI* adalah kabel yang mengirimkan data kepada *Slave*, sedang *MISO* kabel tempat master menerima data. Transfer data tersebut memerlukan sebuah kabel lagi, yang dinamakan sebagai *shynchronization*. Dalam hal ini kabel tersebut dinamakan dengan *SCK (Serial Clock)*. Data (*MISO* dan atau *MOSI*) akan dianggap valid hanya saat *SCK* dalam keadaan tinggi. Berikut ini adalah Gambar 2.12 yang menampilkan bentuk fisiknya :



**Gambar 2.12 : Downloader USB ISP**

## 2.8 Output Logika

Pada umumnya TTL IC biasanya bekerja untuk temperatur 0 – 70°. Besarnya tegangan yang ideal untuk menyatakan 0 (nol) (rendah) adalah 0 Volt, sedangkan untuk menyatakan logika 1 (tinggi) adalah 5 Volt. Tapi pada kenyataannya hal yang ideal ini tidak bisa dicapai. Oleh karena itu ada batasan-batasan harga tegangan tertentu untuk menyatakan logika 0 (nol) dan 1 (satu) sebagai berikut :

- a)  $V_{IL} = 0,8$  Volt (IL) = Input Low, tegangan input paling tinggi untuk menyatakan 0 (nol).
- b)  $V_{IH} = 2$  Volt (IH) = Input high, tegangan input paling rendah untuk menyatakan 1 (satu).

- c)  $V_{OL} = 0,4$  Volt (OL = OutputLow, tegangan output paling tinggi untuk menyatakan 0).
- d)  $V_{OH} = 2,4$  Volt (OH = Output High, tegangan output paling rendah untuk menyatakan 1 (satu))

## 2.9 LCD

*Display* elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. *LCD (Liquid Cristal Display)* adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi *CMOSlogic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada disekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. *LCD (Liquid Cristal Display)* berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.

Pada LCD berwarna semacam monitor, terdapat banyak sekali [titik cahaya](#) (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya. Walau disebut sebagai titik cahaya, kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri.

Material *LCD (Liquid Cristal Display)* *LCD* adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan *seven-segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari *segment*.

Lapisan *sandwich* memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horizontal belakang yang diikuti dengan lapisan *reflektor*. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan. Berikut adalah Gambar 2.12 yang memperlihatkan bentuk fisik *LCD 2x16*.



**Gambar 2.12 : LCD16x2**

Dalam modul *LCD (Liquid Cristal Display)* terdapat mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter *LCD (Liquid Cristal Display)*. Mikrokontroler pada suatu *LCD (Liquid Cristal Display)* dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan mikrokontroler internal *LCD* adalah : *DDRAM (Display Data Random Access Memory)* merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada. *CGRAM (Character Generator Random Access Memory)* merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan. *CGROM (Character Generator Read Only Memory)* merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat *LCD (Liquid Cristal Display)* tersebut sehingga pengguna tinggal mengambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam *CGROM*. Register control yang terdapat dalam suatu *LCD* diantaranya adalah. Register perintah yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel *LCD (Liquid Cristal Display)* pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel *LCD (Liquid Cristal Display)* dapat dibaca pada saat pembacaan data. Register data yaitu register untuk menuliskan atau membaca data dari atau ke *DDRAM*. Penulisan data pada register akan menempatkan data tersebut ke *DDRAM* sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya. Pin, kaki atau jalur input dan kontrol dalam suatu *LCD (Liquid Cristal Display)* diantaranya adalah : pin data adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin

ditampilkan menggunakan *LCD (Liquid Cristal Display)* dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit. Pin *RS (Register Select)* berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika *low* menunjukkan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika *high* menunjukkan data. Pin *R/W (Read Write)* berfungsi sebagai instruksi pada modul jika *low* tulis data, sedangkan *high* baca data. Pin *E (Enable)* digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar. Pin *VLCD* berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 k $\Omega$ , jika tidak digunakan dihubungkan ke *ground*, sedangkan tegangan catu daya ke *LCD* sebesar 5 Volt.

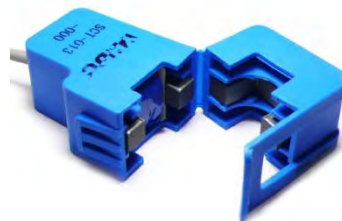
## 2.10 Sensor CT



Current Transformers (CT) adalah sensor yang digunakan untuk mengukur arus bolak-balik (AC). Sensor CT umumnya digunakan untuk mengukur seluruh perancangan instalasi listrik atau saat pembangunan instalasi listrik yang baru.

Jenis inti yang digunakan pada CT, pada umumnya sesuai untuk rancang bangun karena dapat langsung disambungkan/ dijumper pada kabel fasa atau netral tanpa harus melakukan pemutusan jaringan listrik, terutama saat melakukan pekerjaan tegangan tinggi.

Seperti trafo-trafo lain, CT mempunyai sebuah lilitan primer, inti magnet, dan lilitan sekunder.





Untuk keperluan monitoring keseluruhan rancang bangun, lilitan primer adalah kabel fasa atau netral masuk ke CT, yang lewat melalui lubang di CT. Lilitan sekunder terbuat dari beberapa lilit kawat halus yang ditempatkan di dalam kotak transformator. Arus bolak-balik yang mengalir di primer menghasilkan medan magnet di inti, yang menginduksi arus pada sirkit lilitan sekunder. Arus pada gulungan sekunder sebanding dengan arus yang mengalir pada belitan primer :

$$I_s = \text{RatioCT} \times I_p$$

$$\text{RatioCT} = \frac{N_p}{N_s}$$

Jumlah lilitan sekunder di CT jenis SCT-013 adalah 2000, jadi apabila arus di sekunder adalah 1/2000 arus primernya. Biasanya, rasio ini ditulis dalam bentuk arus di Amperemeter, misalnya 100: 5 (untuk 5A meter, berskala 0 - 100A). Rasio untuk SCT-013 biasanya ditulis dengan 100: 0,05.

## 2.11 Trafo

Trafo atau transformator merupakan salah satu komponen elektronika sekaligus komponen listrik yang berfungsi untuk menaikkan dan merurunkan tegangan AC (bolak balik). Notasi trafo ditulis dengan huruf “T” besar atau “Tr” sedangkan satuannya adalah Ampere (A). Satuan trafo tersebut adalah kemampuan maksimal untuk mensuplay arus listrik.

Besarnya tegangan bolak-balik yang dapat dihasilkan oleh trafo bervariasi tergantung dari jenis dan produk trafo. Namun demikian berapapun tegangan output yang dihasilkan, arus maksimal keluarannya tetap sama yakni sesuai dengan label yang tertera pada fisik trafo. Di pasaran, terdapat beberapa jenis trafo di antaranya trafo (0) yakni trafo yang memiliki terminal 0 Volt dan terminal dengan tegangan lain misalnya 3 Volt, 4.5 Volt, 5 Volt, 9 Volt, 12 Volt, dan seterusnya.



**Gambar 2.13 : Trafo 24 Volt**

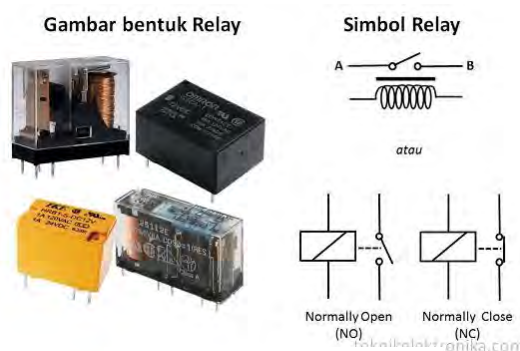
Tegangan keluaran trafo diambil dari terminal (0) dan terminal tegangan lain. Jenis lainnya adalah trafo CT yakni **trafo** atau transformator yang mempunyai tegangan keluaran simetris. Tegangan keluaran di sebelah kiri terminal CT sama dengan tegangan keluaran di sebelah kanan terminal CT.

Trafo atau transformator bekerja berdasarkan induksi magnet akibat arus bolak-balik yang masuk ke kumparan input trafo atau ke bagian kumparan primer.

### 2.12 Relay AC

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.

AC relay tidak jauh beda cara kerjanya. Hanya coil yang di desain mampu bekerja hanya pada arus AC.



**Gambar 2.14 : Relay AC**

Relay di bagi menjadi beberapa kelompok diantaranya, Single pole single throw (SPST) yang memiliki 1 jenis kontak dengan dua terminal, satu terminal input dan satu terminal output. Single pole double throw (SPDT) memiliki dua jenis kontak yang terdiri dari tiga terminal. Satu terminal input dan dua terminal output dengan kondisi normal NO/NC.





## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

##### 3.1.1 Tempat Penelitian

Pembuatan dan pengujian sistem otomatis pemutus jaringan tiga fasa dilakukan di :

1. Nama Tempat : Laboratorium Rangkaian Listik UMA
2. Alamat : Jalan Kolam No. 1 Medan Estate, Medan

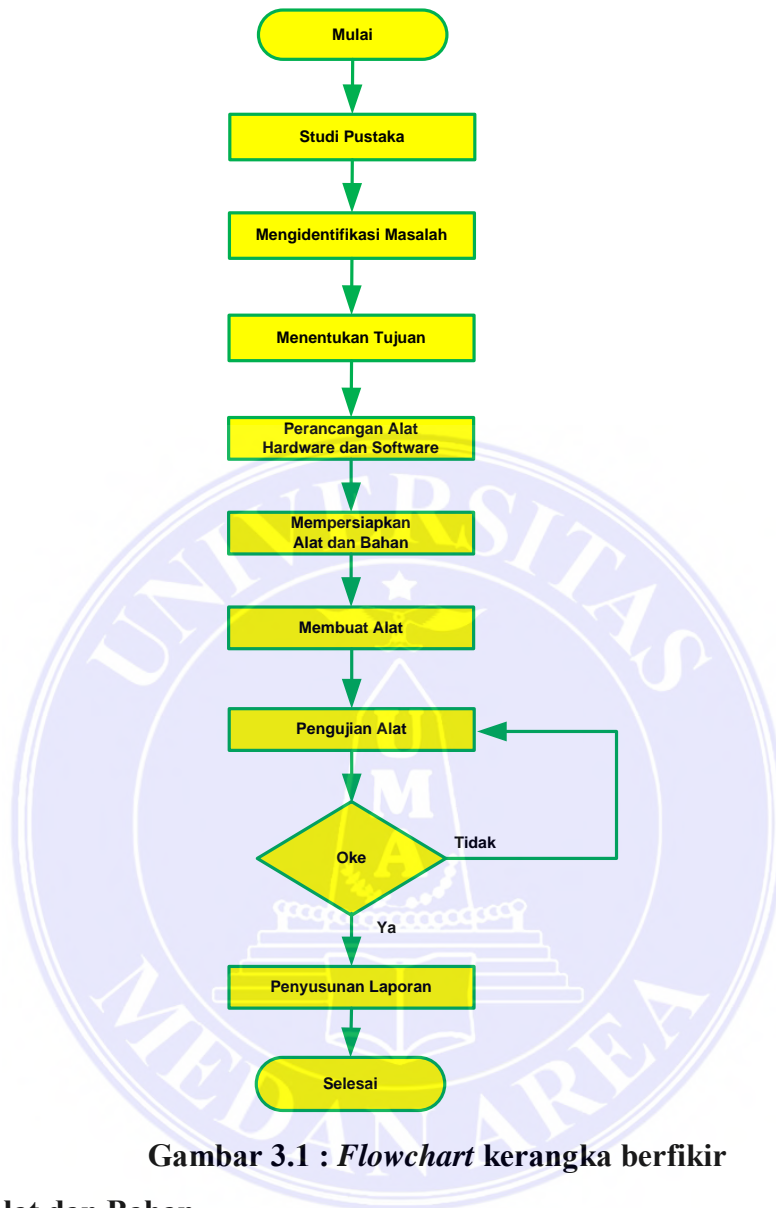
##### 3.1.2 Waktu Penelitian

Pembuatan dan pengujian sistem otomatis pemutus jaringan tiga fasa ini membutuhkan waktu dengan rincian sebagai berikut :

1. Penyediaan bahan dan alat : 2 minggu
2. Perancangan seluruh sistem : 2 bulan
3. Pengujian sistem : 1 minggu
4. Penyusunan laporan Tugas Akhir : 2 minggu

#### 3.2 Metoda Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap untuk mempermudah dan memperjelas arah penelitian. Berikut ini adalah Gambar 3.1, yaitu *flowchart* kerangka berfikir dalam penelitian, dimana berdasarkan *flowchart* inilah sebagai tahapan-tahapan yang dilakukan oleh peneliti dalam melakukan proses penelitian rancang bangun sistem otomatis pemutus jaringan tiga fasa:



Gambar 3.1 : *Flowchart* kerangka berfikir

### 3.2.1 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada pembuatan sistem otomatis pemutus jaringan tiga fasa adalah : 1 set *tools mechanic*, gerinda, bor listrik, solder listrik, mistar, alat tulis. Alat-alat yang digunakan pada uji kinerja alat rancangan antara lain : multimeter, dan testpen.

Bahan yang digunakan dalam pembuatan sistem otomatis pemutus jaringan tiga fasa secara umum adalah seperti pada Tabel 3.1 berikut :

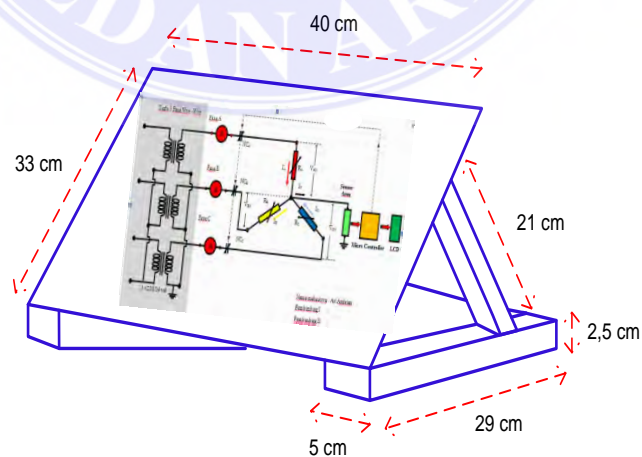
**Tabel 3.1 : Penetapan komponen (bahan)**

No.	Komponen	No.	Komponen
1	IC Mikrokontroler ATmega 16		<i>Downloader USB ISP</i>
2	Trafo <i>type "0"</i>		<i>Relay</i>
3	Dioda IN5402		Tulang Kliping
4	Capasitor		Kabel ties
5	<i>Led</i>		Pylox
6	<i>IC Regulator 7805</i>		Trpilek desain
7	<i>Relay 12 V AC</i>		Sekrup
8	Resistor		Socket
9	Kabel pelangi		Saklar
10	<i>Driver Relay</i>		Isolasi kabel
11	Banana Jack		<i>LCD 16x2</i>
12	Power Supply 12 V		Trafo arus SCT 013

### 3.2.2 Rancangan Struktural

#### a. Kerangka

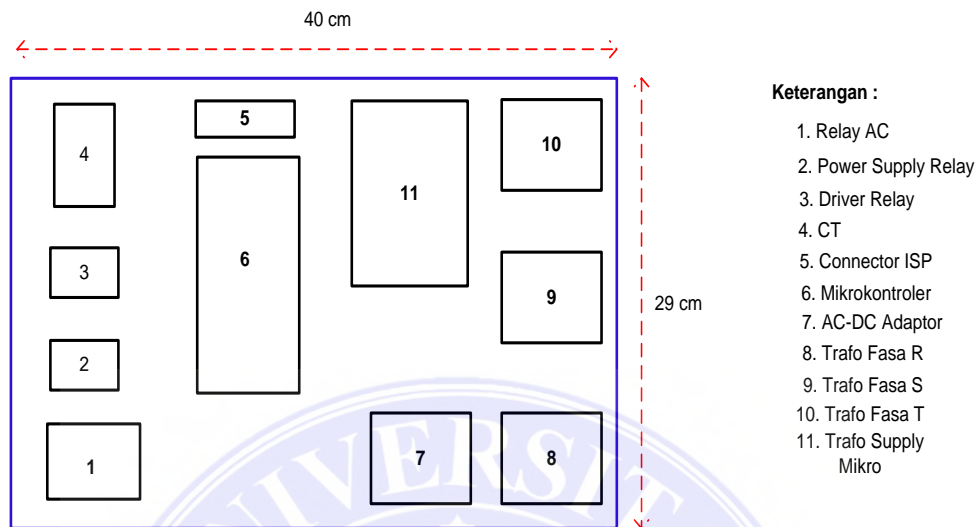
Kerangka dalam hal ini adalah sebagai dudukan seluruh sistem elektrikal, dimana kerangka pada penelitian ini dibuat dari bahan batang kayu dan acrelic dengan bentuk dan dimensi seperti Gambar 3.2 berikut ini :



**Gambar 3.2 : Sketsa dudukan sistem elektrikal bagian atas**

Selanjutnya berikut ini adalah Gambar 3.3 yaitu sketsa dudukan sistem

elektrikal bagian bawah :



**Gambar 3.3 : Sketsa dudukan sistem elektrikal bagian bawah**

b. Rancangan *Power Supply*

Untuk melakukan perancangan *powersupply* alat uji tegangan tembus terlebih dahulu menentukan jumlah dan besar nilai secara elektrikal masing – masing komponen yang dibutuhkan. Adapun komponen yang dibutuhkan tersebut adalah seperti pada Tabel 3.2 berikut :

**Tabel 3.2 : Daftar komponen yang dibutuhkan (*powersupply*)**

No	Nama Komponen	Jumlah
1.	Trafo type “0” / 6 -12Volt / 2 A	1 buah
2.	Dioda <i>rectifier</i> / IN5402 / 3.0 A	2 buah
3.	<i>ELCO</i> 25V / 2200 $\mu$ F	1 buah
4.	<i>ELCO</i> 25 V / 100 $\mu$ F	1 buah
5.	<i>ELCO</i> 16 V / 1000 $\mu$ F	1 buah
6.	Tembaga IC Regulator	1 buah
7.	Tulang ikan / <i>pin</i> penghubung	6 pin



8.	<i>PCB</i> polos ukuran 11 x 5 cm	1 buah
9.	<i>Spicer</i>	4 buah
10.	<i>IC LM7805 / 5 A</i>	1 buah
11.	Serbuk $FeCl_3$	2 bungkus

Untuk dapat merangkai komponen tersebut maka harus didukung dengan alat dan bahan yang sesuai agar hasil perancangan presisi, adapun bahan dan alat yang diperlukan dapat dilihat seperti Tabel 3.3 berikut :

**Tabel 3.3 : Bahan dan alat yang diperlukan (*powersupply*)**

No	Nama Alat dan Bahan	Jumlah
1.	Wadah plastik tempat pelarutan <i>PCB</i>	1 buah
2.	Air panas dengan suhu 40 – 60°C	250 mL
3.	Solder listrik	1 buah
4.	Penyedot timah solder	1 buah
5.	Timah solder	1 rol kecil
6.	Kertas transparansi	1 lembar
7.	Setrika listrik	1 buah
8.	<i>SoftwareEAGLE</i>	1 buah
9.	Komputer	1 unit

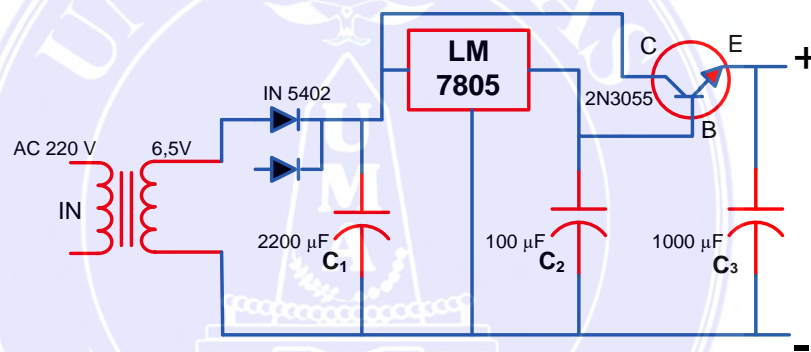
Secara keseluruhan, proses pembuatan *PCB* dengan bantuan komputer sama dengan cara manual. Perbedaannya terletak pada cara mengubah skema rangkaian menjadi tata letak dan tata jalur. Proses pembuatan tata letak dan tata jalur dapat menggunakan beberapa aplikasi bantuan, antara lain sebagai berikut :

1. *ExpressPCB* (<http://www.expresspcb.com>)
2. *FreePCB* (<http://www.freepcb.com>)
3. *Eagle* (<http://www.cadsoft.de>)
4. *DipTrace* (<http://www.diptrace.com>)

Namun aplikasi yang paling sering digunakan untuk membuat *PCB* dalam skala industri adalah *EAGLE*. Oleh karena itu dalam penelitian ini juga menggunakan aplikasi tersebut. Dimana beberapa aplikasi memiliki fungsi *AutoTrace*. Dengan fungsi ini, komputer akan membuat jalur-jalur rangkaian secara otomatis sesuai dengan skema rangkaian.

#### b.1. Proses Pembuatan *PCB* dengan Komputer

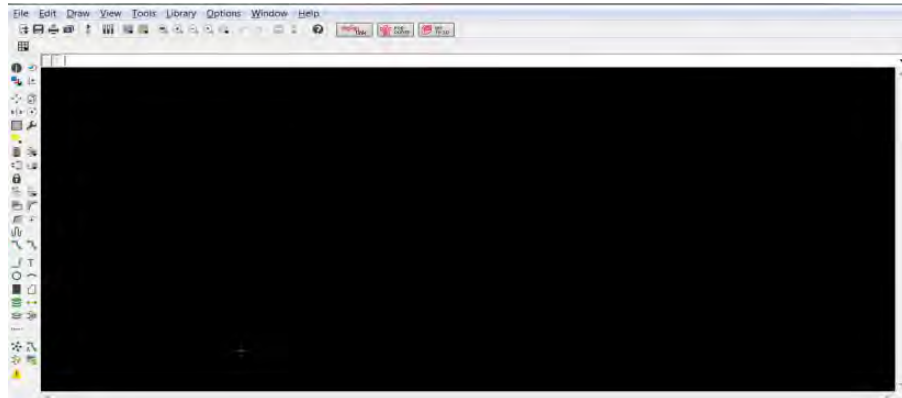
Berikut adalah Gambar 3.4, yaitu skema rangkaian *power supply* :



**Gambar 3.4 : Skema rangkaian *power supply***

Berikut adalah langkah-langkah yang untuk me-layout *PCB* dengan menggunakan aplikasi *EAGLE Light Edition*.

1. Membuka aplikasi *Eagle 7.5.0*. Setelah halaman *controlpanel* muncul, lalu mengklik **File > New > Board** untuk menggambar tata jalur dan tata letak rangkaian.
2. Berikut ini adalah Gambar 3.5 yaitu halaman *board* setelah melakukan perintah di atas :



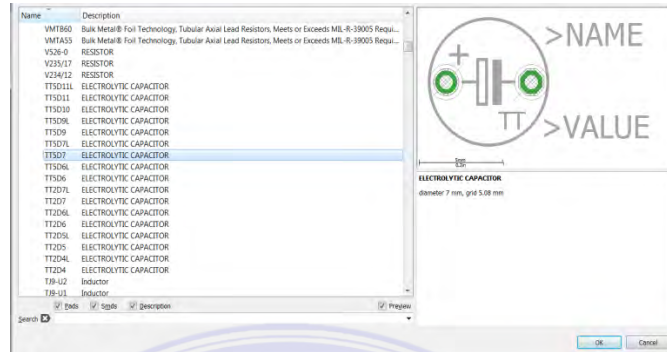
**Gambar 3.5 : Halaman board**

Halaman *board* memiliki beberapa fungsi *tools* yang dapat digunakan untuk menggambar *PCB* yaitu seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.4 berikut :

**Tabel 3.4 : Tools EAGLE Light Edition**

<b>Nama</b>	<b>Fungsi</b>
<b><i>Move</i></b>	Memindahkan posisi komponen
<b><i>Copy</i></b>	Menggandakankomponen
<b><i>Mirror</i></b>	Membalik komponen pada sumbu berbeda
<b><i>Rotate</i></b>	Memutar sudut komponen
<b><i>Group</i></b>	Mengelompokkan bebrapa komponen menjadi satu bagian
<b><i>Change</i></b>	Mengubah parameter dalam menggambar <i>PCB</i>
<b><i>Add</i></b>	Menambah komponen
<b><i>Replace</i></b>	Mengganti komponen
<b><i>Name</i></b>	Memberi nama komponen
<b><i>Value</i></b>	Memberi nilai satuan komponen
<b><i>Wire</i></b>	Membuat jalur antarkomponen
<b><i>Text</i></b>	Membuat tulisan pada <i>PCB</i>
<b><i>Circle</i></b>	Membuat lingkaran
<b><i>Arc</i></b>	Membuat garis melingkar
<b><i>Rect</i></b>	Membuat gambar kotak
<b><i>Via</i></b>	Menggambar lubang komponen

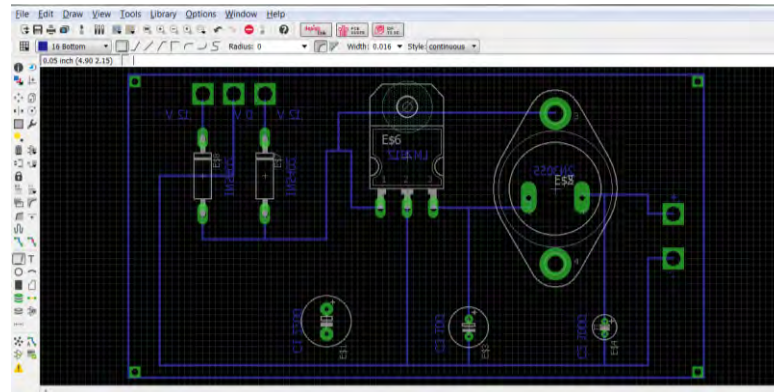
3. Selanjutnya mengklik **Add** hingga muncul halaman baru seperti tampak pada Gambar 3.6 berikut :



**Gambar 3.6 : Memilih jenis komponen**

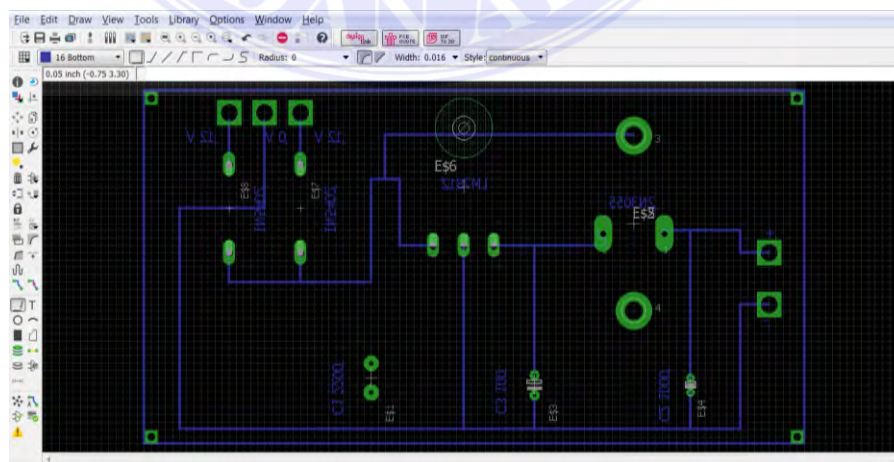
Pada halaman **Add** terdapat tiga jenis *frame* sebagai berikut :

- *Frame* untuk memilih jenis-jenis komponen elektronika. Ada ratusan jenis komponen yang terdapat pada *library EAGLE layout*.
  - *Frame* untuk menampilkan gambar komponen yang dipilih.
  - *Frame* ini menampilkan keterangan komponen, berupa nama, tipe, dan ukuran komponen.
4. Selanjutnya pilih kategori kapasitor dengan ukuran 5 , 6, dan 7 mm, dan mengklik **OK**, kemudian meletakkan komponen pada *board*.
  5. Kategori *pin connector* dengan mengklik **Add >Pinhead** 1 x 3 sebanyak 1 buah.
  6. Selanjutnya adalah proses pembuatan tata jalur rangkaian dengan cara mengklik **Wire** hingga muncul *opsi* baru pada *toolbar* bagian atas.
  7. Untuk memberi garis tepi rangkaian, dengan mengklik **Wire>Layer Dimension**. Selanjutnya membuat lubang *spicer* dengan menggunakan *toolVi* dan memilih nilai *drill* sebesar 3,2 dan meletakkan lubang *spicer* di setiap ujung *PCB*. Berikut hasil proses pembuatan tata jalur rangkaian seperti pada Gambar 3.7 :



Gambar 3.7 : Tata jalur rangkaian

8. Gambar komponen tidak dibutuhkan saat mencetak tata jalur. Oleh karena itu, sebelum mencetak tata jalur, menghapus gambar komponen terlebih dahulu. Caranya, mengklik *Display*, yaitu mengklik tanda biru pada nomor 21 dan 22. Secara otomatis, tanda biru pada nomor 23 sampai 28 akan hilang. Kemudian mengklik *OK*, dan tata letak komponen akan hilang.
9. Mengklik *Print*, dan memberikan tanda centang pada opsi *Black* dan *Solid*, kemudian mengklik *Page*. Selanjutnya mencetak tata jalur sebanyak 3 kali pada kertas yang sama, dengan setting *vertikal top-center-bottom*. Hal ini dilakukan untuk membuat cadangan gambar jika terjadi kesalahan pada proses pembuatan *PCB*. selanjutnya mengklik *OK*. Berikut adalah Gambar 3.8 yang memperlihatkan tata letak komponen yang telah dihapus :



Gambar 3.8 : Tata letak komponen yang telah dihapus

10. Mencetak jalur *PCB* pada kertas A4.

## b.2. Proses Pelarutan *PCB* dengan Larutan $FeCl_3$

Setelah mencetak tata jalur, tahap selanjutnya adalah melarutkan *PCB* dengan langkah-langkah berikut ini :

1. Memotokopi hasil cetakan tersebut dengan menggunakan kertas transparansi.
2. Menggantung hasil fotokopi gambar tata jalur sesuai dengan garis tepi yang dibuat.
3. Menyiapkan *PCB* yang telah dibersihkan dengan menggunakan kertas gosok tipis dan bilasan air. Selanjutnya memanaskan setrika dengan suhu maksimal.
4. Menempelkan gambar tata jalur yang telah digunting, dan memastikan bagian yang terkena tinta (bagian yang kasar) menempel pada *PCB*.
5. Menempelkan setrika panas di atas kertas transparansi, lalu menekan dan menahan selama 30 detik.
6. Mendinginkan *PCB* dengan menggunakan air, dan melepaskan kertas transparansi dari *PCB* secara perlahan.
7. Memotong *PCB* sesuai dengan garis tepi gambar tata jalur rangkaian.
8. Melarutkan tembaga pada *PCB* dengan menggunakan larutan  $FeCl_3$ , dengan cara :
  - Menyiapkan wadah plastik dan air panas, dan memasukkan  $FeCl_3$  secukupnya, kemudian memasukkan *PCB* pada larutan tersebut.
  - Menggoyang wadah plastik secara perlahan untuk mempercepat proses peleburan tembaga pada *PCB*.
  - Setelah proses peleburan selesai, selanjutnya mengeluarkan *PCB* dari larutan dan membilas dengan air. Selanjutnya menggunakan kertas gosok untuk membersihkan tinta-tinta yang menempel pada *PCB*, hingga jalur-jalur tembaga pada *PCB* terlihat.
  - Mengeringkan *PCB*. Dan selanjutnya proses pengeboran jalur-jalur rangkaian yang berbentuk lingkaran menggunakan bor listrik berdiameter 0,8 – 1 mm.

- Setelah dibor, tahap terakhir adalah membersihkan *PCB* dengan menggunakan kertas gosok dan bilasan air.

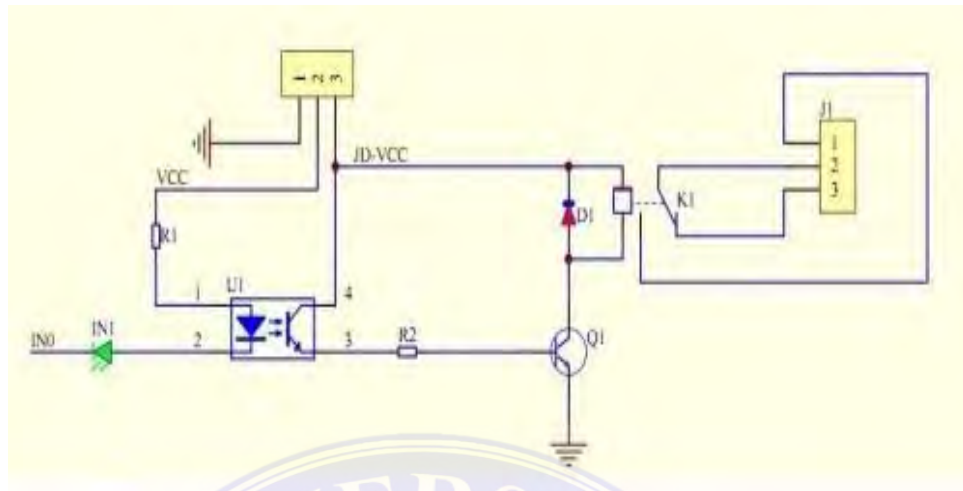
### c. Rancangan Driver Relay

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa *driver relay* adalah rangkaian elektronika yang bisa mengendalikan pengoperasian sesuatu dalam hal ini adalah *relay*. Relay yang memiliki spesifikasi tegangan kerja 5 VDC tidak mungkin langsung bisa dikendalikan oleh output mikrokontroler, sedangkan output maksimum mikrokontroler adalah sebesar 5 Volt dengan arus yang kecil. Oleh sebab itu digunakanlah rangkaian *driverrelay* agar *relay* dapat dikendalikan on dan off-nya secara cepat. Untuk mengaktifkan *driverrelay* dapat menggunakan output dari mikrokontroler. Adapun komponen elektronika yang dibutuhkan dalam perancangan *driverrelay* adalah seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.5 di bawah ini :

**Tabel 3.5 : Komponen yang dibutuhkan (*driver relay*)**

No.	Nama Komponen	Jumlah
1.	SRD-5VDC (Relay)	1 Buah
2.	IC 507F280	1 Buah
3.	Resistor 1 k $\Omega$	3 Buah
4.	Dioda Zener	1 Buah
5.	Led model chip ¼ Watt	2 Buah
6.	Transistor (2TY)	1 buah
7.	Connector (cabang 3)	2 Buah

Berikut ini adalah Gambar 3.9, yang memperlihatkan skema rangkaian yang dirancang untuk *driverrelay*.



**Gambar 3.9: Skema rangkaian *driver relay***

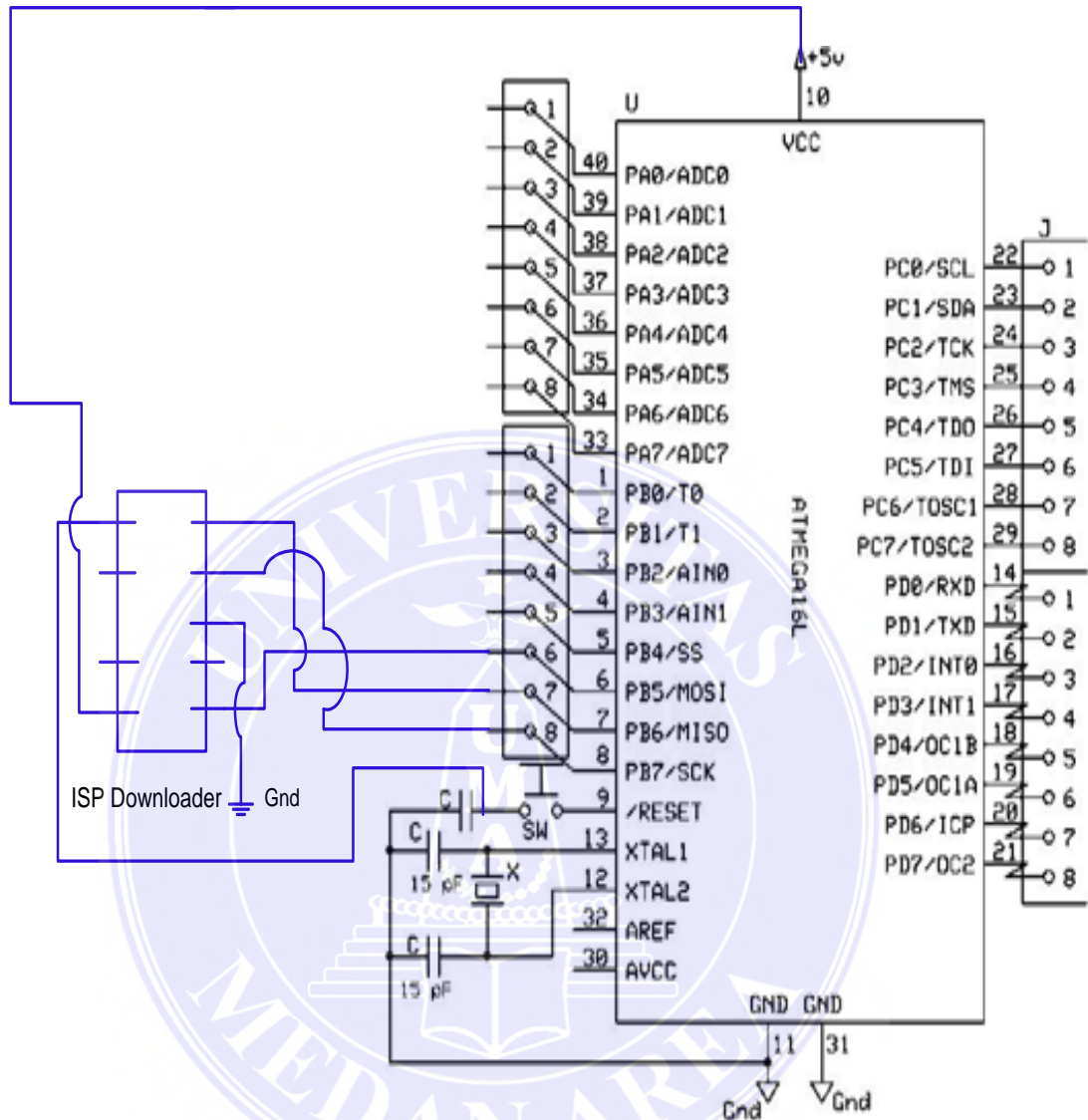
Dan untuk membuat skema tersebut pada PCB polos dengan cara seperti metode pembuatan AC-DC adaptor yang telah dijelaskan sebelumnya, yaitu :

1. Menggambar skema rangkaian terlebih dahulu menggunakan *Software Eagle*.
2. Mencetak pada kertas A4
3. Proses pelarutan dengan  $FeCl_3$

#### d. Sistem Minimum AVR Mikrokontroler

Sistem ini terbuat dari komponen utama mikrokontroler ATmega 16, kristal eksternal 12 Mhz, kapasitor keramik 15 pF, sistem komunikasi serial *downloader USB ISP* dan dirangkai seperti Gambar 3.10 di bawah ini :

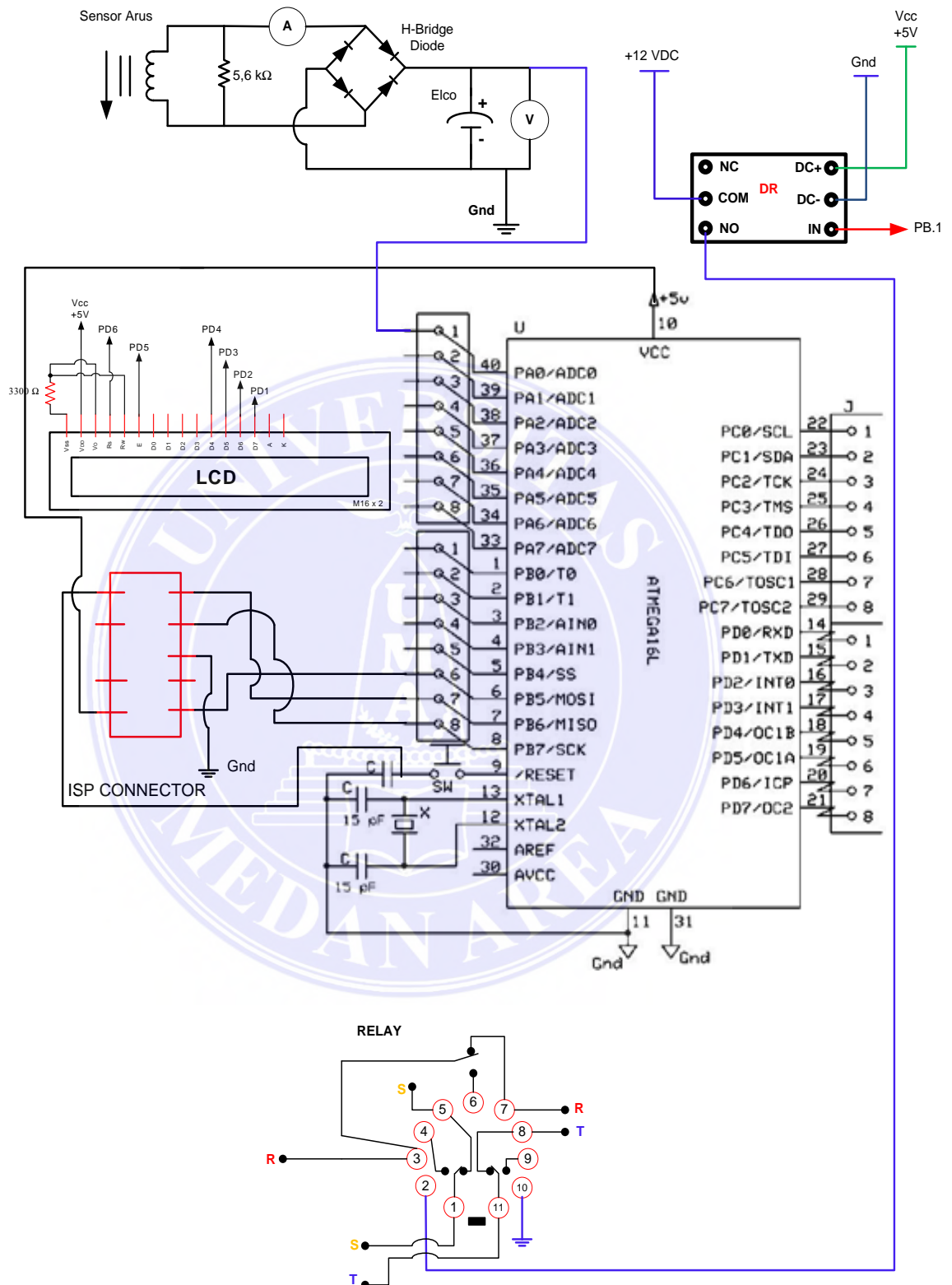




**Gambar 3.10 : Rangkaian sistem minimum AVR**

e. Rancangan Instalasi Listrik seluruh Sistem

Berikut ini adalah Gambar 3.11 yang menampilkan skema rancangan instalasi listrik seluruh sistem otomatis pemutus jaringan 3 fasa :



Gambar 3.11 : Skema rancangan instalasi listrik seluruh sistem

### 3.3 Pemrograman Mikrokontroler

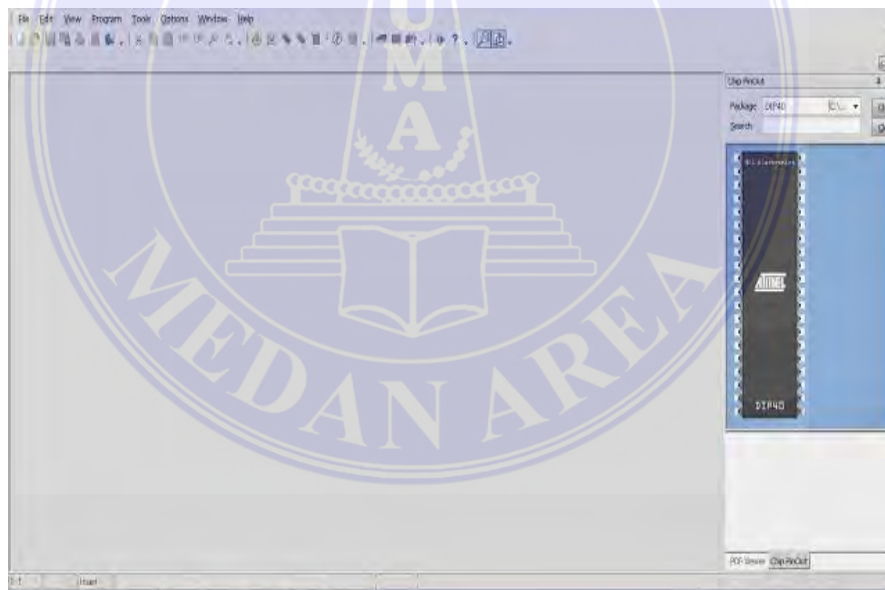
Berikut ini adalah cara *coding* (program yang dimasukkan ke dalam IC mikrokontroler ATmega 16) untuk kasus sistem kontrol otomatis pemutus jaringan tiga fasa, dimana menggunakan bahasa *Basic* dengan *software BASCOM-AVR (Basic Compiler)*.

**Langkah 1:** Membuka *software BASCOM-AVR*

Start>>All Program>>MCS electronics>> BASCOM-AVR. Atau dapat juga dengan *double click icon software BASCOM-AVR* yang tersedia di desktop.



**Gambar 3.12:** Icon shortcut *software BASCOM-AVR*



**Gambar 3.13 :** Tampilan awal *software BASCOM-AVR*

**Langkah 2:** Membuka jendela text-editor baru

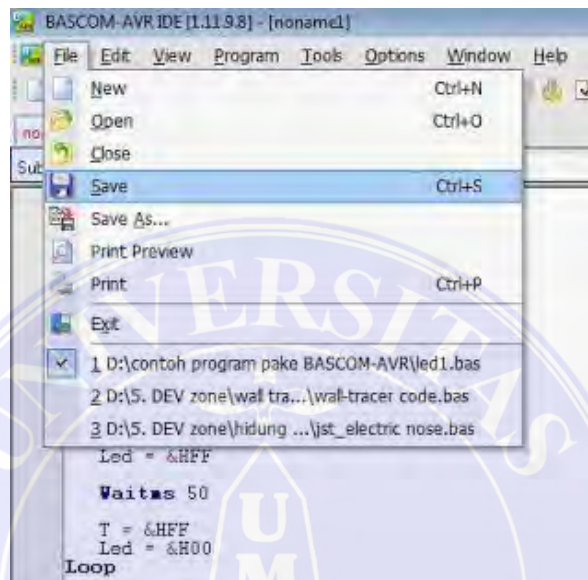
Untuk membuka jendela text editor baru, pilih opsi toolbar File>>New.



### Gambar 3.16 : Program sistem kontrol otomatis pemutus 3 fasa

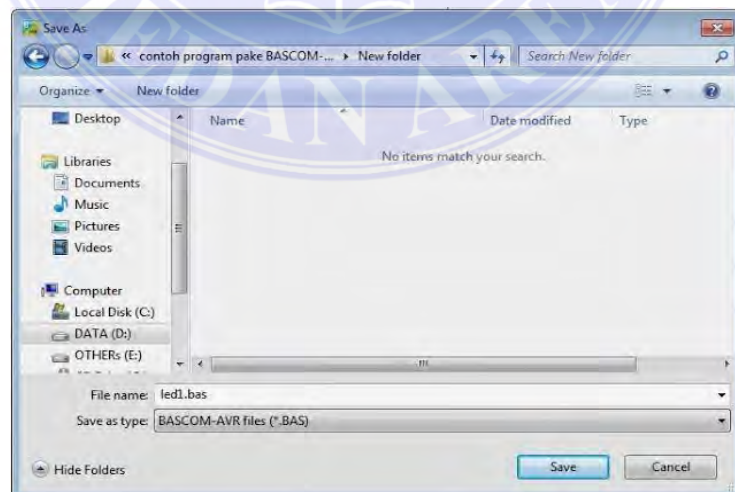
#### Langkah 4: Menyimpan program BASIC

Cara menyimpan file program adalah sebagai berikut. Pilih opsi toolbar File>>Save (Ctrl+S).



#### Gambar 3.17: Langkah menyimpan file program

Jika sudah, maka tentukan nama file program BASIC yang kita buat dengan diberi ekstensi \*.bas. Kemudian tentukan folder atau direktori tempat kita akan menyimpan file program tersebut.



#### Gambar 3.18 : Memilih letak direktori penyimpanan file program

#### Langkah 5: Melakukan proses kompilasi program



### Gambar 3.21 : File hexadecimal (\*.hex) hasil kompilasi program

Dengan demikian, file program yang kita buat dengan bahasa BASIC telah siap diaplikasikan kedalam IC mikrokontroler yang kita gunakan. Langkah untuk download file \*.hex hasil compile dengan bantuan software "ProgISP" adalah sebagai berikut:

#### Langkah 1: Instalasi Hardware

Sebelum men-download file \*.hex langkah pertama adalah melakukan instalasi hubungan antar muka (interface) antara komputer dengan IC mikrokontroler. Perantara interface tersebut dilakukan dengan menggunakan piranti tambahan yang disebut dengan USB programmer. Lihat Gambar 3.22 berikut.



Gambar 3.22 : Instalasi hardware

#### Langkah 2: Instalasi Software

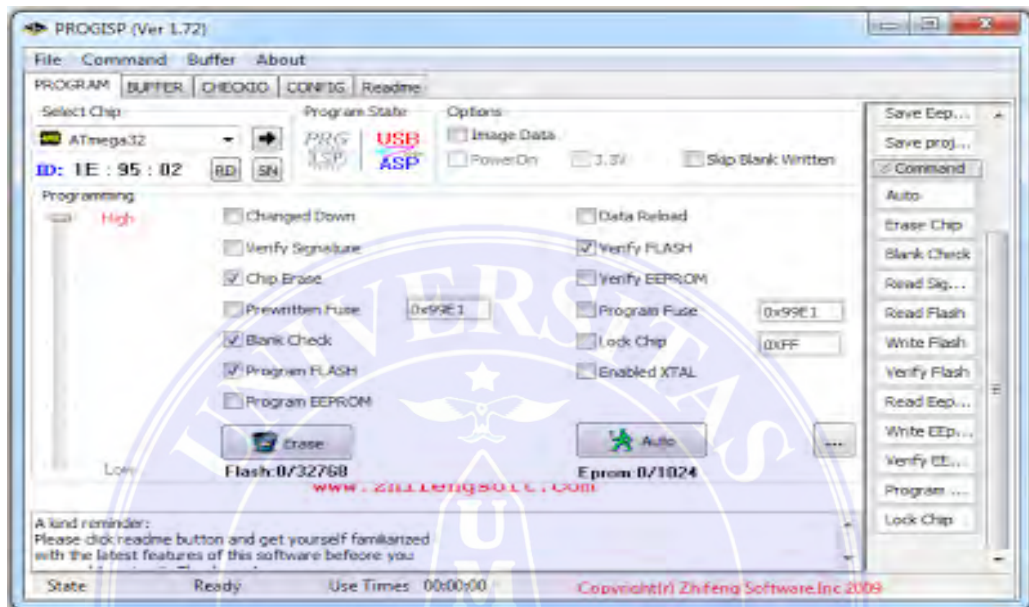
Software ProgISP bukan merupakan software yang perlu di instalasi (portable software), sehingga untuk menjalankannya cukup klik pada file progisp.exe maka program aplikasi software ProgISP akan berjalan.

#### Langkah 3: Running Software

Lakukan klik dua kali (klik satu kali >> enter) pada file progisp.exe yang berada di dalam folder tempat anda menyimpan file-file software ProgISP. Atau supaya mempermudah, buatlah shortcut software ProgISP ini pada desktop komputer anda (lihat gambar 3.23). Jika berhasil akan muncul tampilan seperti Gambar 3.24.



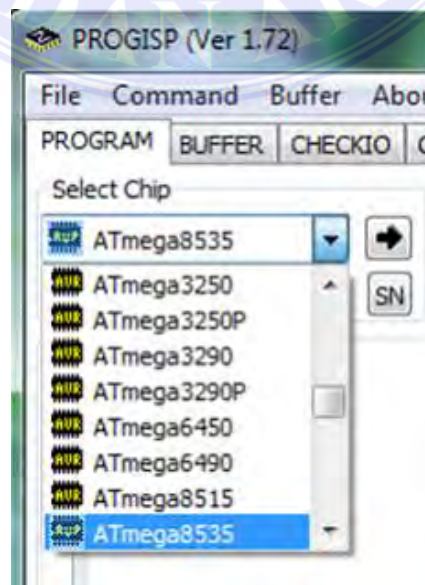
Gambar 3.23: Icon Progisp.exe



Gambar 3.24 : Tampilan awal Software ProgISP

#### Langkah 4: Pemilihan Tipe Mikrokontroler

Pada scroll kolom menu „Select Chip“ pilih seri IC mikrokontroler yang sesuai dengan IC mikrokontroler yang ada pada papan sistem mikrokontroler yang digunakan. Lihat Gambar 3.25





### Gambar 3.25 : Pemilihan tipe mikrokontroler

#### Langkah 5: Periksa koneksi PC dengan Chip mikrokontroler

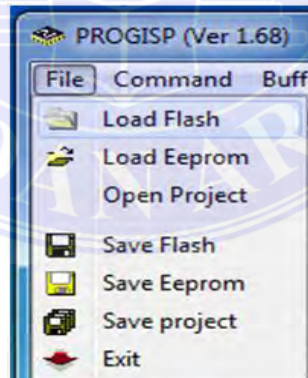
Sebelum melakukan langkah download, pastikan komputer terhubung dengan IC mikrokontroler, yaitu dengan cara klik menu bar Command>>Read Chip Signature (Alt+S). Lihat Gambar 3.26.



Gambar 3.26 : Periksa koneksi komputer dengan mikrokontroler

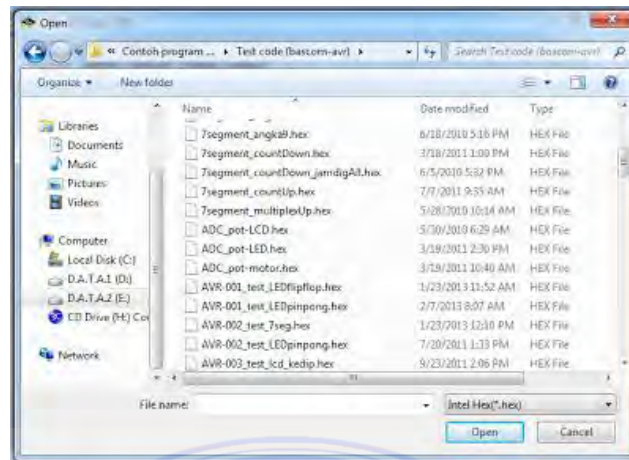
#### Langkah 6: Pilih file \*.Hex yang akan didownload.

Pilih menu File>>Load FLASH. Lihat Gambar 3.27.



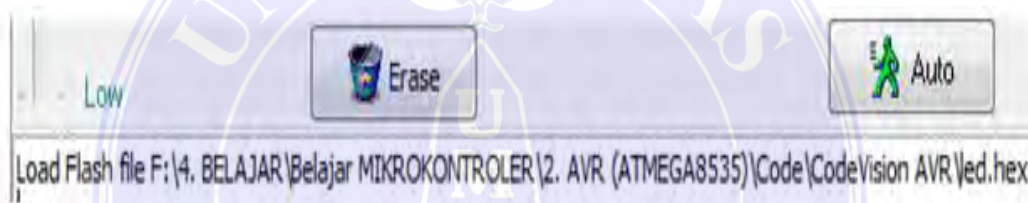
Gambar 3.27 : Pilih file \*.hex

Selanjutnya pilih file \*.hex yang akan didownload, kemudian klik Open. Lihat Gambar 3.28.



**Gambar 3.28 : Jendela direktori tempat file hex disimpan**

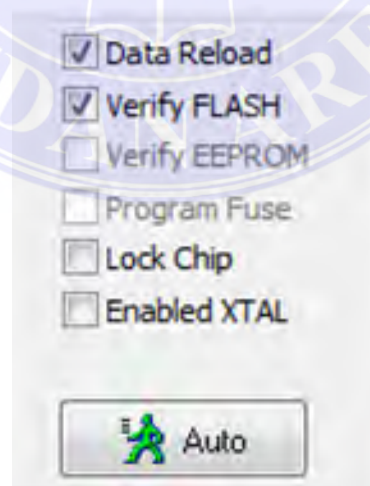
Setelah file \*.hex berhasil di Load, maka pada bagian report akan muncul keterangan letak directory file \*.hex tersebut di komputer.



**Gambar 3.29 : Jendela report (Load file \*.hex)**

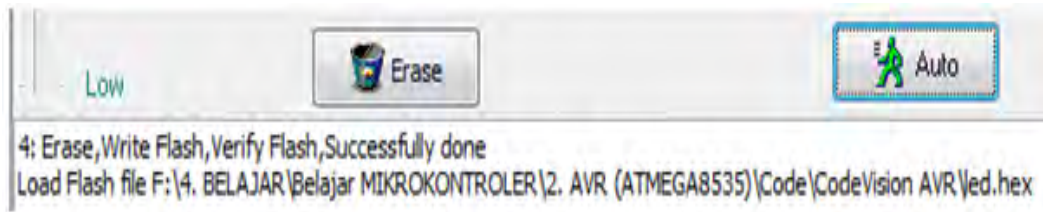
#### Langkah 7: Download file \*.hex

Mengklik tombol “Auto” pada jendela depan software ProgISP.



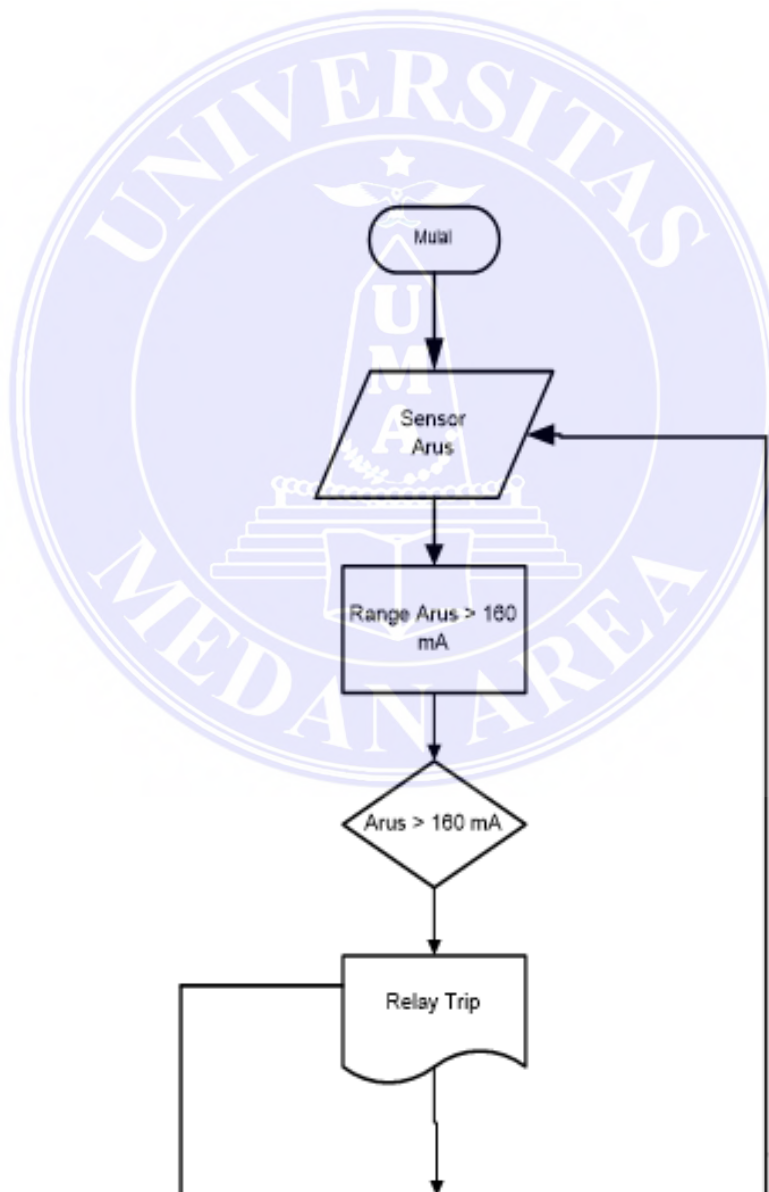
**Gambar 3.30. Tombol Auto download**

Bila proses download file \*.hex berhasil, maka pada bagian report akan menampilkan keterangan bahwa proses *Successfullydone* (lihat Gambar 3.31).



**Gambar 3.31 : Proses downloading file \*.hex berhasil**

Untuk memperjelas pernyataan sistem kerja alat ini maka akan diterangkan kembali di bawah ini dalam bentuk sebuah *Flowchart* pada Gambar 3.32:

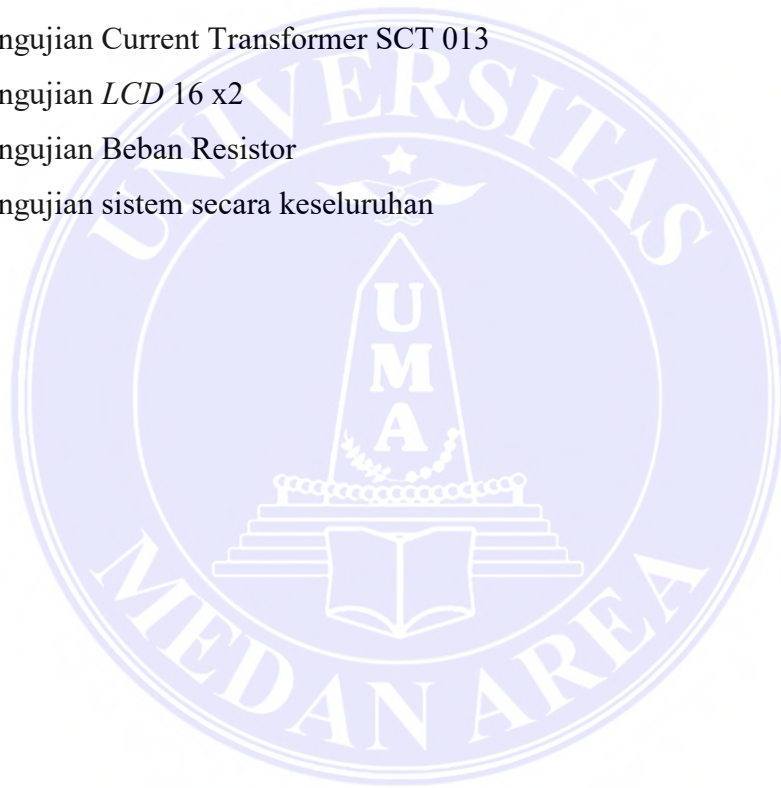


### Gambar 3.32: *Flowchart* sistem kerja alat

#### 3.4 Uji Kinerja Alat

Pengujian komponen alat diamati untuk memastikan bahwa setiap komponen diharapkan bekerja dengan baik. Setelah semua alat bekerja dengan baik langkah selanjutnya adalah pengujian alat sistem otomatis pemutus jaringan 3 fasa. Adapun kriteria pengujian sebagai berikut :

1. Pengujian saklar (R), saklar (S), dan saklar
2. Pengujian driver relay (R, S, dan T)
3. Pengujian Current Transformer SCT 013
4. Pengujian LCD 16 x2
5. Pengujian Beban Resistor
6. Pengujian sistem secara keseluruhan



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem otomatis pemutus jaringan 3 fasa mampu memenuhi syarat dari tujuan penelitian dengan indikator pilot lamp sebagai jaringan ketiga fasa yang dapat dikendalikan pemutusannya ketika ada arus netral.
2. Pemutusan jaringan 3 fasa berdasarkan adanya pendeteksian pada arus netral oleh driver relay dan mikrokontroler.
3. Sistem pengendali *IC* mikrokontroler dapat melakukan proses pembacaan data dengan respon.
4. Input *driverrelay* ternyata membutuhkan arus yang cukup agar mampu melakukan aktivasi.

#### 5.2 Saran

Adapun yang menjadi saran pada penelitian ini adalah :

1. Untuk kesempurnaan alat ini kedepannya alangkah baiknya sistem rancangan alat dapat diimplementasikan secara langsung dengan kejadian sebenarnya dimana cukup menggantikan driver relay menjadi sebuah current transformator sebagai sistem pemutus jaringan tiga fasa.
2. Dan untuk pendeteksian arus netralnya juga harus menggunakan CT (Current Transformator) atau trafo arus serta mencocokkan nilai tegangan output kepada sistem pengendali mikrokontroler.

## DAFTAR PUSTAKA

- Boyle, Robert L dan Loius Nashelky, *Electronic Devices and Circuit Theory*, Prentice Hall International, Inc. New Jersey, 1999
- Budiharto, Widodo. 2002. *Panduan Praktikum Mikrokontroler VR Atmega 16*. Jakarta : Penerbit Pt. Elex Media Komputindo. Kelompok Gramedia
- Budiharto, Widodo. Firmansyah, Sigit. 2004. *Elektronika Digital dan Mikroprosesor*. Yogyakarta : Penerbit ANDI.
- Blume Steven W., *Electric Power System Basics*, John Wiley & Sons, Inc.Publication, 2007
- Chapman Stephen J., “*Electric Machines Fundamentals*”, McGraw Hill International Edition, 1991.
- Cahttophadyay, D, *Dasar Elektronika*, penerjemah Sutanto UI Press, Jakarta Indonesia
- Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*”, Edisi ke-5, Penerbit Gramedia, Jakarta, 1995.
- Edminister Joseph A., *Electric Circuit*, Schaum’s Outline Series
- Gonen, Turan, “*Electric Power Distribution System Engineering*”, Mc Graw Hill Book Company, Singapore 1986.
- Hughes, E., “*Electrical Technology*” The English Language Book Society and Longman Group Limited, 1977.
- Havil, R.L dan A.K Walton, *Elements of Electronics for Physical Scientist* , English Language Book Society and Mc.Millan. London, 1975
- Lister, Eugene C, dan Hanapi Gunawan, *Mesin dan Rangkaian Listrik*, Erlangga Jakarta, 1993
- Malvino, Albert P.,*Prinsip – prinsip Elektronika*, terjemahan oleh Hanapi Gunawan, Erlangga Jakarta

Metzger, Daniell L., Electronics Components, Instruments, And Troubleshooting, Prentice Hall Inc.

Milman dan Halkiass : Integrated Electronics, Analog and Digital Circuit and System, terjemahan oleh M. Barmawidan M.O Tjia, Erlangga, Jakarta

Motthersheat, K., Electronics Devices and System, Mc. Graw Hill International New York, USA

Nagrath, IJ dan DP Kothari , “Electric Machines” Tata McGraw Hill Publishing Company Limited New Delhi, 1989

Nasar, Syed A., Theory and Problems of Electric Power Systems, Schaum’s Outline Series, McGraw Hill, New York, 2008

Pansini Anthoni J., Guide to Electrical System, The Fainmont Press

Peebles, Peyton Z dan Tayeb A. Guma, “Electrical Engineering” McGraw Hill International Edition, 1991.

Rashid, Muhammad Harunnur, Power Electronics, Circuits Devices and Application, Prentice Hall International Edition, 1998.

Rijono, Yon., “Dasar Teknik Tenaga Listrik”, Yogyakarta : Andi, 2004.

Suryatmo, F. 1986. *Teknik Digital*. Jakarta : Penerbit Bumi Aksara.

Sen, S.K., “Principles of Electric Machines and Power Electronics” John Wiley & Son, New York, 1997

Sen, SK., “Rotating Electrical Machinery” Khanna Publishers New Delhi, 1976

Schultz, Mithchel E., Electronics Devices, A Text and Software Problems manual, McGraw Hill Publishing Company Ltd, New York

Theraja, BL ; A Text Book of Electrical Technology, S. Chand & Company (Pvt) LTD, 2005

Wildi, Theodore, “Electrical Machines Drives and Power System” Prentice Hall International Edition, 1997

Zuhal, “Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya” Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1993

Atmel Corporation. 2003. *Atmega16*. Tersedia di  
<http://www.atmel.com/Images/doc2466.pdf> [ diakses pada 17-03-2012 ].





## LAMPIRAN

Membuat Program BASIC yang ada pada Gambar 3.16:

```
$regfile = "m16def.dat"
```

```
$crystal = 12000000
```

```
Dim Dat As Word
```

```
Dim Datadc As Long
```

```
Dim L As Word
```

```
Dim Rms As Single
```

```
Dim Volt As Single
```

```
Dim Hasil As String * 10
```

```
Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portd.5 , Db5 = Portd.4 , Db6 = Portd.3 , Db7 = Portd.2 , E = Portd.6 , Rs =  
Portd.7
```

```
Config Adc = Single , Prescaler = Auto , Reference = Avcc
```

```
Config Portb.1 = Output
```

```
Cls
```

```
Cursor Off
```

```
Start Adc
```

```
Cls
```

```
Cursor On
```

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 17/6/22

Access From (repository.uma.ac.id)17/6/22

Locate 1 , 2

Lcd "PEMUTUS 3 FASA"

Locate 2 , 1

Lcd "By: ARI ANDRIAN"

Waitms 500

Cls

Cursor Off

Cls

Cursor On

Locate 1 , 1

Lcd " R S T normal"

Wait 1

Do

For L = 1 To 1000

Dat = Getadc(0)

Datadc = Dat + Datadc

Next

Datadc = Datadc / 1000

If Datadc >= 600 Then

Portb.1 = 1

Gosub P\_t



End If

Loop

P\_t:

Cls

Locate 1 , 1

Lcd " R S T TRIP "

Waitms 500

Cls

Cursor Off

Cls

Cursor On

Locate 1 , 1

Lcd "Inetral =>160mA"

Waitms 300

Return

