

## **TUGAS AKHIR**

### **IMPLEMENTASI ALAT PROTEKSI THERMAL DAN KELEBIHAN BEBAN PADA TRANSFORMATOR TIGA FASA BERBASIS MIKROKONTROLER**

*Dikerjakan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam  
Menyelesaikan Program Strata-1 Pada Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh :**

**ADI IRAWAN**

**1307220049**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2018**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

IMPLEMENTASI ALAT PROTEKSI THERMAL DAN KELEBIHAN  
BEBAN TRAF0 TIGA FASA BERBASIS MIKROKONTROLER

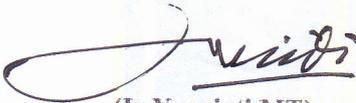
*Diajukan Guna Melengkapi Tugas – tugas dan Sebagai Persyaratan Untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T) Program Studi Teknik Elektro  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Telah Diuji dan Disidangkan Pada Tanggal :  
(15 Oktober)

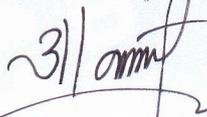
Oleh :

Adi Irawan  
1307220049

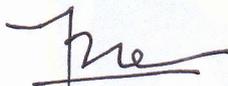
Pembimbing I

  
(Ir Yusniati MT)

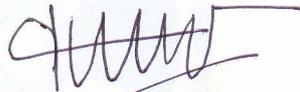
Pembimbing II

  
(Dr. Fitra Zambak M.sc)

Penguji I

  
(M Safril ST, MT)

Penguji II

  
(Ir. Zulfikar ST, MT)

Diketahui dan Disahkan  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

  
(Faisal Irsan P ST, MT)

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2018

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Adi Irawan  
NPM : 1307220049  
Tempat/Tgl Lahir : Batang gogar, 24 november 1993  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya ini yang berjudul “IMPLEMENTASI ALAT PROTEKSI THERMAL DAN KELEBIHAN BEBAN PADA TRAF0 TIGA FASA BERBASIS MIKROKONTROLER”. Bukan merupakan pencurian hasil karya milik orang lain maupun hasil skripsi orang lain.

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

Medan, 15 Oktober 2018

Saya yang menyatakan



Adi Irawan

## ABSTRAK

Kelebihan beban tiga fasa merupakan gangguan yang dapat menyebabkan kerusakan pada transformator daya. Persentase kelebihan beban yang besar menyebabkan pemanasan yang berlebihan pada isolasi belitan dan bila terjadi dalam waktu yang lama dapat mengakibatkan kegagalan transformator untuk bekerja. Penelitian tugas akhir ini bertujuan merancang dan membuat alat proteksi thermal dan kelebihan beban trafo tiga fasa berbasis mikrokontroler atmega 8. Mikrokontroler avr berfungsi sebagai pengendali utama dan memberi perintah untuk di set ke dalam sensor suhu lm35 dan sensor arus sehingga mengirimkan data kedalam tampilan lcd 16x2. Bila terjadi persentase nilai suhu yang berlebih dan kelebihan beban melebihi nilai yang sudah diset. maka relay akan memutuskan aliran listrik ke beban dan akan di tandai dengan peringatan bunyi berupa buzzer. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa alat yang dibuat dapat menampilkan nilai suhu dan arus beban maka disimpulkan alat ini dapat di implementasikan untuk trafo sebagai proteksi akibat kelebihan beban dan pemanasan pada trafo.

***kata kunci*** : Alat Proteksi, Kelebihan Beban, Sensor Lm35, Atmega8 avr, Relay

## KATA PENGANTAR



*Assalamu 'alaikum wr.wb*

Tidak ada kata lain untuk menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT kecuali ucapan syukur atas segala nikmat dengan curahan kasih sayang-Nya atas selesainya tugas akhir ini dengan baik dengan judul “IMPLEMENTASI ALAT PROTEKSI THERMAL DAN KELEBIHAN BEBAN PADA TRAF0 TIGA FASA BERBASIS MIKROKONTROLER.”

Penulisan tugas akhir ini dimaksudkan guna melengkapi sebagian persyaratan meraih gelar sarjana di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara jurusan Teknik Elektro.

Di dalam menyusun tugas akhir ini penulis tidak dapat melupakan jasa orang-orang yang telah ikut berperan serta sehingga tugas akhir ini dapat selesai. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Kedua orang tua, yang selalu berdoa untuk keberhasilan penulis dan yang selalu mendukung penulis dalam mengerjakan tugas akhir ini.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST, MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, ST.MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

4. Ibu Ir Yusniati, MT Selaku Dosen Pembimbing I dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak DR.M Fitra Zambak, ST, M.Sc Selaku Dosen Pembimbing II dalam penyusunan tugas akhir ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen di Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Karyawan Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Abang dan adik-adik sekeluarga tersayang yang telah memberikan dukungan kepada penulis sampai saat ini.
9. Rekan-rekan yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang selalu memberi dukungan dan motivasi kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga masih banyak hal yang perlu dikaji lebih lanjut untuk pengembangan penelitian dibidang ini. Akhirnya penulis berharap semoga penelitian ini memperkaya khasanah ilmu pengetahuan dibidang Tenaga Listrik.

Wassalamua'alaikum Wr. Wb

Medan, 15 September 2018

Penulis

Adi Irawan

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Metodologi Penelitian .....	4
1.7 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Mikrokontroler.....	7
2.2 Mikrokontroler Atmega 8.....	10
2.2.1 Central Processing Unit (CPU) .....	12
2.2.2 Memori.....	12
2.2.3 Konfigurasi Pin ATmega8 .....	13
2.2.4 Input atau output .....	15
2.3 Pengenalan Software .....	18

2.4 Code Vision AVR .....	20
2.5 Bahasa Pemrograman Interface .....	21
2.5.1 Pengenalan Bahasa C .....	21
2.5.2 Penulisan Program Bahasa C .....	22
2.6 Sensor Suhu .....	23
2.6.1 Sensor LM35 .....	23
2.6.2 Struktur Sensor LM35 .....	24
2.7 Sensor Arus .....	25
2.8 Relay .....	26
2.9 Transformator .....	27
2.9.1 Transformator Tiga Fasa .....	28
2.9.2 Hubungan Kumputan Transformator Tiga Fasa Y – Y .....	29
2.9.3 Hubungan Kumputan Transformator Tiga Fasa Y – $\Delta$ .....	30
2.9.4 Hubungan Kumputan Transformator Tiga Fasa $\Delta$ – Y .....	31
2.9.5 Hubungan Kumputan Transformator Tiga Fasa $\Delta$ – $\Delta$ .....	31
2.10 Buzzer .....	32
2.11 LCD .....	33
2.12 Power Supply ( Catu Daya) .....	36
2.12.1 Prinsip Kerja <i>Power Supply</i> .....	36
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat dan Jadwal Penelitian .....	38
3.2 Peralatan dan Bahan Penelitian .....	38
3.3 Perancangan Blok Diagram .....	39
3.4 Penjelasan Blok Diagram .....	40

3.4.1 Blok Trafo CT 3 Phasa .....	40
3.4.2 Blok Driver .....	41
3.4.3 Blok Mikrokontroler Atmega 8 .....	41
3.4.4 Blok LCD .....	41
3.4.5 Blok Indikator .....	41
3.4.6 Blok Relay.....	41
3.5 Perancangan Rangkaian Pengendali .....	42
3.5.1 Perancangan Mikrokontroler Atmega 8 .....	42
3.5.2 Perancangan Rangkaian Sensor .....	43
3.5.3 Perancangan Rangkaian Indikator.....	44
3.5.4 Perancangan Rangkaian Lcd .....	45
3.5.5 Perancangan Rangkaian Relay .....	45
3.6 Perancangan Software.....	46
3.7 Flowchart.....	47
3.7 Rangkaian Keseluruhan .....	48
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Umum .....	49
4.2 Hasil Pengujian .....	49
4.2.1 Pengujian Sensor LM35 .....	49
4.2.2 Pengujian Sensor Arus .....	50
4.2.3 Pengujian Mikrokontroler Atmega 8 .....	52
4.2.4 Pengujian Cattu Daya Sistem .....	54
4.2.5 Pengujian Display .....	54
4.2.6 Pengujian Secara Keseluruhan .....	55

**BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	57
5.2 Saran .....	57

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mikrokontroler Atmega8 -----	10
Gambar 2.2 Pin Mapping ATmega8-----	16
Gambar 2.3 Sensor LM35 dan Konfigurasi LM35 -----	24
Gambar 2.4 Skematik Rangkaian Dasar Sensor Suhu -----	25
Gambar 2.5 Simbol Relay-----	26
Gambar 2.6 Arus Bolak-balik Mengelilingi Inti Besi -----	27
Gambar 2.7 Transformator-----	27
Gambar 2.8 Konstruksi transformator tiga fasa-----	29
Gambar 2.9 Konstruksi transformator tiga fasa hubungan Y-Y -----	30
Gambar 2.10 Konstruksi transformator tiga fasa hubungan Y – $\Delta$ -----	30
Gambar 2.11 Konstruksi transformator tiga fasa hubungan $\Delta$ – Y -----	31
Gambar 2.12 Konstruksi transformator tiga fasa hubungan $\Delta$ – $\Delta$ -----	32
Gambar 2.13 Buzzer -----	32
Gambar 2.14 LCD (Liquid Crystal Display)-----	33
Gambar 2.15 Blok DC Power Supply -----	37
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem-----	40
Gambar 3.2 Rangkaian perancangan atmega 8 -----	42
Gambar 3.3 Rancangan rangkaian sensor LM 35 -----	43
Gambar 3.4 Rancangan rangkaian buzzer-----	44
Gambar 3.5 Rancangan <i>rangkaian display</i> -----	45
Gambar 3.6 Rancangan <i>rangkaian relay</i> -----	45
Gambar 3.7 <i>Flowchart</i> -----	47

Gambar 3.8 Skematik rangkaian keseluruhan----- 48

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pin-Pin LCD-----	34
Tabel 4.1 Pengujian LM35-----	50
Table 4.2 Pengujian Sensor Arus -----	51
Tabel 4.3 Tabel Pengujian Mikrokontroler Atmega 8-----	53
Tabel. 4.4 Hasil Pengukuran Catu Daya -----	54
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Fasa R-----	56
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Fasa S-----	56
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Fasa T-----	56

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Keandalan dan kemampuan suatu sistem tenaga listrik dalam melayani konsumen sangat tergantung pada sistem proteksi yang digunakan. Oleh sebab itu dalam perancangan suatu sistem tenaga listrik, perlu dipertimbangkan kondisi-kondisi gangguan yang mungkin terjadi pada sistem, melalui analisa gangguan. Dari hasil analisa gangguan dapat ditentukan sistem proteksi yang akan digunakan, seperti: spesifikasi *over current relay (OCR)*, *thermal overload relay (TOR)*, maupun rating *circuit breaker (CB)* serta penetapan besaran-besaran yang menentukan bekerjanya suatu relay (setting relay) untuk keperluan proteksi seperti proteksi terhadap motor maupun terhadap trafo.[1]

Trafo adalah suatu peralatan listrik yang berguna untuk mengubah nilai tegangan atau arus dari nilai yang satu ke nilai lainnya sesuai dengan kebutuhan. Trafo bekerja berdasarkan pada Hukum Faraday. Jenis trafo sangat beragam tergantung pada tegangan kerja, fasa yang dipakai, dan untuk apa trafo tersebut digunakan. Salah satu jenis trafo yang akan dibahas kali ini adalah trafo tiga fasa yang umumnya memiliki tegangan kerja yang tinggi dan biasanya berada pada gardu induk yang berfungsi untuk menurunkan tegangan transmisi (tegangan tinggi) menjadi tegangan distribusi (menengah).[2]

Sesuai dengan namanya maka trafo tiga fasa bekerja pada tegangan yang memiliki tiga buah fasa. Sebuah transformator tiga fasa secara prinsip sama dengan sebuah transformator satu fasa, perbedaan yang paling mendasar adalah meliputi pada sistem kelistrikannya yaitu sistem satu fasa maupun sistem tiga fasa. Sehingga sebuah transformator tiga fasa bisa dihubung bintang, segitiga, atau zig-zag. Transformator tiga fasa banyak digunakan pada sistem transmisi dan distribusi tenaga listrik karena pertimbangan ekonomis. Disamping penggunaannya yang ekonomis banyak pertimbangan lainnya yang harus dibahas seperti proteksi *Thermal Overload Relay (TOR)* maupun *Over Current Relay (OCR)*. [2]

Perbedaan *over current* dengan *thermal overload* yaitu, jika *over current* membatasi arus yang mengalir pada trafo/motor, sedangkan *thermal overload* berkerja berdasarkan panas yang menggerakkan bimetal. Kedua proteksi ini sangat dibutuhkan dalam hal untuk menjaga keamanan dari suatu sistem. Jika proteksi tersebut bagus, maka akan terciptanya keadaan yang aman, apabila pada saluran terjadi kelebihan arus yang disebabkan oleh pemakaian beban ataupun hubung singkat.[3]

Pada dasarnya proteksi terhadap peralatan tenaga listrik sangat lah diperlukan untuk menjaga kehandalan dan kualitas listrik tersebut, sistem proteksi yang baik mampu melokalisir keadaan dari gangguan seperti kelebihan beban maupun hubung singkat. Pengendalian dari sistem proteksi sendiri harus cepat dan sensitif dalam hal merespon gangguan, sehingga langsung memerintahkan sistem proteksi untuk bekerja.[1]

## **1.2 Rumusan Masalah**

Sesuai dengan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang dapat diuraikan dalam perancangan ini adalah:

1. Bagaimana merancang bangun sebuah sistem proteksi thermal dan arus lebih.
2. Bagaimana merancang program dengan bahasa C untuk diunggah melalui IC kontroller.
3. Bagaimana merakit rangkaian yaitu sensor dan controller agar dapat menyatukan sistem proteksi yang dibuat.

## **1.3 Batasan Masalah**

Berdasarkan rumusan diatas, maka masalah difokuskan pada perancangan dan pembuatan sebuah alat elektronis yang dapat memproteksi trafo 3 phasa dengan aman dengan ketentuan:

1. Mikrokontroller yang digunakan adalah ATMega 8.
2. Transformator yang digunakan adalah transformator tiga fasa tiga inti.
3. Controller ATMega 8 di program dengan bahasa C dengan menggunakan Code Vision AVR.

## **1.4 Tujuan Rancangan**

Adapun tujuan dari rancangan ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk merancang sebuah sistem proteksi thermal dan arus lebih.

2. Untuk merancang hasil program dengan bahasa C untuk diunggah ke IC kontroler.
3. Menguji sistem yang dirancang untuk memperoleh data yang spesifikasi.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

1. Mengamankan trafo dari kerusakan akibat kelebihan panas dan beban lebih.
2. Menjadi bahan praktek pembelajaran teknik elektro.
3. Menambah wawasan bagi mahasiswa dan upaya memenuhi syarat mencapai gelar sarjana.

### **1.6 Metode Penelitian**

Metode penelitian ini terdiri atas:

1. Studi Literatur

Dilakukan untuk mengumpulkan dan mempelajari bahan pustaka yang berhubungan dengan permasalahan yang dihadapi baik dari buku, jurnal maupun dari internet.

2. Perancangan Sistem

Dilakukan dengan merancang prototype sistem proteksi thermal dan kelebihan beban trafo 3 phasa berbasis mikrocontroller.

3. Riset/Pengambilan data

Dilakukan untuk mendapatkan data guna mengetahui seberapa beban yang mampu dilewati oleh pengaman proteksi tersebut.

4. Wawancara

Metode ini dilakukan dengan mengadakan *interview* kepada pihak-pihak yang berkompeten untuk mendapatkan gambaran dan informasi secara lebih jelas terhadap berbagai masalah dalam perancangan ini.

#### 5. Pengujian dan analisis

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

### **1.7 Sistematika Penulisan**

Skripsi yang disusun memiliki sistematika penulisan sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini diuraikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian dan sistematika penulisan.

#### **BAB II DASAR TEORI**

Bab ini memaparkan dan menjelaskan tentang teori yang digunakan untuk penelitian pada skripsi

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini diuraikan mengenai perancangan alat yang meliputi perancangan perangkat keras atau perancangan perangkat lunak untuk membentuk sistem proteksi terhadap suhu maupun beban kerja pada trafo 3 phasa.

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi tentang hasil pengujian untuk perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*).

## BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisi kesimpulan penulis tentang hasil perancangan yang sudah dilakukan dan saran dari penulis skripsi

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah *chip* yang berfungsi sebagai pengontrol atau pengendali rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program didalamnya. Penggunaan mikrokontroler lebih menguntungkan di bandingkan penggunaan mikroprosesor dikarenakan dengan mikrokontroler tidak perlu lagi penambahan memori I/O *eksternal* selama memori I/O *internal* masih bisa mencukupi. [5] Selain itu proses produksinya secara masal, sehingga harganya menjadi lebih murah dibandingkan mikroprosesor itu sendiri. Pada sebuah *chip* mikrokontroler umumnya memiliki *fitur-fitur* sebagai berikut:

1. *Central processing unit* mulai dari *processor* 4-bit yang sederhana hingga *processor* kinerja tinggi 64-bit.
2. *Input/output* antarmuka jaringan seperti *serial port* (UART).
3. Antarmuka komunikasi serial lain seperti IC, *serial peripheral interface and controller area network* untuk sambungan sistem.
4. *Periferal* seperti *timer* dan *watchdog*.
5. RAM untuk menyimpan data.
6. ROM, EPROM, EEPROM atau *flash memory* untuk menyimpan program dikomputer.
7. Pembangkit *clock* biasanya berupa resonator rangkaian RC.
8. Pengubah analog ke digital.

Secara teknis, hanya ada 2 macam mikrokontroller. Pembagian ini didasarkan pada kompleksitas instruksi-instruksi yang dapat diterapkan pada mikrokontroler tersebut. Pembagian itu yaitu RISC dan CISC.

1. RISC merupakan kependekan dari *Reduced Instruction Set Computer*. Instruksi yang dimiliki terbatas, tetapi memiliki fasilitas yang lebih banyak.
2. Sebaliknya, CISC kependekan dari *Complex Instruction Set Computer*. Instruksi bisa dikatakan lebih lengkap tapi dengan fasilitas secukupnya.

Masing-masing mempunyai keturunan atau keluarga sendiri-sendiri. jenis-jenis mikrokonktroler yang telah umum digunakan:

1. Keluarga MCS51

Mikrokonktroler ini termasuk dalam keluarga mikrokonktroler CISC. Sebagian besar instruksinya dieksekusi dalam 12 siklus *clock*. Mikrokontroler ini berdasarkan arsitektur Harvard dan meskipun awalnya dirancang untuk aplikasi mikrokontroler *chip* tunggal, sebuah mode perluasan telah mengizinkan sebuah ROM luar 64 KB dan RAM luar 64 KB diberikan alamat dengan cara jalur pemilihan *chip* yang terpisah untuk akses program dan memori data.

Salah satu kemampuan dari mikrokontroler 8051 adalah pemasangan sebuah mesin pemroses *boolean* yang mengijikan operasi logika *boolean* tingkatan-bit dapat dilakukan secara langsung dan secara efisien dalam register *internal* dan RAM. Karena itulah MCS51 digunakan dalam rancangan awal PLC (*programmable Logic Control*).

## 2. PIC (*Programmable Interface Controller*)

Pada awalnya, PIC merupakan kependekan dari *Programmable Interface Controller*. Tetapi pada perkembangannya berubah menjadi *Programmable Intelligent Computer*.

PIC termasuk keluarga mikrokontroler berarsitektur *Harvard* yang dibuat oleh *Microchip Technology*. Awalnya dikembangkan oleh Divisi Mikroelektronik *General Instruments* dengan nama PIC1640. Sekarang *Microhip* telah mengumumkan pembuatan PIC-nya yang keenam. PIC cukup populer digunakan oleh para *developer* dan para penghobi ngoprek karena biayanya yang rendah, ketersediaan dan penggunaan yang luas, *database* aplikasi yang besar, serta pemrograman (dan pemrograman ulang) melalui hubungan *serial* pada komputer.

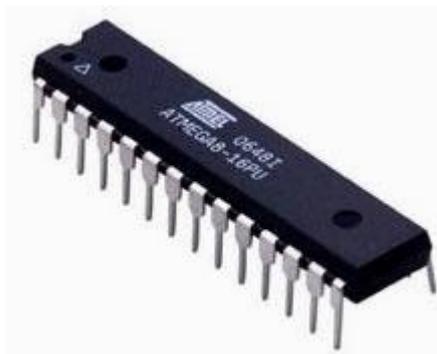
## 3. AVR (*Alv and Vegard's Risc processor*)

Mikrokontroler *Alv and Vegard's Risc processor* atau sering disingkat AVR merupakan mikrokontroler RISC 8 bit. Karena RISC inilah sebagian besar kode instruksinya dikemas dalam satu siklus *clock*. AVR adalah jenis mikrokontroler yang paling sering dipakai dalam bidang elektronika dan instrumentasi.

Secara umum, AVR dapat dikelompokkan dalam 4 kelas. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, *peripheral* dan fungsinya. Keempat kelas tersebut adalah keluarga *ATTiny*, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega dan AT86RFxx. [5]

## 2.2 Mikrokontroler Atmega8

Mikrokontroler adalah suatu *chip* dengan kepadatan yang sangat tinggi, dimana semua bagian yang diperlukan untuk suatu kontroler sudah dikemas dalam satu keping, biasanya terdiri dari CPU (*Central Proccessing Unit*), RAM (*Random Acess Memory*), EEPROM/ EPROM/ PROM/ROM, I/O, *Timer* dan lain sebagainya. [6]



Gambar 2.1 Mikrokontroller Atmega8

Arsitektur mikrokontroler jenis AVR (Alf and Vegard RISC) pertama kali dikembangkan pada tahun 1996 oleh dua orang mahasiswa Norwegian Institute of Technology yaitu Alf-Egil Bogen dan Vegard Wollan. Mikrokontroler AVR kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh Atmel. Seri pertama AVR yang dikeluarkan adalah mikrokontroler 8 bit AT90S8515, dengan konfigurasi pin yang sama dengan mikrokontroler 8051, termasuk address dan data bus yang termultipleksi.

Mikrokontroler AVR menggunakan teknologi RISC (Reduced Instruction Set Computer) dimana set instruksinya dikurangi dari segi ukurannya dan kompleksitas mode pengalamatannya. Pada awal era industri komputer, bahasa pemrograman masih menggunakan kode mesin dan bahasa Assembly. Untuk mempermudah dalam pemrograman para desainer komputer kemudian

mengembangkan bahasa pemrograman tingkat tinggi yang mudah dipahami manusia. Namun akibatnya, instruksi yang ada menjadi semakin kompleks dan membutuhkan lebih banyak memori. Dan tentu saja siklus eksekusi instruksinya menjadi semakin lama. Dalam AVR dengan arsitektur RISC 8 bit, semua instruksi berukuran 16 bit dan sebagian besar dieksekusi dalam 1 siklus clock. Berbeda dengan mikrokontroler MCS-51 yang instruksinya bervariasi antara 8 bit sampai 32 bit dan dieksekusi selama 1 sampai 4 siklus mesin, dimana 1 siklus mesin membutuhkan 12 periode clock. Dalam perkembangannya, AVR dibagi menjadi beberapa varian yaitu AT90Sxx, ATmega, AT86RFxx dan ATTiny. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing varian adalah kapasitas memori dan beberapa fitur tambahan saja.[6]

Mikrokontroler Atmega8 merupakan salah satu jenis mikrokontroler yang di dalamnya terdapat berbagai macam fungsi. Perbedaannya pada mikro yang pada umumnya digunakan seperti MCS51 adalah pada AVR tidak perlu menggunakan oscillator eksternal karena di dalamnya sudah terdapat internal oscillator. Selain itu kelebihan dari AVR adalah memiliki *Power-On Reset*, yaitu tidak perlu ada tombol reset dari luar karena cukup hanya dengan mematikan *supply*, maka secara otomatis AVR akan melakukan reset. Untuk beberapa jenis AVR terdapat beberapa fungsi khusus seperti ADC, EEPROM sekitar 128 byte sampai dengan 512 byte. AVR Atmega8 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit berarsitektur AVR RISC yang memiliki 8K byte in-System Programmable Flash.

Mikrokontroler dengan konsumsi daya rendah ini mampu mengeksekusi instruksi dengan kecepatan maksimum 16MIPS pada frekuensi 16MHz. Jika dibandingkan dengan ATmega8L perbedaannya hanya terletak pada besarnya

tegangan yang diperlukan untuk bekerja. Untuk Atmega 8 tipe L, mikrokontroler ini dapat bekerja dengan tegangan antara 2,7 - 5,5 V sedangkan untuk Atmega 8 hanya dapat bekerja pada tegangan antara 4,5 – 5,5 V. Fitur-fitur yang ada pada mikrokontroler ATmega8 ini adalah memori program 8 Kb dengan flash memori 1000 tulis atau hapus, memori data SRAM dengan kapasitas 1 Kb dan EEPROM dengan kapasitas 512 byte dengan 100.000 tulis dan hapus. Dan frekuensi pengoperasian hingga 16 MHz. memiliki 23 I/O yang dapat diprogram, 6 channel ADC 10 bit, USART, TWI, Tiga PWM, Timer 16 bit dan counter 16 bit. [8]

### **2.2.1 Central Processing Unit (CPU)**

Unit pemrosesan pusat CPU (*Central Processing Unit*), Terdiri dari dua unit yaitu unit pengendali CU (*Control Unit*), dan unit aritmatika dan logika ALU (*Aritmetic and Logical Unit*). Unit aritmatika dan logika melaksanakan operasi aritmatika untuk data yang melaluinya. Fungsi aritmatika yang lazim termasuk logika AND, logika OR dan Operasi pergeseran. Fungsi utama sebuah unit pengendali adalah mengambil, mengkode dan melaksanakan urutan instruksi sebuah program yang tersimpan dalam memori. Unit pengendali mengatur urutan operasi sebuah sistem. Khususnya unit ini menghasilkan dan mengatur sinyal pengendali yang diperlukan untuk mensinkronkan seluruh operasi sebuah sistem, selain itu juga aliran data dan instruksi program di dalam dan di luar ALU.[8]

### **2.2.2 Memori**

Setiap sistem mikrokontroler memerlukan memori untuk dapat menyimpan program dan data. Pada mikrokontroler sendiri sudah terdapat

memori data dan memori program, ada beberapa tingkatan memori diantaranya adalah register internal, memori utama dan memori masal. Register internal adalah memori di dalam ALU. Waktu akses register ini sangat cepat umumnya kurang dari 100ns.

Ada dua tipe logika memori, tergantung dari kemungkinan aksesnya, yaitu yang dihubungkan secara acak Random Access Memory (RAM) yang bisa dibaca atau ditulisi, dan memori yang hanya untuk dibaca saja Read Only Memory (ROM). Dalam mikrokontroler, RAM itu disebut sebagai memori data (Data Memory), sedangkan ROM dikenal sebagai memori program (Program Memory). Random Access Memory (RAM) adalah memori yang dapat dibaca atau ditulisi. Data dalam RAM akan terhapus (volatile) bila catu daya dihilangkan.

Karena sifat RAM yang volatile, maka program mikrokontroler tidak tersimpan dalam RAM. RAM hanya digunakan untuk menyimpan data secara sementara. Terdapat dua teknologi yang dipakai untuk membuat RAM yaitu RAM Statik dan RAM Dinamik. Dalam RAM statik satu bit informasi tersimpan dalam sebuah flip-flop. RAM statik tidak memerlukan penyegar dan penangannya tidak terlalu rumit. Isi RAM tetap selama catu daya diberikan. Sedangkan RAM Dinamik menyimpan bit informasi sebagai muatan. Sel memori elementer dibuat dari kapasitansi gerbang substrat transistor MOS.[8]

### **2.2.3 Konfigurasi Pin ATmega8.**

ATmega8 memiliki 28 Pin, yang masing-masing pin nya memiliki fungsi yang berbeda-beda baik sebagai port maupun fungsi yang lainnya. Berikut akan dijelaskan fungsi dari masing-masing kaki ATmega8.

1. VCC merupakan supply tegangan digital.
2. GND merupakan ground untuk semua komponen yang membutuhkan grounding. Port B (PB7...PB0) Didalam Port B terdapat XTAL1, XTAL2, TOSC1, TOSC2. Jumlah Port B adalah 8 buah pin, mulai dari pin B.0 sampai dengan B.7. Tiap pin dapat digunakan sebagai input maupun output. Port B merupakan sebuah 8-bit bi-directional I/O dengan internal pull-up resistor. Sebagai input, pin-pin yang terdapat pada port B yang secara eksternal diturunkan, maka akan mengeluarkan arus jika pull-up resistor diaktifkan. Khusus PB6 dapat digunakan sebagai input Kristal (inverting oscillator amplifier) dan input ke rangkaian clock internal, bergantung pada pengaturan Fuse bit yang digunakan untuk memilih sumber clock. Sedangkan untuk PB7 dapat digunakan sebagai output Kristal (output oscillator amplifier) bergantung pada pengaturan Fuse bit yang digunakan untuk memilih sumber clock. Jika sumber clock yang dipilih dari oscillator internal, PB7 dan PB6 dapat digunakan sebagai I/O atau jika menggunakan Asynchronous Timer/Counter2 maka PB6 dan PB7 (TOSC2 dan TOSC1) digunakan untuk saluran input timer.
3. Port C (PC5...PC0) port C merupakan sebuah 7-bit bi-directional I/O port yang di dalam masing-masing pin terdapat pull-up resistor. Jumlah pin nya hanya 7 buah mulai dari pin C.0 sampai dengan pin C.6. Sebagai keluaran/output port C memiliki karakteristik yang sama dalam hal menyerap arus (sink) ataupun mengeluarkan arus (source).
4. RESET/PC6 jika RSTDISBL Fuse diprogram, maka PC6 akan berfungsi sebagai pin I/O. Pin ini memiliki karakteristik yang berbeda dengan pin- pin

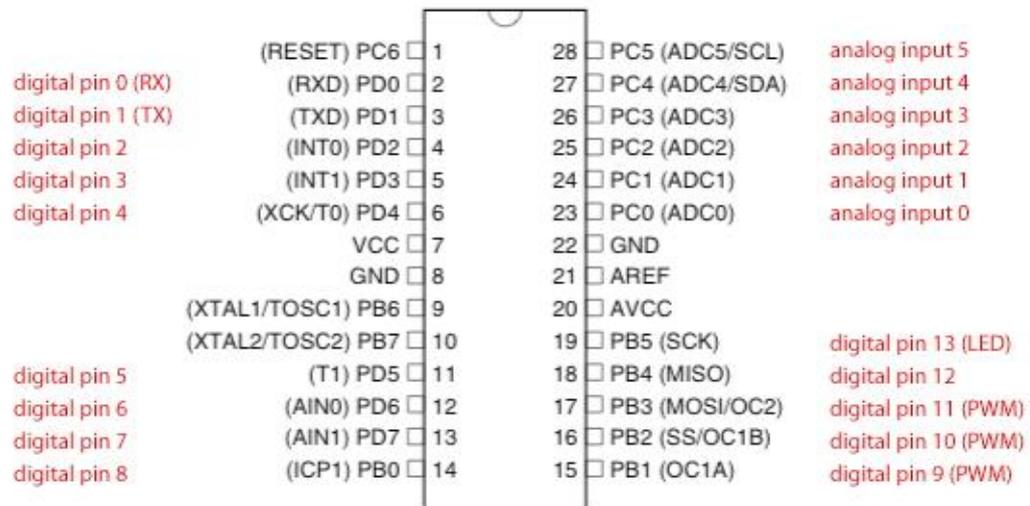
yang terdapat pada port C lainnya. Namun jika RSTDISBL Fuse tidak diprogram, maka pin ini akan berfungsi sebagai input reset. Dan jika level tegangan yang masuk ke pin ini rendah dan pulsa yang ada lebih pendek dari pulsa minimum, maka akan menghasilkan suatu kondisi reset meskipun clock-nya tidak bekerja.

5. Port D (PD7...PD0) port D merupakan 8-bit bi-directional I/O dengan internal pull-up resistor. Fungsi dari port ini sama dengan port-port yang lain. Hanya saja pada port ini tidak terdapat kegunaan-kegunaan yang lain. Pada port ini hanya berfungsi sebagai masukan dan keluaran saja atau biasa disebut dengan I/O.
6. AVcc ini berfungsi sebagai supply tegangan untuk ADC. Untuk pin ini harus dihubungkan secara terpisah dengan VCC karena pin ini digunakan untuk analog saja. Bahkan jika ADC pada AVR tidak digunakan tetap saja disarankan untuk menghubungkannya secara terpisah dengan VCC. Jika ADC digunakan, maka AVcc harus dihubungkan ke VCC melalui low pass filter.
7. AREF merupakan pin referensi jika menggunakan ADC.[6]

#### **2.2.4 Input/Output**

Input/output diperlukan untuk berkomunikasi dengan dunia luar. Modul masukan menyediakan informasi bagi ALU atau memori. Alat masukan yang khas seperti keyboard (keypad) atau sensor (transducer). Modul keluaran menyajikan data yang datang dari ALU atau melaksanakan perintah-perintah. Modul keluaran yang khas adalah printer, satu set lampu, atau mekanisme

pengendali motor stepper, relay, LED ( Light Emmitting Diode), atau LCD (Liquid Crystal Display). Dalam mikrokontroler ATmega328 terdapat input output atau yang disebut pin mapping seperti ditunjukkan gambar berikut ini :



Gambar 2.2 Pin Mapping ATmega8

Penjelasan masing-masing pin pada gambar 2.2 adalah sebagai berikut:

**a. VCC**

Suplai tegangan digital. Besarnya tegangan berkisar antara 4,5 – 5,5V untuk ATmega8 dan 2,7 – 5,5V untuk ATmega8.

**b. GND**

Ground. Referensi nol suplai tegangan digital.

**c. PORTB (PB7..PB0)**

PORTB adalah port I/O dua-arah (bidirectional) 8-bit dengan resistor pull-up internal yang dapat dipilih. Buffer keluaran port ini memiliki karakteristik yang simetrik ketika digunakan sebagai source ataupun sink. Ketika digunakan sebagai input, pin yang di pull-low secara eksternal akan memancarkan arus jika resistor pull-up-nya diaktifkan. Pin-pin PORTB akan

berada pada kondisi tri-state ketika RESET aktif, meskipun clock tidak running.

**d. PORTC (PC5..PC0)**

PORTC adalah port I/O dua-arah (bidirectional) 7-bit dengan resistor pull-up internal yang dapat dipilih. Buffer keluaran port ini memiliki karakteristik yang simetrik ketika digunakan sebagai source ataupun sink. Ketika digunakan sebagai input, pin yang di pull-low secara eksternal akan memancarkan arus jika resistor pull-up-nya diaktifkan. Pin-pin PORTC akan berada pada kondisi tri-state ketika RESET aktif, meskipun clock tidak running.

**e. PC6/RESET**

Jika Fuse RSTDISBL diprogram, maka PC6 berfungsi sebagai pin I/O akan tetapi dengan karakteristik yang berbeda dengan PC5..PC0. Jika Fuse RSTDISBL tidak diprogram, maka PC6 berfungsi sebagai masukan Reset. Sinyal LOW pada pin ini dengan lebar minimum 1,5 mikrodetik akan membawa mikrokontroler ke kondisi Reset, meskipun clock tidak running.

**f. PORTD (PD7..PD0)**

PORTD adalah port I/O dua-arah (bidirectional) 8-bit dengan resistor pull-up internal yang dapat dipilih. Buffer keluaran port ini memiliki karakteristik yang simetrik ketika digunakan sebagai source ataupun sink. Ketika digunakan sebagai input, pin yang di pull-low secara eksternal akan memancarkan arus jika resistor pull-up-nya diaktifkan. Pin-pin PORTD akan berada pada kondisi tri-state ketika RESET aktif, meskipun clock tidak running.

**g. RESET**

Pin masukan Reset. Sinyal LOW pada pin ini dengan lebar minimum 1,5 mikrodetik akan membawa mikrokontroler ke kondisi Reset, meskipun clock tidak running. Sinyal dengan lebar kurang dari 1,5 mikrodetik tidak menjamin terjadinya kondisi Reset.

**h. AVCC**

AVCC adalah pin suplai tegangan untuk ADC, PC3..PC0, dan ADC7..ADC6. Pin ini harus dihubungkan dengan VCC, meskipun ADC tidak digunakan. Jika ADC digunakan, VCC harus dihubungkan ke AVCC melalui low-pass filter untuk mengurangi noise.

**i. AREF**

Pin Analog Reference untuk ADC.

**j. ADC7..ADC6**

Analog input ADC. Hanya ada pada ATmega8 dengan package TQFP dan QFP/MLF.

### **2.3 Pengenalan Software**

Perangkat lunak (*Software*) adalah program yang digunakan untuk menterjemahkan instruksi-instruksi yang ditulis dalam bahasa pemrograman kedalam bahasa mesin supaya dapat dimengerti oleh komputer. *Software* sebagai penghubung antara manusia sebagai pengguna dengan perangkat keras komputer, berfungsi menterjemahkan bahasa manusia ke dalam bahasa mesin sehingga perangkat keras komputer memahami keinginan pengguna dan menjalankan instruksi yang diberikan dan selanjutnya memberikan hasil yang diinginkan oleh

manusia tersebut.[7] Perangkat lunak menurut kategorinya digolongkan sebagai berikut :

#### 1. Sistem Operasi (*Operating System*)

Sistem Operasi yaitu program yang berfungsi untuk mengendalikan sistem kerja yang mendasar sehingga mengatur kerja media input, output, tabel pengkodean, memori, penjadwalan prosesor, dan lain-lain. Sistem operasi berfungsi sebagai penghubung antara manusia dengan perangkat keras dan perangkat lunak yang akan digunakan. Contoh Sistem Operasi, misalnya : *Disk Operating System* (DOS), *Microsoft Windows*, *Linux*, dan *Unix*.

#### 2. Program Aplikasi (*Application Programs*)

Program Aplikasi adalah perangkat lunak yang dirancang khusus untuk kebutuhan tertentu, misalnya program pengolah kata, mengelola lembar kerja, program presentasi, design grafis, dan lain-lain. Atau dengan kata lain program yang di desain untuk membantu pengguna supaya dapat lebih produktif atau membantu dengan tugas- tugas khusus.

Beberapa perangkat lunak aplikasi dasar diantaranya adalah *browser*, pengolah kata seperti *Microsoft Word* , pengolah grafik, *game*, sistem manajemen, dll.

#### 3. Bahasa Pemrograman (*Language Software*)

Perangkat lunak bahasa yaitu program yang digunakan untuk menerjemahkan instruksi-instruksi yang ditulis dalam bahasa pemrograman ke bahasa mesin dengan aturan atau prosedur tertentu, agar diterima oleh komputer. Contoh *software* ini adalah : *Visual Basic*, *Delphi*, *Visual C++*.

#### 4. Program Bantu (*Utility*)

Perangkat Lunak merupakan perangkat lunak yang berfungsi sebagai aplikasi pembantu dalam kegiatan yang ada hubungannya dengan komputer, misalnya memformat disket, mengopi data, mengkompres file, dan lain-lain. Seperti *ScanDisk*, *PC Tools* dan *Norton Utility*.

Fungsi Perangkat Lunak antara lain :

- a. Mengidentifikasi program
- b. Menyiapkan aplikasi program sehingga tata kerja seluruh perangkat komputer terkontrol.
- c. Mengatur dan membuat pekerjaan lebih efisien.
- d. Mengatur input dan output dari komputer.
- e. Menyediakan dan mengatur serta memerintah *hardware* agar dapat berjalan dengan baik.
- f. Menjalankan perintah tertentu pada sebuah sistem komputer.
- g. Mengatur dan membuat pekerjaan lebih efisien dan maksimal.[11]

#### **2.4 Code Vision AVR**

*Code Vision AVR* merupakan salah satu *software* yang digunakan dalam membangun aplikasi mikrokontroler/*compiler* menggunakan bahasa pemrograman C. *Code Vision* hanya *compatible* dengan mikrokontroler keluaran keluarga AVR dari Atmel. Meskipun *CodeVision AVR* termasuk *software* komersial, namun kita tetap dapat menggunakannya dengan mudah karena terdapat versi evaluasi yang tersedia secara gratis walaupun dengan kemampuan yang dibatasi. [6]

*CodeVision AVR* merupakan yang terbaik bila dibandingkan dengan kompiler-kompiler yang lain karena beberapa kelebihan yang dimiliki oleh *CodeVision AVR* antara lain :

1. Menggunakan IDE (*Integrated Development Environment*), artinya satu *software editor* telah mencukupi semua kebutuhan fasilitas untuk membangun suatu *project* aplikasi yang utuh.
2. Fasilitas yang disediakan lengkap (mengedit program, mengkompilasi program, mendownload program) serta tampilannya sangat *user friendly*.
3. Mampu membangkitkan kode program secara otomatis dengan menggunakan fasilitas *CodeWizard AVR*.
4. Memiliki fasilitas untuk mendownload secara langsung menggunakan *hardware* khusus.
5. Memiliki fasilitas *debugger* sehingga dapat menggunakan *software compiler* lain untuk mengecek kode *assemblernya*, contoh *AVRStudio*.
6. Memiliki terminal komunikasi serial yang terintegrasi dalam *CodeVision AVR* sehingga dapat digunakan untuk membantu pengecekan program yang telah dibuat khususnya yang menggunakan fasilitas komunikasi serial UART.

## **2.5 Bahasa Pemrograman *Interface***

### **2.5.1 Pengenalan Bahasa C**

Bahasa C merupakan bahasa *universal* dalam bidang pengembangan *software* dan banyak digunakan pada mesin-mesin dan komputer, banyak sekali

*software* sistem yang dibuat dengan C karena bahasa C memiliki kemampuan untuk mengakses sistem dari komputer, mulai dari RAM yang sederhana, disk bahkan sampai yang sangat detail dan dalam seperti register dan port-port pada komputer, baik itu PC maupun *mini computer* dan *Mainframe*. Menulis Bahasa Pemrograman C tidaklah sesulit yang anda bayangkan. Saya asumsikan anda menggunakan sistem operasi *linux/unix* atau mungkin *cygwin* di *windows*, di mana sudah terinstall *compiler* yang tersedia untuk Bahasa Pemrograman C. Ada begitu banyak kompiler untuk bahasa c ini di berbagai platform seperti GCC, CC di *linux/unix*; *Miracle C*, *Turbo C*, *Microsoft Visual C++* di *linux/unix*. Kompiler yang akan kita gunakan kali ini adalah GCC. Selanjutnya anda juga perlu mempersiapkan *text editor* apa saja. Bisa notepad jika anda menggunakan *windoze* atau *vi*, *pico*, *vim*, *kwort*, *nano*, *gedit*, *emacs* dan lain sebagainya.[7]

### **2.5.2 Penulisan Program Bahasa C**

Untuk dapat memahami bagaimana suatu program ditulis, maka struktur dari program harus dimengerti terlebih dahulu. Tiap bahasa komputer mempunyai struktur program yang berbeda. Jika struktur dari program tidak diketahui, maka akan sulit bagi pemula untuk memulai menulis suatu program dengan bahasa yang bersangkutan. Struktur dari program memberikan gambaran secara luas, bagaimana bentuk dari program secara umum. Selanjutnya dengan pedoman struktur program ini, penulis program dapat memulai bagaimana seharusnya program tersebut ditulis.

Struktur dari program C dapat dilihat sebagai kumpulan dari sebuah atau lebih fungsi-fungsi. Fungsi pertama yang harus ada di program C sudah ditentukan namanya, yaitu bernama `main()`. Suatu fungsi di program C dibuka dengan kurung

kurawal ({} dan ditutup dengan kurung kurawal tutup (}). Diantara kurung-kurung kurawal dapat dituliskan statemen-statementen program C. Berikut ini adalah struktur dari program C.

```

main()
{
    Statemen-statementen
}

```

fungsi utama

```

Fungsi_fungsi_lain()
{
    Statemen-statementen
}

```

fungsi-fungsi lain yang ditulis oleh pemrograman komputer

Bahasa C dikatakan sebagai bahasa pemrograman terstruktur, karena strukturnya menggunakan fungsi-fungsi sebagai program-program bagian (*subroutine*). Fungsi-fungsi selain fungsi utama merupakan program-program bagian. Fungsi-fungsi ini dapat ditulis setelah fungsi utama atau diletakkan di file pustaka (*library*). Jika fungsi-fungsi diletakkan di file pustaka dan akan dipakai disuatu program, maka nama file judulnya (*header file*) harus dilibatkan di dalam program yang menggunakannya dengan *preprocessor directive* #include. (Hartono, 1992).

## 2.6 Sensor

Sensor adalah jenis transduser yang digunakan untuk mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor sering digunakan untuk pendektasian pada saat melakukan pengukuran atau pengendalian.

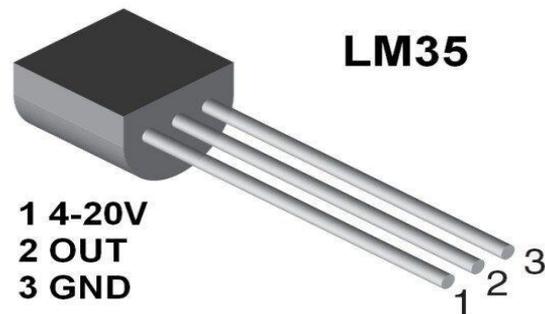
Sensor adalah alat untuk mendeteksi/mengukur sesuatu, yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik. Dalam lingkungan sistem pengendali dan robotika, sensor memberikan kesamaan yang menyerupai mata, pendengaran, hidung, lidah yang kemudian akan diolah oleh kontroler sebagai otaknya . Sensor dalam teknik pengukuran dan pengaturan secara elektronik berfungsi mengubah besaran fisik (misalnya : temperatur, gaya, kecepatan putaran) menjadi besaran listrik yang proposional. [10]

### **2.6.1 Sensor LM35**

Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor Suhu LM35 yang dipakai dalam penelitian ini berupa komponen elektronika yang diproduksi oleh *National Semiconductor*. LM35 memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, LM35 juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan.

Meskipun tegangan sensor ini dapat mencapai 30 volt akan tetapi yang diberikan kesensor adalah sebesar 5 volt, sehingga dapat digunakan dengan catu daya tunggal dengan ketentuan bahwa LM35 hanya membutuhkan arus sebesar 60  $\mu\text{A}$  hal ini berarti LM35 mempunyai kemampuan menghasilkan panas (*selfheating*) dari sensor yang dapat menyebabkan kesalahan pembacaan yang rendah yaitu kurang dari 0,5 °C pada suhu 25 °C . [10]

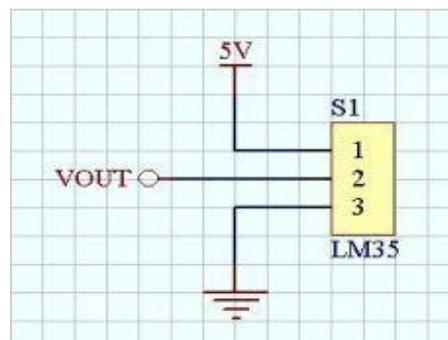
## 2.6.2 Struktur Sensor LM35



Gambar 2.3 Sensor LM35 dan Konfigurasi Pin LM35

Gambar 2.3 menunjukkan bentuk dari LM35. 3 pin LM35 menunjukkan fungsi masing-masing pin diantaranya, pin 1 berfungsi sebagai sumber tegangan kerja dari LM35, pin 2 atau tengah digunakan sebagai tegangan keluaran atau  $V_{out}$  dengan jangkauan kerja dari 0 Volt sampai dengan 1,5 Volt dengan tegangan operasi sensor LM35 yang dapat digunakan antar 4 Volt sampai 30 Volt. Keluaran sensor ini akan naik sebesar 10 mV setiap derajat *celcius* sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$V_{LM35} = \text{Suhu} * 10 \text{ mV}$$



### Gambar 2.4 Skematik Rangkaian Dasar Sensor Suhu

Gambar diatas adalah gambar skematik rangkaian dasar sensor suhu LM35-DZ. Rangkaian ini sangat sederhana dan praktis.  $V_{out}$  adalah tegangan keluaran sensor yang terskala linear terhadap suhu terukur, yakni 10 milivolt per  $1^{\circ}\text{C}$ . Jadi jika  $V_{out} = 530\text{mV}$ , maka suhu terukur adalah  $53^{\circ}\text{C}$ . Dan jika  $V_{out} = 320\text{mV}$ , maka suhu terukur adalah  $32^{\circ}\text{C}$ . Tegangan keluaran ini bisa langsung diumpankan sebagai masukan ke rangkaian pengkondisi sinyal seperti rangkaian penguat operasional dan rangkaian *filter*, atau rangkaian lain seperti rangkaian pembanding tegangan dan rangkaian *Analog-to-Digital Converter*. [10]

### 2.7 Sensor Arus

Sensor arus adalah sebuah komponen yang mengubah arus listrik menjadi tegangan. Sensor arus yang digunakan adalah tipe trafo CT. Trafo CT (*Current Transformer*) dapat dibuat dengan memanfaatkan sebuah trafo step down yang dililit dengan kawat email pada bagian luar. *Output* trafo adalah tegangan bolak balik yang ekivalen dengan besar arus beban. *Output* tersebut kemudian disearahkan oleh dioda dan kapasitor sehingga menjadi tegangan dc. *Output* tersebut kemudian diberikan ke input analog mikrokontroler untuk diproses. Kapasitas trafo step down yang digunakan adalah 12V dan 500mA. [3]

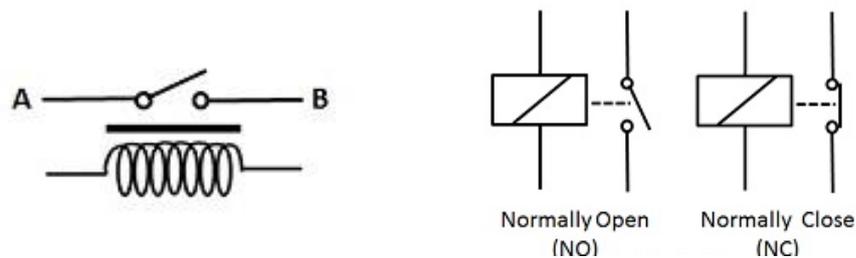
### 2.8 Relay

Relay adalah sebuah 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).[12] Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan *Armature Relay* (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A. Susunan kontak pada relay adalah:

- a. *Normally Close* (NC) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi CLOSE (tertutup)
- b. *Normally Open* (NO) yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi OPEN (terbuka)

c.



Gambar 2.5 Simbol Relay

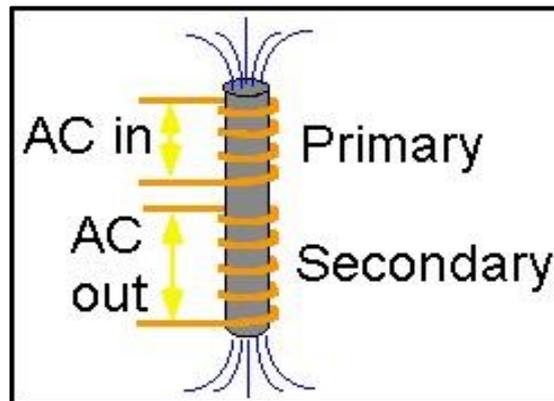
## 2.9 Transformator

Transformator adalah suatu alat listrik statis yang dipergunakan untuk mengubah tegangan bolak-balik menjadi lebih tinggi atau lebih rendah dan digunakan untuk memindahkan energi dari suatu rangkaian listrik ke rangkaian lainnya tanpa merubah frekuensi. Transformator disebut peralatan statis karena tidak ada bagian yang bergerak atau berputar, tidak seperti motor atau generator.

Dalam bentuknya yang paling sederhana, transformator terdiri atas dua kumparan dan satu induktansi mutual. Dua kumparan tersebut terdiri dari

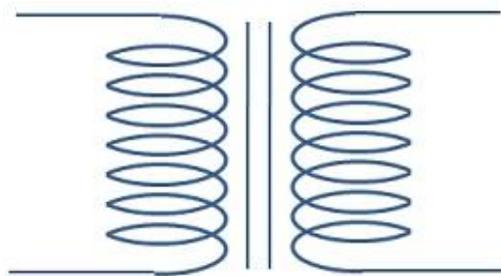
kumparan primer dan kumparan sekunder. Kumparan primer adalah kumparan yang menerima daya dan dinyatakan sebagai terminal masukan dan kumparan sekunder adalah kumparan yang melepas daya dan dinyatakan sebagai terminal keluaran. Kedua kumparan dibelit pada suatu inti yang terdiri atas material magnetik berlaminasi.[13]

Secara sederhana transformator dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu lilitan primer, lilitan sekunder dan inti besi. Lilitan primer merupakan bagian transformator yang terhubung dengan sumber energi (catu daya). Lilitan sekunder merupakan bagian transformator yang terhubung dengan rangkaian beban. Sedangkan inti besi merupakan bagian transformator yang bertujuan untuk mengarahkan keseluruhan fluks magnet yang dihasilkan oleh lilitan primer agar masuk ke lilitan sekunder.



Gambar 2.6 Arus bolak-balik mengelilingi inti besi

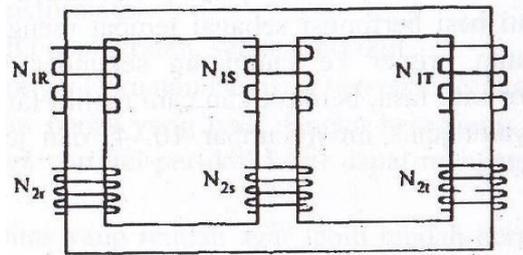
Arus yang mengalir pada belitan primer akan menginduksi inti besi transformator sehingga di dalam inti besi akan mengalir fluks magnet dan fluks magnet ini akan menginduksi belitan sekunder sehingga pada ujung belitan sekunder akan terdapat beda potensial.[14]



Gambar 2.7 Transformator

### 2.9.1 Transformator Tiga Fasa

Sebuah transformator tiga fasa adalah gabungan dari tiga buah trafo satu fasa. Salah satu bentuk konstruksi dari transformator tiga fasa terlihat pada Gambar 2.8 berikut ini :

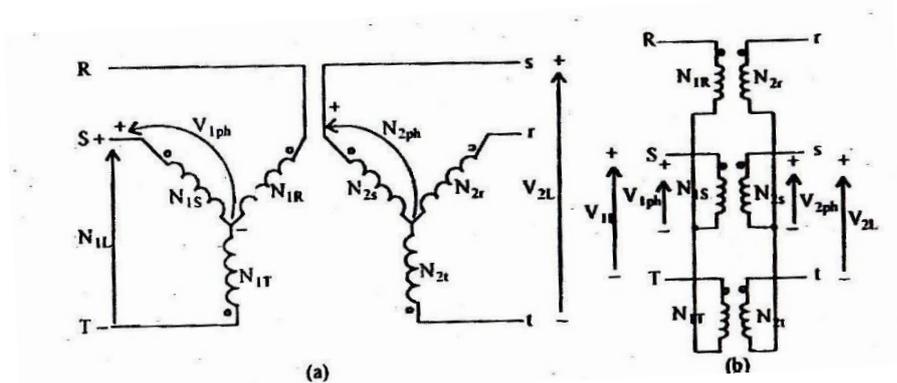


Gambar 2.8 Konstruksi transformator tiga fasa

Transformator tiga fasa memiliki enam buah kumparan. Tiga buah kumparan primer dengan jumlah lilitan  $N_1$  dihubungkan dengan sumber tegangan primer  $V_R$ ,  $V_S$  dan  $V_T$ . Tiga buah kumparan sekunder dengan jumlah lilitan  $N_2$  dihubungkan dengan sumber tegangan primer  $V_r$ ,  $V_s$  dan  $V_t$ . Untuk masing-masing fasa, rasio transformasi tegangannya sama dengan rasio transformasi transformator satu fasa. Tetapi untuk tegangan line-to-line, transformator tiga fasa akan mengikuti jenis konfigurasi hubungan kumparannya. [15]

### 2.9.2 Hubungan Kumparan Transformator Tiga Fasa Y – Y

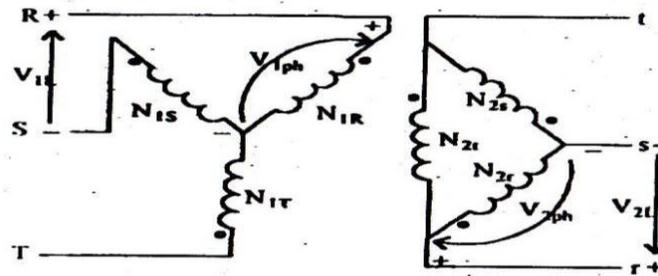
Hubungan kumparan Y – Y dilakukan dengan menghubungkan terminal-terminal kumparan primer transformator tiga fasa pada line R, S dan T, kemudian terminal netralnya digabungkan dan dihubungkan dengan netral pada saluran suplai daya listrik. Konfigurasi yang sama juga dilakukan pada terminal-terminal kumparan sekunder transformator tiga fasa pada line r, s dan t, kemudian terminal netralnya digabungkan dan dihubungkan dengan netral beban. [15]



Gambar 2.9 Konstruksi transformator tiga fasa hubungan Y – Y

### 2.9.3. Hubungan Kumparan Transformator Tiga Fasa Y – $\Delta$

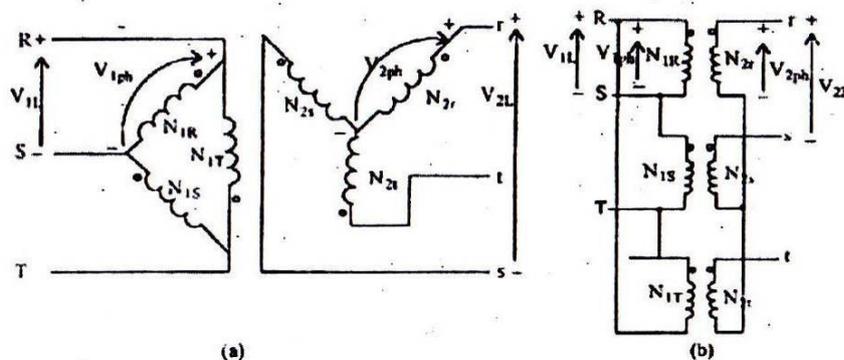
Hubungan kumparan Y –  $\Delta$  dilakukan dengan menghubungkan terminal-terminal kumparan primer transformator tiga fasa pada line R, S dan T, kemudian terminal netralnya digabungkan dan dihubungkan dengan netral pada saluran suplai daya listrik. Akan tetapi konfigurasi yang dilakukan pada terminal-terminal kumparan sekunder transformator tiga fasa adalah dengan menghubungkan terminal-terminal sekunder transformator antara line line rs, st dan tr tanpa menggunakan penghantar netral. [15]



Gambar 2.10 Konstruksi transformator tiga fasa hubungan Y – Δ

#### 2.9.4 Hubungan Kumputan Transformator Tiga Fasa Δ – Y

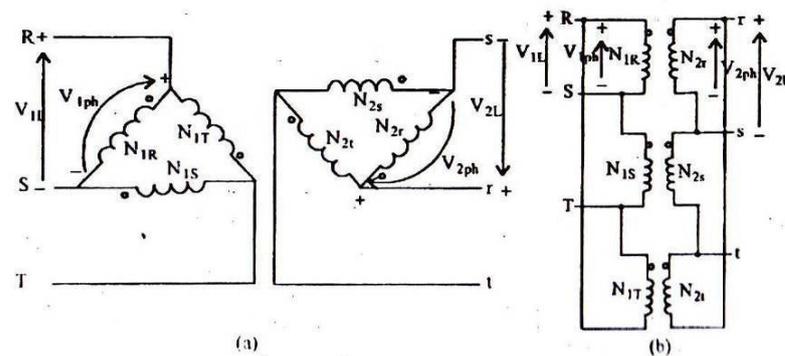
Hubungan kumputan Δ – Y dilakukan pada terminal-terminal kumputan primer transformator tiga fasa adalah dengan menghubungkan terminal-terminal transformator antara line RS, ST dan TR tanpa menggunakan penghantar netral. Akan tetapi konfigurasi yang dilakukan pada terminal-terminal kumputan sekunder transformator tiga fasa adalah dengan menghubungkan terminal-terminal sekunder transformator pada line r, s dan t, kemudian terminal netralnya digabungkan dan dihubungkan dengan netral beban. [15]



Gambar 2.11 Konstruksi transformator tiga fasa hubungan Δ – Y

#### 2.9.5 Hubungan Kumputan Transformator Tiga Fasa Δ – Δ

Hubungan kumparan  $\Delta - \Delta$  dilakukan dengan menghubungkan terminal-terminal kumparan primer transformator tiga fasa pada line RS, ST dan TR tanpa menggunakan penghantar netral. Konfigurasi yang sama juga dilakukan pada terminal-terminal kumparan sekunder transformator tiga fasa pada line rs, st dan tr tanpa menggunakan penghantar netral beban.[15]



Gambar 2.12 Konstruksi transformator tiga fasa hubungan  $\Delta - \Delta$

## 2.10 Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja *buzzer* hampir sama dengan loud speaker, jadi *buzzer* juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. *Buzzer* biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm). [9]



Gambar 2.13 *Buzzer*

### **2.12 Liquid Crystal Display (LCD)**

Layar LCD merupakan suatu media penampilan data yang sangat efektif dan efisien dalam penggunaannya. Untuk menampilkan sebuah karakter pada layar LCD diperlukan beberapa rangkaian tambahan. Untuk lebih memudahkan para pengguna, maka beberapa perusahaan elektronik menciptakan modul LCD. LCD adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD (liquid crystal display) bisa memunculkan gambar atau dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai titik cahaya. Walau disebut sebagai titik cahaya, namun Kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri.

Sumber cahaya di dalam sebuah perangkat LCD (liquid crystal display) adalah lampu neon berwarna putih di bagian belakang susunan kristal cair tadi. Titik cahaya yang jumlahnya puluhan ribu bahkan jutaan inilah yang membentuk tampilan citra. Kutub kristal cair yang dilewati arus listrik akan berubah karena pengaruh polarisasi medan magnetic yang timbul dan oleh karenanya akan hanya membiarkan beberapa warna diteruskan sedangkan warna lainnya tersaring.



Gambar 2.14 Liquid Crystal Display 2x16

LCD memiliki 16 pin dengan fungsi pin masing-masing seperti yang terlihat pada Tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Pin-Pin LCD

No.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 $\Omega$ . namun, dalam praktik, resistor yang digunakan sekitar 2,2k $\Omega$
4	RS	Input	Register Select <ul style="list-style-type: none"> <li>RS = HIGH : untuk mengirim data</li> <li>RS = LOW : untuk mengirim instruksi</li> </ul>
5	R/W	Input	Read/Write control bus <ul style="list-style-type: none"> <li>R/W = HIGH : mode untuk membaca data di LCD</li> </ul>

Pada aplikasi umumnya RW diberi logika rendah "0". Bus data terdiri dari 4 bit atau 8 bit. Jika jalur data 4 bit maka yang digunakan ialah DB4 sampai dengan DB7. Sebagaimana terlihat pada table deskripsi, *interface* LCD merupakan sebuah parallel bus, dalam hal ini sangat memudahkan dan sangat

cepat dalam pembacaan dan penulisan data dari atau ke LCD. Kode ASCII yang ditampilkan sepanjang 8 bit dikirim ke LCD secara 4 bit atau 8 bit pada satu waktu.

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

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

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

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

### **2.13 Power Supply**

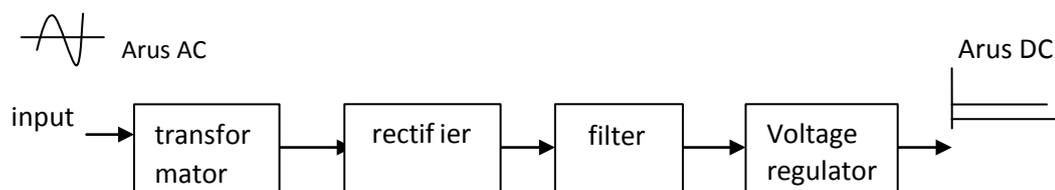
Pada rangkaian *power supply* diperoleh masukan tegangan 220 VAC yang kemudian keluarannya tegangan 5 volt DC. *Power Supply* berfungsi sebagai sumber tegangan 5 Volt DC, untuk mensuplai tegangan pada system minimum Atmega8, mensuplai tegangan pada rangkaian *driver relay*, mensuplai tegangan pada LCD 2x16.

#### **2.13.1 Cara Kerja Power Supply**

Prinsip Kerja DC *Power Supply* (Adaptor) Arus Listrik yang kita gunakan di rumah, kantor dan pabrik pada umumnya adalah dibangkitkan, dikirim dan didistribusikan ke tempat masing-masing dalam bentuk Arus Bolak-balik atau arus AC (*Alternating Current*). Hal ini dikarenakan pembangkitan dan pendistribusian arus Listrik melalui bentuk arus bolak-balik (AC) merupakan cara yang paling ekonomis dibandingkan dalam bentuk arus searah atau arus DC (*Direct Current*).

Akan tetapi, peralatan elektronika yang kita gunakan sekarang ini sebagian besar membutuhkan arus DC dengan tegangan yang lebih rendah untuk pengoperasiannya. Oleh karena itu, hampir setiap peralatan elektronika memiliki sebuah rangkaian yang berfungsi untuk melakukan konversi arus listrik dari arus AC menjadi arus DC dan juga untuk menyediakan tegangan yang sesuai dengan rangkaian Elektronika-nya. Rangkaian yang mengubah arus listrik AC menjadi DC ini disebut dengan DC Power Supply atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Catu daya DC. DC Power Supply atau Catu Daya ini juga sering dikenal dengan nama “Adaptor”.

Sebuah DC *Power Supply* atau Adaptor pada dasarnya memiliki 4 bagian utama agar dapat menghasilkan arus DC yang stabil. Keempat bagian utama tersebut diantaranya adalah *Transformer*, *Rectifier*, *Filter* dan *Voltage Regulator*.



Gambar 2.15 Blok DC *Power Supply*

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Jadwal Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik UMSU Jl. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan. Penelitian ini adalah penelitian dengan membuat perancangan alat proteksi *thermal* maupun kelebihan beban. Waktu penelitian direncanakan berlangsung selama 6 (enam) bulan yang dimulai dari perencanaan alat, pembuatan alat, pengujian dan pengambilan data hingga pengolahan data.

#### **3.2 Peralatan dan Bahan Penelitian**

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

- a. Alat – Alat

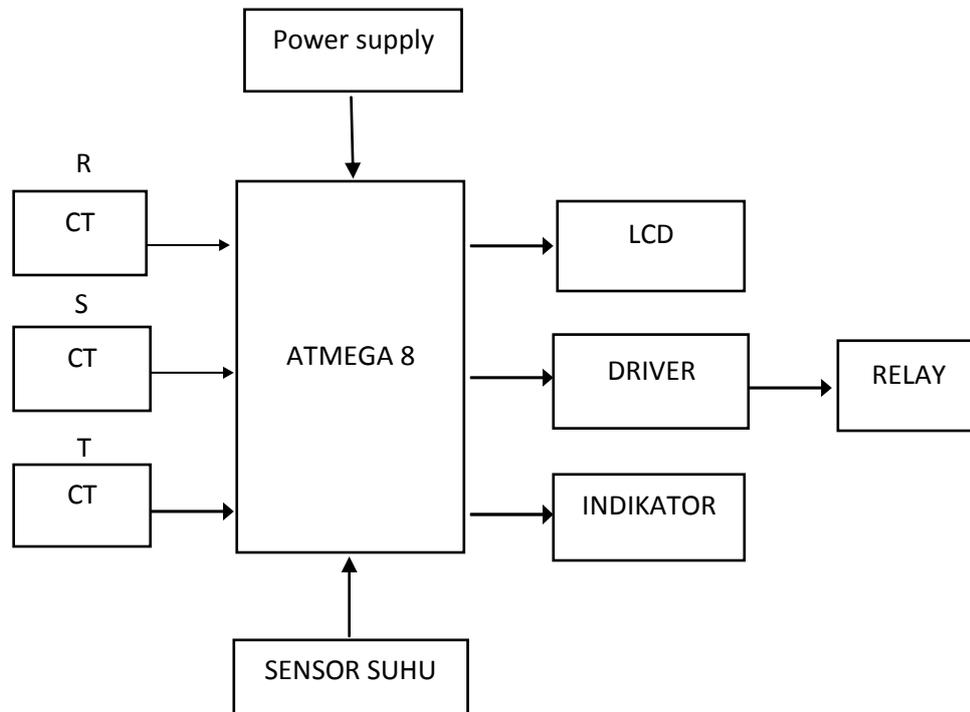
1. Multitester
2. Bor PCB dan bor listrik
3. Solder listrik
4. Obeng
5. Tang potong dan tang buaya
6. *Hands tool* (alat tangan)
7. Timah

b. Bahan - Bahan

1. Controller Atmega 8
2. Trafo CT
3. Sensor LM35
4. Dioda
5. Kapasitor
6. *Resistor*
7. Papan Pvc
8. Papan pcb
9. LCD 16x2
10. Kabel
11. *Buzzer*
12. Terminal rangkaian

### **3.3 Perancangan Blok Diagram**

Perancangan sistem alat ini diawali dengan pembuatan blok diagram dari sistem tersebut. Dimana tiap-tiap blok saling berhubungan satu dengan yang lain. Perancangan secara *hardware* dan perancangan secara *software*. Dan masing-masing blok akan di bahas dalam bab ini.



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

### 3.4 Penjelasan Blok Diagram Sistem

#### 3.4.1 Blok Transformator CT 3 Fasa

Blok yang bekerja sebagai beban atau objek yang diukur. Yaitu sebuah trafo penurun tegangan tinggi ke tegangan menengah. Pada simulasi ini digunakan 3 buah trafo kecil *stepdown* untuk mengilustrasikan sebagai trafo daya 3 fasa. Merupakan sensor arus yang digunakan untuk mendeteksi arus beban. Dalam hal

ini adalah 3 buah kumparan yang berfungsi mendeteksi arus dengan prinsip induksi listrik.

### **3.4.2 Blok Diver**

Pada bagian ini driver menggerakkan relay, daya (arus/tegangan) dari mikrokontroller kurang mencukupi sehingga perlu penguat (*driver*). *Driver relay* yang paling sederhana biasanya terdiri dari sebuah transistor.

### **3.4.3 Blok Mikrokontroller ATmega 8**

Blok yang berfungsi untuk membaca sensor, Mengkalibrasi dan mengendalikan output seperti display, *relay* atau indikator lainnya berdasarkan kondisi sensor.

### **3.4.4 LCD**

Blok LCD (*Liquid Crystal Display*) ini berfungsi sebagai penampil pesan misalnya output data yang telah di proses oleh mikrokontroler seperti besar arus dan temperatur yang terdeteksi oleh sensor termasuk status sistem.

### **3.4.5 Indikator**

Blok *indikator* ini berfungsi sebagai tanda apabila terjadinya gangguan berupa *overload* maupun *thermal overload* maka sinyal akan dikirim dan akan memberikan tanda berupa *buzzer*.

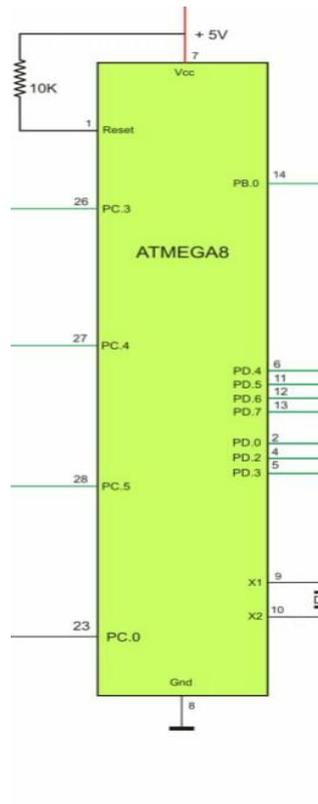
### **3.4.6 Relay**

Berfungsi sebagai penghubung dan pemutus arus listrik. Pada rancangan ini, *relay* bekerja saat terjadi proteksi yaitu memutuskan aliran listrik ke beban saat terjadi proteksi akibat kelebihan arus beban maupun kelebihan panas pada trafo.

### **3.5 Perancangan Rangkaian Pengendali**

#### **3.5.1 Perancangan Mikrokontroler Atmega 8.**

Dalam hal ini, IC atmega 8 digunakan untuk mengontrol sistem yaitu membaca input, kalibrasi, membandingkan data dengan acuan dan mengontrol output. Diprogram dengan bahasa C untuk merealisasikan sistem proteksi dimana arus beban dibaca pada masukan analog yaitu port C.5. Temperatur dari sensor dibaca pada port C.4 tegangan diubah menjadi data oleh rangkaian ADC internal. Data kemudian dikalibrasi agar diperoleh nilai sebenarnya. Hasil kalibrasi ditampilkan pada *display* LCD. Data juga dibandingkan dengan acuan yaitu batas arus dan batas temperatur maksimal. Jika data melampaui batas tersebut maka terjadi proteksi, yaitu *relay* akan dinonaktifkan.

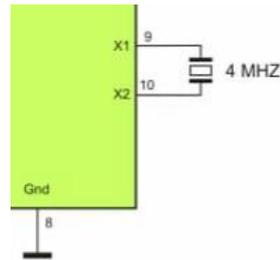


Gambar 3.2 Rangkaian perancangan atmega 8

### 3.5.2 Perancangan Rangkaian Sensor

Dalam hal ini sensor mengubah arus menjadi tegangan dengan rentang 0 hingga 5 volt dan temperatur dengan nilai 0 hingga 100 Derajat menjadi tegangan 0 hingga 1,0 volt. Terdapat 2 sensor yaitu arus dan temperatur. Sensor arus menggunakan komponen arus ct, yaitu trafo induksi primer skunder yang membaca arus dan mengubahnya menjadi tegangan. Kumparan *primer* dialiri arus beban sedangkan kumparan *skunder* menghasilkan tegangan sebanding dengan arus beban tersebut. Sedangkan sensor temperatur atau suhu digunakan sensor LM 35, yaitu sensor berbentuk IC dengan ukuran fisik yang kecil. Jenis sensor suhu adalah sensor analog yaitu mengubah suhu menjadi tegangan listrik. Resolusi sensor LM 35 adalah  $10 \text{ mV } / ^\circ\text{C}$ . Sehingga kenaikan suhu 1 derajat akan

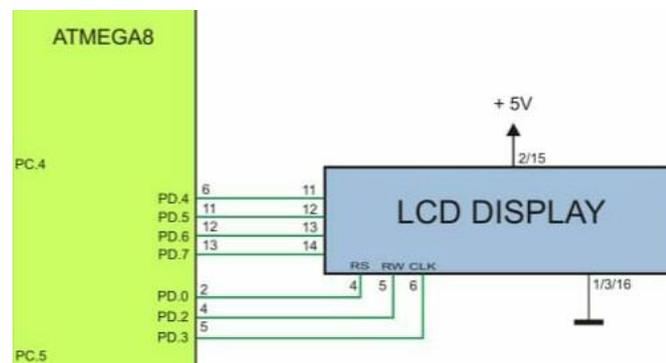




Gambar 3.4 Rancangan rangkaian buzzer

### 3.5.4 Perancangan Rangkaian LCD

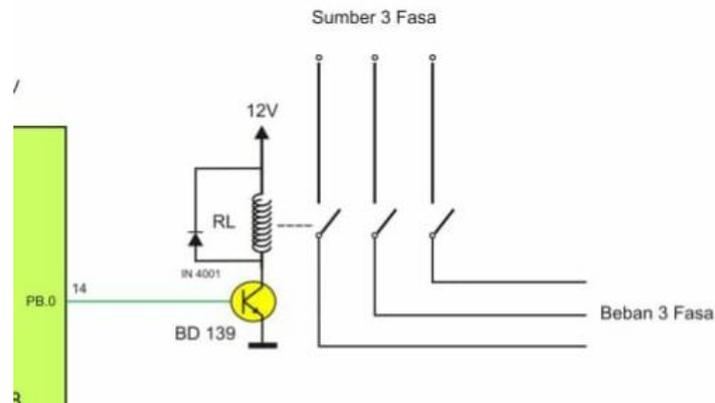
LCD akan menampilkan data output misalnya besaran arus yang terbaca oleh sensor arus atau besaran suhu yang terdeteksi oleh LM35. Tipe LCD yang digunakan adalah tipe M1632 yg merupakan display dengan kapasitas 2 x 16 karakter. Arus yang terbaca ditampilkan pada baris pertama dan suhu pada baris kedua. LCD dikontrol langsung oleh mikrokontroler melalui port input output yaitu pada port D.



Gambar 3.5 Rancangan rangkaian display

### 3.5.5 Perancangan Rangkaian Relay

Merupakan komponen akhir sistem atau komponen *output*. *Relay* bekerja sebagai pemutus arus seperti halnya dengan sekering atau mcb. Bedanya relay dapat dihidupkan atau dimatikan melalui arus listrik. *Relay* terdiri dari sebuah saklar mekanis yang digerakkan oleh arus listrik yaitu melalui kumparan magnet yang dipasang berdekatan dengan saklar. Saat kumparan tidak dialiri arus, *relay* akan *off*. Saat kumparan dialirkan arus maka magnet yang ditimbulkan akan menarik tuas sehingga saklar akan *on*. Tipe relay yang digunakan adalah tipe DPDT.

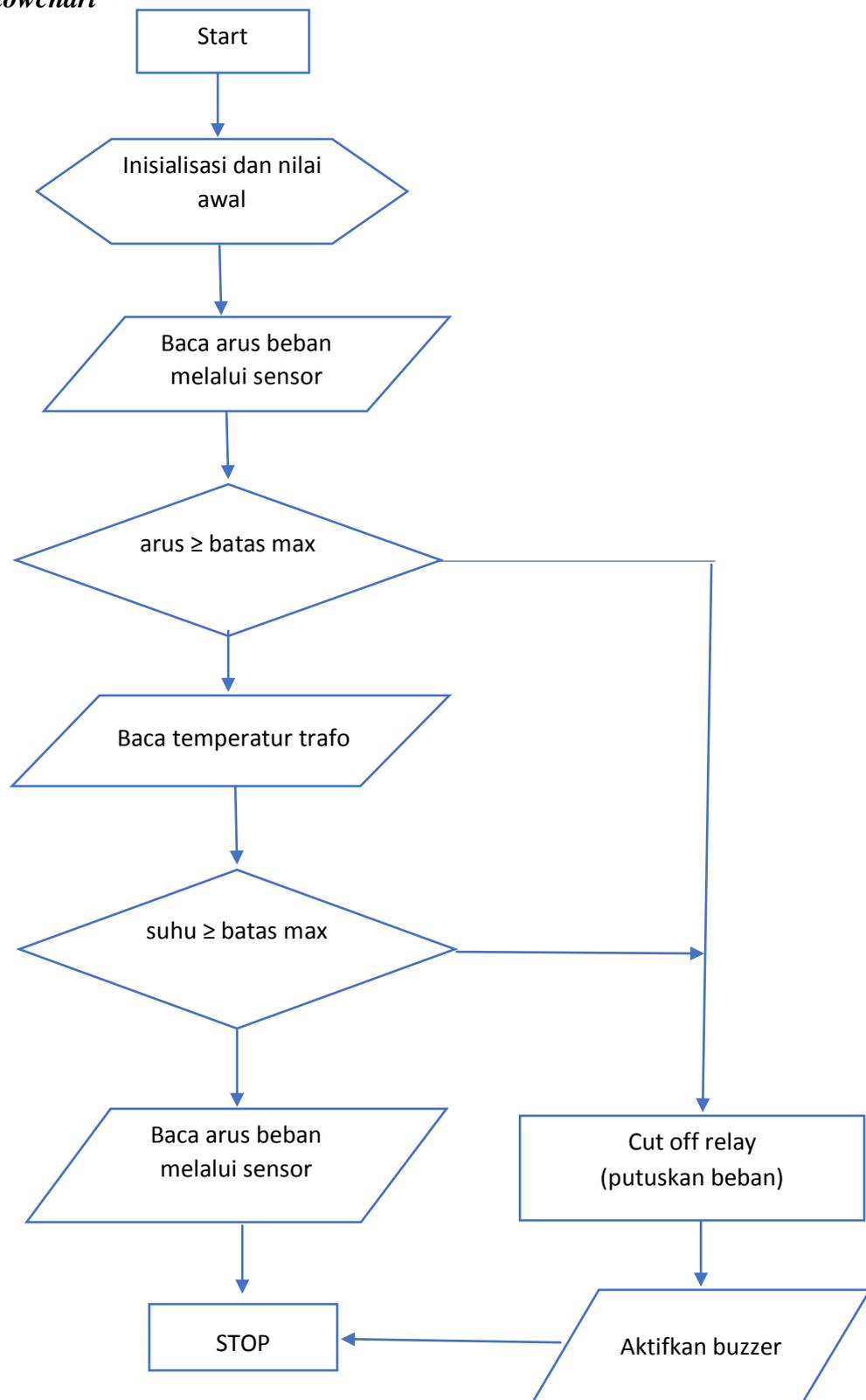


Gambar3.6 Rancangan rangkaian relay

### 3.6 Perancangan Software

Rancangan *software* menggunakan *Code Vision Avr* sebagai editor program sekaligus kompilator. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C yang merupakan bahasa tingkat tinggi dalam pemrograman. Algoritma ditulis berupa instruksi-instruksi berurutan mulai dari start hingga selesai. Format penulisan bahasa C dimulai dengan inisialisasi *hardware*, deklarasi variabel, penentuan nilai awal kemudian perintah pembacaan *input*, proses kalibrasi data dan terakhir

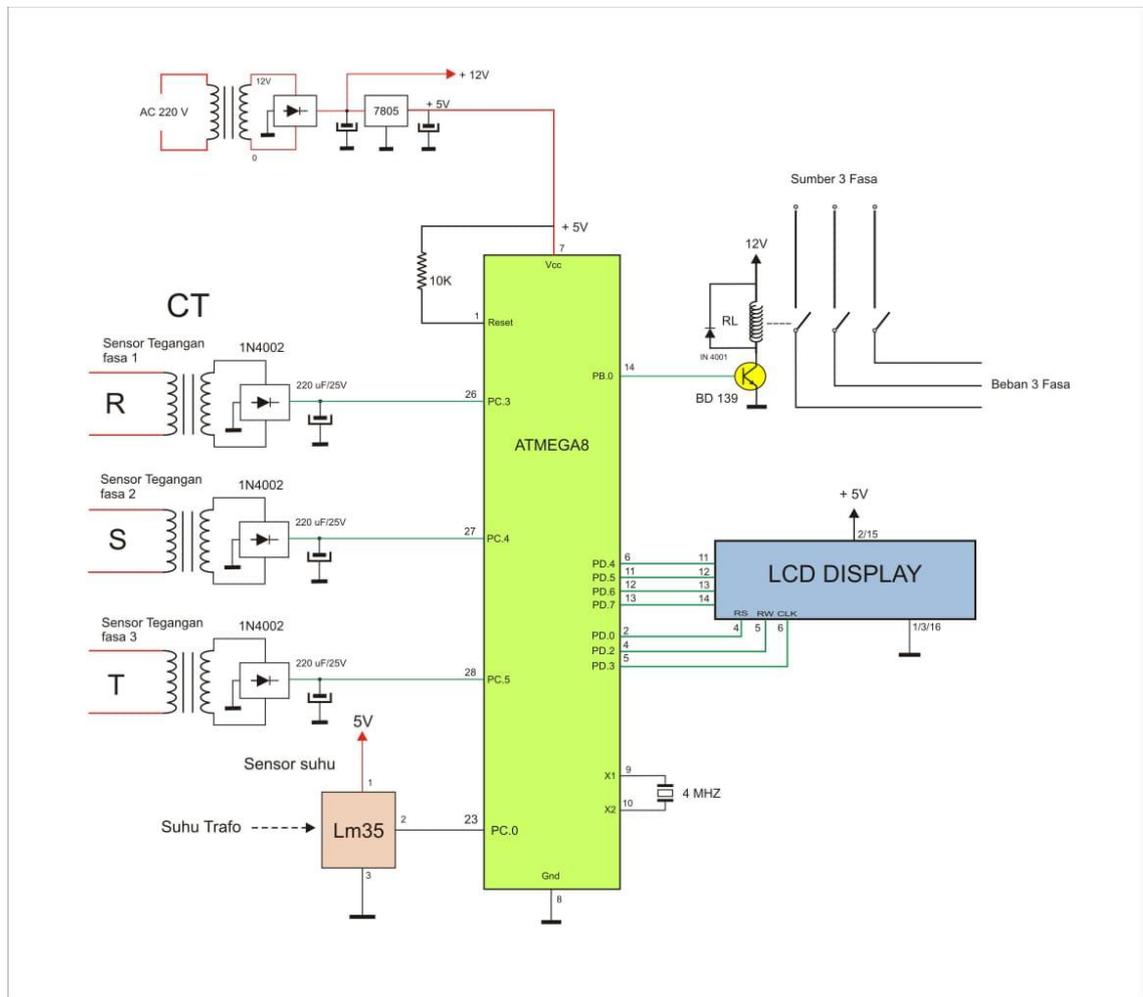
adalah mengontrol bagian *output* misalnya *display* atau *relay*. *Corel draw* sebagai software untuk pembuatan skematik rangkaian keseluruhan.

**3.7 flowchart**

Gambar 3.7 Flowchart

### 3.8 Rangkaian Keseluruhan

Rangkaian secara keseluruhan merupakan gabungan dari rangkaian-rangkaian tiap blok. Sebagai pusat kendali IC ATmega8 yang memproses data input untuk dikonversikan dan data yang diperoleh ditampilkan pada layar LCD.



Gambar 3.8 Skematik rangkaian keseluruhan.

## **BAB IV**

### **ANALISIS DAN HASIL PEMBAHASAN**

#### **4.1 Umum**

Hasil rancangan adalah sebuah sistem yang berfungsi sebagai proteksi *thermal* dan arus lebih. Rancangan di implementasikan berupa sebuah rangkaian elektronik yang menggunakan sensor arus, sensor suhu, kontroler, display dan *relay*. Rangkaian bekerja sesuai dengan fungsinya yaitu membaca suhu dan arus dan membandingkannya dengan batas yang ditentukan dalam program. Sistem melakukan proteksi dengan cara memutuskan hubungan arus saat melebihi batas tertentu. Rancangan juga dilengkapi dengan display LCD sehingga dapat dipantau besar arus dan suhu yang terdeteksi. Setelah rangkaian terealisasi maka perlu dilakukan serangkaian uji coba mulai dari komponen-komponen hingga pengujian secara keseluruhan dari sistem yang bekerja. Bagian selanjutnya adalah pembahasan hasil pengujian yang dilakukan oleh alat tersebut.

#### **4.2 Hasil Pengujian**

Pengujian sistem dilakukan setelah semua komponen telah siap dan telah bekerja. Beberapa pengujian yang dilakukan meliputi pengujian sensor, pengujian kontroler, pengujian hasil kalibrasi dan output display .

##### **4.2.1 Pengujian Sensor LM35**

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur tegangan keluaran sensor dan suhu disekitar sensor. Suhu diukur dengan *termometer* digital sedangkan tegangan dengan *voltmeter* digital. Prosedur pengujian adalah dengan menaikkan

suhu secara bertahap dan ukur setiap kenaikan suhu tersebut. Berikut adalah hasil pengujian yang dilakukan pada sensor LM35.

Tabel 4.1 Pengujian LM35

No	Suhu (°C)	Vout sensor(V)
1	24.1	0.241
2	26.0	0.261
3	28.3	0.281
4	30.0	0.30
5	32.0	0.321
6	34.1	0.34
7	36.0	0.36
8	38.1	0.381
9	40.2	0.401
10	42.1	0.421

Dari hasil pengukuran diatas dapat dilihat bahwa perbandingan nilai input dengan output cukup linear sehingga tidak membutuhkan linearisasi pada program.

#### 4.2.2 Pengujian Sensor Arus

Sensor arus dibuat dengan sebuah trafo *stepdown* yang dimodifikasi sedemikian rupa sehingga dapat bekerja sebagai pendeteksi arus. Trafo *stepdown* ukuran 500mA/12V dililit dengan sebuah kawat email diameter 1,2 mm sebanyak 22 lilitan. Kawat email tersebut adalah kawat dimana arus beban mengalir. Jika terdapat arus yang mengalir melalui kawat tersebut maka timbul medan listrik

disekitar kawat. Karena sifat kumparan yang dapat menginduksikan listrik dari *primer* ke *skunder* maka akan terjadi juga pada trafo *stepdown* yang dililit kawat email tersebut. Oleh karena itu akan timbul GGL induksi pada kedua terminal trafo *stepdown*. GGL induksi atau tegangan yang dihasilkan berbanding lurus dengan arus beban yang melalui email. Berdasarkan sifat tersebut sensor arus yang dibuat bekerja. Untuk mengetahui sifat dan karakteristik sensor diperlukan suatu pengujian .Pengujian dilakukan dgn mengukur karakteristik sensor arus yaitu input arus dan output tegangan sensor. Input sensor adalah arus beban yang melalui kawat email dari sumber tegangan ke beban. Sedangkan output sensor adalah besar tegangan yang dihasilkan oleh sensor akibat arus beban.

Tabel berikut adalah hasil pengukuran arus dan tegangan keluaran sensor, dari data tersebut dapat dicari karakteristik sensor dan konstanta kalibrasinya. Pengujian menggunakan beban linear yaitu lampu pijar 40 Watt sebanyak 6 buah yang dihidupkan satu persatu pada tegangan 220V.

Tabel 4.2 Pengujian Sensor Arus

<b>NO</b>	<b>Arus (A)</b>	<b>Vout (V)</b>	<b>Jumlah Lampu</b>
1	0.18	0.23	1
2	0.34	0.43	2
3	0.48	0.60	3
4	0.62	0.76	4
5	0.75	0.94	5
6	0.89	1.12	6

Data keluaran tegangan tersebut kemudian dikonversi ke digital oleh adc yang ada pada atmega 8.

#### **4.2.3 Pengujian Mikrokontroler Atmega 8**

Pengujian kontroler dilakukan untuk mengetahui apakah rangkaian kontroler telah bekerja sesuai program atau tidak. Untuk itu dilakukan perbandingan antara program yang dibuat dengan hasil pengukuran. Dimana tiap port keluaran diukur dengan voltmeter kemudian dibandingkan dengan data yang diprogram. Jika terdapat perbedaan logik maka berarti ada kesalahan dan artinya kontroler belum bekerja dengan baik.

Algoritma program yang ditulis dalam bahasa C adalah sebagai berikut :

```
DDRB = 0xFF;PORTB = 0xF2;
```

```
DDRC = 0xFF;PORTC = 0x50;
```

```
DDRD = 0xFF;PORTD = 0xA1;
```

Data tegangan hasil pengukuran pada pin mikrokontroler Atmega 8 adalah sbb:

Tabel 4.3 Pengujian Mikrokontroler Atmega 8

Pin	Vout	Pin	Vout	Pin	Vout
1	4.97	11	5.01	21	4.99
2	5	12	0.0	22	4.91
3	0.0	13	5.0	23	0.01
4	0.0	14	0.01	24	0.0
5	0.0	15	5.0	25	0.01
6	0.0	16	0.0	26	0.0
7	5.01	17	0.0	27	5.02
8	0.0	18	5.01	28	0.0
9	2.99	19	4.99	29	0.01
10	2.01	20	5.01	-	-

Dengan demikian data logik keluaran tiap port adalah :

PORTB : 11110010

PORTD : 10100001

PORTC : 01010000

Dari data diatas dapat dibandingkan antara data program dengan data pengukuran dan dapat dilihat adanya kesamaan antara program dan keluaran tiap pin. Hasil menunjukkan tidak terdapat perbedaan, sehingga dapat dinyatakan rangkaian kontroler telah bekerja dengan baik.

#### 4.2.4 Pengujian Catu Daya Sistem

Catu daya yang digunakan adalah trafo *stepdown*. Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan keluaran catu daya saat berbeban dan tanpa beban . Terdapat 2 testpoint output yaitu output setelah penyearah dan output setelah regulator 7805. Berikut adalah data hasil pengukuran catu daya.

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Catu Daya

<b>Keterangan</b>	<b>Output Dc</b>	<b>Output Regulator</b>
Tanpa Beban	20.10 Volt	4.97 Volt
Dengan Beban	20.30 Volt	5.0 Volt

Dari pengukuran diatas dapat diambil kesimpulan bahwa tegangan yang dihasilkan telah memenuhi kebutuhan rangkaian yang dibuat. Dengan demikian pengujian ini dinyatakan berhasil.

#### 4.2.5 Pengujian Display

Pengujian display LCD dilakukan dengan program yang dibuat khusus untuk menampilkan sebuah pesan pada LCD tersebut. Program dibuat dengan bahasa C, kemudian diunggah pada kontroler . Berikut adalah list program yang dibuat untuk pengujian tersebut.

```

Init_lcd();

while(1)

{

lcd_putsf("Sistem Proteksi");

lcd_gotoxy(0,1);

```

```
lcd_putsf("Thermal dan arus");
}
```

Setelah dijalankan pada ic kontroler , maka pada display akan muncul kata

" ALAT PROTEKSI" pada baris pertama dan "Thermal dan arus "pada baris kedua. Dengan tampilan seperti itu maka pengujian display LCD dinyatakan telah bekerja dengan baik sesuai dengan yang diprogramkan.

#### **4.2.6 Pengujian Secara Keseluruhan**

Pengujian dilakukan setelah semua komponen terhubung menjadi satu sistem. Prosedur pengujian adalah dengan mengaktifkan sistem, kemudian memberikan inputan dan mengamati *output* yang diberikan. Saat catu daya diaktifkan, *display* akan menampilkan pesan awal yaitu nama alat yang dibuat. Sesaat setelah itu *display* akan menunjukkan arus dan suhu yang terdeteksi. Karena beban masih nol dan baru diaktifkan maka arus adalah 0A dengan suhu trafo 28°C. Kemudian diberikan input dengan menghubungkan beban pada terminal *output* dalam hal ini adalah bola lampu pijar 40 Watt sebanyak 2 buah. Dengan beban tersebut arus pada tampilan *display* LCD akan mengalami kenaikan menjadi 0.32 A. Setelah beberapa lama kemudian suhu sensor juga mengalami kenaikan yaitu dari 28°C menjadi 29°C. Hal ini memperlihatkan respon *output* terhadap input yang diberikan. Langkah berikutnya adalah menambah beban hingga melampaui batas arus yang ditentukan. 1 buah lampu ditambahkan pada *output* sehingga menjadi 3 buah lampu. Display menunjukkan arus mencapai 0.46 A. Sesaat kemudian *relay* cut off atau memutuskan aliran arus ke beban. Hal ini

terjadi karena arus beban telah melampaui arus batas yang dibuat, dalam hal ini 0.44 A sehingga proses proteksi terjadi .

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Fasa R

<b>NO</b>	<b>JUMLAH LAMPU</b>	<b>AMPERE</b>	<b>SUHU</b>	<b>STATUS</b>
1	1	0,18 A	30°C	STABIL
2	2	0.34 A	31°C	STABIL
3	3	0.48 A	31°C	OVERLOAD
4	4	0.69 A	31°C	OVERLOAD

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Fasa S

<b>NO</b>	<b>JUMLAH LAMPU</b>	<b>AMPERE</b>	<b>SUHU</b>	<b>STATUS</b>
1	1	0,16 A	30°C	STABIL
2	2	0.32 A	29°C	STABIL
3	3	0.46 A	31°C	OVERLOAD
4	4	0.68 A	31°C	OVERLOAD

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Fasa T

<b>NO</b>	<b>JUMLAH LAMPU</b>	<b>AMPERE</b>	<b>SUHU</b>	<b>STATUS</b>
1	1	0,18 A	31°C	STABIL
2	2	0.35 A	31°C	STABIL
3	3	0.48 A	32°C	OVERLOAD
4	4	0.68 A	31°C	OVERLOAD

Pengujian selanjutnya adalah menguji fungsi sensor suhu sebagai proteksi *thermal*. Cara nya adalah memberikan beban pada sistem dan berusaha menaikkan suhu sensor. Agar sensor mendeteksi kenaikan suhu dengan cepat maka dapat dilakukan dengan memanaskan sensor secara langsung dengan pemanas seperti solder. Kenaikan suhu akan terlihat pada *display* LCD saat sensor didekatkan pada solder yang sedang menyala. Suhu naik terus dari 29°C hingga mencapai 60°C. Saat suhu melampaui 60°C *relay* akan bekerja yaitu memutuskan arus beban karena telah terjadi *thermal overload* dimana suhu batas ditentukan pada 60°C.

Dari pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa sistem proteksi yang dibuat telah bekerja dengan baik memenuhi kriteria yang diinginkan sehingga dapat dinyatakan rancang bangun sistem proteksi thermal dan arus lebih berhasil dibuat.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dari perancangan proteksi arus lebih dan kelebihan beban trafo 3 phasa berbasis mikrokontroller maka dapat di simpulkan beberapa hal serta dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Proteksi arus lebih yang dibangun dapat memutus saluran apabila terjadi kelebihan pemakaian beban dan hubung singkat, dapat menghubungkan kembali apabila arus dibawah batas maksimal.
2. Perancangan ini menggunakan metode dalam bahasa C, yaitu sensor suhu dan sensor arus di program menggunakan Code Vision AVR dan di kontrol melalui IC Atmega 8.
3. Dari hasil perancangan dapat diketahui bahwa arus beban maksimal adalah 0.44 Ampere dan sensor suhu maksimal adalah 60°C sehingga sebuah *relay* memutuskan arus beban karena telah terjadi *thermal overload*.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan pengalaman selama berlangsungnya perancangan dan pengujian proteksi arus lebih dan kelebihan beban trafo 3 phasa berbasis mikrokontroller atmega 8 terdapat beberapa saran sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini alat hanya memproteksi diharapkan dalam penelitian selanjutnya mampu memproteksi dan dalam keadaan stabil dapat bekerja kembali secara otomatis.
2. Pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan untuk konfigurasi pembangkit listrik tenaga hybrid.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Dg and P. Penyulang, "Bambang Prio Hartono, Eko Nurcahyo, Lauhil Mahfudz Hayusman 1," vol. 12, no. 2, pp. 72–85.
- [2] I. Pendah, "Hubungan pada transformator tiga fasa."
- [3] H. Prayogo, H. Gusmedi, Y. Raharjo, and A. L. Belakang, "Prototype Proteksi Arus Lebih Menggunakan Current Transformer Berbasis Mikrokontroler Atmega32," vol. 8, no. 3, 2014.
- [4] P. Studi, T. Elektro, K. Teknik, E. Listrik, S. Tinggi, and T. Harapan, "Perancangan sistem monitoring arus beban tanpa kabel melalui smartphone berbasis atmega 8 prihatin adi sentosa."
- [5] Sidik Nurcahyo. 2012, *Mikrokontroler AVR Atmel*, Penerbit. Andi Yogyakarta
- [6] Ardianto, Heri. Juli 2008. *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATMEGA8 Menggunakan bahasa C (Code Vision AVR)*. Bandung
- [7] Sasongko HariBagus.(2012).*Pemrograman Mikrokontroler dengan Bahasa C*.Yogyakarta :Penerbit ANDI
- [8] Syahban Rangkuti, *Mikrokontroler Atmel AVR, Simulasi dan Praktik Menggunakan ISIS Proteus dan CodeVisionAVR* , Penerbit Informatika Bandung, Bandung, 2011.
- [9] Kartika Sari, *Implementasi Sistem Pakan Ikan Menggunakan Buzzer dan Aplikasi Antarmuka Berbasis Mikrokontroler*, Jurnal Coding Sistem Komputer Untan, Pontianak, 2015.
- [10] SyamRafiuddin,Phd. ''*Dasar-DasarTeknikSensor*'' .FakultasTeknik Universitas Hasanuddin.
- [11] Kadir A (2012).'' *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrograman Menggunakan Arduino*'' .Andi, Yogyakarta.
- [12] Dickson, cho. (2013). *Pengertian Relay dan Fungsinya*. Retrieved from <http://teknikelektronika.com/>
- [13] Ariawan ,Putu Rusdi. 2010. *Transformator*. Tugas Akhir Teknik Elektro Universitas Udayana. Tidak diterbitkan.
- [14] Lumbanraja, Hotnes. 2008. *Pengaruh Beban Tidak Seimbang Terhadap Efisiensi Transformator 3 Fasa Hubungan Open-Delta*.
- [15] Theodore Wildi, *Electrical Machines, Drives and Power Systems*3rd, Prentice Hall Inc, New Jersey,1997.

## LAMPIRAN

/\*\*\*\*\*\*  
/\*\*\*\*\*

This program was created by the CodeWizardAVR V3.27

Automatic Program Generator

© Copyright 1998-2016 Pavel Haiduc, HP InfoTech s.r.l.

<http://www.hpinfotech.com>

Project : Thermal Protections

Version :

Date : 21/06/2018

Author :

Company :

Comments:

Chip type : ATmega8

Program type : Application

AVR Core Clock frequency: 4,000000 MHz

Memory model : Small

External RAM size : 0

Data Stack size : 256

\*\*\*\*\*/

```
#include <io.h>
```

```
#include <delay.h>
```

```
#include <i2c.h>
```

```
#include <alcd.h>
```

```
#include <stdio.h>
```

```
#include <math.h>
```

```
unsigned int V,I,T,Setpoint,Suhu,k;
```

```
char buf[30];
```

```
// Voltage Reference: AREF pin
```

```
#define ADC_VREF_TYPE ((0<<REFS1) | (0<<REFS0) | (0<<ADLAR))
```

```

// Read the AD conversion result

unsigned int read_adc(unsigned char adc_input)

{

ADMUX=adc_input | ADC_VREF_TYPE;

// Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage

delay_us(10);

// Start the AD conversion

ADCSRA|=(1<<ADSC);

// Wait for the AD conversion to complete

while ((ADCSRA & (1<<ADIF))==0);

ADCSRA|=(1<<ADIF);

return ADCW;

}

void Display_ARUS(void)

{

    if (I < 100){

        lcd_gotoxy(0,1);lcd_putsf("I : 0. A");
    }
}

```

```
lcd_gotoxy(7,1);

lcd_putchar(I/10 % 10 + 0x30);

lcd_putchar(I % 10 + 0x30);

    }
```

```
if (I >= 100){

    lcd_gotoxy(0,1);lcd_putsf("I :   A");

    lcd_gotoxy(5,1);

    lcd_putchar(I/100 % 10 + 0x30);

    lcd_putchar('.');

    lcd_putchar(I/10 % 10 + 0x30);

    lcd_putchar(I % 10 + 0x30);

        }

}
```

```
void main(void)
```

```
{
```

```
DDRB=(0<<DDB7) | (0<<DDB6) | (0<<DDB5) | (0<<DDB4) | (0<<DDB3) |
(0<<DDB2) | (1<<DDB1) | (1<<DDB0);
```

```
PORTB=(0<<PORTB7) | (0<<PORTB6) | (0<<PORTB5) | (0<<PORTB4) |  
(0<<PORTB3) | (0<<PORTB2) | (0<<PORTB1) | (0<<PORTB0);
```

```
DDRC=(0<<DDC6) | (0<<DDC5) | (0<<DDC4) | (0<<DDC3) | (0<<DDC2) |  
(0<<DDC1) | (0<<DDC0);
```

```
PORTC=(0<<PORTC6) | (0<<PORTC5) | (0<<PORTC4) | (0<<PORTC3) |  
(0<<PORTC2) | (0<<PORTC1) | (0<<PORTC0);
```

```
DDRD=(0<<DDD7) | (0<<DDD6) | (0<<DDD5) | (0<<DDD4) | (0<<DDD3) |  
(0<<DDD2) | (0<<DDD1) | (0<<DDD0);
```

```
PORTD=(0<<PORTD7) | (0<<PORTD6) | (0<<PORTD5) | (0<<PORTD4) |  
(0<<PORTD3) | (0<<PORTD2) | (0<<PORTD1) | (0<<PORTD0);
```

```
ADMUX=ADC_VREF_TYPE;
```

```
ADCSRA=(1<<ADEN) | (0<<ADSC) | (0<<ADFR) | (0<<ADIF) | (0<<ADIE) |  
(0<<ADPS2) | (1<<ADPS1) | (0<<ADPS0);
```

```
SFIOR=(0<<ACME);
```

```
lcd_init(16);
```

```
lcd_gotoxy(0,0);
```

```
lcd_putsf(" RANCANG BANGUN");
```

```
lcd_gotoxy(0,1);
```

```
lcd_putsf("  SISTEM");
```

```
delay_ms(2000);
```

```
lcd_clear();
```

```
lcd_putsf("THERMAL PROTEKSI");
```

```
lcd_gotoxy(0,1);
```

```
lcd_putsf(" dan BEBAN LEBIH");
```

```
delay_ms(2000);
```

```
lcd_clear();
```

```
T = 5;
```

```
PORTB.0 = 1;
```

```
Setpoint = 50;
```

```
while (1)
```

```
{
```

```
    Suhu = read_adc(3)/2;
```

```
I = read_adc(4);
```

```
V = read_adc(5);
```

```
if (I < 50) {k =241;}
```

```
if (I >= 50) {if (I < 90){k = 507;}}
```

```
if (I >= 90) {if (I < 150){k = 612;}}
```

```
if (I >= 150){if (I < 250){k = 665;}}
```

```
if (I >= 250){if (I < 330){k = 700;}}
```

```
if (I >= 330){if (I < 480){k = 750;}}
```

```
if (I >= 480) {if (I < 560){k = 800;}}
```

```
if (I >= 560) {if (I < 660){k = 850;}}
```

```
if (I >=660){if (I < 800){k = 850;}}
```

```
if (I >= 800) {k = 850;}
```

```
if (I <= 250){ I = ((I * 300)/k)*2;} else { I = ((I * 60)/k)*10;}
```

```
lcd_clear();
```

```
Display_ARUS();
```

```
sprintf(buf, "T:%i", Suhu);
```

```
lcd_gotoxy(12,1);
```

```
lcd_puts(buf);
```

```
delay_ms(900);
```

```
if ( Suhu > 55 ) {T--;PORTB.1 = 1;delay_ms(100);PORTB.1 = 0;}
```

```
if ( I >= Setpoint ) {T--;PORTB.1 = 1;delay_ms(100);PORTB.1 = 0;}
```

```
if (( I < Setpoint ) && ( Suhu < 45 )) {T = 5;}
```

```
if (T == 0)
```

```
{PORTB.0 = 0;
```

```
while(1)
```

```
{
```

```
lcd_gotoxy(0,0);
```

```
lcd_putsf(" Terdeteksi ");
```

```
lcd_gotoxy(0,1);
```

```
PORTB.1 = 1;
```

```
lcd_putsf(" OVER LOAD");
```

```
delay_ms(500);
```

```
PORTB.1 = 0;
```

```
lcd_clear();
```

```
delay_ms(500);
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```