



**ALAT UJI MONITORING TESTER MCB 1 FASA BERBASIS  
MIKROKONTROLER AVR ATMEGA8535**

**SKRIPSI**

Oleh  
**Wawan Hadiano**  
**091910201051**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**



**ALAT UJI MONITORING TESTER MCB 1 FASA BERBASIS  
MIKROKONTROLER AVR ATMEGA8535**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat – syarat  
untuk menyelesaikan program studi teknik elektro (s1)  
dan mencapai gelar sarjana teknik

Oleh  
**Wawan Hadiano**  
**091910201051**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**

## PERSEMBAHAN

Puji syukur terpanjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa dalam pengerjaan skripsi ini banyak sekali semangat yang didapatkan dari banyak pihak. Untuk itu persembahan ini penulis berikan kepada :

1. Bapak Yusuf Hidayat dan Ibu S. Dinawati, yang selalu mendoakan, mengarahkan serta memberikan dukungan penuh dengan segala perhatiannya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas skripsi ini dengan lancar.
2. Adikku tercinta Madhani Amin Maulana yang telah memberikan semangat.
3. Kepada teman skripsiku M Imam jazuli, Agung Teguh Pribadi, dan Arwani yang telah membantu kelancaran dalam segala kegiatan seminar skripsi.
4. Penghuni Lab KEL khususnya Mas Sugik dan Asisten Lab yang turut serta memberikan support dan bantuan lancarnya tugas skripsi ini.
5. Dolor-dolorku EE 2009 yang telah memberikan dukungan dan doanya.
6. Sahabat-sahabatku Anang May Rofiq, Dhimas Arie yang telah memberikan semangat, pencerahan dan perhatian dalam perjuangan saya semasa kuliah.
7. Almamater tercinta Fakultas Teknik Universitas Jember.

**MOTTO**

Tanamkan sifat pedulimu semuda mungkin, kelak kau akan tau betapa  
berharganya sifat kepedulian di dunia kerja

*(Mas Sugik)*

Belajar adalah sikap berani menantang segala ketidakmungkinan bahwa ilmu yang  
tak dikuasai akan menjelma di dalam diri manusia menjadi sebuah ketakutan,  
belajar dengan keras hanya bisa dilakukan oleh seseorang yang bukan penakut.

*( Anwar Fuadi )*

Lakukan yang terbaik, kemudian berdoalah. Tuhan yang akan mengurus sisanya

*(Wawan Hadiano)*

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Wawan Hadianto

NIM : 091910201051

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul "Alat Uji Monitoring Tester MCB 1 Fasa Berbasis Mikrokontroler AVR Atmega8535" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan subtransi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 28 Juni 2016

Yang menyatakan

Wawan Hadianto  
NIM 091910201051

**SKRIPSI**

**ALAT UJI MONITORING TESTER MCB 1 FASA BERBASIS  
MIKROKONTROLER AVR ATMEGA8535**

oleh :  
Wawan Hadiano  
NIM 091910201051

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Suprihadi Prasetyono, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Triwahju Hardianto., S.T., M.T.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul " Alat Uji Monitoring Tester MCB 1 Fasa Berbasis Mikrokontroler AVR Atmega8535 " telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 28 Juni 2016

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji,

Ketua

Sekretaris

Suprihadi Prasetyono, S.T., M.T.  
NIP 19700404 199601 1 001

Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.  
NIP 19700826 199702 1 001

Anggota 1

Anggota 2

Ir. Widyono Hadi, MT.  
NIP 19610414 198902 1 001

Dedy Kurnia Setiawan, ST., MT.  
NIP 19800610 200501 1 003

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM.  
NIP 19661215 199503 2 001

*Alat Uji Monitoring Tester MCB 1 Fasa Berbasis Mikrokontroler AVR  
Atmega8535*

**Wawan Hadianto**

*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember*

**ABSTRAK**

MCB adalah komponen dalam instalasi listrik rumah yang sangat penting. Komponen ini berfungsi sebagai sistem proteksi dalam instalasi listrik bila terjadi beban lebih (*overload*) dan hubung singkat (*short circuit*). Berbagai macam produk MCB yang beredar dipasaran mempunyai berbagai jenis daya, ukuran, tegangan maupun harga yang bervariasi namun belum ada jaminan untuk keselamatan pada setiap produk. Sehingga perlu dilakukan penelitian tentang karakteristik produk MCB yang dapat memberikan keselamatan dan rasa aman bagi pengguna melalui penelitian sehingga kerja MCB sebagai komponen pengaman dapat terpenuhi sesuai dengan standart SPLN. Pembuatan tugas akhir ini bertujuan untuk memonitoring kerja MCB (*Miniature Circuit Breaker*) sebagai pengaman instalasi rumah tinggal dan industri. Hal tersebut dilakukan agar MCB bekerja secara maksimal dan sesuai dengan standart PLN saat terjadi beban lebih (*Overload*) sehingga dapat menghindari bahaya kebakaran. Dengan memanfaatkan sensor arus dan sensor tegangan untuk mengetahui nilai dari tegangan dan arus saat terjadi beban lebih (*overload*). Dengan menggunakan mikrokontroler atmega8535 sebagai pengendali sensor arus dan sensor tegangan untuk menampilkan LCD data arus dan tegangan serta timer saat terjadi beban lebih (*overload*).

**Kata Kunci** : *MCB, Mikrokontroler ATmega8535, Sensor Arus dan Sensor Tegangan*

*Monitoring Single Phase MCB Equipment Tester Based Microcontroller AVR  
Atmega8535*

**Wawan Hadiano**

*Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, University of  
Jember*

**ABSTRACT**

*MCB is a significant component in home electrical installations. This component serves as a protection system in the electrical installations in case of overload and short-circuits. Numerous MCB products on the market have different kinds of power, size, voltage and prices. However, there is no guarantee for the safety on each product. Hence, the research of the characteristic of MCB product is needed to give safety and security for users. Furthermore, the work of MCB as a safety component can be fulfilled in accordance with PLN standards. The purpose of making this thesis is making a tool for monitoring the work of MCB (Miniature Circuit Breaker) as a security for residential and industrial installations. This is done so that MCB works optimally in accordance with PLN standards in case of overload to avoid a fire hazard. By using a current and voltage sensor, the value of voltage and current during the overload can be known. In addition, by using a microcontroller ATmega8535 as the controller of the current and voltage sensor, LCD of the current and voltage data as well as the timer during the overload can be displayed.*

*Keywords: MCB, Current and Voltage Sensor, Microcontroller ATmega8535*

## RINGKASAN

**Alat Uji Monitoring Tester MCB 1 Fasa Berbasis Mikrokontroler AVR Atmega8535**; Wawan Hadiano 091910201051; 2016; 54 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Pada zaman modern seperti saat ini semua kegiatan manusia sangat erat hubungannya dengan energi listrik. Begitu pula dengan kondisi masyarakat yang kebanyakan sudah menggunakan teknologi. Dimana teknologi tersebut menggunakan energi listrik baik sebagai sumber dari penerangan seperti pada sebuah rumah tinggal, kantor, sekolah dan lainnya. Selain itu energi listrik juga dimanfaatkan sebagai sumber dari pegerak elektronik ataupun elektromekanik seperti pada kipas angin, *blower*, mesin-mesin listrik, dan lain sebagainya.

MCB merupakan sistem proteksi yang mengamankan manusia terhadap bahaya yang ditimbulkan oleh listrik. Saat ini di pasaran atau di toko-toko menawarkan MCB dengan berbagai merek. Sehingga MCB sangat mudah didapatkan dipasaran. dengan harga yang bervariasi. Dalam pemilihan proteksi kebanyakan masyarakat lebih memilih untuk membeli MCB yang murah dan terjangkau dengan harapan mendapatkan kualitas yang sama dengan MCB yang sesuai standart PLN.

Pada penelitian ini membahas mengenai perancangan alat untuk memonitoring MCB yang sering digunakan pada rumah tinggal. Dengan adanya penelitian ini diharapkan pengaman pada suatu instalasi rumah tinggal ataupun pada industri untuk menghindarkan dari bahaya yang tidak diinginkan. Sehingga dalam proses penelitian menggunakan berbagai macam jenis MCB berbeda-beda. Pengujian dari berbagai merk dengan bantuan alat tester yang berfungsi untuk memonitoring MCB saat terjadi gangguan yaitu mengalami beban lebih (overload).

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Optimalisasi Nilai Daya dan Energi Listrik Pada Panel Surya Polikristal dengan Teknologi *Scanning Reflektor Cermin Datar*". Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

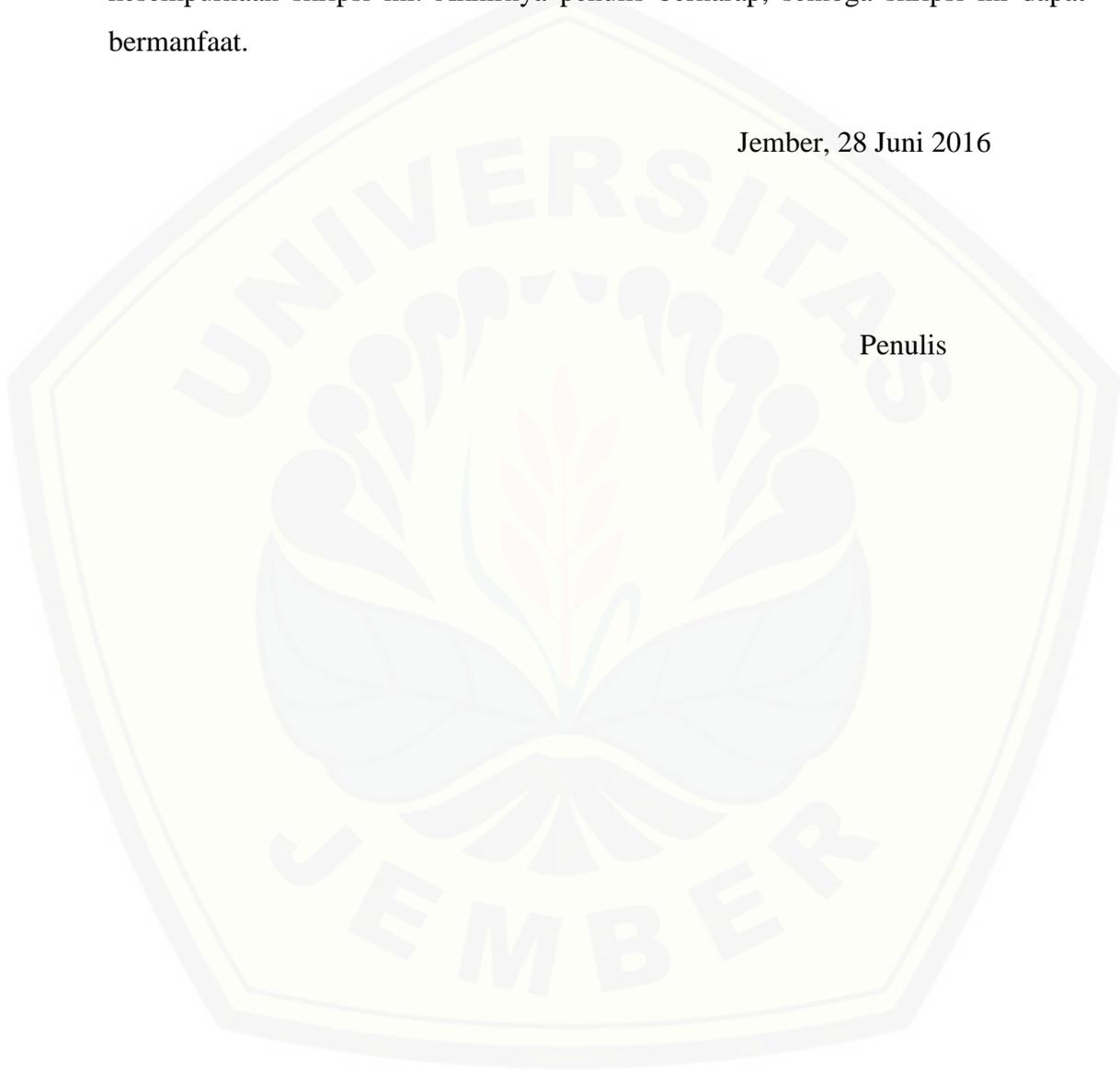
1. Sprihadi Prasetyono, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Ir. Widyono Hadi, M.T. selaku Dosen Penguji I, Dedy Kurnia Setiawan, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan kritik dan saran yang sangat membangun demi penyempurnaan skripsi ini;
3. Samsul Bachri Masmachofari S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
4. Moh. Agung Prawira Negara, ST., MT. selaku Komisi Bimbingan S1 yang telah membantu skripsi secara administratif;
5. Ayahanda Yusuf Hidayat dan ibunda S Dinawati yang telah memberikan dukungan moril dan materiil serta kasih sayang yang tak terhingga;
6. Adikku tersayang Madhani Amin Maulana yang telah memberikan motivasi dan semangat;
7. Keluarga Labolatorium Dasar Konversi Energi Listrik (KEL) Mas Sugik, Arwani, Agung Teguh Pribadi dan M Imam jazuli yang turut serta berperan dalam penulisan skripsi dan selalu menjadi teman berbagi cerita senang dan sedih;
8. Adik-adik angkatan hery, alfin, saiful, dan rossy yang turut serta berperan dalam penulisan skripsi;

9. Dolor-dolor seperjuangan Teknik Elektro 2009 yang telah memberikan motivasi dan semangat dalam perjuangan di bangku kuliah;
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 28 Juni 2016

Penulis



**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>RINGKASAN</b> .....	ix
<b>PRAKATA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	2
<b>1.4 Tujuan</b> .....	2
<b>1.5 Manfaat</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
<b>2.1 Sistem Proteksi</b> .....	4
<b>2.2 MCB (Miniature Circuit Breaker)</b> .....	7
2.2.1 Kode dan Simbol MCB .....	10
2.2.2 SPLN 108: 1993 .....	12
2.2.3 Bentuk Fisik dan Bagian MCB.....	13
<b>2.3 LCD 16x2</b> .....	14

<b>2.4 Mikrokontroler AVR Atmega8535 .....</b>	15
<b>2.5 Sensor .....</b>	18
2.5.1 Sensor Arus .....	18
2.5.2 Sensor Tegangan .....	18
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN .....</b>	20
<b>3.1 Tempat dan Waktu .....</b>	20
<b>3.2 Alat dan Bahan.....</b>	20
3.2.1 Alat. ....	20
3.2.2 Bahan.....	20
<b>3.3 Perancangan Alat.....</b>	21
3.3.1 Flow Chart Penelitian.....	21
3.3.2 Flow Chart Mikrokontroler .....	22
3.3.3 Blok Diagram Alat .....	23
3.3.4 Rangkaian Alat Tester MCB .....	25
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	26
<b>4.1 Proses Konversi Arus dan Tegangan ADC .....</b>	26
4.1.1 Konversi dari tegangan ADC ke tegangan AC .....	26
4.1.2 Konversi Alat Tester dengan Power Analyzer .....	26
<b>4.2 Pengambilan Data Alat Monitoring Tester MCB.....</b>	29
<b>4.3 Kalibrasi Pengujian Alat PA dengan Alat Tester MCB</b>	31
<b>4.4 Pengujian Kelayakan MCB .....</b>	34
4.4.1 MCB PLN.....	34
4.4.2 MCB Sneider .....	36
4.4.3 MCB Pasaran .....	39
<b>BAB 5. PENUTUP.....</b>	45
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	45
<b>5.2 Saran .....</b>	46
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	47
<b>LAMPIRAN .....</b>	48

**DAFTAR TABEL**

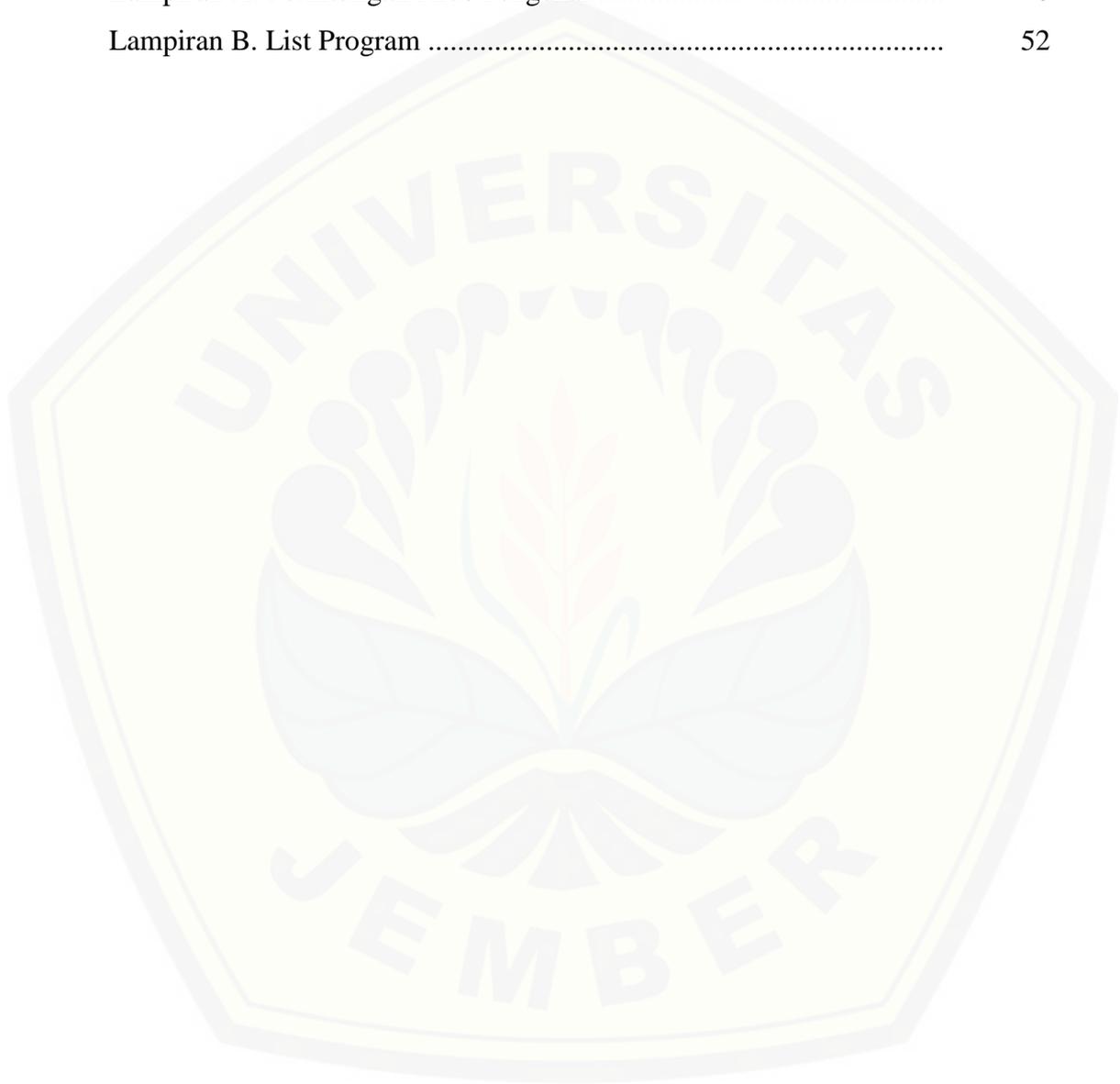
	Halaman
2.1 Konfigurasi pin LCD 16x2 .....	14
4.1 Konversi Alat Tester dengan Power Analyzer.....	28
4.2 Pengujian Akurasi Nilai ADC.....	31
4.3 Data Sebelum Kalibrasi Arus Tester.....	32
4.4 Data Kalibrasi Tahap Awal.....	32
4.5 Data Kalibrasi Tahap Akhir. ....	33
4.6 Hasil Pengujian Data MCB 2 Ampere merk sneider jenis CL .....	34
4.7 Hasil Pengujian Data MCB 2 Ampere merk Masaki Jenis C .....	36
4.8 Hasil Pengujian Data MCB 2 Ampere merk Newpallas Jenis C .....	39
4.9 Hasil Pengujian data MCB 2 Ampere merk Masaki Jenis C .....	42

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Simbol MCB dan Toggle Switch .....	8
2.2 Kode dan Simbol.....	10
2.3 Bentuk Fisik dan Bagian MCB .....	12
2.4 Bentuk Fisik LCD 16x2 .....	13
2.5 Konfigurasi pin Atmega .....	17
2.6 Rangkaian Sensor Arus .....	18
3.1 Flow Chart Penelitian .....	21
3.2 Flow Chart Mikrokontroler .....	22
3.3 Blok Diagram Cara Kerja Alat.....	23
3.4 Rangkaian Alat Tester MCB .....	24
4.1 Rumus Konversi Tegangan ADC ke Tegangan AC .....	28
4.2 Pengambilan Data MCB 2 Ampere.....	30
4.3 Plot Rumus Perbaikan Error.....	33
4.4 Grafik MCB 2 Ampere Sneider jenis CL.....	35
4.5 Grafik MCB 2 Ampere Sneider jenis C .....	37
4.6 Grafik MCB 2 Ampere Newpallas jenis C .....	40
4.7 Grafik MCB 2 Ampere Masaki jenis C.....	42

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
Lampiran A. Perhitungan Arus Pengenal.....	48
Lampiran B. List Program .....	52



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Pada zaman modern seperti saat ini semua kegiatan manusia sangat erat hubungannya dengan energi listrik. Begitu pula dengan kondisi masyarakat yang kebanyakan sudah menggunakan teknologi. Teknologi tersebut menggunakan energi listrik baik sebagai sumber dari penerangan seperti pada sebuah rumah tinggal, kantor, sekolah dan lainnya. Selain itu energi listrik juga dimanfaatkan sebagai sumber dari peggerak elektronik ataupun elektromekanik seperti pada kipas angin, *blower*, mesin-mesin listrik, dan lain sebagainya.

MCB merupakan sistem proteksi yang mengamankan manusia terhadap bahaya yang ditimbulkan oleh listrik. Saat ini di pasaran atau di toko-toko menawarkan MCB dengan berbagai merek. Sehingga MCB sangat mudah didapatkan dipasaran. dengan harga yang bervariasi. Dalam pemilihan proteksi kebanyakan masyarakat lebih memilih untuk membeli MCB yang murah dan terjangkau tanpa memperhitungkan konsekuensi yang terjadi. Sehingga perlu dibuat penelitian karakteristik MCB yang dapat memberikan keselamatan dan rasa aman bagi pengguna melalui penelitian sehingga kerja MCB sebagai komponen pengaman dapat terpenuhi sesuai dengan standart SPLN (SPLN 1993).

Dalam penelitian ini dilakukan perancangan alat untuk memonitoring MCB yang sering digunakan pada rumah tinggal. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui apakah MCB bekerja secara maksimal dan sesuai dengan Standar PLN saat terjadi beban lebih (*overload*) sehingga dapat menghindari bahaya kebakaran. Dengan memanfaatkan sensor arus dan sensor tegangan untuk mengetahui nilai dari tegangan

dan arus saat terjadi beban lebih (*overload*). Dengan menggunakan mikrokontroler AVR atmega8535 dapat ditampilkan nilai arus, tegangan dan waktu trip pada LCD saat terjadi beban lebih (*overload*).

## 1.2 RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah pada penelitian ini antara lain

1. Bagaimana membuat rangkaian mikrokontroler AVR Atmega 8535, sensor arus dan sensor tegangan untuk memonitoring kerja MCB
2. Bagaimana mengkalibrasi alat tester dengan parameter hasil ukur alat power analyzer
3. Bagaimana hasil perbandingan pengujian pada alat tester MCB dengan standart PLN

## 1.3 BATASAN MASALAH

Untuk memperjelas pembahasan penelitian ini, batasan masalah yang diberikan meliputi

1. MCB yang digunakan adalah MCB dengan arus nominal 2 *Ampere*.
2. Menggunakan 4 macam MCB dengan merek yang berbeda.
3. Data yang didapatkan tidak tersimpan pada mikrokontroler (tidak *real time*).

## 1.4 TUJUAN

Tujuan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut

1. Membuat alat untuk memonitoring kerja dari MCB (*Miniature Circuit Breaker*) 2 *Ampere* sebagai pengaman instalasi rumah tinggal.
2. Mengetahui kalibrasi alat tester dengan parameter alat power analyzer.
3. Mengetahui kelayakan MCB yang digunakan oleh PLN menurut jenis merek MCB yang ada dipasaran berdasarkan hasil pengujian dengan alat tester dan alat power analyzer.

### **1.5 MANFAAT**

Penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu pengembangan mengenai masalah pengaman pada suatu instalasi rumah tinggal ataupun pada industri untuk menghindarkan dari bahaya yang tidak diinginkan.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sistem Proteksi

Keandalan dan kemampuan suatu sistem tenaga listrik dalam melayani konsumen sangat tergantung pada sistem proteksi yang digunakan. Oleh sebab itu dalam perencanaan suatu sistem tenaga listrik perlu dipertimbangkan kondisi-kondisi gangguan yang mungkin terjadi pada sistem melalui analisa gangguan, seperti spesifikasi switchgear, rating *circuit breaker* (CB) serta penetapan besaran-besaran yang menentukan bekerjanya suatu relay (*setting relay*) untuk keperluan proteksi.

Proteksi sistem tenaga listrik adalah sistem proteksi yang dipasang pada peralatan-peralatan listrik suatu sistem tenaga listrik, misalnya generator, transformator, jaringan dan lain-lain, terhadap kondisi abnormal operasi sistem itu sendiri. Kondisi abnormal itu dapat berupa antara lain : hubung singkat, tegangan lebih, beban lebih, frekuensi sistem rendah, asinkro dan lain-lain. Sistem proteksi mempunyai manfaat sebagai berikut :

1. Menghindari ataupun untuk mengurangi kerusakan peralatan-peralatan akibat gangguan (kondisi abnormal operasi sistem). Semakin cepat reaksi perangkat proteksi yang digunakan maka akan semakin cepat melokalisir luas daerah yang mengalami gangguan, menjadi sekecil mungkin
2. Dapat memberikan pelayanan listrik dengan keandalan yang tinggi kepada konsumen dan juga mutu listrik yang baik
3. Mengamankan manusia terhadap bahaya yang ditimbulkan oleh listrik
4. Sedikit pengaruh gangguan kepada kemungkinan kerusakan alat

Pengetahuan mengenai arus-arus yang timbul dari berbagai tipe gangguan pada suatu lokasi merupakan hal yang sangat esensial bagi pengoperasian sistem

proteksi secara efektif. Jika terjadi gangguan pada sistem, para operator yang merasakan adanya gangguan tersebut diharapkan segera dapat mengoperasikan circuit-circuit breaker yang tepat untuk mengeluarkan sistem yang terganggu atau memisahkan pembangkit dari jaringan yang terganggu. Sangat sulit bagi seorang operator untuk mengawasi gangguan-gangguan yang mungkin terjadi dan menentukan CB mana yang dioperasikan untuk mengisolir gangguan tersebut secara manual.

Proteksi harus sanggup menghentikan arus gangguan sebelum arus tersebut naik mencapai harga yang berbahaya. Proteksi dapat dilakukan dengan sekering atau circuit breaker. Proteksi juga harus sanggup menghilangkan gangguan tanpa merusak peralatan proteksi itu sendiri. Untuk ini pemilihan peralatan proteksi harus sesuai dengan kapasitas arus hubung singkat “*breaking capacity*” atau *Repturing Capacity*. Disamping itu, sistem proteksi yang diperlukan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Sekering atau circuit breaker harus sanggup dilalui arus nominal secara terus menerus tanpa pemanasan yang berlebihan (*overheating*).
2. Overload yang kecil pada selang waktu yang pendek seharusnya tidak menyebabkan peralatan bekerja.
3. Sistem proteksi harus bekerja walaupun pada overload yang kecil tetapi cukup lama, sehingga dapat menyebabkan *overheating* pada rangkaian penghantar.
4. Sistem proteksi harus membuka rangkaian sebelum kerusakan yang disebabkan oleh arus gangguan yang dapat terjadi.
5. Proteksi harus dapat melakukan “pemisahan” (*discriminative*) hanya pada rangkaian yang terganggu yang dipisahkan dari rangkaian yang lain yang tetap beroperasi.

Ada beberapa persyaratan yang sangat perlu diperhatikan dalam suatu perencanaan sistem proteksi yang efektif, yaitu :

### 1. Selektivitas dan Diskriminasi

Efektivitas suatu sistem proteksi dapat dilihat dari kesanggupan sistem dalam mengisolir bagian yang mengalami gangguan saja.

### 2. Stabilitas

Sifat yang tetap inoperative apabila gangguan-gangguan terjadi diluar zona yang melindungi (gangguan luar).

### 3. Kecepatan operasi

Sifat ini lebih jelas, semakin lama arus gangguan terus mengalir, semakin besar kemungkinan kerusakan pada peralatan. Hal yang paling penting adalah perlunya membuka bagian-bagian yang terganggu sebelum generator-generator yang dihubungkan sinkron kehilangan sinkronisasi dengan sistem. Waktu pembebasan gangguan yang tipikal dalam sistem-sistem tegangan tinggi adalah 140 ms. Dimana dimasa mendatang waktu ini hendak dipersingkat menjadi 80 ms sehingga memerlukan relay dengan kecepatan yang sangat tinggi (*very high speed realying*).

### 4. Sensitivitas (kepekaan)

Yaitu besarnya arus gangguan agar alat bekerja. Harga ini dapat dinyatakan dengan besarnya arus dalam jaringan aktual (arus primer) atau sebagai prosentase dari arus sekunder (trafo arus).

### 5. Pertimbangan

Dalam sistem distribusi aspek ekonomis hampir mengatasi aspek teknis, oleh karena jumlah feeder, trafo dan sebagainya yang begitu banyak, asal saja persyaratan keamanan yang pokok dipenuhi. Dalam suatu sistem transmisi justru aspek teknis yang penting. Proteksi relatif mahal, namun demikian pula sistem atau peralatan yang dilindungi dan jaminan terhadap kelangsungan peratalan sistem adalah vital. Biasanya digunakan dua sistem proteksi yang terpisah, yaitu proteksi primer atau proteksi utama dan proteksi pendukung (*back up*).

### 6. Realiabilitas (keandalan)

Sifat ini jelas, penyebab utama dari “outage” rangkaian adalah tidak bekerjanya proteksi sebagaimana mestinya (*mal operation*).

#### 7. Proteksi pendukung

Proteksi pendukung (*back up*) merupakan susunan yang sepenuhnya terpisah dan yang bekerja untuk mengeluarkan bagian yang terganggu apabila proteksi utama tidak bekerja. Sistem pendukung ini sedapat mungkin indenpenden seperti halnya proteksi utama, memiliki trafo-trafo dan relay-relay tersendiri. Seringkali hanya tripping CB dan trafo-trafo tegangan yang dimiliki bersama oleh keduanya. Tiap-tiap sistem proteksi utama melindungi suatu area atau zona sisteam daya tertentu. Ada kemungkinan suatudaerah kecil diantara zona-zona yang berdekatan misalnya antaa trafo-trafo arus dan circuit breaker tidak dilindungi. Dalam keadaan seperti ini sistem back up (dinamakan remote back up) akan memberikan perlindungan karena berlapis dengan zona-zona utama.

Pada sistem distribusi aplikasi *back up* digunakan tidak seluas dalam sistem transmisi, cukup jika hanya mencakup titik-titik strategis saja. Remote back up akan bereaksi lambat dan biasanya memutus lebih banyak dari yang diperlukan untuk mengeluarkan bagian yang terganggu.

Komponen-komponen sistem proteksi terdiri dari :

1. MCB (*Miniature Circuit Breaker*)
2. CB (Sakelar Pemutus, PMT)
3. Relay
4. Trafo arus (*Current Transformer, CT*)
5. Trafo Tegangan (*Potential Transformer, PT*)
6. Kabel control
7. Catu daya, Supplay (batere)

#### 2.2 MCB (*Mini Circuit Breaker*)

MCB (*Miniature Circuit Breaker*) adalah komponen dalam instalasi listrik rumah yang mempunyai peran sangat penting. Komponen ini berfungsi sebagai

sistem proteksi dalam instalasi listrik bila terjadi beban lebih dan hubung singkat arus listrik (*short circuit* atau *korsleting*). Kegagalan fungsi dari MCB ini berpotensi menimbulkan hal-hal yang tidak diinginkan seperti timbulnya percikan api karena hubung singkat yang akhirnya bisa menimbulkan kebakaran.

Pada instalasi listrik rumah, MCB terpasang di KWh meter listrik PLN dan juga di MCB *Box*. Tentunya karena setiap terjadi listrik di rumah “anjlok” disebabkan kelebihan pemakaian daya listrik atau *konsleting*, maka yang pasti dicari untuk menyalakan listrik PLN adalah MCB yang ada di kWh meter atau MCB *Box*.



Gambar 2.1 Simbol MCB dan *Toggle Switch* (kermalai.blogspot.com)

Bila kita perhatikan secara lebih detail, pada bagian depan MCB akan ada gambar simbol seperti gambar diatas ini. Simbol tersebut merupakan simbol yang umum dipakai dalam gambar listrik sebagai legenda yang menjelaskan fungsi dari peralatan listrik tersebut. Sedangkan angka 1 dan 2 menunjukkan nomor terminal pada MCB sebagai tempat koneksi kabel listrik. Pada angka 1 atau bagian atas umumnya disambungkan dengan kabel *incoming* dan pada angka 2 atau bagian bawah disambungkan dengan kabel *outgoing*. Dari simbol pada gambar 2.1, terlihat MCB mempunyai tiga macam fungsi yaitu :

## 1. Pemutus Arus

MCB ini mempunyai fungsi sebagai pemutus arus listrik ke arah beban. Dan fasilitas pemutus arus ini bisa dilakukan dengan cara manual ataupun otomatis. Cara manual adalah dengan merubah *toggle switch* yang ada didepan MCB (biasanya berwarna biru atau hitam) dari posisi “ON” ke posisi “OFF” dan bagian mekanis dalam MCB akan memutus arus listrik. Hal ini dilakukan bila kita ingin mematikan sumber listrik di rumah karena adanya keperluan perbaikan instalasi listrik rumah. Istilah yang biasa dipakai adalah *MCB Switch Off*.

Sedangkan MCB akan otomatis “OFF” bila dideteksi terjadi arus lebih, disebabkan karena beban pemakaian listrik yang lebih, atau terjadi gangguan hubung singkat, oleh bagian didalam MCB dan memerintahkan MCB untuk “OFF” agar aliran listrik terputus. Istilah yang biasa dipakai adalah *MCB Trip*.

## 2. Proteksi Beban Lebih (*Overload*)

Fungsi ini akan bekerja bila MCB mendeteksi arus listrik yang melebihi *rating*-nya. Misalnya, suatu MCB mempunyai *rating* arus listrik 6A tetapi arus listrik aktual yang mengalir melalui MCB tersebut ternyata 7A, maka MCB akan *trip* dengan *delay* waktu yang cukup lama sejak MCB ini mendeteksi arus lebih tersebut.

Bagian di dalam MCB yang menjalankan tugas ini adalah sebuah *strip bimetal*. Arus listrik yang melewati *bimetal* ini akan membuat bagian ini menjadi panas dan memuai atau mungkin melengkung. Semakin besar arus listrik maka *bimetal* akan semakin panas dan memuai dimana pada akhirnya akan memerintahkan *switch* mekanis MCB memutus arus listrik dan *toggle switch* akan pindah ke posisi “OFF”. Lamanya waktu pemutusan arus ini tergantung dari besarnya arus listrik. Semakin besar tentu akan semakin cepat. Fungsi *strip bimetal* ini disebut dengan *Thermal Trip*. Saat arus listriknya sudah putus, maka *bimetal* akan mendingin dan kembali normal. MCB bisa kembali mengalirkan arus listrik dengan mengembalikan ke posisi “ON”.

### 3. Proteksi Hubung Singkat (*Short Circuit*)

Fungsi proteksi ini akan bekerja bila terjadi *korsleting* atau hubung singkat arus listrik. Terjadinya *korsleting* akan menimbulkan arus listrik yang sangat besar dan mengalir dalam sistem instalasi listrik rumah.

#### 2.2.1 Kode dan Simbol MCB



Gambar 2.2 Kode dan Simbol MCB ([www.instalasilistrikrumah.com](http://www.instalasilistrikrumah.com))

Gambar diatas adalah contoh MCB umum yang biasa dipakai di instalasi listrik rumah. Ada perbedaan antara MCB milik PLN yang terpasang di kWh meter dengan milik pelanggan yang dijual secara umum. Yang pertama adalah warna *toggle switch* yang berbeda (dalam produk dari produsen MCB yang sama, milik PLN memiliki warna *toggle switch* biru dan yang dijual untuk umum berwarna hitam) dan kedua adalah tulisan “Milik PLN” pada MCB yang dipasang di kWh meter. Walaupun ada juga produsen MCB lainnya yang menggunakan warna *toggle switch* biru untuk produk yang dijual di pasaran.

1. Simbol dengan angka 1 dan 2

Ini adalah simbol dari fungsi MCB sebagai proteksi beban penuh dan hubung singkat (“MCB sebagai Proteksi dan Pembatas Daya Listrik”). Dari gambar tersebut, hal ini juga menjelaskan bahwa MCB ini adalah 1 *pole* (karena hanya ada 1 simbol saja). Bila ada dua simbol berdampingan, maka MCB-nya adalah 2 *poles*. Yang umum dipakai di perumahan adalah tipe MCB 1 *pole*, yaitu hanya kabel *phase* saja yang diproteksi.

2. NC45a

Merupakan MCB *model number* yang ditentukan dari produsen MCB. Lain produsen berarti lain *model number*. Sebagai tambahan informasi, model NC45a ini adalah MCB yang diproduksi untuk keperluan perumahan secara umum.

3. C16

Kode ini menjelaskan *tripping curve* MCB yaitu tipe “C”, dengan proteksi *magnetic trip* sebesar 5-10In (In : arus nominal atau *rating* arus dari MCB) dan angka “16” adalah *rating* arus dari MCB sebesar 16A. *Rating* arus ini adalah kode paling penting dalam MCB dan berguna saat pembelian MCB. Penjelasan selanjutnya mengenai *rating* arus ada di bagian berikutnya.

4. 230/400V

Menjelaskan *rating* tegangan dalam operasi MCB yaitu 230V atau 400V sesuai dengan tegangan listrik PLN 220V.

5. 12002

*Catalog Number* dari produsen MCB yang tujuannya sebagai nomor kode saat pembelian.

6. LMK; SPLN 108; SLI 175 dan IEC 898

Menandakan bahwa MCB ini sudah lolos uji di LMK PLN (LMK : Lembaga Masalah Kelistrikan). Sedangkan tiga kode selanjutnya menyatakan bahwa MCB dibuat dengan mengacu kepada *standard-standard* teknis yang ditetapkan baik nasional maupun internasional.

7. I-ON pada *toggle switch*

Menandakan bahwa MCB pada posisi “ON”. Untuk posisi “OFF” maka simbolnya adalah “O-OFF”. (<http://www.instalasilistrikrumah.com/mcb-sebagai-proteksi-dan-pembatas-daya-listrik-2/>)

2.2.2 SPLN 108: 1993

Tabel 2.1 Karakteristik Arus Waktu

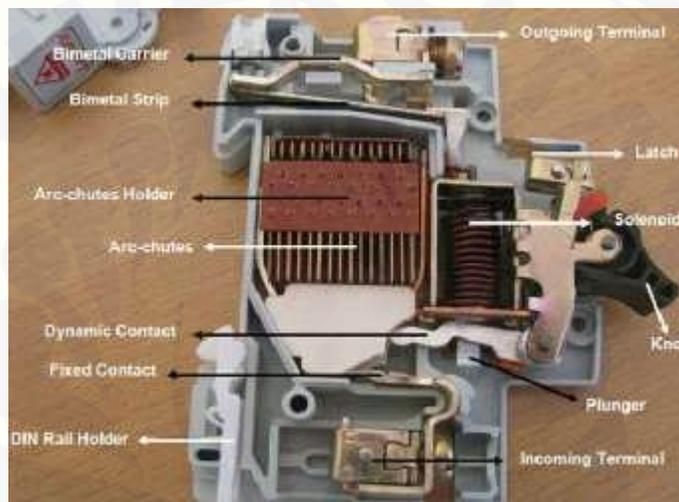
**TABEL VI**  
**KARAKTERISTIK ARUS WAKTU**

Pengujian	Jenis	Arus uji	Kondisi mula	Batas waktu trip atau non trip (t)	Hasil yang diperoleh	Keterangan
a	B,C,D	1,13 I <sub>n</sub>	Dingin *)	t ≥ 1 jam (untuk I <sub>n</sub> < 63 A) t ≥ 2 jam (untuk I <sub>n</sub> > 63 A)	tidak trip	
	CL	1,05 I <sub>n</sub>		t ≥ 1 jam		
b	B,C,D	1,45 I <sub>n</sub>	segera setelah pengujian	t < 1 jam (untuk I <sub>n</sub> < 63 A) t < 2 jam (untuk I <sub>n</sub> > 63 A)	trip	Arus dinaikan secara mantap selama 5 detik
	CL	1,2 I <sub>n</sub>		t < 1 jam		
c	B,C,D	2,55 I <sub>n</sub>	Dingin *)	1 detik < t < 60 detik (I <sub>n</sub> ≤ 32 A) 1 detik < t < 120 detik (I <sub>n</sub> > 32 A)	trip	Arus dinaikan secara mantap selama 5 detik
	CL	1,5 I <sub>n</sub>	Panas *)	t < 120 detik		
d	B C D	3 I <sub>n</sub> 5 I <sub>n</sub> 10 I <sub>n</sub>	Dingin *)	t ≥ 0,1 detik	trip	Arus dialirkan dengan menutup saklar bantu
	CL	4 I <sub>n</sub>		t > 0,2 detik	trip	
e	B C D	5 I <sub>n</sub> 10 I <sub>n</sub> 50 I <sub>n</sub>	Dingin *)	t < 0,1 detik		Arus dialirkan dengan menutup saklar bantu
	CL	6 I <sub>n</sub>		t < 0,2 detik	trip	

\*) Istilah "dingin" maksudnya tipe pembebanan awal, pada suhu kalibrasi acuan  
Istilah "panas" maksudnya adalah pembebanan mula seperti pada pengujian a.

### 2.2.3 Bentuk Fisik dan Bagian MCB

Bagian MCB yang mendeteksi adalah bagian *magnetic trip* yang berupa *solenoid* (bentuknya seperti *coil/lilitan*), dimana besarnya arus listrik yang mengalir akan menimbulkan gaya tarik magnet di *solenoid* yang menarik *switch* pemutus aliran listrik. Sistem kerjanya cepat, karena bertujuan menghindari kerusakan pada peralatan listrik.



Gambar 2.3 Bentuk fisik dan bagian MCB (<http://trikueni-desain-sistem.blogspot.co.id/2014/04/Pengertian-MCB.html>)

MCB (*Miniature Circuit Breaker*) adalah saklar atau perangkat elektromekanis yang berfungsi sebagai pelindung rangkaian instalasi listrik dari arus lebih (*over current*). Terjadinya arus lebih ini, mungkin disebabkan oleh beberapa gejala, seperti: hubung singkat (*short circuit*) dan beban lebih (*overload*). MCB sebenarnya memiliki fungsi yang sama dengan sekering (*fuse*), yaitu akan memutus aliran arus listrik circuit ketika terjadi gangguan arus lebih. Yang membedakan keduanya adalah saat terjadi gangguan, MCB akan trip dan ketika rangkaian sudah

normal, MCB bisa di ON-kan lagi (*reset*) secara manual, sedangkan fuse akan terputus dan tidak bisa digunakan lagi.

Prinsip kerja MCB sangat sederhana, ketika ada arus lebih maka arus lebih tersebut akan menghasilkan panas pada bimetal, saat terkena panas bimetal akan melengkung sehingga memutuskan kontak MCB (*Trip*). Selain bimetal pada MCB biasanya juga terdapat *solenoid* yang akan mengtripkan MCB ketika terjadi hubung singkat (*short circuit*). Namun penting juga untuk di ingat, bahwa MCB juga bisa trip dengan panas (*over heating*) yang diakibatkan karena kesalahan desain / perencanaan instalasi, seperti ukuran kabel yang terlalu kecil untuk digunakan dalam arus yang tinggi, sehingga menghasilkan panas, yang lama-kelamaan akan melekungkan bimetal dan mengtripkan MCB.

### 2.3 LCD 16x2

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. Adapun bentuk fisik LCD grafik 16x2 seperti pada Gambar



Gambar 2.4 Bentuk fisik LCD 16 x 2 (<http://baskarapunya.blogspot.com>)

LCD dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian depan panel LCD yang terdiri dari banyak dot atau titik LCD dan *mikrokontroler* yang menempel pada bagian

belakang panel LCD yang berfungsi untuk mengatur titik – titik LCD sehingga dapat menampilkan huruf, angka, dan simbol khusus yang dapat terbaca.

Tabel 2.2 Konfigurasi *Pin* LCD 16x2

Pin	Simbol	Keterangan
1	Vss	GND
2	Vdd	+3V or +5V
3	Vo	Contras adjustment
4	RS	H/L Select register signal
5	R/W	H/L Read/write signal
6	E	H L Enable signal
7	DB0	H/L Data bus line
8	DB1	H/L Data bus line
9	DB2	H/L Data bus line
10	DB3	H/L Data bus line
11	DB4	H/L Data bus line
12	DB5	H/L Data bus line
13	DB6	H/L Data bus line
14	DB7	H/L Data bus line
15	A/Vee	+4,2V for Negative voltage output
16	K	Power supply for B/L

Secara umum *pin – pin* LCD tersebut dapat diterangkan sebagai berikut.

1. *Pin* 1 dan 2

Merupakan sambungan catu daya, Vss dan Vdd. Pin Vdd dihubungkan dengan tegangan positif catu daya, dan Vss pada 0V atau *ground*. Meskipun data menentukan catu 5 Vdc (hanya pada beberapa mA), menyediakan 6V dan 4.5V yang keduanya bekerja dengan baik, bahkan 3V cukup untuk beberapa modul.

2. *Pin* 3

Pin 3 merupakan *pin* kontrol Vee, yang digunakan untuk mengatur kontras *display*. Idealnya *pin* ini dihubungkan dengan tegangan yang bisa dirubah untuk memungkinkan pengaturan terhadap tingkatan kontras *display* sesuai dengan

kebutuhan, *pin* ini dapat dihubungkan dengan *variable resistor* sebagai pengatur kontras.

3. *Pin 4*

*Pin 4* merupakan *Register Select (RS)*, masukan yang pertama dari tiga *command control input*. Dengan membuat RS menjadi *high*, data karakter dapat ditransfer dari dan menuju modulnya.

4. *Pin 5*

*Read / Write (R/W)*, untuk memfungsikan sebagai perintah *write* maka R/W *low* atau menulis karakter ke modul. R/W *high* untuk membaca data karakter atau informasi status dari *register*-nya.

5. *Pin 6*

*Enable (E)*, *input* ini digunakan untuk *transfer* aktual dari perintah – perintah atau karakter antara modul dengan hubungan data. Ketika menulis ke *display*, data ditransfer hanya pada perpindahan *high* atau *low*. Tetapi ketika membaca dari *display*, data akan menjadi lebih cepat tersedia setelah perpindahan dari *low* ke *high* dan tetap tersedia hingga sinyal *low* lagi.

6. *Pin 7 – 14*

*Pin 7* sampai 14 adalah delapan jalur data – data *bus (D0* sampai D7) dimana data dapat ditransfer ke dan dari *display*.

7. *Pin 16*

*Pin 16* dihubungkan kedalam tegangan 5 *Volt* untuk memberi tegangan dan menghidupkan lampu latar / *Back Light LCD*.

## 2.4 MIKROKONTROLER AVR ATMEGA8535

Atmel AVR adalah jenis mikrokontroler yang paling sering dipakai dalam bidang elektronika dan instrumentasi. Mikrokontroler AVR ini memiliki arsitektur RISC (*reduce instruction set computer*) delapan bit, di mana semua instruksi dikemas

dalam kode 16-bit dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus clock.

Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC 8 bit, di mana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus clock. AVR berteknologi RISC (*reduced instruction set computer*), sedangkan seri MCS51 berteknologi CISC (*complex instruction set computer*). Secara umum, AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu keluarga ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega, dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memory, peripheral, dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka bias dikatakan hampir sama. Dalam hal ini ATMEGA8535 dapat beroperasi pada kecepatan maksimal 16MHZ serta memiliki 6 pilihan mode *sleep* untuk menghemat penggunaan daya listrik.

1. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yang terdiri atas *Port A, B, C dan D*
2. ADC (*Analog to Digital Converter*)
3. Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan
4. CPU yang terdiri atas 32 *register*
5. *Watchdog Timer* dengan *osilator internal*
6. SRAM sebesar 512 *byte*
7. Memori *Flash* sebesar 8kb dengan kemampuan *read while write*
8. Unit Interupsi *Internal dan External*
9. *Port* antarmuka SPI untuk men-*download* program ke *flash*
10. EEPROM sebesar 512 *byte* yang dapat diprogram saat operasi
11. Antarmuka komparator *analog*
12. *Port* USART untuk komunikasi serial.

#### 2.4.1 Konfigurasi Mikrokontroler Atmega8535

Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC 8 bit, sehingga semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam

satu siklus instruksi clock. Dan ini sangat membedakan sekali dengan instruksi MCS-51 (Berarsitektur CISC) yang membutuhkan siklus 12 clock. RISC adalah *reduced instruction set computer* sedangkan CISC adalah *complex instruction set computer*. Mikrokontroler AVR ATmega 8535 mempunyai 40 kaki, 32 kaki digunakan untuk keperluan port paralel. Setiap port terdiri dari 8 pin, sehingga terdapat port yaitu port A (PA0..PA7), port B (PB0..PB7), port C (PC0..PC7), port D (PD0..P7)



Gambar 2.5 Konfigurasi pin *Atmega16* (Datasheet *Atmega8535*)

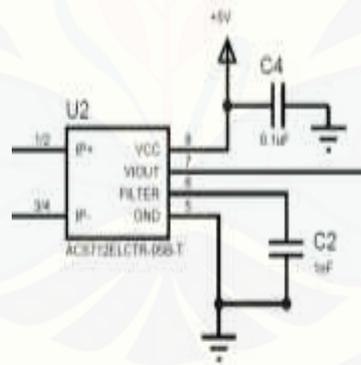
1. VCC merupakan Pin yang berfungsi sebagai pin masukan catudaya.
2. GND merupakan Pin *Ground*.
3. Port A (PA0..PA7) merupakan I/O dan pin ADC
4. Port B (PB0..PB7) merupakan pin I/O dan pin yang mempunyai fungsi khusus yaitu timer/counter, komparator Analog dan SPI.
5. Port C (PC0..PC7) merupakan port I/O dan pin yang mempunyai fungsi khusus, yaitu komparator analog dan *Timer Oscillator*.
6. Port D (PD0..PD7) merupakan port I/O dan pin fungsi khusus yaitu komparator analog dan *interrupt eksternal* serta komunikasi serial.
7. RESET merupakan pin yang digunakan untuk mereset mikrokontroler.
8. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan *clock eksternal*.

9. AVCC merupakan pin masukan untuk tegangan ADC.
10. AREF merupakan pin masukan tegangan referensi untuk ADC. (Wardana, 2006).

## 2.5 SENSOR

### 2.5.1 Sensor Arus

ACS712 merupakan suatu IC terpakat yang mana berguna untuk sensor arus menggantikan trafo arus yang *relative* besar dalam hal ukuran. Pada prinsipnya ACS712 sama dengan sensor efek hall lainnya yaitu dengan memanfaatkan medan magnet di sekitar arus kemudian dikonversi menjadi tegangan yang linier dengan perubahan arus. Nilai variabel dari sensor ini merupakan input untuk mikrokontroller yang kemudian diolah. Keluaran dari ACS712 masih berupa sinyal tegangan AC, agar dapat diolah oleh mikrokontroller maka sinyal tegangan AC ini di searahkan oleh rangkaian penyearah. Seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.6 Rangkaian Sensor Arus ACS712 (Datasheet ACS712)

### 2.5.2 Sensor Tegangan

Untuk mengetahui besar tegangan AC dari sumber yang ada agar bisa dibaca oleh mikrokontroller maka sinyal tengan AC tersebut harus searahkan kemudian dimasukkan ke ADC internal mikrokontroller. Keluaran dari sensor

tegangan ini dirancang mempunyai 2 keluaran yakni keluaran berupa tegangan AC dan tegangan DC yang mana keluaran tegangan DC digunakan untuk di masukkan ke ADC mikrokontroller untuk diolah dan ditampilkan pada LCD, sedangkan keluaran tegangan AC dari sensor tegangan digunakan untuk di masukkan ke beban.



## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 TEMPAT

Penelitian tentang “ALAT UJI MONITORING TESTER MCB (*MINIATURE CIRCUIT BREAKER*) 1 FASA BERBASIS MIKROKONTROLER AVR ATMEGA8535” dilakukan di laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

### 3.2 ALAT DAN BAHAN

#### 3.2.1 Alat

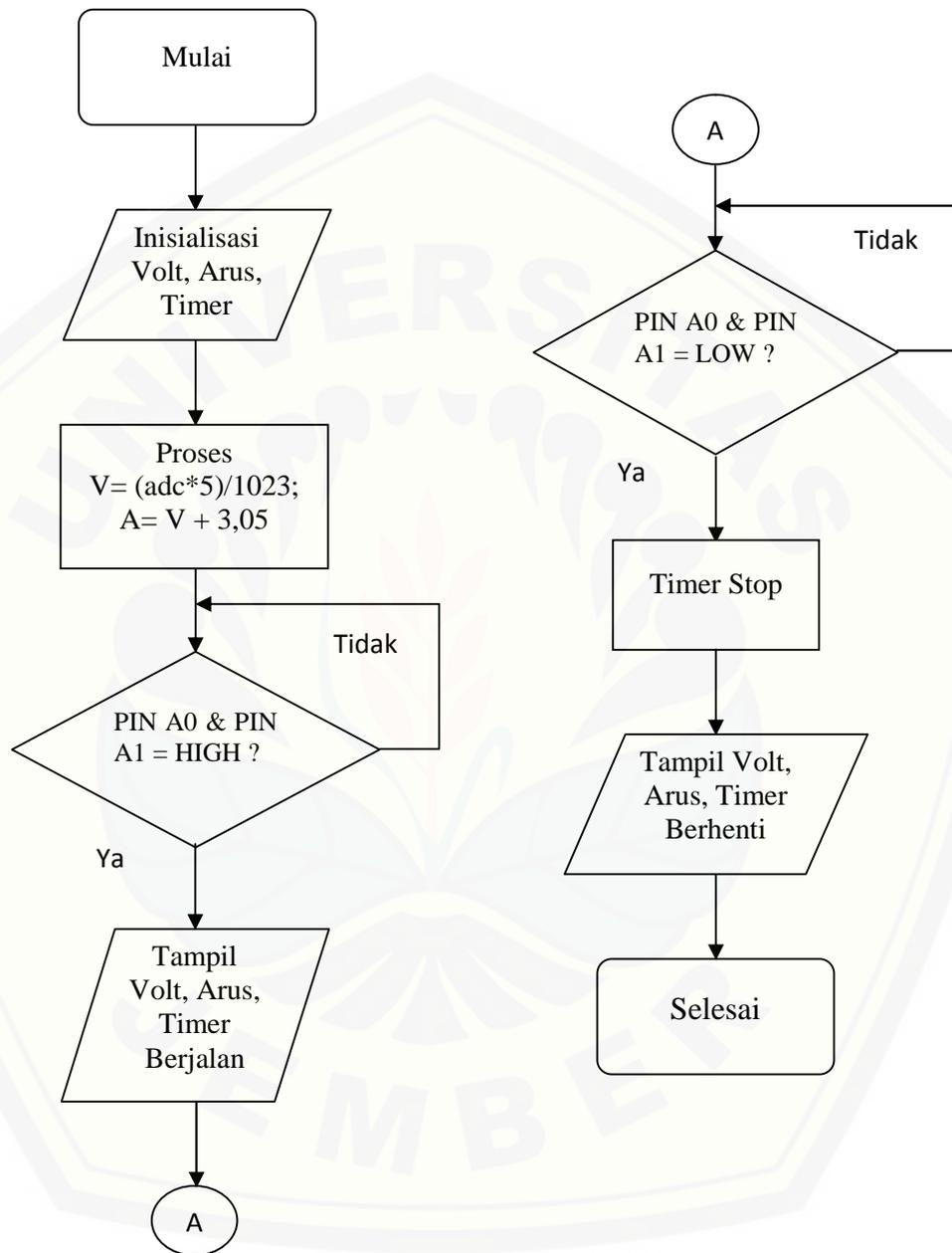
1. 1 Buah Laptop/PC
2. Tang Potong
3. Tang Cucut
4. Tang Kombinasi
5. Obeng +/-
6. Solder
7. Bor PCB
8. AVO Meter

#### 3.2.2 Bahan

1. PCB
2. Timah
3. Mikrokontroler AVR Atmega8535
4. Larutan HCL dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
5. Resistor
6. Kapasitor
7. Sensor Arus
8. Sensor Tegangan
9. LCD Karakter 16x2

### 3.3 PERANCANGAN ALAT

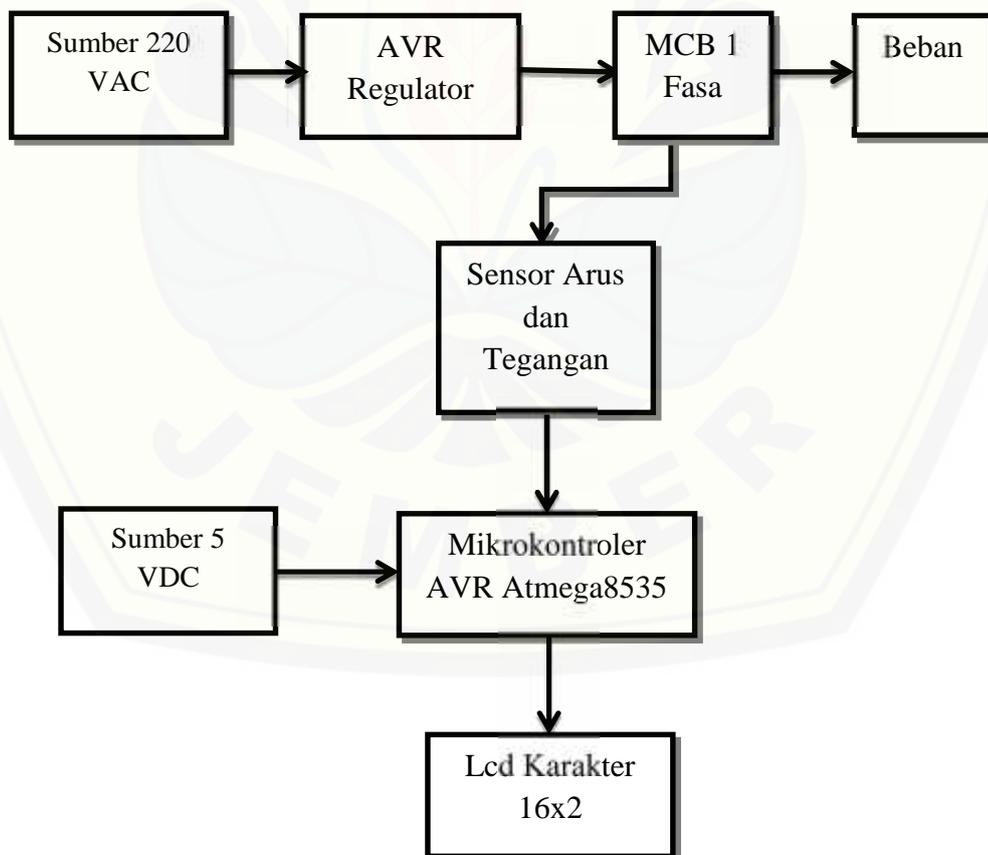
#### 3.3.1 Flow Chart Mikrokontroler



Gambar 3.1 Flow Chart Program Mikrokontroler

Flow Chart mikrokontroler diatas menjelaskan proses mikrokontroler bekerja yang pertama yaitu mulai kemudian inialisasi Volt, Arus dan Timer. Setelah memberikan inialisasi proses pengolahan data Volt dan Arus. Kemudian pin A0 dan pin A1 = high atau aktif maka akan ke proses selanjutnya tetapi ketika pin A0 dan pin A1 = low maka akan kembali ke proses sebelum sampai pin A1 dan pin A0 = high atau aktif. Proses selanjutnya ketika pin A0 dan pin A1 = high yaitu menampilkan arus, volt dan waktu mulai berjalan. Kemudian ketika pin A0 dan pin A1 = low waktu akan berhenti, tetapi ketika pin A0 dan pin A1 low waktu akan tetap berjalan. Setelah waktu berhenti kemudian ditampilkan volt, arus dan timer berhenti dan selesai.

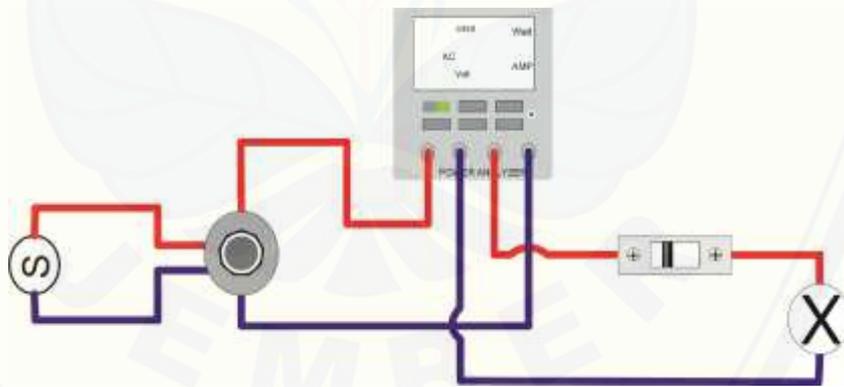
### 3.3.2 Blok diagram alat



Gambar 3.2 Blok Diagram Cara Kerja Alat

Pada gambar 3.2 dapat dijelaskan bahwa MCB (*Mini Circuit Breaker*) digunakan sebagai pengaman beban lebih dari beban. Terminal *input* dari regulator mendapatkan sumber tegangan sebesar 220 V. Regulator disini digunakan untuk menstabilkan tegangan sumber. Kemudian terminal output dari regulator dihubungkan pada terminal *input* dari MCB. Sedangkan terminal *output* dari MCB dihubungkan dengan beban. Sementara sensor arus dan tegangan yang juga dihubungkan dengan terminal MCB digunakan untuk memonitoring tegangan dan arus saat terjadi beban lebih. Pada mikrokontroler AVR Atmega8535 juga diberi sumber tegangan 5 VDC. Kemudian data tegangan dan arus saat terjadi beban lebih (*overload*) pada beban ditampilkan pada LCD karakter 16x2 sehingga nilai tegangan dan arus saat terjadi hubung singkat ataupun beban lebih dapat dimonitoring. Selain itu, LCD tersebut juga digunakan untuk menampilkan data *timer* untuk mengetahui *delay* waktu pemutusan arus listrik pada beban saat terjadi gangguan oleh MCB.

### 3.3.3 Rangkaian Pengambilan Data



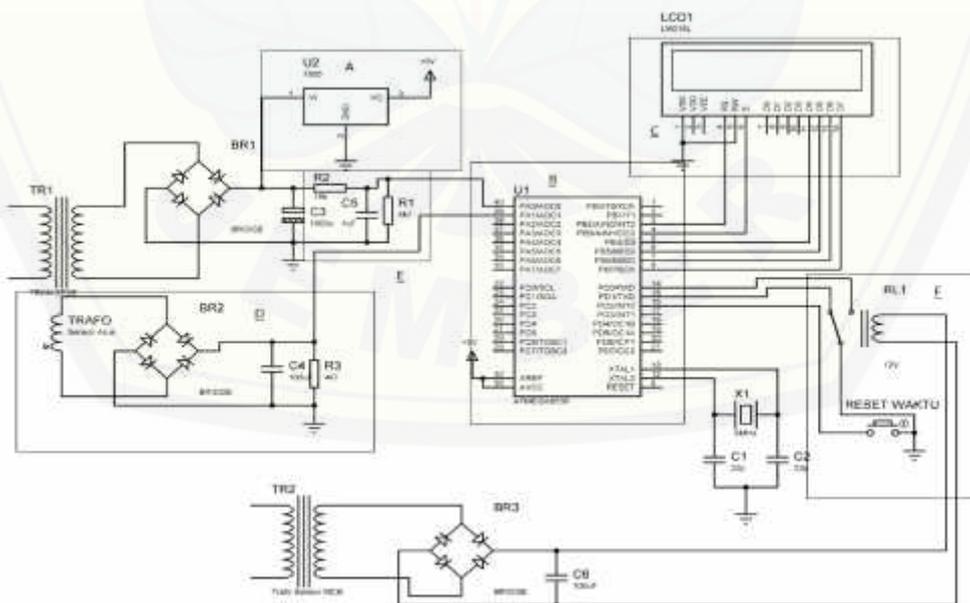
Gambar 3.3 Rangkaian Pengambilan Data MCB 2 Ampere

Pada gambar diatas dapat dijelaskan proses pengambilan data menggunakan MCB yang berfungsi sebagai pengaman beban lebih. Terminal input dari MCB diberi tegangan sumber sebesar 220 V. Untuk mendapatkan tegangan sumber yang diinginkan yaitu dengan menggunakan regulator. Regulator berfungsi untuk menstabilkan tegangan. Regulator ini diatur sedemikian rupa

untuk mendapatkan tegangan sumber sesuai dengan standart yang ditetapkan oleh PLN yaitu 220 V. setelah terminal input dipasang pada MCB, terminal output dari MCB dihubungkan dengan beban lampu yang akan diuji.

Sebelum mendapatkan listrik dari stack kontak, pengujian yang dilakukan diberi saklar untuk mengamankan pemutusan saat terjadi beban lebih dari beban. Sehingga pengujian saat beban lebih terjadi tidak langsung mengalami pemutusan. Fungsi saklar ini untuk menentukan arus yang akan diuji, maka arus pengujian dapat diketahui. Pada terminal output MCB juga dihubungkan dengan sensor arus dan tegangan untuk memonitoring tegangan dan arus beban saat terjadi beban lebih yang terjadi. Kemudian data tegangan dan arus yang terjadi saat beban lebih pada beban akan ditampilkan pada LCD karakter 16x2 sehingga nilai arus dan tegangan saat terjadi beban lebih dapat dimonitoring. Selain itu juga LCD karakter 16x2 dapat digunakan untuk menampilkan data timer untuk mengetahui delay waktu pemutusan saat terjadi beban lebih pada beban. Sehingga pengambilan data saat waktu pemutusan MCB dapat dianalisis.

### 3.3.4 Rangkaian Alat Tester MCB



Gambar 3.4 Rangkaian Alat Tester MCB

## Keterangan Gambar 3.4

- A. Regulator
- B. Mikrokontroler AVR Atmega8535
- C. LCD 16x2
- D. Sensor Arus
- E. Sensor Tegangan
- F. Start Stop Waktu

Pada gambar 3.4 dapat dijelaskan proses jalannya pengambilan data arus dan tegangan saat terjadi beban lebih, sehingga waktu trip dapat ditampilkan pada LCD. Untuk sensor tegangan dari tegangan 220 VAC dihubungkan dengan trafo yang keluarannya menjadi 15 VAC. Trafo disini digunakan untuk penurun tegangan (step down). Kemudian rangkaian masuk ke rectifier sehingga menjadi tegangan DC sebesar 15 VDC. Rectifier disini digunakan untuk mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC. Setelah itu dihubungkan pada regulator 7805 supaya tegangan yang dikeluarkan dapat stabil sebesar 5 V. sebelum dihubungkan ke micro, terlebih dahulu dilewatkan ke kapasitor agar tegangan DC dapat stabil dan mengurangi ripple. Kemudian dihubungkan dengan micro pada pin A0 untuk membaca nilai ADC pada sensor tegangan, sehingga data dapat diolah dan ditampilkan pada LCD.

Untuk sensor tegangan dari tegangan 220 VAC dihubungkan dengan trafo yang keluarannya menjadi 12 VAC. Kemudian dihubungkan ke rectifier sehingga menjadi tegangan DC sebesar 16 VDC. Dari keluarannya dihubungkan dengan micro pada pin A1, data yang diolah berupa tegangan dan dapat ditampilkan pada LCD. Sedangkan untuk sensor arus menggunakan transformator arus untuk mendeteksi arus pada salah satu kabel pada beban untuk mendapatkan induksi pada trafo, keluaran nilai pada transformator tersebut berupa nilai AC, kemudian

tegangan AC di jadikan tegangan DC menggunakan rectifier agar dapat dibaca oleh ADC mikrokontroler.

Pada pengatur waktu dihubungkan dengan trafo yang keluarannya menjadi 12 VAC. Setelah itu dihubungkan ke rectifier sehingga menjadi tegangan DC sebesar 16 VDC. Kemudian dihubungkan pada relay untuk switching dari pin D0 dan D1. Pin disini digunakan untuk mengatur waktu saat terjadi beban lebih dan untuk mengembalikan waktu pada kondisi semula. Untuk reset tombol waktu dihubungkan pada pin D2 yang terhubung dengan ground.



## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian dan analisa pada penelitian yang berjudul “Alat Uji Monitoring Tester MCB 1 Fasa Berbasis Mikrokontroler AVR Atmega8535” didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Pembacaan sensor terletak pada port A karena dapat membaca nilai ADC, misalnya sensor tegangan terletak pada port pin A0 dan sensor arus terletak pada port pin A1.
2. Nilai tegangan ADC 1,2 V, 1,4 V, 1,6 V, dan 3,5 V sesuai dengan tegangan yang dikeluarkan oleh sensor, misalnya beban 468 W memiliki tegangan ADC 1,2 V dan beban 1751 W memiliki tegangan ADC 3,5 V.
3. Proses penampilan pada LCD menggunakan pembacaan nilai ADC yang dikonversikan menjadi arus dan tegangan yang sudah dikalibrasi.
4. Proses kalibrasi menggunakan beberapa tahan yaitu tahap awal dan tahap akhir
5. Dari hasil pengujian yang diperoleh di tiap-tiap merk MCB, arus yang diuji berbanding lurus dengan beban pengujian dan berbanding terbalik dengan waktu trip pemutusan.
6. Dalam pengujian empat merk MCB yang berbeda-beda hanya dua merk MCB yang tidak sesuai dengan standart waktu pemutusan yaitu MCB merk masaki jenis C dan merk newpallas jenis C.
7. Berdasarkan data pengujian arus dengan merk sneider nilai error persen tertinggi terjadi ketika pengujian pada sekitar arus 2,57 A yaitu 2,28 % sedangkan error persen terkecil terjadi ketika pengujian pada sekitar arus 9,85 A yaitu 0,51 %.

## 5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian, penulis memberikan saran untuk mengembangkan penelitian ini untuk penelitian berikutnya. Saran yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut.

1. Data arus setelah terjadi trip pemutusan seharusnya tersimpan dan ditampilkan pada LCD.
2. Alat seharusnya ditambahkan dengan data logger agar data dapat disimpan.
3. Penggunaan komponen yang original dapat mempengaruhi presisi data

**DAFTAR PUSTAKA**

UPT Penerbitan Jember. 2009. Pedoman Karya Ilmiah. Jember : Jember University Press.

Iswandi. Ade. 2012. MCB Tester Berbasis Mikrokontroler Atmega 16. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta.

[www.atmel.com](http://www.atmel.com) (Diunduh 30 July 2015)

Rakhman. Alief. 2013. Sistem Proteksi dan Pertanahan. (Diunduh 30 July 2015)

<http://trikueni-desain-sistem.blogspot.co.id/2014/04/Pengertian-MCB.html>  
(Diunduh 2 Juni 2016).

<http://www.instalasilistrikrumah.com/mcb-sebagai-proteksi-dan-pembatas-daya-listrik-2/> (Diunduh 10 Juni 2016).

LAMPIRAN

A. Perhitungan Arus Pengenal Saat Uji

- Perhitungan Arus Pengenal MCB Merk Sneider Jenis CL Pada Alat Power Analyzer

- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{2,1}{2} = 1,05 \text{ In}$$

- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{2,63}{2} = 1,31 \text{ In}$$

- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{3,16}{2} = 1,58 \text{ In}$$

- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{3,16}{2} = 3,98 \text{ In}$$

- Perhitungan Arus Pengenal MCB merk Sneider Jenis CL Pada Alat Tester

- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{1,98}{2} = 0,99 \text{ In}$$

- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{2,52}{2} = 1,26 \text{ In}$$

- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{3,1}{2} = 1,55 \text{ In}$$

- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{7,93}{2} = 3,96 \text{ In}$$

3. Perhitungan Arus Pengenal MCB merk Sneider Jenis C Pada Alat Power Analyzer

- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{2,3}{2} = 1,15 \text{ In}$$
- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{3,13}{2} = 1,56 \text{ In}$$
- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{5,13}{2} = 2,56 \text{ In}$$
- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{9,85}{2} = 4,9 \text{ In}$$

4. Perhitungan Arus Pengenal MCB merk Sneider Jenis C Pada Alat Tester

- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{2,25}{2} = 1,12 \text{ In}$$
- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{3,08}{2} = 1,54 \text{ In}$$
- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{5,1}{2} = 2,55 \text{ In}$$
- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{9,8}{2} = 4,9 \text{ In}$$

5. Perhitungan Arus Pengenal MCB Merk Newpallas Jenis C Pada Alat Power Analyzer

- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{2,3}{2} = 1,15 \text{ In}$$
- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{3,12}{2} = 1,56 \text{ In}$$
- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{5,08}{2} = 2,54 \text{ In}$$
- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{9,85}{2} = 4,9 \text{ In}$$

6. Perhitungan Arus Pengenal MCB Merk Newpallas Jenis C Pada Alat Tester

- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{2,25}{2} = 1,12 \text{ In}$$
- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{3,08}{2} = 1,54 \text{ In}$$
- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ In}$$
- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{9,8}{2} = 4,9 \text{ In}$$

7. Perhitungan Arus Pengenal MCB Merk Masaki Jenis C Pada Alat Power Analyzer

- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{2,3}{2} = 1,15 \text{ In}$$
- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{3,12}{2} = 1,56 \text{ In}$$
- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{5,13}{2} = 2,56 \text{ In}$$
- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{9,85}{2} = 4,92 \text{ In}$$

8. Perhitungan Arus Pengenal MCB Merk Masaki Jenis C Pada Alat Tester

- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{2,25}{2} = 1,12 \text{ In}$$
- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{3,08}{2} = 1,54 \text{ In}$$
- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{5,1}{2} = 2,55 \text{ In}$$
- $$I_n = \frac{\text{Arus Uji Terbeban}}{\text{Arus Nominal}} = \frac{9,8}{2} = 4,9 \text{ In}$$

**B. List Program**

```
$regfile = "m8535.dat"
```

```
$crystal = 8000000
```

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

```
Cursor Off
```

```
Cls
```

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

```
Start Adc
```

```
Dim Bat_pow As Word
```

```
Dim Bat_fact As Single
```

```
Dim Bat_volt As Single
```

```
Dim Bat_ac As Single
```

```
Bat_fact = 16 / 576
```

```
Dim Dataadc As Integer
```

```
Dim V As Single
```

```
Dim Arus As Single
```

```
Dim X As String * 5
```

```
Dim Vint As Integer
```

```
Dim Pengali As Word
```

```
Dim Detik_1 As Byte
```

```
Dim Detik As Byte
```

Dim Menit As Byte  
Dim Jam As Word  
Dim Status As Byte  
Dim Status2 As Byte

Config Timer0 = Timer , Prescale = 256

Ddrd = 0

Portd = 255

On Ovf0 Int\_timer0

Pin\_reset Alias Pind.2

Pin\_on Alias Pind.0

Pin\_off Alias Pind.1

Pin\_reset = 1

Status2 = 1

Enable Timer0

Locate 1 , 1

Lcd " MCB Tester "

Locate 2 , 1

```
Lcd "Wawan Hadiano "  
Wait 2  
Cls  
  
Do  
Bat_pow = Getadc(0)  
Bat_volt = Bat_pow * Bat_fact  
Bat_ac = Bat_volt * 12.45  
Locate 1 , 8  
Lcd Fusing(bat_ac , "##.##") ; "V "  
  
Dataadc = Getadc(1)  
V = Dataadc * 5  
V = V / 1023  
Arus = V + 0  
X = Fusing(arus , "##.##")  
  
Locate 1 , 1  
Lcd X ; "A "  
  
If Pin_on = 0 Then  
Status = 1  
End If  
If Pin_off = 0 Then  
Status = 2  
End If
```

```
If Pin_reset = 0 Then
```

```
    Pengali = 0
```

```
    Detik_1 = 0
```

```
    Detik = 0
```

```
    Menit = 0
```

```
    Jam = 0
```

```
End If
```

```
If Status > 2 Then
```

```
    Status = 1
```

```
End If
```

```
If Status2 > 2 Then
```

```
    Status2 = 1
```

```
    Cls
```

```
End If
```

```
If Status = 1 Then Enable Interrupts
```

```
If Status = 2 Then Disable Interrupts
```

```
Locate 2 , 1
```

```
Lcd "Time:"
```

```
If Status2 < 2 Then
```

```
    Locate 2 , 6
```

```
    Lcd Jam ; ":" ; Menit ; ":" ; Detik ; ":" ; Detik_1 ; " "
```

```
End If
```

```
Loop
```

```
Int_timer0:  
  Incr Pengali  
  If Pengali > 0 Then  
    Pengali = 0  
    Incr Detik_1  
  End If  
  If Detik_1 > 99 Then  
    Detik_1 = 0  
    Incr Detik  
  End If  
  If Detik > 59 Then  
    Detik = 0  
    Incr Menit  
  End If  
  If Menit > 59 Then  
    Menit = 0  
    Incr Jam  
  End If  
  Return
```