

# ANALISA PERANCANGAN ALAT PENGAMAN LISTRIK PADA PENGUAT AUDIO MENGGUNAKAN SENSOR TEMPERATUR DAN SENSOR ARUS

**Zulkarnain Lubis, Kristian Simanjuntak, Abdullah Muhazzir, Beni Satria,  
Mery Sri Wahyuni, Selly Annisa, Haikal Nando Winata, Solly Aryza**

Jurusan Teknik Informatika Institut Teknologi Medan

Email : dr.zulkarnainlubis@itm.ac.id

## Abstrak

Pada penelitian ini dibuat suatu alat yang dapat digunakan untuk memonitor dan mengetahui suhu disekitar penguat amplifier. Dimana alat akan berfungsi sebagai pengukur nilai suhu pada amplifier tersebut. Alat ini menitikberatkan pada kinerja sensor suhu dan ADC yang terhubung pada mikrokontroler. Sensor suhu menangkap informasi suhu amplifier dan mengirimkannya ke ADC untuk dikonversikan selanjutnya hasil akan dikirim ke Mikrokontroler yang seterusnya nilai suhu yang terukur akan dikirim ke display melalui driver. Maka dengan demikian, maka besar suhu pada amplifier akan dapat dibaca pada display. Sensor suhu di atur pada suhu 45° C dan sensor arus pada 8 A, apabila melewati dari nilai yang telah ditentukan maka mikrokontroler akan mengirimkan perintah untuk mmutus relay. Adapun mikrokontroler yang digunakan adalah Mirocontroller Atmega8.

**Kata-Kata Kunci :** Sensor Suhu, Sensor Arus, Mikrokontroler Atmega8

## I. PENDAHULUAN

Penguat audio atau amplifier merupakan sebuah sistem suara yang lazim digunakan sebagai alat pendukung acara-acara atau program tertentu. Pada umumnya sebuah penguat audio dibutuhkan bila lokasi acara cukup luas sehingga dibutuhkan alat bantu untuk menguatkan suara misalnya suara mikropon atau musik. Sebuah penguat daya atau *amplifier* adalah alat yang mengubah listrik menjadi suara. Daya yang diserap dan diubah tergantung besar suara yang dikeluarkan oleh penguat tersebut. Makin besar suara makin besar daya yang mengalir pada penguat. Karena sebuah penguat daya menangani arus dan daya cukup besar maka dibutuhkan sebuah sistem proteksi untuk melindungi agar peralatan tidak rusak karena *overload* atau beban lebih termasuk kesalahan operasi.

Sebuah penguat daya rentan terhadap kerusakan akibat kelalaian manusia dalam mengoperasikannya. Misalnya beban speaker yang berlebihan, hubung singkat pada output maupun sirkulasi udara yang tidak memadai. Saat beroperasi dengan output maksimal, arus yang mengalir pada transistor akan sangat besar sehingga menimbulkan panas yang cukup tinggi pada transistor dayanya. Jika dibiarkan terus tanpa pendinginan dan proteksi akan menyebabkan transistor *over heating* dan rusak. Untuk itu sebuah sistem penguat daya sangat membutuhkan proteksi yang memadai agar terhindar dari kerusakan.

Topik pembahasan yang akan diangkat dalam penelitian adalah perancangan dan pembuatan sistem proteksi pada sebuah penguat daya 500 watt terhadap hubung singkat dan panas lebih. Rancangan proteksi menggunakan sensor arus, sensor tegangan dan sensor suhu untuk mendeteksi paramater penguat. Rancangan juga menggunakan sebuah kontroler digital yaitu atmega16 untuk membaca

sensor dan mengendalikan output. Kontroler akan mengaktifkan pendingin jika suhu transistor cukup tinggi. Kontroler juga akan mematikan sistem penguat jika terdeteksi hunung singkat.

Adapun batasan nilai arus dalam penguat ini adalah 8 A sedangkan untuk nilai maksimum suhunya adalah 45° celsius.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.2 Pengertian 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, asinkron dan lain-lain.

### 2.2. Tujuan Sistem Proteksi

- Mengurangi kerusakan peralatan yang terganggu, maupun peralatan yang dilewati oleh arus gangguan.
- Mengisolir bagian sistem yang terganggu sekecil mungkin dan secepat mungkin.
- Mencegah meluasnya gangguan.

### 2.3. Fungsi Sistem Proteksi

- Mendeteksi adanya gangguan atau keadaan abnormal pada bagian sistem yang diamankan
- Melepas bagian sistem yang terganggu, sehingga bagian sistem yang lainnya masih dapat terus beroperasi

#### 2.4. Metoda pemasangan rangkaian

- Pemasangan AC : semua komponen frekuensi rendah (termasuk dc) tidak diteruskan ke rangkaian penguat
- Pemasangan DC : salah satu tipenya adalah penguat chopper, sinyal input terbelah menjadi seri pulsa kemudian diperkuat oleh penguat ac sebelum dikembalikan lagi ke level dc.

#### 2.5. Penguat Daya

Penguat daya diklasifikasikan menurut titik kerjanya. Titik kerja (titik Q) yaitu titik pada garis beban yang menggambarkan keadaan transistor saat tidak ada sinyal masukan. Menurut titik kerjanya penguat diklasifikasikan menjadi penguat kelas A, B, AB, C, D dan masih banyak lagi.

##### Penguat kelas A

- Penguat dengan letak titik Q di tengah-tengah garis beban.
- Mempunyai sinyal keluaran yang paling bagus diantara penguat jenis yang lain.
- Mempunyai sinyal keluaran yang paling bagus diantara penguat jenis yang lain.
- Efisiensinya paling rendah, karena banyaknya daya yang terbuang di transistor.

##### Penguat kelas B

Penguat dengan letak titik Q di titik *cut off* garis beban. Kelemahannya yaitu adanya cacat penyeberangan (*crossover distortion*) yang terjadi karena adanya tegangan bias pada dioda basis emitor. Sehingga saat sinyal masukan belum bernilai sebesar tegangan on dari dioda basis emitor maka tidak akan ada sinyal keluaran. Karena letak titik Q penguat kelas B di titik *cut-off* maka untuk satu transistor hanya bisa menguatkan setengah siklus dari sinyal masukan. Sehingga untuk penguat kelas B digunakan konfigurasi Push-pull dimana dua transistor akan bergantian bekerja menguatkan masing-masing setengah siklus sinyal masukan.

##### Penguat kelas AB

Merupakan perbaikan dari penguat kelas B. Cacat penyeberangan bisa dihilangkan dengan menambahkan prategangan pada dioda basis emitor. Dengan demikian transistor output sudah aktif saat belum ada sinyal masukan. Tentu saja titik kerja penguat menjadi berubah karena transistor tidak lagi berada pada keadaan *cut off*. Karena itulah disebut penguat kelas AB. Penguat audio yang banyak ada di pasaran pada umumnya adalah penguat kelas AB. Untuk memberi prategangan pada basis emitor tidak harus dengan dioda bisa juga dengan resistor atau transistor asalkan bisa memberi tegangan untuk mengaktifkan dioda di basis emitor.

##### Penguat kelas C

Titik kerja diatur beroperasi untuk arus (tegangan) output sama dengan nol dengan selang lebih besar dari setengah siklus sinus. Sehingga penguat bekerja kurang dari setengah periode sinyal input.

#### 2.6. Penyebab Penguat Daya Cepat Panas

Ada banyak hal yang dapat menyebabkan *power* ampli cepat panas. Terkadang bukan karena ada kerusakan komponen ampli tersebut, namun disebabkan dari proses kerja ampli tersebut.

Beberapa jenis *power* ampli memang cepat menyebarkan panas, walaupun belum ada beban yang akan didorong (*speaker*). Biasanya ini terjadi pada *power* ampli kelas A. Karena walaupun posisi *power* ampli dalam keadaan *standby* (tanpa suara), sistem tegangan *power* ampli tetap bekerja aktif. Tapi jenis *power* ampli ini tidak begitu banyak beredar bila dibanding dengan *power* ampli kelas AB.

*Power* ampli kelas AB umumnya tidak cepat panas bila digunakan dalam posisi normal, dengan kata lain bila *power* ampli sesuai dengan *speaker* maupun *sub woofer*, maka tidak akan cepat panas dalam pemakaian normal.

Lalu apa yang menyebabkan *power* ampli kelas AB cepat panas? *Power* ampli kelas AB cepat panas bila :

- Power* ampli dipaksa mendorong *speaker* ataupun *sub woofer* yang melebihi kemampuan dari tenaga *power* ampli tersebut, maka suhu panas dari transistor final akan cepat naik, kemudian menyebarkannya ke *casing* (lempengan *body power* ampli). Selain itu, *speaker* maupun *sub woofer* kondisi kurang baik (rusak), dapat mengakibatkan *power* cepat panas. Dan yang lebih berbahaya, adanya kabel *speaker* beradu / menempel (instalasi kurang rapi). Baik beradu sesama kabel *speaker*, atau beradu / nempel mengenai *body* mobil. Untuk mengatasinya periksa kembali instalasi dengan benar.
- Power* ampli abal-abal dipaksa mendorong *sub woofer*. *Power* ampli jenis ini banyak beredar, di tawarkan dengan harga murah meriah. Kemampuannya (watt) tidak sesuai untuk mendorong *sub woofer*. Biasanya *power* seperti ini tertulis watt besar di *casing (body)* namun tidak sesuai dengan kualitas mesin *power* ampli. Contoh yang umum di temukan bila mesin *power* ampli bagian penguat akhir menggunakan Transistor Final (Tr final) tipe Tip41/Tip42, Jenis mesin *power* ini tidak di peruntukkan mendorong *sub woofer*. Memang jenis *power* ini harganya jauh lebih murah, namun tidak sesuai untuk berpasangan dengan *sub woofer*.
- Power* Ampli kondisi lawas (produksi tahun tua), umumnya *power* ampli tua kualitasnya bagus-bagus, apalagi bila mempunyai nama (*merk*). Namun karena sudah tua, ada beberapa komponen elektroniknya yang mulai melemah. Komponen yang melemah umumnya *condensator* (elco), biasanya di bagian regulator (*power supply*) dan bagian mesin *power* ampli (penguat akhir). *Condesator* yang mulai melemah, dapat mengakibatkan kerja tegangan tidak stabil, dan pada akhirnya membuat Transistor final mendapatkan tegangan yang tidak stabil. Akibatnya kerja Transistor final

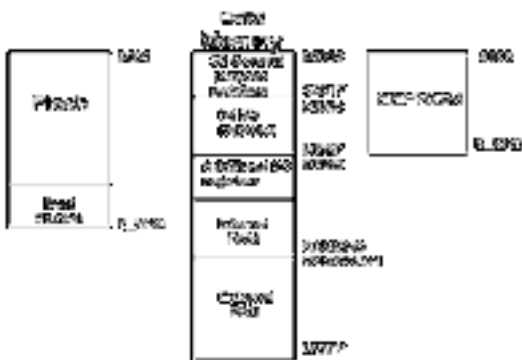
tidak stabil, efeknya timbul panas yang berlebihan melalui transistor final menyebar ke casing (body).

- d. *Power ampli servis*,. *Power ampli* yang baru diservis dengan penggantian transistor final, sering mengalami panas yang berlebihan. Biasanya ini terjadi karena mengganti tipe transistor final yang tidak sesuai spesifikasi ukuran (watt, voltase) dengan tipe transistor final persamaan yang diganti. Karena sering terjadi, *power ampli* yang diservis dengan mengganti transistor final, hanya diperbaiki dengan hasil bahwa suara *power* kembali normal, tapi jarang di perhatikan kualitas suara sesuai dengan kualitas suara sebelum rusak. Banyak beranggapan jika mengganti transistor final dengan tipe dan nomor yang sama akan mengembalikan kualitas suara seperti sebelumnya. Untuk *power amplifier* yang kelas biasa, mungkin itu tidak jadi masalah. Namun, jika *power amplifier* yang di servis *power* yang berkualitas (memiliki merek), maka dibutuhkan transistor yang berkualitas untuk mengembalikan kualitas *power* seperti sebelumnya. Karena banyak transistor final yang beredar dipasaran, tidak memiliki kualitas (bajakan). Tipe dan nomor sama, tapi belum tentu kualitas sama. Jadi *power amplifier* servis dapat mengakibatkan panas berlebihan, karena kualitas transistor yang berbeda (bajakan).

Dari beberapa hal diatas, yang menyebabkan *power amplifier* cepat panas, umumnya terjadi karena penggunaan *power amplifier* tidak sesuai kapasitas (Tenaga *power amplifier* tidak sesuai mendorong dari tahanan speaker / sub woofer).

*Power amplifier* cepat panas, umumnya terjadi ketika penggunaannya untuk Suara SQL dan SPL. Dan beberapa jenis *power ampli*, ada juga yang di desain untuk tahan panas berlebihan. Bila suara dipaksa db besar, dan terjadi over, maka protect panas akan bekerja, dan tidak merusak komponen *power ampli*. Tapi bila *power ampli* yang tidak tahan panas, ketika di paksa db besar / di geber, maka akan korslet (merusak komponen *power ampli*).

**2.7. Memori AVR Atmega**



**Gambar 1. Peta Memori Atmega**

Memori atmega terbagi menjadi tiga yaitu :

**Memori Flash**

Memori flash adalah memori ROM tempat kode-kode program berada. Kata flash menunjukan jenis ROM yng dapat ditulis dan dihapus secara elektrik. Memori flash terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian aplikasi dan bagian boot.

Bagian aplikasi adalah bagian kode-kode program aplikasi berada. Bagian boot adalah bagian yang digunakan khusus untuk booting awal yang dapat diprogram untuk menulis bagian aplikasi tanpa melalui programmer/downloader, misalnya melalui USART. 32 General purpose registers 64 I/O registers Additional I/O registers Internal RAM Flash Boot Section EEPROM 13.

**Memori Data**

Memori data adalah memori RAM yang digunakan untuk keperluan program. Memori data terbagi menjadi empat bagian yaitu :

32 GPR (*General Purpose Register*) adalah register khusus yang bertugas untuk membantu eksekusi program oleh ALU (*Arithmatich Logic Unit*), dalam instruksi assembler setiap instruksi harus melibatkan GPR. Dalam bahasa C biasanya digunakan untuk variabel global atau nilai balik fungsi dan nilai-nilai yang dapat memperingan kerja ALU. Dalam istilah *processor*, komputer sehari-hari GPR dikenal sebagai “chace memory”. I/O register dan Additional I/O register adalah register yang difungsikan khusus untuk mengendalikan berbagai pheripheral dalam mikrokontroler seperti pin port, *timer/counter*, usart dan lain-lain. Register ini dalam keluarga mikrokontrol MCS51 dikenal sebagai SFR (*Special Function Register*).

**EEPROM**

EEPROM adalah memori data yang dapat mengendap ketika chip mati (off), digunakan untuk keperluan penyimpanan data yang tahan terhadap gangguan catu daya.

**III. METODOLOGI PENELITIAN**

**3.1. Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode perancangan. Metode ini menggunakan rancangan alat sebagai objek pembahasan dan analisis.

Rancangan alat adalah sebuah rangkaian yang berfungsi sebagai pengaman atau proteksi pada sebuah sistem penguat daya frekuensi audio untuk menjaga agar sistem tidak overload seperti arus lebih atau suhu yang terlampau tinggi. Rancangan alat proteksi sebagai objek untuk diteliti dan dianalisa hingga diperoleh data-data yang berguna sebagai pembandingan dan spesifikasi alat.

**3.2. Lokasi Penelitian**

Laboratorium Simulasi Sistem Tenaga Listrik Institut Teknologi Medan, Jalan Gedung Arca No 52 Medan

### 3.3. Alat dan Bahan

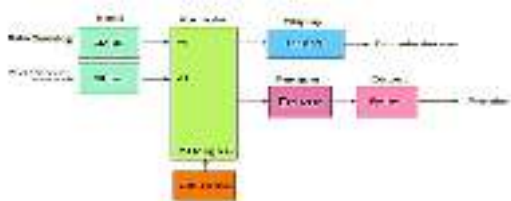
#### Peralatan

- Peralatan komputer/Laptop
- Digital tester ,voltmeter dan ohm meter
- Perkakas /toolset
- Oscilloscope audio
- Mesin pendukung (gergaji listrik, bor dll.)

#### Bahan-Bahan

- Sensor suhu LM35.
- Sensor arus.
- Kapasitor 220uF/50V,10uF/50V.
- Display LCD M1632.
- Kristal osilator 4 mHz.
- Resistor 10K ,4K7 ,100K dll.
- Dioda 1N4002.
- Trafo stepdown 220-12V.
- IC Atmega 8.
- PCB rangkaian dan casis.
- Kabel2 dan terminal.
- Relay DPDT 12 V.

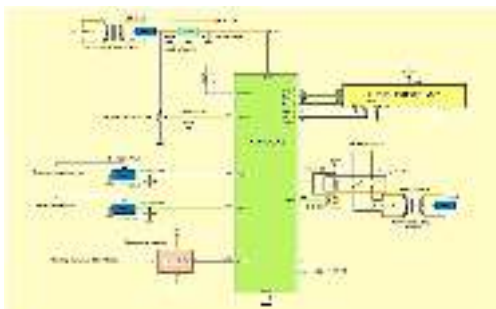
### 3.4. Perancangan Hardware



Gambar 2. Blok Diagram

Gambar 2 adalah diagram blok sistem proteksi yang dibuat . Terdapat input,proses dan output. Input berasal dari sensor yang mendeteksi suhu transistor daya dan arus output transistor tersebut. Sedangkan pada output terdapat set ulang relay pemutus arus dan display lcd yang mengeluarkan pesan status penguat daya apakah dalam keadaan normal atau keadaan proteksi. Display juga akan menampilkan arus maksimal dan suhu yang terdeteksi oleh sensor.

Pada bagian proses ada sebuah pengendali atau kontroler yaitu atmega 8. Atmega 8 bertugas membaca sensor dan mengendalikan output yaitu relay dan display lcd. Misalnya saat terjadi arus hubung singkat atau suhu terlalu tinggi saat beroperasi maka kontroler akan melakukan proteksi sehingga tidak merusak komponen yang sedang bekerja terutama transistor daya.



Gambar 3. Skematik Diagram Proteksi Audio

### 3.5. Prinsip Kerja Rangkaian

Terdapat beberapa komponen yang digunakan dalam rangkaian sistem proteksi penguat audio yang dibuat antara lain adalah, sensor arus, sensor suhu ,kontroler, display dan relay, berikut ini akan dijelaskan fungsi dan cara kerja masing-masing komponen yang digunakan dalam rangkaian tersebut.

#### Sensor arus

Berfungsi sebagai alat pembaca arus dc dari sumber arus yaitu catudaya atau trafo penurunan tegangan dan penyearah. Sensor terbuat dari resistor daya besar dengan tahanan yang kecil. Daya sensor yang terbuat dari resistor tersebut adalah 10 watt namun nilai tahanan nya hanya 0,1 ohms. Cara kerja sensor adalah mengubah arus menjadi tegangan dengan persamaan  $V = I \times R$ . Jika ada arus yang mengalir pada sebuah tahanan akan timbul tegangan jatuh pada tahanan tersebut yang nilainya bergantung pada besar tahanan dan besar arus yang mengalir. Jika nilai tahanan adalah konstan maka besar tegangan jatuh hanya bergantung pada arus yang mengalir. Tegangan yang dihasilkan dibandingkan apakah rangkaian kontroler untuk dibandingkan apakah arus yang bekerja melampaui batas maksimal atau tidak.

#### Sensor suhu

Sensor suhu yang digunakan adalah sensor analog yaitu LM 35. Sensor berfungsi mengubah besaran suhu menjadi besaran tegangan. Resolusi sensor adalah 10 mV/derajat celcius, dengan arti setiap kenaikan 1 derajat celcius akan menaikkan tegangan sebesar 10 mV. Misalnya pada suhu ruang 27 °C tegangan adalah 0,27V dan jika suhu naik menjadi 28°C tegangan keluaran sensor akan menjadi 0,28V atau 10 mV lebih tinggi. Kenaikan tegangan akibat kenaikan suhu adalah linear sehingga sangat cocok digunakan sebagai sensor suhu analog. Output sensor diberikat pada masukan analog atmega 8 untuk dikalibrasi menjadi suhu.

#### Kontroler atmega 8.

Berfungsi sebagai pengontrol sistem ,atmega 8 memiliki masukan dan keluaran sehingga dapat mengolah data input menjadi output. Atmega 8 memiliki masukan analog yang dapat membaca tegangan analog. Masukan tersebut digunakan untuk membaca sensor arus dan sensor suhu. Data tersebut kemudian dikalibrasi menjadi data arus dan data suhu sebenarnya sebelum dibandingkan. Hasil kalibrasi ditampilkan pada display yaitu salah satu output sistem. Atmega 8 juga bertugas mengontrol relay proteksi yaitu akan menonaktifkan relay saat terjadi overload atau overhear pada transistor daya.

#### Display lcd.

Adalah sebuah komponen yang berfungsi sebagai penampil pesan teks yaitu huruf atau angka. Display LCD termasuk komponen output karena memberikan hasil olah bagian pengontrol misalnya data arus,suhu maupun status sistem. Display LCD yang digunakan adalah tipe M1632 yaitu display yang memiliki 2x16 karakter . Display akan

menampilkan data yang dikeluarkan oleh kontroler atmega 8 yaitu arus dan suhu pada plat pendingin. Lcd juga akan menampilkan status penguat apakah bekerja normal atau terjadi proteksi.

**Relay**

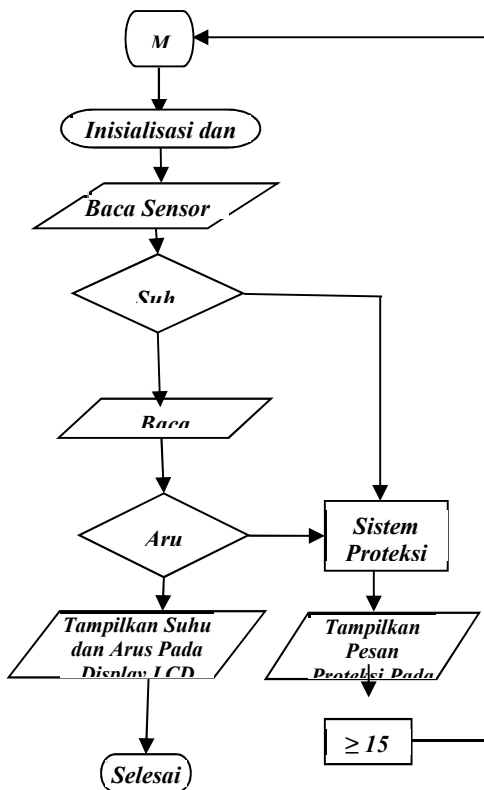
Fungsi relay adalah menghubungkan arus listrik atau memutuskannya. Relay adalah saklar elektrik atau saklar yang digerakkan oleh arus listrik. Tipe relay yang digunakan adalah tipe dpdt yaitu double pole double throw.

Relay akan on jika kondisi adalah normal. Sehingga arus akan mengalir dari sumber ke rangkaian penguat. Relay akan off jika terjadi proteksi dimana saat kontroler atmega 8 mendeteksi kelebihan arus atau suhu sehingga proteksi harus dilakukan. Arus dari sumber akan diputuskan seketika sehingga kerusakan komponen penguat daya dapat dihindari.

**3.6. Flowchart**

Flowchart atau diagram alir adalah suatu bagan yang menggambarkan aliran proses kerja sistem. Dimulai dengan inialisasi dan nilai awal, kemudian dilanjutkan dengan pembacaan input yaitu arus dan suhu penguat daya. Setelah itu data arus dan suhu yang terbaca dikalibrasikan menjadi nilai sebenarnya.

Hasil kalibrasi ditampilkan pada display lcd dan digunakan juga sebagai pembanding dengan nilai batas, jika salah satu nilai suhu atau arus melampaui batas tersebut maka akan terjadi proteksi yaitu kontroler akan mematikan relay sehingga arus akan terputus dan menampilkan pesan status dalam keadaan proteksi pada display lcd. Batas nilai proteksi ditentukan pada arus 8A dan suhu 45 °C.



**Gambar 4. Flowchart**

**IV. ANALISA & PEMBAHASAN**

**4.1. Hasil Pengujian**

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

**4.2 Pengujian Sensor Arus.**

Pembahasan :

Sensor arus dibuat dengan sebuah resistor daya dengan tahanan yang kecil namun daya yang besar. Dalam hal ini digunakan 2 resistor 0,22 Ohm /5watt yang diparalelkan menjadi 0,11 Ohm/10 watt. Resistor diserikan pada beban yaitu loudspeaker 4 Ohm. Prinsip kerja sensor adalah mendeteksi arus akibat adanya jatuh tegangan pada resistor tersebut saat dialiri arus. Denga persamaan  $I = V/R$  maka arus fapat dicari jika tegangan jatuh pada transistor terdeteksi.

Untuk mengetahui sifat dan karakteristik sensor diperlukan suatu pengujian . Pengujian dilakukan dengan mengukur karateristik sensor arus yaitu input tegangan dan tahanan/resistor. Input sensor adalah tegangan yang diberikan pada resistor 0,11 Ohm tersebut sedangkan arus diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan persamaan arus.

**Tabel 1. Pengukuran Sensor Arus Kanan**

Resistansi (Ω)	Vin (V)	I (A)
0,11	0,19	1,72
0,11	0,30	2,72
0,11	0,41	3,72
0,11	0,50	4,63
0,11	0,62	5,64
0,11	0,71	6,45
0,11	0,86	7,45

**Tabel 2. Pengukuran Sensor Arus Kiri**

Resistansi (Ω)	Vin (V)	I (A)
0,11	0,20	1,81
0,11	0,31	2,71
0,11	0,40	3,63
0,11	0,51	4,63
0,11	0,62	5,63
0,11	0,71	6,45
0,11	0,81	7,36

Data keluaran tegangan tersebut kemudian dikonversi ke digital oleh adc yang ada pada atmega 8. Dengan persamaan berikut dapat dihitung data hasil konversi.

Data adc =  $V_{out}/V_{ref} \times 1023$ ;

Dimana :

$V_{ref} = 5V$  dan : 1023 adalah jumlah kombinasi 10 bit dari biner. Jika  $V_{out} = 0,19 V$ , maka Data =  $0,19V/5V \times 1023 = 38$

Untuk mencari konstanta kalibrasi dapat dilakukan dengan persamaan:

$$K = \text{Data ADC}/\text{ arus sebenarnya}$$

$$K1 = 38/1,81 = 21$$

Dengan diperoleh konstanta konversi maka untuk selanjutnya dapat ditentukan arusnya jika diperoleh dari sensor. Misalkan data yang terbaca oleh sensor adalah 100 satuan data maka arus dapat dihitung sebagai berikut:

$$I = \text{data} / K;$$

$$I = 100/21 = 4,76 \text{ A}$$



Gambar 5. Hasil Pengukuran Sensor Arus.

#### 4.3 Pengujian Sensor Tegangan.

Sensor tegangan dibuat dengan rangkaian pembagi tegangan dan penyearah. Sensor berfungsi membaca tegangan output penguat dan membaginya menjadi tegangan yang lebih rendah agar dapat dibaca oleh mikrokontroler. Tegangan AC keluaran penguat juga disearahkan terlebih dahulu agar dapat dibaca.

Berikut adalah hasil pengujian sensor tegangan yang dilakukan.

Tabel 3. Sensor Tegangan Kanan

Vin (V)	Vout Sensor (V)
1,2	0,10
2,1	0,20
3,2	0,31
3,4	0,33
4,2	0,41
5,3	0,47
6,1	0,54
7,3	0,65
8,2	0,73
9,1	0,81
11,2	1,00
12,2	1,09

Tabel 4. Pengukuran Sensor Tegangan Kiri

Vin (V)	Vout Sensor (V)
1,1	0,09
2,0	0,18
3,2	0,28
3,3	0,29
4,2	0,41
5,1	0,45
6,0	0,54
7,3	0,65
8,2	0,73
9,1	0,81
11,0	0,99
12,1	1,07

#### Analisa

Dari hasil pengukuran diatas dapat dicari konstanta untuk konversi antara tegangan input dengan tegangan output.

$$K = V_{in} / V_{out}$$

Dimana:

- K : konstanta
- Vin : tegangan masukan
- Vout : tegangan keluaran sensor

Dengan menggunakan konstanta K = 12 maka program dapat menghitung nilai tegangan sebenarnya dari data yang terbaca oleh sensor.



Gambar 6. Hasil Pengujian Sensor Tegangan.

#### 4.4 Pengujian Sensor Suhu

Pengujian sensor suhu dilakukan pada sensor dengan memberikan perubahan suhu pada badan sensor kemudian ukur tegangan keluarannya. Berikut adalah hasil pengukuran 2 buah sensor suhu LM 35 yaitu sensor kanan dan sensor kiri.

Tabel 5. Pengujian Sensor Suhu

Temperatur °C	Vout Sensor 1 (V)	Vout Sensor 2 (V)	Keterangan
28	0,281	0,280	Normal
30	0,301	0,300	Normal
35	0,350	0,349	Normal
40	0,401	0,400	Normal
45	0,451	0,450	Normal
>45	>0,451	0,450	Trip

#### Analisa

Untuk mencari nilai sensor dari tegangan keluaran sensor dapat dilakukan dengan kalibrasi dengan sebuah konstanta. Cara mencari konstanta kalibrasi adalah sebagai berikut.

Tegangan keluaran sensor untuk 28°C adalah 0,28V, maka jika diberikan pada masukan adc dan dikonversi menjadi data digital adalah :  $0,28/5 \times 1023 = 57,29$  satuan data.

Untuk mengembalikan nilai menjadi 28 °C maka data akan dibagi menjadi  $k = 57,29/28$ ,  $k = 2,047$  atau digenapkan menjadi 2.

Sebagai contoh, jika data terbaca dari sensor adalah 56 maka suhu sebenarnya adalah  $56/2 = 28^\circ\text{C}$ .

#### 4.5 Pengujian Display LCD M1632

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

```

Init_lcd();
while(1)
{lcd_clear();

```

```

lcd_putsf("PROTEKSI AUDIO");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("berhasil dibuat");
delay_ms(500);
lcd_clear();
delay_ms(500);}

```

Setelah dikompilasi dan diunggah pada kontroler atmega 8, kemudian diaktifkan maka pada tampilan LCD akan muncul kata kata tersebut yaitu " PROTEKSI AUDIO" pada baris pertama dan "berhasil dibuat "pada baris kedua, Kemudian berkedip secara teratur.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

- Bahwa sistem proteksi penguat audio berhasil dirancang dan direalisasikan sesuai tujuan penelitian.
- Proteksi arus adalah untuk mendeteksi arus lebih, sedangkan proteksi suhu untuk mencegah suhu berlebihan yang tujuannya untuk mencegah kerusakan amplifier yang dirancang.
- Arus batas yang dibuat untuk membatasi kelebihan arus adalah 8A, sedangkan temperatur transistor dibatasi pada suhu 45 derajat celsius. Kedua data dibaca oleh kontroler atmega 8.
- Saat terjadi kelebihan arus yaitu >8A maupun suhu >45°C, maka sistem proteksi akan bekerja menonaktifkan catu daya sehingga kerusakan dapat dihindari.

### 5.2. Saran

- Penambahan sensor dapat memperbaiki kinerja sistem proteksi, misalnya sensor arus dan sensor tegangan pada tiap transistor daya.
- Mengembangkan agar sistem dapat mendeteksi ketidakstabilan tegangan input dan gangguan eksternal sehingga penguat terhindar dari kerusakan permanen.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ardi Winoto, 2008, *Mikrokontroler AVR Atmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR*, Penerbit Informatika
- [2] Efvy Zamidra Zam, 2002, *Mudah Menguasai Elektronika*, Indah, Surabaya
- [3] Laporan Lab. Mikrokontroler, Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Medan, 2009/2010
- [4] Malvino, A. P., 1992, *Prinsip-Prinsip Elektronika*, alih bahasa, M.O.Tjia dan Barmawi, Erlangga, Jakarta
- [5] Milman dan Halkias, 1993, *Elektronika Terpadu : Rangkaian dan Sistem analog dan digital*, Erlangga, Jakarta
- [6] Zuhail, Eedan, Zhanggischian, 2004, *Prinsip Dasar Elektronika*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- [7] Zuhail. 1993, *Dasar Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*, Jakarta : Gramedia