

**PERANCANGAN *UNDER* DAN *OVER VOLTAGE* RELAY  
DIGITAL MENGGUNAKAN ARDUNO**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Bung Hatta*

**Oleh :**

**KHOLIL NURSEHA  
1810017111005**



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS BUNG HATTA  
PADANG  
2023**

**LEMBARAN PENGESAHAN**  
**PERANCANGAN UNDER DAN OVER VOLTAGE RELAY DIGITAL**  
**MENGGUNAKAN ARDUINO**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan  
Pendidikan pertahankan Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Bung Hatta*

*Oleh :*

**KHOLIL NURSEHA**

1810017111005

*Disetujui Oleh :*

Pembimbing



**Ir. Cahayahati, M.T**

NIK : 930500331

*Diketahui Oleh :*

Fakultas Teknologi Industri

Dekan.



**Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T**

NIK : 990500496

Jurusan Teknik Elektro

Ketua,



**Ir. Arzul, MT**

NIK : 941100396

**PERSETUJUAN PENGUJI**  
**PERANCANGAN *UNDER* DAN *OVER VOLTAGE* RELAY DIGITAL**  
**MENGGUNAKAN ARDUINO**

**SKRIPSI**

**KHOLIL NURSEHA**

**1810017111005**

*Dipertahankan di depan Penguji Skripsi*  
*Program Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro*  
*Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang*  
*Hari: Selasa, Tanggal: 22 Agustus 2023*

No. Nama

Tanda Tangan

1. **Ir.Cahavahati., MT.**  
(Ketua Sidang)



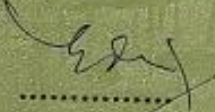
.....

2. **Mirza Zoni., ST, MT.**  
(Penguji)



.....

3. **Ir. Eddy Soesilo., M.Eng.**  
(Penguji)



.....

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa ini sebagian maupun keseluruhan Skripsi saya dengan judul **“Perancangan Under dan Over Voltage Relay Digital Menggunakan Arduino”** adalah benar – benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan – bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Padang, September 2023



Kholil Nurseha

NPM: 1810017111005

## KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul ***“Perancangan Under Dan Over Voltage Relay Digital Menggunakan Arduino”*** Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan dan memperoleh gelar kesarjanaan (Strata-1) pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta Padang

Dalam menyusun Skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan serta pengarahan dari berbagai pihak, karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih.

Penulis juga tidak lupa mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah membantu dan membimbing penulis sehingga laporan ini dapat diselesaikan.

1. Kepada orang tua saya yang tercinta dengan penuh kasih sayang dan kesabaran telah membesarkan dan mendidik saya hingga dapat menempuh pendidikan yang layak.
2. Ibuk Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti., S.T. M.T selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.
3. Bapak Ir.Arzul, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta.
4. Bapak Ir. Cahayahati, M.T. selaku Pembimbing yang telah memberikan arahan dan membagi pengetahuannya hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Yani Ridal., M.T. selaku Penasehat Akademis.
6. Bapak/ibu dosen jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta.

7. Teman-teman teknik elektro angkatan 18 yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan dan penulisan skripsi ini.

Penulis telah berusaha melakukan yang terbaik dalam penulisan skripsi ini namun penulis menyadari masih jauh dari kesempurnaan dan keterbatasan yang ada dalam skripsi ini. Oleh karena itu sumbangan, gagasan, kritikan, saran dan masukan yang akan membangun penulis terima dengan senang hati demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis berharap semoga proposal ini dapat memberikan sumbangan pengetahuan bagi pihak yang membutuhkan.

Padang, 22 Agustus 2023

Kholil Nurseha

## ABSTRAK

Dalam lingkungan sistem tenaga listrik, kualitas pasokan listrik memiliki peran krusial dalam menjaga operasional peralatan dan mencegah kerusakan. Gangguan *undervoltage* (tegangan kurang) dan *overvoltage* (tegangan lebih) dapat mengganggu kinerja peralatan dan merusaknya. Penelitian untuk merancang Proteksi *Under* dan *Over Voltage* Relay Digital menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 untuk mengatasi masalah tersebut.

*Under* atau *over voltage* adalah tegangan turun atau naik melebihi batas yang telah ditentukan selama lebih dari 1 menit. *Undervoltage* disebabkan oleh kegagalan dalam pengaturan sistem dan beban berlebih dalam sistem. Sementara itu, *overvoltage* terjadi akibat pengaturan tap transformator yang tidak tepat dan kurangnya pembebanan dalam sistem.

Hasil data penelitian didapat bahwa pada karakteristik waktu tunda pemutusan *definite* dengan *setting* waktu 7 detik, pemutusan terjadi dalam waktu yang sama untuk gangguan *undervoltage* antara 150 Volt hingga 199 Volt dan gangguan *overvoltage* antara 220,9 Volt hingga 240 Volt. Karakteristik waktu pemutusan *instant* menunjukkan waktu pemutusan yang sangat singkat, yakni 0,1 detik. Karakteristik waktu tunda pemutusan *invers* juga berdampak pada besarnya gangguan yang terjadi. *Setting* waktu pemutusan pada karakteristik *invers* adalah 5 detik untuk pemutusan maksimal. Pada gangguan *undervoltage* 199 Volt waktu pemutusan terjadi dalam 4,87 detik, dan pada gangguan *undervoltage* 150 Volt dalam waktu 0,06 detik sementara gangguan *overvoltage* 220,90 Volt waktu pemutusan terjadi dalam 5,03 detik dan pada gangguan *overvoltage* 240 Volt dalam waktu 0,00 detik.

**Kata Kunci :** Proteksi tegangan turun, Proteksi tegangan naik, Mikrokontroler Arduino Mega 2560, Karakteristik Proteksi.

## **ABSTRACT**

In a power system environment, the quality of electricity supply plays a crucial role in maintaining equipment operation and preventing damage. Undervoltage and overvoltage disturbances can disrupt equipment performance and damage it. Research to design Digital Relay Under and Over Voltage Protection using the Arduino Mega 2560 microcontroller to overcome these problems.

Under or over voltage is a voltage drop or maik exceeding a predetermined limit for more than 1 minute. Undervoltage is caused by failures in system settings and overloads in the system. Meanwhile, overvoltage occurs due to improper transformer tap settings and lack of loading in the system.

The results of the research data show that in the definite disconnection delay time characteristics with a time setting of 7 seconds, disconnection occurs in the same time for undervoltage faults between 150 Volts to 199 Volts and overvoltage faults between 220.9 Volts to 240 Volts. The instantaneous disconnection time characteristics show a very short disconnection time of 0.1 seconds. The inverse disconnection delay time characteristic also has an impact on the magnitude of the fault that occurs. The setting of the disconnection time on the inverse characteristic is 5 seconds for maximum disconnection. In the 199 Volt undervoltage fault, the disconnection time occurs in 4.87 seconds, and on a 150 Volt undervoltage fault in 0.06 seconds while a 220.90 Volt overvoltage fault disconnection time occurs in 5.03 seconds and on a 240 Volt overvoltage fault in 0.00 seconds.

**Keywords :** Down-voltage protection, Up-voltage protection, Arduino Mega 2560 Microcontroller, Protection Characteristics.



## DAFTAR ISI

|   | Halaman                             |
|---|-------------------------------------|
| HALAMAN JUDUL   |                                     |
| HALAMAN PENGESAHAN  |                                     |
| LEMBAR PENGUJI  |                                     |
| PERSEMBAHAN   |                                     |
| LEMBAR PERNYATAAN   |                                     |
| KATA PENGANTAR  |                                     |
| ABSTRAK   |                                     |
| ABSTRACT  |                                     |
| DAFTAR ISI  | i                                   |
| DAFTAR GAMBAR   | iv                                  |
| DAFTAR TABEL  | vi                                  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>  | <b>1</b>                            |
| 1.1 Latar Belakang Masalah  | 1                                   |
| 1.2 Rumusan Masalah   | 2                                   |
| 1.3 Batasan Masalah   | 2                                   |
| 1.4 Tujuan Penelitian   | 3                                   |
| 1.5 Manfaat Penelitian  | 3                                   |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.1 Tinjauan Penelitian   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.2 Landasan Teori  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.2.1 Sistem Proteksi   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.2.2 Sistem Proteksi Listrik   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.2.3 Alat Proteksi Tegangan Lebih dan Tegangan Kurang                            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.2.4 Gejala Perubahan Tegangan   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.2.5 Prinsip Kerja Relay Proteksi  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.3 Komponen Utama Perancangan <i>Under</i> dan <i>Over Voltage</i> Relay Digital | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.3.1 Arduino Mega 2560   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.3.2 Sensor Pzem-004T  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.3.3 Modul Relay   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 2.3.4 LCD ( <i>Liquid Crystal Display</i> )   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.3.5 MCB 3 Fasa  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.3.6 Kontaktor Magnet  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.1 Alat dan Bahan Penelitian Perancangan <i>Under dan Over Voltage Relay</i> Digital Menggunakan Arduino         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.1.1 Alat Penelitian Perancangan <i>Under dan Over Voltage Relay</i> Digital Menggunakan Arduino                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.1.2 Bahan Penelitian Perancangan <i>Under dan Over Voltage Relay</i> Digital Menggunakan Arduino                | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.2 <i>Software</i> Pendukung Perancangan <i>Under dan Over Voltage Relay</i> Digital Menggunakan Arduino         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.3 Konsep Perancangan <i>Hardware</i> dan <i>Software</i>  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.3.1 Perancangan Sistem Proteksi <i>Under dan Over Voltage Relay</i> Digital Menggunakan Arduino                 | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.3.2 Perancangan <i>Software</i> Proteksi <i>Under dan Overvoltage Relay</i> Digital Menggunakan Arduino         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.4 Perancangan Konstruksi <i>Under dan Over Voltage Relay</i> Digital Menggunakan Arduino                        | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.5 Alur Penelitian Perancangan <i>Under dan Over Voltage Relay</i> Digital Menggunakan Arduino                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.6 Deskripsi Penelitian dan Analisis Perancangan <i>Under dan Over Voltage Relay</i> Digital Menggunakan Arduino | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.6.1 Deskripsi Penelitian Perancangan <i>Under dan Over Voltage Relay</i> Digital Menggunakan Arduino            | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.6.2 Analisa Perancangan <i>Under dan Over Voltage Relay</i> Digital Menggunakan Arduino                         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.7 Rumus yang digunakan Perancangan <i>Under dan Over Voltage Relay</i> Digital Menggunakan Arduino              | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.1 Pengujian <i>Under dan Over Voltage</i> Relai Digital Berbasis Arduino  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.1.1 Pengujian Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ) <i>Under dan Over Voltage</i> Relai Digital Berbasis Arduino  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

|              |   |                                     |
|--------------|---|-------------------------------------|
| 4.1.2        | Pengujian Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) <i>Under</i> dan <i>Over Voltage</i> Relai Digital Berbasis Arduino | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.1.3        | Pengujian Sistem Keseluruhan <i>Under</i> dan <i>Over Voltage</i> Relai Digital Berbasis Arduino                  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.2          | Pengambilan Data Perancangan <i>Under</i> dan <i>Over Voltage</i> Relay Digital Menggunakan Arduino               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.2.1        | Pengambilan Data <i>Under</i> dan <i>Over Voltage</i> Karakteristik Waktu Tunda Pemutusan <i>Definite</i>         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.2.2        | Pengambilan Data <i>Under</i> dan <i>Over Voltage</i> Karakteristik Waktu Pemutusan <i>Instant</i>                | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.2.3        | Pengambilan Data <i>Under</i> dan <i>Over Voltage</i> Karakteristik Waktu Tunda Pemutusan <i>Invers</i>           | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.2.4        | Analisa Perancangan <i>Under</i> dan <i>Over Voltage</i> Karakteristik Waktu Tunda Pemutusan <i>Invers</i>        | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>BAB V</b> | <b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 5.1          | Kesimpulan  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 5.2          | Saran   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arduino Mega 2560

**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.2 Sensor Pzem-004T

**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.3 Modul Relay

**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.4 LCD 20 x 4

**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.5 MCB 3 Fasa

**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.6 Kontaktor

**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.1 Arduino Mega2560

**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.2 Pzem-004T

**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.3 Modul Relay

**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.4 LCD 20 x 4

**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.5 MCB 3 Fasa

**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.6 Kontaktor Magnetik

**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.7 *Software* Arduino IDE

**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.8 Perancangan Sistem Proteksi *Under* dan *Over Voltage* Relay

Digital Menggunakan Arduino

**Error! Bookmark not**

Gambar 3.9 Blok Diagram Perancangan *Software Under dan Over Voltage* Berbasis Arduino

**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.10 Flowchart *Under dan Over Voltage* Relay Digital Menggunakan Arduino

**Error! Bookmark not**

Gambar 3.11 Konstruksi dari *Under dan Over Voltage* Relay Digital Menggunakan Arduino

**Error! Bookmark not**

Gambar 3.12 Alur Penelitian Perancangan *Under dan Over Voltage* Relay Digital Menggunakan Arduino

**Error! Bookmark not**

Gambar 4.1 Pengujian Tegangan Arduino Mega2560

**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.2 Pengujian Sensor Pzem-004T

**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.3 Pengujian Kontak Relay

**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.4 Pengujian LCD 20x4

**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.5 Pengujian MCB 3 Fasa

**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.6 Pengujian Kontaktor Magnet

**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.7 Pengujian Upload Program Ke Arduino Mega2560 Melalui Software Arduino IDE

**Erro**

**r! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 8 Pengujian Perangkat Lunak Pzem-004T dengan Arduino

**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.9 Pengujian Perangkat Lunak Modul Relay

**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.10 Pengujian Perangkat Lunak LCD

**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.11 Rangkaian Sistem Keseluruhan Perancangan *Under* dan *Over Voltage* Relay Digital Menggunakan Arduino

**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.12 Grafik Karakteristik Waktu Tunda Pemutusan *Definite*

**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.13 Grafik Karakteristik Waktu Pemutusan *Instant*

**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.14 Grafik Karakteristik Waktu Tunda Pemutusan *Invers*

**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.15 Grafik Karakteristik Waktu Tunda Pemutusan Relay Proteksi

**Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Arduino Mega2560

**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.2 Spesifikasi Pzem-004T

**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.3 Spesifikasi Modul Relay

**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.4 Spesifikasi LCD 20x4

**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.5 Spesifikasi MCB 3 Fasa

**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.6 Spesifikasi Kontaktor Magnetik

**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.1 Pengujian Tegangan tiap- tiap Pin Arduino Mega2560

**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 2 Data Hasil Uji *Under* dan *Over Voltage* Relay Digital Dengan Karakteristik Waktu Tunda Pemutusan *Definite*

**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.3 Data Hasil Uji *Under* dan *Over Voltage* Relay Digital Dengan Karakteristik Waktu Pemutusan *Instant*

**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.4 Data Hasil Uji *Under* dan *Over Voltage* Relay Digital Dengan Karakteristik Waktu Tunda Pemutusan *Invers*

**Error! Bookmark not defined.**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Dalam jaringan listrik, kualitas suplai yang optimal sangat penting. Gangguan dalam pasokan listrik dapat berdampak negatif pada performa sistem tenaga. Gangguan tersebut, seperti *overvoltage* dan *undervoltage*, memiliki potensi yang beragam. Apabila gangguan tegangan ini terhubung ke peralatan listrik atau elektronika dan melampaui batas toleransi nominalnya, bisa mengakibatkan gangguan pada kinerja atau bahkan kerusakan peralatan. [1]

*Undervoltage* atau penurunan tegangan dapat memiliki dampak yang signifikan. Pada sisi jaringan listrik, kelemahan utama dari undervoltage terletak pada potensi gangguan serius dalam transmisi dan distribusi listrik. Penurunan tiba-tiba atau berkelanjutan dalam tegangan dapat menyebabkan beban berlebih pada saluran distribusi dan peralatan transformator, menghasilkan risiko kegagalan transmisi yang berujung pada pemadaman listrik massal. Di sisi beban listrik, *undervoltage* dapat memberikan implikasi yang merugikan. Kehadiran tegangan yang rendah dapat mengakibatkan penurunan kinerja peralatan elektronik yang sensitif terhadap tegangan. Operasi yang melambat, waktu respons yang tertunda. Selain itu, terdapat potensi kerusakan perangkat keras, di mana komponen internal perangkat menjadi rentan terhadap kerusakan karena bekerja di bawah tegangan yang tidak sesuai. Kelemahan lainnya mencakup



kerentanan perangkat terhadap gangguan elektromagnetik dan fluktuasi tegangan, serta potensi penurunan kualitas output yang dihasilkan oleh peralatan.

*Overvoltage* atau kenaikan tegangan dapat menyebabkan sejumlah kelemahan yang perlu diperhatikan. Pada level jaringan listrik, *overvoltage* dapat menimbulkan dampak negatif yang signifikan. Salah satu kelemahan utamanya adalah risiko kerusakan peralatan dan infrastruktur listrik. Kenaikan tegangan yang tiba-tiba atau berlebihan dapat menyebabkan komponen internal perangkat listrik menjadi rusak atau terbakar, mengakibatkan biaya perbaikan yang tinggi dan pemadaman layanan yang tidak diinginkan. Di sisi beban listrik, *overvoltage* dapat memberikan implikasi yang serupa. Salah satu kelemahannya adalah kerentanan perangkat terhadap kerusakan. Tegangan yang melebihi batas toleransi dapat merusak komponen sensitif dalam perangkat elektronik seperti sirkuit terintegrasi, transistor, atau kapasitor. Dampaknya adalah penurunan umur perangkat, kinerja yang tidak stabil, atau bahkan kegagalan total. *Overvoltage* juga dapat menghasilkan efek yang tidak diinginkan pada peralatan seperti lampu yang terbakar lebih terang dari biasanya, mesin yang bekerja lebih cepat dari yang diinginkan.

Di Laboratorium Instalasi Sistem Tenaga Listrik, dalam mata praktikum Proteksi Sistem Tenaga Listrik, modul percobaan untuk proteksi *under* dan *over voltage* relay masih menggunakan pendekatan statis. Penerapan relay digital untuk *under* dan *over voltage* relay dapat memberikan manfaat, termasuk peningkatan akurasi deteksi gangguan, kemampuan adaptasi terhadap perubahan jaringan, serta pengurangan risiko kerusakan pada peralatan listrik.

## 1.2 Rumusan Masalah

- Bagaimana cara merancang *Under* dan *Over Voltage* Relay Digital menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560 ?
- Bagaimana proses pembacaan sensor tegangan dan penentuan kecepatan pemutusan berdasarkan karakteristik waktu tunda pada gangguan *Under* dan *Over Voltage* Relay?

### 1.3 Batasan Masalah

Agar suatu pembahasan dapat tercapai diperlukan pembatasan ruang lingkup masalah pada suatu pokok persoalan. Masalah yang akan dibahas adalah:

- Perancangan *Under* dan *Over Voltage* Relay Digital ini digunakan pada tegangan rendah 380 Volt / 220 Volt.
- Perancangan *Under* dan *Over Voltage* Relay Digital ini di implementasikan pada beban instalasi rumah tangga dengan tegangan rendah 380 Volt / 220 Volt.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah perancangan alat proteksi digital berbasis Arduino untuk melindungi peralatan elektronik dari gangguan *undervoltage* atau *overvoltage*. Alat ini diharapkan mampu mengatasi gangguan tegangan kurang dan tegangan lebih memastikan keamanan sistem kelistrikan.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari perancangan ini adalah sebagai berikut:

- Bagi penulis hasil penelitian ini diharapkan sebagai referensi mengenai proteksi tegangan menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560.
- Bagi pembaca diharapkan hasil penelitian ini sebagai bahan pengembangan pada sistem Proteksi *Under* dan *Over Voltage* Relay Digital Berbasis Arduino

