

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian dari hasil perancangan *under* dan *over voltage* relay digital maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dalam skripsi ini telah dilakukan penelitian tentang perancangan *Under* dan *Over Voltage* Digital. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem yang dapat mendeteksi dan melindungi peralatan listrik dari tegangan yang tidak sesuai, baik tegangan *under voltage* maupun tegangan *over voltage*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan Arduino Mega sebagai dasar sistem proteksi memberikan sebuah solusi yang efektif dan ekonomis.
2. Perancangan sistem proteksi ini terbukti mampu mendeteksi perubahan tegangan dengan cepat dan memberikan respons yang sesuai dengan batas setting gangguan tegangan serta waktu yang telah ditentukan. Berdasarkan data uji coba pada karakteristik waktu tunda pemutusan *definite* dengan setting waktu 7 detik, dari rentang gangguan tegangan *undervoltage* antara 150 Volt hingga 199 Volt dan rentang 220.9 Volt hingga 240 Volt untuk *overvoltage*, seluruh waktu pemutusan gangguan terjadi dalam rentang waktu 7 detik. Karakteristik waktu tunda pemutusan *instant* menunjukkan respons yang sesuai dengan waktu pemutusan yang singkat yaitu 0.1 detik, sesuai dengan data yang diperoleh. Sistem proteksi ini secara efektif memenuhi karakteristik waktu tunda pemutusan instant. Karakteristik waktu tunda pemutusan *invers* memiliki pengaruh yang tergantung pada besar gangguan yang terjadi. Pengaturan waktu pemutusan dalam karakteristik *invers* adalah 5 detik sebagai waktu pemutusan maksimal. Data menunjukkan bahwa pada gangguan *undervoltage* dengan tegangan 199 Volt, waktu pemutusan adalah 4.87 detik, sedangkan pada gangguan *overvoltage* 240 Volt, waktu pemutusan mencapai 0.00 detik.

5.2 Saran

Saran yang ingin mengembangkan penelitian ini:

1. Menambahkan sistem komunikasi jarak jauh, seperti pengiriman notifikasi melalui sms atau aplikasi seperti telegram, ketika terjadinya gangguan sehingga memberikan fleksibilitas atau pemantauan real time bagi pengguna.
2. Menambahkan fitur rekam data yang dapat merekam riwayat gangguan tegangan, sehingga dapat membantu dalam menganalisis dan memahami pola gangguan yang mungkin terjadi.
3. Mengaplikasikan sistem proteksi ini diintegrasikan dengan sumber energi terbarukan seperti panel surya atau turbin angin, dikarenakan fluktuasi tegangan lebih dapat lebih sering terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. S. Wijaya, “Sistem Simulasi Kontrol Relay Proteksi Over Voltage,” Jul 2018, [Daring]. Tersedia pada:
<https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/8956>
- [2] Hariyanto, “Perancangan Alat Proteksi Tegangan Listrik Berlebih dan Menurun pada Jaringan Distribusi Tegangan Rendah,” *J. Elektron. List. dan Teknol. Inf. Terap.*, vol. 2, no. 2, hal. 46–52, 2021, doi: 10.37338/e.v2i2.151.
- [3] K. Widarsono, M. Jauhari, dan A. L. Dzuhuri, “Relay Protection of Over Voltage, Under Voltage and Unbalance Voltage Magnitude Based on Visual Basic Using Arduino Mega,” *Semin. MASTER*, vol. 3, no. 2, hal. 39–48, 2019, [Daring]. Tersedia pada:
<http://journal.ppns.ac.id/index.php/SeminarMASTER>
- [4] A. Widianoro, D. Songgo P, dan A. N. Hidayat, “Rancang Bangun Sistem Proteksi Arus Listrik Dan Tegangan Pada Kabel Line Listrik Berbasis Mikrokontroller Arduino Mega,” *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer TRIAC*, vol. 5, no. 1. 2018. doi: 10.21107/triac.v5i1.3838.
- [5] B. M. Arsyad, A. Sofwan, dan A. Nugroho, “Perancangan Sistem Kontrol Over/Under Voltage Relay Berbasis Mikrokontroler Pada Saluran Tegangan 220Vac,” *Transmisi*, vol. 21, no. 1, hal. 25, 2019, doi: 10.14710/transmisi.21.1.25-32.
- [6] R. F. Firdaus, “Pemrograman Prototype Penstabil Tegangan Untuk Mengatasi Gangguan Over-Under Voltage Menggunakan Arduino,” vol. 10, hal. 153–161, 2021.
- [7] F. G. Siringoringo, A. Sofwan, dan A. Nugroho, “OVER / UNDER VOLTAGE RELAY MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER PADA TEGANGAN 1 PHASA 220VAC,” vol. 8, no. 1, hal. 93–100, 2019.

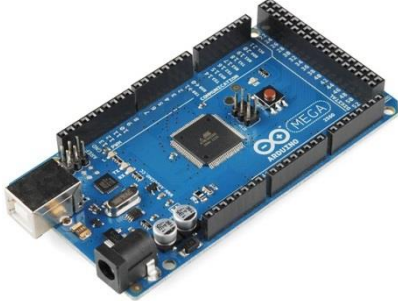



- [8] A. Azis dan I. K. Febrianti, “ANALISIS SISTEM PROTEKSI ARUS LEBIH PADA PENYULANG CENDANA GARDU INDUK BUNGARAN PALEMBANG,” *J. Ampere*, vol. 4, no. 2, hal. 332, Des 2019, doi: 10.31851/ampere.v4i2.3468.
- [9] R. T. Jurnal, “ANALISA NILAI SAIDI SAIFI SEBAGAI INDEKS KEANDALAN PENYEDIAAN TENAGA LISTRIK PADA PENYULANG CAHAYA PT. PLN (PERSERO) AREA CIPUTAT,” *Energi & Kelistrikan*, vol. 10, no. 1, hal. 70–77, Feb 2019, doi: 10.33322/energi.v10i1.330.
- [10] S. SYAHRIAL, K. SAWITRI, dan P. GEMAHAPSARI, “Studi Keandalan Ketersediaan Daya Pembangkit Listrik pada Jaringan Daerah ‘X,’” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 5, no. 1, hal. 93, Mar 2018, doi: 10.26760/elkomika.v5i1.93.
- [11] B. Kilis dan C. Mamahit, “Penerapan Sistem Proteksi Arus Bocor pada Instalasi Listrik Rumah Tinggal,” *J. EDUNITRO J. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 2, hal. 43–52, Apr 2022, doi: 10.53682/edunitro.v1i2.2650.
- [12] I. N. Sunaya dan I. G. S. Widharma, “Analisis Koordinasi Over Current Relay Dan Ground Fault Relay Terhadap Keandalan Sistem,” *J. Ilm. Vastuwidya*, vol. 3, no. 1, hal. 30–40, Jun 2020, doi: 10.47532/jiv.v3i1.98.
- [13] W. F. Galla, A. S. Sampeallo, dan J. I. Daris, “ANALISIS GANGGUAN HUBUNG SINGKAT PADA SALURAN UDARA 20 KV DI PENYULANG NAIONI PT. PLN (PERSERO) ULP KUPANG UNTUK MENENTUKAN KAPASITAS PEMUTUSAN FUSE CUT OUT MENGGUNAKAN ETAP 12.6,” *J. Media Elektro*, hal. 101–112, Okt 2020, doi: 10.35508/jme.v0i0.3208.
- [14] A. Pangestu, S. Hardi, dan R. Rohana, “PENGARUH SAMBARAN PETIR TERHADAP KINERJA RELE JARAK DALAM MENENTUKAN TITIK GANGGUAN PADA SALURAN TRANSMISI,” *J. Darma Agung*,

vol. 30, no. 3, hal. 564, Nov 2022, doi: 10.46930/ojsuda.v30i3.2270.

- [15] Y. Martin, D. C. Riawan, dan S. Soediby, “Desain Perangkat Ride-through pada Bus Dc Variable Speed Drive untuk Menanggulangi Terjadinya Trip pada Saat Timbulnya Gangguan Dip Tegangan yang Berat,” *J. Tek. ITS*, vol. 12, no. 1, Mei 2023, doi: 10.12962/j23373539.v12i1.110609.

LAMPIRAN

Katalog Alat Pada Perancangan *Under dan Over Voltage Relay Digital*
Menggunakan Arduino

No	Nama	Gambar	Jumlah
1	Arduino Mega 2560		1 Unit
2.	Pzem-004T		3 Unit
3	Modul Relay 2 Channel		1 Unit
4	LCD 20x4		1 Unit

5	MCB 3 Fasa		1 Unit
6	Kontaktor Magnet		1 Unit

Program Arduino IDE dari Proteksi *Under* dan *Over Voltage* Relay Digital
Menggunakan Arduino

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <PZEM004Tv30.h>
#include <Wire.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);
PZEM004Tv30 pzem1(Serial3);
PZEM004Tv30 pzem2(Serial2);
PZEM004Tv30 pzem3(Serial1);
int relay1=2;

char array1[] = "  RELAY PROTEKSI";
char array2[] = "UNDER & OVER VOLTAGE";
char array3[] = "KARAKTERISTIK WAKTU";
char array4[] = " PEMUTUSAN DEFINITE";

void setup(){
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(20,4);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
```



```

    lcd.setCursor(0,0);lcd.print(array1);
    lcd.setCursor(0,1);lcd.print(array2);
    lcd.setCursor(0,2);lcd.print(array3);
    lcd.setCursor(0,3);lcd.print(array4);
    delay(5000);
    lcd.clear();
    pinMode(2, OUTPUT);
    digitalWrite(relay1, HIGH);
}

void loop(){
    float voltage = pzem1.voltage();
    float voltage1 = pzem2.voltage();
    float voltage2 = pzem3.voltage();
    float TNB = 200;
    float TNT = 220;
    float G_MinUV = 200;
    float G_MaxUV = 150;
    float G_MinOV = 220;
    float G_MaxOV = 240;
    float T_MAX = 7;
    float WT;

    Serial.print("Tegangan R:"); Serial.print(voltage);
    Serial.print("V");
    Serial.print("Tegangan S:"); Serial.print(voltage1);
    Serial.print("V");
    Serial.print("Tegangan T:"); Serial.print(voltage2);
    Serial.print("V");

    lcd.setCursor(0,0);lcd.print("VOLTAGE R:");
    lcd.print(voltage);lcd.print("V");
    lcd.setCursor(0,1);lcd.print("VOLTAGE S:");
    lcd.print(voltage1);lcd.print("V");
    lcd.setCursor(0,2);lcd.print("VOLTAGE T:");
    lcd.print(voltage2);lcd.print("V");

    Serial.println();

    if(voltage < G_MaxUV){
        float WT_UV = 7;

        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,0);lcd.print("VOLTAGE R :");
        lcd.print(voltage);lcd.print("v");

```

```

    lcd.setCursor(0,1);lcd.print("Under Voltage");
    lcd.setCursor(0,2);lcd.print("Fault");
    lcd.setCursor(0,3);lcd.print(WT_UV);
    float WT_UV_ms = WT_UV * 1000;
    delay (WT_UV_ms);
    float voltage3 = pzem1.voltage();
    if (voltage3 <= G_MinUV){
        lcd.setCursor(6,3);lcd.print("Relay Open");
        digitalWrite(relay1,LOW);
        delay(8000);
    }
}
if(voltage1 < G_MaxUV){
    float WT_UV = 7;

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);lcd.print("VOLTAGE S :");
    lcd.print(voltage1);lcd.print("v");
    lcd.setCursor(0,1);lcd.print("Under Voltage");
    lcd.setCursor(0,2);lcd.print("Fault");
    lcd.setCursor(0,3);lcd.print(WT_UV);
    float WT_UV_ms = WT_UV * 1000;
    delay (WT_UV_ms);
    float voltage4 = pzem2.voltage();
    if (voltage4 <= G_MinUV){
        lcd.setCursor(6,3);lcd.print("Relay Open");
        digitalWrite(relay1,LOW);
        delay(8000);
    }
}
if(voltage2 < G_MaxUV){
    float WT_UV = 7;

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);lcd.print("VOLTAGE T :");
    lcd.print(voltage2);lcd.print("v");
    lcd.setCursor(0,1);lcd.print("Under Voltage");
    lcd.setCursor(0,2);lcd.print("Fault");
    lcd.setCursor(0,3);lcd.print(WT_UV);
    float WT_UV_ms = WT_UV * 1000;
    delay (WT_UV_ms);
    float voltage5 = pzem3.voltage();
    if (voltage5 <= G_MinUV){
        lcd.setCursor(6,3);lcd.print("Relay Open");
        digitalWrite(relay1,LOW);

```

```

        delay(8000);
    }
}

else if ((voltage >= TNB) && (voltage <= TNT) && (voltage1 >=
TNB) && (voltage1 <= TNT) && (voltage2 >= TNB) && (voltage2 <=
TNT)){
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,3); lcd.print("Normal Voltage");
    digitalWrite(relay1, HIGH);
}

else if(voltage < TNB){
    float jarak_gangguan_UV = voltage - G_MaxUV;
    float kaliTMax_UV = T_MAX * jarak_gangguan_UV;
    float koefisien_UV = G_MinUV - G_MaxUV;
    float WT_UV = 7;

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);lcd.print("VOLTAGE R :");
    lcd.print(voltage);lcd.print("v");
    lcd.setCursor(0,1);lcd.print("Under Voltage");
    lcd.setCursor(0,2);lcd.print("Fault");
    lcd.setCursor(0,3);lcd.print(WT_UV);
    float WT_UV_ms = WT_UV * 1000;
    delay (WT_UV_ms);
    float voltage3 = pzem1.voltage();
    if (voltage3 <= G_MinUV){
        lcd.setCursor(6,3);lcd.print("Relay Open");
        digitalWrite(relay1,LOW);
        delay(8000);
    }
}

else if(voltage1 < TNB){
    float jarak_gangguan_UV = voltage1 - G_MaxUV;
    float kaliTMax_UV = T_MAX * jarak_gangguan_UV;
    float koefisien_UV = G_MinUV - G_MaxUV;
    float WT_UV = 7;

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);lcd.print("VOLTAGE S :");
    lcd.print(voltage1);lcd.print("v");
    lcd.setCursor(0,1);lcd.print("Under Voltage");
    lcd.setCursor(0,2);lcd.print("Fault");

```

```

    lcd.setCursor(0,3);lcd.print(WT_UV);
    float WT_UV_ms = WT_UV * 1000;
    delay (WT_UV_ms);
    float voltage4 = pzem2.voltage();
    if (voltage4 <= G_MinUV){
        lcd.setCursor(6,3);lcd.print("Relay Open");
        digitalWrite(relay1,LOW);
        delay(8000);
    }
}

else if(voltage2 < TNB){
    float jarak_gangguan_UV = voltage2 - G_MaxUV;
    float kaliTMax_UV = T_MAX * jarak_gangguan_UV;
    float koefisien_UV = G_MinUV - G_MaxUV;
    float WT_UV = 7;

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);lcd.print("VOLTAGE T :");
    lcd.print(voltage2);lcd.print("v");
    lcd.setCursor(0,1);lcd.print("Under Voltage");
    lcd.setCursor(0,2);lcd.print("Fault");
    lcd.setCursor(0,3);lcd.print(WT_UV);
    float WT_UV_ms = WT_UV * 1000;
    delay (WT_UV_ms);
    float voltage5 = pzem3.voltage();
    if (voltage5 <= G_MinUV){
        lcd.setCursor(6,3);lcd.print("Relay Open");
        digitalWrite(relay1,LOW);
        delay(8000);
    }
}

if(voltage > G_MaxOV){
    float WT_OV = 7;

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);lcd.print("VOLTAGE R :");
    lcd.print(voltage);lcd.print("v");
    lcd.setCursor(0,1);lcd.print("Over Voltage");
    lcd.setCursor(0,2);lcd.print("Fault");
    lcd.setCursor(0,3);lcd.print(WT_OV);
    float WT_OV_ms = WT_OV * 1000;
    delay (WT_OV_ms);
    float voltage3 = pzem1.voltage();

```

```

    if (voltage3 >= G_Min0V){
        lcd.setCursor(6,3);lcd.print("Relay Open");
        digitalWrite(relay1,LOW);
        delay(8000);
    }
}

if(voltage1 > G_Max0V){
    float WT_OV = 7;

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);lcd.print("VOLTAGE S :");
    lcd.print(voltage1);lcd.print("v");
    lcd.setCursor(0,1);lcd.print("Over Voltage");
    lcd.setCursor(0,2);lcd.print("Fault");
    lcd.setCursor(0,3);lcd.print(WT_OV);
    float WT_OV_ms = WT_OV * 1000;
    delay (WT_OV_ms);
    float voltage4 = pzem2.voltage();
    if (voltage4 >= G_Min0V){
        lcd.setCursor(6,3);lcd.print("Relay Open");
        digitalWrite(relay1,LOW);
        delay(8000);
    }
}

if(voltage2 > G_Max0V){
    float WT_OV = 7;

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);lcd.print("VOLTAGE T :");
    lcd.print(voltage2);lcd.print("v");
    lcd.setCursor(0,1);lcd.print("Over Voltage");
    lcd.setCursor(0,2);lcd.print("Fault");
    lcd.setCursor(0,3);lcd.print(WT_OV);
    float WT_OV_ms = WT_OV * 1000;
    delay (WT_OV_ms);
    float voltage5 = pzem3.voltage();
    if (voltage5 >= G_Min0V){
        lcd.setCursor(6,3);lcd.print("Relay Open");
        digitalWrite(relay1,LOW);
        delay(8000);
    }
}

```

```

else if(voltage > TNT) {
    float jarak_gangguan_OV = G_MaxOV - voltage;
    float kaliTMax_OV = T_MAX * jarak_gangguan_OV;
    float koefisien_OV = G_MaxOV - G_MinOV;
    float WT_OV = 7;

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);lcd.print("VOLTAGE R :");
lcd.print(voltage);lcd.print("v");
    lcd.setCursor(0,1);lcd.print("Over Voltage");
    lcd.setCursor(0,2);lcd.print("Fault");
    lcd.setCursor(0,3);lcd.print(WT_OV);
    float WT_OV_ms = WT_OV * 1000;
    delay (WT_OV_ms);
    float voltage3 = pzem1.voltage();
    if (voltage3 >= G_MinOV){
        lcd.setCursor(6,3);lcd.print("Relay Open");
        digitalWrite(relay1,LOW);
        delay(8000);
    }
}
else if(voltage1 > TNT) {
    float jarak_gangguan_OV = G_MaxOV - voltage1;
    float kaliTMax_OV = T_MAX * jarak_gangguan_OV;
    float koefisien_OV = G_MaxOV - G_MinOV;
    float WT_OV = 7;

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);lcd.print("VOLTAGE S :");
lcd.print(voltage1);lcd.print("v");
    lcd.setCursor(0,1);lcd.print("Over Voltage");
    lcd.setCursor(0,2);lcd.print("Fault");
    lcd.setCursor(0,3);lcd.print(WT_OV);
    float WT_OV_ms = WT_OV * 1000;
    delay (WT_OV_ms);
    float voltage4 = pzem2.voltage();
    if (voltage4 >= G_MinOV){
        lcd.setCursor(6,3);lcd.print("Relay Open");
        digitalWrite(relay1,LOW);
        delay(8000);
    }
}
else if(voltage2 > TNT) {
    float jarak_gangguan_OV = G_MaxOV - voltage2;
    float kaliTMax_OV = T_MAX * jarak_gangguan_OV;

```

```

float koefisien_OV = G_MaxOV - G_MinOV;
float WT_OV = 7;

lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);lcd.print("VOLTAGE T :");
lcd.print(voltage2);lcd.print("v");
lcd.setCursor(0,1);lcd.print("Over Voltage");
lcd.setCursor(0,2);lcd.print("Fault");
lcd.setCursor(0,3);lcd.print(WT_OV);
float WT_OV_ms = WT_OV * 1000;
delay (WT_OV_ms);
float voltage5 = pzem3.voltage();
if (voltage5 >= G_MinOV){
  lcd.setCursor(6,3);lcd.print("Relay Open");
  digitalWrite(relay1,LOW);
  delay(8000);
}
}
}

```