

RANCANGAN MONITORING DAN PROTEKSI TEGANGAN DAN ARUS LEBIH PADA PERALATAN VERY HIGH FREQUENCY AIR TO GROUND (VHF-A/G) DI PERUM LPPNPI SURABAYA

Melati Lauranza Br. Tamba¹, Catra Indra Cahyadi², Said Hafas³

melatitamba301203@gmail.com¹, catraindracahyadi@gmail.com², saidhafas75@gmail.com³

Politeknik Penerbangan Medan

ABSTRAK

Very High Frequency Air to Ground (VHF-A/G) di Bandara Juanda, Surabaya sering mengalami kerusakan karena terjadinya lonjakan arus yang disebabkan oleh pemadaman listrik berkala. Tegangan yang stabil merupakan salah satu faktor penting dalam sistem operasi suatu peralatan. Dalam peralatan Communication, Navigation, Surveillance, dan Data processing (CNSD) juga memerlukan suatu input tegangan, Input tegangan yang digunakan berupa input yang diberikan oleh pihak Main Power House (MPH), dimana setiap bulannya Main Power House (MPH) melakukan pemadaman berkala setiap satu bulan sekali, Pemadaman berkala ini berdampak pada sistem input tegangan peralatan Communication, Navigation, Surveillance dan Data processing (CNSD). Ketika listrik kembali dinyalakan input tegangan pada peralatan mengalami perubahan tegangan yang tidak stabil. Peralatan ini dirancang untuk membantu mengatasi permasalahan yang ada, dimana peralatan dirancang menggunakan Arduino UNO dengan dukungan sensor PZEM-004T sebagai media pendeteksi tegangan dan arus yang mengalir pada peralatan. Perancangan peralatan ini berfungsi untuk memutuskan arus dan tegangan pada peralatan ketika input tegangan dan arus pada peralatan melewati batas normal.

Kata Kunci: Arduino UNO, Sensor PZEM-004T, Pemantauan Tegangan.

ABSTRACT

Very High Frequency Air to Ground (VHF-A/G) at Juanda Airport, Surabaya often experiences malfunctions due to power surges caused by periodic power outages. Stable voltage is an important factor in the operating system of equipment. Communication, Navigation, Surveillance and Data processing (CNSD) equipment also requires a voltage input. The voltage input used is input provided by the Main Power House (MPH), where every month the Main Power House (MPH) carries out periodic blackouts every Once a month, these periodic blackouts have an impact on the voltage input system of the Communications, Navigation, Surveillance and Data Processing (CNSD) equipment. When the power is turned on again, the input voltage on the equipment experiences unstable voltage changes. This equipment is designed to help overcome existing problems, where the equipment is designed to use Arduino UNO with the support of the PZEM-004T sensor as a medium for detecting voltage and current flowing through the equipment. The design of this equipment functions to cut off the current and voltage on the equipment when the input voltage and current on the equipment exceeds normal limits

Keywords: VHF-A/G, CNSD Equipment, Arduino UNO.

PENDAHULUAN

Untuk memastikan keselamatan penerbangan tetap terlaksana dari tahun ke tahun maka dibutuhkannya SDM yang unggul. Oleh karena itu, diharapkan Taruna sebagai calon teknisi penerbangan dapat menguasai peralatan pendukung fasilitas keselamatan penerbangan. Maka dari itu, pelaksanaan On Job Training (OJT) merupakan kewajiban bagi taruna/i Program Studi Teknik Telekomunikasi dan Navigasi Udara, sebagaimana tercantum dalam PM No. 87 Tahun 2021 Tentang Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 69 (Civil Aviation Safety Regulation Part 69) Tentang Lisensi, Rating, Pelatihan

Dan Kecakapan Personil Navigasi Penerbangan (PM No.87.,2021).

Perum LPPNPI Cabang Surabaya adalah salah satu bandara tersibuk di Indonesia dimana penulis berkesempatan untuk melaksanakan kegiatan On The Job Training. Kegiatan On The Job Training adalah kegiatan yang merupakan salah satu metode pelatihan yang efektif untuk Taruna mengembangkan kompetensi dan memberikan kesempatan bagi Taruna untuk belajar secara langsung di lingkungan kerja bandara dan menerapkan pengetahuan dan keterampilan yang telah mereka pelajari di kelas.

Berdasarkan kegiatan On The Job Training penulis terdapat sebuah permasalahan yang terjadi, dimana pada laporan kegiatan harian teknisi CNSD Perum LPPNPI cabang Surabaya tanggal 25 November 2023 Sarana radio komunikasi yang bekerja pada range Very High Frequency (VHF) 125.1 Mhz mengalami kerusakan. Peralatan Very High Frequency Air to Ground (VHF- A/G) pada awalnya beroperasi dengan normal pada kondisi input tegangan dan arus yang stabil (210-240 VAC dan 2 A) (T6T Transmitter User Guide, 1999). Namun, dikarenakan pemadaman listrik berkala yang dilakukan oleh pihak MPH Bandar Udara Internasional Juanda yang dapat mengakibatkan rusaknya peralatan VHF- A/G, Di mana ketika peralatan di aktifkan kembali pasca pemadaman, peralatan tidak dapat menyala dan menyebabkan peralatan tidak dapat beroperasi, kerusakan peralatan akan berdampak pada komunikasi antara ATC di Perum LPPNPI cabang Surabaya dan pilot terganggu.

Tegangan yang tidak stabil dapat menyebabkan berbagai permasalahan dalam operasi sistem tenaga listrik, termasuk di jaringan distribusi tegangan rendah. Efek tegangan yang tidak stabil bagi peralatan-peralatan listrik antara lain, menyebabkan berkurangnya kinerja, mengurangi umur, mengurangi akurasi peralatan instrumentasi dan bahkan dapat merusak peralatan jika berlangsung dalam waktu yang lama (Soedjarwanto, 2017).

Penggunaan energi listrik tinggi yang terjadi pada alat-alat elektronik terletak pada saat pertama kali alat elektronik tersebut dinyalakan, Hal ini disebabkan karena adanya penarikan arus yang sangat tinggi oleh alat listrik saat menyala yang disambungkan langsung ke sumber listrik AC 220 volt. Peristiwa ini dikhawatirkan dapat menyebabkan beberapa komponen pada peralatan elektronik tersebut cepat rusak karena lonjakan arus awal yang tiba-tiba (Fia Zulfa Mumtaza, 2019).

Berdasarkan Manual Book Peralatan VHF-A/G modul regulator memiliki output tegangan sebesar +15VDC, +5VDC, -5VDC (T6T VHF 100 W Transmitter User Documentation, 2005)(T6T Transmitter User Guide, 1999). Setelah dilakukan pengecekan pada modul Regulator, Nilai Output mengalami penurunan hingga 0.009 VDC (rusak). Pada permasalahan ini teknisi menduga bahwa kerusakan pada peralatan disebabkan oleh fluktuasi tegangan akibat dari pemadaman listrik. Untuk menjaga keamanan dan keandalan sistem navigasi udara, diperlukan sistem proteksi dan monitoring yang efektif untuk mendeteksi dan mencegah gangguan arus dan tegangan berlebih. Sistem proteksi ini harus mampu memisahkan bagian sistem yang mengalami gangguan dengan cepat dan tepat untuk meminimalkan kerusakan dan mencegah terjadinya kecelakaan.

Memperkenalkan konsep proteksi dan monitoring arus dan tegangan berlebih kepada Taruna Poltekbang Medan melalui media pembelajaran yang inovatif memiliki beberapa manfaat, di antaranya:

- a. Meningkatkan pemahaman: Media pembelajaran yang menarik dan interaktif dapat membantu untuk lebih memahami konsep-konsep abstrak seperti proteksi dan monitoring arus dan tegangan berlebih.
- b. Mengembangkan keterampilan abad ke-21: Media pembelajaran yang inovatif dapat membantu untuk mengembangkan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis,

- pemecahan masalah, komunikasi, dan kolaborasi.
- c. Meningkatkan motivasi belajar: Media pembelajaran yang menarik dan interaktif dapat meningkatkan motivasi belajar dan membuat proses belajar lebih menyenangkan.
 - d. Mempersiapkan Taruna untuk dunia kerja: Media pembelajaran yang inovatif dapat membantu untuk mempersiapkan diri untuk memasuki dunia kerja dengan memberikan mereka pengalaman belajar yang realistis dan relevan

Berdasarkan pengalaman tersebut, maka penulis akan membuat rancangan peralatan yang difungsikan untuk mengatasi permasalahan dengan judul “Rancangan Monitoring Proteksi Tegangan dan Arus Berlebih pada Peralatan Very High Frequency (VHF) Berbasis Mikrokontroler di Perum LPPNPI Surabaya”.

METODOLOGI

Hakikat Metode penelitian merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data/informasi sebagaimana adanya dan bukan sebagaimana seharusnya, dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Terdapat empat kata kunci yang perlu diperhatikan yaitu cara ilmiah, data, tujuan, kegunaan tertentu. Metode penelitian yang digunakan oleh penulis adalah metode Design & Development (D&D), Metode penelitian ini mempelajari mengenai desain, pengembangan, dan evaluasi untuk mendapatkan suatu dasar yang empiris untuk membuat produk yang digunakan dalam kegiatan akademik dan non-akademik dan mengembangkan metode yang dapat mengukur kedua hal tersebut, sehingga model ini dapat disebutkan sebagai penelitian untuk menguji, mencoba, dan memvalidasi produk yang akan dibuat. Karakteristik dari metode design & development (D&D) ini dapat menggunakan berbagai metode yang ada, baik kuantitatif maupun kualitatif yang mana hal tersebut diserahkan kembali kepada peneliti terkait metode apa yang akan digunakannya (Hardani, S.Pd. et al., 2020) (Somantri, 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

1. Instalasi Perangkat Keras

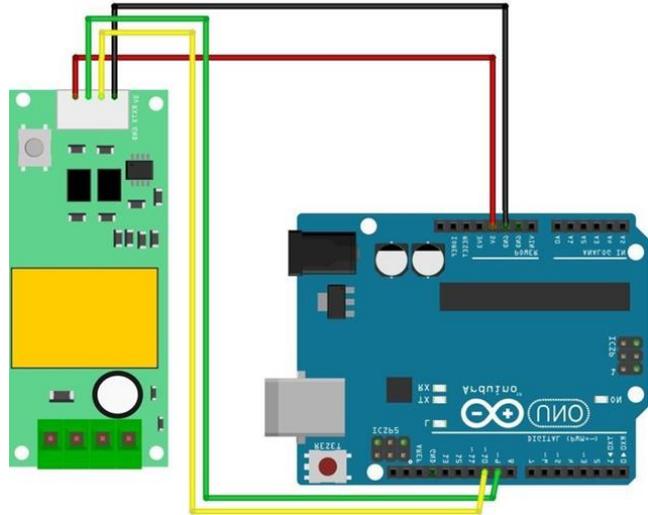
Tahap-tahap yang dilakukan dalam proses perancangan peralatan alat meliputi :

- a. Menghubungkan pin modul sensor PZEM-004t pada Arduino Uno dan kabel listrik dengan konfigurasi pin sebagai berikut :

Tabel 1 Koneksi Pin PZEM-004T ke Arduino UNO

Pin Sensor PZEM-004t	Pin Arduino UNO
VCC	+5 VDC
RX	2
TX	3
GND	GND

Gambar 1 Koneksi Arduino UNO ke PZEM004t



Menghubungkan pin modul sensor PZEM-004t pada objek lain dengan konfigurasi sebagai berikut :

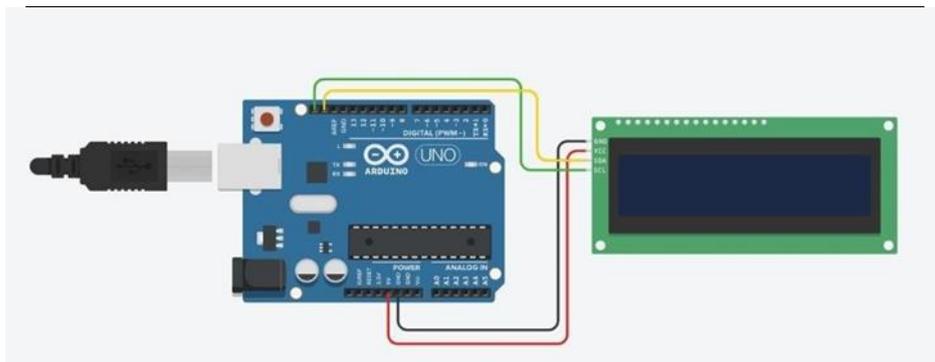
Tabel 2 Koneksi Sensor PZEM-004T ke Sumber Listrik dan Sensor Arus

Pin Sensor PZEM-004t	Perangkat Hardware Lain
1	Sensor Arus
2	Sensor Arus
3	Netral
4	Load

b. Menghubungkan pin modul LCD I2C pada Arduino Uno dengan konfigurasi pin sebagai berikut :

Tabel 3 Koneksi Pin I2C ke Arduino UNO

Pin I2C	Pin Arduino Uno
SCL	SCL
SDA	SDA
VCC	VIN +5 VDC
GND	GND

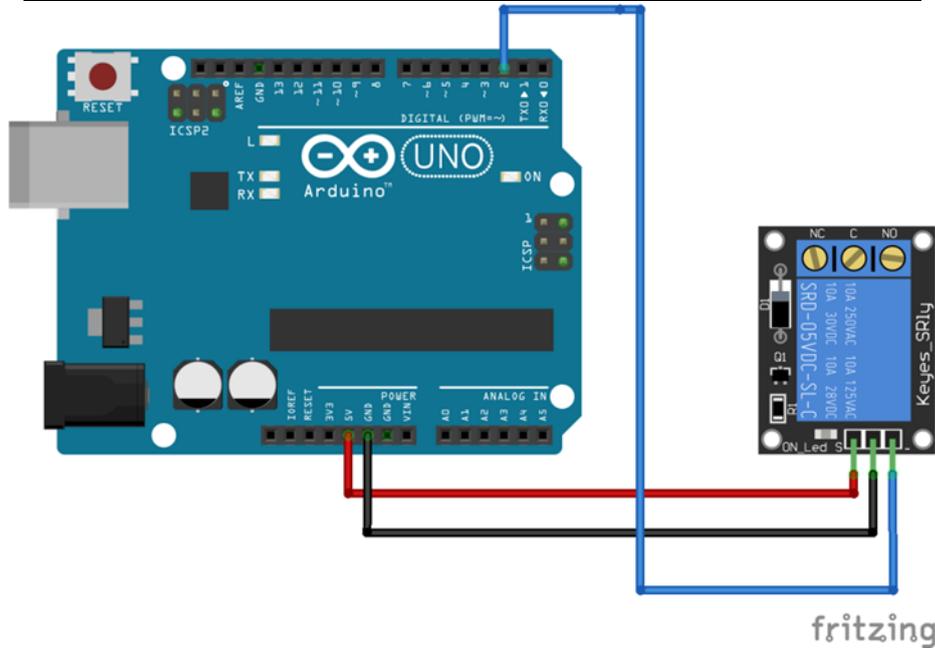


Gambar 2 Koneksi LCD I2C ke Arduino

c. Menghubungkan pin modul Relay pada Arduino Uno dan kabel listrik yang terhubung ke objek dengan konfigurasi sebagai berikut :

Tabel 4 Koneksi Pin Relay ke Arduino UNO

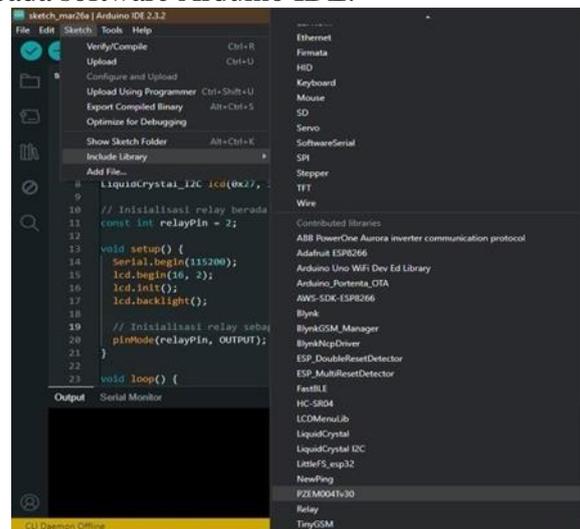
Pin Relay	Pin Arduino Uno
VCC	VIN +5 VDC
GND	GND
IN	4



Gambar 3 Koneksi Arduino UNO ke Relay

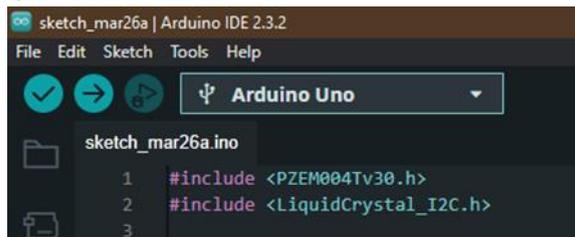
2. Pembahasan Software dan Kode Program

Pada proses instalasi perangkat lunak, Arduino IDE berperan sebagai penyusun skrip coding yang digunakan untuk mengontrol modul-modul yang terhubung pada Arduino UNO. Modul yang terhubung ke perangkat Arduino UNO akan berjalan sesuai perintah yang telah dituliskan pada software Arduino IDE.



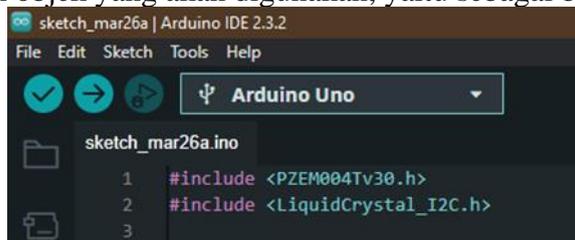
Gambar 4 Tampilan Instalasi Library

1. Tahapan awal dari pembuatan skrip program adalah menginstal Library dari perangkat yang akan digunakan dalam proyek. Library yang diinstal pada proyek ini yaitu antara lain Library PZEM004Tv30, dan Library LiquidCrystal_I2C. Berikut merupakan cara penginstalan Library di Arduino IDE :
 - a. Buka menu “sketch” pada software Arduino IDE, kemudian pilih menu “Include Library”.
 - b. Kemudian cari Library yang dibutuhkan, yaitu PZEM004Tv30
 - c. Kemudian ulangi langkah “a” dan kemudian cari Library lainnya, yaitu LiquidCrystal_I2C.



Gambar 5 Tampilan Library sudah terinstal

2. Mendeklarasikan objek yang akan digunakan, yaitu sebagai berikut :



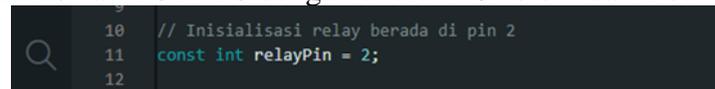
Gambar 6 Deklarasi PZEM004Tv30

Mendeklarasikan pin 9 arduino dan TX dengan pin 10 Arduino.



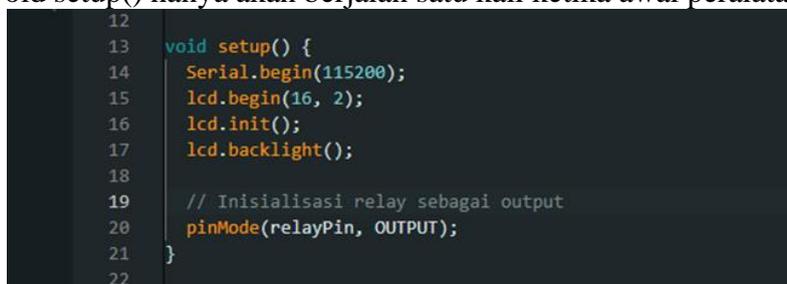
Gambar 7 Deklarasi LCD I2C 16x2

Mendeklarasikan LCD I2C dengan ukuran 16 kolom dan 2 baris (16x2).



Gambar 4. 8 Deklarasi Relay

3. Membuat void setup() yang digunakan untuk inisialisasi awal pada program arduino. Fungsi void setup() hanya akan berjalan satu kali ketika awal peralatan dinyalakan.



Gambar 9 Tampilan Void Setup()

Menginisialisai komunikasi serial pada program Arduino dengan baudrate 115200 bps. Kemudian menginisialisasikan bahwa LCD yang digunakan memiliki spesifikasi 16x2 dan dilakukan pengaktifan backlight untuk memastikan bahwa data yang akan ditampilkan

pada LCD akan terlihat jelas. Dan kemudian menginisialisasikan bahwa relayPin sebagai output dari pin 2.

4. Membuat void loop() yang berfungsi untuk menjalankan program secara berulang (looping) pada saat peralatan aktif.

```
23 void loop() {  
24 // Membaca data dari sensor PZEM 004T  
25 float voltage = pzem.voltage();  
26 float current = pzem.current();  
27
```

Gambar 10 Tampilan Void Loop() dan pembacaan sensor PZEM004Tv30

Pada skrip tersebut, Arduino UNO akan membaca data dari sensor PZEM004Tv30 berupa tegangan dan arus sesuai dengan perintah yang dituliskan pada Arduino IDE.

```
29 lcd.setCursor(0, 0);  
30 lcd.print("V:");  
31 lcd.print(voltage);  
32 lcd.print("V");
```

- 5.

Gambar 11 Perintah LCD Menampilkan Nilai Voltage

Pada skrip ini Arduino IDE memberikan perintah pada LCD untuk menampilkan objek pada kolom "0" dan baris "0". LCD menampilkan tulisan "V:" sebagai simbol dari Voltage dan kemudian memerintahkan menampilkan nilai pembacaan dari "Voltage" dengan satuan "V".

```
34 lcd.setCursor(1, 0);  
35 lcd.print("I:");  
36 lcd.print(current);  
37 lcd.print("A");  
38
```

- 6.

Gambar 12 Perintah LCD Menampilkan Nilai Current

Pada skrip ini Arduino IDE memberikan perintah pada LCD untuk menampilkan objek pada baris "1" dan kolom "0". LCD menampilkan tulisan "I:" sebagai simbol dari Current dan kemudian memerintahkan menampilkan nilai pembacaan dari "Current" dengan satuan "A".

```
39 // Memutuskan tegangan dan arus ketika arus mencapai batas  
40 if (voltage > 200 && current > 3) {  
41 digitalWrite(relayPin, HIGH);  
42 } else {  
43 digitalWrite(relayPin, LOW);  
44 }  
45 // Delay sebentar  
46 delay(1000);  
47
```

- 7.

Gambar 13 Perintah Relay ketika tegangan dan Arus Mencapai Batas

Pada skrip ini Arduino IDE memberikan perintah pada relay ketika pembacaan "Voltage > 200 (sesuai kebutuhan kondisi)" dan juga "Current

> 3 (sesuai kebutuhan kondisi)" maka "relayPin" akan berada pada kondisi "HIGH" atau terputus. Sebaliknya, Jika "Voltage < 200" dan "Current < 3" maka "relayPin" dalam kondisi "LOW" atau terhubung. Pada skrip ini relay diberikan perintah untuk bekerja dengan delay 1000 ms atau 1 s untuk memutuskan dan menghubungkan kembali arus listrik ke objek peralatan. (batas maksimal pada peralatan dapat diatur berdasarkan kebutuhan spesifikasi peralatan pengujian).

Pembahasan Hasil Penelitian

1. Tujuan Pengujian Alat

Tujuan dilakukannya pengujian adalah dapat mengetahui kinerja dari peralatan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat sensitifitas pada peralatan terhadap Over Voltage. Dengan dilakukan pengujian alat, hasil dari uji coba peralatan mampu bekerja dengan normal pada tegangan yang telah ditentukan.

2. Hasil Pengujian

Dalam sistem kerja peralatan membutuhkan input tegangan 5 VDC sebagai input tegangan normal dan 7-12 VDC sebagai input tegangan limit. Dimana ketika arduino mendapatkan tegangan maka arduino akan memberikan tegangan pada komponen yang telah terhubung pada arduino. Dan pada rancangan peralatan ini memerintahkan peralatan untuk memberikan proteksi terhadap peralatan terhadap Over Voltage pada input peralatan dengan tegangan ± 220 VAC. Dimana ketika tegangan melebihi batas maksimum (240 VAC) yang telah ditentukan maka peralatan akan bekerja dengan mengaktifkan relay untuk memutus aliran listrik yang menuju pada peralatan.

Sebelum pelaksanaan pengujian peralatan dilakukan pengukuran terhadap input tegangan AC yang akan digunakan (220 VAC) dengan demikian pengujian dilakukan dengan batas maksimal tegangan (237 VAC).

Tabel 5 Respon Pembacaan Terhadap Perubahan Tegangan (Perbedaan 1 VAC)

Tegangan Awal	Tegangan Akhir	Waktu respon pembacaan (LCD)
229 V	230 V	1.98 s
232 V	233 V	2.00 s
233 V	234 V	2.10 s
235 V	236 V	2.15 s
237 V	238 V	2.20 s
Rata-rata		2.09 s

Dari tabel diatas terlihat bahwa rata-rata respon waktu untuk perubahan tegangan sebesar 1 VAC adalah sebesar 2.09 s.

Tabel 6 Respon Pembacaan Terhadap Perubahan Tegangan (Perbedaan 2 VAC)

Tegangan Awal	Tegangan Akhir	Waktu respon pembacaan (LCD)
229 V	231 V	2.10 s
232 V	234 V	1.91 s
234 V	236 V	2.18 s
235 V	237 V	2.26 s
236 V	238 V	2.30 s
Rata-rata		2.15 s

Dari tabel diatas terlihat bahwa rata-rata respon waktu untuk perubahan tegangan sebesar 2 VAC adalah sebesar 2.15 s.

Tabel 7 Respon Pembacaan Terhadap Perubahan Tegangan (Perbedaan 3 VAC)

Tegangan Awal	Tegangan Akhir	Waktu respon pembacaan (LCD)
229 V	232 V	2.05 s
232 V	233 V	2.13 s
233 V	234 V	2.22 s
235 V	236 V	2.01 s
237 V	238 V	2.30 s
Rata-rata		2.14 s

Dari tabel diatas terlihat bahwa rata-rata respon waktu untuk perubahan tegangan sebesar 3 VAC adalah sebesar 2.14 s.

Tabel 8 Respon Pembacaan Terhadap Perubahan Tegangan (Perbedaan 4 VAC)

Tegangan Awal	Tegangan Akhir	Waktu respon pembacaan (LCD)
229 V	233 V	1.90 s
231 V	235 V	2.11 s
231 V	235 V	2.34 s
232 V	236 V	2.80 s
235 V	239 V	1.93 s
Rata-rata		2.21 s

Dari tabel diatas terlihat bahwa rata-rata respon waktu untuk perubahan tegangan sebesar 4 VAC adalah sebesar 2.21 s.

Tabel 9 Respon Pembacaan Terhadap Perubahan Tegangan (Perbedaan 5 VAC)

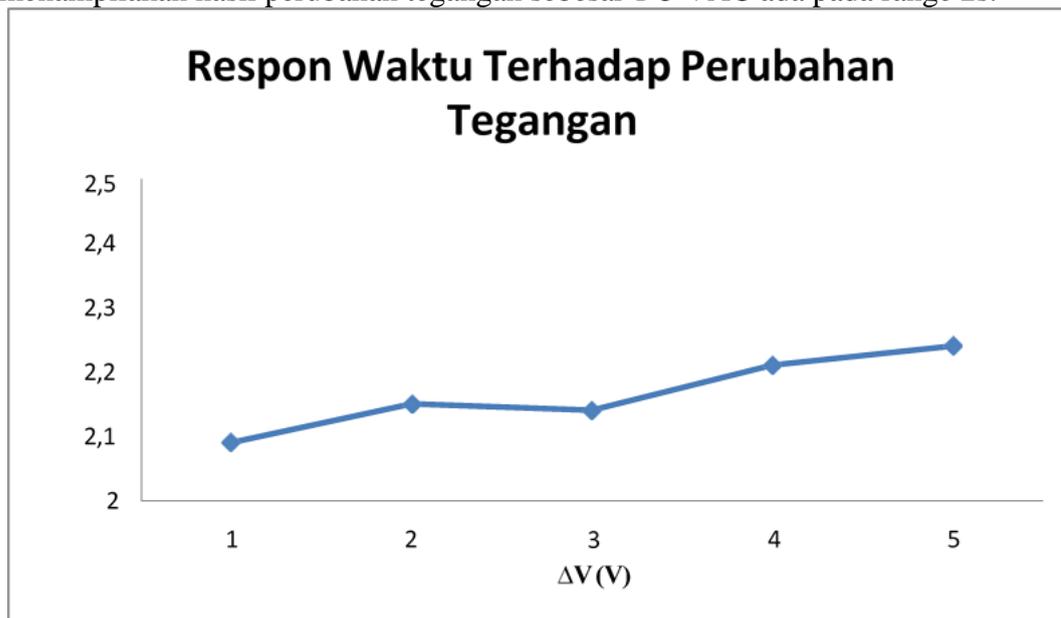
Tegangan Awal	Tegangan Akhir	Waktu respon pembacaan (LCD)
229 V	230 V	2.18 s
232 V	233 V	2.46 s
233 V	234 V	2.38 s
235 V	236 V	2.12 s
237 V	238 V	2.07 s
Rata-rata		2,24 s

Dari tabel diatas terlihat bahwa rata-rata respon waktu untuk perubahan tegangan sebesar 5 VAC adalah sebesar 2.14 s.

Tabel 10 Rata-rata Waktu Respon Pembacaan Terhadap Perubahan Tegangan

Perbedaan Tegangan	Waktu respon pembacaan (LCD)
1 V	2.09 s
2 V	2.15 s
3 V	2.14 s
4 V	2.21 s
5 V	2.24 s

Dari tabel diatas terlihat bahwa waktu yang dibutuhkan oleh rancangan peralatan untuk menampilkan hasil perubahan tegangan sebesar 1-5 VAC ada pada range 2s.



Dari grafik diatas terlihat bahwa rata-rata respon waktu untuk perubahan tegangan sebesar 1-5 VAC ada pada range 2.14 s.

Tabel 11 Respon Relay Terhadap perubahan tegangan

Tegangan Awal	Tegangan Akhir	Waktu Respon Relay
234 V	238 V	1.90 s
238 V	230 V	2 s
236 V	239 V	1.62 s
239 V	235 V	2.08 s
236 V	238 V	1.36 s

KESIMPULAN

1. Peralatan Rancangan Proteksi Tegangan Dan Arus Lebih Pada Peralatan Very High Frequency Air To Ground (Vhf-A/G) Berbasis Mikrokontroler Di Perum Lppnpi Surabaya bekerja dengan memberikan perintah pada relay untuk bekerja pada kondisi on atau off.
2. Rata-rata waktu yang dibutuhkan peralatan untuk merespon perubahan tegangan adalah +- 2 detik.
3. Rancangan ini diuji dengan mengatur input tegangan yang akan dibaca oleh sensor

PZEM-004t.

Saran

Dalam pengolahan data, peralatan yang saya rancang memerlukan delay waktu beberapa saat. Sehingga diharapkan dapat dikembangkan dengan menggantikan sensor ataupun mikrokontroler yang dapat mengolah data dengan cepat dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abstrak Analisis Penggunaan Soft Start untuk Mengurangi Lonjakan Arus Awal Pemakaian Listrik. 08, 66–70.
- AC Communication Module PZEM-004T V3 . 0 User Manual. (n.d.).
- Bandri, S., Andari, R., & Anthony, Z. (2022, July). Studi Koordinasi Proteksi
- Cahyono, Y. A. (2022). Komponen Elektronika Dan Cara Kerjanya. *Jurnal Portal Data*, 2(4). Dani Sasmoko, S.T., M. E. (n.d.). *Arduino dan Sensor Pada Project Arduino DIY*.
- Deradjad, I. (2019). *Sistem dan Manajemen Pemeliharaan (Maintenance: System and Management)*.
- Direktur, P., & Perhubungan, J. (2019). tentang Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian.
- Fia Zulfa Mumtaza, Z. A. I. S. (2019). ANALISIS PENGGUNAAN SOFT START UNTUK MENGURANGI LONJAKAN ARUS AWAL PEMAKAIAAN LISTRIK
- Hardani, S.Pd., M. S., Nur Hikmatul Auliya, G. C. B., Helmina Andriani, M. S., Roushandy Asri Fardani, S.Si., M. P., Jumari Ustiawaty, S.Si., M. S., Evi Fatmi Utami, M.Farm., A., Dhika Juliana Sukmana, S.Si., M. S., & Ria Rahmatul Istiqomah, M. I. K. (2020). *Buku Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif (Issue March)*.
- ICAO Doc 9426. (1984).
- Kadir, A. (2013). *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*. January, 1–6.
- KM.27 kemenhub. (2005).
- Muskhir, M., Kom, M., & Latif, M. R. (2021). *Rangkaian Listrik*. UNP PRESS. Mardianto, E. (2022). *Panduan Belajar Mikrokontroler Arduino*.
- Soedjarwanto, O. Z. N. (2017). The ABCs of managing increased intracranial pressure. 7(4). <https://doi.org/10.5430/jnep.v7n4p6>
- Somantri, S. (2021). PENGEMBANGAN DESAIN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS ANDROID PADA MATA PELAJARAN MATEMATIKA SD. 18– 27.
- Sudjendro, H. (2013). *TEKNIK DASAR TELEKOMUNIKASI*.
- Sutarsi Suhaeb, S.T., M. P., Yasser Abd Djawad, S.T., M.Sc., P. D., Dr. Hendra Jaya, S.Pd., M. T., Ridwansyah, S.T., M. T., Drs. Sabran, M. P., & Ahmad Risal, A. M. (2017). *MIKROKONTROLLER DAN INTERFACE*.
- Tegangan Lebih pada Peralatan Elektronik. In *Seminar Nasional Riset & Inovasi Teknologi (Vol. 1, No. 1, pp. 204-213)*.
- Thomas Hamilton and Hamilton, T. (2024) Apa Itu Pengujian End-to-end? contoh E2E, Guru99. Available at: <https://www.guru99.com/id/end-to-end- testing.html> (Accessed: 17 March 2024).