



**PERANCANGAN SISTEM MONITORING GANGGUAN PADA
TRANSFORMATOR DISTRIBUSI BERBASIS
*INTERNET OF THINGS (IoT)***

**Disusun dan diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menempuh Ujian Akhir
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada Fakultas Sains Dan Teknologi
Universitas Pembangunan Panca Budi**

SKRIPSI

OLEH :

**NAMA : RIYUGA
NPM : 1814210265
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
MEDAN
2022**

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

JUDUL : PERANCANGAN SISTEM MONITORING GANGGUAN PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

NAMA : RIYUGA
N.P.M : 1814210265
FAKULTAS : SAINS & TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI : Teknik Elektro
TANGGAL KELULUSAN : 12 Desember 2022



DEKAN

KETUA PROGRAM STUDI

Hamdani, ST., MT.

Siti Anisah, S.T., M.T.

DISETUJUI
KOMISI PEMBIMBING

PEMBIMBING I

PEMBIMBING II



Amani Darma Tarigan, S.T., M.T.

Hj Zuraidah Tharo, S.T., M.T.

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai sivitas akademik Universitas Pembangunan Panca Budi, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Riyuga
NPM : 1814210265
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Sains Dan Teknologi
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, meyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Panca Budi Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non exclusive Royalty-free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul: "**Perancangan Sistem Monitoring Gangguan Pada Transformator Distribusi Berbasis *Internet Of Things (Iot)*** " Beserta prangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pembangunan Panca Budi berhak menyimpan, mengalih-media/alih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Medan, 20 Desember 2022



RIYUGA
NPM : 1814210265

PERNYATAAN ORISINALITAS

Denngan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar keserjanaan disuatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya dan pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam skripsi ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Medan, 20 Desember 2022



65 C84AKX199619820

NPM : 1814210265

YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA

PERANCANGAN SISTEM MONITORING GANGGUAN PADA TRANSFORMATOR DISTRIBUSI BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IoT)*

Riyuga *

Amani Darma Tarigan**

Hj. Zuraidah Tharo **

Universitas Pembangunan Panca Budi

ABSTRAK

Gangguan pada trafo distribusi adalah satunya adalah hubung singkat atau *short circuit* dan gangguan *over voltage* serta *under voltage* adalah gangguan yang bersifat temporer (sementara) gangguan ini sering terjadi dikarenakan menempelnya hewan atau ranting pohon yang basah. Ketika terjadi gangguan fasa ke tanah petugas perlu mencari gangguan dengan inspeksi secara visual atau mengukur tahanan penghantar di setiap section. Cara ini kurang efektif bila gangguan terjadi di penyulang khususnya pada trafo dan memiliki banyak section. Oleh penulis mencoba merancang sebuah alat sistem monitoring gangguan menggunakan sensor arus dan tegangan yang diletakkan pada transformator sebagai pembaca arus saat terjadinya gangguan ke tanah atau fasa ke fasa serta gangguan yang diakibatkan oleh *under voltage* dan *higt voltage*. Perancangan alat ini Menggunakan sistem notifikasi melalui aplikasi android, sehingga dapat mempermudah dan mempercepat Petugas Pelayanan Teknik dalam melakukan perbaikan. Pada hasil pengujian alat yang dirancang ini penulis merancang sistem prototype jaringan 3 fasa dengan menggunakan komponen potensio meter sebagai simulasi pengatur besaran tegangan fasa R S T dan driver relay bekerja sebagai pemutus liran listrik jika sensor mendeteksi tegangan terdeteksi <342 V dan >399V Serta Nilai Arus gangguan >450mA dan menghubungkan kembali aliran listrik secara otomatis jika tegangan dan arus sudah normal pada setiap fasa dan mengirimkan pesan notifikasi menggunakan jaringan *Internet Of Things (IoT)* pada aplikasi blynk dengan menampilkan jenis gangguan dan besar tegangan yang terdeteksi pada rangkaian.

Kata Kunci: Monitoring Gangguan, Transformator Distribusi *Internet Of Tings (Iot)*

* Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro: riyuga46@gmail.com

** Dosen Program Studi Teknik Elektro

DESIGN OF INTERFERENCE MONITORING SYSTEM IN DISTRIBUTION-BASED TRANSFORMERS INTERNET OF THINGS (IoT)

Riyuga *

Amani Darma Tarigan**

Hj. Zuraidah Tharo **

University Of Pembangunan Panca Budi

ABSTRACT

Disturbances in distribution transformers include short circuits and over voltage and under voltage disturbances which are temporary (temporary) disturbances. These disturbances often occur due to sticking of animals or wet tree branches. When there is a phase-to-ground fault, officers need to look for interference by visually inspecting or measuring the resistance of the conductors in each section. This method is less effective when the disturbance occurs in the feeder, especially in the transformer and has many sections. By the author trying to design a disturbance monitoring system tool using current and voltage sensors that are placed on the transformer as a current reader when there is a fault to the ground or phase as well as disturbances caused by under voltage and high voltage. The design of this tool uses a notification system through an android application, so that it can simplify and speed up Engineering Service Officers in making repairs. Based on the results of testing this designed tool, the authors designed a 3-phase network prototype system using a potentiometer component as a simulation of the RST phase voltage regulator and the relay driver works as an electric circuit breaker if the sensor detects a detected voltage $<342\text{ V}$ and $>399\text{V}$ and the fault current value $>450\text{mA}$ and reconnect the electricity automatically if the voltage and current are normal on each phase and send notification messages using the Internet Of Things (IoT) network on the blynk application by displaying the type of disturbance and the amount of voltage detected in the circuit

Keyword: *Disturbance Monitoring, Internet Of Things (Iot) Distribution Transformer*

* Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro: riyuga46@gmail.com

** Dosen Program Studi Teknik Elektro

KATA PENGANTAR

Penulis Mengucapkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada Penulis Sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul “ **Perancangan Sistem Monitoring Gangguan Pada Transformator Distribusi Berbasis *Internet Of Things (IoT)***” Penyusunan Skripsi ini sebagai syarat untuk memberbolehkan kelulusan Sarjana Teknik pada Universitas Pembangunan Panca Budi Medan. Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan tidak lepas dari bantuan dan bimbingan dari banyak pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan Skripsi ini, khususnya kepada:

1. Bapak Dr. H. Muhammad Isa Indrawan, S.E, M.M selaku Rektor di Universitas Pembangunan Panca Budi
2. Bapak Hamdani, S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi
3. Ibu Siti Anisah, S.T, M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi
4. Bapak Amani Darma Tarigan, S.T, M.T Selaku Pembimbing I yang telah memberikan pengalaman, arahan dan pengetahuan selama penyusunan Skripsi ini hingga selesai
5. Ibu Hj.Zuraidah Tharo, S.T, M.T Selaku Pembimbing II yang telah memberikan pengalaman, arahan dan pengetahuan selama penyusunan Skripsi ini hingga selesai
6. Kedua Orang Tua dan sekeluarga yang selalu mendukung, mendoakan, dan mendidik sepenuh hati dalam penyelesaian skripsi ini
7. Sahabat dan Rekan Mahasiswa jurusan Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi Medan
8. Semua Pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu yang telah banyak membantu baik moril maupun materi

Penulis juga menyadari bahwa dalam menyusun Skripsi ini masih terdapat

berbagai kekurangan, maka dengan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun supaya Skripsi ini menjadi lebih baik lagi. Akhir kata semoga Skripsi ini bermanfaat bagi kita semua, terutama bagi penulis sendiri

Medan, Oktober 2022

RIYUGA
NPM : 1814210265



DAFTAR ISI

| | |
|---|------------|
| LEMBAR PENGESAHAN | |
| ABSTRAK | |
| ABSTRACT | |
| KATA PENGANTAR | i |
| DAFTAR ISI | iii |
| DAFTAR GAMBAR | v |
| DAFTAR TABEL | vi |
| | |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 4 |
| 1.6 Metode Penelitian | 4 |
| 1.7 Sistematika Penulisan | 5 |
| | |
| BAB 2 LANDASAN TEORI | 7 |
| 2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik | 7 |
| 2.1.1 Pengelompokan Jaringan Distribusi | 9 |
| 2.1.2 Gardu Distribusi | 10 |
| 2.1.3 Macam – Macam Gardu Distribusi | 12 |
| 2.1.4 Klasifikasi Gangguan Sistem Jaringan Distribusi | 14 |
| 2.2 PZEM-004T | 16 |
| 2.3 Mikrokontroler | 19 |
| 2.3.1 Arsitektur Mikrokontroler | 21 |
| 2.3.2 Jenis-Jenis Mikrokontroler | 23 |
| 2.4 NodeMcu | 24 |
| 2.4.1 Versi NodeMCU | 26 |
| 2.5 Perangkat Lunak <i>Software</i> | 30 |
| 2.6 IoT (<i>Internet of Thing</i>) | 33 |
| 2.7 Aplikasi <i>Blynk</i> | 35 |
| 2.8 Modul Relay | 36 |
| 2.8.1 Prinsip Kerja Relay | 38 |
| 2.8.2 Jenis-jenis Relay | 39 |

| | | |
|--------------------------------------|---|-----------|
| 2.8.3 | Fungsi Relay | 40 |
| 2.9 | <i>Power Suplay</i> (Catu Daya)..... | 40 |
| 2.9.1 | Klasifikasikasi Umum <i>Power Supply</i> | 41 |
| 2.9.2 | Prinsip Kerja DC <i>Power Supply</i> | 42 |
| 2.10 | Modul LM 2596..... | 43 |
| 2.11 | <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD)..... | 45 |
| 2.12 | Standart Tegangan..... | 47 |
| BAB 3 PERANCANGAN ALAT | | 48 |
| 3.1 | Waktu dan Tempat Penelitian..... | 48 |
| 3.2 | Alat dan bahan..... | 48 |
| 3.3 | Perancangan <i>Hardware</i> | 49 |
| 3.3.1 | Blok Diagram | 49 |
| 3.3.2 | Rangkaian Sistem Minimum esp32 | 50 |
| 3.3.3 | Rankgian Regulator Tegangan LM2596..... | 52 |
| 3.3.4 | Rangkaian ESP32 ke Relay..... | 53 |
| 3.4 | Perancangan <i>Software</i> | 54 |
| 3.4.1 | Konfigurasi IDE Arduino | 54 |
| 3.4.2 | <i>Flowchart</i> | 58 |
| BAB 4 HASIL DAN ANALISA | | 61 |
| 4.1 | Pengujian <i>Power Suplay</i> | 61 |
| 4.2 | Pengujian <i>Output</i> Regulator Tegangan..... | 62 |
| 4.3 | Pengujian Tegangan Pasa..... | 63 |
| 4.4 | Pengujian Arus Terhadap Beban..... | 67 |
| 4.5 | Pengujian Sistem Proteksi Terhadap Arus dan Tegangan..... | 68 |
| 4.6 | Pengujian <i>Internet Of Things</i> (IoT)..... | 69 |
| BAB 5 PENUTUP | | 73 |
| 5.1 | Kesimpulan | 73 |
| 5.2 | Saran | 73 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 75 |
| DAFTAR LAMPIRAN | | 77 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------------|---|----|
| Gambar 2.1 | Sistem Tenaga Listrik..... | 9 |
| Gambar 2.2 | Kontruksi Gardu Distribusi..... | 10 |
| Gambar 2.3 | Sensor Pzem004t..... | 16 |
| Gambar 2.4 | Blok Diagram PZEM 004T..... | 17 |
| Gambar 2.5 | Wiring Diagram PZEM 004T..... | 17 |
| Gambar 2.6 | IC Mikrokontroler..... | 20 |
| Gambar 2.7 | NodeMCU..... | 25 |
| Gambar 2.8 | Generasi Pertama NodeMCU..... | 27 |
| Gambar 2.9 | Skematik Posisi Pin NodeMCU Devkit V1..... | 27 |
| Gambar 2.10 | NodeMCU Dekvit V2..... | 28 |
| Gambar 2.11 | Skematik Posisi Pin NodeMCU Dekvit V2..... | 28 |
| Gambar 2.12 | Generasi ketiga / <i>board</i> v 1.0 (biasa disebut V3 Lolin)..... | 29 |
| Gambar 2.13 | Skematik Posisi Pin NodeMCU Dekvit V3..... | 29 |
| Gambar 2.14 | Arduino Integrated Development Environment..... | 30 |
| Gambar 2.15 | Tampilan Toolbar Arduino..... | 31 |
| Gambar 2.16 | Struktur IDE..... | 33 |
| Gambar 2.17 | Integrasi <i>Internet of Thing</i> (IoT)..... | 35 |
| Gambar 2.18 | Cara Kerja Blynk..... | 36 |
| Gambar 2.19 | Relay dan Symbol Relay..... | 37 |
| Gambar 2.20 | Struktur Sederhana Relay..... | 38 |
| Gambar 2.21 | Diagram Blok Power Supply..... | 43 |
| Gambar 2.22 | Modul LM2596..... | 44 |
| Gambar 2.23 | Block Diagram LCD..... | 46 |
| Gambar 2.24 | LCD 16x2 Character..... | 46 |
| Gambar 3.1 | Blok Diagram..... | 50 |
| Gambar 3.2 | Rangkaian Minimum ESP32..... | 51 |
| Gambar 3.3 | Rangkaian Regulator Tegangan LM2596..... | 53 |
| Gambar 3.4 | Rangkaian ESP32 ke Modul Relay..... | 53 |
| Gambar 3.5 | Menu preferences..... | 55 |
| Gambar 3.6 | Menu Board Manager..... | 55 |
| Gambar 3.7 | Memilih board ESP32..... | 56 |
| Gambar 3.8 | <i>Library Blynk</i> | 57 |
| Gambar 3.9 | <i>Library manager</i> | 57 |
| Gambar 3.10 | Menu <i>Library blink</i> | 58 |
| Gambar 3.11 | Flowchart Tegangan..... | 59 |
| Gambar 3.12 | <i>Flowchat</i> Arus..... | 60 |
| Gambar 4.1 | Pengujian Tegangan <i>Output Power Suplay</i> | 61 |
| Gambar 4.2 | Pengujian <i>Output</i> Regulator Tegangan..... | 62 |
| Gambar 4.3 | Pengujian <i>Under Voltage</i> dan <i>Over Voltage</i> Pasa R..... | 64 |
| Gambar 4.4 | Pengujian <i>Under Voltage</i> dan <i>Over Voltage</i> Pasa S..... | 64 |
| Gambar 4.5 | Pengujian <i>Under Voltage</i> dan <i>Over Voltage</i> Pasa T..... | 65 |
| Gambar 4.6 | Pengujian Tegangan Pasa R S T Keadaan Normal..... | 66 |

Gambar 4.7 Pengujian Hubung Singkat Fasa ke tanah 67
Gambar 4.8 Tampilan IoT *Under Voltage*..... 70
Gambar 4.9 Tampilan IoT *Over Voltage*..... 71
Gambar 4.10 Tampilan IoT Gangguan Phasa Ke Tanah 72



DAFTAR TABEL

| | | |
|------------------|---|----|
| Tabel 2.1 | Standard Tegangan Menengah dan Tegangan Menengah..... | 47 |
| Tabel 3.1 | Alat dan spesifikasi yang digunakan..... | 48 |
| Tabel 3.2 | Bahan Yang digunakan..... | 49 |
| Tabel 4.1 | Hasil Pengujain Tegangan <i>Output Power Suplay</i> | 62 |
| Tabel 4.2 | Hasil Pengujian IC Regulator..... | 63 |
| Tabel 4.3 | Pengujian Tegangan Pasa Terhadap Beban..... | 66 |
| Tabel 4.4 | Pengujian Besar Arus 1 Pasa Ke Tanah..... | 68 |
| Tabel 4.5 | Pengujian Lama Waktu Sistem Proteksi Bekerja..... | 68 |



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gangguan yang terbesar dalam sistem tenaga listrik terjadi di daerah penyaluran (transmisi dan distribusi), Karena hampir sebagian besar sistem terdiri dari penyaluran dan di antara sekian banyak gangguan yang terjadi, petir merupakan salah satu penyebabnya, hal ini dikarenakan letak Indonesia pada daerah Khatulistiwa dengan iklim tropis dan kelembaban yang tinggi, sehingga menyebabkan kerapatan sambaran petir di Indonesia jauh lebih besar dibandingkan dengan Negara lainnya. Komponen terpenting pada sistem distribusi adalah trafo. Trafo tersebut berfungsi sebagai penurun tegangan (step down transformer), yang menurunkan tegangan 20 kV (tegangan menengah) menjadi 400/230 V (tegangan rendah). Karena trafo terhubung dengan saluran udara 20 kV dan penempatannya ditempat terbuka sehingga pada trafo dapat menjadi gangguan tegangan lebih akibat sambaran petir secara langsung atau sambaran petir tidak langsung (induksi). Sambaran petir akan menimbulkan tegangan lebih yang tinggi melebihi kemampuan isolasi trafo sehingga dapat menyebabkan kerusakan isolasi yang fatal

Berdasarkan data, 70% sampai dengan 90% dari seluruh gangguan yang mengenai Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) PLN di Indonesia adalah gangguan yang bersifat temporer (sementara). Gangguan hubung singkat fasa ke tanah adalah gangguan yang bersifat temporer (sementara) yang paling sering terjadi dikarenakan menempelnya hewan atau ranting pohon yang basah. Ketika terjadi gangguan fasa ke tanah petugas perlu mencari gangguan dengan inspeksi secara

visual atau mengukur tahanan penghantar di setiap section. Cara ini kurang efektif bila gangguan terjadi di penyulang khususnya pada trafo dan memiliki banyak section. Oleh karena itu perlu adanya sistem monitoring gangguan menggunakan sensor arus dan tegangan yang diletakkan pada transformator sebagai pembaca arus saat terjadinya gangguan ke tanah atau fasa ke fasa serta gangguan yang diakibatkan oleh *under voltage* dan *higt voltage* .

Untuk merealisasikan alat ini diperlukan simulasi jaringan tegangan menengah yang dapat menghasilkan jenis gangguan, mikrokontroler nantinya akan membaca adanya indikasi gagguan yang terjadi lalu mengirimkan laporan berupa data yang berisi jenis gangguan seperti *shot circuit* fhasa ke tanah atau fasa ke fasa, *Under Voltage* serta *Hight Voltage* Menggunakan sistem notifikasi melalui aplikasi android, sehingga dapat mempermudah dan mempercepat Petugas Pelayanan Teknik dalam melakukan perbaikan. Oleh karena itu penulis akan mengangkat judul “Perancangan Sistem Monitoring Gangguan Pada Transformator Distribusi Berbasis *Internet Of Tings* (IoT)”

1.2 Perumusan Masalah

Dari uraian latar belakang masalah diatas, maka dapat di-buat suatu rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana Merancang Sistem Monitoring Gangguan Pada Transformator Distribusi Berbasis *Internet Of Tings*?
2. Bagaimana cara Sistem Monitoring Gangguan Pada Transformator Distribusi Berbasis *Internet Of Tings*?

3. Jenis gangguan apa saja yang dapat di monitoring Pada Gangguan Transformator Distribusi?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang muncul, perlunya pembatasan masalah sehingga ruang lingkup permasalahannya jelas. Adapun batasan masalah dalam skripsi ini berikut:

1. Perancangan Sistem Monitoring Gangguan Pada Transformator Distribusi menggunakan Mikrokontroler NodeMcu dan jaringan internet
2. Menggunakan Aplikasi Blynk dan *Internet Of Things* Sebagai pesan notifikasi Gangguan pada transformator
3. Menggunakan Snesor Tegangan Pzem004t sebagai pendeteksi tegangan dan arus pada Transformator
4. Perancangan Alat yang dirancang Sebagai Sistem Monitoring Gangguan Pada Transformator Distribusi ini Hanya Berbentuk Miniatur

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini adalah:

1. Untuk Merancang Sistem Monitoring Gangguan Pada Transformator Distribusi Berbasis *Internet Of Tings*
2. Sebagai pendeteksi dan Monitoring Gangguan Pada Transformator Distribusi Berbasis *Internet Of Tings*
3. Untuk mendeteksi dan memonitoring jenis Gangguan pada Transformator Distribusi

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diambil dari pembuatan alat ini adalah:

1. Sebagai sistem monitoring jenis gangguan pada transformator distribusi
2. Mempermudah dan mempercepat petugas Teknik PLN dalam melakukan perbaikan
3. Terciptanya pengembangan teknologi Alat monitoring jenis gangguan pada transformator distribusi dengan menggunakan notifikasi *Internet Of Thinks (Iot)*

1.6 Metode Penelitian

Teknik pengumpulan data yang akan dilakukan ada beberapa tahap antara lain:

1. Studi Literatur

Studi ini digunakan untuk memperoleh informasi tentang teori-teori dasar sebagai sumber penulisan skripsi ini. Informasi dan pustaka yang berkaitan dengan masalah ini diperoleh dari literatur, penjelasan yang diberikan dosen pembimbing, rekan-rekan mahasiswa, internet, datasheet, dan buku-buku yang berhubungan dengan skripsi ini

2. Perancangan Alat dan Sistem

Perancangan sistem merupakan tahap awal untuk mencoba memahami, menerapkan, dan menggabungkan semua literatur yang diperoleh maupun yang telah dipelajari

3. Uji Sistem

Uji sistem ini berkaitan dengan pengujian system

4. Metode Analisis

Metode ini merupakan pengamatan terhadap data yang diperoleh dari alat yang dirancang. Setelah itu dilakukan analisis sehingga dapat ditarik kesimpulan dan saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pemahaman pembahasan skripsi ini maka penulis menyajikan dalam beberapa bab sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah yang dibahas, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penulisan penelitian, hipotesa dan sistematika penulisan laporan penelitian

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini membahas mengenai landasan-landasan teori dan tinjauan-tinjauan pustaka mengenai pokok bahasan yang akan dibahas dalam penulisan skripsi ini

BAB 3 METODOLOGI PERANCANGAN

Bab ini membahas tentang metodologi penelitian yang digunakan oleh penulis dalam melakukan perancangan penelitian. Metodologi ini meliputi waktu dan lokasi penelitian, metode penelitian, alat dan bahan yang digunakan serta cara pengujian eksperimen yang dilakukan.

BAB 4 HASIL DAN ANALISA

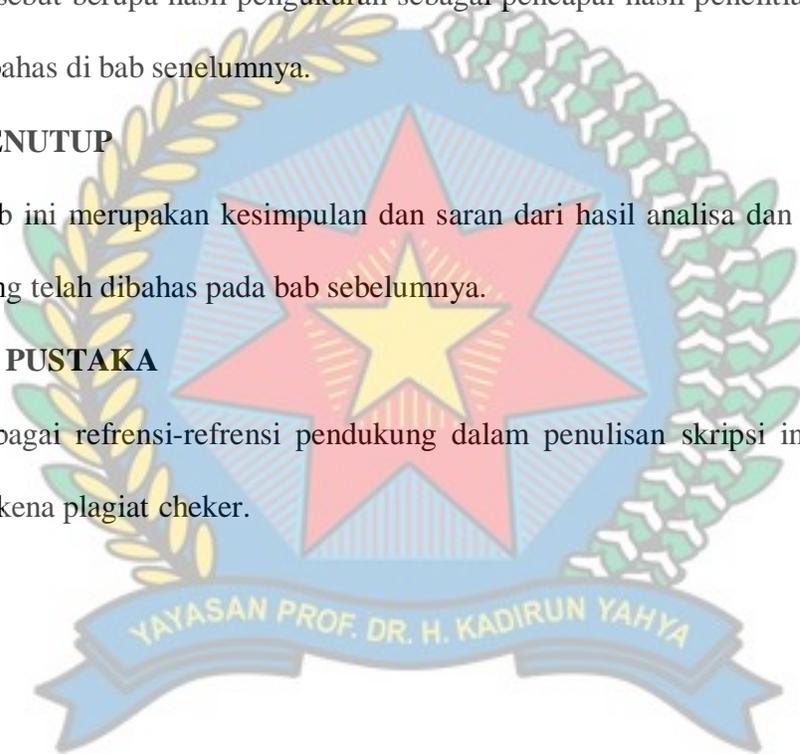
Bab ini membahas mengenai hasil pengujian alat yang dirancang. Hasil tersebut berupa hasil pengukuran sebagai pencapaian hasil penelitian yang telah dibahas di bab sebelumnya.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini merupakan kesimpulan dan saran dari hasil analisa dan pembahasan yang telah dibahas pada bab sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

Sebagai referensi-referensi pendukung dalam penulisan skripsi ini agar tidak terkena plagiat checker.



BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik yang besar (*Bulk Power Source*) hingga ke konsumen merupakan guna dari sistem distribusi. Suatu pembangkit menghasilkan tegangan dari 11kV hingga 24 kV selanjutnya masuk ke gardu induk akan dinaikan menjadi 70kV hingga 500 kV menggunakan trafo step up lalu disalurkan ke jaringan transmisi. Rugi-rugi yang timbul pada saluran transmisi dapat di perkecil dengan menaikkan tegangan itu tadi. Dilihat dari rumusnya ($P^2.R$) Rugi daya berbanding lurus dengan nilai kuadrat arus. yang mengalir. Bila tegangan nilainya diperbesar dari rumus dapat dihasilkan arus yang mengalir semakin kecil bila dengan daya yang diibaratkan sama maka rugi dayanya juga akan semakin kecil. Gardu induk distribusi mendapatkan suplai dari jaringan transmisi akan menurunkan tegangannya menjadi 20kV dengan transformator step down lalu penyaluran tenaga listrik akan dikerjakan saluran distribusi primer. Selanjutnya gardu-gardu distribusi mengubah sistem tegangannya menjadi tegangan rendah 220V atau 380V yang akan disalurkan ke konsumen melalui jaringan distribusi sekunder. (SPLN 68-2: 1986, standar IEEE std 1366-2003)

Secara keseluruhan sistem distribusi menjadi bagian penting dari sistem tenaga. Nilai tegangan yang tinggi untuk penyaluran daya yang jauh jaraknya memiliki akibat yang berdampak pada lingkungan, selain itu investasi awal mahal karena banyak peralatan yang dibutuhkan. Untuk mencocokkan nilai tegangan pada

daerah pusat beban digunakan transformator step down. Jaringan distribusi terbagi menjadi dua bagian, yaitu:

1. Jaringan Distribusi Primer, yaitu jaringan tenaga subtransmisi ke gardu distribusi. Jaringan ini merupakan jaringan tegangan menengah (20kV)
2. Jaringan Distribusi Sekunder, yaitu jaringan tenaga listrik yang menyalurkan daya listrik dari gardu distribusi ke beban atau konsumen. Jaringan ini merupakan jaringan tegangan rendah (220 V/380V)

Penilaian suatu sistem distribusi dapat dikatakan baik maupun buruk dapat dilihat dari beberapa faktor, yaitu:

1. Kontinuitas pelayanan
 2. Fleksibilitas
 3. Kualitas daya
 4. Pertimbangan ekonomis
 5. Kondisi dan situasi lingkungan
- Syarat yang harus dipenuhi sistem distribusi tenaga listrik diantaranya:
- a. Besar regulasi tegangan tidak tinggi
 - b. Kualitas daya
 - c. Pertimbangan ekonomis
 - d. Kondisi dan situasi lingkungan
 - e. Gangguan di daerah tersebut dibatasi dan tidak boleh lama
 - f. Gangguan pelayanan tidak boleh terlalu sering.
 - g. Biaya sistem harus ekonomis.

- h. Sistem fleksibel atau bisa menyesuaikan diri terhadap perubahan sistem maupun beban agar biaya dapat ditekan

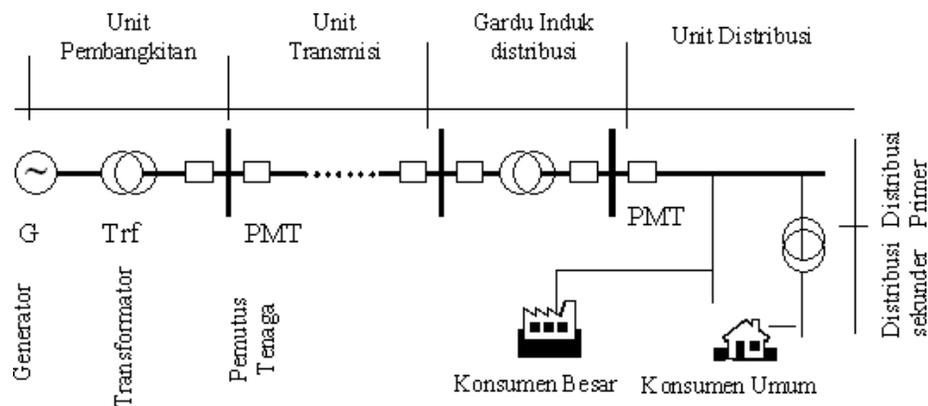
2.1.1 Pengelompokan Jaringan Distribusi

Pembagian penyerdehanaan jaringan distribusi untuk memudahkan dalam melakukan pembatasan – pembatasan setiap bagiannya, diantaranya :

1. Daerah I Bagian pembangkitan (Generation)
2. Daerah II Bagian penyaluran (Transmission), bertegangan.tinggi,(HV, UHV, EHV)
3. Daerah III Bagian distribusi primer, bertegangan.menengah (6kV/20kV).
4. Daerah IV (Di dalam bangunan pada beban atau konsumen), Instalasi, bertegangan rendah

Dari batas-batas diatas, bagian sistem distribusi ada di daerah III dan IV.

Yang pada dasarnya dapat diklasifikasikan menurut beberapa cara, bergantung dari segi apa klasifikasi itu dibuat. Pembagian jaringa diatas dapat dijelaskan melauai gambar berikut:

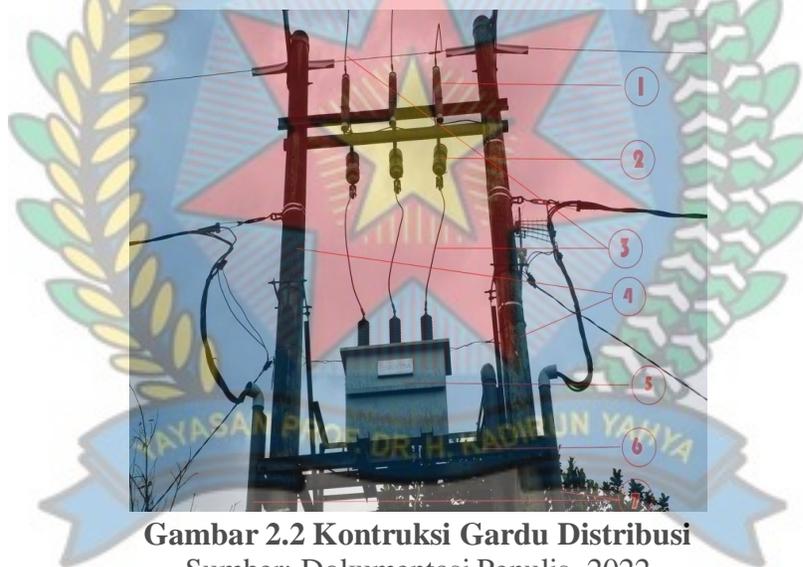


Gambar 2.1 Sistem Tenaga Listrik

Sumber: SPLN 68-2: 1986, standar IEEE std 1366-2003

2.1.2 Gardu Distribusi

Komponen dari sistem distribusi yang digunakan untuk koneksi jaringan ke pelanggan atau konsumen serta untuk membagikan atau mendistribusikan tenaga listrik konsumen tegangan menengah maupun tegangan rendah merupakan pengertian dari gardu distribusi.



Gambar 2.2 Kontruksi Gardu Distribusi
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2022

1. *Lightning Arrester* (LA)

Berfungsi sebagai alat Proteksi atau pengaman Trafo distribusi dari tegangan lebih akibat Surja Petir, khususnya pada gardu pasangan luar.

2. *Fused Cut Out* (FCO atau CO)

Berfungsi sebagai proteksi atau pegaman lebur, Pada gardu distribusi khususnya, FCO ini berfungsi sebagai alat pelindung Trafo dari Arus hubungan Singkat dan sebagai alat untuk membebaskan sumber tegangan jika dilakukan pemeliharaan. Proteksi pada FCO ini dipasang dalam

bentuk *Fuse Link* yang dapat disesuaikan dengan Arus Nominal Trafo distribusi yang terpasang.

3. *Wiring* Gardu atau Pengawatan Gardu.

Yaitu Berupa Pengawatan atau kawat Penghubung untuk menghubungkan tegangan dari Jaringan SUTM, Lightning Arrester (LA), dan Fused Cut Out (FCO) ke Trafo Distribusi.

4. Tiang

Tiang yang dipergunakan untuk Gardu distribusi jenis ini bisa berupa Tiang Beton maupun Tiang Besi, yang memiliki kekuatan kerja sekurang kurangnya 500 dAn dengan panjang 11 atau 12 meter.

5. Trafo Distribusi

Yaitu Komponen Utama dari gardu distribusi untuk menurunkan tegangan dari Sisi Tegangan Menengah (SUTM) menjadi tegangan yang siap di pakai oleh pelanggan. Trafo yang di pergunakan mulai dari 50 kVa - 400 kVa sesuai dengan kebutuhan pembangunan gardu.

6. Rangka Gardu

Pada dasarnya berfungsi untuk menempatkan Trafo distribusi dan komponen lainnya pada Tiang. Rangka Gardu ini biasanya sudah berupa satu Set lengkap.

7. Pipa Jurusan

Berfungsi untuk menempatkan kabel naik atau kabel jurusan dari PHB-TR ke jaringan SUTR di bagian atas

Trnasfomator step down adalah salah satu jenis transformator distribusi untuk menurunkan tegangan di jaringan distribusi dari tegangan tinggi ke yang lebih rendah. semisal tegangan yang semula dari 20 KV lalu diturunkan ke tegangan lebih rendah menjadi tegangan.380V.atau 220V. Dan kebalikannya transformator step up berfungsi sebagai menaikkan tegangan yang sering digunakan di pusat pembangkitan. Fungsinya agar ketika saat di distribusikan ke jaringan transmisi tidak mengalami suatu tegangan jatuh yang dapat diminimalisir; ketentuan tegangan jatuh yang diperbolehkan 5% dari tegangan semulanya. Ada 2 macam trnasfomator yang digunakan, yakni transformator tiga fasa dan transformator satu fasa. Tranfomator tiga fasa juga ada yang dibuat dari tiga buah transformator satu fasa dengan hubungan wiring delta (Δ) atau hubungan bintang (Y). untuk transformator jenis out door sebagian besar menggunakan transformator tiga fasa pasa sistem distribusi primer tegangan tinggi. Dan untuk jenis in door yang biasanya diletakan didalam gardu. (Suhadi Tri Wrahatnolo, 2008)

2.1.3 Macam – Macam Gardu Distribusi

Pembedaan jenis gardu distribusi berdasarkan tipenya dibagi atas beberapa bagian, diantaranya:

1. Gardu Open Type (Gardu Sel)

Gardu yang terdapat peralatan hubung yang terbuka. Dimana kerja perlatan dapat dilihat dengan mudah dengan mata biasa saat keluar (membuka) dan saat masuk (menutup). Terdapat pula pisau-pisau kerja dalam peralatan hubungunya. Untuk tempat pemasangan pada umumnya

akan diberi sekat yang terbuat dari tembok antar satu dengan yang lainnya.

Contohnya gardu tembok open type yang biasa disebut gardu sel

2. Gardu Close Type

Kebalikannya dari tipe gardu open type. Gardu distribusi ini memiliki peralatan hubung yang tertutup. Sistem proteksi serta peralatan hubung dari trafo akan ditempatkan suatu lemari khusus yang tertutup yang biasa disebut kubikel. Gardu ini sering disebut dengan gardu kubikel

3. Gardu Beton

Gardu ini sering disebut gardu tembok karena konstruksi keseluruhannya dari tembok atau beton

4. Gardu Trafo

Gardu yang berfungsi sebagai pembagi energi listrik di sisi konsumen yang membagikan tegangan rendah. Biasanya akan dipasang trafo ada yang satu saja atau dua buah trafo distribusi yang mengkonversi tegangan dari jaringan menengah ke jaringan tegangan rendah yang tentunya digunakan sebagai pelayanan konsumen yang memerlukan tegangan rendah

5. Gardu Hubung

Fungsi dari gardu ini untuk membagi beban ke beberapa gardu maupun digunakan untuk menghubungkan penyulang TM satu dengan penyulang TM lainnya. Dikala untuk saat digunakan untuk melayani konsumen gardu hubung ini akan dilengkapi suatu alat pembatas dan alat pengukur. Biasanya gardu tipe ini hanya dilengkapi suatu peralatan hubung saja

6. Gardu Kios

Gardu.kios adalah.gardu yang.bangunan.keseluruhannya.terbuat dari plat.besi.dengan.konstruksi seperti kios

7. Gardu Portal

Gardu.portal adalah gardu trafo yang secara keseluruhan instalasinya dipasang pada 2 buah tiang atau lebih

8. Gardu Kontrol

9. Gardu control adalah gardu trafo yang secara keseluruhan instalasinya dipasang pada satu tiang. (Suhadi Tri Wrahatnolo, 2008)

2.1.4 Klasifikasi Gangguan Sistem Jaringan Distribusi

Pada sistem distribusi 20 kV tidak lepas dari adanya gangguan. Gangguan dapat digolongkan menjadi 2 macam yaitu gangguan dari dalam sistem seperti kegagalan dari peralatan pengaman yang ada dan gangguan dari luar sistem seperti kabel penghantar jaringan yang terkena ranting pohon, adanya hewan yang masuk ke dalam panel pengaman dan sambaran petir. Sedangkan klasifikasi gangguan yang terjadi dapat dibedakan menjadi 2 yaitu, (Yessy Asri,dkk 2021):

1. Berdasarkan lama gangguan terjadi
2. Berdasarkan kesimetrisannya

Berdasarkan lama gangguan terjadi dapat terbagi 2 juga, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Gangguan Temporer

Gangguan temporer merupakan gangguan yang bersifat sementara dapat dikatakan gangguan ini dapat hilang dengan sendirinya, apabila penyebab

gangguan sudah hilang dan pemutus tenaga terhubung maka jaringan listrik akan kembali normal

2. Gangguan Permanen

Gangguan permanen dapat timbul karena adanya arus gangguan hubung singkat antar fasa atau bisa juga antara fasa – tanah, sehingga mengakibatkan pengantar menjadi panas yang berpengaruh pada isolasi atau minyak trafo tenaga, sehingga isolasi tembus pada kabel atau pada belitan trafo tenaga. Gangguan permanen juga dapat disebabkan oleh kerusakan yang terjadi pada peralatan pengaman. Kemudian untuk gangguan berdasarkan kesimetrisannya terbagi menjadi 2 pula, diantaranya adalah:

3. Gangguan Asimetris

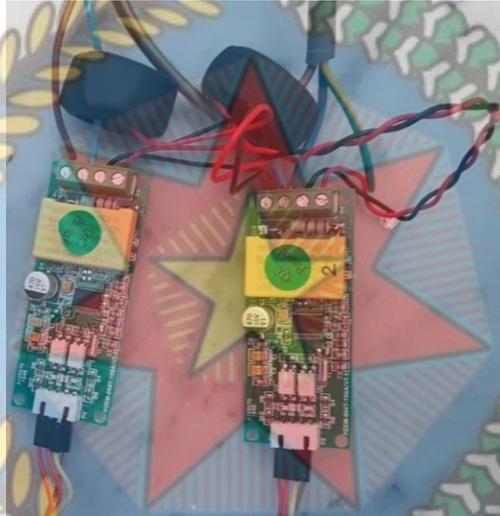
Gangguan Asimetris merupakan gangguan yang menyebabkan arus dan tegangan pada setiap fasanya menjadi tidak seimbang, gangguan ini terbagi menjadi beberapa, yaitu Gangguan hubung singkat 1 fasa ke tanah, Gangguan hubung singkat 2 fasa dan Gangguan hubung singkat 2 fasa ke tanah

4. Gangguan Simetris

Gangguan Simetris merupakan gangguan yang terjadi pada semua fasanya sehingga mengakibatkan arus ataupun tegangan pada setiap fasanya tetap seimbang setelah gangguan itu terjadi. Gangguan simetris ini yaitu: Gangguan hubung singkat 3 fasa dan Gangguan hubung singkat 3 fasa tanah.

2.2 PZEM-004T

PZEM-004T adalah *hardware* yang berfungsi untuk mengukur parameter dari Tegangan, Arus, Daya aktif, dan konsumsi daya (wh).

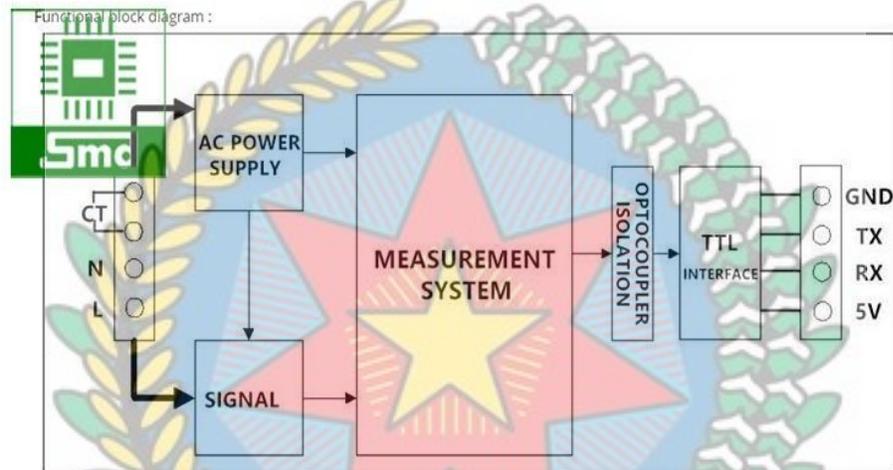


Gambar 2.3 Sensor Pzem004t
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2022

Pengkabelan modul ini memiliki 2 bagian, yaitu kabel terminal input untuk tegangan dan arus dan kabel komunikasi serial. Berdasarkan kebutuhan, modul ini memiliki pin board TTL untuk mendukung komunikasi data serial antar perangkat keras. Jika pengguna ingin mengomunikasikan PZEM-004T ini dengan perangkat yang memiliki port USB atau RS-232 (seperti komputer), diperlukan kabel konverter (TTL ke USB, TTL ke RS232). Modul ini juga menyediakan semua persyaratan pengukuran dasar PZEM-004T ini sebagai papan terpisah. Dimensi fisik papan PZEM-004T adalah $3,1 \times 7,4$ cm. Modul PZEM-004T digabungkan dengan kumparan transformator arus berdiameter 33mm. Pengkabelan modul ini memiliki 2

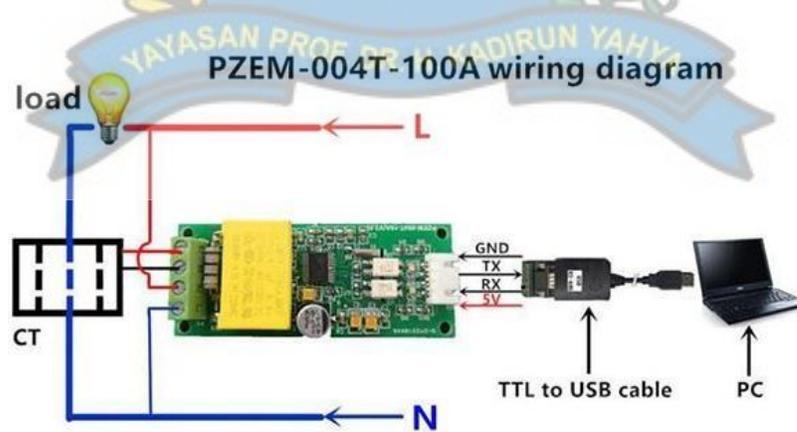
bagian, yaitu kabel terminal input tegangan dan arus, dan kabel komunikasi serial.

(Andriana Andriana,dkk 2019).



Gambar 2.4 Blok Diagram PZEM 004T

Sumber: (Andriana Andriana,dkk 2019)



Gambar 2.5 Wiring Diagram PZEM 004T

Sumber: (Andriana Andriana,dkk 2019)

Pada wiring diagram PZEM-004T, wiring modul ini terbagi menjadi dua bagian yaitu kabel terminal input tegangan dan arus uji dan kabel komunikasi serial:

1. Format Tampilan

- a. Rentang pengukuran daya 0 - 22kW

- 1) 0 - 10kW dalam 0.000 hingga 9999. format paparan;
 - 2) Dalam format paparan 10 - 22kW 10.00 hingga 22.00.
- b. Rentang pengukuran daya 0 - 9999kWh
- 1) 0 - 10kWj dalam 0.000 hingga 9,999. format paparan.
 - 2) 10 - 100kWj dalam format paparan 10.00 hingga 99.99.
 - 3) 100 - 1000kWj dalam format paparan 100.0 hingga 999.9.
 - 4) Format paparan 1000 - 9999kWj dan ke atas dari 1000 hingga 9999.
- c. Voltase: 80 - 260VAC Rentang Uji
- 1) Format paparan 110.0 V - 220.0 V.
- d. Selama rentang pengukuran 0 - 100A
- a. Format paparan 00.00 hingga 99.99.

2. Komunikasi Serial

Modul ini dilengkapi dengan antarmuka komunikasi data serial TTL melalui port serial yang dapat membaca dan mengatur parameter yang relevan, tetapi jika Anda ingin menggunakan perangkat dengan USB atau RS232 (seperti komputer) untuk berkomunikasi, maka Anda harus dilengkapi dengan papan perangkat keras adaptor TTL yang berbeda (memerlukan komunikasi USB dengan pelat adaptor TTL ke USB).

3. Karakteristik dari Modul PZEM-004T

- a. Mengukur konsumsi listrik.
- b. Antarmuka serial UART dengan kecepatan 9600 bps.
- c. Pasokan tegangan 5V.

- d. Kemungkinan menghubungkan layar LCD atau LED

Pertimbangan yang tepat untuk penggunaan sensor PZEM-004T adalah:

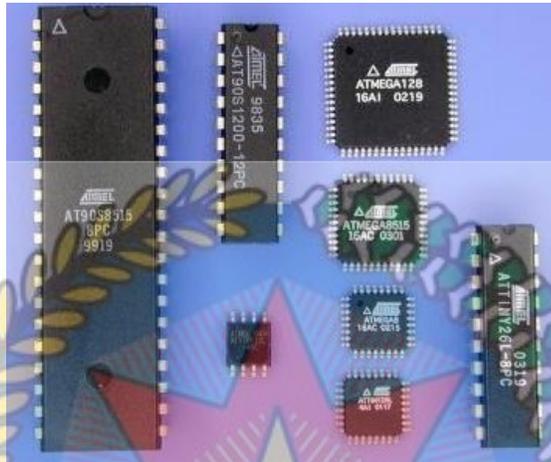
- a. Modul ini cocok untuk penggunaan di dalam ruangan, bukan di luar ruangan
- b. Beban yang dikenakan tidak boleh melebihi hak suara
- c. Kabel tidak boleh salah

4. Spesifikasi parameter Modula PZEM-004T

- a. Tegangan kerja: 80 - 260VAC
- b. Tegangan uji: 80 - 260VAC
- c. Nilai Daya: 100A/22000W 32
- d. Frekuensi operasi: 45 - 65Hz
- e. Akurasi pengukuran: 1.0 (Lembaran Data PZEM-004T.2019)

2.3 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil (*"special purpose computers"*) di dalam satu IC yang berisi CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial dan paralel, *Port input/output*, ADC. Mikrokontroller digunakan untuk suatu tugas dan menjalankan suatu program



Gambar 2.6 IC Mikrokontroler

Sumber: Ahmad Risal, 2017

Mikrokontroler ini adalah ilmu terapan yang pengaplikasiannya dapat kita temui di kehidupan sehari-hari seperti jam digital, televisi, sistem keamanan rumah, dll. Mikrokontroler juga sangat banyak digunakan dalam penelitian dan pengembangan yang dilakukan oleh peneliti, dosen, guru, bahkan sekarang banyak mahasiswa yang mengangkat judul tesis/sekripsi/tugas akhir dengan berbasiskan mikrokontroler. Mikrokontroler adalah komponen yang sangat umum dalam sistem elektronika modern. Penggunaannya sangat luas, dalam kehidupan kita sehari-hari baik di rumah, kantor, rumah sakit, bank, sekolah, industri, dll. Mikrokontroler digunakan dalam sejumlah besar sistem elektronika seperti : sistem manajemen mesin mobil, keyboard komputer, alat ukur elektronik (multimeter digital, synthesizer frekuensi, dan osiloskop), televisi, radio, telepon digital, mobile phone, microwave oven, printer, scanner, kulkas, pendingin ruangan, CD/DVD player, kamera, mesin cuci, PLC (programmable logic controller), robot, sistem otomatisasi, sistem akuisisi

data, sistem keamanan, sistem EDC (Electronic Data Capture), mesin ATM, modem, router, dll.(Ahmad Risal, 2017)

Mikrokontroler dapat kita gunakan untuk berbagai aplikasi misalnya untuk pengendalian, otomasi industri, akuisisi data, telekomunikasi, dan lain-lain. Keuntungan menggunakan mikrokontroler yaitu harganya murah, dapat diprogram berulang kali, dan dapat kita program sesuai dengan keinginan kita. Saat ini keluarga mikrokontroler yang ada dipasaran yaitu intel 8048 dan 8051 (MCS51), Motorola 68HC11, microchip PIC, hitachi H8, dan atmel AVR.

2.3.1 Arsitektur Mikrokontroler

Berdasarkan arsitekturnya, mikrokontroler dibagi menjadi : CISC dan RISC

1. CISC (*Complex Instruction Set Computer*) Mikroprosesor CISC merupakan jenis mikrokontroler yang memiliki jumlah instruksi yang kompleks dan lengkap. Contoh: Mikrokontroler CISC: Intel 80C51 (MCS51) dan Motorola 68HC11 mengikuti arsitektur CISC
2. RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) Mikroprosesor RISC merupakan jenis mikrokontroler yang memiliki jumlah instruksi yang terbatas dan sedikit. Pada arsitektur RISC jumlah instruksi lebih sedikit, tetapi memiliki banyak register dibandingkan dengan CISC. Selain itu pada arsitektur RISC kebanyakan instruksi dieksekusi hanya dalam satu clock cycle dan mode addressing memory yang sederhana. Contoh mikrokontroler RISC: ATMELAVR, Microchip PIC2/16CXX dan National Semiconductor COP8.

Program assembly dengan prosesor RISC menjadi lebih kompleks dibandingkan dengan program assembly prosesor CISC. Hal ini disebabkan hampir semua instruksi prosesor RISC adalah instruksi dasar, instruksi-instruksi ini umumnya hanya memerlukan 1 siklus mesin untuk menjalankannya. Sebagai contoh misalnya karena tidak ada instruksi untuk perkalian pada arsitektur RISC sehingga harus dibuat program perkalian dengan menggunakan instruksi-instruksi dasar seperti instruksi penjumlahan, dan lain-lain. Namun pada arsitektur RISC tidak diperlukan hardware yang kompleks, prosesor yang tidak rumit akan cepat dan andal. Untuk merealisasikan instruksi dasar yang jumlahnya tidak banyak ini, mikroprosesor RISC tidak memerlukan gerbang logik yang banyak. (Ahmad Risal, 2017)

Dimensi IC dan konsumsi daya prosesor RISC umumnya lebih kecil dibanding prosesor CISC. Akan tetapi, program assembly pada prosesor CSIC menjadi lebih sederhana karena sudah ada instruksi yang kompleks. Untuk membuat instruksi yang kompleks seperti instruksi perkalian, pembagian, dan instruksi lain yang rumit pada prosesor CSIC, diperlukan hardware yang kompleks juga. Dibutuhkan ribuan gerbang logik (logic gates) transistor untuk membuat prosesor CSIC. Instruksi yang kompleks juga membutuhkan jumlah siklus mesin (machine cycle) yang lebih panjang untuk dapat menyelesaikan eksekusinya. Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu mikrokontroler AVR. AVR adalah mikrokontroler RSIC (reduce instruction set compute) 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard, yang dibuat oleh Atmel pada tahun 1996. AVR mempunyai kepanjangan Advanced versatile RSIC atau Alf and Vegards Risc processor yang

berasal dari nama dua mahasiswa Norwegian institute of technology (NTH), yaitu Alf-Egil Bogen dan Vegard Wollan.

AVR memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain, keunggulan mikrokontroler AVR yaitu AVR memiliki kecepatan eksekusi program yang lebih cepat karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus clock, lebih cepat dibandingkan dengan mikrokontroler MCS51 yang memiliki arsitektur CISC (complex instruction set computer) di mana mikrokontroler MSC51 membutuhkan 12 siklus clock untuk mengeksekusi 1 instruksi. selain itu, mikrokontroler AVR memiliki fitur yang lengkap (ADC internal, EEPROM internal, Timer/counter, Watchdog Timer, PWM, Port I/O, Komunikasi serial, komparator, I2C, dll.), sehingga dengan fasilitas yang lengkap ini, programmer dan desainer dapat menggunakan untuk berbagai aplikasi sistem elektronika seperti robot, otomatis instruksi, peralatan telekomunikasi, dan berbagai keperluan lain. secara umum mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 5 kelompok yaitu keluarga Attiny, AT90SXX, Atmega, AVRXMega, dan AVR32 UC3. (Ahmad Risal, 2017)

2.3.2 Jenis-Jenis Mikrokontroler

1. Mikrokontroler TinyAVR (ATTiny) adalah mikrokontroler 8-bit. ATTiny adalah mikrokontroler avr kecil dan memiliki perangkat terbatas
2. Mikrokontroler AT90S adalah mikrokontroler tipe 8 bit lama, ini adalah mikrokontroler avr klasik
3. Mikrokontroler Atmega adalah mikrokontroler 8 bit. Atmega memiliki lebih banyak perangkat daripada seri ATTiny

4. Mikrokontroler Xmega adalah mikrokontroler 8/16 bit. Xmega menghadirkan perangkat baru dan canggih dengan alur kerja yang lebih baik, pemantauan acara, dan sistem DMA, dan merupakan perpanjangan dari keluarga AVR untuk pasar berdaya rendah dan berkinerja tinggi. Dengan adanya fitur DMA (direct memory access), dapat mengurangi kemungkinan terjadinya kemacetan pada saat transfer data. Xmega mendukung kriptografi AES dan DES
5. Mikrokontroler AVR32 merupakan mikrokontroler 32 bit, mikrokontroler ini pertama kali dibuat oleh Atmel pada tahun 2006. AVR32 menggunakan arsitektur RISC 32 bit, mikrokontroler ini ditujukan untuk bersaing dengan mikrokontroler berbasis prosesor ARM. Kartu SD dan MMC

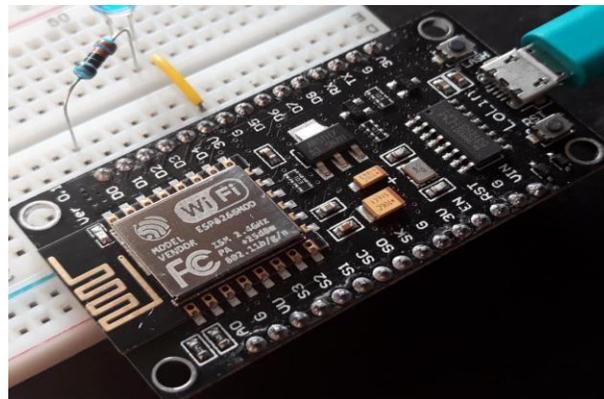
2.4 NodeMcu

NodeMCU adalah platform IoT sumber terbuka. Terdiri dari perangkat keras berupa System On Chip ESP8266. dari ESP8266 yang dibuat oleh Espressif Systems, serta firmware yang digunakan, yang menggunakan bahasa pemrograman skrip Lua. Istilah NodeMCU secara default sebenarnya mengacu pada firmware yang digunakan daripada kit pengembangan perangkat keras NodeMCU dapat dianalogikan dengan board Arduino ESP8266.

Sejarah lahirnya NodeMCU dekat dengan dirilisnya ESP8266 pada 30 Desember 2013, Espressif Systems selaku pembuat ESP8266 memulai produksi ESP8266 yang merupakan SoC Wi-Fi yang terintegrasi dengan prosesor Tensilica

Xtensa LX106. Sedangkan NodeMCU dimulai pada 13 Oktober 2014 ketika Hong mengirimkan file firmware nodemcu pertama ke Github. Dua bulan kemudian proyek tersebut diperluas ke platform perangkat keras ketika Huang R membuat file dari papan ESP8266, yang ia beri nama devkit v.0.9. (Saputro, T. T, 2017)

Selanjutnya di bulan yang sama. Mr. PM mem-porting library klien MQTT dari Contiki ke platform SOC ESP8266 dan berkomitmen pada proyek NodeMCU yang membuatnya mendukung protokol MQTT IoT melalui Lua. Pembaruan penting berikutnya terjadi pada 30 Januari 2015 ketika Devsaurus mem-porting u8glib ke proyek NodeMCU yang memungkinkan NodeMCU untuk menggerakkan layar LCD, OLED, dan VGA. Oleh karena itu, proyek NodeMCU terus berkembang hingga sekarang berkat komunitas open source di belakangnya, pada musim panas 2016 NodeMCU sudah terdiri dari 40 modul fungsional yang dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan pengembang.



Gambar 2.7 NodeMCU
Sumber: Saputro, T. T, 2017

Karena inti dari NodeMCU adalah ESP8266 (terutama seri ESP-12, termasuk ESP-12E) maka fitur NodeMCU akan kurang lebih sama dengan ESP-12 (juga ESP-

12E untuk NodeMCU v. 2 dan v.3) kecuali NodeMCU memiliki dikemas API sendiri dibangun di atas bahasa pemrograman eLua, yang kurang lebih mirip dengan javascript. Beberapa fitur ini termasuk:

1. 10 Port GPIO dari D0 – D10
2. 2. Fungsionalitas PWM
3. 3. Antarmuka I2C dan SPI
4. 4. Antarmuka 1 Wire
5. 5. ADC

Modul ini membutuhkan daya sekitar 3.3v dan memiliki tiga mode wifi, yaitu Station, Access Point, dan Both. Modul ini juga dilengkapi dengan processor, memory dan GPIO dimana jumlah pin tergantung dari jenis ESP8266 yang kita gunakan. Sehingga modul ini dapat berdiri sendiri tanpa menggunakan mikrokontroler apapun karena sudah memiliki peralatan seperti mikrokontroler.

2.4.1 Versi NodeMCU

Beberapa pengguna awal masih sedikit bingung dengan kehadiran beberapa papan NodeMCU. Karena sifatnya yang open source, banyak produsen yang akan memproduksi dan mengembangkannya. Secara umum, ada tiga produsen NodeMCU yang produknya saat ini beredar di pasaran: Amica, DOIT dan Lolin/WeMos. Dengan beberapa varian board yang diproduksi yaitu V1, V2 dan V3.

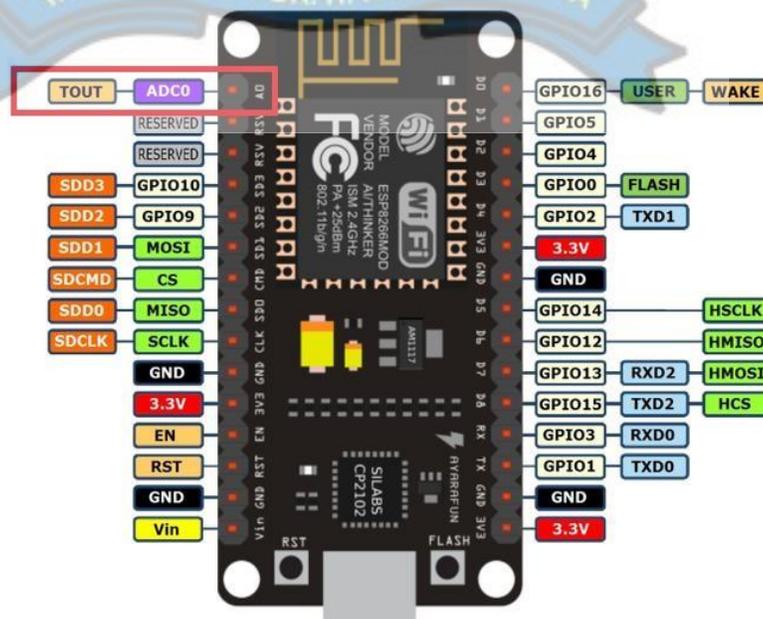
1. Generasi pertama / *board* v.0.9 (Biasa disebut V1)



Gambar 2.8 Generasi Pertama NodeMCU

Sumber: Saputro, T. T, 2017

Versi papan 0.9 sering disebut di pasaran karena V.1 adalah versi asli yang memiliki dimensi 47mm x 31mm. Ini memiliki inti ESP-12 dengan memori flash 4MB. Berikut adalah pinout dari papan v.0.9.

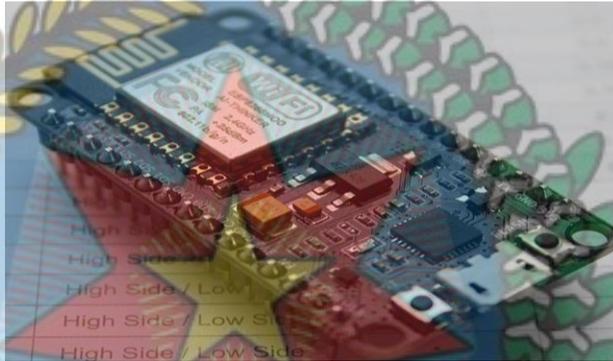


Gambar 2.9 Skematik Posisi Pin NodeMCU Devkit V1

Sumber: Saputro, T. T, 2017

Namun, beberapa produk juga menggunakan chip ESP-12E sebagai inti papan v.0.9 dengan tampilan papan berwarna hitam.

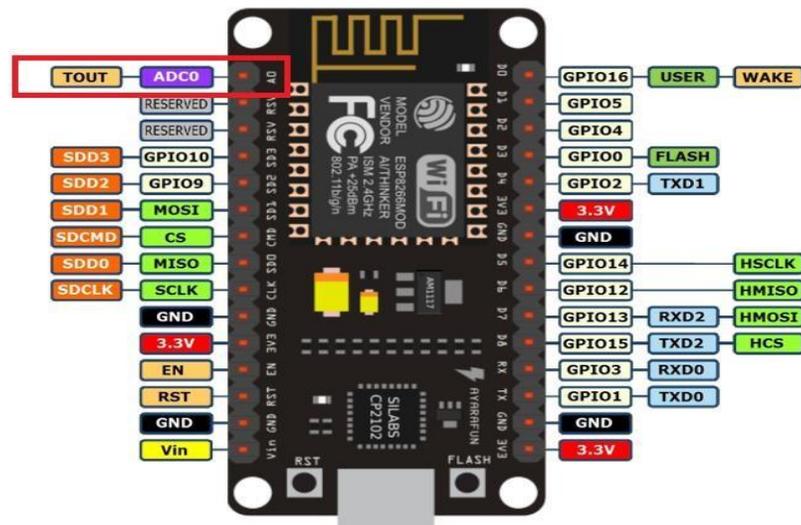
2. Generasi kedua / *board v 1.0* (biasa disebut V2)



Gambar 2.10 NodeMCU Devkit V2

Sumber: Saputro, T. T, 2017

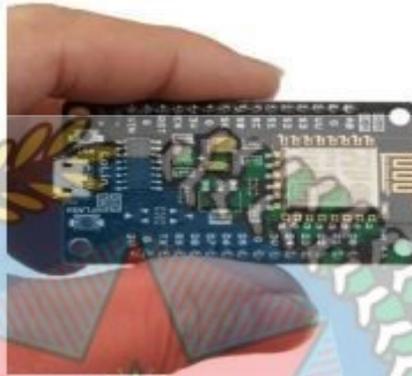
Generasi kedua merupakan pengembangan dari versi sebelumnya, dengan chip yang ditingkatkan dari ESP12 sebelumnya ke ESP12E. Dan IC Serial berubah dari CHG340 menjadi CP2102.



Gambar 2.11 Skematik Posisi Pin NodeMCU Devkit V2

Sumber: Saputro, T. T, 2017

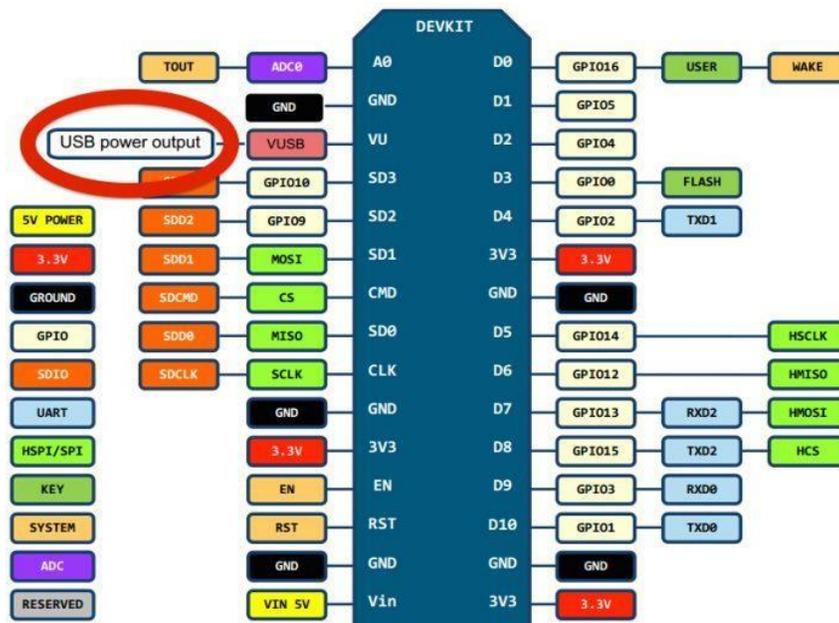
3. Generasi ketiga / *board* v 1.0 (biasa disebut V3 Lolin)



Gambar 2.12 Generasi ketiga / *board* v 1.0 (biasa disebut V3 Lolin)

Sumber: Saputro, T. T, 2017

Adapun V3, sebenarnya bukan versi resmi yang dirilis oleh NodeMCU. Setidaknya pada posting ini, masih belum ada versi resmi untuk NodeMCU V3. V3 hanyalah versi yang dibuat oleh pabrikan LoLin dengan sedikit perbaikan pada V2. Mengklaim memiliki antarmuka USB yang lebih cepat



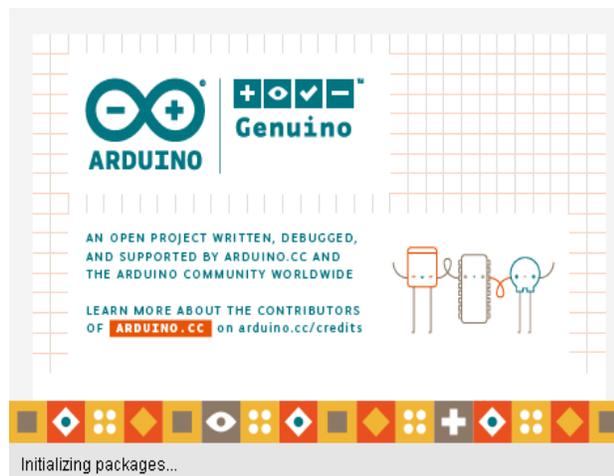
Gambar2.13 Skematik Posisi Pin NodeMCU Dekvit V3

Sumber: Saputro, T. T, 2017

Jika dibandingkan dengan versi sebelumnya, dimensi papan V3. akan lebih besar dari V2. Lolin menggunakan 2 pin cadangan untuk daya USB dan satu lagi untuk GND tambahan. Tentu saja 3 jenis versi ini akan tumbuh dan berkembang seiring waktu karena sifatnya yang open source. Mungkin beberapa bulan atau beberapa tahun setelah tulisan ini, versi lain akan beredar.

2.5 Perangkat Lunak *Software*

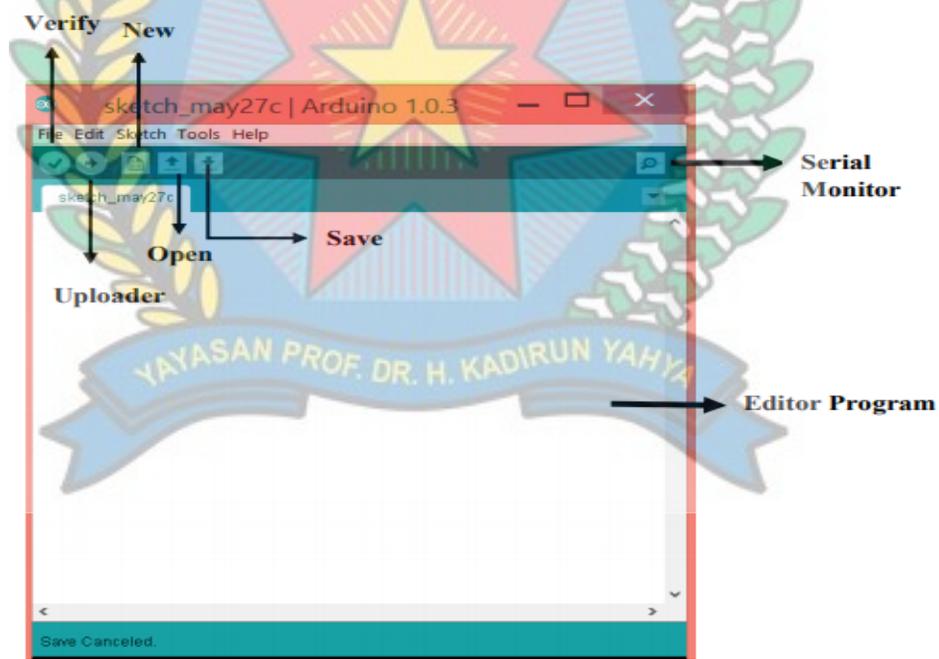
Arduino IDE dikatakan sebagai platform komputasi fisik open source. Tujuan dari platform ini adalah bahwa Arduino bukan hanya alat pengembang, tetapi merupakan kombinasi dari perangkat keras canggih, bahasa pemrograman, dan Lingkungan Pengembangan Terintegrasi (IDE). IDE adalah perangkat lunak yang berperan sangat penting dalam menulis program, mengkompilasinya menjadi kode biner dan mengunggahnya ke memori mikrokontroler. Software Arduino dapat diinstal pada beberapa sistem operasi antara lain: Windows, Mac OS, dan Linux. (*Yuono marta dinata, 2016*)



Gambar 2.14 Arduino Integrated Development Environment

Sumber: *Yuono marta dinata, 2016*

Secara umum struktur program pada Arduino terbagi menjadi dua bagian yaitu setup dan loop. Bagian setup adalah area di mana kode inisialisasi sistem ditempatkan sebelum memasuki bagian loop (body). Pada dasarnya, setup adalah bagian yang dieksekusi hanya sekali, yaitu pada awal program. Sedangkan loop merupakan bagian inti dari program Arduino. Dan bagian ini dilaksanakan secara terus menerus.



Gambar 2.15 Tampilan Toolbar Arduino

Sumber: Yuono marta dinata, 2016

Keterangan:

1. Editor Program

Jendela yang memungkinkan pengguna untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa pemrosesan

2. Verify

Periksa kode sketsa untuk kesalahan sebelum mengunggah ke papan arduino

3. Uploader

Modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori di dalam papan arduino

4. New

Buat sketsa baru

5. Open

Buka sketch register di sketchbook arduino

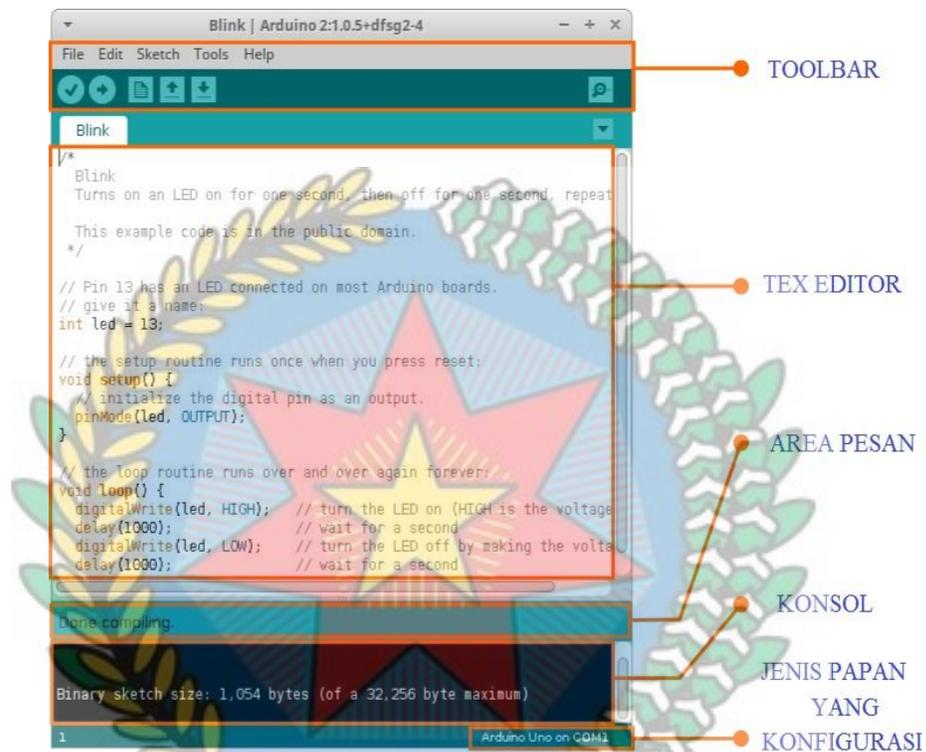
6. Savie

Simpan kode sketsa di buku sketsa

7. Serial Monitor

Menampilkan data serial yang dikirimkan dari board arduino





Gambar 2.16 Struktur IDE

Sumber: Penulis, 2022

2.6 IoT (*Internet of Thing*)

IoT merupakan arketipe yang bertujuan untuk memberikan ide-ide baru di bidang teknologi informasi dan komunikasi, dalam model IoT “Semuanya” dapat terkoneksi dengan internet, sehingga informasi dapat diproses dan disebarluaskan dengan cepat. Oleh karena itu, IoT memainkan peran penting dalam pengembangan kota pintar.

Istilah IoT pertama kali diciptakan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999. Namun, dalam dekade terakhir definisi tersebut menjadi lebih inklusif yang mencakup berbagai aplikasi seperti perawatan kesehatan, utilitas, dan transportasi. Meskipun definisi "Sesuatu" telah berubah seiring dengan perkembangan teknologi,

tujuan utamanya adalah menciptakan informasi dalam arti komputer tanpa bantuan campur tangan manusia. Dimulai dengan maraknya perangkat berbasis teknologi nirkabel terbuka seperti bluetooth, Radio Frequency Identification (RFID), Wi-Fi dan layanan data telepon serta keberadaan sensor dan node. IoT telah melalui banyak perkembangan dan hampir mengubah internet statis saat ini menjadi internet yang terintegrasi untuk internet masa depan. *(Novi Azman, S.T., M.T, 2020)*

Ada tiga komponen utama dalam IoT yang harus dipenuhi antara lain: (a) perangkat keras yang terdiri dari sensor, aktuator dan perangkat keras komunikasi tertanam, (b) middleware pada perangkat penyimpanan dan komputasi untuk analisis data dan (c) penyajian yang mudah. untuk memahami alat visualisasi dan interpretasi yang dapat diakses secara luas pada platform yang berbeda dan yang dapat dirancang untuk aplikasi yang berbeda. IoT dapat diwujudkan dalam tiga paradigma yaitu berorientasi pada internet (middleware), berorientasi pada hal (sensor) dan berorientasi pada semantik (pengetahuan). *(Atzori et al, 2010)* dalam implementasinya IoT dapat diintegrasikan dengan komponen penting dalam suatu masyarakat seperti infrastruktur, layanan administrasi, pendidikan, kesehatan, keselamatan publik, real estate, transportasi. Gambar di bawah ini adalah implementasi IoT:



Gambar 2.17 Integrasi *Internet of Thing (IoT)*

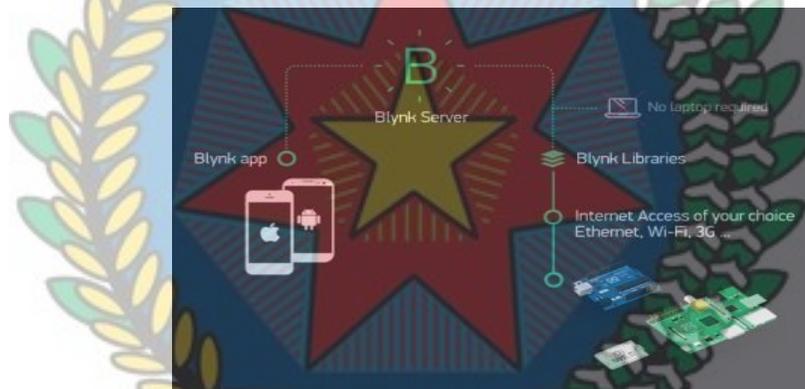
Sumber: (Novi Azman, S.T., M.T, 2020)

2.7 Aplikasi Blynk

Aplikasi Blynk adalah platform yang digunakan untuk mengontrol Arduino, ESP8266, Raspberry Pi, dan modul lainnya melalui internet. Layanan server ini memiliki lingkungan pengguna mobile, baik Android maupun iOS yang mendukung berbagai macam perangkat keras yang dapat digunakan untuk proyek Internet of Things. Aplikasi Blynk dapat diunduh melalui Google Play dan Apple Store. Blynk dibuat dengan tujuan untuk mengontrol dan memantau perangkat keras dari jarak jauh menggunakan komunikasi data internet. Ada tiga komponen utama untuk platform Blynk, termasuk:

1. Aplikasi Blynk memungkinkan untuk membuat Antarmuka pada proyek yang dibuat menggunakan berbagai Widget yang telah disediakan

2. *Blynk Server* bertanggung jawab atas komunikasi antara smartphone dan perangkat keras. Pustaka Blynk untuk membantu pengembangan kode. Pustaka Blynk tersedia di banyak platform perangkat keras sehingga dapat memfasilitasi pengembang IoT dengan fleksibilitas Perangkat Keras yang didukung oleh Blynk.



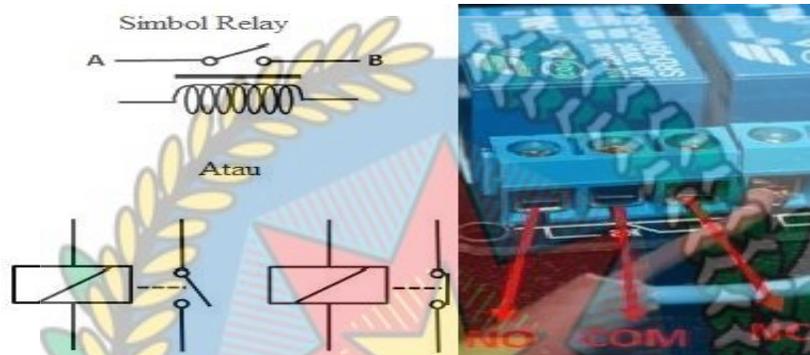
Gambar 2.18 Cara Kerja Blynk
 Sumber: (Ade Rufaidah Mutmainah, dkk 2019)

2.8 Modul Relay

Relay adalah suatu bentuk tahanan yang terdiri dari titik kontak bawah dengan gulungan spool tidak bergerak dan titik kontak atas bergerak. Prinsip kerja hambatan adalah menghubungkan titik kontak bawah dengan titik atas, yaitu tempat kumparan berada, yang dilalui arus listrik yang timbul pada elektromagnet. Sederhananya, relai elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut:

1. Perangkat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup (atau membuka) kontak sakelar
2. Sakelar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik

Di bawah ini adalah gambar Simbol Relay yang sering dijumpai di Jaringan Elektronik.



Gambar 2.19 Relay dan Symbol Relay
 Sumber: Irma Yulia Basri, S.Pd., M.Eng 2009

Bagian contact point terbagi menjadi 2 bagian yaitu bagian kontak utama dan bagian kontak bantu yaitu : Bagian kontak utama digunakan untuk menyambung dan memutuskan arus listrik ke bagian yang menuju ke beban/pengguna. digunakan untuk menyambung dan memutuskan arus listrik ke bagian yang masuk ke controller. Kontak bantu memiliki 2 kontak yaitu kontak kontak (NC) dan kontak putus (NO) yang menunjukkan masing-masing kontak dan gulungan spool. Secara umum relay digunakan untuk memenuhi fungsi berikut:

1. *Remote control* : dapat menyalakan atau mematikan alat dari jarak jauh.
2. Penguatan daya : menguatkan arus atau tegangan.
3. Pengatur logika kontrol suatu sistem

Susunan kontak pada relay adalah:

1. *Normally Open* : Relay akan menutup bila dialiri arus listrik.
2. *Normally Close* : Relay akan membuka bila dialiri arus listrik.

Changeover : Relay ini memiliki kontak tengah yang akan melepaskan diri dan membuat kontak lainnya berhubungan

2.8.1 Prinsip Kerja Relay

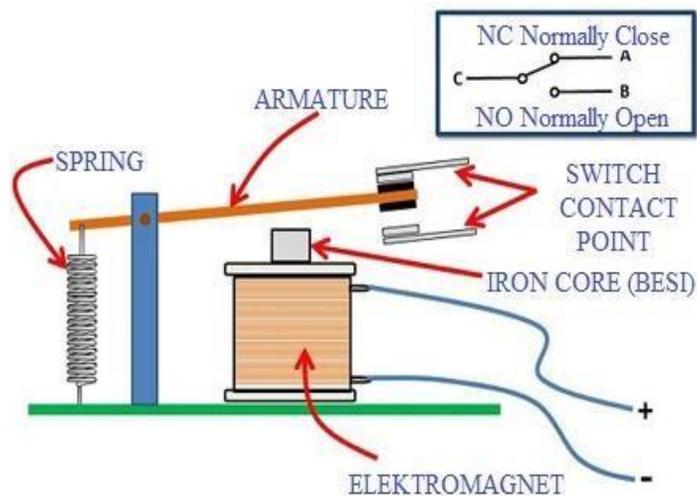
Pada dasarnya, Relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu:

1. *Electromagnet* (Coil)
2. *Armature*
3. *Switch Contact Point* (Saklar)
4. *Spring*

Seperti saklar, relay juga dibedakan berdasar pole dan throw yang dimilikinya:

1. *Pole* : banyaknya contact yang dimiliki oleh relay
2. *Throw* : banyaknya kondisi (*state*) yang mungkin dimiliki contact.

Berikut ini merupakan gambar dari bagian-bagian Relay



Gambar 2.20 Struktur Sederhana Relay
 Sumber: Irma Yulia Basri, S.Pd., M.Eng 2009

Kontak yang biasanya terbuka akan terbuka ketika tidak ada arus yang mengalir melalui kumparan, tetapi menutup segera setelah kumparan memberikan arus atau diberi energi. Biasanya kontak dekat akan menutup ketika koil tidak diberi energi dan terbuka ketika koil diberi energi. Setiap kontak biasanya digambarkan sebagai kontak yang terlihat dengan kumparan yang tidak diberi energi. Relai terdiri dari 2 terminal pemacu, 1 terminal input dan 1 terminal output.

1. Terminal trigger : yaitu terminal yang akan mengaktifkan relay, seperti alat elektronik lainnya relay akan aktif apabila di aliri arus + dan arus -. Pada contoh relay yang kita gunakan terminal trigger ini adalah 85 dan 86
2. Terminal input : yaitu terminal tempat kita memberikan masukan, pada contoh adalah terminal 30
3. Terminal output : yaitu tempat keluarnya output pada contoh adalah terminal 87

2.8.2 Jenis-jenis Relay

Berikut ini penggolongan relay berdasar jumlah *pole* dan *throw*

1. DPST (*Double Pole Single Throw*), relay golongan ini memiliki 6 terminal, diantaranya 4 terminal yang terdiri dari 2 pasang terminal saklar sedangkan 2 terminal lainnya untuk coil. Relay DPST dapat dijadikan 2 saklar yang dikendalikan oleh 1 coil
2. SPST (*Single Pole Single Throw*), relay golongan ini memiliki 4 terminal, 2 terminal untuk saklar dan 2 terminalnya lagi untuk coil
3. SPDT (*Single Pole Double Throw*), relay golongan ini memiliki 5 terminal, 3 terminal untuk saklar dan 2 terminalnya lagi untuk coil

4. DPDT (*Double Pole Double Throw*), relay golongan ini memiliki terminal sebanyak 8 terminal, diantaranya terminal yang merupakan 2 pasang relay SPDT yang dikendalikan oleh 1 (*single*) coil. Sedangkan 2 terminal lainnya untuk *coil*

2.8.3 Fungsi Relay

Beberapa fungsi relay yang telah umum diaplikasikan kedalam peralatan elektronika diantaranya adalah:

1. Relay digunakan untuk menjalankan fungsi logika (*logic function*).
2. Relay digunakan untuk memberikan fungsi penundaan waktu (*time delay function*).
3. Relay digunakan untuk mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan bantuan dari signal tegangan rendah
4. Ada juga relay yang berfungsi untuk melindungi motor ataupun komponen lainnya dari kelebihan tegangan ataupun hubung singkat (*short*)

2.9 Power Suplay (Catu Daya)

Power Supply atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Catu Daya adalah suatu alat listrik yang dapat menyediakan energi listrik untuk perangkat listrik ataupun elektronika lainnya. Pada dasarnya Power Supply atau Catu daya ini memerlukan sumber energi listrik yang kemudian mengubahnya menjadi energi listrik yang dibutuhkan oleh perangkat elektronika lainnya. Oleh karena itu, Power Supply kadang-kadang disebut juga dengan istilah Electric Power Converter,(Suyadhi, 2010, dalam buku Pintar Robotika).

2.9.1 Klasifikasi Umum *Power Supply*

Pada umumnya *Power Supply* dapat di klasifikasikan menjadi 3 kelompok besar, yakni berdasarkan Fungsinya, berdasarkan Bentuk Mekanikalnya dan juga berdasarkan Metode Konversinya. Berikut ini merupakan penjelasan singkat mengenai ketiga kelompok tersebut:

1. *Power Supply Berdasarkan Fungsi (Functional)*

Berdasarkan fungsinya, *Power Supply* dapat dibedakan menjadi Regulated *Power Supply*, Unregulated *Power Supply* dan Adjustable *Power Supply*

- a. Regulated *Power Supply* adalah *Power Supply* yang dapat menjaga kestabilan tegangan dan arus listrik meskipun terdapat perubahan atau variasi pada beban atau sumber listrik (Tegangan dan Arus Input)
- b. Unregulated *Power Supply* adalah *Power Supply* tegangan ataupun arus listriknya dapat berubah ketika beban berubah atau sumber listriknya mengalami perubahan
- c. Adjustable *Power Supply* adalah *Power Supply* yang tegangan atau Arusnya dapat diatur sesuai kebutuhan dengan menggunakan Knob Mekanik. Terdapat 2 jenis Adjustable *Power Supply* yaitu Regulated Adjustable *Power Supply* dan Unregulated Adjustable *Power Supply*

2. *Power Supply Berdasarkan Bentuknya*

Untuk peralatan Elektronika seperti Televisi, Monitor Komputer, Komputer Desktop maupun DVD Player, *Power Supply* biasanya ditempatkan di dalam atau menyatu ke dalam perangkatperangkat tersebut sehingga kita sebagai konsumen tidak dapat melihatnya secara langsung.

Jadi hanya sebuah kabel listrik yang dapat kita lihat dari luar. Power Supply ini disebut dengan Power Supply Internal (Built in). Namun ada juga Power Supply yang berdiri sendiri (stand alone) dan berada diluar perangkat elektronika yang kita gunakan seperti Charger Handphone dan Adaptor Laptop. Ada juga Power Supply stand alone yang bentuknya besar dan dapat disetel tegangannya sesuai dengan kebutuhan kita

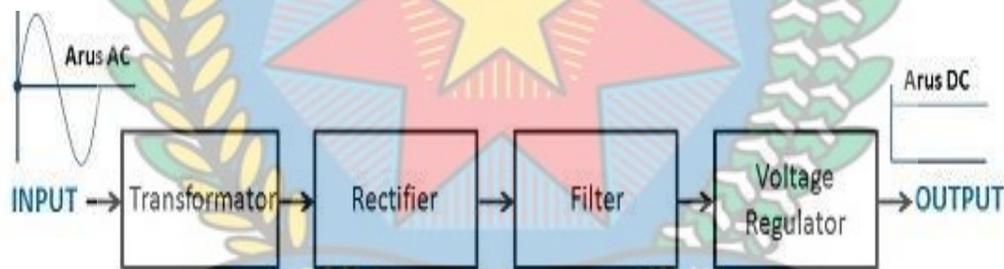
3. Power Supply Berdasarkan Metode Konversinya

Berdasarkan Metode Konversinya, Power Supply dapat dibedakan menjadi Power Supply Linier yang mengkonversi tegangan listrik secara langsung dari Inputnya dan Power Supply Switching yang harus mengkonversi tegangan Input ke pulsa AC atau DC terlebih dahulu

2.9.2 Prinsip Kerja DC Power Supply

Arus Listrik yang kita gunakan di rumah, kantor dan pabrik pada umumnya adalah dibangkitkan, dikirim dan didistribusikan ke tempat masing-masing dalam bentuk Arus Bolak-balik atau arus AC (*Alternating Current*). Hal ini dikarenakan pembangkitan dan pendistribusian arus Listrik melalui bentuk arus bolak-balik (AC) merupakan cara yang paling ekonomis dibandingkan dalam bentuk arus searah atau arus DC (*Direct Current*). Akan tetapi, peralatan elektronika yang kita gunakan sekarang ini sebagian besar membutuhkan arus DC dengan tegangan yang lebih rendah untuk pengoperasiannya. Oleh karena itu, hampir setiap peralatan Elektronika memiliki sebuah rangkaian yang berfungsi untuk melakukan konversi arus listrik dari arus AC menjadi arus DC dan juga untuk menyediakan tegangan yang sesuai dengan rangkaian Elektronika-nya. (Suyadhi, 2010)

Rangkaian yang mengubah arus listrik AC menjadi DC ini disebut dengan DC Power Supply atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Catu daya DC. DC Power Supply atau Catu Daya ini juga sering dikenal dengan nama “Adaptor”. Sebuah DC Power Supply atau Adaptor pada dasarnya memiliki 4 bagian utama agar dapat menghasilkan arus DC yang stabil. Keempat bagian utama tersebut diantaranya adalah Transformator, Rectifier, Filter dan Voltage Regulator. Dibawah ini adalah Diagram Blok DC Power Supply (Adaptor) pada umumnya



Gambar 2.21 Diagram Blok Power Supply

Sumber: (Suyadhi, 2010)

Berikut ini adalah penjelasan singkat tentang prinsip kerja DC Power Supply (Adaptor) pada masing-masing blok berdasarkan Diagram Blok diatas.

2.10 Modul LM 2596

Modul konverter DC ke DC (DC-DC Converter) ini menggunakan IC LM2596S yang merupakan Integrated Circuit (IC) untuk mengubah tingkatan tegangan (voltage level) arus searah / Direct Current (DC) menjadi lebih rendah dibanding tegangan masukannya. (Aris Setiawan, dkk 2020)

Tegangan masukan (input voltage) dapat dialiri tegangan berapa pun antara 3 Volt hingga 40 Volt DC, yang akan diubah menjadi tegangan yang lebih rendah di antara 1,5 Volt hingga 35 Volt DC. Besar arus berkelanjutan (continuous current)

yang dapat ditangani modul elektronika ini sebesar $\pm 1,5A$ dengan arus puncak / momentary peak current 3A (catatan: 3A hanya untuk waktu yang sangat singkat, nilai 3A ini jangan dijadikan acuan). Tegangan keluaran yang diinginkan dapat disetel dengan memutar sekrup pada potensiometer (sekrup kuningan pada komponen elektro yang berwarna biru), dengan catatan perbedaan tegangan antara tegangan masukan dengan tegangan keluaran minimal 1,5 Volt (contoh: dari 12V bisa ke tegangan berapapun antara 1,5 Volt hingga 10,5 Volt). IC LM2596S ini dirangkaikan dengan komponen-komponen elektronika dengan kualitas terbaik seperti kapasitor menggunakan SMD Solid Capacitor merk Sanyo yang terkenal dengan kualitasnya yang prima, induktor berintikan ferrite-drum induktansi tinggi (high-Q inductance) dengan pelindung magnetik, multi-turn potentiometer dengan resolusi dan akurasi hambatan yang tinggi (bukan potensiometer biasa yang resolusinya rendah), dan dioda SMD tipe Schottky SS54 yang bersifat low dropout (LDO) voltage. Maka dapat dilihat pada gambar modul LM 2596 adalah sebagai berikut.



Gambar 2.22 Modul LM2596
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2022

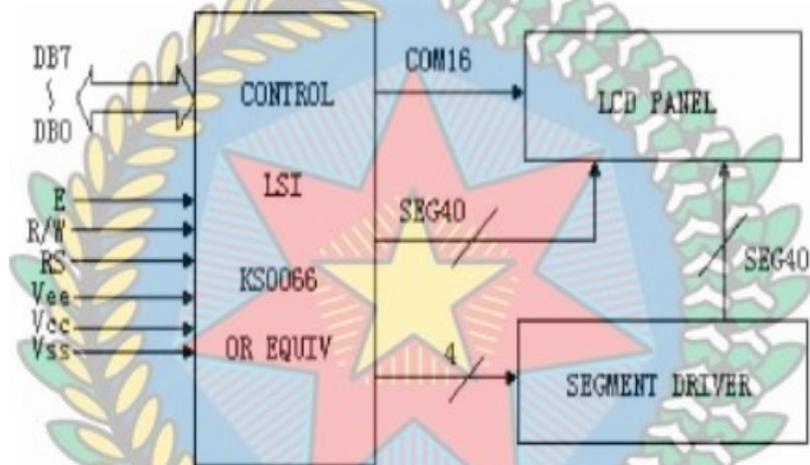
2.11 *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD adalah singkatan dari kata *Liquid Crystal Display*, yaitu panel penampil yang di buat dari bahan kristal cair. Kristal dengan sifat-sifat khusus yang menampilkan warna lengkap yang berasal dari efek patulan atau transmisi cahaya dengan panjang gelombang pada sudut lihat tertentu, merupakan salah satu rekayaan penting yang menujung kebutuhan akan peralatan elektronik serba tipis dan ringan.

Dalam menampilkan numeric ini kristal yang dibentuk menjadi bar, dan dalam menampilkan alfanumerik kristal hanya diatur kedalam pola titik. Setiap kristal memiliki sambungan listrik individu sehingga dapat dikontrol secara independen. Ketika kristal off (yakni tidak ada arus yang melalui kristal) cahaya kristal terlihat sama dengan bahan latar belakangnya, sehingga kristal tidak dapat terlihat. Sangat penting untuk menyadari perbedaan antara layar LCD dan layar LED. Sebuah LED display (sering digunakan dalam radio jam) terdiri dari sejumlah LED yang benar-benar mengeluarkan cahaya (dan dapat dilihat dalam gelap). Sebuah layar LCD hanya mencerminkan cahaya, sehingga tidak dapat dilihat dalam gelap. LMB162A adalah modul LCD matrix dengan konfigurasi 16 karakter dan 2 baris dengan setiap karakternya dibentuk oleh 8 baris pixel dan 5 kolom pixel (1 baris terakhir adalah kursor). (Suyadhi, 2010)

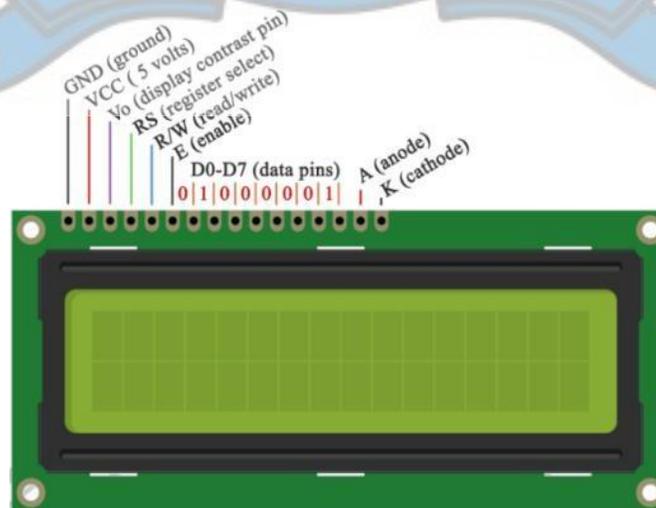
Memori LCD terdiri dari 9.920- b i t CGROM, 64- b y t e CGRAM dan 80x8 bit DDRAM yang diatur pengalamatannya oleh Address Counter dan akses datanya (pembacaan maupun penulisan datanya) dilakukan melaluiregister data. Pada LMB162A terdapat register data dan register perintah. Proses akses data ke atau dari register data akan mengakses ke CGRAM, DDRAM atau CGROM bergantung pada

kondisi Address Counter, sedangkan proses akses data ke atau dari register perintah akan mengakses Instruction Decoder (dekoder instruksi) yang akan menentukan perintah-perintah yang akan dilakukan oleh LCD.



Gambar 2.23 Block Diagram LCD

Sumber: (Suyadhi, 2010)



Gambar 2.24 LCD 16x2 Character

Sumber: (Suyadhi, 2010)

Klasifikasi LED Display 16x2 Character

1. 16 karakter x 2 baris

2. 5x7 titik Matrix karakter+kursor
3. HD44780 Equivalent LCD kontroller/driver Built-In
4. 4-bit atau 8-bit MPU Interface
5. Tipe Standar
6. Bekerja hampir dengan semua Mikrokontroler

2.12 Standart Tegangan

Berdasarkan SPLN No1 Tahun 1978 menyatakan bahwasanya tegangan pada (tegangan Menengah) dan Tegangan Rendah (TR) memiliki toleransi Tegangan Pelayanan +5% dari tegangan Normal dan -10% dari tegangan normal

Tabel 2.1 Standard Tegangan Menengah dan Tegangan Menengah

| No | TM / TR | Phasa | Tegangan Nominal Volt (V) | Toleransi Tegangan Pelayanan | |
|----|---------|---------|---------------------------|------------------------------|----------|
| | | | | +5% | -10% |
| 1 | TM | 1 Phasa | 11,5 kV | 12,05 kV | 10,35 kV |
| 2 | | 3 Phasa | 20 kV | 21 kV | 18 kV |
| 3 | TR | 1 Phasa | 220 V | 231 V | 198 V |
| 4 | | 3 Phasa | 380 V | 399 V | 342 V |

Sumber: SPLN No 1 1978

BAB 3

METODE PERANCANGAN

Pada bab ini penulis akan menjelaskan waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, perancangan alat, metode penelitian, dan prosedur penelitian. Pada penelitian ini penulis akan melakukan beberapa langkah untuk sistem perancangan dan mengetahui cara kerja pada Alat Sistem Monitoring Gangguan Pada Transformator Distribusi Berbasis *Internet Of Things* (Iot) yang akan dirancang

3.1 Waktu dan Tempat Perancangan

Perancangan alat dan Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2022 di Kantor PT.PLN (Persero) Unit Pelaksanaan Pelayanan Pelanggan (UP3 Binjai) yang berlokasi di Jl. Tengku Amir Hamzah No.37, Pahlawan, Kec. Binjai Utara, Kota Binjai, Sumatera Utara 20748. Lokasi tersebut dipilih karena memiliki aspek pendukung agar penelitian dapat berjalan dengan baik.

3.2 Alat dan Bahan

Dalam melakukan perancangan alat penelitian ini penulis menggunakan beberapa alat dan bahan untuk perancangan

Tabel 3.1 Alat dan spesifikasi yang digunakan

| Nama Alat | Spesifikasi |
|------------------|--------------------|
| Lamptop | Acer Aspire One |
| Tang | Potong dan Jepit |
| Obeng | Minus dan Positif |
| Solder | 40 watt |
| Hanphone | Iphone dan Android |
| Kabel Downloader | Micro USB |

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2022

Tabel 3.2 Bahan Yang digunakan

| Nama Bahan | Spesifikasi |
|-------------------|--|
| NodeMcu | ESP32 tegangan operasi: 3.3V Tegangan Masukan: 7-12V |
| Resistor Variabel | 250 K Ω |
| Adaptor | LRS-100 AC-DC Single output enclosed power supply; Universal AC input; Output 12Vdc at 8.5A; Up to 5G vibration; 1U low profile |
| Pzem004t | AC Digital Multifunction Meter Watt Power Volt Amp TTL Current Test Module PZEM-004T With Coil 0-100A 80-260V AC |
| Modul Relay | 1 channel 5v |
| LM | step-down output voltages of 3.3V, 5V, 12V |
| LCD 2 x 16 | +5V power supply only |
| Stop Kontak | 1 Lubang |
| Kabel | 0,8 mm NYAF |
| Triplek | 5 mm |

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2022

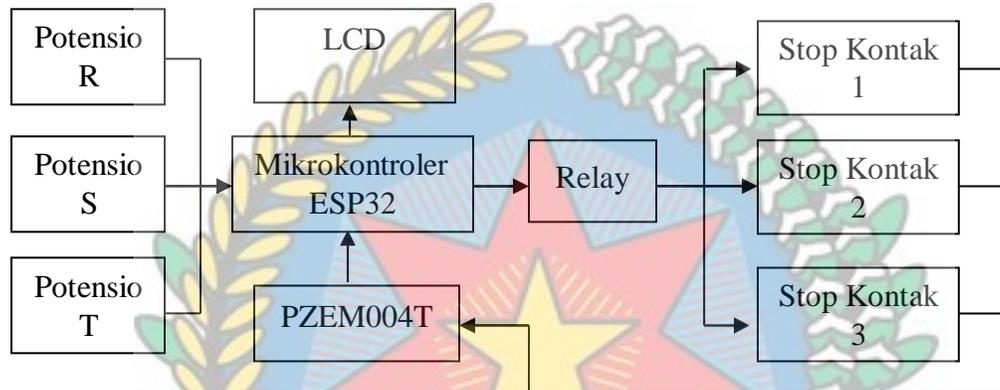
3.3 Perancangan *Hardware*

Adapun yang dimaksud dengan sistem perancangan *hardware* adalah sekumpulan elemen yang saling berkaitan yang memproses masukan (*input*) yang satu dengan masukan yang lain sehingga mampu menghasilkan keluaran (*output*) berupa informasi yang dapat digunakan dalam mengambil suatu keputusan

3.3.1 Blok Diagram

Blok Diagram adalah salah satu bentuk diagram proses untuk sistem yang terspesialisasi di dalam aktivitas rekayasa (*engineering*). Bentuk diagram tersusun dalam sudut pandang *high level* atau tidak menonjolkan bagian yang terlalu detail

pada sistem. Tujuan pembuatannya ialah untuk menunjukkan bagian utama pada saat pembuatan sistem baru maupun perbaikan sistem yang sudah ada



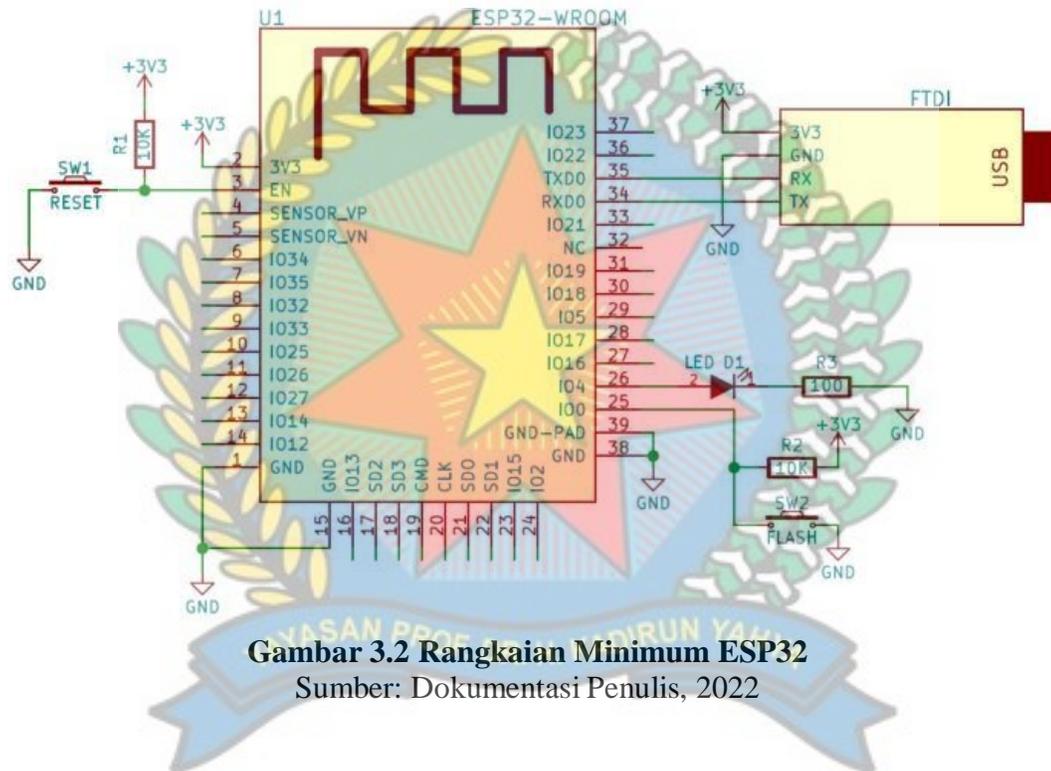
Gambar 3.1 Blok Diagram Rangkaian
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2022

Blok diagram diatas menjelaskan Potensio meter difungsikan sebagai pengatur tegangan setiap fasa jika mikrokontroler mendeteksi salah satu fasa dengan keadaan under voltage atau over voltage maka mikrokontroler akan memerintahkan relay untuk memutuskan arus listrik pada beban yang terpasang, sedangkan sensor pzem 004t bekerja untuk mendeteksi jika pada setiap fasa atau beban terjadi shortcircuit maka sensor akan mengirimkan data kepada mikrokontroler sehingga mikrokontroller juga memerintahkan relay untuk memutuskan aliran listrik pada beban dan menampilkan hasil pada diplay yang terpasang pada alat yang dirancang.

3.3.2 Rangkaian Sistem Minimum ESP32

Modul NodeMCU ESP32 yang didalamnya ditanam chip merupakan pusat sebuah sistem. Pada rangkaian *board* sistem minimum NodeMCU ini terdapat kaki-

kaki yang sudah terkonfigurasi dengan socket yang ada pada driver. Sekema rangkaian Modul NodeMCU ESP32 bisa dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.2 Rangkaian Minimum ESP32

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2022

Ada beberapa Untuk Spesifikasi dasar NodeMCU Esp32 yaitu :

1. Microcontroller : Tensilica 38 bit
2. Flash Memory : 4 Kilo Byte
3. Tegangan Operasi : 3.3-5.5 V
4. Tegangan Input : 4.9 – 12 V
5. Pin Digital I/O (DIO): 16
6. Pin Analog Input (ADC): 1
7. UARTs: 2
8. SPIs: 1

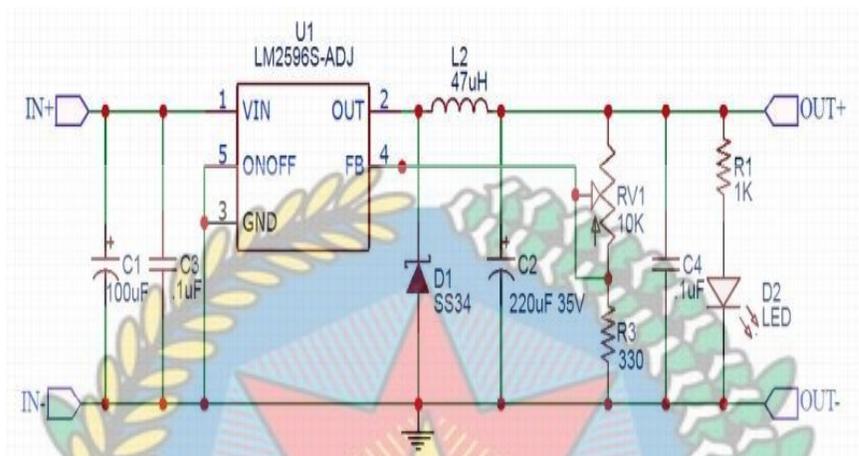
9. I2Cs: 1
10. Clock Speed: 80 MHz
11. PCB Antenna

Sebagaimana NodeMCU ESP32 ini harus diprogram terlebih dahulu agar dapat bekerja sesuai dengan *design* sistem yang kita inginkan. Menggunakan program Arduino IDE (*sketch*), tentu dengan menyesuaikan tipe/jenis *board*. Agar *board* NodeMCU ini terdeteksi di Arduino IDE.

3.3.3 Rankgian Regulator Tegangan LM2596

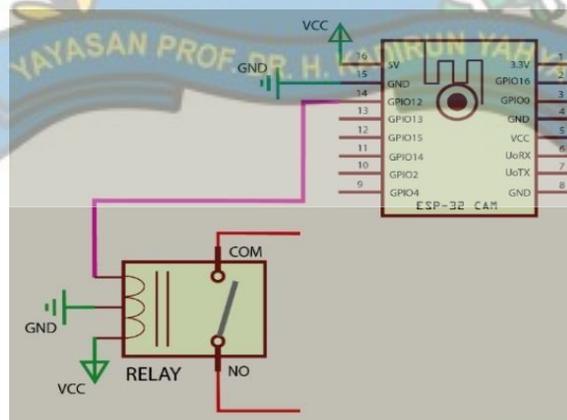
Modul Step-Down *Voltage Regulator/ DC Buck Converter* adalah modul yang sangat praktis digunakan untuk mengkonversi atau menurunkan tegangan dari catu daya sumber menjadi tegangan keluaran yang lebih rendah. Modul elektronika ini menggunakan *Integrated Circuit/ IC* LM2596, 3A Step-Down.

Chip LM2596 bekerja pada *switching frequency* 150 kHz, memungkinkan komponen penyangkal berukuran lebih kecil dibanding komponen penyangkal yang biasa dibutuhkan oleh *switching regulator* berfrekuensi rendah. Produsen IC ini menjamin toleransi perbedaan tegangan keluaran hanya $\pm 4\%$ pada tegangan masukan dan kondisi beban keluaran sesuai spesifikasi, dan $\pm 15\%$ toleransi pada frekuensi osilator. IC ini dapat ditidurkan secara eksternal, dengan konsumsi daya hanya sebesar $80\mu\text{A}$ pada moda siaga. Fitur proteksi termasuk pembatas arus pengurang frekuensi dua tahap (*two stage frequency reducing current limit*) untuk *output switch* dan fitur mematikan chip secara otomatis pada kondisi kelebihan panas (*over temperature*).



Gambar 3.3 Rangkaian Regulator Tegangan LM2596
 Sumber: Dokumentasi Penulis, 2022

3.3.4 Rangkaian ESP32 ke Relay



Gambar 3.4 Rangkaian ESP32 ke Modul Relay
 Sumber: Dokumentasi Penulis, 2022

Gambar diatas adalah Pada rangkaian modul Relay dihubungkan dengan ESP32 dengan pin *output* relay ke GPIO12, GND ke GND dan VCC ke VCC (5V). Terhubungnya pin relay pada ESP 32 sebagai menerima perintah yang diberikan

mikrokontroler untuk bekerja sebagai NO dan NC agar tangkai dapat bekerja untuk memutuskan dan menghubungkan aliran listrik pada beban yang terpasang.

3.4 Perancangan Software

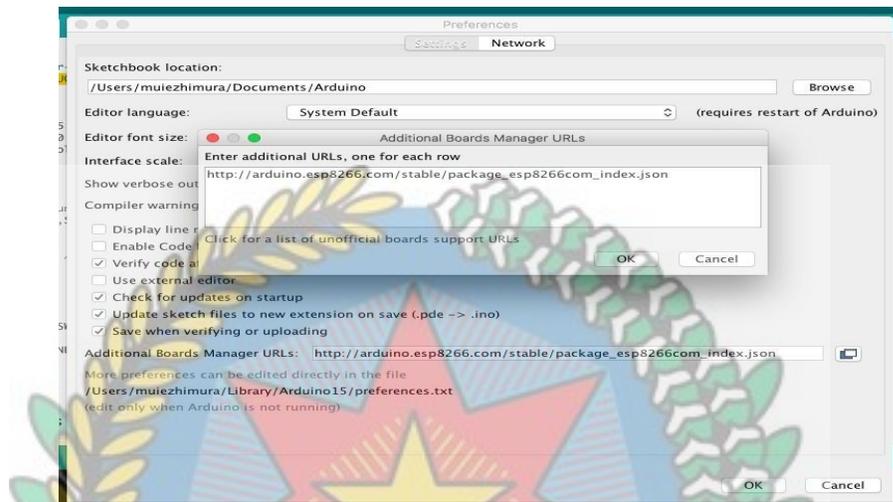
Skripsi ini menggunakan beberapa software, yaitu IDE Arduino (untuk membuat program yang nantinya di-upload ke dalam mikrokontroler NodeMCU esp32) dan pembuatan program IoT dengan aplikasi Blynk. Untuk memudahkan dalam pembuatan sebuah program, maka penulis akan memaparkan tahap awal dalam merancang perangkat lunak ini

3.4.1 Konfigurasi IDE Arduino

ESP32 dapat di program dengan menggunakan Arduino IDE. Arduino IDE *standard* tidak memiliki *library* ESP32 dan *Blynk* sehingga sebelum memrogram ESP32 menggunakan Arduino IDE harus dilakukan instalasi *addon* ESP32 *Library* dan *Blynk Library*

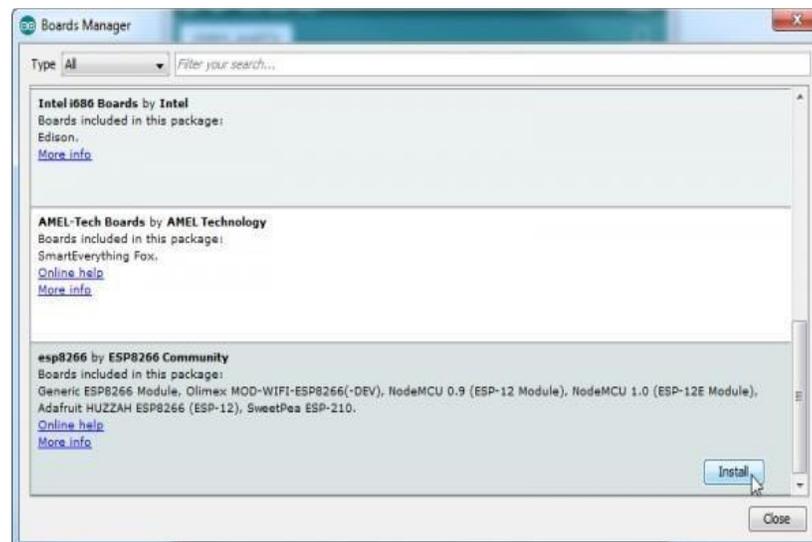
1. Instalasi *addon* ESP32 dengan Arduino Board Manager

Untuk install *library* ESP32 buka Arduino IDE kemudian masuk ke menu preferences (File > Preferences). Berikut ini adalah tampilan gambar untuk menu preferences pada aplikasi Arduino



Gambar 3.5 Menu preferences
 Sumber: Dokumentasi Penulis, 2022

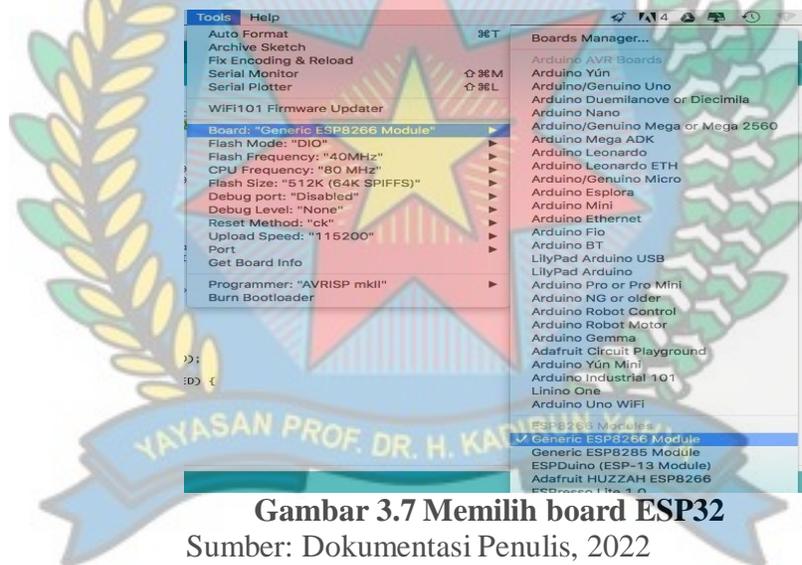
Setelah menambahkan URL pada *Additional Board Manager* kemudian masuk ke menu *Board Manager (Tools > Boards > Boards Manager)*. Kemudian cari ESP32 pada Filter untuk memudahkan pencarian. Setelah itu klik Install



Gambar 3.6 Menu Board Manager
 Sumber: Dokumentasi Penulis, 2022

2. Memilih board ESP32

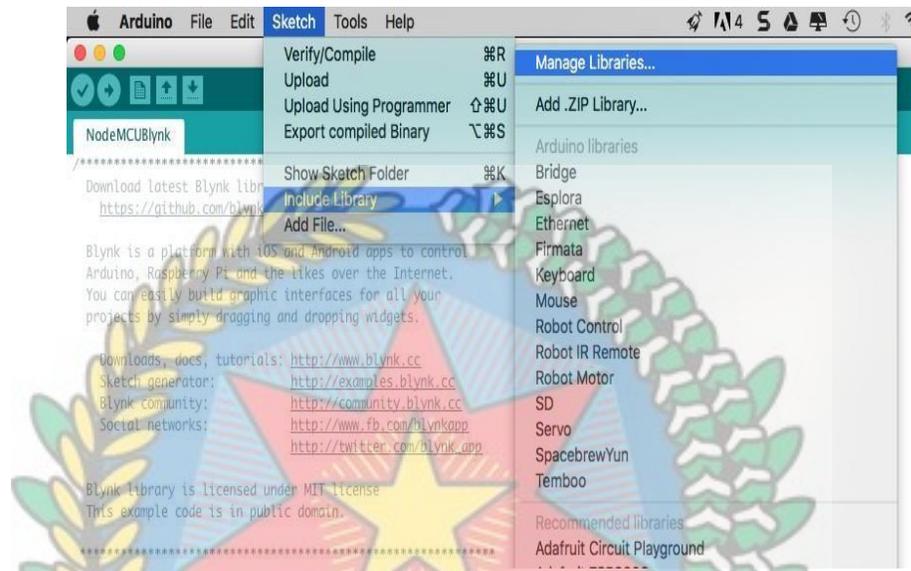
Setelah menambahkan board ESP32 kedalam IDE selanjutnya memilih *board* ESP32. Dalam penelitian ini jenis ESP32 yang digunakan pada IDE adalah *Generic ESP32 Module*. Untuk seting yang lainya seperti pada gambar



Gambar 3.7 Memilih board ESP32
Sumber: Dokumentasi Penulis, 2022

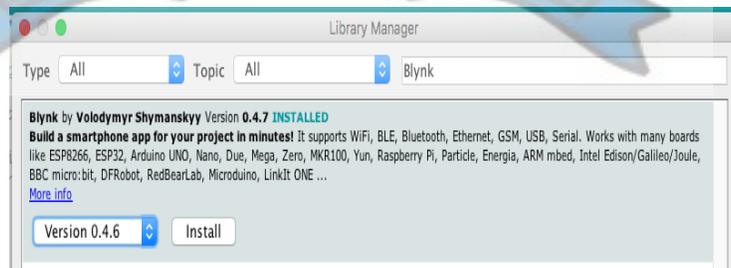
3. Install Library Blynk

Pada saat memrogram ESP32 yang mampu berkomunikasi dengan *Blynk Apps* digunakan *library Blynk* arduino sketch. *Library Blynk* untuk arduino dapat diunduh melalui menu **➔Sketch ➔Manage Libraries** Berikut ini adalah tampilan gambar untuk menu *library blynk* pada aplikasi Arduino



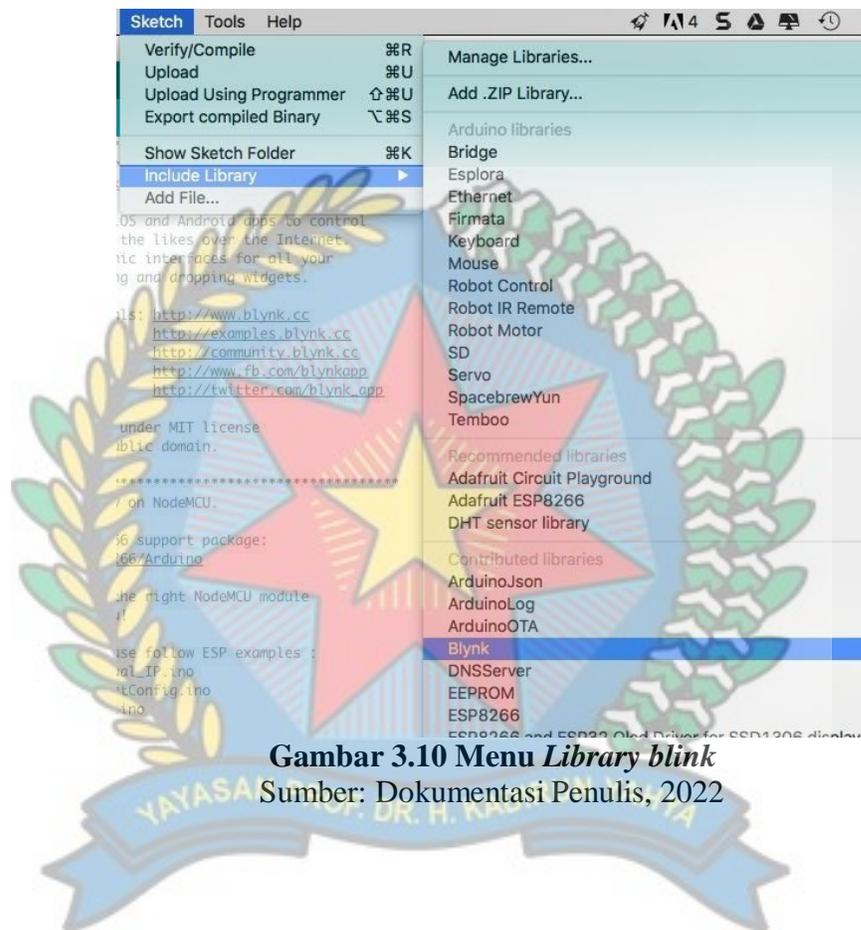
Gambar 3.8 Library Blynk
 Sumber: Dokumentasi Penulis, 2022

Setelah itu dilanjutkan dengan pencarian dengan keyword *Blynk* pada isian pencarian



Gambar 3.9 Library manager
 Sumber: Dokumentasi Penulis, 2022

Library Blynk terbaru saat ini adalah Version 0.4.7. Apabila instalasi *library Blynk* sudah selesai Menu *Library Blynk* pada *Sketch* → *Include Library* → *Blynk* sudah tersedia. Berikut ini adalah tampilan gambar untuk menu untuk menambahkan *blynk* pada aplikasi Arduino

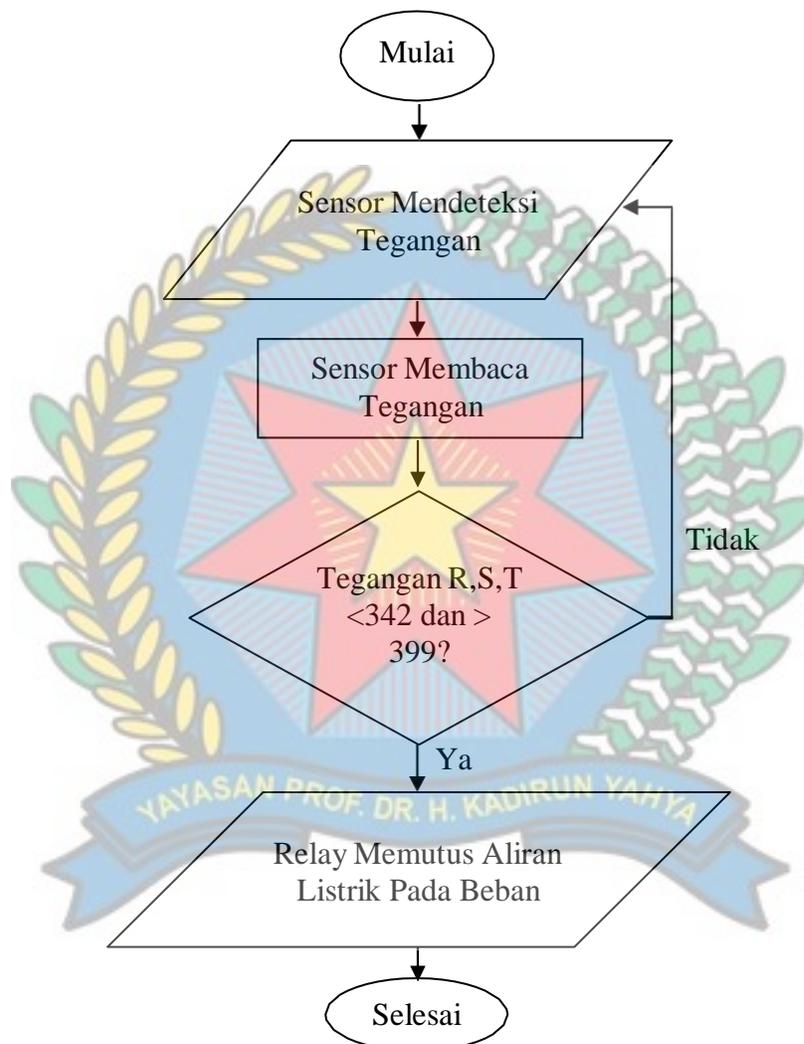


Gambar 3.10 Menu *Library blink*

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2022

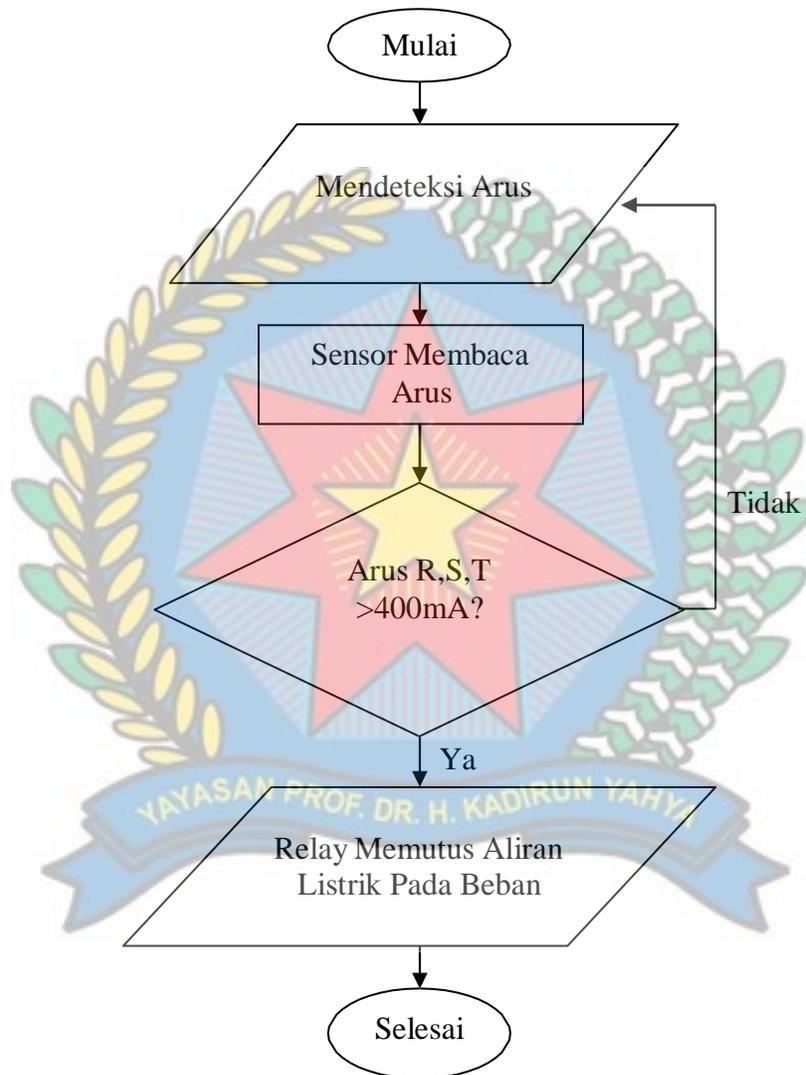
3.4.2 Flowchart

Adapun flowchart dari sistem kerja alat yang dirancang ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.11 Flowchart Tegangan
Sumber: Dokumentasi Penulis,2022

Pada gambar 3.11 flowchart diatas menjelaskan sistem kerja dari pendeteksi tegangan dimana jika salah satu fasa memiliki tegangan lebih kecil dari pada 342 Volt dan lebih besar daripada 399 Volt maka Modul Relay akan memutuskan aliran listrik pada beban. Kontaktor akan aktif jika beban dalam keadaan normal



Gambar 3.12 Flowchat Arus
 Sumber: Dokumentasi Penulis,2022

Pada gambar 3.12 flowchart diatas menjelaskan sistem kerja dari pendeteksi Arus dimana jika salah satu fasa memiliki arus lebih besar dari pada 400 mA maka kontaktor akan memutuskan aliran listrik pada beban. Relay akan aktif jika beban dalam keadaan normal

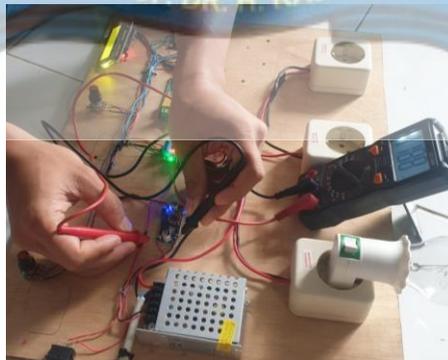
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini penulis akan dilakukan pengujian dan pembahasan dari perancangan alat yang telah dirancang. Adapun proses pengujian tersebut meliputi pengujian *hardware* dan *software* dalam alat yang telah dirancang sebelumnya

4.1 Pengujian *Power Suplay*

Sumber tegangan yang digunakan sebagai tegangan kerja pada Rangkaian Alat yang dirancang pada skripsi ini memiliki sumber berasal dari DC12 V. Pada penelitian ini penulis melakukan pengujian terhadap rangkaian catu daya yaitu dengan cara mengukur tegangan keluaran yang dihasilkan oleh sumber tegangan yang dihasilkan pada rangkaian.



Gambar 4.1 Pengujian Tegangan *Output Power Suplay*

Sumber: Dokumentasi Penulis,2022

Pengujian catu daya dilakukan hingga lima kali pengujian untuk mendapatkan hasil yang baik berdasarkan data sheet dari catu daya tersebut, namun pengukuran yang dilakukan secara langsung menggunakan multimeter terlihat pada tabel dibawah ini

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Tegangan *Output Power Suplay*

| Percobaan | Diharapkan berdasarkan data sheet | Hasil Pengukuran |
|-----------------|--------------------------------------|------------------|
| | Vcc | Vcc |
| Ke-1 | 12 V | 11,98 V |
| Ke-2 | 12 V | 11,98 V |
| Ke-3 | 12 V | 11,98 V |
| Ke-4 | 12 V | 11,98 V |
| Ke-5 | 12 V | 11,98 V |
| Nilai Rata-rata | 12 V | 11,98 V |

Sumber: Dokumentasi Penulis,2022

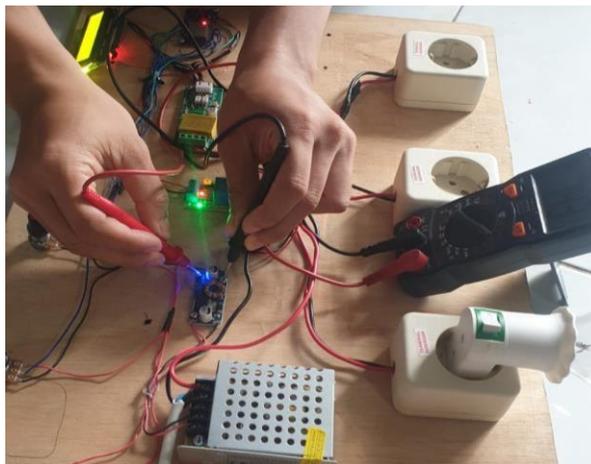
$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{\text{Aktual} - \text{Terbaca}}{\text{Aktual}}$$

$$\% \text{ Rata - Rata Kesalahan DC } 12\text{v} = \frac{12\text{v} - 11,98\text{v}}{12\text{v}} \times 100\%$$

$$= \frac{0,02\text{v}}{12\text{v}} \times 100\% = 0,17\%$$

4.2 Pengujian *Output Regulator Tegangan*

Untuk Mencapai hasil pengujian yang lebih akurat pengujian keluaran regulator tegangan ini dilakukan hingga 3 kali pengujian. Berikut tabel pengujiannya



Gambar 4.2 Pengujian *Output Regulator Tegangan*

Sumber: Dokumentasi Penulis,2022

Tabel 4.2 Hasil Pengujian IC Regulator

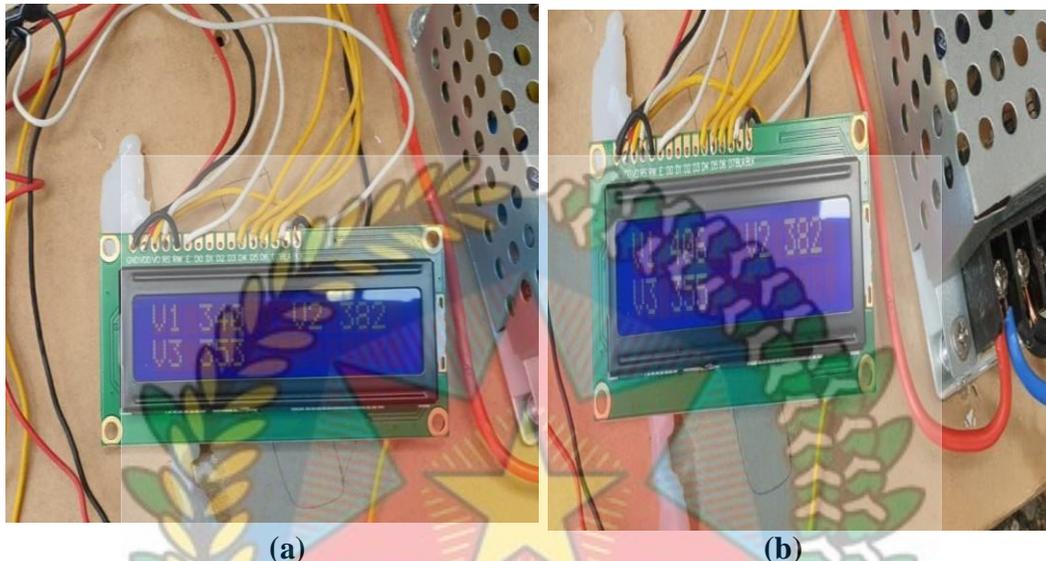
| Pengujian Ke | Tegangan berdasarkan data sheet | Hasil Penukuran | Selisih |
|---------------------|--|------------------------|----------------|
| I | 5V | 5,06V | + 0,6V |
| II | 5V | 4,96 V | - 0,4V |
| III | 5V | 4,06V | + 0,6V |

Sumber: Dokumentasi Penulis,2022

Dari hasil pengukuran tegangan keluaran IC Regulator yang digunakan pada perancangan alat memiliki beberapa selisih perbedaan tegangan dari Tegangan berdasarkan data sheet, namun dari selisih perbedaan tersebut tidak mempengaruhi tegangan kerja yang dipakai untuk alat yang dirancang dikarenakan belum mencapai toleransi kesalahan dalam pengukuran. Berdasarkan SNSU PK.P-02:2020 Badan Standart Nasional Tileransi Kesalahan dalam pengukuran alat ukur digital yaitu $\pm 5\%$. Jika melebihi dari pada peraturan yang telah ditentukan maka hasil tidak digunakan atau disebut dengan tidak sesuai

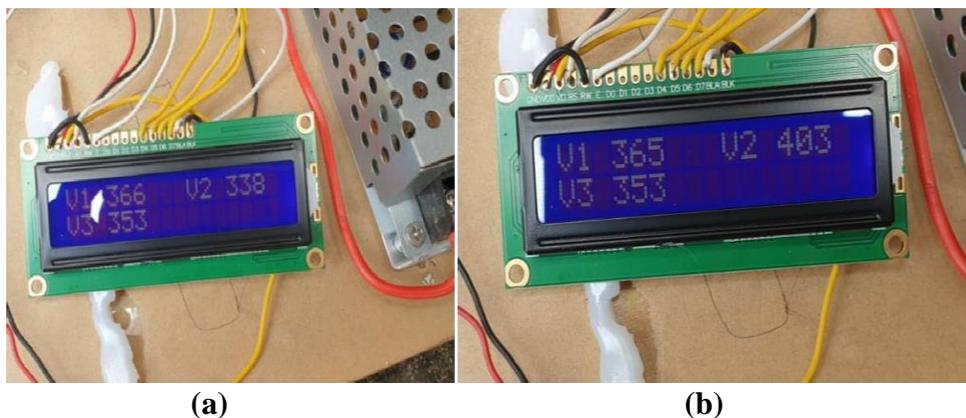
4.3 Pengujian Tegangan Pasa

Pengujian ini penulis menggunakan sebuah komponen potensio meter yang terpasang pada alat sebagai pengatur besaran tegangan yang terukur pada LCD, tegangan yang diukur pada alat ini menggunakan 3 fasa yaitu R S T, jika salah satu fasa mengalami *Under Voltage* atau *Over Voltage* maka secara otomatis sistem proteksi akan bekerja memutus dan menghubungkan kembali aliran listrik pada beban, berikut pengujian yang dilakukan



(a) (b)
Gambar 4.3 Pengujian *Under Voltage* dan *Over Voltage* Pasa R
 Sumber: Dokumentasi Penulis,2022

Pada gambar 4.3 (a) tegangan yang terukur oleh sensor pada pаса R = 340 V dimana tegangan ini dinyatakan dalam keadaan *Under Voltage* sedangkan pada gambar 4.3 (b) tegangan yang terukur oleh sensor pada pаса R = 406 V dimana tegangan ini dinyatakan dalam keadaan *Over Voltage*. Tegangan diatas mengakibatkan Sistem Proteksi pada relay bekerja untuk memutuskan aliran listrik pada beban



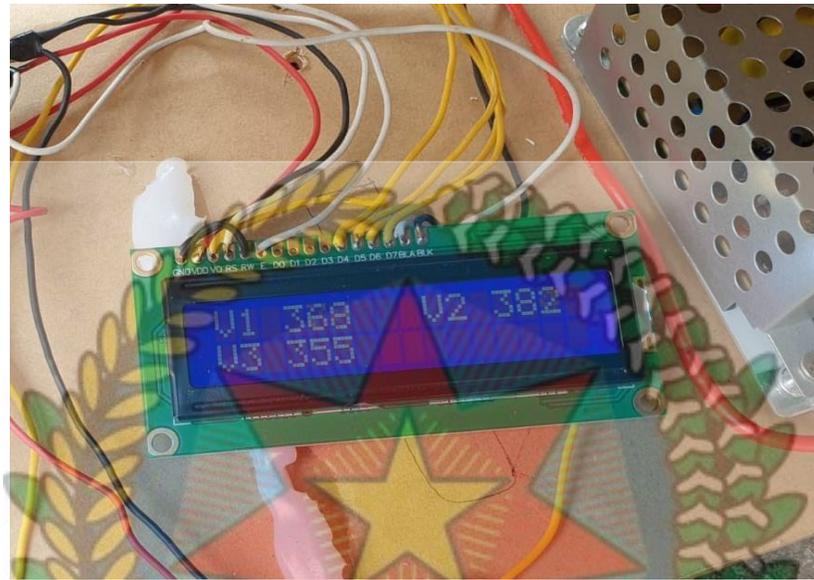
(a) (b)
Gambar 4.4 Pengujian *Under Voltage* dan *Over Voltage* Pasa S
 Sumber: Dokumentasi Penulis,2022

Pada gambar 4.4 (a) tegangan yang terukur oleh sensor pada pasa S = 338 V dimana tegangan ini dinyatakan dalam keadaan *Under Voltage* sedangkan pada gambar 4.4 (b) tegangan yang terukur oleh sensor pada pasa S = 403 V dimana tegangan ini dinyatakan dalam keadaan *Over Voltage*. Tegangan diatas mengakibatkan Sistem Proteksi pada relay bekerja untuk memutuskan aliran listrik kepada beban.



(a) (b)
Gambar 4.5 Pengujian *Under Voltage* dan *Over Voltage* Pasa T
 Sumber: Dokumentasi Penulis,2022

Pada gambar 4.5 (a) tegangan yang terukur oleh sensor pada pasa T = 340 V dimana tegangan ini dinyatakan dalam keadaan *Under Voltage* sedangkan pada gambar 4.5 (b) tegangan yang terukur oleh sensor pada pasa T = 403 V dimana tegangan ini dinyatakan dalam keadaan *Over Voltage*. Tegangan diatas mengakibatkan Sistem Proteksi pada relay bekerja untuk memutuskan aliran listrik kepada beban



Gambar 4.6 Pengujian Tegangan Pasa R S T Keadaan Normal
 Sumber: Dokumentasi Penulis,2022

Pada gambar 4.4 diatas tegangan yang terukur oleh sensor pada pаса R = 368 V Tegangan pаса S = 382 v Sedangkan Tegangan pada pаса R = 355 V dimana tegangan ini dinyatakan dalam keadaan normal sehingga aliran listrik dalam keadaan hidup.

Tabel 4.3 Pengujian Tegangan Pasa Terhadap Beban

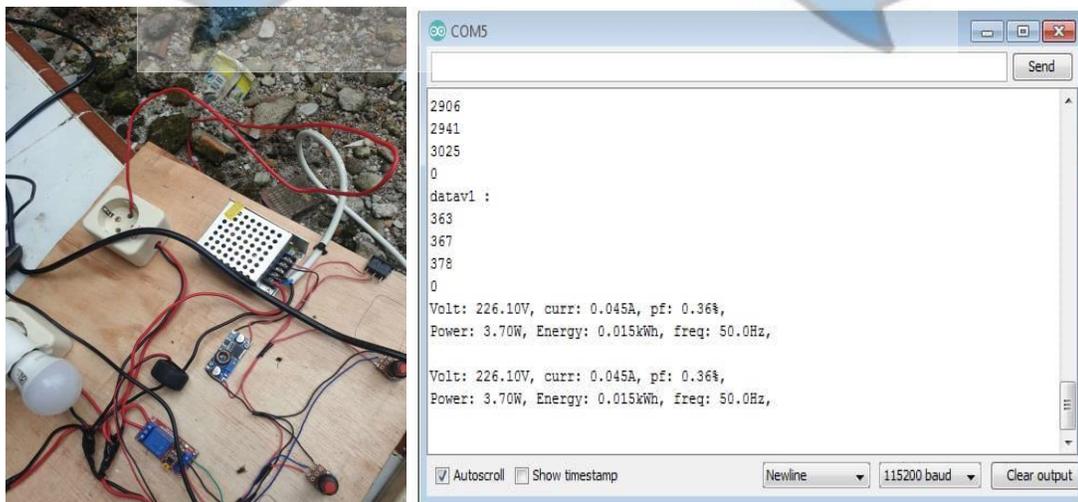
| Kondisi Tegangan (V) | | | Kondisi Beban |
|----------------------|-------|-------|---------------|
| R | S | T | |
| 340 v | 382 v | 353 v | Padam |
| 366 v | 338 v | 353 v | Padam |
| 365 v | 357 v | 340 v | Padam |
| 406 v | 382 v | 353 v | Padam |
| 365 v | 403 v | 355 v | Padam |
| 364 v | 356 v | 403 v | Padam |
| 368 v | 382 v | 355 v | Hidup |

Sumber: Dokumentasi Penulis,2022

Dari tabel dan grafik diatas penulis dapat menjelaskan bahwasanya jika salah satu fasa terjadi *Under Volteage* atau *Over Voltage* maka sistem proteksi pada kontaktor akan bekerja untuk memutuskan aliran listrik pada pelanggan. Beban atau aliran listrik pada pelanggan akan terhubung dan hidup jika dianta fasa R S T memiliki tegangan normal atau tegangan fasa R S T Lebih besar daripada 342 v dan lebih kecil daripada 399 v.

4.4 Pengujian Arus Terhadap Beban

Pada pengujian ini penulis akan melakukan simulasi gangguan arus hubung singkat fasa-netral, yang dimana nilai arus yang digunakan sebesar 450mA. Sensor arus yang akan mengukur nilai arus normal dan nilai arus hubung singkat pembuktian ini penulis menggunakan pengukuran melalui aplikasi dari software arduino IDE yang akan ditampilkan pada gambar dibawah ini.



(a) (b)
Gambar 4.7 Pengujian Hubung Singkat Fasa ke tanah
 Sumber: Dokumentasi Penulis,2022

Pada gambar 4.8 (a) kondisi lampu dalam keadaan padam dikarenakan terjadinya hubung singkat antara fasa ke tanah yang dilakukan oleh penulis, pada pengujian ini penulis menggunakan sebuah kabel sebagai pengujian hubung singkat fasa ke tanah. Sedangkan pada gambar 4.8 (b) penulis menggunakan aplikasi arduino IDE sebagai alat pengukur besaran arus yang diterima pada alat jika terjadi hubung singkat antara phasa ke tanah. Nilai yang terdeteksi pada aplikasi mencapai 0.045A maka secara otomatis relay sebagai proteksi akan memutuskan beban dikarenakan penulis membatasi arus proteksi mencapai lebih besar daripada 0.40A.

Tabel 4.4 Pengujian Besar Arus 1 Pasa Ke Tanah

| R | Kondisi Arus (mA) | | | Kondisi Beban |
|--------|-------------------|--------|--|---------------|
| | S | T | | |
| 380 mA | 350 mA | 320 mA | | Hidup |
| 460 mA | 380 mA | 350 mA | | Padam |
| 330 mA | 462 mA | 390 mA | | Padam |
| 375 mA | 395 mA | 457 mA | | Padam |

4.5 Pengujian Sistem Proteksi Terhadap Arus dan Tegangan

Pengujian ini dilakukan untuk dapat mengetahui berapa cepat sistem proteksi bekerja untuk memutuskan dan menghubungkan aliran listrik pada pelanggan jika terjadi gangguan pada jaringan.

Tabel 4.5 Pengujian Lama Waktu Sistem Proteksi Bekerja

| Pengujian Sistem Proteksi | Jenis Gangguan | Lama Waktu Merespon (detik) |
|---------------------------|----------------|-----------------------------|
| Relay | Under Voltage | 0,1 |
| | Over Voltage | 0,1 |

| | satu fasa ketanah | 0,3 | |
|---------------------------|-------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Pengujian Sistem Proteksi | Jenis Gangguan | Lama Waktu Merespon (detik) | |
| | | Memutus Aliran Listrik | Menghubungkan Aliran Listrik |
| Relay | Under Voltage | 0,2 | 0,2 |
| | OverVoltage | 0,2 | 0,2 |
| | Satu fasa ketanah | 0,5 | 0,3 |

Sumber: Dokumentasi Penulis,2022

Dari hasil pengujian tabel diatas durasi waktu pada kontakor dan relay yang difungsikan sebagai sistem proteksi memutuskan dan menghubungkan aliran listrik mencapai rata-rata 0,2 detik sedangkan dalam sistem pemutusan aliran listrik gangguan pada satu fasa ke tanah 0,3 detik hal ini diakibatkan kurangnya kesensitipan sensor terhadap pengiriman perintah yang terbaca pada mikrokontroler

4.6 Pengujian *Internet Of Things* (IoT)

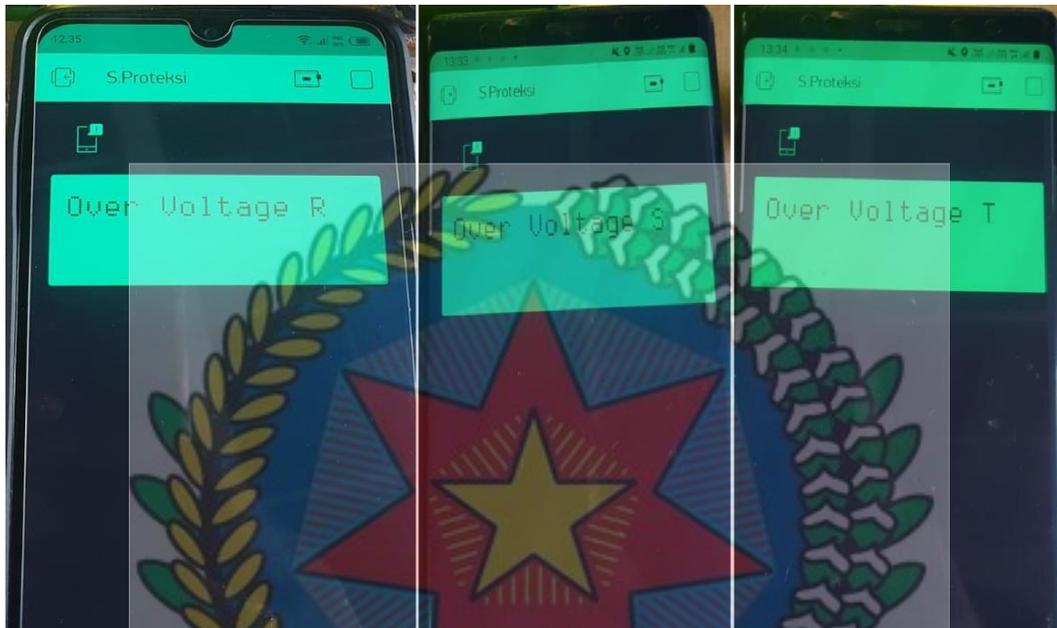
Pengujian *internet of things* ini dilakukan untuk mengetahui sistem informasi berbentuk pesan notifikasi yang dikirimkan melalui aplikasi blynk dan jaringan internet, dari hasil pengujian yang dilakukan penulis, jarak yang dapat dideteksi oleh internet of things tidak terhingga jika perangkat dan aplikasi masih terhubung jaringan internet



Gambar 4.8 Tampilan IoT Under Voltage

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2022

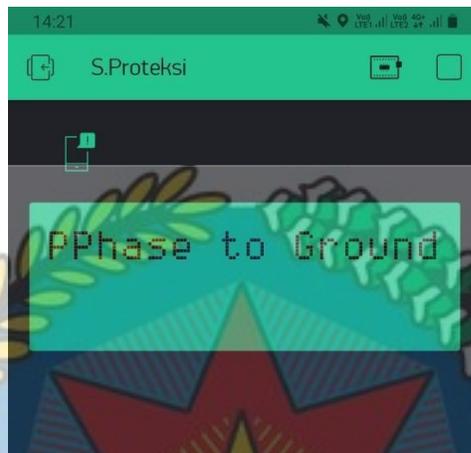
Pada gambar 4.9 penulis melakukan pengujian terhadap *internet of things* dengan menggunakan aplikasi blynk yang terdapat pada handphone android. Dimana pengujian ini untuk mempermudah petugas dalam melakukan perbaikan dengan mengirimkan pesan notifikasi dengan jenis gangguan. Pada gambar diatas penulis membuat sebuah gangguan dengan mengatur tegangan dibawah SPLN atau lebih kecil daripada 342V maka secara otomatis relay akan memutuskan beban dan pesan notifikasi akan terkirim pada aplikasi blynk dengan menggunakan jaringan internet dengan tampilan *Under Voltage*.



Gambar 4.9 Tampilan IoT Over Voltage

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2022

Pada gambar 4.10 penulis melakukan pengujian terhadap *internet of things* dengan menggunakan aplikasi blynk yang terdapat pada handphone android. Dimana pengujian ini untuk mempermudah petugas dalam melakukan perbaikan dengan mengirimkan pesan notifikasi dengan jenis gangguan. Pada gambar diatas penulis membuat sebuah gangguan dengan mengatur tegangan dibawah SPLN atau lebih Besar daripada 399V maka secara otomatis relay akan memutuskan beban dan pesan notifikasi akan terkirim pada aplikasi blynk dengan menggunakan jaringan internet dengan tampilan *Over Voltage*.



Gambar 4.10 Tampilan IoT Gangguan Phasa Ke Tanah
 Sumber: Dokumentasi Penulis,2022

Pada gambar 4.11 penulis melakukan pengujian terhadap *internet of things* dengan menggunakan aplikasi blynk yang terdapat pada handphone android. Dimana pengujian ini untuk mempermudah petugas dalam melakukan perbaikan dengan mengirimkan pesan notifikasi dengan jenis gangguan. Pada gambar diatas penulis membuat sebuah gangguan *shotcircuit* maka secara otomatis relay akan memutuskan beban dan pesan notifikasi akan terkirim pada aplikasi blynk dengan menggunakan jaringan internet dengan tampilan *Phasa to Ground*.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan penelitian skripsi yang telah dirancang, penulis dapat menyimpulkan

1. Dalam sistem pendeteksi tegangan dan arus hubung singkat pada alat yang dirancang ini penulis merancang sistem prototype jaringan 3 fasa dengan menggunakan komponen potensio meter sebagai simulasi pengatur besaran tegangan fasa R S T
2. Sistem proteksi relay bekerja memutuskan aliran listrik jika tegangan terdeteksi $<342\text{ V}$ dan $>399\text{V}$ dan menghubungkan kembali aliran listrik secara otomatis jika tegangan dan arus sudah normal pada setiap fasa
3. Jika sensor mendeteksi tegangan pada salah satu fasa mencapai nilai arus pada rangkaian $>400\text{mA}$ maka relay akan memutuskan aliran listrik pada beban secara otomatis
4. *Internet Of Things* (IoT) Mengirimkan pesan notifikasi pada aplikasi blynk dengan menampilkan jenis gangguan dan besar tegangan yang terdeteksi pada rangkaian

5.2 Saran

Adapun saran dari penulisan skripsi dan perancangan alat ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk pengembangan lebih lanjut diharapkan dapat mendeteksi titik kordinat menggunakan GPS untuk mempermudah para petugas.

2. Untuk merancang sebuah perangkat yang baik tentu perlu dilakukan pengembangan baik dari sisi manfaat maupun dari sisi kerja system sesuai dengan kegunaannya sehingga dapat diimplementasikan secara langsung
3. Agar dilakukan peningkatan kemampuan pada alat ini, sehingga semakin cerdas dengan mengkombinasikan dengan komponen lain, sehingga sistem kerjanya akan lebih baik lagi



DAFTAR PUSTAKA

- Ade Rufaidah Mutmainah, dkk 2019 Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer, 7(4), 2019, 161-165 Available at <https://jtsiskom.undip.ac.id> (3 October 2019) DOI:10.14710/jtsiskom.7.4.2019.161-165
- Ahmad Risal, 2017 BUKU AJAR MIKROKONTROLER DAN INTERACE Universitas Negeri Makassar Fakultas Teknik Pendidikan Teknik Elektronika
- Andriana, dkk 2019 Sistem kWh Meter Digital Menggunakan Modul PZEM-004T Jurnal Vol 16 No 1 (2019): Jurnal TIARSIE 16.1 ISSN-p [1411-2248](#) ISSN-e [2623-2391](#)
- Aris Setiawan, dkk 2020 *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura* Vol 1, No 1 (2020)
- Irma Yulia Basri, S.Pd., M.Eng 2009 *Komponen Elektronika* ISBN : 978-602-6277-88-6 Penerbit : SUKABINA Press Jl. Prof. Dr. Hamka No. 29 Tabing – Padang Telp. / Fax : (0751) 7055660 Email : penerbit.sukabinapress@gmail.com
- Novi Azman, S.T., M.T, 2020 *Buku INTERNET OF THINGS DAN KOMPUTASI EDGE PENGENALAN HINGGA KEAMANAN* Perpustakaan Nasional : Katalog Dalam Terbitan (KDT) ISBN 978-602-60554-8-4
- SPLN 68-2: 1986, standar IEEE std 1366-2003, dan standar WCC (World Class Company) & WCS (World Class Service)
- Saputro, T. T, 2017. *Mengenal NodeMCU: Pertemuan Pertama*. Oktober 4, 2019. <https://embeddednesia.com/v1/tutorial/nodemcu-pertemuan-pertama>
- SPLN No. 72 tahun 1987 pasal 4 ayat 19 tentang Pengaturan tegangan dan turun tegangan
- Suhadi Tri Wrahatnolo, 2008 *Buku TEKNIK DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK JILID 1* Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional ISBN : 978-979-060-059-1 978-979-060-060-7
- Suyadhi, 2010, dalam buku *Pintar Robotika* ISBN: 978-979-29-1746-8 Penerbitan Yogyakarta a Andi 2010 Deskripsi Fisik XXXVI ,5762 hlmilus23 cm (3 eks)
- Yessy Asri, dkk 2021 *KILAT* Vol. 10, No. 2, Oktober 2021, P-ISSN 2089-1245, E-ISSN 2655-4925 DOI: <https://doi.org/10.33322/kilat.v10i2.1521>

Yuono marta dinata, 2016 Buku “Arduino Itu Pintar” Penerbit PT.Elex Media
Komputindo Kompas Gramedia ISBN: 978-602-02-8783-6

