

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Perkembangan saat ini telah mempengaruhi kemajuan teknologi yang muncul saat ini berbagai benda dan perangkat listrik. Salah satu penerapan perkembangan teknologi di era modernisasi yang sedang menjadi tren saat ini adalah teknologi pemantauan jarak jauh. Berbagai aspek berusaha memanfaatkan teknologi yang berkembang pesat semaksimal mungkin dalam penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari, dari permasalahan yang sederhana hingga permasalahan yang jauh lebih kompleks. Teknologi monitoring jarak jauh sangat dibutuhkan peranannya untuk memudahkan suatu pekerjaan.

Internet sudah menjadi hal yang konstan sepanjang kehidupan manusia. Dengan akses internet dan biaya yang mudah dijangkau, hal ini pada akhirnya berdampak pada perkembangan teknologi semakin banyak inovasi teknologi yang diperoleh, yang kini membutuhkan internet sebagai landasannya.

Air merupakan unsur terpenting bagi seluruh makhluk hidup, khususnya kehidupan manusia. Oleh karena itu, hampir setiap aktivitas manusia memerlukan air, dan pemerintah sangat berhati-hati dalam menyediakan air bagi seluruh penduduk.

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) merupakan bagian dari tanggung jawab pemerintah untuk mengelola dan menyediakan air bagi masyarakat. Pompa listrik milik PDAM menggunakan mekanisme yang melindunginya dari kerusakan, baik mekanis maupun elektrik, dan dipantau melalui panel yang disebut panel pompa. Namun panel untuk pemompaan yang ada saat ini bersifat analog sehingga pemantauan terhadap mesin pompa tetap dilakukan secara langsung. Jika mesin pompa kesulitan berfungsi dengan baik dan tidak ada petugas di area tersebut, maka akan memakan waktu lama bagi petugas untuk menyadari bahwa ada kerusakan di area tersebut. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dikembangkanlah Panel Pompa yang dapat dikendalikan dari jarak jauh. Panel Pompa digunakan untuk mengamati tegangan pompa dalam bentuk analog. Alat ini dapat mengukur volume daya listrik yang dikonsumsi oleh pompa. Tujuan dari panel pompa adalah untuk memperoleh informasi dari panel pompa analog dan mengirimkan informasi tersebut ke database untuk diproses dalam database. Melalui aplikasi Android, aplikasi yang digunakan adalah Telegram. Instrumen yang diamati adalah tegangan 3 fasa dan panel kendali On/Off pompa. Aplikasi software ini dapat mengatur panel pompa.

Telegram bot adalah aplikasi otomatis yang beroperasi di platform Telegram untuk menjalankan berbagai tugas dan interaksi dengan pengguna. Bot ini dapat memberikan jawaban otomatis, mengirim pengingat, melacak aktivitas, dan berintegrasi dengan layanan eksternal melalui API. Dengan kemampuan untuk berinteraksi melalui pesan, tombol, dan antarmuka yang disediakan Telegram, bot mempermudah otomatisasi berbagai proses, seperti penyebaran

konten dan pemrosesan data. Bot dapat dibuat dan dikelola menggunakan BotFather, alat resmi Telegram, dan dikembangkan dengan berbagai bahasa pemrograman.

### **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian yang dijelaskan pada bagian latar belakang ditentukan rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana cara merancang suatu alat yang dapat mengontrol pompa air PDAM dari jarak jauh!

### **C. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian yang diperoleh dalam perancangan alat ini yaitu:

1. Memudahkan dalam memonitorin tegangan pada phase R S dan T.
2. Mengefisienkan waktu untuk menyalakan dan mematikan pompa ketika ada gangguan pada kelistrikan dan jaringan distribusi.
3. Melindungi pompa ketika terjadi masalah pada tegangan listrik 3 phase

### **D. Batasan Masalah**

Untuk membatasi masalah-masalah yang ada, maka penulis membatasi ruang lingkup masalah sebagai berikut:

1. Alat ini hanya mengukur nilai dari tegangan dan arus R, S, T lalu mengirim ke aplikasi Telegram.
2. Alat ini menggunakan Relay sebagai ON/OFF panel pompa.

## **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memudahkan petugas (Operator) dalam mengontrol pompa air dari jarak jauh khususnya pada on/off pompa. Alat ini dapat mengukur besaran tegangan listrik pada phase R, S, T dan mengirimkan data ke aplikasi Telegram.

## **F. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan menyampaikan penguraian atau gambaran singkat tentang penjelasan masing-masing bab, yaitu:

### **1. BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

### **2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini meliputi pengambilan teori dari berbagai sumber bacaan yang mendukung permasalahan dan kajian hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan tugas akhir ini.

### **3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini membahas tentang jenis penelitian, lokasi dan waktu, alat dan bahan, rancangan penelitian, serta teknik pengumpulan data yang digunakan.

### **4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas tentang pengumpulan data-data yang diperlukan, selanjutnya data-data tersebut dianalisis berdasarkan metode untuk mendapatkan beberapa kesimpulan.

## **5. BAB V PENUTUP**

Bab ini berisikan kesimpulan logis berdasarkan analisa data akhir penelitian yang menjadi dasar untuk menyusun suatu saran sebagai usulan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Teori**

Dasar teori yang digunakan pada penelitian ini merupakan pengambilan dari teori - teori terkait, berupa artikel, jurnal, makalah tugas akhir, dan buku yang ada. Adapun pembahasan teori - teori tersebut sebagai berikut :

##### **1. Listrik**

###### **a. Pengertian Listrik**

Energi listrik berasal dari aliran elektron atau arus listrik. Elektron, partikel bermuatan negatif, mengalir melalui penghantar listrik. Ini menghasilkan potensi listrik, atau perbedaan potensial antara dua titik, yang dapat digunakan untuk melakukan kerja atau memberikan daya pada perangkat elektronik. *Ampere* (A) adalah satuan dasar untuk mengukur arus listrik, *volt* (V) adalah satuan untuk mengukur tegangan atau perbedaan potensial, dan *watt* (W) adalah satuan dasar untuk mengukur daya. Listrik dapat diubah dalam bentuk energi yang lainnya seperti cahaya, panas, suara, gerak, dan lain – lain. Hal ini membuat listrik menjadi sumber daya yang sangat penting dalam berbagai aspek kehidupan modern.

## b. Sejarah Singkat

Sejarah listrik dimulai jauh sebelum penemuan dan pemahaman modern tentang konsep listrik. Namun, di sini saya akan memberikan gambaran singkat tentang perkembangan penting dalam sejarah listrik:

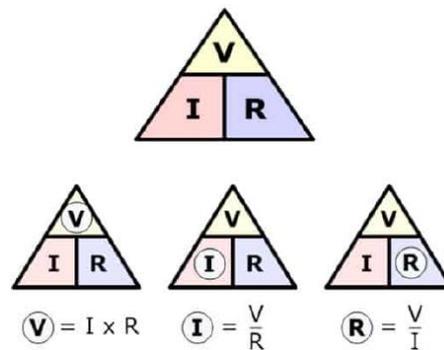
1. Pengamatan Kuno: Orang-orang kuno di Yunani, Mesir, dan China telah mengamati sifat listrik, seperti tarikan benda ringan setelah digosok dengan bahan seperti amber atau cat air.
2. Percobaan Awal: Pada abad ke-17, ilmuwan seperti *William Gilbert* dan *Otto von Guericke* melakukan percobaan tentang listrik dan *magnetisme*. *Gilbert* menggambarkan sifat benda-benda yang dapat ditarik oleh amber sebagai "elektrik" dan memperkenalkan istilah tersebut.
3. Penemuan Baterai: Pada tahun 1800, *Alessandro Volta* mengembangkan baterai *voltaik*, yang merupakan sumber listrik pertama yang dapat dihasilkan secara stabil. Baterai ini terdiri dari tumpukan logam yang dipisahkan oleh larutan elektrolit dan menghasilkan aliran listrik.
4. Penemuan Elektromagnetisme: Pada tahun 1820, *Hans Christian Ørsted* menemukan bahwa arus listrik dapat mempengaruhi jarum magnet. *Michael Faraday* kemudian mengembangkan prinsip induksi elektromagnetik, yang menjadi dasar bagi transformator dan generator listrik.
5. Penemuan Lampu Listrik: Salah satu perkembangan paling penting dalam sejarah listrik adalah penemuan lampu pijar oleh *Thomas Edison* pada tahun 1879. Lampu pijar pertama menggunakan *filament* karbon yang dipasang dalam tabung vakum.

6. Sistem Distribusi Listrik: *George Westinghouse* dan *Nikola Tesla* memainkan peran kunci dalam pengembangan sistem distribusi listrik tiga fasa menggunakan arus bolak-balik (AC). Ini memungkinkan transfer listrik jarak jauh melalui jaringan transmisi dan distribusi.
7. Perkembangan Industri Listrik: Pada awal abad ke-20, listrik mulai digunakan secara luas dalam industri, rumah tangga, dan transportasi. Pembangkit listrik tenaga air, tenaga nuklir, dan tenaga uap menjadi sumber utama untuk memproduksi listrik.
8. Revolusi Digital: Dalam beberapa dekade terakhir, listrik telah menjadi fundamental dalam revolusi digital. Komputer, perangkat elektronik, telekomunikasi, dan internet semuanya bergantung pada listrik untuk beroperasi.

Sejak saat itu, listrik terus berkembang dan menjadi aspek yang tak terpisahkan dari kehidupan modern kita. Teknologi terus diperbarui dan diadopsi untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan sistem listrik.

### c. Besaran Listrik

Besaran—Arus ( $I$ ) dengan satuan *Ampere*, tegangan ( $V$ ) dengan satuan *Volt*, dan hambatan ( $R$ ) dengan satuan ohm adalah besaran dasar listrik. Rumus untuk tegangan, arus, dan hambatan, juga dikenal sebagai rumus segetiga daya, dapat ditemukan di sini.



**Gambar 2.1** Rumus Segetiga Daya

#### d. Daya Listrik

Daya listrik adalah kemampuan suatu peralatan listrik untuk melakukan usaha sebagai hasil dari perubahan kerja dan muatan listrik yang terjadi setiap saat. Besar daya listrik yang dilakukan oleh peralatan listrik dipengaruhi oleh tegangan listrik, kekuatan arus listrik, hambatan listrik di rangkaian tertutup, dan kondisi saat ini. Berikut ini adalah rumus matematis untuk daya listrik.

$$P = V \times I \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

$P$  = Daya (*Watt* / W) ;  $I$  = Arus (*Ampere* / A); dan  $V$  = Beda potensial (*Volt* / V)

Hukum joule dapat digabungkan dengan hukum ohm untuk menghasilkan persamaan tambahan sebagai berikut ;

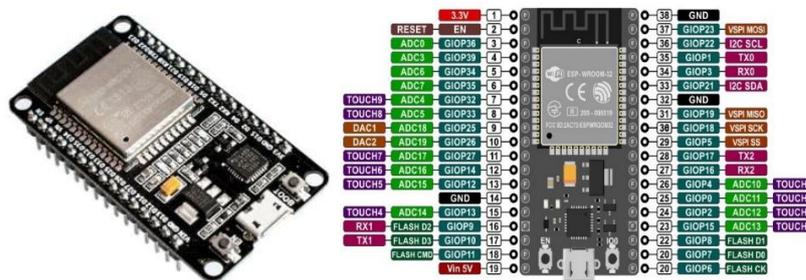
$$P = I^2 \times R = \frac{V^2}{R} \dots\dots\dots(2)$$

## 2. Mikrikontroler ESP 32

### a. Pengertian Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah *mikrokontroler sistem-on-chip (SoC)* murah yang dikembangkan oleh *Espressif Systems*, yang juga mengembangkan SoC ESP8266 yang terkenal dengan nama NodeMCU. ESP32 dilengkapi dengan *WiFi* dan *Bluetooth*, dan bertenaga *mikroprosesor Xtensa LX6 32-bit Tensilica*.

Salah satu keunggulan ESP32 adalah, seperti ESP8266, ia memiliki komponen RF terintegrasi seperti penguat daya, penguat penerima kebisingan rendah, sakelar antenna, dan *filter*. Ini membuat desain perangkat keras ESP32 sangat sederhana karena hanya memerlukan beberapa komponen eksternal.



**Gambar 2.2** Mikrokontroler ESP32

Ketahui bahwa ESP32 dibuat menggunakan teknologi daya ultra rendah 40nm TSMC. Oleh karena itu, dapat ditenagai oleh baterai yang biasa digunakan pada peralatan audio, peralatan pengawasan, jam tangan pintar, dan lainnya.

## b. Spesifikasi Teknis

ESP32 memiliki lebih banyak fitur dibandingkan ESP8266. Mari kita mulai dengan ESP32 ini. berikut adalah daftar spesifikasi penting untuk ESP32:

**Tabel 2.1** *Spesifikasi Teknis Mikrokontroler ESP32*

No	Nama	Deskripsi
1	Tegangan INPUT	5 Volt
2	Tegangan kerja	5 Volt
3	ADC PIN	18 Buah
4	DAC PIN	2 Buah
5	Flash Memori	128 KB
6	SRAM	320 KB
7	Clock Speed	240 MHz
8	Komunikasi	WIFI,Bluetooth.I2C,SPI,Serial
9	Ukuran board	58,6 mm x 29 mm
10	Berat	25 gram

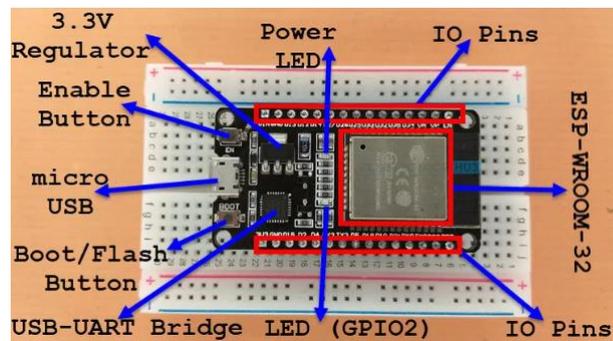
## c. Software Pendukung

Perangkat keras hebat seperti ESP32 menjadi lebih mudah digunakan bila dapat diprogram dengan beberapa perangkat lunak pendukung (lintas platform). ESP32 mendukung berbagai lingkungan pemrograman. *Arduino IDE*, *PlatformIO IDE (VS Code)*, *LUA*, *MicroPython*, *Espressif IDF (IoT Development Framework)*, dan *JavaScript* adalah lingkungan pemrograman yang umum digunakan.

## d. Layot

Atmega 168 pada Arduino dilengkapi dengan memori *flash* sebesar 16 *kbyte* yang dapat digunakan untuk menyimpan kode program utama. 2 *Kbytes*

memori *flash* ini digunakan untuk program *bootloader*, tetapi Atmega328 memiliki memori *flash* 32 *Kbytes*, yang dikurangi 2 *Kbytes* untuk *bootloader*.



**Gambar 2.3** *Layout ESP32*

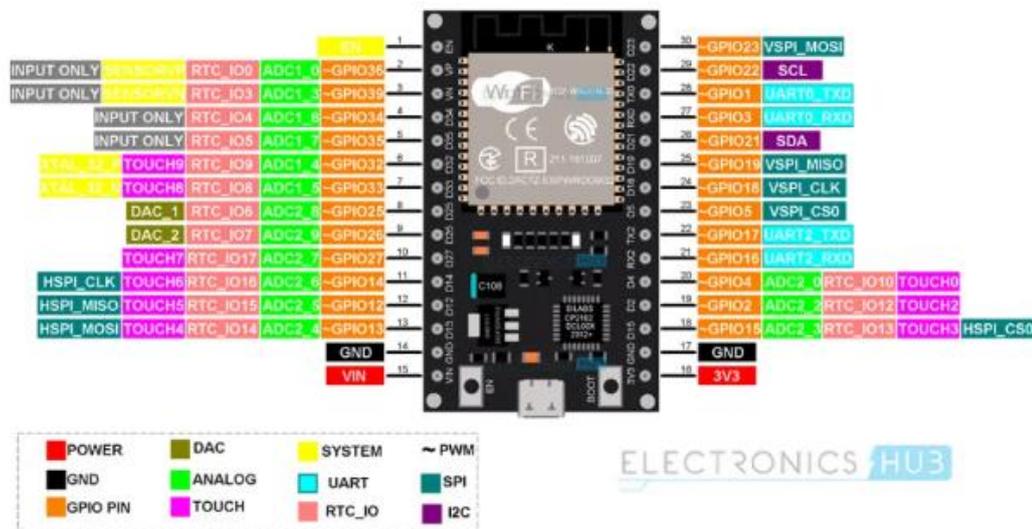
*Board ESP32* terdiri dari:

- *ESP-WROOM-32 Module*
- *Two rows of IO Pins (with 15 pins on each side)*
- *CP2012 USB – UART Bridge IC*
- *micro–USB Connector (for power and programming)*
- *AMS1117 3.3V Regulator IC*
- *Enable Button (for Reset)*
- *Boot Button (for flashing)*
- *Power LED (Red)*
- *User LED (Blue – connected to GPIO2)*
- *Some passive components*

Hal yang menarik tentang IC USB ke UART adalah ia menggunakan pin DTR dan RTS untuk secara otomatis memasukkan ESP32 ke mode pemrograman (jika diperlukan) dan juga membuat board beristirahatkan setelah di pemrograman.

### e. Pinout ESP32 Board

ESP32 memiliki total 48 pin multifungsi. Tujuan pin berbeda-beda tergantung fungsinya. Kelebihan ESP32 adalah memiliki jumlah pin yang banyak yang dapat berfungsi sebagai analog atau digital tergantung konfigurasinya. Detail pin dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.4 Konfigurasi Pin ESP32

### f. Komunikasi Wired

ESP32 memungkinkan komunikasi/pertukaran data melalui kabel dengan menggunakan beberapa protokol:

- I2C (*Inter-Integrated Circuit*) dapat digunakan pada ESP32 melalui pin SCL (22) dan SDA (42)
- SPI (*Serial Peripheral Interface*) yaitu Komunikasi SPI pada ESP32 menggunakan pin MOSI (23), MISO (19), SCK (18), dan CS (2)

- UART (*universal asynchronous receiver-transmitter*), ESP32 juga memberkan fitur komunikasi UART dengan pin Tx (1) dan Rx (3)

**g. Komunikasi Nirkabel**

Komunikasi *nirkabel* ESP32, atau *WiFi*, *WiFi* menggunakan sinyal radio sebagai komponen utama komunikasinya. Frekuensi radio yang umum digunakan adalah frekuensi 2,4GHz dan 5GHz. Router atau titik akses menerima data dari Internet dan mengubahnya menjadi sinyal radio yang ditransmisikan oleh antena *Wi-Fi* dan dikirim ke perangkat penerima. Terminologi *Wi-Fi*:

- *Access point* atau biasa disingkat AP adalah perangkat yang menghubungkan berbagai perangkat *Wi-Fi* sehingga dapat terhubung ke jaringan lokal dan satu sama lain serta Internet.
- *Service Set Identifier (SSID)*, atau biasa disebut sebagai *ID* jaringan, adalah nama jaringan *nirkabel* (*Wi-Fi*) yang dipublikasikan agar dapat ditemukan oleh perangkat lain.
- Kata sandi digunakan untuk melindungi *WiFi* perumahan Anda agar tidak digunakan oleh orang lain. *WiFi* dilindungi oleh berbagai enkripsi seperti WEP, WPA, dan WPA2-PSK.
- *RSSI (Received Signal Strength Indicator)* adalah informasi tentang kekuatan sinyal yang diterima oleh perangkat *WiFi*. Rentang *RSSI* adalah -10 dBm hingga -100 dBm. Semakin dekat ke -10, semakin baik sinyalnya.
- *Protokol Internet (IP)* adalah nomor yang ditetapkan ke alamat atau *ID* untuk menghubungkan ke jaringan lokal atau Internet.

#### ***h. Wifi ESP32***

ESP32 mengintegrasikan *Wi-Fi* 802.11 b/g/n hingga 150 Mbps on board, sehingga memudahkan penerapan IoT. *WiFi ESP32* sangat andal karena sinyalnya bisa mencapai hingga 25 meter. ESP32 memungkinkan Anda menggunakan *WiFi* dalam mode titik akses (AP) atau mode stasiun/klien.

- 1) Mode Stasiun/Klien ESP32 mengirimkan sinyal *WiFi* yang dapat diterima oleh perangkat lain, seperti smartphone dan laptop. Program yang diunggah ke ESP32 memungkinkan pengaturan nama *Wi-Fi* dan kata sandi yang diberikan. Ketika ESP32 berfungsi sebagai penyedia data jaringan lokal, mode ini sering digunakan.
- 2) Mode Titik Akses ESP32 berfungsi sebagai stasiun atau penerima sinyal WLAN dari perangkat lain, seperti *router* dan titik akses. Oleh karena itu, ESP32 perlu menyesuaikan SSID dan *passwordnya*, yang berbeda-beda tergantung pada router atau titik akses yang terhubung. SSID (nama Wifi) dan kata sandi dapat diubah melalui program yang diunggah ke ESP32. ESP32 menggunakan alamat *IP router*. Karena dapat digunakan ketika ESP32 berfungsi sebagai penyedia data atau pemancar data ke jaringan lokal atau Internet, mode ini membuatnya lebih *fleksibel*.
- 3) Perangkat lunak Arduino (*Sketch*) dapat digunakan untuk memprogram ESP32. Pilih “Alat – Pelat” dari menu program dan pilih jenis pelat yang ingin Anda program. ESP32 dilengkapi dengan program *bootloader* yang memungkinkan pemrogram mengunggah kode program langsung ke papan

ESP32 tanpa menggunakan papan perantara atau perangkat keras lainnya. Protokol ATMEL STK500 digunakan untuk komunikasi ini.

Selain itu, program dapat mengunggah program ke board ESP32 tanpa menggunakan bootloader melalui *header In-Circuit Serial Programming (ICSP)* yang tersedia di board ESP32.

### 3. Sensor PZEM 004T

#### a. Pengertian Sensor PZEM-004T

Sensor PZEM-004T adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur berbagai parameter listrik pada sistem listrik, termasuk tegangan (volt), arus (ampere), daya aktif (watt), dan energi (watt-jam). Sensor ini umumnya digunakan dalam aplikasi pemantauan energi dan sistem manajemen daya.



**Gambar 2.5** Sensor PZEM-004T

PZEM-004T memiliki kemampuan untuk mengukur beberapa parameter penting, antara lain:

- Tegangan (*Voltage*), Sensor ini dapat mengukur tegangan listrik AC (Alternating Current) pada rentang tegangan yang ditentukan, biasanya antara 80V hingga 260V.
- Arus (*Current*), Sensor ini dapat mengukur arus listrik AC yang mengalir melalui kawat pengukuran. Rentang pengukuran arus biasanya berkisar antara 0 hingga 100A.
- Daya Aktif (*Active Power*), PZEM-004T juga dapat mengukur daya aktif yang dihasilkan oleh beban listrik pada sistem. Daya aktif dihitung berdasarkan perkalian antara tegangan dan arus pada waktu yang sama.
- Energi (*Energy*), Sensor ini memiliki kemampuan untuk menghitung jumlah energi listrik yang digunakan oleh sistem sejak sensor terpasang atau setelah reset dilakukan. Energi diukur dalam satuan kWh (Kilowatt-hour).

Sensor PZEM-004T biasanya dilengkapi dengan tampilan LCD yang menampilkan parameter-parameter yang diukur secara real-time. Sensor ini juga dilengkapi dengan komunikasi RS485 yang memungkinkan pengguna untuk menghubungkannya ke mikrokontroler atau sistem lainnya untuk pemantauan dan pengolahan data. PZEM-004T sangat berguna dalam berbagai aplikasi, seperti monitoring konsumsi energi, pemantauan beban listrik, sistem pemantauan energi terbarukan, dan proyek-proyek elektronik yang memerlukan pengukuran parameter listrik secara akurat.

### b. Spesifikasi Teknis Sensor PZEM-004T

Sensor PZEM004T memiliki beberapa versi yaitu PZEM004T V2.0, PZEM004T V3.0, dan PZEM004T CT Split Core, dari beberapa versi tersebut memiliki fungsi dan spesifikasi teknis yang hampir sama. Berikut adalah spesifikasi teknis yang umum dari sensor PZEM004T :

**Table 2.2** Spesifikasi Teknis Sensor PZEM004T

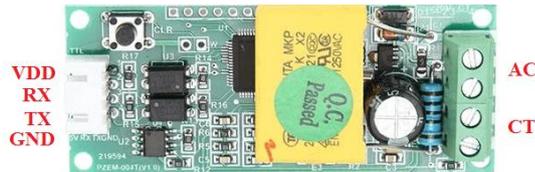
No	Nama	Deskripsi
1	Tegangan kerja	80 Volt - 260 Volt AC
2	Rated Power	100 A / 22000 Watt
3	Working Frekuensi	45 Hz – 65 Hz
4	Measurement Energy	s/d 9999 kWh
5	Komunikasi	RS485 (Modbus RTU)
6	Measurement Accuracy	$\pm 1 \%$
7	Ukuran board	97 mm x 35 mm
8	Berat	50 - 100 gram

### c. Pemrograman Sensor PZEM-004T

Program untuk sensor PZEM-004T umumnya melibatkan komunikasi serial RS485 menggunakan pustaka Modbus RTU pada mikrocontroller seperti Arduino. Program ini dimulai dengan inisialisasi komunikasi, termasuk pengaturan alamat perangkat dan kecepatan baud. Setelah itu, program mengirimkan permintaan untuk membaca data dari sensor, seperti tegangan, arus, daya, dan energi. Data yang diterima dari sensor perlu diuraikan dan dikonversi ke format yang dapat dipahami. Hasil pengukuran kemudian ditampilkan pada antarmuka pengguna atau disimpan untuk analisis lebih lanjut. Program juga

harus menangani potensi kesalahan dalam komunikasi atau pembacaan data untuk memastikan operasi yang andal.

**d. Pinout Sensor PZEM-004T**



**Gambar 2.6** Pin Out Sensor PZEM004T

Berikut adalah penjelasan mengenai beberapa pin yang umumnya terdapat pada sensor PZEM-004T:

- Pin VCC (Voltage Common Collector) digunakan untuk memberikan daya atau tegangan positif ke sensor. Biasanya, tegangan yang diperlukan adalah 5V DC.
- Pin GND (Ground) adalah pin ground atau koneksi tanah untuk sensor. Pin ini harus dihubungkan dengan ground atau koneksi tanah yang sesuai pada sistem yang digunakan.
- Pin TX (Transmit) adalah pin output untuk mentransmisikan data dari sensor PZEM-004T ke perangkat lain, seperti mikrokontroler atau komputer. Pin ini digunakan dalam komunikasi serial, seperti RS485 atau TTL.
- Pin RX (Receive) adalah pin input untuk menerima data dari perangkat eksternal. Pada sensor PZEM-004T, pin RX biasanya tidak digunakan

secara langsung, karena komunikasi dilakukan melalui mode half-duplex pada RS485.

- RS485 A/B: Sensor PZEM-004T menggunakan antarmuka RS485 untuk komunikasi. Pada beberapa varian sensor, terdapat pin RS485 A dan RS485 B yang digunakan untuk menghubungkan kabel RS485 ke sensor. Kedua pin ini terhubung ke jalur komunikasi RS485.
- Konektor Pengukuran: Sensor PZEM-004T memiliki konektor pengukuran yang terdiri dari beberapa pin atau terminal. Pin ini digunakan untuk menghubungkan kabel pengukuran tegangan dan arus yang akan diukur oleh sensor.

#### **4. BUZZER Elektronika**

*Buzzer* elektronika adalah komponen yang menghasilkan suara sebagai respons terhadap sinyal listrik dan sering digunakan dalam berbagai aplikasi untuk memberikan peringatan atau notifikasi. Ada dua jenis utama *buzzer*, yaitu piezoelektrik dan elektromagnetik. *Buzzer piezoelektrik* memanfaatkan efek *piezoelektrik*, di mana elemen *piezoelektrik* bergetar ketika arus listrik mengalir melaluinya, menghasilkan suara. *Buzzer* ini biasanya lebih kecil, efisien, dan memerlukan daya rendah. Sebaliknya, *buzzer* elektromagnetik menggunakan medan magnet untuk menggerakkan pelat logam dan menghasilkan suara yang lebih keras, menjadikannya cocok untuk aplikasi yang memerlukan volume suara lebih tinggi.

Penggunaan *buzzer* elektronik sangat luas dan mencakup berbagai aplikasi sehari-hari. Dalam sistem keamanan, *buzzer* sering digunakan sebagai alarm untuk memberi sinyal peringatan saat terjadi pelanggaran. Di perangkat rumah tangga seperti jam weker dan telepon, *buzzer* berfungsi sebagai notifikasi untuk memberi tahu pengguna tentang alarm atau panggilan masuk. Selain itu, *buzzer* juga ditemukan dalam peralatan industri dan sistem pengujian, memberikan umpan balik suara yang penting untuk proses diagnostik dan operasional.

Secara keseluruhan, *buzzer* elektronik merupakan komponen penting dalam desain sistem yang memerlukan sinyal audio sebagai bagian dari fungsionalitasnya. Dengan kemampuannya untuk menghasilkan suara dalam berbagai volume dan frekuensi, *buzzer* dapat digunakan untuk meningkatkan komunikasi antara perangkat dan penggunanya, memberikan peringatan yang jelas, dan memperbaiki pengalaman interaksi dalam berbagai aplikasi teknis dan konsumen.

#### **a. Bentuk dan Simbol *Buzzer* Elektronika**

Buzzer Elektronika biasanya berbentuk tabung silinder dengan lubang kecil di bagian atas dan dua kaki atau pin di bagian bawah. Berikut adalah bentuk dan simbol Buzzer Elektronika:



**Gambar 2.7** *Buzzer*



**Gambar 2.8** Simbol *Buzzer*

### **b. Fungsi *Buzzer* Elektronika**

Buzzer Elektronika mirip dengan speaker keras, tetapi memiliki fitur yang lebih sederhana. Beberapa fungsi buzzer elektronik adalah sebagai berikut:

- Sebagai bel rumah
- Alarm pada berbagai peralatan
- Peringatan mundur pada truk
- Komponen rangkaian anti maling
- Indikator suara sebagai tanda bahaya atau yang lainnya
- Timer
- Dan lain-lain

### **c. Prinsip Kerja *Buzzer* Elektronika**

*Buzzer* elektronik bekerja dengan prinsip dasar konversi energi listrik menjadi energi suara. Pada *buzzer piezoelektrik*, prinsip kerjanya melibatkan efek *piezoelektrik*, di mana elemen *piezoelektrik* biasanya berupa kristal atau keramik bergetar ketika dikenai arus listrik. Getaran ini menyebabkan terjadinya gelombang suara. Elemen *piezoelektrik* memerlukan daya rendah dan dapat

menghasilkan suara dengan frekuensi yang bervariasi berdasarkan tegangan listrik yang diberikan, menjadikannya ideal untuk sinyal audio sederhana dan notifikasi.

Di sisi lain, *buzzer* elektromagnetik bekerja dengan prinsip medan magnet. *Buzzer* ini memiliki kumparan elektromagnetik dan pelat logam yang bergerak. Ketika arus listrik mengalir melalui kumparan, medan magnet yang dihasilkan menyebabkan pelat logam bergetar dan menghasilkan suara. *Buzzer* elektromagnetik umumnya lebih besar dan memerlukan daya lebih tinggi dibandingkan dengan *buzzer piezoelektrik*, tetapi dapat menghasilkan suara dengan volume yang lebih besar dan sering digunakan dalam aplikasi yang memerlukan sinyal audio yang kuat.

## **5. Modul Solid State Relay (SSR)**

*Solid State Relay (SSR)* adalah perangkat *switching* elektronik yang digunakan untuk mengendalikan arus listrik tanpa menggunakan bagian mekanik, sehingga menawarkan keandalan dan kecepatan *switching* yang tinggi. SSR bekerja dengan prinsip semikonduktor, di mana sinyal kontrol elektronik mengaktifkan atau menonaktifkan sirkuit utama melalui komponen seperti *triac*, *MOSFET*, atau *optoisolator*. Keuntungan utama SSR termasuk durabilitas yang lebih baik dibandingkan dengan relay mekanik karena tidak ada bagian yang bergerak yang dapat aus, serta kemampuan untuk menangani *switching* cepat dan tanpa suara. SSR sering digunakan dalam aplikasi industri dan kontrol otomatisasi yang memerlukan pengendalian daya yang presisi dan tahan lama. SSR yang terbuat dari bahan semikonduktor ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan relay elektromagnetik, yaitu:

- SSR memiliki keandalan yang tinggi karena tidak ada bagian yang bergerak.
- SSR tidak menghasilkan kontak atau percikan listrik.
- SSR memiliki umur pemakaian yang lebih lama.
- SSR memiliki kecepatan switching yang lebih cepat.
- SSR memiliki kemampuan anti-interferensi yang kuat.
- SSR memiliki ukuran yang lebih kecil.

SSR mengisolasi sepenuhnya input dan output dengan outputnya. Ini mirip dengan saklar listrik konvensional, dengan resistansi sangat tinggi (hampir tak terbatas) ketika nonkonduktor (terbuka) dan resistansi yang sangat rendah ketika berjalan (ditutup). Sebuah relay solid state dapat digunakan untuk mengalihkan arus AC atau DC dengan menggunakan Thyristor, TRIAC, atau output transistor. Sebaliknya, mereka dapat menggunakan kontak mekanis yang biasanya terbuka (N-O). SSR dapat dirangkai menjadi modul SSR dengan fitur tambahan untuk meningkatkan keandalan sistem dan memudahkan penghubungan input dan output. Modul SSR memiliki sirkuit snubber dan zero cross. Beberapa fitur modul SSR adalah sebagai berikut:

- Tipe SSR: OMRON 1565E G3MB-202P
- *Input power: 5V DC (160MA)*
- Arus beban maksimum : AC100A
- *Input control signal voltage: 240VAC 50/60Hz*

- (*low level* 0-2.5V, relai OFF)
- (*high level* 3-5V, relai ON)
- Terminal KF301
- Tipe beban : AC dan DC
- Isolasi: *Phototriac*

SSR telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi. Ini termasuk sistem pengendalian jauh, mesin CNC, perangkat otomasi industri, industri kimia, peralatan medis, sistem keamanan, dan lain-lain.



**Gambar 2.9** Modul SSR

## **6. Modul LCD dan IIC/I2C**

Modul LCD adalah sebuah perangkat elektronik yang terdiri dari layar LCD (*Liquid Crystal Display*) beserta rangkaian elektronik pendukung yang terintegrasi dalam satu kesatuan. Modul ini dirancang untuk menyediakan

antarmuka yang mudah bagi pengguna untuk mengontrol dan menampilkan informasi pada layar LCD.



**Gambar 2.10** Modul LCD dan IIC/I2C

## **7. Kontaktor (*Magnetic Contactor*)**

Kontaktor (*Magnetic Contactor*) adalah perangkat elektromagnetik yang berfungsi untuk mengontrol aliran listrik dalam sistem elektronik dan industri. Berbeda dengan saklar mekanis, kontaktor magnet dikendalikan oleh elektromagnet yang menggerakkan kontak internalnya tanpa bagian mekanis yang bergerak secara langsung. Ketika arus listrik mengalir melalui kumparan elektromagnet, medan magnet yang dihasilkan menarik kontak logam untuk menyambungkan atau memutuskan sirkuit. Ini memungkinkan pengendalian perangkat seperti motor, pemanas, dan lampu dengan cara yang lebih efisien dan tahan lama.

Salah satu keuntungan utama dari kontaktor magnet adalah kemampuannya untuk menangani beban listrik yang besar dengan keandalan tinggi. Dengan desain yang memungkinkan switching cepat dan tanpa suara, kontaktor ini cocok untuk aplikasi industri yang memerlukan pengendalian beban berat dan sering. Mereka sering dilengkapi dengan fitur tambahan seperti relai proteksi untuk

mencegah kerusakan akibat lonjakan arus dan lampu indikator untuk menunjukkan status operasi, meningkatkan keselamatan dan kemudahan pemantauan.

Kontaktor magnet juga mendukung otomatisasi dan kontrol jarak jauh, yang penting dalam sistem industri modern. Penggunaan kontaktor memungkinkan integrasi dengan sistem kontrol otomatis, seperti PLC (Programmable Logic Controller), untuk mengatur operasi perangkat secara presisi dan efisien. Dengan kemampuan untuk mengatur siklus operasi dan meminimalkan intervensi manual, kontaktor magnet membantu meningkatkan produktivitas dan konsistensi dalam proses industri.

Namun, meskipun kontaktor magnet tidak memiliki bagian mekanis yang bergerak secara langsung, mereka tetap memerlukan pemeliharaan dan pemeriksaan rutin. Kontak internal dapat mengalami keausan atau kontaminasi dari debu dan kotoran, yang dapat mempengaruhi kinerja perangkat. Oleh karena itu, pemantauan berkala dan perawatan yang tepat sangat penting untuk memastikan bahwa kontaktor magnet berfungsi dengan baik dan mencegah gangguan operasional dalam sistem yang dikendalikan.



**Gambar 2.11** Bentuk Fisik Kontaktor Magnet

## 8. MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

MCB (*Miniature Circuit Breaker*) adalah perangkat proteksi listrik yang dirancang untuk melindungi sirkuit dari arus lebih dan hubung singkat secara otomatis. MCB bekerja dengan memutuskan aliran listrik secara cepat ketika arus yang mengalir melebihi batas yang telah ditentukan, sehingga mencegah kerusakan pada peralatan dan mengurangi risiko kebakaran atau kejadian berbahaya lainnya. Dengan kemampuan untuk mengembalikan status normal tanpa perlu mengganti sekering, MCB menawarkan kemudahan dan keandalan dalam sistem distribusi listrik, serta memberikan perlindungan yang efisien terhadap beban berlebih dan gangguan listrik. Berikut adalah pengertian berdasarkan fasa yang digunakan seperti berikut ini:

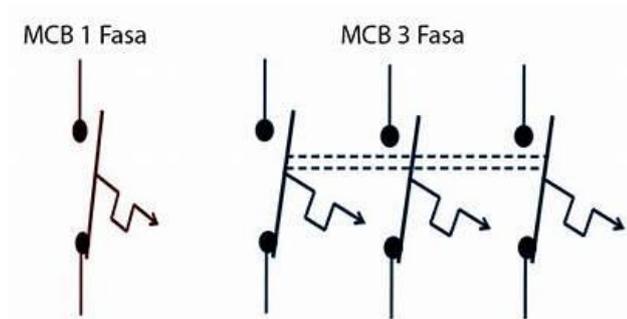
### a. Pengertian MCB 1 Fasa

MCB (*Miniature Circuit Breaker*) 1 fasa adalah jenis MCB yang dirancang untuk melindungi sirkuit listrik dengan satu fungsi perlindungan, yaitu

memutuskan aliran listrik ketika terjadi arus lebih atau hubung singkat. Dengan kemampuan ini, MCB 1 fasa dapat secara otomatis memutuskan sambungan listrik untuk mencegah kerusakan pada peralatan dan mengurangi risiko kebakaran atau bahaya lainnya. Perangkat ini menawarkan keandalan dan kemudahan penggunaan dalam sistem distribusi listrik, memastikan perlindungan efektif dan respons cepat terhadap gangguan listrik, serta memungkinkan pemulihan operasional dengan mudah setelah pemutusan arus.

#### **b. Pengertian MCB 3 Fasa**

MCB (*Miniature Circuit Breaker*) 3 fasa adalah perangkat proteksi listrik yang dirancang untuk melindungi sirkuit tiga fase dari arus lebih dan hubung singkat. Dengan kemampuannya untuk memantau dan memutuskan aliran listrik pada ketiga fase secara bersamaan, MCB 3 fasa memastikan perlindungan yang efektif terhadap beban dan peralatan dalam sistem distribusi listrik tiga fase. Perangkat ini secara otomatis memutuskan sambungan jika arus melebihi batas yang telah ditetapkan, mencegah kerusakan pada peralatan dan mengurangi risiko kebakaran. Dengan fitur ini, MCB 3 fasa menawarkan keandalan tinggi dan kemudahan pemulihan, serta menjaga kestabilan dan keselamatan dalam operasi sistem listrik industri dan komersial.



**Gambar 2.12** Simbol MCB

Simbol *Miniatur Circuit Breaker* (MCB) secara umum sangat sederhana karena hanya memiliki dua simbol. Ini dapat berupa "1 & 0", "On & Off", atau "angka 0 & huruf X", tergantung jenis dan fungsi MCB.

MCB memiliki simbol untuk keterangan, seperti nomor tipe, kurva tripping, dan standar, yang berguna untuk mengetahui posisi atau arus tegangan yang sedang berlangsung di suatu alat elektronik. Simbol ini membantu Anda dalam penggunaan MCB.



**Gambar 2.13** MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

## 9. Power Supply Hi-link HLK-10M05



**Gambar 2.14** Hi-link HLK-10M05

*Power Supply Hi-link HLK-10M05* adalah modul catu daya switching DC-DC yang dirancang untuk mengonversi tegangan AC 85-265V menjadi tegangan DC 5V dengan daya maksimum 10 watt. Modul ini menawarkan kestabilan output yang tinggi, efisiensi konversi yang baik, dan ukuran kompak, menjadikannya ideal untuk aplikasi yang memerlukan catu daya yang handal dan mudah diintegrasikan, seperti dalam peralatan elektronik, sistem otomasi, dan perangkat IoT. HLK-10M05 juga dilengkapi dengan perlindungan terhadap over-voltage, over-current, dan over-temperature, memastikan operasional yang aman dan tahan lama dalam berbagai kondisi lingkungan.

Berikut adalah spesifikasi dari Hi-link HLK-10M05:

- Input AC (100 -240) V
- Output 5V 2A
- *Dimen` sion* +- 46x26x21mm (P x L x T)

## 10. UPS Mini 5V

UPS mini 5V adalah sistem catu daya tanpa gangguan yang dirancang untuk memberikan suplai daya stabil dan kontinu pada perangkat elektronik yang beroperasi dengan tegangan 5V DC, seperti mikrokontroler, modul IoT, dan perangkat portabel. Dengan fungsi utama sebagai sumber cadangan daya, UPS mini ini memastikan perangkat tetap beroperasi selama pemadaman listrik atau gangguan daya lainnya, mencegah kerusakan data dan menghentikan kerja mendadak.

Modul UPS mini 5V biasanya dilengkapi dengan baterai internal yang secara otomatis mengalihkan sumber daya dari AC atau sumber daya utama ke baterai ketika terjadi gangguan listrik. Selain itu, perangkat ini sering kali memiliki fitur pengisian baterai yang memungkinkan pengisian otomatis dan perlindungan terhadap overcharge dan deep discharge, menjaga kesehatan dan umur baterai.

Desain kompak UPS mini 5V memungkinkan integrasi yang mudah dalam berbagai aplikasi tanpa memerlukan ruang tambahan yang signifikan. Ini sangat berguna dalam proyek DIY, sistem otomasi rumah, dan aplikasi yang memerlukan daya cadangan dengan ukuran yang terbatas, seperti robotika dan sensor jaringan.

Dengan memanfaatkan UPS mini 5V, pengguna dapat memastikan kontinuitas operasional dan melindungi perangkat sensitif dari gangguan daya yang tidak terduga. Fitur seperti indikator status baterai dan kemampuan untuk

mendeteksi gangguan daya secara otomatis memberikan keandalan tambahan, menjadikannya solusi praktis untuk kebutuhan daya yang konsisten dan aman.



**Gambar 2.15** UPS Mini 5V

## 11. Pilot Lamp

Pilot lamp adalah indikator visual kecil yang digunakan dalam sistem listrik dan elektronik untuk menunjukkan status atau operasi suatu perangkat. Biasanya berupa lampu LED atau lampu neon yang terpasang pada panel kontrol atau perangkat, pilot lamp berfungsi untuk memberi tahu pengguna bahwa perangkat tersebut sedang aktif, dalam kondisi standby, atau mengalami masalah. Dengan desain yang sederhana namun efektif, pilot lamp mempermudah pemantauan dan pengoperasian sistem secara langsung.

Pilot lamp sering digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari peralatan rumah tangga hingga sistem industri. Misalnya, dalam panel kontrol mesin industri, pilot lamp dapat menunjukkan status operasi atau peringatan ketika terjadi kegagalan sistem. Dalam peralatan rumah tangga

seperti oven atau pemanas, lampu ini memberikan indikasi visual apakah perangkat sedang berfungsi atau tidak, meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengguna.

Penggunaan pilot lamp meningkatkan visibilitas dan kejelasan operasional perangkat, memungkinkan pengguna untuk dengan cepat mengidentifikasi status sistem atau perangkat tanpa perlu memeriksa secara fisik. Selain itu, pilot lamp dirancang untuk daya rendah dan tahan lama, sehingga memberikan solusi yang efisien dan andal untuk kebutuhan indikasi visual dalam berbagai aplikasi teknis dan konsumen.

Keunggulan pilot lamp meliputi beberapa aspek penting yang membuatnya sangat berguna dalam berbagai aplikasi.

Pertama, pilot lamp menyediakan indikasi visual yang jelas dan mudah dilihat, memungkinkan pengguna untuk segera mengetahui status operasional perangkat tanpa perlu memeriksa secara mendalam. Ini sangat penting dalam situasi di mana status perangkat harus dipantau secara real-time untuk memastikan operasi yang aman dan efisien.

Kedua, pilot lamp dirancang untuk daya rendah dan efisiensi tinggi, sering kali menggunakan lampu LED yang memiliki umur panjang dan konsumsi energi yang minimal. Ini tidak hanya mengurangi biaya operasional tetapi juga mengurangi kebutuhan pemeliharaan karena lampu LED tidak perlu diganti sering. Pilot lamp juga tahan lama dan dapat

diandalkan dalam kondisi operasional yang berat, membuatnya ideal untuk aplikasi industri dan rumah tangga.

Ketiga, pilot lamp tersedia dalam berbagai warna dan desain, memungkinkan penyesuaian sesuai dengan kebutuhan spesifik dan standar industri. Warna yang berbeda dapat digunakan untuk menandai status yang berbeda, seperti merah untuk peringatan atau hijau untuk operasi normal. Desain kompak dan pemasangan yang mudah juga memudahkan integrasi pilot lamp ke dalam berbagai panel kontrol atau perangkat tanpa memerlukan modifikasi besar.



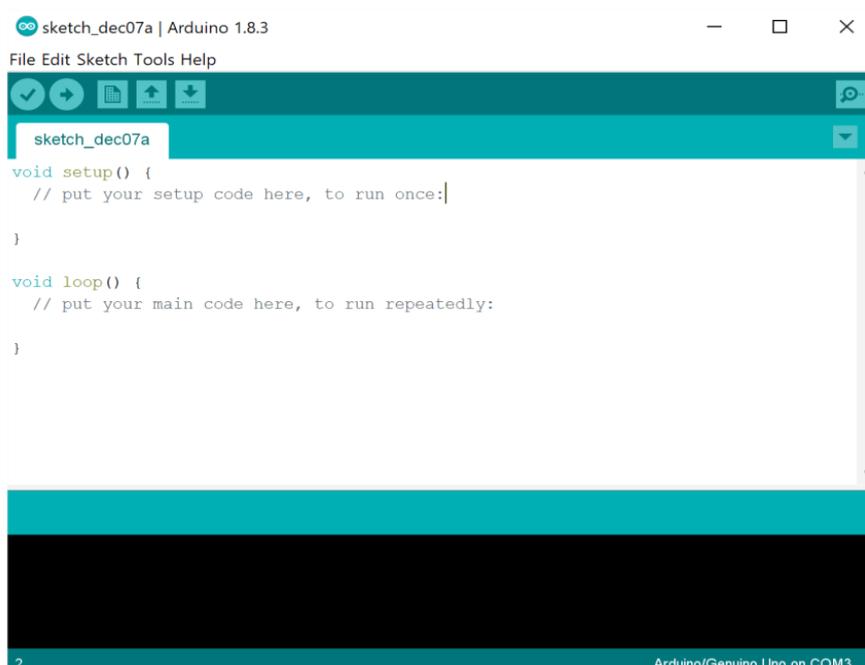
**Gambar 2.16** Pilot Lamp

## **12. Software Arduino IDE**

Mikrokontroler arduino adalah sebuah platform komputasi fisik yang bersifat *open source*, penggunaan mikrokontroler arduino harus disandingkan dengan sebuah bahasa pemrograman C yang ditulis menggunakan *IDE (Integrated Development Environment)*. Arduino IDE membangun sebuah program yang akan

ditanamkan dalam mikrokontroler Atmega 328 yang dalam modul Arduino Uno dinamakan dengan *sketch*.

*Software* ini memiliki kemampuan selain editor program, *software IDE* memiliki kemampuan *compile* sebelum di upload ke mikrokontroler untuk memastikan program sudah benar. Tampilan awal pada arduino IDE dan fitur-fiturnya dapat dilihat pada gambar 2.17.



**Gambar 2.17** Tampilan Arduino IDE

### 13. Telegram Bot

Telegram bot adalah sebuah program otomatis yang dapat berinteraksi dengan pengguna di *platform* Telegram. Bot ini dikembangkan menggunakan Telegram Bot API, yang memungkinkan developer untuk membuat berbagai jenis fungsionalitas, mulai dari menjawab pertanyaan, mengirim pemberitahuan, hingga melakukan tugas-tugas kompleks seperti mengelola grup atau mengintegrasikan

layanan pihak ketiga. Dengan bot, pengguna bisa mendapatkan layanan atau informasi secara cepat dan efisien tanpa perlu berinteraksi langsung dengan manusia.

Fungsi Telegram bot sangat bervariasi dan bisa disesuaikan dengan kebutuhan spesifik. Misalnya, bot bisa digunakan untuk otomasi pesan, pengingat jadwal, atau bahkan menyediakan dukungan pelanggan. Bot juga memungkinkan pengembangan aplikasi yang lebih interaktif dan responsif, yang dapat meningkatkan pengalaman pengguna dalam berbagai konteks, seperti e-commerce, edukasi, atau hiburan. Selain itu, Telegram bot dapat diakses 24/7, memberikan layanan yang konsisten dan dapat diandalkan kapan saja



**Gambar 2.18** Bot Father

Untuk membuat bot di Telegram menggunakan BotFather, ikuti langkah-langkah berikut:

### 1. Buka Telegram dan Cari BotFather

Langkah pertama adalah membuka aplikasi Telegram di perangkat Anda. Setelah itu, di kolom pencarian yang biasanya terletak di bagian atas layar, ketik "BotFather". BotFather adalah bot resmi yang disediakan oleh Telegram untuk membuat dan mengelola bot lain. Pastikan Anda memilih akun yang terverifikasi dengan centang biru untuk menghindari akun yang tidak sah.

### 2. Mulai *Chat* dengan *BotFather*

Setelah menemukan *BotFather*, klik pada nama bot untuk membuka *chat*. Tekan tombol "*Start*" di bagian bawah layar atau ketik perintah `/start` dan kirim. Ini akan mengaktifkan interaksi Anda dengan *BotFather* dan memberikan akses ke berbagai perintah yang tersedia.

### 3. Buat Bot Baru

Ketik perintah `/newbot` dan kirim. *BotFather* akan meminta Anda untuk memberikan nama untuk bot baru Anda. Nama ini akan terlihat di profil bot dan dalam pencarian. Setelah itu, *BotFather* akan meminta Anda untuk memberikan *username* untuk bot Anda. *Username* ini harus unik dan diakhiri dengan "bot", seperti `example_bot`. *Username* ini akan menjadi bagian dari URL bot Anda, misalnya `https://t.me/example_bot`.

### 4. Dapatkan Token API

Setelah Anda memberikan nama dan *username*, *BotFather* akan memproses permintaan dan memberikan Anda token API. Token ini adalah string panjang yang digunakan untuk mengautentikasi bot Anda

dengan Telegram API. Token ini sangat penting dan harus disimpan dengan aman karena akan digunakan untuk menghubungkan bot dengan aplikasi atau kode Anda.

## 5. Konfigurasi dan Pengaturan Bot

Setelah membuat bot, Anda bisa melakukan berbagai pengaturan menggunakan perintah yang disediakan oleh *BotFather*:

- *\*/setdescription\**: Untuk menambahkan atau mengubah deskripsi bot Anda yang akan ditampilkan di profil.

- *\*/setabouttext\**: Untuk menambahkan atau memperbarui informasi tentang bot Anda.

- *\*/setuserpic\**: Untuk mengunggah gambar profil untuk bot.

- *\*/setcommands\**: Untuk menentukan daftar perintah yang bot Anda dukung. Ini memudahkan pengguna untuk mengetahui perintah apa yang bisa digunakan dengan bot Anda.

## 6. Menghubungkan dan Mengembangkan Bot

Dengan token API yang diberikan oleh BotFather, Anda bisa mulai mengembangkan bot Anda menggunakan berbagai bahasa pemrograman seperti *Python*, *JavaScript*, atau *PHP*. Anda akan menggunakan token ini untuk mengirim permintaan HTTP ke Telegram API dan mengelola interaksi dengan pengguna.

## 7. Pengujian dan Implementasi

Setelah Anda mengatur dan mengembangkan bot, pastikan untuk mengujinya secara menyeluruh untuk memastikan semuanya bekerja

sesuai harapan. Anda bisa menggunakan fitur bot Telegram untuk mengirimkan pesan, memproses perintah, dan menangani berbagai situasi.

#### 8. Menambahkan Bot ke Grup atau Saluran

Jika Anda ingin bot berfungsi di grup atau saluran, tambahkan bot ke grup atau saluran tersebut dengan memberikan hak akses yang sesuai. Bot akan mulai merespons perintah atau melakukan tugas yang telah Anda programkan berdasarkan pengaturan yang ada.

Dengan mengikuti langkah-langkah ini, Anda dapat membuat dan mengelola bot di Telegram dengan menggunakan *BotFather*, dan mengintegrasikan fungsionalitas sesuai dengan kebutuhan Anda.

### **B. Kajian Hasil Penelitian Terkait**

Saat ini, jaringan internet telah menjadi bagian integral dari kehidupan manusia. Akhirnya, ketika internet menjadi lebih mudah diakses dan murah, hal itu berdampak pada kemajuan teknologi: semakin banyak inovasi teknologi yang menggunakan internet sebagai dasar. Selain itu, smartphone dan teknologi telepon pintar berbasis Android yang digunakan untuk berkomunikasi telah mengalami perkembangan yang signifikan. *Smartphone* sekarang lebih dari sekedar alat komunikasi. Salah satunya berfungsi sebagai alat pengontrol yang memiliki kemampuan untuk mengontrol perangkat elektronik dari jauh. Konsep *Internet of Things* (IoT) bertujuan untuk meningkatkan kemampuan perangkat yang terhubung ke internet untuk berkomunikasi satu sama lain.

Penulis mengangkat beberapa penelitian sebelumnya untuk tujuan memperkaya bahan kajian penelitian ini dan menjadi acuan bagi penulis saat melakukan penelitian tersebut.

Penelitian awal Sanaris dan Suharjo tentang prototipe Alat Kendali Otomatis Penjemur Pakaian Menggunakan NodeMCU ESP32 dan Telegram Bot Berbasis *Internet of Things* (IOT) adalah subjek dari penelitian berikut. Studi ini berbasis NODEMCU ESP8266. *User interface* menggunakan halaman *web* untuk monitoring dan kontrol alat. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem penjemur menggunakan dua buah sensor, yaitu sensor LDR dan sensor hujan, dan bahwa jemuran akan masuk ketika hujan atau di sore hari.

Muttaqi melakukan penelitian kedua dengan judul Studi Kasus Desain dan Implementasi Pengawasan dan Kontrol Panel Pompa 3 Fasa Berbasis Iot: Studi Kasus Perumdam Kabupaten Madiun. Perumdam menggunakan pompa listrik yang dilengkapi dengan perlindungan kerusakan mekanik dan elektrik. Pompa ini diawasi oleh panel yang disebut panel pompa. Tetapi karena panel pompa saat ini bersifat analog, pengawasan mesin pompa tetap dilakukan secara langsung. Akan memakan waktu yang lama bagi petugas untuk mengetahui bahwa terjadi kerusakan di lokasi jika terjadi kendala pada mesin pompa yang tidak dapat berjalan sebagaimana mestinya saat petugas tidak berada di lokasi tersebut. Panel pompa berbasis *Internet of Things* (IoT) diciptakan sebagai hasil dari masalah ini. Panel pompa digunakan secara analog untuk melihat status pompa seperti WLC, PLN, dan motor pompa, antara lain. Selain itu, panel pompa juga dapat

mengontrol mode pompa air, apakah itu otomatis atau manual. Panel pompa membantu perumdam memantau operasi pompa.

Farhan Adiwinata melakukan penelitian ketiga dengan judul "Rancang Bangun *Diode Clamped Multilevel Inverter* 7 Tingkat Untuk Kontrol dan *Monitoring Motor Induksi Satu Fase Berbasis Internet Of Things*". Penelitian ini akan merancang suatu prototipe untuk melihat dan mengontrol kecepatan putaran motor induksi satu fasa. Metode untuk mengendalikan kecepatan putaran ini adalah dengan menggunakan diode *clamped multilevel inverter* satu fasa sebagai sumber daya. Kemudian aplikasi digunakan untuk melakukan monitoring, yang akan menampilkan besaran-besaran variabel yang dibutuhkan dan juga memungkinkan pengaturan atau perubahan besaran frekuensi. Sensor yang diperlukan untuk memantau akan dipasang pada rangkaian prototipe dan kemudian disambungkan ke aplikasi.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### A. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang menggunakan metode R&D (*Research and Development*). Penelitian ini adalah pengembangan secara prosedural bersifat deskriptif yang menunjukkan tahapan yang harus diikuti untuk menghasilkan sebuah produk tertentu dan menguji keefektivitasan produk tersebut.

#### B. Lokasi dan Waktu

Penelitian dilakukan di Laboratorium Elektro Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare, dan waktu yang dihabiskan untuk penelitian tersebut adalah tiga bulan.

**Tabel 3.1.** Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Waktu kegiatan											
		Bulan ke-1				Bulan ke-2				Bulan ke-3			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi literatur	■	■										
2	Perancangan alat			■	■								
3	Pengujian					■	■						
4	Evaluasi dan analisis hasil pengujian							■	■				
5	Pembuatan laporan hasil penelitian										■	■	■

### C. Alat dan Bahan

Dalam tugas akhir ini dibutuhkan beberapa bahan dan komponen untuk merealisasikan rancangan sistem. Adapun alat dan bahan yang dibutuhkan dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu *hardware* dan *software*.

#### a. Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan terdiri dari beberapa komponen dan modul elektronika yaitu:

**Tabel 3.2** Perangkat Keras (*Hardware*)

No.	URAIAN
1.	Mikrokontroler ESP32
2.	Kontaktor Maknet
3.	Sensor PZEM 004T
4.	Power Supply Hi-link HLK-10M05
5.	Modul LCD dan IIC/I2C
6.	Modul SSR
7.	UPS Mini 5V
8.	BUZZER
9.	Pilot lamp

#### b. Perangkat Lunak (*Software*)

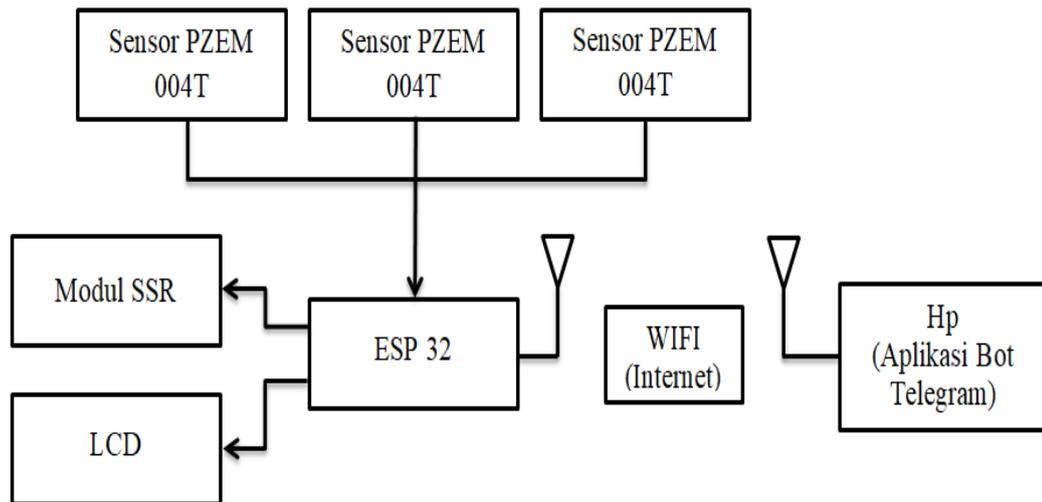
Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

**Tabel 3.3** Perangkat Lunak (*Software*)

No.	URAIAN
1.	Aplikasi Telegram
2.	Arduino IDE
3.	Wifi Internet

#### D. Rancangan Alat Penelitian

Untuk rancangan yang akan diteliti dapat dilihat pada gambar blok diagram dibawah ini:



**Gambar 3.1.** Blok Diagram Perancangan Sistem Monitoring Tegangan 3 Phase

Blok diagram diatas adalah gambaran dari Sistem Monitoring Tegangan 3 phase, untuk perancangan alat pada inputan menggunakan sensor PZEM 004T. Sensor PZEM 004T akan membaca jumlah tegangan dan arus yang ada pada listrik 3 phase, kemudian dari hasil pembacaan data pada sensor akan di proses oleh ESP32 dan ESP32 akan mengirimkan hasil data ke LCD dan aplikasi telegram pada Handphone (HP).

Untuk kenda On/Off pada panel pompa akan di kendalikan melalui Bot telegram, Bot telegram akan memberikan perintah On/Off ke ESP 32 lalu di proses oleh ESP32 lalu mengirim perintah ke Modul SSR untuk memutuskan aliran listrik ke koil kontaktor.

## **E. Teknik Pengumpulan Data**

Adapun teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

### **a. Studi Literatur**

Studi literatur pada penelitian ini adalah mengumpulkan data dengan mempelajari berbagai sumber referensi atau teori dengan melakukan pencarian terhadap berbagai sumber tertulis, baik berupa buku, arsip, majalah, artikel, jurnal, atau dokumen yang relevan terhadap permasalahan yang dikaji.

### **b. Rancangan dan Realisasi**

Tahap ini dilakukan dengan melakukan perancangan dan realisasi alat hasil rancangan. Langkah awal yang dilakukan adalah membuat desain konstruksi dan pengadaan komponen serta bahan yang digunakan. Kemudian pemasangan dan instalasi tiap komponen serta melakukan pemrograman.

### **c. Pengujian**

Selanjutnya tahapan pengujian yang mana pada tahap ini, pengujian dilakukan selama beberapa hari untuk melihat kinerja dari sistem monitoring tegangan 3 phase di setiap sumur dalam, mengukur arus pada pompa dan kendali on/off pompa yang di kontrol melalui telegram.

## **F. Teknik Analisis Data**

Pada penelitian ini dilakukan dengan merancang alat, pengujian dan evaluasi hasil pengujian. Hasil penelitian nantinya berupa alat dan data analisis. Dalam penelitian ini menggunakan teknik analisis data kuantitatif untuk

mengelola data-data yang berupa angka dapat di hitung dengan menggunakan rumus.

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

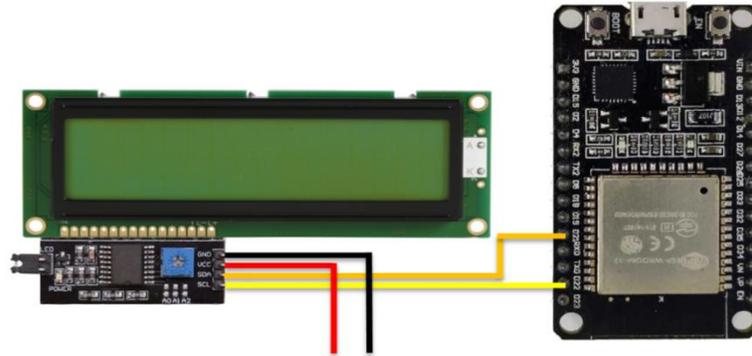
#### **A. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)**

Pembuatan perangkat keras dilakukan sebagai langkah awal sebelum terbentuknya suatu sistem beserta rangkaian elektroniknya. Rancangan ini menjelaskan beberapa rancangan komponen yang digunakan dan pengkoneksian komponen dengan searching beberapa referensi agar dapat memberikan tingkat akurasi. Hal ini dimaksudkan agar perancangan sistem monitoring tegangan 3 phase dan kendali on/off pompa air dapat berjalan sesuai dengan deskripsi awal yang telah direncanakan.

Adapun uraian masing – masing perangkat keras yang digunakan sebagai berikut:

##### **1. Rangkain LCD dan IIC/I2C**

LCD berfungsi untuk menampilkan karakter angka, huruf ataupun simbol dengan baik dengan konsumsi arus yang rendah. Penggunaan IIC/I2C pada rangkaian LCD agar mempermudah dalam proses instalasinya. Fungsi LCD pada alat adalah untuk menampilkan nilai tegangan dan arus listrik yang telah di baca oleh sensor PZEM004T.



**Gambar 4.1** Rangkaian LCD

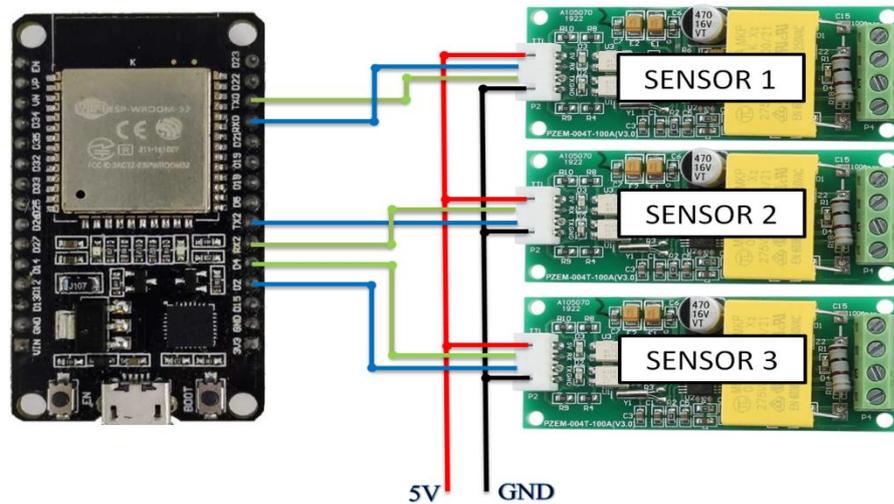
Berikut ini adalah keterangan dari pin yang terhubung ke LDC.

**Tabel 4.1** Pengkoneksian Pin I2C LCD

NO.	PIN	KETERANGAN
1.	VCC	Dihubungkan ke +5V
2.	GND	Dihubungkan ke GND
3.	SCL	Dihubungkan ke Pin D22 pada ESP32
4.	SDA	Dihubungkan ke Pin D21 pada ESP32

## 2. Rangkaian Sensor PZEM004T

Pada rangkaian ini kita membutuhkan 3 sensor PZEM004T sebagai pengukuran tegangan dan arus listrik. Pada sensor PZEM004T yang pertama berfungsi untuk mengukur tegangan dan arus listrik pada phase R, sensor PZEM004T yang ke dua untuk mengukur tegangan dan arus pada phase S, dan sensor PZEM004T yang ke tiga untuk mengukur tegangan dan arus pada phase T.



**Gambar 4.2** Rangkain Sensor PZEM004T

Berikut ini adalah keterangan dari pin yang terhubung ke sensor PZEM004T:

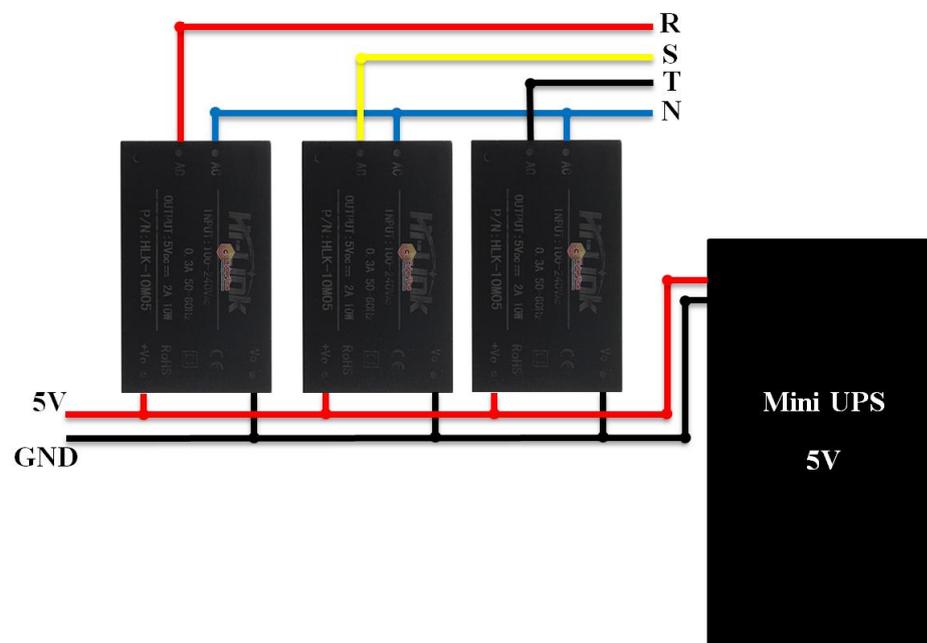
**Tabel 4.2** Pengkoneksian Pin Sensor PZEM004T

NO.	PIN	KETERANGAN
1.	VCC Sensor 1,2 dan 3	Dihubungkan ke +5V
2.	GND Sensor 1,2 dan 3	Dihubungkan ke GND
3.	RX Sensor 1	Dihubungkan ke Pin RX0 pada ESP32
4.	TX Sensor 1	Dihubungkan ke Pin TX0 pada ESP32
5.	RX Sensor 2	Dihubungkan ke Pin RX2 pada ESP32
6.	TX Sensor 2	Dihubungkan ke Pin TX2 pada ESP32
7.	RX Sensor 3	Dihubungkan ke Pin 04 pada ESP32
8.	TX Sensor 3	Dihubungkan ke Pin 02 pada ESP32

### 3. Rangkaian *Power Supply Hi-link HLK-10M05* dan *UPS Mini 5V*

Pada rangkaian ini menggunakan tiga *Power Supply Hi-link HLK-10M05* yang di mana *power supply* pertama di hubungkan dengan phase R, *power supply* ke dua di hubungkan dengan phase S dan *power supply* ke tiga di hubungkan dengan phase T. Output dari ke tiga *power supply* di hubungkan secara paralel.

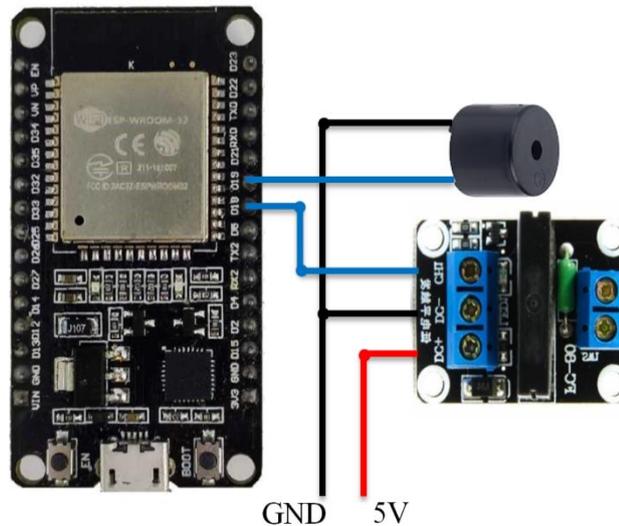
Ketika ada salah satu phase yang bermasalah atau kehilangan tegangan maka alat atau komponen masi bisa aktif untuk mengirim data. Bengitu juga ketika kehilangan dua tegangan pada phase, alat masi bisa aktif untuk mengirim data. Fungsi dari UPS mini untuk menyediakan daya listrik sementara bagi komponen bila terjadi pemadaman listrik PLN atau terjadi gangguan pada panel pembagi, sehingga alat masi dapat mengirim data.



**Gamabar 4.3** Rangkaian *Power Supplay Hi-link HLK-10* dan *UPS Mini*

#### 4. Rangkaian SSR (*Solid State Relay*) dan *Buzzer*

Rangkaian SSR (*Solid State Relay*) berfungsi untuk memutus/menghubungkan arus listrik yang mengalir ke koil pada kontaktor magnet. Fungsi *Buzzer* adalah sebagai penandah (berbunyi) ketika alat telah terkoneksi dengan jaringan internet.



**Gambar 4.4** Rangkaian *Solid state Relay* dan *Buzzer*

Berikut ini adalah keterangan dari pin yang terhubung ke Modul SSR dan *Buzzer*:

**Tabel 4.3** Pengkoseksian Pin Relay dan *Buzzer*

NO.	PIN	KETERANGAN
1.	DC+	Dihubungkan ke +5V
2.	DC- SSR dan GND <i>Buzzer</i>	Dihubungkan ke GND
3.	VSS <i>Buzzer</i>	Dihubungkan ke Pin 019 pada ESP32
4.	CH1	Dihubungkan ke Pin 018 pada ESP32

## 5. Rangkaian Kontaktor

Rangkaian Kontaktor berfungsi sebagai pemutus arus 3 phase. Pada kontaktor terdapat kontak utama, kontak bantu, dan koil yang memiliki fungsi masing-masing. Kontak utama pada sisi atas kontaktor berfungsi sebagai inputan dari sumber 3 phase dan kontak utama pada sisi bawah berfungsi sebagai output atau inputan menuju ke beban atau motor 3 phase. Pada kontaktor terdapat koil A1 dan A2 yang digunakan untuk menggerakkan atau memngubah kondisi yang semula NO menjadi NC atau sebaliknya. Koil A1 pada kontaktor dihubungkan ke

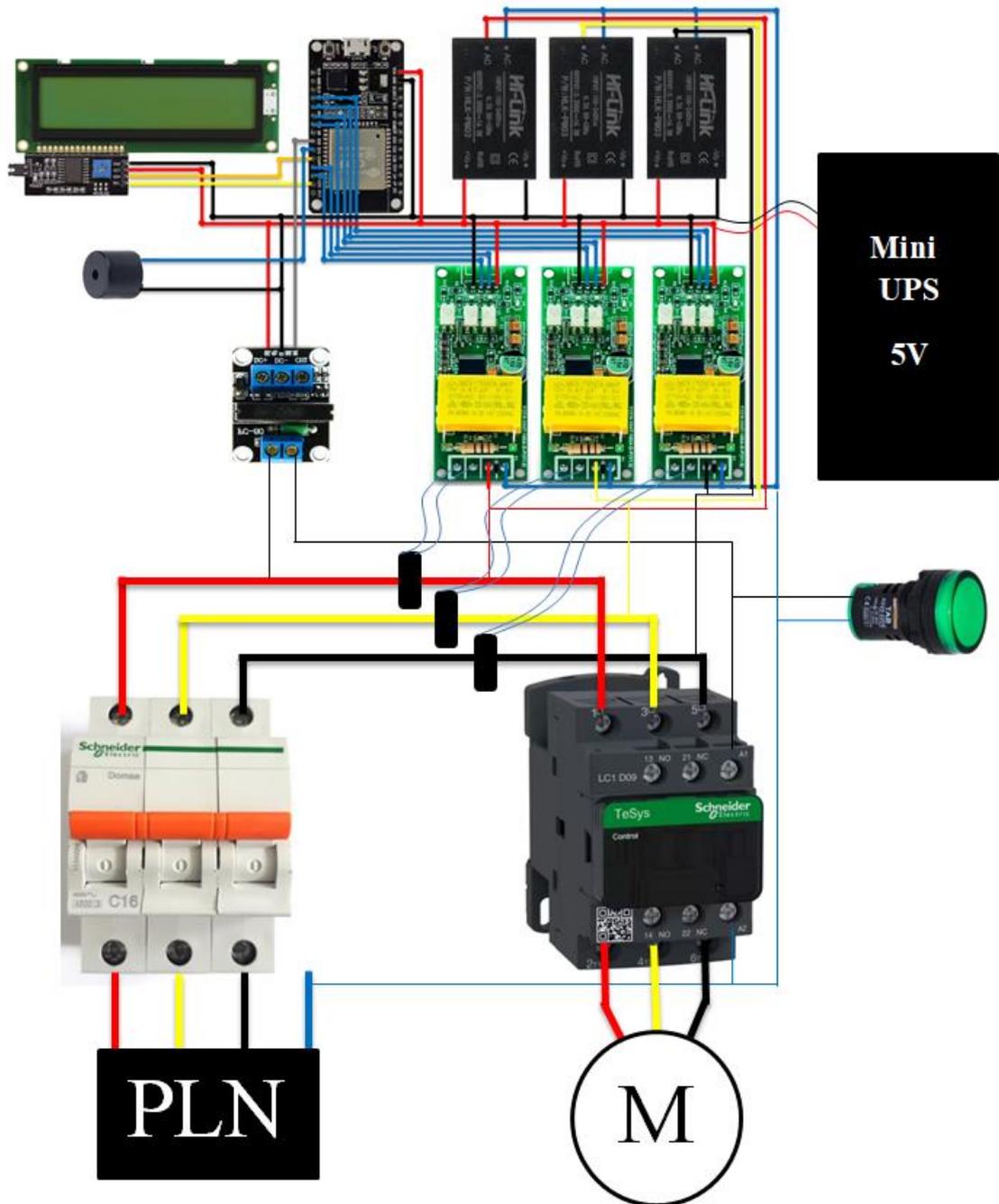
output dari modul SSR dan koil A2 dihubungkan ke kabel negatif. Pada rangkaian kontaktor terdapat juga lampu indikator yang di hubungkan pada koil A1 dan A2 yang berfungsi sebagai penanda ketika motor 3 phase menyala.



**Gambar 4.5** Rangkaian Kontaktor

## 6. Rangkaian Sistem Keseluruhan

Berikut ini adalah desain skematik pada keseluruhan rangkaian sistem monitoring tegangan 3 phase dan kendali ON/OFF pompa:



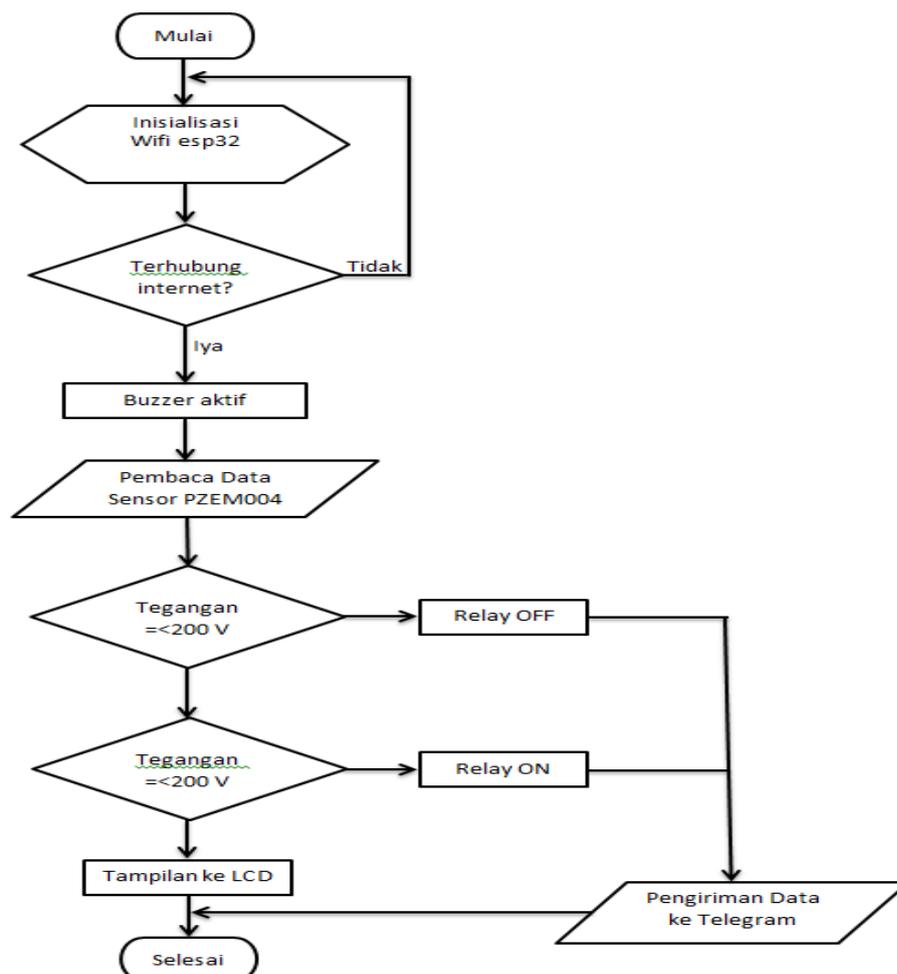
Gambar 4.6 Rangkaian Keseluruhan

## B. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perancangan perangkat lunak ini berfungsi untuk mengatur kinerja input dan output dari perangkat keras melalui instruksi program yang telah di tanamkan ke Mikrokontroler. Ada dua hal yang akan dijabarkan yaitu alur pemograman (*Flowchart*) dan pemograman Arduino IDE.

### 1. Alur pemograman (*Flowchart*)

Alur pemograman (*Flowchart*) adalah diagrama yang menggambarkan seluruh alur yang terjadi dalam sistem. Berikut ini adalah *flowchart* sistem yang digunakan:



Gambar 4.7 *Flowchat*

Pada gambar 4.7 *flowchart* menunjukkan alur program, yang diawali dengan mulai sistem, kemudian inisialisasi *wifi ESP32*, apabila tidak terdeteksi maka akan kembali keproses sebelumnya, karena sistem ini menggunakan koneksi local IP. Setelah *wifi* telah terhubung dengan ESP32 maka *buzzer* akan aktif. Kemudian pembacaan data sensor ESP32, jika hasil tegangan yang dibaca oleh sensor lebih kecil dari 200V maka relay akan off, tetapi jika pembacaan tegangan pada sensor lebih besar dari 200V maka relay on, kemudian kondisi pada relay akan dikirimkan ke aplikasi telegram. Hasil dari pembacaan sensor akan di tampilkan pada LCD dan selesai.

## 2. Pemograman

Pada pemograman sistem monitoring tegangan 3 phase dan kendali on/off ini menggunakan bahasa *C* yang diprogram melalui aplikasi *Arduino IDE*. Berikut ini adalah pemograman yang digunakan pada sistem monitoring tegangan 3 phase dan kendali on/off melalui telegram.

```
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClientSecure.h> //library wifi
#include <UniversalTelegramBot.h> //library telegram
#define WIFI_SSID "Redmi"
#define WIFI_PASSWORD "12345678"
String id = "6288309635"; // "6288309635";
#define BOT_TOKEN "6556869826:AAHeStDTrwZaYFadVo9tf7Di2uW5Ou4iobs"
WiFiClientSecure secured_client;
UniversalTelegramBot bot(BOT_TOKEN, secured_client);

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); // set the LCD address to 0x27
for a 16 chars and 2 line display

#include <PZEM004Tv30.h>
#include <HardwareSerial.h>
HardwareSerial SerialPort1(1); //for UART1
```

Pada awal pemograman ada beberapa poin penting yang perlu diperhatikan, seperti halnya menambahkan *library* komponen - komponen yang digunakan. *Library* yang digunakan pada pemograman yaitu *library wifi*, *library telegram bot*, *library LCD (Liquid Crystal Display) 16x2*, *library sensor PZEM004T*, dan *library hardwareserial* yang digunakan untuk mengganti fungsi pin menjadi *serial port1* atau RX1 dan TX1.

Pada “*define\_wifi SSID*” dan “*define\_wifi password*” digunakan untuk menghubungkan jaringan *wifi* ke alat yang akan dijalankan. Pada “*string id*” digunakan untuk memasukkan id yang telah di berikan oleh telegram dan untuk “*define BOT\_TOKEN*” berfungsi untuk memasukkan kode token yang diberikan oleh bot telegram.

```
PZEM004Tv30 pzem1 (&Serial);
PZEM004Tv30 pzem2 (&Serial2);
PZEM004Tv30 pzem3 (&SerialPort1);

#define relay 18
#define buzzer 19
String kondisiRelay = "ON";
```

Pada pemogram di atas menjelaskan bahwa ada tiga sensor PZEM004T yang digunakan, untuk *pzem1* terhubung ke *Serial* atau RX0 dan TX0, *pzem2* terhubung ke *Serial2* atau RX2 dan TX2, untuk *pzem3* terhubung ke *SerialPort1* pada ESP32. Untuk relay yang digunakan terhubung ke pin 18 dan buzzer terhubung ke pin 19 ESP32, pada “*String kondisiRelay*” menjelaskan kondisi relay pada saat alat menyala.

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  SerialPort1.begin(9600, SERIAL_8N1, 4, 2);
  Serial2.begin(9600);
  pinMode(relay, OUTPUT);
```

```

pinMode(buzzer, OUTPUT);
lcd.begin();
lcd.backlight();
alarm();
digitalWrite(relay, LOW); //perintah relay on
WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED){delay(500);}
secured_client.setCACert(TELEGRAM_CERTIFICATE_ROOT);
bot.sendMessage(id, "SELAMAT DATANG DI BOT MONITORING LISTRIK 3
FASA");
}

```

Pada pemrograman *void setup* yang berfungsi untuk menjalankan perintah hanya satu kali pada awal program di jalankan. *Void setup* juga digunakan untuk mendeklarasikan perintah pada setiap variabel. Adapun perintah yang akan dijalankan dapat dilihat pada pemrograman di atas. Pada awal program dijalankan esp32 akan mengirim pesan “ SELAMAT DATANG DI BOT MONITORING LISTRIK 3 FASA” ke bot telegram sebagai penanda bahwa bot telegram telah terkoneksi dengan panel yang akan di kontrol.

```

void loop() {

    int voltageR = pzem1.voltage();
    float currentR = pzem1.current();
    if(isnan(voltageR) || voltageR>1000){voltageR=0;}
    if(isnan(currentR)) {currentR=0.0;}

    lcd.setCursor(0,0);lcd.print("R");lcd.setCursor(1,0);lcd.print(vol
tageR);

    lcd.setCursor(0,1);lcd.print("R");lcd.setCursor(1,1);lcd.print(cur
rentR,1);
    if(voltageR<=200){bot.sendMessage(id, "Tegangan Fasa R
bermasalah, Relay
dimatikan");digitalWrite(relay,HIGH);kondisiRelay="OFF";
delay(5000);}

    int voltageS = pzem2.voltage();
    float currentS = pzem2.current();
    if(isnan(voltageS) || voltageS>1000){voltageS=0;}
    if(isnan(currentS)) {currentS=0.0;}

    lcd.setCursor(5,0);lcd.print("S");lcd.setCursor(6,0);lcd.print(vol
tageS);

    lcd.setCursor(5,1);lcd.print("S");lcd.setCursor(6,1);lcd.print(cur

```

```

rentS,1);
    if(voltageS<=200){bot.sendMessage(id, "Tegangan Fasa S
bermasalah, Relay
dimatikan");digitalWrite(relay,HIGH);kondisiRelay="OFF";
delay(5000);}

    int voltageT = pzem3.voltage();
    float currentT = pzem3.current();
    if(isnan(voltageT) || voltageT>1000){voltageT=0;}
    if(isnan(currentT)){currentT=0.0;}

lcd.setCursor(10,0);lcd.print("T");lcd.setCursor(11,0);lcd.print(v
oltageT);

lcd.setCursor(10,1);lcd.print("T");lcd.setCursor(11,1);lcd.print(c
urrentT,1);
    if(voltageT<=200){bot.sendMessage(id, "Tegangan Fasa T
bermasalah, Relay
dimatikan");digitalWrite(relay,HIGH);kondisiRelay="OFF";
delay(5000);}

```

Pada pemograman *void loop* diatas berfungsi untuk melaksanakan atau mengeksekusi perintah dari program yang dibuat secara berulang dan berjalan terus menerus selama *board esp32* aktif (program berjalan). Pemograman yang akan berjalan terus menerus yaitu pembacaan tegangan dan arus phase R S T, LCD akan menampilkan hasil pembacaan ketiga sensor, dan ketika tegangan kurang dari 200V maka relay akan otomatis mati dan ESP32 akan mengirimkan pesan ke bot telegram “Tegangan Fasa R bermasalah, Relay dimatikan”.

```

int numNewMessages = bot.getUpdates(bot.last_message_received +
1);
    for (int i=0; i<numNewMessages; i++) {
        String pesan = bot.messages[i].text;
        if(pesan=="/cekDATA"){String DATA = "Berikut data
listrik 3 fasa\n";
            DATA+= "Tegangan FasaR = " + String(voltageR) +
"Volt\n";
            DATA+= "Tegangan FasaS = " + String(voltageS) +
"Volt\n";
            DATA+= "Tegangan FasaT = " + String(voltageT) +
"Volt\n";
            DATA+= "Arus FasaR = " + String(currentR,1) +
"Ampere\n";
            DATA+= "Arus FasaS = " + String(currentS,1) +
"Ampere\n";

```

```

        DATA+= "Arus FasaT = " + String(currentT,1) +
"Ampere\n";
        DATA+= "Kondisi Relay = " + kondisiRelay + " \n";
        bot.sendMessage(id, DATA);}

if(pesan=="/relayON"){digitalWrite(relay,LOW);kondisiRelay="ON";bo
t.sendMessage(id, "Relay telah diaktifkan");}

if(pesan=="/relayOFF"){digitalWrite(relay,HIGH);kondisiRelay="OFF"
;bot.sendMessage (id, "Relay telah dinonaktifkan");}
}
void alarm(){
  for(int
  x=0;x<3;x++){digitalWrite (buzzer,1);delay(100);digitalWrite (buzzer
,0);delay(70);}
}

```

Pada pemograman di atas digunakan untuk pesan telegram, semua pesan yang masuk ke dalam telegram akan di simpan ke dalam variabel pesan. Apabila pesan yang dikirim berisi “/cekDATA” maka pesan yang akan diterima berisi data tegangan dan arus pada setiap phase dan kondisi relay seperti pada program diatas. Ketika ingin menyalakan relay maka pesan atau perintah yang dikirim yaitu “/relayON”, ketika relay berhasil dinyakan maka *ESP32* akan mengirinkan pesan ke telegram “Relay telah diaktifkan”. Begitupun juga ketika ingin mematikan relay pesan atau perintah yang dikirim ke *ESP32* yaitu “/relayOFF” ketika relay berhasil dimatikan maka pesan yang masuk ke telegram yaitu “Relay telah dinonaktifkan”. Pada *void alarm* berfungsi untuk menyalakan *buzzer*.

### C. Pengujian Sistem

Pada bagian ini membahas hasil pengujian dan analisa dari sistem monitoring tegangan 3 phase dan kendali on/off pompa air PDAM berbasis *ESP32* menggunakan telegram, guna mengetahui kinerja ataupun kendala sistem yang telah dirancang. Pengujian dan analisa ini dilakukan, baik dari segi perangkat

keras maupun perangkat lunak. Adapun bentuk pengujiannya yang dilakukan pada sistem monitoring dan kontrol meliputi pengujian sensor tegangan AC, pengujian sensor arus AC, dan pengujian kendali on/off pompa yang di kontrol melalui telegram.

### 1. Pengujian Tegangan 3 Phase

Pengujian tegangan 3 phase ini dilakukan dengan cara mengukur besar tegangan disetiap phasanya menggunakan alat ukur multimeter. Berikut adalah gambar proses pengumpulan data pada setiap phasanya.



**Gambar 4.8** pengujian Tegangan 3 Phese

Pada Gambar 4.8 Teknik pengujian tegangan AC, pada hasil yang diukur oleh mutlimeter dan akan dibandingkan dengan hasil pembacaan sensor yang dikirim ke aplikasi telegram. Adapun hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel berikut ini :

**Tabel 4.4** Pengujian Tegangan 3 Phase

No.	Pembacaan Sensor (V)			Pembacaan Alat Ukur (V)			Persentase Error (%)		
	R	S	T	R	S	T	R	S	T
1.	230	229	228	230,8	229,8	228,9	0,3	0,3	0,4
2.	233	232	230	233,3	232,4	231,4	0,1	0,2	0,6
3.	224	220	222	225,6	221	223,2	0,7	0,5	0,5
4.	225	226	222	225,4	226,6	223	0,2	0,3	0,5
5.	220	231	214	220,9	231,8	215,4	0,4	0,3	0,6
Error Minimum							0,1	0,2	0,4
Error Maksimum							0,7	0,5	0,6
Rata-rata Error							0,34	0,32	0,52

Berdasarkan tabel diatas, perhitungan persentase *error* dan presentase rata – rata *error* didapat pada persamaan berikut ini :

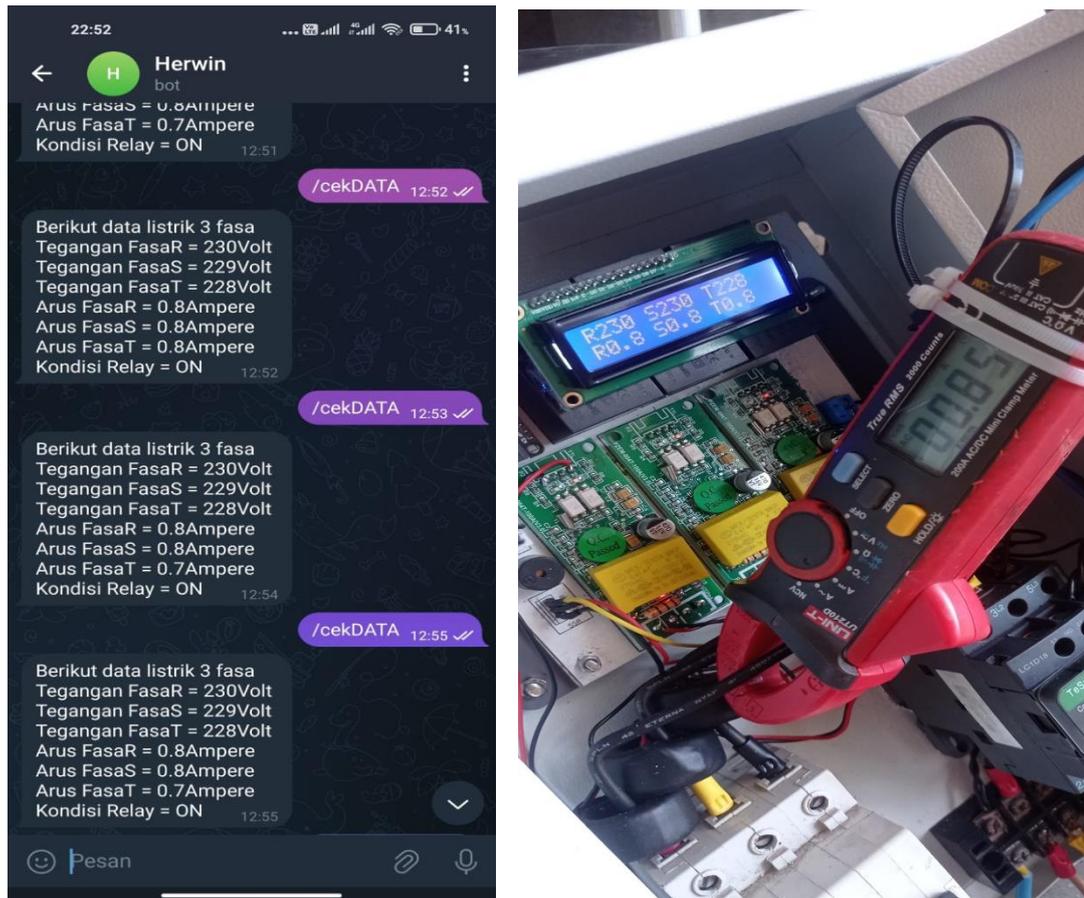
$$Error(\%) = \frac{(V \text{ Input} - V \text{ output})}{V \text{ Input}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

$$Rata - rata \text{ Error}(\%) = \frac{\text{Jumlah Nilai Error}}{\text{Banyaknya Error yang Terjadi}} \dots \dots \dots (2)$$

Dari pengujian diatas didapat *error* minimum pada phase R yaitu 0,1%, *error* maksimum sebesar 0,7% dan rata – rata *error* sebesar 0,34%. Pada phase S didapat minimumnya 0,2%, *error* maksimumnya sebesar 0,5% dan rata – rata *error* sebesar 0,32%. Pada phase T didapat minimumnya 0,4%, *error* maksimumnya sebesar 0,6% dan rata – rata *error* sebesar 0,52%. Sehingga dapat pad pengujian sensor tegangan AC yang terdapat pada setiap phase R S T cukup baik digunakan untuk mengukur tegangan AC.

## 2. Pengujian Sensor Arus AC

Pengujian sensor arus AC dengan cara mengukur arus yang mengalir pada setiap phase, lalu dibantu dengan alat ukur clam meter. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 4.9** Pengambilan Data Arus 3 Phase

Pada gambar 4.9 teknik pengujian arus AC dapat dilihat pada clam meter, hasil yang didapat akan dibandingkan dengan hasil pembacaan sensor yang di kirim ke aplikasi telegram. Adapun hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel berikut ini :

**Tabel 4.5** Pengujian Arus 3 Phase

No.	Pembacaan Alat Ukur (A)			Pembacaan Sensor (A)			Persentase Error (%)		
	R	S	T	R	S	T	R	S	T
1.	0,84	0,8	0,72	0,8	0,8	0,7	4,8	0	2,8
2.	0,64	0,61	0,61	0,6	0,6	0,6	6,3	1,6	1,6
3.	0,96	0,91	0,84	0,9	0,9	0,8	6,3	1,1	4,8
4.	0,77	0,74	0,72	0,7	0,7	0,7	9,1	5,4	2,8
5.	1,29	1,45	1,38	1,2	1,4	1,3	7	3,4	5,8
Error Minimal							4,8	0	1,6
Error Maksimum							9,1	5,4	5,8
Rata-rata Error							6,7	2,3	3,56

Berdasarkan tabel diatas, perhitungan persentase *error* dan presentase rata – rata *error* didapat pada persamaan berikut ini :

$$Error(\%) = \frac{(V \text{ Input} - V \text{ output})}{V \text{ Input}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

$$Rata - rata \text{ Error}(\%) = \frac{\text{Jumlah Nilai Error}}{\text{Banyaknya Error yang Terjadi}} \dots \dots \dots (2)$$

Dari pengujian arus AC diatas didapat *error* minimum pada phase R yaitu 4,8%, *error* maksimum sebesar 9,1% dan rata – rata *error* sebesar 6,7%. Pada phase S didapat minimumnya 0%, *error* maksimumnya sebesar 5,4% dan rata – rata *error* sebesar 2,3%. Pada phase T didapat minimumnya 1,6%, *error* maksimumnya sebesar 5,8% dan rata – rata *error* sebesar 3,56%. Sehingga pada pengujian sensor arus AC yang terdapat pada setiap phase R S T cukup baik digunakan untuk mengukur arus AC.

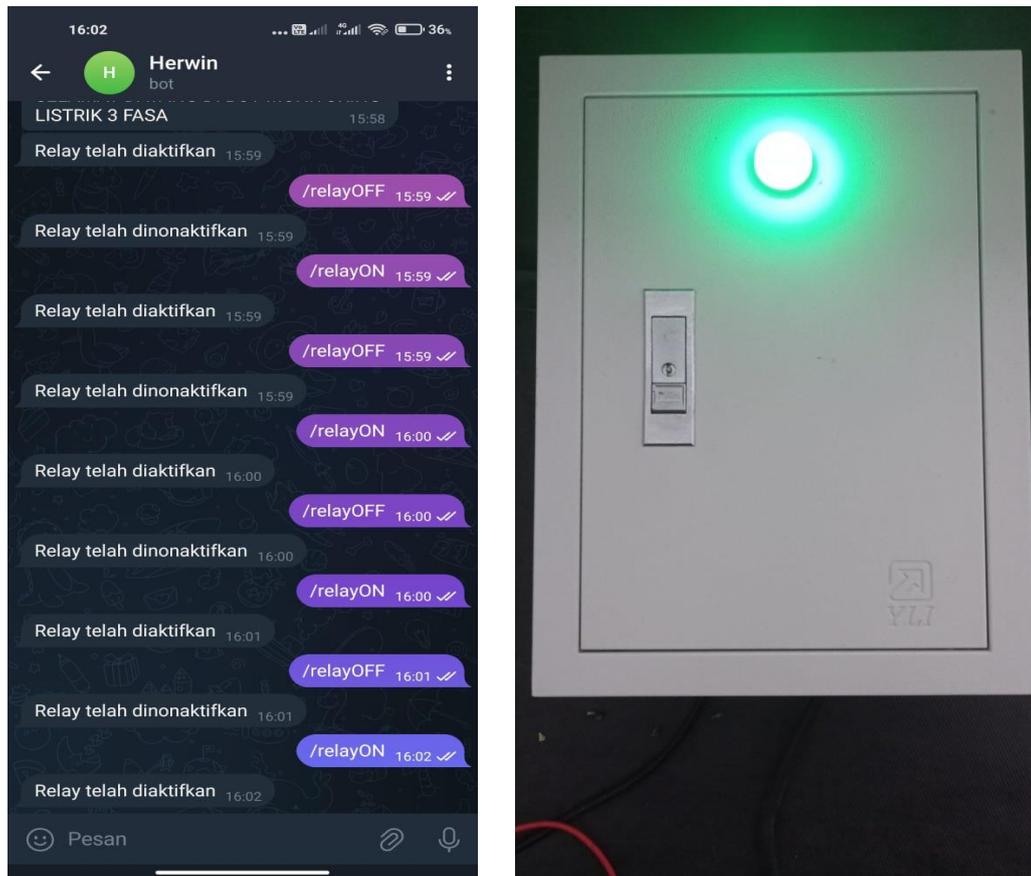
### 3. Pengujian Kendali ON/OFF Pompa

Pada pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan perintah on/off ke alat guna mengetahui apakah alat dapat menerima dan menjalankan perintah yang dikirimkan melalui aplikasi telegram. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 4.6** Kendali On/Off Pompa

Perintah Relay	Percobaan	Kondisi Relay	Perintah Relay	Percobaan	Kondisi Relay
Perintah /relayON	Ke-1	ON	Perintah /relayOFF	Ke-1	OFF
	Ke-2	ON		Ke-2	OFF
	Ke-3	ON		Ke-3	OFF
	Ke-4	ON		Ke-4	OFF
	Ke-5	ON		Ke-5	OFF

Pada pengujian tabel diatas dilakukan sebanyak lima kali percobaan. Pada saat relay diberikan perintah /relayON melalui aplikasi telegram maka kondisi relay akan On seperti pada tabel diatas, dan pada saat relay di berikan perintah /relayOFF melalui aplikasi telegram maka kondisi relay akan Off sesuai dengan perintah yang diberikan.



**Gambar 4.10** Pengujian Kendalai On/Off Pompa

Pada gambar diatas menjelaskan bahwa perintah yang dikirim untuk menyalakan atau mematikan pompa berjalan dengan baik. Pada saat perintah untuk menyalakan pompa berhasil, esp32 akan mengirimkan pesan ke aplikasih telegram “Relay telah diaktifkan”, begitupun juga ketika ingin mematikan pompa, esp32 akan mengirimkan pesan ke aplikasi telegram “Relay tela dinonaktifkan”.

#### **4. Pengujian Respon Relay Terhadap Kehilangan Phase**

Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah relay akan bekerja ketika terjadi masalah pada satu phasanya. Berikut adalah hasil pengujian kehilangan satu phase.

**Tabel 4.7** Pengujian Kehilang Phase

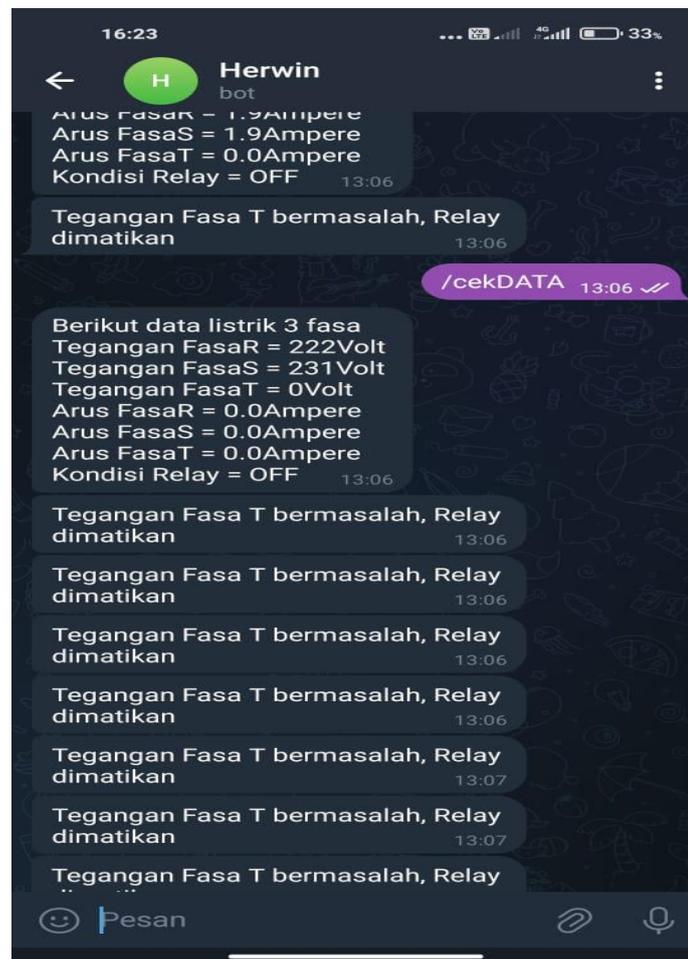
Pengujian Kehilangan Phase	Tegangan Listrik			Arus Listrik			Respon Relay
	R	S	T	R	S	T	
R	219	228	213	1,2	1,4	1,3	ON
	0	228	213	0	0	0	OFF
S	220	227	212	1,2	1,4	1,3	ON
	220	0	212	0	0	0	OFF
T	222	230	216	1,2	1,4	1,3	ON
	222	230	0	0	0	0	OFF

Pada tabel 4.7 pengujian kehilangan satu phase di atas menjelaskan bahwa kondisi pada pompa on dengan nilai teganga phase R=219, S=228, dan T=213 adapun arus yang mengalir pada phase R=1,2, S=1,4, dan T=1,3. Apabilah terjadi kehilangan tegangan atau tegangan di bawah 200V pada phase R maka secara otomatis relay akan mematikan pompa, arus yang mengalir pada phase R S T akan bernilai 0 dan esp32 akan mengirimkan pesan ke telegram “Tegangan Fasa R bermasalah, Relay dimatikan”.

Pengujian yang kedua apabilah pompa dalam kondisi on dengan nilai tegangan pada phase R=220, S=227, dan T=212 dengan nilai arus phase R=1,2, S=1,4, dan T=1,3. Apabilah terjadi kehilangan tegangan atau tegangan di bawah 200V pada phase S maka secara otomatis relay akan mematikan pompa, arus yang mengalir pada phase R S T akan bernilai 0 dan esp32 akan mengirimkan pesan ke telegram “Tegangan Fasa S bermasalah, Relay dimatikan”.

Pengujian yang ketiga apabilah pompa dalam kondisi on dengan nilai tegangan pada phase R=222, S=230, dan T=216 dengan nilai arus phase R=1,2,

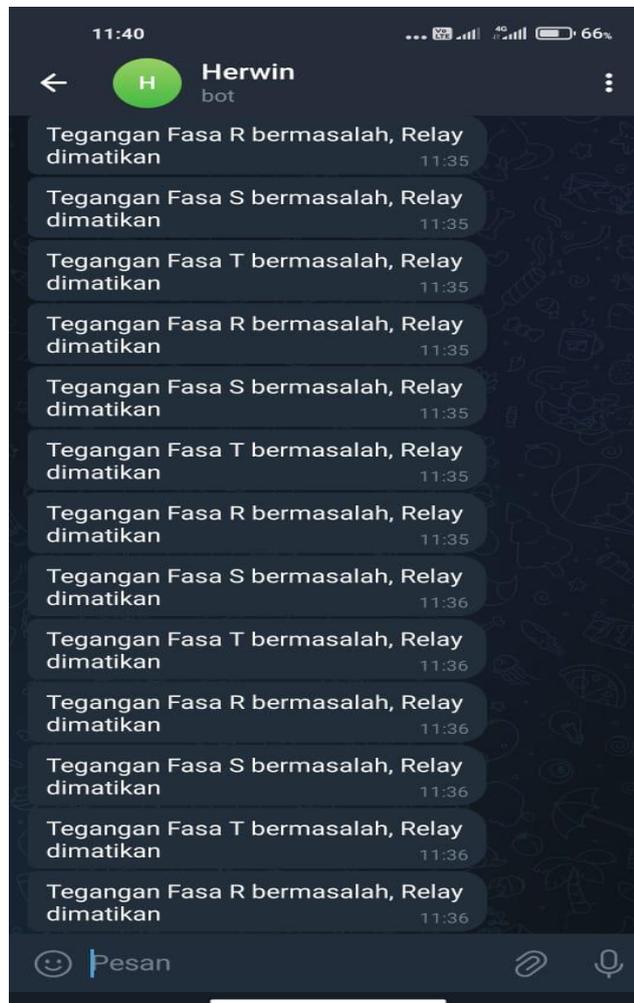
S=1,4, dan T=1,3. Apabila terjadi kehilangan tegangan atau tegangan di bawah 200V pada phase T maka secara otomatis relay akan mematikan pompa, arus yang mengalir pada phase R S T akan bernilai 0 dan esp32 akan mengirimkan pesan ke telegram “Tegangan Fasa T bermasalah, Relay dimatikan”. Berikut adalah gambar tampilan aplikasi telegram.



**Gambar 4.11** Tampilan Aplikasi Telegram Ketika Terjadi Masalah pada Satu Phase

Pada alat sistem monitoring tegangan 3 phase ini telah terpasang UPS Mini. Ketika terjadi pemadaman listrik dari PLN maka UPS Mini akan berfungsi

sebagai penyuplai tegangan ke alat sistem monitoring tegangan 3 phase agar dapat mengirimkan pesan ke aplikasih telegram.



**Gambar 4.12** Tampilan Aplikasih Telegram Ketika Semua Tegangan Bermasalah

Dapat dilihat pada gambar 4.12 diatas, esp32 akan mengirimkan pesan berurutan ketika terjadi pemadaman listrik dari PLN.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Setelah melakukan tahap perancangan dan pembuatan alat sistem monitoring tegangan 3 phase dan kendali on/off pompa menggunakan telegram dilanjutkan dengan tahap pengujian dan analisis maka diambil kesimpulan:

1. Setelah dilakukan beberapa tahapan dalam pengujian maka dapat disimpulkan bahwa perangkat keras pada panel kontrol listrik 3 phase dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan harapan.
2. Hasil perbandingan dari pembacaan sensor pada tegangan dan pembacaan alat ukur memiliki tingkat error yang rendah yaitu phase R=0,34%, S=0,32%, dan T=0,52%. Dan untuk perbandingan hasil pembacaan arus memiliki tingkat error yang rendah yaitu phase R=6,7%, s=2,3%, dan T=3,56%. Dapat disimpulkan bahwa sensor yang digunakan telah berfungsi dengan baik.
3. Pada pengujian kendali On/Off pompa yang dilakukan sebanyak lima kali percobaan berjalan dengan baik.
4. Setelah pengujian kehilangan tegangan dapat disimpulkan bahwa relay akan mematikan pompa ketika hasil pembacaan sensor dibawah 200V - 0V. Esp32 akan mengirim pesan ke telegram ketika terjadi gangguan.

## **B. Saran**

Dari hasil laporan tugas akhir ini masih terdapat beberapa kekurangan dan memungkinkan untuk pengembangan lebih lanjut. Oleh karena itu penulis merasa perlu untuk memberikan saran sebagai berikut:

1. Untuk pengembangan selanjutnya, alat sistem monitoring dapat menabahkan LORA sebagai pengirim data melalui gelombang radio untuk mengantisipasi ketika jaringan internet terganggu.
2. Untuk pengembangan selanjutnya, pada panel listrik 3 phase menggunakan rangkaian star delta yang berfungsi melindungi beban atau motor ketika terjadi lonjatan arus.

## DAFTAR PUSTAKA

- Athallah Muhammad Yazid, Y., & Agung Permana, R. (2022). Rancang Bangun Prototype Monitoring Lampu Jalan Secara Otomatis Api Bot Telegram. *Jurnal Teknik Informatika*, 8(1), 12–19. <https://doi.org/10.51998/jti.v8i1.477>
- Budi Yanto Husodo, & Ridwan Effendi. (2018). Perancangan Sistem Kontrol Dan Pengaman Motor Pompa Air Terhadap Gangguan Tegangan Dan Arus Berbasis Arduino. *Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana*, 4(2), 1–81.
- Muttaqi, A. (2023). *Desain Dan Implementasi Monitoring Dan Controlling Panel Pompa 3 Phase Berbasis Iot Studi Kasus Perumdam Kabupaten Madiun*. 10(1), 242–248.
- Nurhadi, A. A., Darlis, D., & Murti, M. A. (2021). Implementasi Modul Komunikasi LoRa RFM95W Pada Sistem Pemantauan Listrik 3 Fasa Berbasis IoT. *Ultima Computing: Jurnal Sistem Komputer*, 13(1), 17–21. <https://doi.org/10.31937/sk.v13i1.2065>
- Rijanto, T., & Leksono, J. W. (2020). *Perancangan Sistem Kendali dan Monitoring Tegangan Motor 3 Fasa Berbasis Internet of Things Menggunakan Aplikasi Blynk*. 3(1).
- Rizal, T., & Prasetyo, T. (2021). *Analisa Perubahan Sumber Tegangan Terhadap Temperatur Motor Induksi Satu Phasa Pada Pompa Air*. <http://eprints.ums.ac.id/id/eprint/93333>
- Yuniarto, W., Diponegoro, M., Studi, P., Elektro, T., Pontianak, P. N., & Barat, K. (2023). *Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Energi Listrik pada Beban 3 Fasa Menggunakan ESP32 Berbasis Internet of Things ( IoT )*. 22(1), 30–38.
- Diponegoro, M., Rusman, R., Yuniarto, W., & Ruskardi, R. (2023). Perancangan sistem komunikasi client server PLC (Power line Communication) pada instalasi jaringan listrik studi kasus Jurusan Elektro Politeknik Negeri Pontianak. *Jurnal ELIT*, 4(1), 43-50.
- Yuniarto, W., Irman, I., Suparno, S., Diponegoro, M., & Edi, E. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Energi Listrik Pada Beban 3 Fasa Menggunakan ESP32 Berbasis Internet of Think (IoT). *Jurnal Poli-Teknologi*, 22(1), 30-38.
- Nurfauziah, A., Nurhaji, S., & Budiawan, J. M. U. (2023). Sistem Rangkaian Kontrol Bergantian Pada Motor 3 Phasa Menggunakan PLC Siemens S7 1200. *Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur*, 15(01), 33-39.