

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Hasil Penelitian Terdahulu**

Dalam suatu penelitian, penggunaan referensi dari penelitian terdahulu menjadi langkah penting untuk memperkuat dasar teori dan arah pengembangan sistem yang dibuat. Melalui studi terhadap hasil penelitian sebelumnya, peneliti dapat mengevaluasi tingkat efektivitas, kelebihan, serta kekurangan dari sistem yang telah dikembangkan oleh peneliti lain. Dengan demikian, penelitian ini dapat dilakukan dengan pendekatan yang lebih optimal dan inovatif, sehingga menghasilkan rancangan alat yang lebih efisien, akurat, dan andal dibandingkan dengan penelitian sebelumnya.

Menurut (Nasution, 2023) dalam penelitiannya yang berjudul "*Rancang Bangun Monitoring Daya Listrik Rumah Tinggal Interface Android*" menjelaskan bahwa sistem yang dikembangkan berfungsi untuk melakukan pemantauan serta pengendalian konsumsi daya listrik secara waktu nyata (*real-time*) dengan menerapkan konsep Internet of Things (IoT). Dalam perancangannya, digunakan sensor PZEM004T dan ZMPT101B untuk mendeteksi nilai arus dan tegangan dari sumber listrik AC 220V. Data hasil pengukuran tersebut kemudian diproses oleh mikrokontroler Arduino Uno bersama Wemos D1 Mini dan dikirimkan ke aplikasi Blynk yang terpasang pada perangkat Android. Melalui aplikasi tersebut, pengguna dapat memantau informasi mengenai arus, tegangan, dan daya listrik yang digunakan secara langsung melalui smartphone.

Menurut (Apriantina, 2022) dalam penelitiannya yang berjudul *“Rancang Bangun Pemantauan Penggunaan Daya Listrik Berbasis Arduino untuk Alat Elektronik”*. Dalam penelitiannya, merancang sebuah alat pemantau daya listrik yang dapat menghitung konsumsi daya pada peralatan rumah tangga menggunakan sensor arus ACS712 dan mikrokontroler Arduino Uno. Hasil pengukuran ditampilkan secara langsung melalui layar LCD, sehingga pengguna dapat mengetahui besar daya listrik yang digunakan secara real-time.

Menurut (Ardiansyah, 2020) dalam penelitiannya yang berjudul *Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Things)”*. Dalam penelitiannya, Ardiansyah merancang sebuah sistem pemantauan konsumsi daya listrik menggunakan sensor ZMPT101B untuk mengukur tegangan dan sensor ACS712 untuk mendeteksi arus listrik. Sensor ini terhubung dengan mikrokontroler Arduino Uno yang berfungsi untuk memproses data hasil pembacaan. Sistem ini juga memanfaatkan NodeMCU sebagai modul Wi-Fi untuk mengirimkan data secara daring ke platform Adafruit IO, sehingga pengguna dapat melakukan monitoring dari jarak jauh melalui jaringan internet. Informasi seperti tegangan, arus dan daya ditampilkan pada layar LCD 2x16.

Menurut (Reski & Wahyudi, 2023) dalam penelitiannya yang berjudul *“Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Pengontrolan Penggunaan Beban Listrik Berbasis Internet of Things (IoT) di Kampus PSDKU Kolaka”*, Dalam penelitiannya membahas tentang sistem kontrol beban listrik yang dapat dimonitor dan dikendalikan dari jarak jauh melalui aplikasi Blynk pada smartphone. Sistem ini dirancang menggunakan mikrokontroler NodeMCU

ESP8266, modul relay, serta sensor PZEM-022 untuk membaca parameter listrik seperti arus, tegangan, dan daya. Tujuan dari penelitiannya adalah pengguna dapat menghidupkan atau mematikan beban listrik dari mana saja selama terhubung ke jaringan internet. Sistem dirancang untuk memungkinkan pengguna memantau kondisi peralatan listrik dan mengendalikannya dari jarak jauh menggunakan aplikasi Blynk yang terpasang pada smartphone.

Rancang bangun sistem monitoring listrik pada rumah tinggal menggunakan Esp32 berbasis iot, inovasi yang membedakannya dari beberapa penelitian terdahulu. Sebagian besar penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Ardiansyah (2020), Apriantina (2022), Reski (2023), maupun Nasution (2023), berfokus pada sistem monitoring daya listrik rumah tinggal berbasis IoT tanpa mementingkan aspek proteksi sistem secara menyeluruh. Beberapa hanya menampilkan data arus dan tegangan melalui LCD atau aplikasi smartphone, sementara fitur perlindungan terhadap gangguan sistem listrik belum menjadi keutamaan. Dalam penelitian ini dirancang sistem monitoring sekaligus proteksi, menggunakan sensor PZEM-004T untuk pengukuran besaran listrik, relay SSR sebagai saklar elektronik, dan ESP32 sebagai pusat pengontrol dan pengirim data. inovasi lainnya terletak pada penggunaan notifikasi otomatis melalui Telegram, yang memberikan peringatan real-time kepada pengguna jika terjadi gangguan pada sistem kelistrikan. Dengan menggabungkan fitur proteksi dan monitoring berbasis IoT, penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi efektif dalam meningkatkan keamanan dan efisiensi penggunaan listrik rumah tangga.

## B. Landasan Teori

Bagian ini terdiri atas teori-teori dasar yang mendukung dan saling terkait dengan penelitian

### 1. *Internet Of Things* (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan inovasi teknologi yang memungkinkan pengguna mengontrol serta mengoptimalkan perangkat elektronik maupun sistem kelistrikan melalui jaringan internet. Penerapan IoT telah banyak diimplementasikan, contohnya pada sistem pengendalian lampu yang dapat menyala dan padam secara otomatis, sehingga peran manusia terbatas pada pengawasan dan pengaturan kinerja perangkat tersebut (Hardani & Hayat, 2020).

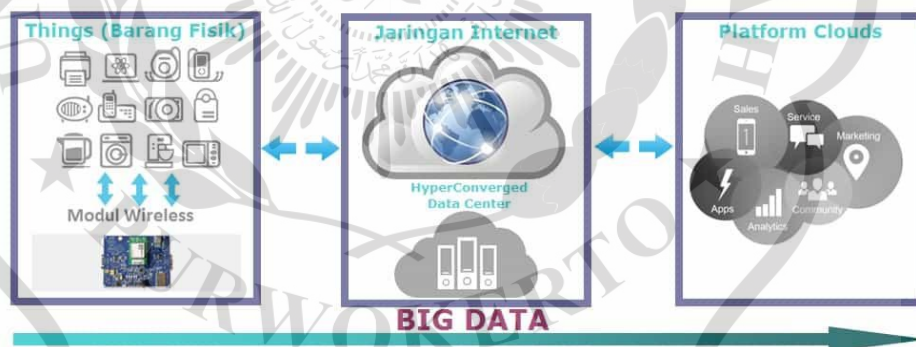
Internet of Things (IoT) adalah jaringan objek fisik, alat, kendaraan, bangunan, dan barang lainnya yang ditanamkan dengan elektronik, sirkuit, perangkat lunak, sensor, dan konektivitas jaringan yang memungkinkan objek-objek ini untuk mengumpulkan dan bertukar data. Internet of Things memungkinkan objek-objek tersebut dapat diindera dan dikendalikan secara jarak jauh melalui infrastruktur jaringan yang sudah ada.

Internet of Things (IoT) merujuk pada konsep di mana objek fisik di sekitar kita dapat saling terhubung dan berkomunikasi melalui jaringan internet. Dalam definisi ini, "objek fisik" dapat berupa perangkat elektronik, sensor, kendaraan, peralatan rumah tangga, dan banyak lagi. Tujuan utama dari IoT adalah mengintegrasikan dunia fisik dengan dunia digital, sehingga

memungkinkan pertukaran data yang cepat dan efisien antara perangkat yang terhubung

Dalam jaringan IoT, perangkat terhubung dapat berinteraksi satu sama lain melalui protokol komunikasi yang sesuai. Mereka dapat mengirim dan menerima data, memonitor kondisi lingkungan, mengambil keputusan secara otomatis, dan bahkan berkolaborasi untuk mencapai tujuan tertentu (Rizal et al., 2023)

Konsep IoT ini sebetulnya cukup sederhana dengan cara kerja mengacu pada 3 elemen utama pada arsitektur IoT, yakni: Barang Fisik yang dilengkapi modul IoT, Perangkat Koneksi ke Internet seperti Modem dan Router Wireless Speedy, dan Cloud Data Center tempat untuk menyimpan aplikasi beserta data base (Y. Efendi, 2018)



Gambar 2. 1 Konsep Iot  
(Sumber : (Y. Efendi, 2018))

## 2. Jenis beban listrik

Pada rangkaian listrik khususnya arus bolak-balik atau memiliki karakteristik yang berbeda dengan rangkaian arus searah. Di antaranya jenis

muatan yang dilalui rangkaian listrik AC adalah beban resistif, induktif, dan kapasitif, dan semuanya memiliki karakteristik yang berbeda.

a. Beban listrik resistif

Beban resistif ( $R$ ) yaitu beban yang terdiri dari komponen tahanan ohm saja (resistance), seperti elemen pemanas (heating element) dan lampu pijar. Beban jenis ini hanya mengkonsumsi beban aktif saja dan mempunyai faktor daya sama dengan satu. Tahanan murni ini tidak menghasilkan energi listrik sama sekali, tetapi menyerap energi listrik secara sempurna, sehingga memiliki sifat mencegah elektron melewatinya. Karena sifat dari hambatan ini, akan menyebabkan energi listrik yang diserap diubah menjadi bentuk panas, dan tidak akan mengubah bentuk gelombang AC (Lukman & Alhaqam Rizky, 2022).

b. Beban listrik induktif

Induktif adalah sifat kerja bebannya yang menimbulkan medan magnet. Beban listrik induktif artinya beban listrik yang dalam proses kerjanya memanfaatkan medan magnet untuk menghasilkan reaksi suatu gerakan. Medan magnet ini timbul akibat adanya lilitan kawat atau kumparan kawat. Beban listrik yang memiliki sifat induktif adalah, motor listrik, transformator, dan relay. Pada motor induksi AC misalnya, mesin ini memanfaatkan medan magnet yang timbul pada stator. Medan magnet ini digunakan untuk menginduksi rotor sehingga timbul medan magnet yang berlawanan

pada stator dan mengakibatkan rotor berputar. Untuk menghasilkan induksi diperlukan energi listrik yang disebut dengan daya reaktif dari sumber listrik bolak-balik. Untuk memutar beban yang dikopling dengan porosnya diperlukan daya nyata. Dari hasil daya nyata dan daya reaktif inilah akan timbul daya semu. beban induktif disebut lagging (arus tertinggal oleh tegangan) dan juga beban listrik yang bersifat induktif tidak mengkonsumsi daya nyata melainkan mengkonsumsi daya reaktif (Lukman & Alhaqam Rizky, 2022).

c. Beban listrik kapasitif

Kapasitif adalah lawan dari induktif. Jika induktif menghalangi nilai arus, maka kapasitif menghalangi tegangan. Dengan kata lain, beban kapasitif adalah beban yang mempunyai sifat menghalangi tegangan yang berubah nilainya. Sifat kapasitif inilah yang berguna menyimpan tegangan sementara. Gambar diatas adalah dimana beban listrik kapasitif murni pada rangkaian listrik AC. Dimana rangkaian ini mempunyai tegangan yang naik turun sehingga sifat kapasitif ini akan bekerja menyimpan dan mengeluarkan tegangan sesuai dengan berubahnya tegangan. Hal ini yang akan mengakibatkan arus akan mendahului tegangan (leading) (Lukman & Alhaqam Rizky, 2022).

3. ESP32

Mikrokontroler ESP32 merupakan jenis *System on Chip* (SoC) yang memiliki integrasi lengkap dengan dukungan konektivitas nirkabel seperti

Wi-Fi 802.11 b/g/n dan Bluetooth 4.2, serta dilengkapi berbagai periferal. Komponen ini memiliki prosesor, memori penyimpanan, serta akses ke port GPIO (General Purpose Input Output). ESP32 dapat berfungsi sebagai alternatif dari Arduino karena mampu terhubung langsung ke jaringan Wi-Fi dan digunakan untuk berbagai aplikasi berbasis IoT (Nizam et al., 2022).

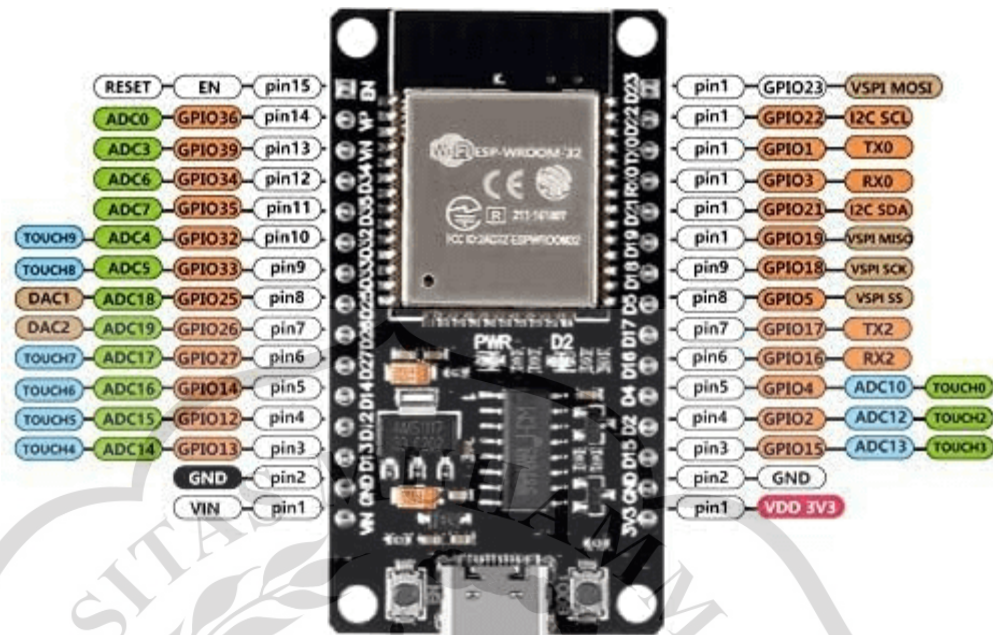


Gambar 2. 2 ESP32  
(Sumber : Nizam et al., 2022)

Tabel 2. 1 Spesifikasi ESP32

Spesifikasi	ESP32
SRAM	520 KB
Memori Flash	4 Mb
Wi-Fi	802.11 b/g/n
Bluetooth	Bluetooth v4.2 / Bluetooth Low Energy
Tegangan Operasi	3.3 Volt
Tegangan Input	7-112V (Vin) / 5V (USB)
Pin GPIO	30 atau 36 (Sesuai model)
Digital IO	25
Capacitive Touch	9
UART	3
SPI	2
I2C	3
Kontroler USB : CP2102	Kontroler USB : CP2102

(Sumber : Raihan, 2022)



Gambar 2. 3 Konfigurasi Pin ESP32  
(Sumber : Raihan, 2022)

#### 4. Sensor PZEM-004T

Sensor PZEM-004T merupakan modul pengukuran arus bolak-balik (AC) yang berfungsi untuk membaca berbagai parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, daya aktif, frekuensi, energi, dan faktor daya. Modul ini mampu memberikan hasil pengukuran dengan tingkat akurasi yang tinggi, sehingga sering digunakan dalam sistem monitoring konsumsi daya listrik. PZEM-004T bekerja menggunakan komunikasi serial melalui pin RX dan TX untuk mengirim serta menerima data dengan mikrokontroler, dan membutuhkan suplai daya sebesar 5 volt DC agar dapat beroperasi (Anwar, 2019).

Sensor ini menghasilkan data digital melalui komunikasi serial, sehingga mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler atau sistem pengolah data lainnya. PZEM-004T diproduksi oleh perusahaan Peacefair dan tersedia dalam dua varian, yaitu tipe 10 Ampere dan 100 Ampere (Jokanan et al., 2022).



Gambar 2. 4 PZEM-004T  
(Sumber : Anwar & Artono, 2019)

Dimensi PZEM-004T 3.1 cm × 4 cm. Modul Pzem-004T ini dilengkapi transformer arus 3.3 cm.

Tabel 2. 2 Konfigurasi Pin PZEM-004T

PIN	Keterangan
VCC	Catu daya 5V
GND	Ground
TX	Data dari mikrokontroler ke sensor
RX	Data dari sensor ke mikrokontroler
AC IN (L)	Fasa listrik AC
AC IN (N)	Neutral listrik AC
CT + / -	Konektor CT ( <i>Current Transformer</i> )

(Sumber : Ramadhani, 2023)

Tabel 2. 3 Spesifikasi Pengukuran PZEM-004T

Satuan	Keterangan
Tegangan	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Rentang pengukuran :80~260V</li> <li>b. Resolusi : 0.1V</li> <li>c. Ketepatan ukur : 0.5%</li> </ul>
Arus	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Rentang pengukuran : 0~10A (PZEM-004T-10A), 0~100A (PZEM-004T-100A).</li> <li>b. Mulai mengukur arus : 0.01A (PZEM-004T-10A), 0.02A (PZEM-004T 100A).</li> <li>c. Resolusi: 0.001A.</li> <li>d. Ketepatan ukur: 0.5%.</li> </ul>
Daya	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Rentang pengukuran : 0~2.3kW (PZEM-004T-10A), 0~23kW (PZEM-004T-100A).</li> <li>b. Mulai mengukur daya : 0.4W.</li> <li>c. Resolusi: 0.1W.</li> <li>d. Format tampilan : &lt;1000W, it display one decimal, such as: 999.9W ≥1000W, it display only integer, such as: 1000W</li> <li>e. Ketepatan ukur : 0.5%.</li> </ul>
Faktor Daya	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Rentang pengukuran: 0.00~1.00.</li> <li>b. Resolusi: 0.01.</li> <li>c. Ketepatan ukur : 1%.</li> </ul>
Frekuensi	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Rentang pengukuran :45Hz~65Hz.</li> <li>b. Resolusi: 0.1Hz.</li> <li>c. Ketepatan ukur : 0.5%.</li> </ul>
Energi	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Rentang pengukuran : 0~9999.99kWh.</li> <li>b. Resolusi : 1Wh.</li> <li>c. Ketepatan ukur : 0.5%.</li> <li>d. Format tampilan : &lt;10kWh, the display unit is Wh (1kWh=1000Wh), such as: 9999Wh ≥10kWh, the display unit is kWh, such as: 9999.99kWh</li> <li>e. Reset energi: gunakan perangkat lunak untuk mereset</li> </ul>

(Sumber : Anwar & Artono, 2019)

## 5. Solid State Relay (SSR)

*Solid State Relay (SSR)* merupakan saklar elektronik yang berfungsi mengendalikan aliran arus dan tegangan. Perangkat ini bekerja tanpa bagian mekanis, sehingga mampu melakukan pengalihan daya secara cepat, stabil, dan efisien dibandingkan relay konvensional. (Bramanta, 2024).

Solid State Relay (SSR) memiliki fungsi serupa dengan relay elektromekanik maupun magnetic contactor, yakni sebagai saklar elektronik pada sistem pengendali. Perbedaannya, SSR tidak memakai kontaktor mekanis, tetapi memanfaatkan komponen semikonduktor aktif seperti TRIAC untuk proses switching. Hal ini membuat SSR dapat dikontrol menggunakan tegangan rendah, namun tetap mampu mengatur beban AC bertegangan tinggi secara efisien (Efendi, 2019).



Gambar 2. 5 Solid State Relay (SSR)

Sumber : (D. Efendi et al., 2019)

## Bagian Bagian pada *Solid State Relay* (SSR)

### 1. Bagian Input

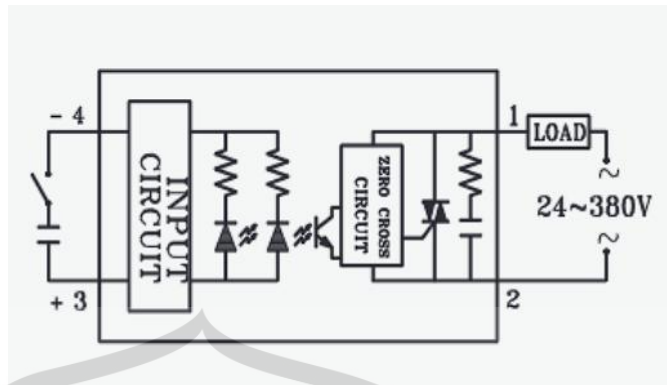
Tahapan ini berfungsi menerima sinyal kendali dengan tegangan rendah yang berasal dari sumber luar seperti mikrokontroler, sensor, maupun PLC. Sinyal tersebut dapat berupa arus searah (DC) atau arus bolak-balik (AC) yang digunakan untuk mengendalikan kerja SSR.

### 2. Bagian Isolasi

Pada bagian ini, Solid State Relay memakai *optocoupler* untuk memisahkan sistem input dan output secara elektrik. Prosesnya dilakukan dengan mengonversi sinyal listrik menjadi cahaya, lalu diubah kembali menjadi sinyal listrik di sisi keluaran. Mekanisme tersebut menjamin kedua rangkaian tidak terhubung secara langsung dan memungkinkan pengendalian beban hanya melalui pemicu cahaya.

### 3. Bagian Output

Tahap keluaran umumnya menggunakan komponen semikonduktor seperti *TRIAC* atau *thyristor* untuk menyalakan maupun memutuskan arus ke beban. Komponen ini berfungsi sebagai pengalih daya utama yang bekerja cepat dan tanpa kontak mekanis.



Gambar 2. 6 Skema Solid State Relay  
(Sumber : Bramanta, 2024)

#### 6. *Liquid Crystal Display (LCD)*

LCD (Liquid Crystal Display) merupakan media tampilan yang tersusun atas lapisan material organik diapit antara dua kaca transparan yang dilapisi elektroda berbahan indium oksida. Saat diberi tegangan listrik, molekul-molekul cairan kristal yang berbentuk silindris akan berubah orientasi mengikuti medan listrik pada segmen elektroda. Struktur berlapis ini dilengkapi dengan polarizer vertikal di bagian depan dan polarizer horizontal di bagian belakang, kemudian diakhiri dengan lapisan reflektor. Proses tersebut menyebabkan cahaya tertentu terhalang sehingga bagian yang aktif tampak gelap dan membentuk karakter atau angka sesuai data yang ditampilkan (Anwar & Artono, 2019).



Gambar 2. 7 Liquid Crystal Display (LCD)  
(Sumber : Anwar & Artono, 2019)

Tabel 2. 4 Konfigurasi Pin LCD

Pin	Keterangan
1	Ground (-)
2	VCC (+)
3	Untuk mengatur pencahayaan
4	Register select
5	Read / Write LCD Register
6	Enable
7-14	Data I/O (input output)
15	VCC LED
16	Ground LED

(Sumber : Saputra, 2023)

I2C (*Inter-Integrated Circuit*) adalah protokol komunikasi serial yang umum digunakan dalam sistem elektronik untuk menyederhanakan rancangan rangkaian. Protokol ini mendukung konfigurasi dengan beberapa perangkat pengendali (master) dan perangkat yang dikendalikan (slave). Proses pertukaran data dilakukan melalui dua jalur utama, yaitu SCL (Serial Clock Line) sebagai sinyal sinkronisasi dan SDA (Serial Data Line) sebagai jalur transmisi data antar perangkat (Ilmi, 2021).



Gambar 2. 8 *Inter-Integrated Circuit*  
(Sumber : Saputra, 2023)

Tabel 2. 5 Konfigurasi Pin I2C

Pin	Keterangan
GND	Ground
VCC	5V
SDA	Untuk mengirim data
SCL	Menghitung urutan bit

Sumber : (Saputra et al., 2023)

## 7. Buzzer

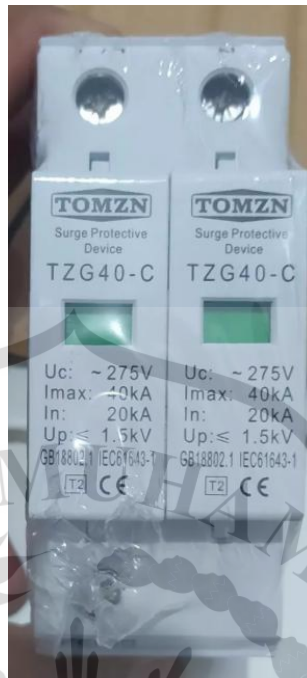
Buzzer merupakan perangkat elektronika yang berfungsi mengubah sinyal listrik menjadi gelombang suara. Ketika dialiri arus listrik, buzzer akan mengonversi energi listrik menjadi getaran akustik yang dapat didengar oleh manusia. Secara umum, buzzer terbagi menjadi dua jenis, yaitu passive buzzer dan active buzzer. Passive buzzer tidak dapat menghasilkan suara tanpa adanya sinyal pemicu dari rangkaian luar, mirip dengan prinsip kerja speaker aktif. Sementara itu, active buzzer sudah memiliki osilator internal, sehingga mampu menghasilkan bunyi secara otomatis ketika dialiri arus listrik (Hermawan & Abdurrohman, 2020).



Gambar 2. 9 Buzzer  
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

#### 8. SPD (*Surge Protection Device*)

Perangkat pelindung surja tegangan rendah atau *Surge Protection Device* (SPD) berfungsi untuk menekan lonjakan tegangan transien dengan cara menyalurkan atau membatasi arus berlebih. SPD merupakan solusi efisien dalam mencegah gangguan sistem, menjaga keandalan data dan peralatan, serta melindungi dari kerusakan akibat tegangan sementara yang tinggi. Alat ini bekerja dengan mengalihkan gelombang arus berlebih ke jalur pentanahan (*grounding*), sehingga level tegangan yang timbul tetap berada dalam batas aman bagi instalasi dan perangkat kontrol. Ketika terjadi kenaikan tegangan di atas ambang batas operasi, SPD secara otomatis menyalurkan energi ke tanah guna melindungi sistem dari kerusakan lebih lanjut (Santoso, 2023).



Gambar 2. 10 Surge protection device  
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

#### 9. PSU (*Power supply unit*)

Power supply DC adalah rangkaian elektronika yang berfungsi mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC) untuk menyediakan tegangan pada berbagai perangkat seperti kipas, hard disk, dan komponen elektronik lainnya. Komponen ini berperan penting sebagai sumber daya utama yang menyalurkan energi listrik bagi peralatan elektronik. Secara prinsip, sistem power supply DC tersusun dari beberapa bagian utama, yaitu transformator, dioda penyearah, dan kapasitor penyangkal tegangan (Saodah & Ramdani, 2021)

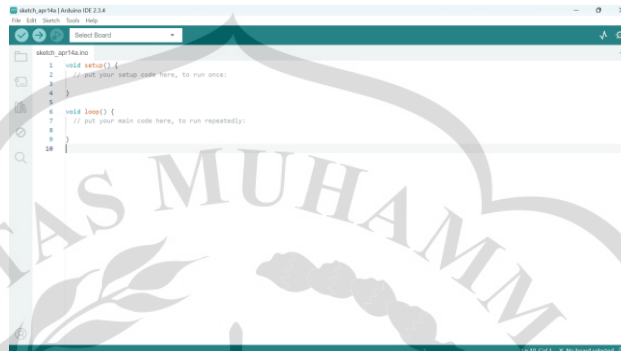


Gambar 2. 11 Power supply unit  
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

#### 10. Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan perangkat lunak terpadu yang berfungsi sebagai sarana pengembangan program pada papan Arduino. Melalui aplikasi ini, pengguna dapat menulis dan mengunggah kode agar mikrokontroler menjalankan fungsi yang diinginkan. Bahasa pemrograman yang digunakan, disebut Sketch, menyerupai bahasa C namun telah disederhanakan supaya lebih mudah dipelajari oleh pemula. Sebelum dipasarkan, mikrokontroler Arduino telah dibekali *bootloader* yang bertugas menjembatani proses kompilasi program dengan perangkat keras. Arduino IDE dikembangkan menggunakan bahasa Java dan dilengkapi pustaka C/C++ bernama Wiring untuk mempermudah pengaturan input dan output. Perangkat lunak ini merupakan turunan dari aplikasi Processing yang dimodifikasi khusus untuk pemrograman Arduino. Kode program (*sketch*) disimpan dalam berkas berekstensi .ino, dengan

dukungan fitur pengeditan teks seperti *copy-paste* dan *find-replace*. Bagian bawah jendela IDE menampilkan pesan status proses kompilasi atau pengunggahan, sedangkan pojok kanan bawah menunjukkan jenis papan dan COM port yang aktif (Pamungkas, 2022).



Gambar 2. 12 Software Arduino IDE  
(Sumber : Dokumentasi Pribadi )

#### 11. WiFi (Wireless fidelity)

Wi-Fi, singkatan dari *Wireless Fidelity*, merupakan teknologi komunikasi nirkabel yang memungkinkan perangkat elektronik saling berbagi data melalui jaringan komputer tanpa menggunakan kabel, termasuk jaringan internet berkecepatan tinggi. Dari sisi teknis, Wi-Fi adalah bagian dari sistem komunikasi berbasis jaringan area lokal nirkabel (*Wireless Local Area Network* atau WLAN). Istilah Wi-Fi sendiri digunakan sebagai sertifikasi bagi perangkat jaringan yang memenuhi standar interoperabilitas yang ditetapkan. Teknologi ini dikembangkan dengan mengacu pada standar komunikasi IEEE 802.11. (Habib, 2020)

Tabel 2. 6 Spesifikasi WiFi

Spesifikasi	Kecepatan	Frekuensi Band
802.11b	11 Mb/s	2,4 GHz
802.11a	54 Mb/s	5 GHz
802.11g	54 Mb/s	2,4 GHz
802.11n	100 Mb/s	2,4 GHz

(Sumber : Habib, 2020)

## 12. Telegram

Telegram adalah aplikasi pesan instan berbasis *cloud* yang menonjol dalam kecepatan, efisiensi, dan keamanan tanpa adanya iklan. Aplikasi ini menyediakan berbagai fitur komunikasi seperti pengiriman pesan teks, audio, video, gambar, dan stiker yang dilindungi oleh sistem enkripsi berstandar internasional, sehingga data pengguna tetap aman dari akses pihak luar. Selain itu, Telegram memungkinkan pengguna untuk membuka satu akun dari beberapa perangkat secara bersamaan dan mendukung pengiriman berkas hingga ukuran 1,5 GB. Aplikasi ini dikembangkan oleh dua bersaudara asal Rusia, Nikolai dan Pavel Durov. Nikolai berperan dalam aspek teknis dengan merancang protokol MTProto sebagai dasar sistem Telegram, sedangkan Pavel menangani pendanaan dan infrastruktur melalui perusahaannya, Digital Fortress.

Aplikasi Telegram memiliki sejumlah keunggulan yang membuatnya unggul dibandingkan aplikasi sejenis. Pertama, Telegram sepenuhnya gratis dan bebas dari iklan maupun biaya berlangganan. Kedua, aplikasi ini mampu mengirimkan pesan dengan sangat cepat karena menggunakan sistem *cloud* sebagai basis pengoperasiannya. Ketiga, ukuran aplikasinya relatif kecil sehingga ringan digunakan, bahkan versi Android

3.31 yang dirilis pada 25 November 2015 hanya berukuran sekitar 16 MB. Selain itu, Telegram dapat diakses secara bersamaan dari berbagai perangkat seperti ponsel pintar, komputer, laptop, maupun tablet. Terakhir, aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk berbagi berkas dalam berbagai format—termasuk foto, video, dokumen, dan musik—dengan ukuran maksimum hingga 1,5 GB untuk setiap file (Fitriansyah, 2020).

