

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

2.1.1 Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Internet of Things

Menurut (Putra, 2022) telah dirancang sebuah alat untuk membangun monitoring penggunaan daya listrik berbasis Internet of Things (IoT). Konsumsi listrik yang tidak terkendali telah meningkat di Indonesia karena gaya hidup modern. Kurangnya pengawasan menyebabkan penggunaan daya yang boros. Oleh karena itu, untuk menghemat energi listrik, penelitian ini merancang sebuah alat monitoring yang melacak konsumsi daya setiap ruangan. Dalam penelitian ini, platform Blynk digunakan untuk menerapkan teknologi Internet of Things (IoT). Alat ini menggunakan sensor ACS 712 untuk mengukur konsumsi daya pada berbagai beban, seperti lampu, kipas angin, dan pengisi daya komputer jinjing. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat pemantauan yang dibangun dengan efisiensi tinggi memantau konsumsi daya setiap ruangan. Dengan alat ini, pengguna dapat dengan mudah mengawasi jumlah daya yang digunakan peralatan elektronik rumah tangga dan mengetahui seberapa banyak energi yang digunakan. Dengan menggunakan teknologi Internet of Things (IoT), penelitian ini membantu mengoptimalkan penggunaan listrik di Indonesia serta sistem yang dibangun memiliki efisiensi yang sangat baik dan dapat memudahkan dalam memonitoring konsumsi daya pada peralatan elektronik rumah tangga.

2.1.2 Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Pada Rumah Tangga Berbasis Internet of Things Menggunakan Website Thinger IO

Menurut (Ginarsa, 2022) telah dirancang sebuah alat untuk merancang dan membangun sistem monitoring daya listrik pada rumah tangga berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan platform Thinger.io. Penelitian ini dilakukan untuk memantau konsumsi daya pada peralatan rumah tangga guna memudahkan penghematan energi listrik. Sistem monitoring ini menggunakan Sensor PZEM-

004T digunakan dalam sistem pengawasan untuk membaca data tegangan, arus, daya, dan energi. NodeMCU ESP8266 mengirimkan data ke Thinger.io. Selain itu, sistem memiliki fitur notifikasi yang akan memberi tahu Anda jika pemakaian arus dan daya melebihi batas dengan memutus aliran listrik yang digunakan ketika melebihi batas maksimum yaitu 600-Watt lalu pengguna bisa memutus aliran listrik secara manual melalui website thinger io. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat monitoring yang dibangun dengan baik memantau konsumsi daya peralatan rumah tangga berbasis Internet of Things dengan rata-rata error sebesar 0,72%. Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai tegangan, arus, daya, dan energi dari sensor dan pengukur. Meskipun pengukuran tegangan dan arus mungkin mengalami kesalahan, sistem pemantauan penggunaan listrik ini cukup baik untuk digunakan di rumah.

2.1.3 Sistem Monitoring Pemakaian Daya Listrik Pada Kwh Menggunakan Arduino Dan Sms Gateway

Menurut (Supriyadi, 2022) telah dirancang sebuah alat untuk membuat dan mengembangkan alat monitoring pemakaian daya listrik pada KWH Meter 1 Phasa berbasis Arduino dan Sms Gateway yang berfungsi sebagai pemonitor hasil pemakaian daya listrik pada KWH meter 1 Phasa yang ditampilkan pada display LCD. Tahapan proses pembuatan alat monitoring ini peneliti terlebih dahulu menentukan alamat pin yang akan digunakan pada setiap modul baik itu modul sensor maupun modul GSM, kemudian pembuatan wiring control arduino, serta perancangan hardware dan pemrograman pada board Arduino. Dengan adanya alat ini pengguna dapat mengetahui jumlah pemakaian daya dan total biaya yang harus dibayar oleh user dengan pemberitahuan sistem SMS Gateway yang dikirimkan 1 hari sekali kepada pengguna. Komponen utama pada penelitian jurnal ini menggunakan Arduino Uno R3, sensor arus ACS712-30A, sensor tegangan ZMPT101B, LCD 16x2 + 12C, LM2956 dan modul GSM SIM800L. Arduino Uno R3 disini berfungsi sebagai pemroses data inputan dan output dari sensor. Sensor arus ACS712-30A sebagai pendeteksi arus yang melewati sensor tersebut saat arus menuju ke beban dengan kapasitas maksimum 30 Ampere. Meskipun masing-

masing sensor tetap memiliki persentase kesalahan namun masing-masing sensor hanya memiliki rata-rata kesalahan sebesar 0,0055% pada sensor tegangan ZMPT101B dan 0,00195% pada sensor arus ACS712-30A.

2.1.4 Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis SmartPhone

Menurut (Muhammad, 2020) telah dirancang sebuah alat untuk memonitoring daya listrik berbasis smartpone untuk memudahkan pengguna dalam memonitoring daya listrik. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan metode eksperimen yang mengarah pada pemecahan masalah untuk proses perbaikan maupun peningkatan alat dan program. Alat yang dihasilkan pada penelitian ini dapat mengukur berupa daya yang terpakai dan dapat dipantau melalui aplikasi android dimulai dengan pembacaan nilai arus dan tegangan yang terbaca oleh sensor lalu arduino akan membaca sampling gelombang yang akan diolah dan menampilkan nilai arus, nilai daya, nilai cosphi dan nilai daya reaktif yang kemudian hasil dari data yang telah ditampilkan dan diolah data dikirim ke aplikasi menggunakan modul bluetooth HC-05 yang akan ditampilkan pada smartpone. Alat monitoring daya listrik berbasis smartpone ini dapat memudahkan pengguna dalam memonitoring daya listrik dengan mengambil sample data pengukuran mesin bor, rice cooker, solder, setrika dan mesin pompa. Beban yang terukur dari mesin tersebut akan terhubung langsung dengan aplikasi dari smartpone yang memudahkan pengguna agar bisa memantau penggunaan daya listrik pada beban yang digunakan.

2.1.5 Alat Monitoring Pemakaian Listrik Menggunakan Arduino Uno

Menurut (Sompie, 2021) telah dirancang sebuah alat untuk membantu pelanggan dalam memonitoring pemakaian listrik sehari-hari dengan menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroller dan berteknologi IOT (Internet of Things). Dimana peneliti pada jurnal ini ingin membantu masyarakat yang tidak benar mengetahui seberapa besar penggunaan listrik sehari-hari sehingga jumlah tagihan listrik yang ada setiap bulannya dapat lebih dimonitoring terlebih dahulu sebelum

melonjak naik atau bisa menebak-nebak penyebab beban dari kenaikan misalnya. Sehingga dengan adanya alat ini, pelanggan atau pengguna dari pemakaian listrik ini dapat lebih menghemat penggunaan listrik dalam kehidupan sehari-hari. Alat yang dibuat menggunakan aplikasi blynk yang ada pada smartphone sebagai tempat monitoring Kwh dan tarif yang ditampilkan dalam bentuk grafik yang dihubungkan menggunakan modul wifi WSP8266. Alat ini juga menggunakan arduino uno sebagai mikrokontroler yang mengontrol modul wifi dan sensor-sensor yang digunakan, seperti sensor ZMPT101B dan sensor arus SCT-013-000, yang dihubungkan ke modul step down LM2596 serta power supply sebagai sumber tegangan untuk mengoperasikan alat. Setelah dilakukan pengujian alat, alat dapat memonitoring dan bekerja secara optimal dengan jumlah presentase error tertinggi yaitu 0,065% dan estimasi rata-rata error pada alat 0.0176%.

Dari penelitian terdahulu tersebut, ada beberapa kesamaan dan perbedaan masing-masing dari alat yang penulis buat. Beberapa penelitian sebelumnya juga menggunakan smartphone dan aplikasi blynk sebagai alat untuk melakukan controlling dan monitoring melalui aplikasi android. Meskipun demikian, tetap terdapat banyak perbedaan dari sensor yang digunakan penulis maupun objek-objek yang dilakukan sebagai pengujian dari alat yang telah dibangun.

Pada penelitian yang akan dibuat kali ini menggunakan mikrokontroler ESP 32, Aplikasi Blynk sebagai alat penghitungnya nanti yang dibantu diinstal pada smartphone. Sedangkan, pada jurnal pertama, penelitian ini sama-sama menggunakan aplikasi blynk dan mikrokontroler ESP 32 namun kelebihan pada penelitian ini menggunakan hall effect sensor pada Sensor ACS-712, alat ukur multimeter digital Sanwa CD800a untuk akurasi pengukuran sensor. Serta objek yang digunakan pada saat pengujian alat, pada jurnal ini, Sirojul Hadi & Andi Sofyan menggunakan komputer jinjing sedangkan penulis tidak. Selanjutnya, pada jurnal kedua peneliti sama-sama menggunakan mikrokontroler ESP 32 dan modul PZEM-004T namun, pada penelitian kedua ini menggunakan Relay Modul 5V sebagai saklar pemutus arus jika melebihi kapasitas nilai yang diprogramkan pada NodeMCU Esp8266 namun, tidak menggunakan aplikasi Blynk untuk system monitoringnya. Kemudian, pada jurnal ketiga, peneliti sama-sama meneliti tentang

penggunaan daya listrik namun pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino serta sensor ACS712 sebagai sensor pengukur arus AC serta dilengkapi dengan powerbank untuk memback up data saat kondisi tegangan trip atau Listrik padam ditambah adanya pemancar sinyal GPRS/GSM untuk mengirimkan SMS Gateway. Sedangkan penulis tidak. Pada jurnal keempat, peneliti sama-sama menggunakan smartphone sebagai alat monitoringnya namun pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno R3 untuk melakukan pengontrolan proses pada system. Serta penggunaan Bluetooth HC-05 untuk mempermudah konversi data yang akan ditampilkan pada smartphone serta sensor SCT-013 sebagai alat ukur arus. Untuk penelitian kelima, Peneliti sebelumnya sama-sama menggunakan aplikasi blynk yang diinstal pada smartphone, namun pada penelitian ini peneliti menggunakan tambahan mikrokontroler Arduino Uno serta penggunaan Modul Sensor ZMPT01B untuk pengukuran sensor tegangan pada alat dan ditambah dengan penerapan modul DC LM2596 untuk menurunkan tegangan DC maksimal.

2.2 Pengertian Pemantau

Pemantau adalah individu atau kelompok yang melakukan pengamatan sistematis terhadap suatu kegiatan atau fenomena untuk mengumpulkan data, menganalisis perkembangan, dan membuat penilaian objektif (Wijaya, 2020).

Mendefinisikan pemantau sebagai seseorang yang memiliki keahlian dan tanggung jawab untuk melakukan observasi, pengumpulan data, dan evaluasi terhadap suatu program atau kegiatan dengan tujuan memberikan umpan balik yang konstruktif (Sanjaya, 2020)

2.3 Pengertian Daya Listrik

Daya listrik adalah besaran skalar yang menunjukkan laju kerja yang dilakukan oleh medan listrik terhadap muatan listrik. Daya dihitung dari hasil kali antara tegangan dengan arus listrik (Nugroho, 2021).

Daya listrik merupakan laju kerja yang dilakukan oleh arus listrik. Daya diukur dalam satuan Watt (W) dan dihitung sebagai perkalian antara besaran tegangan (volt) dengan besaran arus (ampere) yang melaluinya (Hanafie, 2021).

2.4 Perhitungan Tarif Listrik per kWh

Menurut (Gaol, 2022) pelanggan tarif rumah tangga listrik per kWh adalah pelanggan yang menggunakan daya listrik 450 VA ke bawah untuk keperluan pribadi sehari-hari di rumah, seperti penerangan, pemakaian air dan peralatan elektronik. Mereka membayar berdasarkan konsumsi listrik per kWh.

Menurut (Sutomo, 2023) tarif listrik kebutuhan rumah tangga menjadi tiga golongan yaitu:

1. Golongan R-1 (Daya 450 VA)

Golongan ini ditujukan untuk pelanggan rumah tangga yang memiliki daya listrik maksimum 450 VA. Tarifnya dikenakan per kWh konsumsi.

2. Golongan R-2 (Daya 900 VA)

Golongan ini untuk pelanggan rumah tangga dengan daya listrik antara 450-900 VA. Biaya listriknya juga dikenakan per kWh berdasarkan konsumsi yang lebih mahal dibanding golongan R-1.

3. Golongan R-3 (Daya >900 VA)

Golongan ini ditujukan bagi pelanggan rumah tangga dengan daya listrik di atas 900 VA. Tarif listriknya per kWh paling mahal dibanding golongan R-1 dan R-2 sesuai dengan kebutuhan daya yang lebih besar.

Setiap rumah tangga akan masuk ke dalam salah satu dari golongan di atas, oleh karena itu dapat cara untuk menghitung suatu barang dengan golongan R-1 menggunakan rumus.

1. Perhitungan kWh dan nilai rupiah

$$P = V \times I$$

2. Perhitungan saat beban ditunggu satu jam

$$E = (P \times t) / 1000$$

3. Perhitungan dalam jumlah rupiah

$$Rp = E \times (\text{ketentuan tarif dasar listrik golongan yang dipakai})$$

Keterangan:

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

P = Daya (W)

T = waktu (jam)

E = Energi listrik (kWh)

Rp= Rupiah

2.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sistem komputer dimana elemen-elemennya diletakkan dalam sebuah chip IC, atau disebut juga dengan single chip microcomputer yang dirancang untuk tugas tertentu. (Kho, 2020).

Mikrokontroler adalah suatu rangkaian elektronik yang berfungsi sebagai pengendali yang mengaturjalannya proses kerja dari rangkaian elektronik. Di dalam sebuah IC mikrokontroller terdapat CPU, Memori, Timer, Input/Output, Analog Digital Converter (ADC), Digital Analog Converter dan lain-lain. Beberapa fitur yang umumnya ada di dalam. Fungsi Mikrokontroler adalah untuk mengontrol sistem atau perangkat elektronik tertentu. Biasanya digunakan pada sistem yang membutuhkan kontrol dan pengawasan yang ketat, seperti kendaraan, alat medis, dan industri. Mikrokontroler juga dapat mengambil data dari sensor, mengolah data tersebut, dan kemudian membuat keluaran berdasarkan data yang telah diolah. Mikrokontroler banyak digunakan dalam berbagai industri, seperti robotika, otomasi industri, kendali mesin, dan sistem pengukuran dan kontrol. Berikut merupakan jenis-jenis mikrokontroler yaitu AVR, PIC, MCS 51 dan ARM (Samsugi, 2020).

2.4.1 Jenis-jenis Mikrokontroler

2.4.1.1 Mikrokontroler AVR

Mikrokontroler *Alv and Vegard's Risc processor* atau sering disingkat AVR merupakan mikrokontroler RISC 8 bit. Karena RISC inilah sebagian besar kode instruksinya dikemas dalam satu siklus clock. Mikrokontroler AVR merupakan

salah satu jenis arsitektur mikrokontroler yang menjadi andalan Atmel. Arsitektur ini dirancang memiliki berbagai kelebihan dan merupakan penyempurnaan dari arsitektur mikrokontroler-mikrokontroler yang sudah ada. Salah satu kelebihan mikrokontroler AVR adalah kemudahan penggunaan dan fleksibilitasnya. Mereka dapat diprogram menggunakan bahasa pemrograman C atau bahasa pemrograman tingkat rendah seperti bahasa assembly AVR. Selain itu, tersedia pula perpustakaan perangkat lunak (*library*) yang kaya dan dokumentasi yang baik untuk membantu pengembang dalam mengimplementasikan berbagai fungsi dan fitur (Pratama, 2022).

2.4.1.2 Mikrokontroler PIC

Mikrokontroler PIC (*Peripheral Interface Controller*) adalah sebuah keluarga mikrokontroler yang dikembangkan oleh perusahaan Microchip Technology Inc. PIC merupakan salah satu keluarga mikrokontroler yang populer dan banyak digunakan dalam berbagai aplikasi elektronika. Mikrokontroler PIC digunakan dalam berbagai proyek elektronika, seperti sistem kontrol, otomasi, perangkat medis, perangkat konsumen, perangkat industri, dan banyak lagi. Mereka juga didukung oleh perangkat lunak pengembangan yang populer, seperti MPLAB IDE, C18, dan C30. Kelebihan mikrokontroler PIC antara lain kemudahan penggunaan, fleksibilitas, dan ketersediaan sumber daya pengembangan yang melimpah. Perusahaan Microchip Technology juga menyediakan berbagai perangkat keras dan perangkat lunak pendukung, seperti modul ekspansi, alat pemrograman, dan simulator yang memudahkan pengembangan dan pengujian aplikasi (Rahman, 2020).

2.4.1.3 Mikrokontroler MCS-51

Mikrokontroler MCS-51, juga dikenal sebagai 8051, adalah salah satu keluarga mikrokontroler yang sangat populer dan telah ada sejak lama. MCS-51 dikembangkan oleh perusahaan Intel pada tahun 1980-an dan merupakan salah satu keluarga mikrokontroler 8-bit yang paling banyak digunakan dalam industri dan proyek-proyek elektronika. MCS-51 menggunakan arsitektur CISC (*Complex Instruction Set Computing*) yang lebih kompleks dibandingkan dengan arsitektur

RISC. Mikrokontroler ini memiliki set instruksi yang lebih banyak dan kompleks, yang memungkinkan penggunaan instruksi yang lebih spesifik dan lebih tinggi tingkat abstraksi. Meskipun demikian, MCS-51 tetap memiliki kecepatan yang cukup tinggi dan efisien dalam menjalankan instruksi. Kelebihan dari mikrokontroler MCS-51 adalah popularitasnya yang tinggi, ketersediaan yang luas, dokumentasi yang baik, serta dukungan dan sumber daya pengembangan yang melimpah. Karena sudah lama berada di pasaran, ada banyak contoh proyek, tutorial, dan komunitas pengguna yang dapat membantu dalam pengembangan dan pemrograman (Purnomo, 2020).

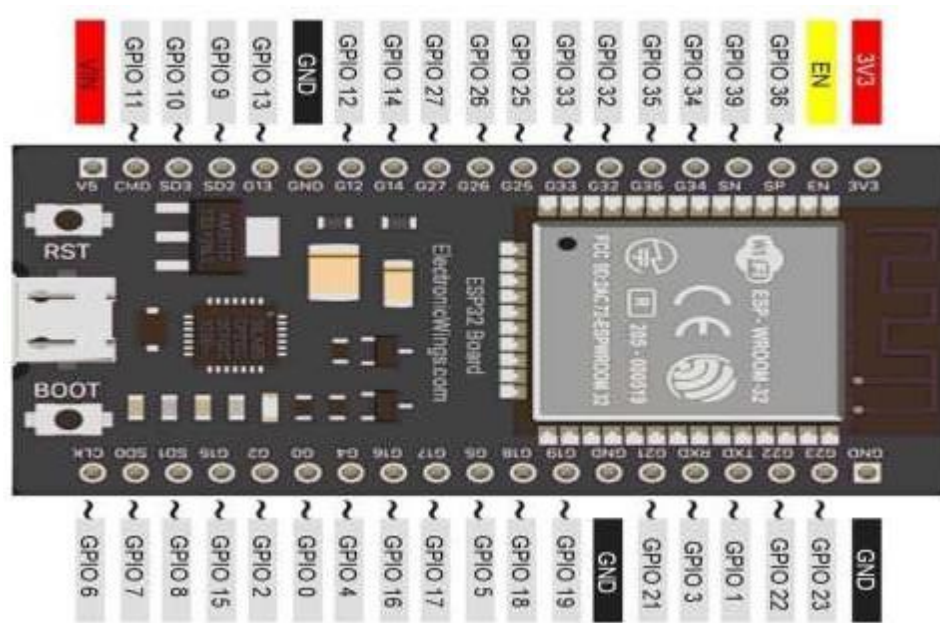
2.4.1.4 Mikrokontroler ARM

Mikrokontroler ARM merupakan keluarga mikrokontroler yang menggunakan arsitektur ARM (*Advanced RISC Machine*), yang pertama kali dikembangkan oleh ARM Holdings. Arsitektur ARM sekarang menjadi standar industri dalam berbagai perangkat elektronik, termasuk mikrokontroler, tablet, telepon pintar, dan perangkat seluler. Mikrokontroler ARM menawarkan berbagai tingkat kekuatan pemrosesan, mulai dari mikrokontroler 32-bit yang hemat daya hingga mikrokontroler yang lebih lambat. Mikrokontroler ARM sangat cocok untuk berbagai aplikasi yang membutuhkan pemrosesan yang kuat, seperti sistem kontrol industri, otomasi, peralatan medis, perangkat *Internet of Things* (IoT), kendaraan otomotif, dan banyak lagi. Mereka juga dapat digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan kecepatan tinggi, efisiensi daya, dan kinerja real-time. Kelebihan utama mikrokontroler ARM adalah kemampuan pemrosesan yang canggih, kecepatan yang tinggi, dan kemampuan multimedia yang baik. Mikrokontroler ARM juga biasanya dilengkapi dengan berbagai fitur periferan yang kaya seperti komunikasi serial, USB, Ethernet, SPI, I2C, ADC, dan PWM, yang memudahkan pengembangan berbagai aplikasi (Prasetyo, 2022).

2.5 ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang diperkenalkan oleh Espressif System merupakan penerus dari ESP8266. Selain itu ESP32 juga memiliki keunggulan

dibandingkan dengan mikrokontroler yang lain, mulai dari pin out yang lebih banyak, pin analog yang lebih banyak, memori yang lebih besar, serta terdapat low energy Bluetooth 4.0. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam chip prosesor dual core yang berjalan di instruksi Xtensa LX16 sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi Internet of Things (Widodo, 2021). Berikut tampilan Esp32 dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Mikrokontroler ESP32

(Sumber: *student-activity.binus.ac.id*)

2.6 Sensor

Sensor merupakan suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya. Sensor mengubah besaran fisik yang diukur menjadi besaran listrik yang proporsional (Sutanto, 2020). Sensor yang pada umumnya digunakan adalah sensor suhu, sensor gas, sensor kelembapan, sensor cahaya, sensor gerak, sensor suara, sensor jarak, dan lainnya.

2.6.1 Jenis-jenis Sensor

2.6.1.1 Sensor Suhu

Sensor suhu adalah jenis sensor yang digunakan untuk mengukur suhu lingkungan atau suhu dari suatu objek. Sensor suhu penting dalam berbagai aplikasi yang memerlukan pemantauan dan pengontrolan suhu, baik dalam lingkungan industri, rumah tangga, maupun laboratorium. Ada beberapa jenis sensor suhu yang umum digunakan yaitu termokopel, termistor, sensor suhu berbasis semikonduktor, dan sensor suhu inframerah. Sensor suhu biasanya menghasilkan sinyal listrik atau digital yang berkorelasi dengan suhu, yang kemudian dapat digunakan oleh sistem pengendalian atau perangkat lain untuk memantau, merekam, atau mengontrol suhu. Sensor suhu juga dapat dilengkapi dengan elemen pemanas atau pendingin untuk membantu menjaga suhu yang diinginkan (Pratama, 2022).

2.6.1.2 Sensor Gas

Sensor gas adalah jenis sensor yang digunakan untuk mendeteksi dan mengukur konsentrasi gas tertentu di udara. Sensor ini sangat penting dalam berbagai aplikasi, termasuk pemantauan kualitas udara, keselamatan industri, deteksi kebocoran gas, dan kontrol proses. Ada beberapa jenis sensor gas yang umum digunakan, yaitu sensor gas semikonduktor, sensor gas elektrokimia, sensor fgas inframerah, sensor gas katrolitik, dan sensor gas elektromekanik. Sensor gas dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk pemantauan kualitas udara dalam ruangan, deteksi kebocoran gas, pengukuran emisi industri, pemantauan lingkungan, dan keselamatan industri. Sensor gas yang akurat dan andal sangat penting untuk mengidentifikasi dan menghindari paparan gas beracun, mencegah kebakaran atau ledakan, dan menjaga kualitas udara yang sehat di berbagai lingkungan (Widodo, 2022).

2.6.1.3 Sensor Kelembapan

Sensor kelembapan adalah jenis sensor yang digunakan untuk mengukur tingkat kelembapan atau kelembapan relatif di udara. Kelembapan adalah ukuran sejauh mana udara mengandung uap air dalam bentuk gas. Sensor kelembapan penting dalam berbagai aplikasi, termasuk pemantauan iklim, pengendalian

kelembaban, dan kualitas udara dalam ruangan. Sensor kelembapan digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk pengendalian iklim, sistem HVAC (*Heating, Ventilation, and Air Conditioning*), pemantauan lingkungan, dan industri makanan dan farmasi. Sensor kelembapan membantu menjaga kualitas udara yang nyaman, mencegah kondisi berlebihan atau kekurangan kelembapan, serta memberikan informasi penting untuk pengendalian proses dan pengambilan keputusan yang berkaitan dengan kelembaban (Wijaya, 2022)

2.6.1.4 Sensor Cahaya

Sensor cahaya, juga dikenal sebagai fotodetektor atau fotodiode, adalah jenis sensor yang digunakan untuk mendeteksi intensitas cahaya atau level pencahayaan dalam suatu lingkungan. Sensor ini mengubah energi cahaya menjadi sinyal listrik yang dapat diukur atau digunakan oleh sistem elektronik. Sensor cahaya digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk pengaturan otomatis pencahayaan dalam ruangan, pengukuran intensitas cahaya dalam fotografi, sistem pengukuran dan pengendalian kecerahan, deteksi gerakan, dan navigasi optik. Sensor cahaya membantu dalam mengoptimalkan pemanfaatan energi, meningkatkan kenyamanan, dan memungkinkan fungsi otomatis dalam berbagai sistem dan perangkat elektronik (Harsono, 2022).

2.6.1.5 Sensor Gerak

Sensor gerak, juga dikenal sebagai sensor pergerakan atau sensor piranti gerak, adalah jenis sensor yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan atau pergerakan objek di sekitarnya. Sensor ini mengubah perubahan dalam medan energi menjadi sinyal listrik yang dapat dideteksi dan digunakan dalam sistem elektronik. Sensor gerak digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk keamanan, otomatisasi rumah, penghematan energi, dan pengawasan industri. Sensor gerak membantu mengaktifkan fungsi otomatis, mengidentifikasi keberadaan manusia atau objek dalam area tertentu, memicu tindakan atau respons yang sesuai, serta meningkatkan efisiensi dan kenyamanan dalam berbagai sistem dan lingkungan (Suryono, 2021).

2.6.1.6 Sensor Suara

Sensor suara, juga dikenal sebagai mikrofon atau sensor audio, adalah jenis sensor yang digunakan untuk mendeteksi dan mengubah gelombang suara menjadi sinyal listrik yang dapat diukur atau diteruskan ke sistem elektronik. Sensor suara digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk rekaman audio, komunikasi, pengendalian suara, pengukuran jarak, pengawasan lingkungan, dan banyak lagi. Sensor suara membantu dalam mengubah energi suara menjadi sinyal yang dapat dianalisis, dikontrol, dan digunakan dalam berbagai sistem dan perangkat elektronik (Setiawan, 2021).

2.6.1.7 Sensor Jarak

Sensor jarak, juga dikenal sebagai sensor pengukur jarak atau sensor proximity, adalah jenis sensor yang digunakan untuk mengukur jarak antara sensor dan objek di sekitarnya. Sensor ini menggunakan berbagai teknologi dan prinsip untuk menghasilkan informasi tentang jarak relatif antara sensor dan objek yang terdeteksi. Sensor jarak digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk robotika, kendaraan otonom, penghindaran tabrakan, pengukuran jarak, pengawasan industri, dan banyak lagi. Sensor jarak membantu dalam memperoleh informasi tentang jarak relatif dengan objek, yang memungkinkan pengendalian (Indah, 2021).

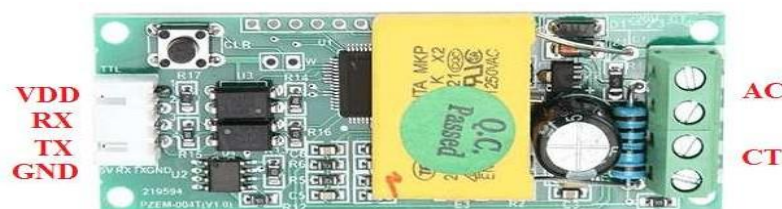
2.6.1.8 Sensor Arus

Sensor arus adalah perangkat yang mendeteksi arus listrik (AC atau DC) di kawat, dan menghasilkan sinyal sebanding dengan itu. Sinyal yang dihasilkan bisa tegangan analog atau arus atau bahkan digital. Hal ini dapat kemudian digunakan untuk menampilkan arus yang akan diukur dalam ammeter atau dapat disimpan untuk analisis lebih lanjut dalam sistem akuisisi data atau dapat dimanfaatkan untuk tujuan kontrol (Putri, 2021). Salah satu contoh sensor arus yaitu sensor Pzem-004T

2.7 Sensor Pzem-004T

Sensor PZEM-004T adalah sebuah sensor yang digunakan untuk memantau dan mengukur daya, tegangan, arus dan energi yang terdapat pada sebuah aliran

listrik. Sensor PZEM-004T biasanya digunakan dalam sistem pemantauan energi, sistem manajemen energi, pemantauan konsumsi daya dalam rumah, industri, atau aplikasi komersial. Sensor ini membantu dalam memantau dan mengukur parameter listrik yang penting untuk mengoptimalkan penggunaan energi, mengidentifikasi masalah daya, dan mengelola konsumsi daya secara efisien. Modul ini dilengkapi dengan sensor tegangan dan sensor arus (CT) yang sudah terintegrasi (Fahmi, 2021). Berikut merupakan tampilan dari Sensor Pzem-004T pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Sensor Pzem-004T
(Sumber : *innovatorsguru.com*)

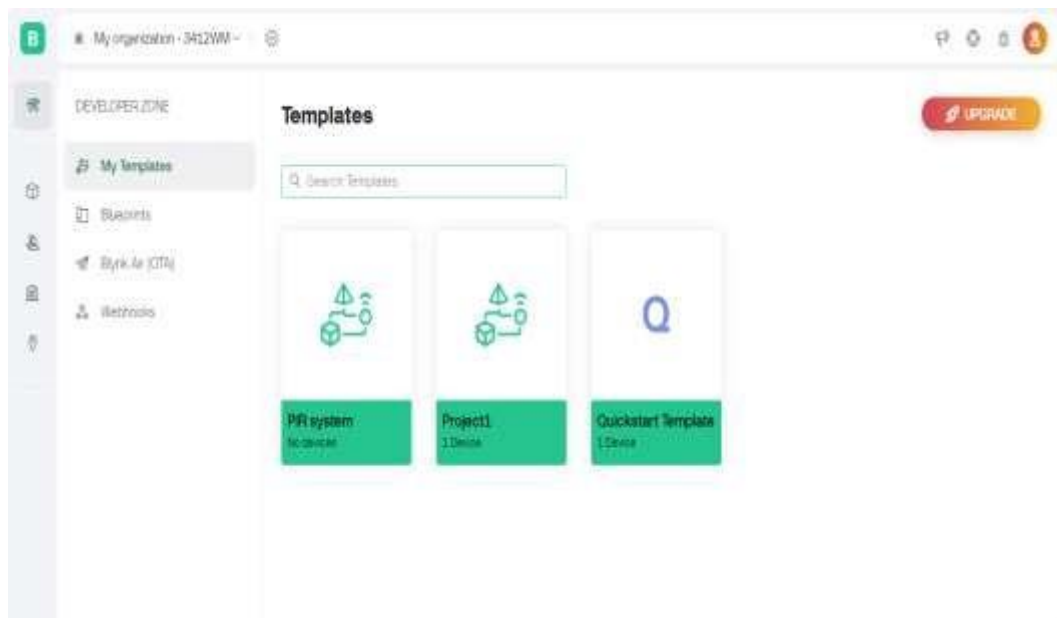
Spesifikasi Sensor Pzem-004T:

- *Working voltage:* 80 ~ 260VAC
- *Rated power:* 100A / 22000W
- *Working Frequency:* 45-65Hz
- *Measurement accuracy:* 1.0

2.8 Blynk

Blynk adalah platform yang mempermudah dalam pembuatan interface untuk melakukan controlling dan monitoring melalui android. Blynk merupakan framework yang berupa aplikasi android dan di desain untuk Internet of Things yang dapat digunakan untuk melakukan control hardware secara remote, dapat menampilkan data sensor, menyimpan data, dan mengvisualisasikannya. Terdapat 3 komponen utama di platform Blynk yaitu Blynk App yang digunakan untuk membuat interface dengan widget yang disediakan, Blynk server bertanggung jawab tentang semua komunikasi antara smartphone dan hardware, dan Blynk

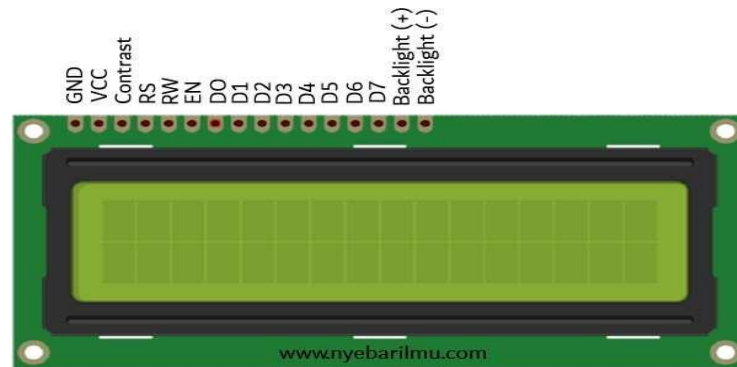
Libraries yang digunakan untuk komunikasi antara server dengan proses INPUT dan OUTPUT (Gozal, 2020). Berikut adalah tampilan Blynk pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Blynk

2.9 LCD (*Liquid Crystal Display*)

Liquid Crystal Display merupakan salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit. LCD ini merupakan lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Cara kerja LCD apabila elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen, lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan, sehingga informasi yang didapat adalah dalam bentuk tulisan (Yani, 2019). Tampilan LCD dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 LCD (*Liquid Crystal Display*)
(Sumber: *nyebarilmu.com*)

2.10 Inter Integrated Circuit (I2C)

Inter Integrated Circuit adalah standar komunikasi serial dua arah yang di desain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem Inter Integrated Circuit terdiri dari SCL (Serial Clock) dan SDA (Serial Data) yang membawa informasi data antara Inter Integrated Circuit dengan pengontrolnya dan pull up resistor sebagai transfer data antar perangkat. Jenis komunikasi yang di gunakan pada modul ini bersifat serial synchronous half duplex bidirectional dimana data yang dikirim dan diterima hanya menggunakan satu jalur data SDA, setiap penggunaan jalur data bergantian, data dapat dikirim dari perangkat dan ke perangkat. Sumber clock yang digunakan hanya melalui satu jalur clock SCL line. (Prabowo, 2019)

Pada LCD 20x4 yang dilengkapi dengan I2C sistem komunikasi hanya memerlukan 4 kabel yang dihubungkan dengan pin Mikrokontroler. Gambar 2.5 merupakan bentuk modul komunikasi 4 kabel I2C pada LCD.



Gambar 2.5 Modul Inter Integrated Circuit
(Sumber: *khoiruliman.wordpress.com*)

Berikut ini keterangan bagian-bagian:

1. Bagian pin-pin yang dihubungkan dengan LCD dengan disolder
2. Backlight jumper: untuk menghidupkan layar LCD
3. LED indikator: sebagai indikator modul berjalan
4. Potensiometer: untuk mengatur kecerahan LCD

2.11 *Arduino Integrated Development Enviroment (IDE)*

Arduino IDE merupakan sebuah perangkat lunak yang bersifat open source dan memungkinkan penggunanya untuk menulis dan mengunggah program ke dalam board Arduino. Software ini dapat berjalan pada sistem operasi windows, linux dan mac. Arduino IDE merupakan kependekan dari Integrated Development Environment yang merupakan software untuk melakukan penulisan program, compile serta upload program ke board arduino. Arduino IDE ini berguna sebagai text editor untuk membuat, mengedit, dan juga mevalidasi kode program. bisa juga digunakan untuk meng-upload ke board Arduino. Kode program yang digunakan pada Arduino disebut dengan istilah Arduino “sketch” atau disebut juga source code arduino, dengan ekstensi file source code.ino (Hidayati, 2020). Tampilan Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Arduino IDE

2.12 *Internet of Things (IoT)*

Internet of things (IoT) merupakan teknologi baru dalam internet akses yang dapat mengenali objek perilaku intelijen terkait dengan pengambilan suatu keputusan dan dapat berkomunikasi dengan dirinya sendiri. IoT dapat menghubungkan berbagai objek tidak hidup melalui koneksi internet dan dapat menghubungkan mereka untuk berbagi informasi dan dapat melakukan proses otomatis (Wulandari, 2021).

Menurut (Azhar, 2024) “Internet of things mengarahkan pada interkoneksi pada objek tertentu yang terhubung melalui jaringan internet antara dengan satu yang lainnya dan memungkinkan otomatisasi fungsi tanpa harus adanya interaksi langsung antar manusia dari proses pengontrolan dan monitoring terhadap perangkat tersebut.” Internet of things adalah sebuah objek tertentu yang terhubung dengan jaringan internet untuk menghasilkan interaksi antar manusia dari proses pengontrolan dan monitoring dari perangkat tersebut.

Melalui jaringan internet, Internet of Things (IoT) dapat berinteraksi dengan berbagai objek, lingkungan sekitar, dan perangkat komputasi yang dilengkapi dengan kecerdasan (Rina, 2019). Berikut merupakan tampilan *Internet of things* dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 *Internet Of Things (IOT)*
(Sumber : *medium.com*)

2.13 Fan DC

Menurut (Ningsih, 2021) Fan Dc adalah kipas mini yang memiliki sumber tegangan Dc sebesar 12-volt sebagai pengatur suhu udara dengan menggunakan motor DC Brushless sebagai motor menggerakkan baling-baling kipas mini. Brushless DC Motor termasuk ke dalam jenis motor sinkron. Artinya medan magnet yang dihasilkan oleh stator dan medan magnet yang dihasilkan oleh rotor berputar pada frekuensi yang sama. Berikut merupakan tampilan dari fan DC dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Fan DC
(Sumber :LazadaIndonesia.com)




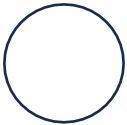


2.14 Flowchart




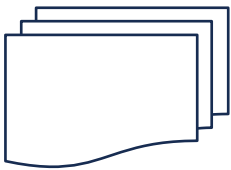

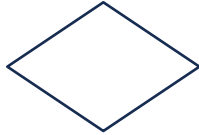
Flowchart adalah penggambaran secara grafik dari langkah-langkah dan urutan-urutan prosedur dari suatu program. Flowchart sistem merupakan suatu urutan proses dalam system dengan menunjukkan alat dari media input, output serta jenis media yang digunakan untuk penyimpanan dalam proses pengolahan data sedangkan flowchart program merupakan suatu bagan dengan simbol-simbol tertentu yang menggambarkan suatu urutan dari proses secara detail dan berhubungan antara suatu proses (instruksi) dengan proses lainnya dalam suatu program (Zalukhu, 2023).


Flowchart juga dapat diartikan sebagai representasi grafis yang menunjukkan

urutan langkah-langkah dan proses dalam suatu program sistem secara logis. Berikut Simbol-simbol yang terdapat dalam diagram flowchart dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Simbol-simbol Flowchart

No.	Simbol	Keterangan
1.	Terminal 	Untuk menentukan awal dan akhir.
2.	Data 	Untuk menyatakan input maupun output.
3.	Process 	Untuk menunjukkan pengolahan atau proses.
4.	Connector 	Untuk keluaran atau masukan dari suatu proses di halaman yang sama.
5.	Off-Page Connector 	Untuk keluaran atau masukan pada halaman yang berbeda.
6.	Document 	Untuk input atau output dari dokumen.

No.	Simbol	Keterangan
7.	Manual Input 	Untuk memasukkan data secara manual.
8.	Preparation 	Untuk sebagai persiapan pada penyimpanan.
9.	Operasi Manual 	Untuk memberitahu pengolahan yang tidak dilakukan oleh komputer.
10.	Multidocument 	Untuk input atau output dari banyak dokumen.
11.	Predefined Process 	Untuk melakukan suatu bagian.
12.	Decision 	Untuk menentukan perbandingan.

No.	Simbol	Keterangan
13.	Display 	Untuk memberi info tentang perangkat output yang digunakan.