

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik

Sistem merupakan sebuah kumpulan komponen atau subsistem yang membentuk sebuah kesatuan untuk menciptakan tujuan yang sama. Monitoring merupakan proses pengumpulan serta menganalisa suatu informasi didefinisikan atau dijelaskan menurut beberapa indikator yang ditetapkan secara sistematis. Dari penjelasan tersebut, penulis menarik kesimpulan tentang sistem monitoring yaitu sistem yang bertujuan untuk memantau serta mengawasi kinerja, aktivitas, atau perubahan dalam sistem dan mengumpulkan data secara *real time*, memberikan laporan atau peringatan jika terjadi perubahan kondisi yang ditentukan.

Konsumsi daya listrik merupakan jumlah energi listrik yang digunakan sistem perangkat listrik dalam jangka waktu tertentu. Konsumsi daya listrik diukur dalam satuan *Watt* (W) atau *kilowatt-hours* (kWh). Watt merupakan satuan unit listrik dimana 1 *Watt* memiliki daya setara dengan perkalian oleh arus 1 *Ampere* dengan tegangan 1 *Volt*. Dalam rumus perhitungan daya, daya dinyatakan dalam P, tegangan dinyatakan dengan V, dan arus dinyatakan dengan I

Pengertian di atas membantu peneliti menarik kesimpulan bahwa sistem monitoring daya listrik adalah suatu sistem yang mampu merekam, memantau, dan memberikan informasi secara real-time terkait penggunaan energi listrik dalam suatu instalasi, khususnya di lingkungan rumah tangga. Sistem ini tidak hanya mencatat

seberapa besar daya yang digunakan, tetapi juga dapat mendeteksi fluktuasi arus dan tegangan yang terjadi saat berbagai perangkat listrik dinyalakan atau dimatikan. Dengan informasi ini, pengguna dapat mengetahui pola konsumsi energi, mengidentifikasi peralatan yang menyedot daya paling besar, serta mengambil langkah efisiensi yang lebih terarah.

2. Komponen Pendukung

Pengembangan sistem monitoring yang bekerja secara real-time, diperlukan integrasi antara berbagai komponen elektronik dan perangkat lunak.

a. Sensor *PZEM 004T*

PZEM-004T adalah modul elektronik untuk mengukur tegangan, arus, daya, frekuensi, energi dan faktor daya. Modul PZEM-004T berfitur lengkap ini sangat ideal untuk digunakan sebagai proyek atau eksperimen mengukur alat-alat listrik pada jaringan listrik seperti rumah dan gedung. Modul PZEM-004T diproduksi oleh perusahaan bernama *Peacefair* dan tersedia dalam model 10 ampere dan 100 ampere. Modul ini memiliki kemampuan untuk mengukur arus, tegangan, dan daya dengan tingkat akurasi yang sangat tinggi, yakni mencapai 0,5%. Resolusi tegangan pada modul ini adalah sebesar 0,1V, arus 0,001A, dan daya 0,1W. Fungsinya yang serbaguna membuat modul ini sangat berguna untuk mengukur berbagai parameter seperti tegangan AC, arus, daya aktif, frekuensi, faktor daya, dan energi aktif. Cara menghubungkan modul ini ke mikrokontroler, port RX dan TX harus dihubungkan dengan mikrokontroler secara terbalik agar dapat terhubung (5V, RX, TX, GND). (Andreansyah, 2022). Sensor PZEM-004T bekerja dengan menggunakan RS485 sebagai komunikasi serial TTL untuk terhubung dengan protokol Modbus-Rtu

dengan kecepatan baudrate 9600 bit data, 1 bit stop tanpa paritas. Dalam sistem ini, terdapat beberapa kode fungsi yang digunakan untuk mendeteksi bit data. Kode fungsi tersebut adalah 0x003 untuk membaca register yang ditahan, 0x04 untuk membaca register input, 0x06 untuk menulis register tunggal, 0x04 untuk kalibrasi, dan 0x42 untuk mereset energi. Namun, kode fungsi 0x41 hanya digunakan secara internal dengan alamat 0xF8. Kode ini digunakan untuk kalibrasi pabrik dan kembali ke acara pemeliharaan pabrik. Setelah menggunakan kode fungsi untuk meningkatkan kata sandi 16-bit, kata sandi default adalah 0x3721. Kisaran alamat budak yang digunakan adalah 0x01 hingga 0xF7. Alamat 0x00 digunakan sebagai alamat broadcast, sehingga slave tidak perlu membalas master. Sedangkan alamat 0xF8 digunakan sebagai alamat umum yang dapat digunakan di lingkungan budak tunggal dan untuk operasi kalibrasi. (Antara A.S.A, I.W.A. Suteja, 2021). Adapun *hardware* sensor *PZEM-0004T* dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2. 1 Sensor PZEM004 T

b. LCD 20 x 4 I2C

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan suatu tampilan dari bahan cairan kristal yang pengoperasiannya menggunakan sistem dot matriks. LCD yang digunakan adalah LCD berukuran 20x4 karakter dengan tambahan chip module I2C untuk mempermudah programmer nantinya dalam mengakses LCD tersebut. Sebab dengan digunakannya modul I2C akan lebih menghemat penggunaan pin arduino yang akan digunakan, dengan menggunakan modul I2C maka hanya diperlukan 4 buah pin arduino, yaitu pin SCL, pin SDA, pin VCC dan pin GND. (Handy Wicaksono, 1996). LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alat-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, ataupun layar komputer. Adapun *hardware* LCD 16x2 I2C dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut :



Gambar 2. 2 LCD 20x4

c. Buzzer

Buzzer merupakan sebuah modul komponen elektronika kategori transduser, yang bekerja dengan cara mengubah sinyal elektrik menjadi sebuah gelombang suara. *Buzzer* biasa difungsikan sebagai alarm sinyal. Biasa di implementasikan pada project penelitian sebagai sebuah indikator terhadap suatu kondisi. (Givy

Devira Ramady , dkk, 2020). Cara kerja buzzer yaitu pada saat aliran listrik atau tegangan listrik yang mengalir ke rangkaian yang menggunakan *piezoelectric* tersebut , maka *piezo buzzer* dapat bekerja dengan baik dalam menghasilkan frekuensi di kisaran 1 - 6 kHz hingga 100 kHz.

Buzzer merupakan komponen elektronik yang termasuk dalam kategori transduser, berfungsi mengubah sinyal listrik menjadi gelombang suara. Komponen ini umumnya digunakan sebagai perangkat alarm atau indikator suara pada berbagai sistem elektronik, seperti bel rumah, alarm peringatan, dan sistem keamanan. Mekanisme kerja buzzer didasarkan pada prinsip getaran elektromagnetik yang menghasilkan frekuensi suara tertentu. Selain itu, keunggulan dalam menghasilkan suara menjadikan buzzer sangat penting dalam aplikasi teknologi modern.. Adapun buzzer dapat dilihat pada gambar 2.3 berikut :



Gambar 2. 3 Buzzer

d. PZCT 2 Open CT

PZCT-2 Open CT adalah transformator arus (*current transformer*) tipe *split core* yang dirancang untuk memudahkan pemasangan tanpa perlu memutus kabel listrik utama. Berdasarkan informasi teknis yang tersedia, PZCT-2 memiliki diameter lubang dalam sekitar 16 mm dan mampu mengukur arus hingga 100A dengan output 100mA, serta akurasi kelas $\leq 0,5$. Sensor ini menggunakan struktur snap joint yang memungkinkan pemasangan cepat dan aman hanya dengan menjepitkan sensor pada kabel listrik, sehingga sangat praktis untuk aplikasi monitoring daya listrik di rumah atau industri tanpa harus mematikan aliran listrik. (Jimmy Lutfi Aggista, 2020).

Sensor ini memiliki ketahanan lingkungan yang baik, mampu bekerja pada suhu antara -40°C hingga $+85^{\circ}\text{C}$, frekuensi operasi 50-60 Hz, serta isolasi tegangan yang kuat dan tahan terhadap kelembapan. Dalam jurnal dan aplikasi praktis, PZCT-2 Open CT sering digunakan sebagai sensor arus pada sistem monitoring konsumsi listrik berbasis mikrokontroler atau *IoT*, di mana data arus yang diukur kemudian diolah untuk memantau penggunaan daya listrik secara *real-time*. Adapun *hardware* sensor PZCT 2 Open CT dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut :



Gambar 2. 4 Sensor PZCT 2 Open-CT

e. Pilot Lamp

Pilot lamp (lampu pilot) dikenal juga dengan sebutan lampu indikator. Pilot lamp berguna untuk mengetahui jalannya proses koneksi yang terjadi. Pilot lamp digunakan sebagai indikator dalam rangkaian sebuah alat atau mesin. (Paul Yosua, dkk , 2021). Cara kerja pilot lamp sangat sederhana: lampu akan menyala saat ada tegangan listrik (fase dan netral) yang mengalir ke panel, dan mati ketika aliran listrik terputus. Hal ini memungkinkan pilot lamp menjadi “mata” yang memantau arus listrik secara real-time, sehingga operator dapat dengan cepat mengetahui apakah peralatan atau sistem sedang aktif atau mengalami gangguan.

Dari penjelasan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa pilot lamp adalah indikator visual yang sangat berguna dalam berbagai aplikasi industri dan kelistrikan, membantu meningkatkan keamanan sistem dengan memberikan informasi status listrik secara langsung dan mudah dipahami. Berikut adalah gambar dari pilot lamp :



Gambar 2. 5 Pilot Lamp

- a. Push Button

Push button adalah tipe saklar yang hanya kontak sesaat saja saat ditekan dan setelah dilepas maka akan kembali lagi menjadi NO (*Normally Open*) , biasanya saklar tipe NO ini memiliki rangkaian penguncinya yang dihubungkan dengan kontaktor dan tipe NO digunakan untuk tombol on. Push button ada juga yang bertipe NC, biasanya digunakan untuk tombol *off* Alat ini berfungsi sebagai pemberi sinyal masukan pada rangkaian listrik. Selama bagian *knop*-nya ditekan, maka alat ini akan bekerja sehingga kontaknya akan terhubung untuk jenis *normally open* dan akan terlepas untuk jenis *normally close*, dan sebaliknya ketika *knop*-nya dilepas kembali maka kebalikan dari sebelumnya. Untuk membuktikannya pada terminal *push button*, bisa digunakan alat ukur tester / ohm meter. Pada umumnya pemakaian terminal jenis NO digunakan untuk menghidupkan rangkaian dan terminal jenis NC digunakan untuk mematikan rangkaian, namun semuanya tergantung dari kebutuhan. (Basuki, 2006).

Dari penjelasan tersebut disimpulkan bahwa *push button* merupakan komponen penting dalam sistem kelistrikan dan elektronik yang berfungsi sebagai saklar tekan sementara dengan tipe kontak NO atau NC, memungkinkan kontrol mudah dan cepat terhadap aliran listrik atau sinyal dalam rangkaian. Push button dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut ini :



Gambar 2. 6 Push Button

f. Software *Blynk*

Blynk merupakan platform sistem operasi iOS maupun Android sebagai kendali pada modul Arduino, Raspberry Pi, ESP8266 dan perangkat sejenis lainnya melalui internet. Penggunaan aplikasi Blynk sangat mudah, untuk penggunaannya dapat menggunakan android maupun ios. Aplikasi Blynk tidak terikat dengan komponen atau chip manapun, namun harus mendukung board dengan memiliki akses wifi untuk dapat berkomunikasi dengan hardware yang Aplikasi Blynk memiliki 3 komponen utama, yaitu Aplikasi, Server, dan Libraries. Blynk server berfungsi untuk menangani semua komunikasi diantara smartphone dan hardware. Gambar blok diagram komunikasi yang terjadi pada aplikasi Blynk (Eridani, D., dan Windarto, Y. E. 2017).

Dari penjelasan diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa Blynk merupakan solusi *software* IoT yang praktis, fleksibel, dan efisien untuk membangun sistem monitoring dan kontrol perangkat elektronik secara jarak jauh, baik untuk keperluan penelitian, edukasi, maupun aplikasi komersial. Adapun software blynk seperti gambar

3. Real Time Berbasis ESP8266

Real time merupakan sebuah respon sistem yang memungkinkan pemantauan, pengukuran, dan penyajian data secara langsung atau dalam waktu yang sangat singkat setelah data tersebut terjadi, tanpa adanya penundaan yang signifikan. Dalam konteks pemantauan konsumsi listrik di rumah tangga, istilah *real-time* berarti bahwa informasi

seperti tegangan, arus, daya, dan energi listrik dapat dilihat secara langsung melalui perangkat seperti smartphone. Hal ini memungkinkan pengguna untuk segera mengetahui kondisi penggunaan listrik dan mengambil tindakan yang diperlukan.

ESP8266 adalah sebuah perangkat keras yang dibuat oleh Perusahaan *Espressif System*, menggunakan bahasa *scripting Lua*. ESP8266 dikenal juga sebagai *wifi module* artinya perangkat keras yang dapat terkoneksi oleh jaringan wifi sehingga dapat menciptakan *platform Internet of Things*. (Abizar Rachman, Zainal Arifin, 2020).

ESP8266 terdiri dari board elektronik yang berbasis chip dengan kemampuan menjalankan fungsi mikrokontroler dan juga koneksi internet (*WiFi*). Terdapat beberapa pin I/O sehingga dapat dikembangkan menjadi sebuah aplikasi monitoring maupun controlling pada proyek *Internet of Things*. ESP8266 dapat diprogram dengan compiler-nya Arduino, menggunakan Arduino IDE. Bentuk fisik dari ESP 8266, terdapat port USB (mini USB) sehingga akan memudahkan dalam pemrogramannya. (Andi Boy Panroy Manullang et al., 2021)

Modul ESP8266 merupakan salah satu mikrokontroler berbasis Internet of Things (IoT) yang sangat populer karena fleksibilitas dan efisiensinya dalam berbagai aplikasi elektronika dan otomasi. Modul ini dilengkapi dengan 17 pin *General Purpose Input Output (GPIO)* yang memungkinkan integrasi langsung dengan berbagai komponen elektronik eksternal, seperti sensor, aktuator, dan modul komunikasi lainnya. Hal ini menjadikan ESP8266 sangat ideal untuk digunakan dalam proyek monitoring maupun kendali berbasis jaringan nirkabel.

Dari sisi spesifikasi teknis, ESP8266 bekerja pada tegangan operasi antara 3,3 volt hingga 5 volt, dengan konsumsi daya yang relatif rendah, yaitu berkisar antara 10 μ A hingga 170 mA, sehingga cocok digunakan pada sistem hemat energi atau perangkat yang ditenagai oleh baterai. Modul ini juga didukung oleh prosesor dengan kecepatan clock antara 80 MHz hingga 160 MHz, yang memberikan kinerja komputasi cukup tinggi untuk kebutuhan pengolahan data secara real-time. Kapasitas memorinya terdiri dari 32 KB *Instruction* RAM dan 80 KB Data RAM, yang memadai untuk menjalankan berbagai skenario pemrograman ringan hingga menengah. Selain itu, keberadaan *flash memory* hingga 16 MB memberikan keleluasaan dalam menyimpan skrip program maupun data konfigurasi sistem. Kombinasi spesifikasi tersebut menjadikan NodeMCU ESP8266 versi 1.0 lebih efisien dan kompeten dibandingkan versi sebelumnya, baik dari segi performa, efisiensi daya, maupun kemudahan integrasi dengan platform IoT seperti *Blynk*, *Thingspeak*, atau *MQTT*.(Dewi, Nurul Hidayati Lusinta dkk., 2018). Adapun hardware ESP8266 dapat dilihat pada gambar 2.7 berikut ini :



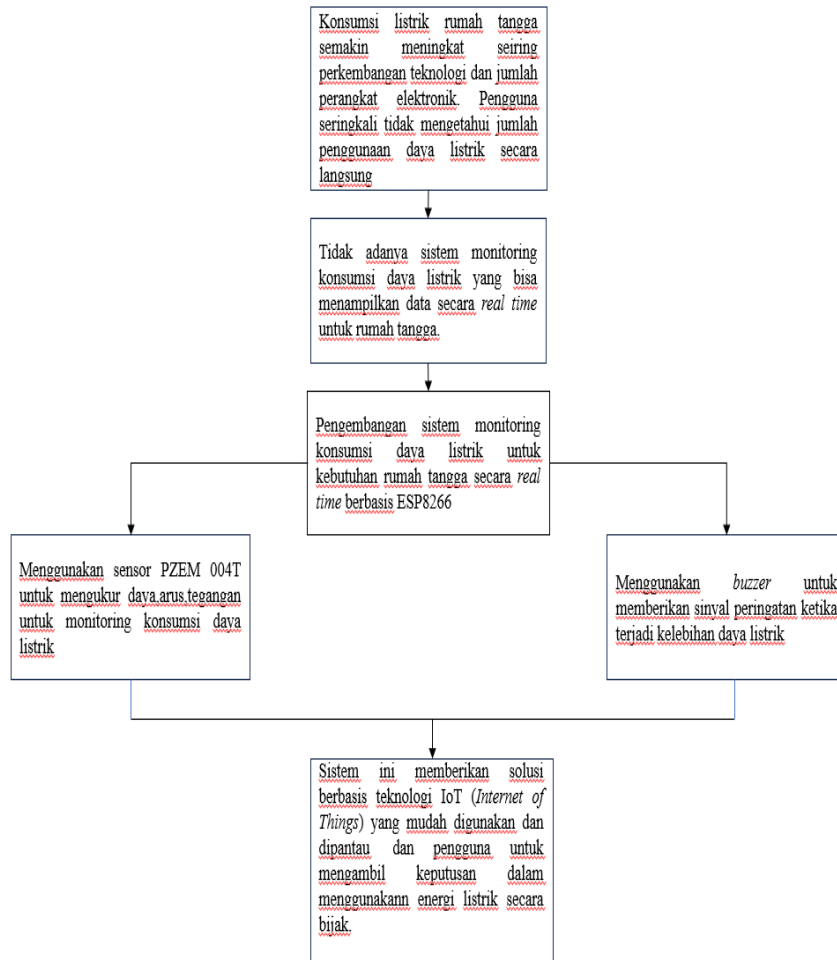
Gambar 2. 7 ESP8266

B. Kajian Penelitian Yang Relevan

Tabel 2. 1 State Of Art Penelitiaian

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Hasil Penelitian	Perbedaan Penelitian dengan Penelitian Skripsi Ini
1	Sistem Monitoring Beban Listrik Berbasis Arduino NodeMCU ESP8266	Anggher Dea Pangestu dkk. (2019)	Alat monitoring beban listrik berhasil membaca arus dan daya dari lampu LED 15 Watt (2 buah) dan setrika 350 Watt dengan akurasi 96–99%, baik pada beban induktif maupun resistif saat dalam kondisi menyala (ON).	Penelitian sebelumnya hanya memantau arus dan daya listrik tanpa sistem proteksi. Pada penelitian ini, alat telah dilengkapi fitur proteksi otomatis yang akan memutus aliran listrik saat terjadi kelebihan beban, sehingga lebih aman dan andal digunakan di rumah.
2	Sistem Monitoring dan Kendali Perangkat Listrik Rumah Tangga Berbasis Web dengan ESP8266	(Dwi Cahyo, 2019)	Sistem ini tidak hanya melakukan monitoring konsumsi daya, tetapi juga memungkinkan pengguna untuk mengendalikan peralatan listrik dari jarak jauh melalui aplikasi web.	Dalam penyajian keakuratan data konsumsi energi masih kurang optimal karena keterbatasan sensor yang digunakan. Berbeda dengan skripsi ini dimana terdapat beberapa sensor yang bekerja secara optimal dan sesuai dengan kegunaanya
3	<i>Smart Energy Meter</i> menggunakan ESP8266 dan <i>ThingSpeak</i> untuk Pemantauan Daya Listrik secara Real-Time	(Lestari, 2022)	Penelitian ini menghasilkan pengembangan sistem <i>smart energy</i> meter dengan koneksi ke <i>platform cloud ThingSpeak</i> . Data seperti arus, tegangan, dan daya dapat diakses secara <i>real time</i> .	Dalam penelitian ini memiliki perbedaan yang terletak pada antarmuka pengguna (<i>User Interface</i>). Dimana antarmuka pada <i>platform ThingSpeak</i> lebih rumit dan tidak familiar dibandingkan dengan <i>platform Blynk</i>

C. Kerangka Berpikir



Gambar 2. 8 Kerangka Berpikir

Berdasarkan gambar 2.8 diatas, penelitian ini dilandasi oleh permasalahan terkait minimnya monitoring listrik real time dalam bentuk visual pada penggunaan listrik rumah tangga. Dalam kondisi ini, pengguna tidak mengetahui jumlah pengonsumsi daya listrik yang digunakan dalam sehari hari serta tidak terpanatau melalui smartphone. Akibat dari permasalahan tersebut, pengguna tidak dapat mengontrol konsumsi daya listrik dalam kehidupan sehari hari hal tersebut dapat menyebabkan pemborosan energi. Pengembangan

sistem monitoring daya listrik berbasis ESP8266 menjadi solusi dari permasalahan di atas, yaitu dengan menampilkan penggunaan daya listrik melalui tampilan visual LCD 16x2 dan integrasi smartphone menggunakan aplikasi Blynk. Tidak hanya monitoring daya listrik, sistem juga dirancang untuk mampu melindungi kelebihan beban pada penggunaan listrik rumah tangga.

D. Hipotesis

Adapun dugaan sementara dari rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Sistem monitoring konsumsi daya listrik rumah tangga dikembangkan menggunakan teknologi ESP8266 dan dihubungkan dengan aplikasi *Blynk*, maka sistem tersebut dapat memantau penggunaan daya secara *real time* dan memberikan informasi yang mudah diakses oleh pengguna melalui smartphone.
2. Sistem monitoring daya listrik yang dikembangkan diuji dengan parameter fungsionalitas dan ketepatan pembacaan data, maka sistem tersebut layak digunakan untuk membantu pengguna memantau dan mengelola konsumsi listrik rumah tangga secara efisien dan praktis.