

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan Pustaka dilakukan dengan cara pengumpulan data dari buku-buku dan jurnal-jurnal yang sudah ada yang akan digunakan sebagai acuan dalam membuat sistem kWh meter, komunikasi dalam *output*, dan penerapan sensor-sensor. Berikut data-data yang digunakan:

1. Jurnal oleh Andriana, Hadi Baehaqi, dan Zulkamain tahun 2019 yang berjudul “Sistem kWh Meter Digital Menggunakan Modul PZEM-004T” pada jurnal ini memaparkan pembuatan alat monitoring pemakaian energi listrik berbasis operasi android menggunakan modul PZEM-004T. Peneliti membuat sistem yang dirancang dan dimanfaatkan untuk membaca jumlah pemakaian energi listrik yang meliputi tegangan, arus, daya aktif dan akumulasi energi dan dapat memonitoring secara real time serta tersimpan pada basis data. Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa hasil perancangan alat monitoring energi listrik memiliki angka simpangan (*error*) 0.29 % untuk tegangan (volt), 4.63 % untuk arus (ampere), 4.92 % untuk daya aktif (watt), 1.36 % untuk $\cos \phi$ dan 3.3 % untuk perhitungan total energy dalam durasi 1 jam (*watthour*). Kelemahan pada jurnal ini yaitu perhitungan energi pada beberapa sampel percobaan kurang tepat dikarenakan pendekatan angka meter hanya sampai bilangan satuan dan tidak ada angka dibelakang desimal[2].
2. Jurnal oleh Rasyid Hardi Wirasasmita, Dias Prihatmoko, Mochamad Supriyadi, 2022 yang berjudul “Sistem *Monitoring* Pemakaian Daya Listrik pada kWh Meter menggunakan Arduino dan SMS Gateway” pada jurnal ini memaparkan sistem monitoring kWh meter dengan SMS sebagai komunikasi kepada usernya. Pada jurnal ini peneliti menggunakan Arduino sebagai alat konfigurasi untuk pembacaan sensor pada *monitoring* kWh meter. Kelemahan pada jurnal ini peneliti hanya membatasi pengambilan data kWh meter dengan membaca data arus dan tegangan saja. Pada jurnal ini sebagai komunikasinya modul

yang digunakan yaitu GSM SIM800L yang hasilnya akan di kirim melalui SMS setiap 1 hari sekali yang mana ini termasuk kelemahan dalam segi waktu[1].

3. Jurnal oleh Nurvia Utama, Ir. Sutedjo, MT, dan Ir. M. Zaenal Efendi, MT dengan judul “Sistem *Monitoring* kWh Meter 3 Phase dan Kalkulasi Biaya Pemakaian” pada jurnal ini menjabarkan sistem monitoring pembacaan kWh meter analog yang dimodifikasi untuk bisa dibaca secara digital, rangkaian sensor *optocoupler*, rangkaian sistem minimum, sebuah komputer atau laptop. Peneliti menggunakan komunikasi serial RS-232 dengan mikrokontroler Atmega 32 yang terhubung dengan LCD atau computer dan *Visual Basic* untuk memonitor hasil pembacaan kWh meter. Kelemahan pada jurnal ini pada sistem pembacaan hasil monitoring yang menggunakan *Visual Basic* yang mana tidak semua orang dapat dengan mudah menggunakan atau mengakses sistem tersebut[3].
4. Jurnal oleh Talib Bini, Marwan, Andi Wawan Indrawan, Dasmawati, 2018 dengan judul “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* KWH Meter Berbasis Android” ini dijabarkan mengenai *monitoring* kWh meter melalui android. Keunggulan Peneliti membuat inovasi dalam penelitian ini dengan memantau penuh kWh meter seperti *on-off* sistem aliran listrik, besaran pemakaian, sisa pulsa listrik yang tersedia, arus, dan tegangan. Peneliti menggunakan Arduino sebagai kontrol utama dari sistem tersebut dengan didukung modul relai, dan modul energi. Modul tersebutlah yang nantinya akan dipasang antara kWh meter dengan beban listrik yang terpasang dan terintegrasi dengan sistem android. Kelemahan dari penelitian ini adalah kurangnya penggunaan sensor yang spesifik dalam perancangan[4].
5. Jurnal oleh Muhammad Isman Suga, Heru Nurwasito, 2021 berjudul “Sistem *Monitoring* KWH Meter berbasis Modul Komunikasi LoRa” melalui jurnal ini dipaparkan tentang sistem *monitoring* kWh meter dengan komunikasi LoRa. Keunggulan Penelitian ini menggunakan metode pengiriman data yang dikirimkan melalui gateway yang selanjutnya data tersebut akan diteruskan menuju broker dengan menggunakan protokol MQTT. Data tersebut nantinya akan *unsubscribe* oleh client agar dapat dipantau secara berkala. Peneliti juga menyampaikan hasil

riset *monitoring* ini dengan memiliki rata-rata presentase error data kWh sebesar 0% dan daya watt sebesar 0,6% dibandingkan dengan sensor lain KWE-PM01. Penelitian untuk jurnal ini juga ditunjang dengan melakukan uji coba jangkauan pengiriman data node sensor ke gateway dengan hasil 100metersampai 300 meter. Dengan jarak yang relatif efisien maka di ketahui *successful rate* untuk pengujian *single node* dan *multiple node* tersebut dapat diterima 100% oleh gateway. Kelemahan dari penelitian jurnal ini adalah terlalu memakan banyak waktu untuk sebuah pengujian berjarak. Kelemahan lain dalam penelitian ini adalah kurang efektifnya dan kurang efisien dalam membantu masyarakat dalam penggunaan kWh meter[5].

Dari tinjauan Pustaka yang dipelajari, dapat diketahui perbandingan dari keempat tinjauan Pustaka yang diambil dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2. 1 Perbandingan Tinjauan Pustaka

| Tinjauan Pustaka | Kontroller | Sensor | Output | Fungsi |
|-------------------------|-------------------|---|----------------------------------|---|
| Jurnal 1 | Node MCU 8266 | Sensor PZEM-004T | <i>Smartphone</i> android | Membaca jumlah pemakaian energi listrik yang meliputi tegangan, arus, daya aktif dan akumulasi energi |
| Jurnal 2 | Arduino R3 | -Sensor Arus CS712-30A -Sensor Tegangan ZMPT101B | GSM Shield SIM800L (SMS Gateway) | <i>Monitoring</i> arus dan tegangan dengan notifikasi SMS Gateway |

| | | | | |
|----------|--------------|---|-----------------------------|---|
| Jurnal 3 | ATmega 32 | Komunikasi serial RS-232 dan Sensor <i>Optocoupler</i> | <i>Visual Basic</i> dan LCD | <i>Monitoring</i> kWh meter dan biaya pemakaian |
| Jurnal 4 | Arduino Mega | Modul Energi | Android | Kontrol <i>on-off monitoring</i> arus, daya, dan tegangan |
| Jurnal 5 | NodeMCU | -Sensor Arus CT -Sensor YHDCSCT -Sensor PZEM-004T | MQTT | Monitoring jarak jauh |

Dari tinjauan Pustaka yang telah dibahas maka dapat diketahui bahwa ada beberapa perbedaan dilihat dari berbagai macam aspek. Dari tinjauan di atas, maka dibuatlah alat *monitoring* konsumsi daya dengan menggunakan *Google Spreadsheet* yang dapat memberikan informasi mengenai biaya, arus, daya dan tegangan listrik pada kWh meter.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Energi Listrik

Energi listrik diakibatkan oleh muatan listrik yang bergerak, yang disebut arus listrik (I). Energi listrik banyak dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari. Sebagian besar produksi listrik di Indonesia dilakukan oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) [6].

Rumus Energi Listrik

$$W = P \cdot t \quad (2.1)$$

$$W = V \cdot I \cdot t$$

$$W = I^2 \cdot R \cdot t$$

$$W = \frac{V^2}{R} \cdot t$$

Keterangan:

W = Energi listrik (Wh)

| | |
|---|----------------------------------|
| P | = Daya listrik (W) |
| t | = Waktu (s) |
| R | = Hambatan (Ω) |
| I | = Kuat arus listrik (A) |
| V | = Beda potensial/tegangan (Volt) |

2.2.2 Daya Listrik

Daya listrik adalah besaran yang mengukur besarnya energi listrik yang digunakan oleh sebuah rangkaian listrik dalam satu satuan waktu. Daya listrik dinyatakan dalam satuan watt (W) atau kilowatt (kW). Satuan daya listrik dalam SI adalah Watt, yang didefinisikan sebagai berubahnya energi terhadap waktu dalam bentuk tegangan dan arus [7].

Daya listrik terbagi menjadi tiga jenis, yaitu daya aktif, daya reaktif dan daya nyata:

1. Daya Tampak/Semu (VA)

Daya semu (*apparent power*) adalah kombinasi dari daya aktif dan daya reaktif dalam sebuah rangkaian listrik. Daya semu mengukur total daya yang diperlukan oleh rangkaian listrik untuk mengalirkan arus melalui perangkat listrik atau beban. Rumus daya semu adalah sebagai berikut:

$$S = V \times I \quad (2.2)$$

Keterangan:

| | |
|---|--------------------|
| S | : Daya semu |
| V | : Tegangan listrik |
| I | : Arus listrik |

2. Daya Aktif/Nyata (Watt)

Daya aktif (*active/real power*) adalah bagian dari daya tampak yang benar-benar digunakan untuk melakukan kerja pada perangkat listrik atau beban. Daya aktif diukur dalam satuan watt (W) atau kilowatt (kW) dan dinyatakan sebagai besaran real dalam bentuk bilangan riil. Daya aktif ini merupakan hasil kali antara tegangan dan arus yang mengalir melalui beban. Rumus daya aktif adalah sebagai berikut:

$$P = V \times I \times \cos(\phi) \quad (2.3)$$

Keterangan:

| | |
|---|--------------------|
| P | : Daya aktif |
| V | : Tegangan listrik |
| I | : Arus listrik |

$\cos(\varphi)$: Faktor daya

3. Daya Reaktif (Var)

Daya reaktif (*reactive power*) adalah besarnya daya yang dibutuhkan oleh suatu beban (misalnya, induktor atau kapasitor) untuk menyeimbangkan daya aktif dalam suatu rangkaian listrik AC. Rumus untuk menghitung daya reaktif adalah:

$$Q = V \times I \times \sin(\varphi) \quad (2.4)$$

Keterangan:

Q : Daya reaktif

V : Tegangan efektif

I : Arus efektif

$\sin(\varphi)$: Faktor reaktif

2.2.3 Monitoring

Monitoring diartikan sebagai kegiatan yang meliputi pengumpulan, peninjauan ulang, pelaporan, dan tindakan atas informasi proses yang sedang dikerjakan. Monitoring sendiri umumnya digunakan pada *checking* antara kinerja dengan target yang telah ditentukan. Monitoring dilihat dari hubungan pengolahan kinerja adalah proses yang terintegrasi untuk memastikan bahwa proses sedang atau sudah berjalan sesuai rencana (*on the track*).

Sistem monitoring ini akan mempunyai dan memberikan dampak yang baik bila dilakukan secara efektif. Monitoring harus dirancang dengan sederhana dan mudah dimengerti. Tujuan dari itu untuk memastikan bahwa suatu proses sudah dilakukan sesuai dengan yang sudah ditentukan[8]. Sesuai dengan judul tugas akhir, penulis membuat alat *monitoring* konsumsi daya listrik pada kWh meter pascabayar 900 VA golongan R1 bersubsidi. Alat ini bekerja untuk memonitoring besar tegangan, arus, daya serta biaya pada kWh meter.

2.2.4 NodeMCU ESP 32

NodeMcu ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh Espressif System merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi Internet of Things. Kelebihan ESP32 ini dapat menjalankan peran sebagai adhoc akses poin maupun

klien sekaligus, ESP32 ini digunakan sebagai kontrol langsung terhadap sistem.

Tabel 2. 2 Spesifikasi ESP32

| Spesifikasi Produk | |
|------------------------|--|
| Pin I/O <i>digital</i> | 11 buah, mendukung <i>interrupt</i> , PWM, I2C, <i>Onwire</i> (kecuali pin D0) |
| pin I/O <i>analog</i> | 1 buah, 3,2 Volt |
| Tegangan Operasi | 3,3 V |
| <i>Clock Speed</i> | 80 Mhz/160Mhz |
| Flash | 4M |
| USB <i>controller</i> | Cp2102 |



Gambar 2.1 NodeMCU ESP32

2.2.5 Sensor PZEM-004T

PZEM-004T adalah alat sensor yang berfungsi untuk mengukur parameter dari tegangan, arus, daya aktif dan konsumsi daya (wh). Sistem kabel yang digunakan pada modul ini memiliki 2 bagian, yaitu dari kabel terminal masukan tegangan dan arus, serta kabel komunikasi serial. Berdasarkan pada kebutuhan, modul ini memiliki papan pin TTL untuk mendukung komunikasi data serial antar perangkat keras. Jalur komunikasi PZEM-004T dengan perangkat keras yang lain dapat menggunakan port USB, untuk implementasikan juga diperlukan berupa kabel konverter dari TTL ke USB [9]. Berikut dibawah merupakan gambar Sensor PZEM-004T



Gambar 2.2 Sensor PZEM-004T

2.2.6 Relay

Relay merupakan saklar elektronik yang dapat membuka atau menutup rangkaian dengan menggunakan kontrol dari rangkaian elektronik lain. Sebuah relay tersusun atas kumparan, pegas, saklar (terhubung pada pegas) dan 2 kontak elektronik (*normally close* dan *normally open*) [10].



Gambar 2.3 Relay

2.2.7 Google Spreadsheet

Google Spreadsheet memiliki fungsi yang sama dengan Microsoft Excel dapat digunakan untuk mengolah data, mengurutkan data, serta memanipulasi data dalam bentuk tabel maupun grafik. *Google Spreadsheet* dapat digunakan untuk mengolah data seperti laporan penjualan, laporan keuangan, laporan piutang, dan sejenisnya. Meskipun sebagian telah tergantikan dengan program, namun program pada *Google Spreadsheet* masih tetap menjadi pilihan oleh banyak pengguna pengolah data. Penggunaan *google spreadsheet* dilakukan secara online menggunakan koneksi internet dengan fitur *autosave* sehingga memudahkan pengguna untuk menyimpan data [11].



Google Sheets

Gambar 2.4 Google Spreadsheet

2.2.8 LCD 16x2 i2C

Liquid Crystal Display adalah suatu perangkat elektronik yang digunakan untuk menampilkan bilangan atau teks. Rangkaian LCD pada alat ini di sambungkan dengan *module Inter Integrated Circuit* atau sering disebut I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didisain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Mikrokontroler I2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan *mikrokontroler I2C* Bus dapat dioperasikan sebagai *Master* dan *Slave* [12].



Gambar 2.5 Skematik Perancangan LCD

2.2.9 Real Time Clock (RTC)

RTC (*Real time clock*) merupakan sebuah perangkat yang dapat menerima dan menyimpan data realtime berupa dekripsi waktu, seperti hari, tanggal, bulan, dan tahun. Pada penelitian ini, RTC yang digunakan adalah jenis RTC DS3231. Secara otomatis, RTC mampu menyimpan seluruh data waktu, hari, tanggal, bulan dan tahun, hingga perbedaan bulan yang memiliki 30 hari ataupun 31 hari.



Gambar 2.6 Real Time Clock (RTC)

2.2.10 Buzzer

Buzzer listrik adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. Cara kerja *Piezoelectric Buzzer*, Seperti namanya *Piezoelectric Buzzer* adalah jenis Buzzer yang menggunakan efek *Piezoelectric* untuk menghasilkan suara atau bunyinya. Tegangan listrik yang diberikan ke bahan *Piezoelectric* akan menyebabkan gerakan mekanis, gerakan tersebut kemudian diubah menjadi suara atau bunyi yang dapat didengar oleh telinga manusia dengan menggunakan diafragma dan resonator [13].



Gambar 2.7 Buzzer

2.2.11 Tang Ampere

Tang Ampere atau *digital clamp meter* adalah hand tool yang umum digunakan dalam bidang kelistrikan. Meski disebut tang, bentuk tang ampere sedikit berbeda. Jika tang biasa memiliki bentuk seperti huruf X, maka bentuk tang ampere lebih rumit. Bagian kepala (*head clamp*) berbentuk penjepit, sedangkan bagian badan yang biasanya menjadi *handle* atau pegangan adalah alat ukur yang dilengkapi dengan layer display untuk menampilkan hasil pengukuran. Cara menggunakan tang ampere yaitu gunakan dua rahang penjepit (*clamp*) dan tidak perlu kontak langsung dengan terminal listriknya. Selain mempunyai dua rahang

penjepit, *clamp meter* juga mempunyai *probe* yang bisa digunakan untuk mengukur resistansi, tegangan Ac atau DC [14].



Gambar 2. 8 Alat Ukur Tang Ampere

~Halaman ini sengaja dikosongkan~