

Rancang Bangun Komunikasi Kwh Meter 3 Fasa Berbasis *Internet Of Things* (IoT) Menggunakan Wi-Fi

1st Amanda Ardelia
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia
amandaardelia@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Muhammad Ary Murti
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia
arymurti@telkomuniversity.ac.id

3rd Azam Zamhuri Fuadi
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom

Bandung, Indonesia
azamzamhurifuadi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak-Penggunaan kWh meter masih kurang efektif karena pencatatan masih dilakukan secara manual oleh petugas, penempatan kWh meter yang sulit dijangkau langsung akan memakan lebih banyak waktu. Mengakibatkan hasil pengukuran tidak dapat dipantau dari jarak jauh. Diperlukan sistem yang dapat mengirimkan data pengukuran listrik 3 fasa yang memudahkan *user* untuk memantau pemakaian konsumsi energi listrik secara *real-time* dari mana saja. Diperlukan sistem yang dapat melakukan pembaruan untuk dapat disesuaikan dengan kebutuhan tanpa melakukan *hard coding*. Dirancang sebuah prototype untuk pengiriman data besaran listrik tiga fasa pada gedung menggunakan Wi-Fi sebagai sistem komunikasi. Data yang telah tersimpan pada Antares dapat diakses pada aplikasi *smartphone*. Metode *Over The Air* (OTA) mempermudah *user* dalam melakukan pembaruan *firmware*. kWh meter berhasil membaca dan mengirimkan data besaran listrik menuju *Cloud* Antares 100%, dengan parameter pengukuran jaringan Wi-Fi yang didapatkan untuk *packet loss* sebesar 0%, dengan *delay* pengiriman data 0,011 detik. Data yang berhasil dikirim oleh internet menuju Antares kemudian akan ditampilkan pada aplikasi *smartphone*, data yang ditampilkan 100% berhasil sesuai dengan data terakhir yang tersimpan pada Antares. Perangkat dapat melakukan pembaruan *ssid* dan *password* dengan metode OTA memiliki tingkat keberhasilan 100%.

Kata Kunci: kWh meter 3 fasa, *Internet of Things*, Wi-Fi, Antares, *Over The Air* (OTA)

I. PENDAHULUAN

Dalam pekerjaan masyarakat, perkantoran maupun perindustrian memerlukan energi listrik. Penggunaan listrik untuk kebutuhan industri berbeda dengan rumah tangga. Karena beban pada gedung lebih besar maka diperlukan sistem listrik 3 fasa [1]. Gedung perkuliahan juga menggunakan sistem listrik 3 fasa guna menunjang penggunaan alat-alat elektronik untuk proses pembelajaran. Perkembangan pemakaian energi listrik makin pesat mengakibatkan diperlukannya sebuah instrumen yang mampu mengukur besarnya konsumsi energi listrik dengan teliti seperti kWh meter [2]. Kenyataannya penggunaan kWh meter untuk gedung kampus masih kurang efektif dimana pemantauan masih dilakukan secara manual, ditambah dengan letak kWh meter yang berada didalam gedung atau tempat yang tidak dapat dijangkau langsung oleh *user* mengakibatkan diperlukan lebih banyak waktu untuk dapat melakukan pemantauan.

kWh meter yang terintegrasi dengan *Internet of Things* (IoT) mempermudah pemantauan dan pencatatan

penggunaan energi listrik secara otomatis dan *real-time* [3]. Perangkat komunikasi Wi-Fi dipilih karena sudah banyak gedung yang memiliki *access point* sehingga koneksi Internet telah banyak tersedia dan sering digunakan dalam gedung [4][5]. kWh meter berbasis IoT biasanya disesuaikan dengan tempat peletakan perangkat tersebut namun akan mengalami perubahan baik dari pengguna maupun sistem komunikasinya jika perangkat di pindahkan ke tempat lain. Bila terjadi perubahan pada sistem komunikasinya maka diperlukan pembaruan konektivitas, pembaruan ini memerlukan adanya integrasi baru antara perangkat dengan jaringan. Perubahan biasanya dilakukan dengan cara *hard coding* dengan menghubungkan perangkat kWh meter dengan komputer. Ini kurang efisien karena yang diperlukan hanya merubah beberapa program dalam perangkat dan tidak semua pihak dapat melakukan pemrograman tersebut, memungkinkan terjadi hal-hal yang tidak diinginkan [6]. Diperlukan sebuah sistem yang dapat melakukan pembaruan *ssid* dan *password* dari jarak jauh tanpa melakukan *hard coding*.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Hidayat dan Arrofiq [7], kWh meter dapat mengukur penggunaan listrik dan data yang diperoleh berhasil ditampilkan melalui web sederhana. Serta banyak penelitian terkait yang telah dilakukan beberapa peneliti lain diantaranya, pengukuran konsumsi listrik menggunakan *real-time* data *logger* [8]. Penelitian lain terkait monitoring listrik tiga fasa berbasis power meter [9]. Dari penelitian sebelumnya pengiriman data masih belum terukur keberhasilannya. Saat pengiriman data dilakukan, dapat terjadi gagal terkirimnya paket data sehingga keandalan dalam pengiriman data pada sistem komunikasi sangat diperlukan. Pembaruan konektivitas biasanya hanya dapat dilakukan secara manual dengan melakukan *hard coding*, pengguna metode pembaruan *Over The Air* (OTA) masih jarang diterapkan pada kWh meter berbasis IoT [6]. Perlu sebuah sistem yang dapat melakukan pembaruan *ssid* dan *password* dari jarak jauh tanpa melakukan *hard coding* dengan hanya sekali integrasi.

Berdasarkan masalah yang telah dibahas, dirancang sebuah komunikasi perangkat untuk mempermudah proses pemantauan dan pencatatan konsumsi energi listrik untuk suatu gedung dari jarak jauh. Memanfaatkan kWh meter 3 fasa yang terintegrasi dengan perangkat IoT serta menggunakan mikrokontroler ESP32 yang sudah di lengkapi

dengan modul Wi-Fi. Serta menerapkan pembaruan OTA untuk melakukan pembaruan *ssid* dan *password* pada perangkat kWh meter berbasis IoT. Data konsumsi listrik yang telah terbaca dikirim ke server dan dapat dipantau oleh *user* melalui aplikasi. Tujuan sistem ini untuk mempermudah *user* memantau konsumsi listrik sebuah gedung tanpa harus datang langsung ke lokasi terpasangnya perangkat.

II. KAJIAN TEORI

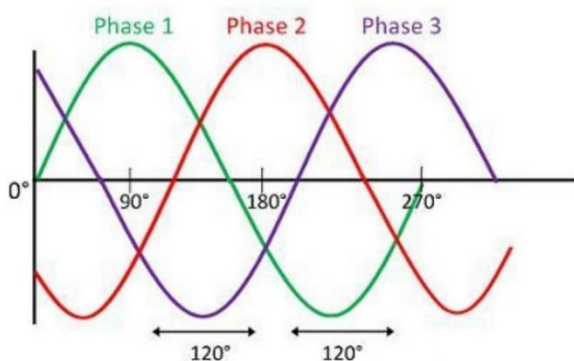
Perangkat dirancang untuk membantu *user* mencatat dan memantau penggunaan konsumsi listrik sebuah gedung secara *real-time* dan jarak jauh. Dapat terhubung dengan jaringan sesuai *access point* tempat pemasangan kWh meter 3 fasa berbasis IoT dengan cara memperbarui *ssid* dan *password* Wi-Fi.

A. Pemantauan

Pemantauan adalah proses berkala pengumpulan dan pengukuran data setiap waktunya terfokus pada proses dan keluaran. Tujuan proses pemantauan untuk mengkaji langkah-langkah yang dilaksanakan untuk mendapatkan suatu hasil yang diinginkan [12]. Pemantauan konsumsi energi listrik perlu dilakukan karena dalam pengembangan jaringan listrik cerdas dan jaringan elektrifitas canggih informasi memerlukan adanya manajemen energi. Salah satu cara untuk melakukan manajemen energi yaitu dengan menerapkan *Support Vector Machine* (SVM) yang berguna untuk memprediksi beban dan hasil pengukuran energi listrik dibandingkan dengan beban listrik terukur [13].

B. Listrik 3 Fasa

Listrik 3 Fasa adalah listrik AC (*Alternating Current*) yang terdiri dari tiga buah kabel fasa yang berbeda, yaitu fasa R, S dan T. Tegangan antara fasanya yaitu sebesar 380V. Listrik 3 fasa dihasilkan dari *generator* 3 fasa, dengan berbagai jenis penggerak, seperti *diesel generator* dan *turbine generator*. Sistem ini menggunakan 3 gelombang sinusoidal yang mempunyai perbedaan sudut fasa masing-masing 120 derajat [15], berikut adalah gambaran sistem gelombang 3 fasa:



GAMBAR 1 LISTRIK 3 FASA

Listrik 3 fasa umumnya digunakan untuk keperluan berskala daya besar, yang digunakan untuk kebutuhan industri seperti pabrik, gedung kuliah, hotel dan sebagainya. Listrik 3 fasa memiliki kelebihan dibanding listrik 1 fasa karena menggunakan tegangan yang lebih tinggi maka arus yang mengalir lebih rendah untuk daya yang sama. Sehingga untuk daya besar, kabel yang digunakan bisa lebih kecil.

C. KWh Meter 3 Fasa

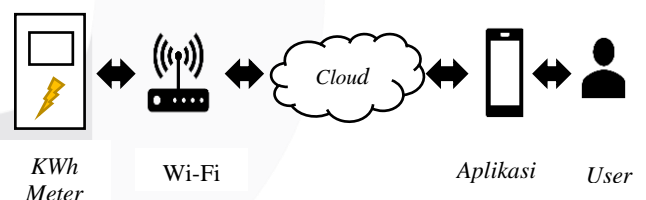
KWh meter adalah alat untuk menghitung besarnya energi listrik yang digunakan setiap jamnya dan dikalkulasikan dengan harga listrik yang harus di bayarkan sehingga memudahkan *user* dalam memantau pemakaian listrik [2]. Terdapat 2 kWh meter yaitu kWh meter analog dan digital, kWh meter analog umumnya banyak digunakan oleh PLN, dan masih menggunakan sistem *door to door* untuk pencatatan data konsumsi listrik [16]. KWh meter digital sudah dilengkapi dengan teknologi baru, dapat mengambil data [17].

D. Protokol Modbus

Protokol modbus adalah protokol komunikasi yang berfungsi untuk mengirim data atau informasi melalui koneksi serial antar perangkat elektronik. *Recommended Standar 485* memiliki prinsip sistem komunikasi *half-duplex* yang dapat mengirimkan dan menerima data serial. RS-485 memiliki jangkauan maksimal 1200-meter dan memiliki 2 kabel yaitu +A dan -B bertegangan 5 volt [8]. RS-485 memiliki kelebihan beberapa perangkat RS-485 dapat terhubung pada bus yang sama. RS-485 memiliki kecepatan 0-2,5 Mbit/sec [14].

E. Internet of Things (IoT)

Internet of Things merupakan metode pengiriman data dengan memanfaatkan koneksi Internet agar pelakunya saling berhubungan dan berinteraksi kapan saja dan di mana saja. Perangkat dapat terhubung ke Internet dengan beberapa cara diantaranya melalui Wi-Fi, Ethernet dan sebagainya. Perancangan sistem ini menggunakan platform IoT Antares [1]. Pada penelitian ini ESP32 digunakan sebagai perangkat IoT untuk menghubungkan kWh meter dengan *server*.



GAMBAR 2 CARA KERJA INTERNET OF THINGS

F. Antares Platform

PT. Telekomunikasi Indonesia memiliki sebuah Horizontal IoT Platform yang dikenal dengan Antares [20]. Antares dilengkapi fitur keamanan komunikasi yang telah terenkripsi pada *Secure Transport Layer*. Antares mendukung beragam perangkat IoT seperti Android, Arduino, ESP, Raspberry Pi, dan masih banyak lainnya [21].

G. Wi-Fi

Wireless Fidelity (Wi-Fi) merupakan teknologi pertukaran data / informasi secara nirkabel (menggunakan gelombang radio) mengandalkan peralatan elektronik melalui sebuah jaringan komputer, salah satunya koneksi Internet berkecepatan tinggi. Peralatan yang memanfaatkan Wi-Fi (seperti komputer pribadi, telepon pintar, tablet, dan lainnya)

dapat terhubung dengan jaringan seperti Internet melalui sebuah titik akses jaringan nirkabel. Titik akses (*hotspot*) memiliki cakupan wilayah seluas kamar dengan dinding yang memblokir gelombang radio. Perangkat komunikasi Wi-Fi dipilih karena sudah banyak gedung yang memiliki *access point* sehingga koneksi Internet telah banyak tersedia dan sering digunakan dalam perindustrian [5] [6].

H. Access Point

Access Point (AP) adalah perangkat jaringan pusat yang berisi sebuah *transceiver* dan antena. *Access point* berfungsi untuk transmisi dan menerima sinyal dari *clients remote* yang terhubung dengan jaringan *wireless* agar antar perangkat dengan *ssid* yang sama dapat saling terhubung. Dengan *access point* (AP) *clients wireless* dapat dengan cepat dan mudah untuk terhubung kepada jaringan LAN kabel secara *wireless* [22].

I. Message Queue Telemetry Transport (MQTT)

Message Queue Telemetry Transport (MQTT) merupakan protokol aplikasi untuk perangkat dengan sumber daya sedikit atau terbatas. *Transmission Control Protocol* (TCP) dan IP merupakan lapisan dasar MQTT. Sistem kerja yaitu *Publish* untuk mengirimkan data yang terbaca oleh sensor ke *Subscriber*. Sedangkan *Subscribe* menerima data dari *publisher*, biasanya *subscriber* berupa aplikasi monitoring dan lainnya. Terdapat *Topic* berfungsi untuk pengelompokan suatu data tertentu dan terhubung pada *Broker* [20].

J. Quality of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) merupakan metode pengukuran kualitas suatu jaringan, parameter akan berdasarkan TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks*) yang dikeluarkan oleh ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*). Dimana standar ini yang umum dan banyak digunakan dalam pengujian kualitas sebuah jaringan [24].

1. Packet Loss

Packet loss adalah kondisi dimana paket yang dikirim tidak dapat diterima secara menyeluruh. Packet loss dapat disebabkan oleh beberapa factor, diantaranya terjadi penurunan sinyal dalam media jaringan, paket yang corrupt, maupun *hardware failure* [24].

TABEL 1 PACKET LOSS

Kategori	Packet Loss (%)	Indeks
Sangat Bagus	0	4
Bagus	3	3
Sedang	15	2
Buruk	25	1

Persamaan *Packet Loss* sebagai berikut:

$$\text{Packet Loss} = \frac{(\text{Jumlah data dikirim} - \text{Jumlah data diterima})}{\text{Jumlah data yang dikirim}} \times 100\%$$

2. Delay

Delay adalah waktu yang dibutuhkan sebuah data untuk jarak dari titik A sebagai *transmitter* menuju ke titik B sebagai *receiver*. *Delay* dapat terpengaruh oleh beberapa hal diantaranya jarak, media fisik, dan waktu

proses yang lama [24]. Adapun klasifikasi nilai *delay* menurut TIPHON sebagai berikut:

TABEL 2 DELAY

Kategori Delay	Besar Delay (ms)	Indeks
Sangat Bagus	<150	4
Bagus	150 s/d 300	3
Sedang	300 s/d 450	2
Buruk	>450	1

Persamaan rata – rata *delay* sebagai berikut:

$$\text{Rata – rata delay} = \frac{\text{Total delay}}{\text{Total paket yang diterima}}$$

K. Over The Air (OTA)

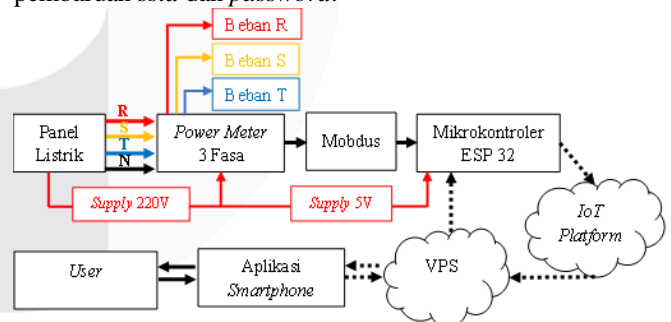
Over The Air (OTA) *update* adalah proses memuat *firmware* pada perangkat IoT yang terhubung dengan jaringan Internet tanpa melakukan *coding port to port*. Sistem pengkat IoT dapat berkomunikasi melalui antarmuka jaringan maka untuk pembaruan *firmware* dapat dilakukan dengan OTA. Penggunaan tidak perlu mengakses perangkat *hardware* untuk mengubah aplikasi, parameter, *firmware*, atau memperbarui *software* [6].

III. METODE

Sistem yang dirancang adalah sebuah sistem komunikasi pengiriman data konsumsi energi listrik dengan menggunakan kWh meter 3 fasa berbasis IoT memanfaatkan Wi-Fi sebagai komunikasi data. Menerapkan metode *update* OTA untuk pembaruan *ssid* dan *password*.

A. Desain Sistem

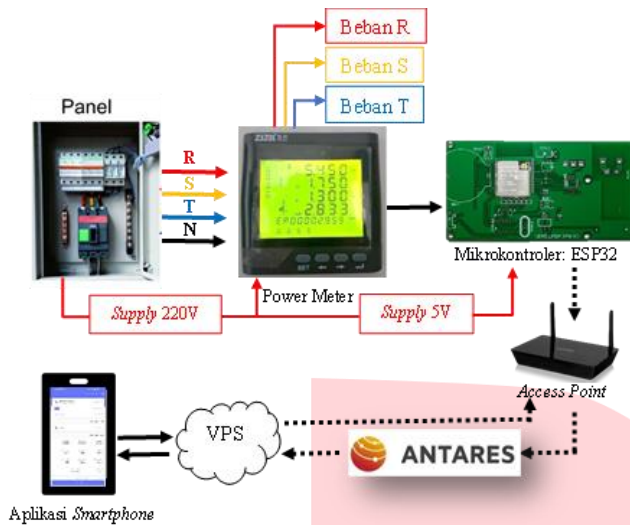
Sistem yang dirancang adalah sebuah sistem komunikasi pengiriman data konsumsi energi listrik dengan menggunakan kWh meter 3 fasa berbasis IoT memanfaatkan Wi-Fi sebagai komunikasi data. Menerapkan metode *update* OTA untuk pembaruan *ssid* dan *password*.



GAMBAR 3 DIAGRAM BLOK SISTEM

Pada Gambar 3 Desain sistem menunjukkan perangkat menggunakan aplikasi *smartphone* untuk memasukan *ssid* dan *password* sesuai AP yang tersedia dan memanfaatkan Modbus RS485 sebagai protokol komunikasi serial antara kWh meter dengan mikrokontroler. Data yang telah diperoleh mikrokontroler dikirim menggunakan AP. Kemudian data akan diterima oleh *Cloud* Antares. Kemudian data dikirim dan diolah di VPS kemudian ditampilkan pada aplikasi *smartphone*.

B. Desain Perangkat Keras

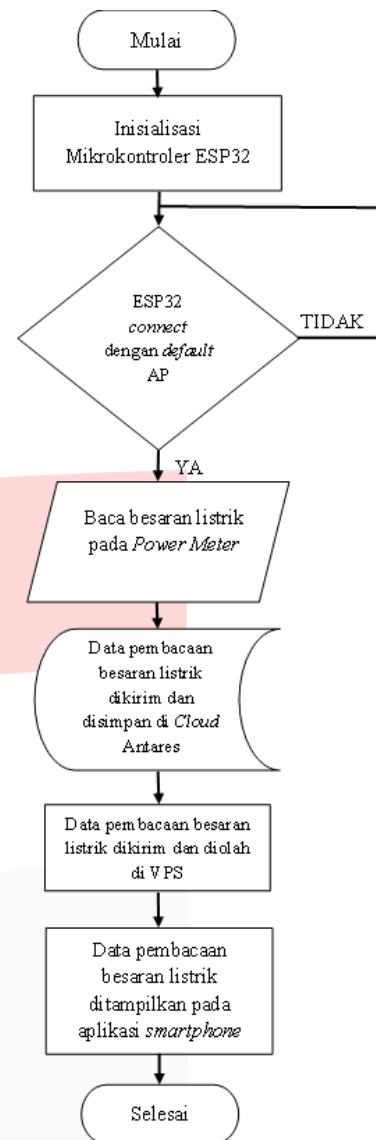


GAMBAR 4 DESAIN PERANGKAT KERAS

Perancangan perangkat keras terdiri dari beberapa komponen yang saling terhubung. Komponen penyusun alat ini adalah power meter digital ZM194-D9Y, modul RS485 sebagai komunikasi serial, dan ESP32 sebagai mikrokontroler. Desain perangkat keras untuk Sistem Pengiriman Data Listrik 3 fasa berbasis IoT menggunakan Wi-Fi ditunjukkan pada Gambar 4.

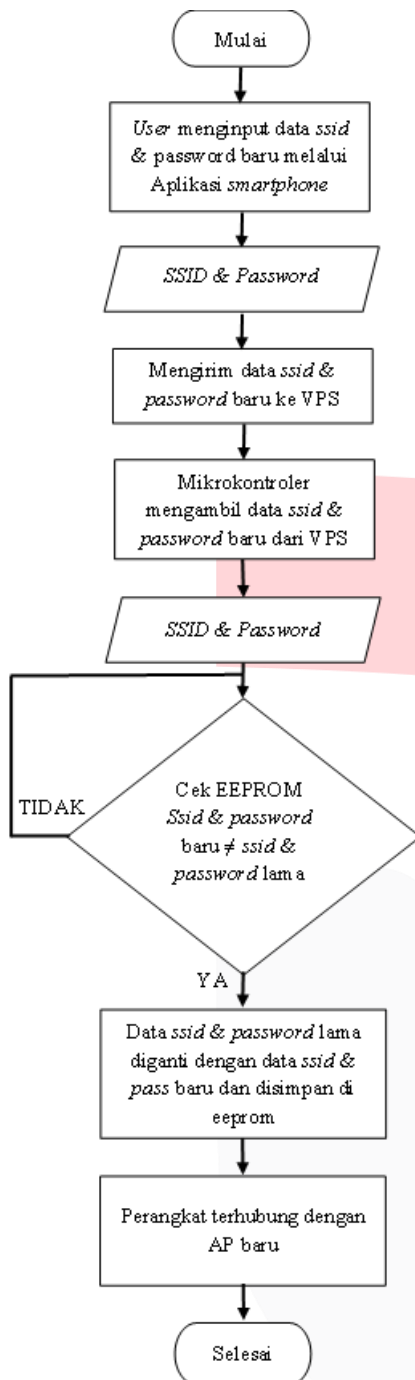
Dari Gambar 4 terjadi proses pembacaan data saat beban aktif maka power meter tiga fasa akan bekerja mengukur. ESP32 menerima semua data dari power meter yang datanya di *query* dari modbus RS485. ESP32 akan meneruskan data ke *cloud server* dengan koneksi Internet. *cloud* Antares berfungsi sebagai tempat menyimpan data dari ESP32. Sedangkan VPS berfungsi untuk mengolah data yang tersimpan pada Antares agar dapat diakses melalui gawai yang terkoneksi Internet. Aplikasi *smartphone* berfungsi untuk menampilkan hasil pembacaan power meter dan menampilkan informasi mengenai Wi-Fi yang terhubung.

C. Desain Perangkat Lunak



GAMBAR 5 DIAGRAM ALIR SISTEM

Pada desain perangkat lunak sistem komunikasi pengiriman data listrik, sistem akan mulai bekerja ketika inisialisasi dilakukan oleh mikrokontroler, dan ESP32 mencoba terhubung dengan AP *default*. Mikrokontroler akan melakukan cek pada eeprom. Ketika telah terhubung dengan AP *default* maka *power meter* membaca data arus, tegangan, faktor daya, dan energi secara *real time*. Mikrokontroler akan mengolah data yang telah diperoleh dari *Power Meter* dan dikirimkan menuju Antares. Antares digunakan sebagai media penyimpanan data secara online serta data dikirim ke VPS untuk diolah dan ditampilkan melalui aplikasi *smartphone*.



GAMBAR 6 DIAGRAM ALIR OTA

Apabila ingin melakukan pembaruan OTA maka perangkat akan terhubung dengan server untuk mengambil data baru berupa *ssid* dan *password* yang telah di *input user* dan disimpan pada server. Selanjutnya mikrokontroler melakukan cek eeprom. Jika kondisi *ssid* dan *password* lama berbeda dengan *ssid* dan *password* baru maka data lama akan diganti dengan data baru dan disimpan pada eeprom, sehingga dapat terhubung dengan AP baru. Jika kondisi tidak terpenuhi atau tidak terjadi perubahan pada *ssid* dan *password* maka *power meter* akan melakukan pembaca data besaran listrik tiga fasa. Pada Gambar 5 dan 6 terlihat diagram alir proses komunikasi pengiriman data konsumsi listrik tiga fasa dan proses pembaruan OTA.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini membahas mengenai hasil pengujian racangan bangun komunikasi kWh meter 3 fasa berbasis IoT menggunakan Wi-Fi. Kemampuan perangkat perlu di uji untuk mengetahui kinerja perangkat yang telah dibuat. Berikut merupakan beberapa pengujian yang dilakukan:

A. Pengujian Rangkaian Blok PCB

Pengujian bertujuan untuk mengetahui blok rangkaian PCB dapat berfungsi sesuai dengan kebutuhan.

1. Pengujian Blok Mikrokontroler

Pengujian dilakukan untuk mengetahui keberhasilan fungsi dari blok rangkaian mikrokontroler. Pengujian dilakukan dengan dua cara yaitu pengujian pengukuran tegangan DC pada *pin-out* IC regulator yang berfungsi untuk men-supply ESP32 dengan menggunakan alat ukur multimeter. Pengujian kedua dengan melakukan upload program sederhana untuk melakukan komunikasi serial dari komputer ke IC mikrokontroler dengan protokol komunikasi UART serial dan melalui konektivitas fisik kabel USB. Berikut adalah gambar pengujian tegangan pada komponen ESP32:



GAMBAR 7 UJI TEGANGAN PADA KOMPONEN ESP32

TABEL 3 RATA-RATA TEGANGAN ESP32

Data ke-	Tegangan (V)
1	3,313
2	3,316
3	3,313
4	3,300
5	3,314
6	3,315
7	3,313
8	3,316
9	3,314
10	3,313
Rata-rata	3,3127

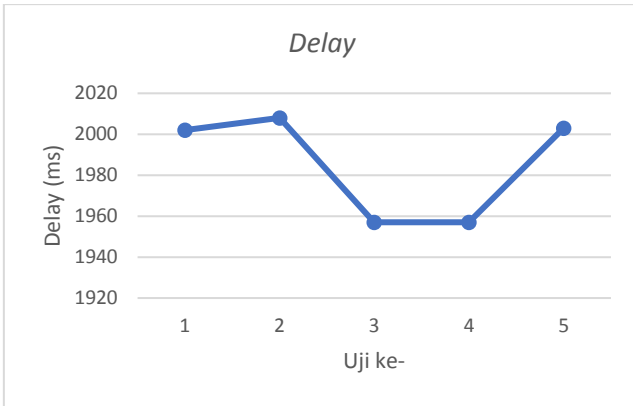
Dari TABEL 3 hasil pengukuran terkecil pada data ke-empat sebesar 3,300 Volt. Sedangkan pengukuran terbesar pada data ke-dua dan delapan sebesar 3,316 Volt. Rata-rata dari sepuluh data tegangan sebesar 3,3127 Volt. Dan termasuk tegangan ideal ESP32 menurut *datasheet* 3,3- 3,6 VDC.

```

15:55:02.487 -> Connecting to LabIoT2022 → Mencoba terkoneksi ke Wi-Fi
15:55:03.090 -> .....
15:55:05.097 -> WiFi connected → Terhubung ke Wi-Fi
15:55:05.097 -> IP address:
15:55:05.097 -> 192.168.1.118
15:55:14.840 -> ets Jun 8 2016 00:22:57
    
```

GAMBAR 8 UJI DELAY KONEKSI WI-FI

Pada program sederhana yang telah dibuat berhasil di proses dan dijalankan, hasil yang keluar dapat muncul dan dilihat pada serial monitor Arduino IDE bahwa Wi-Fi dapat terkoneksi.

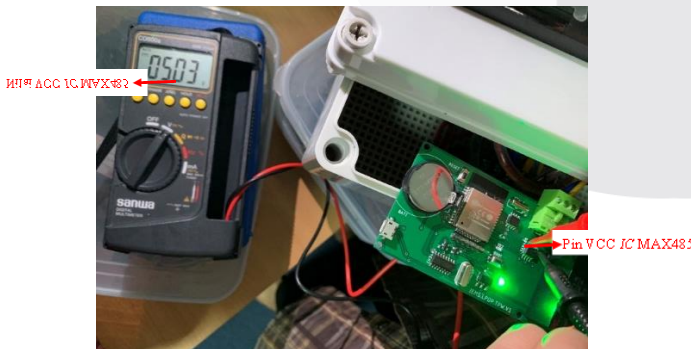


GAMBAR 9 GRAFIK RATA-RATA DELAY KONEKSI WI-FI

Grafik diatas terlihat Wi-Fi memiliki delay paling lama sebesar 2008ms pada pengujian ke-dua dan memiliki delay paling sedikit sebesar 1957ms pada pengujian ke-tiga dan ke-empat. 5 kali percobaan berhasil connect 100% dengan kecepatan waktu rata-rata delay sebesar 1985,4ms atau 1,9854s.

2. Pengujian Blok Modul IC MAX485

Pengujian ini dilakukan untuk menguji keberhasilan fungsi blok modul serial Modul IC MAX485. Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan pada pin VCC dan GND MAX485 menggunakan multimeter.



GAMBAR 10 UJI TEGANGAN PADA IC MAX485

TABEL 4 RATA-RATA TEGANGAN IC MAX485

Data ke-	Tegangan (V)
1	5,030
2	5,150
3	5,115

4	5,110
5	5,030
6	5,050
7	4,950
8	4,750
9	5,250
10	5,030
Rata-rata	5,0465

TABEL 4 menunjukkan teggangan terendah pada data ke-8 4,750V, dan data ke-9 menunjukkan tegangan terbesar 5,250V. Rata-rata tegangan sepuluh data sebesar 5,0465Volt. Dan termasuk kedalam batas toleransi tegangan IC MAX48.

3. Pengujian Blok Modul RTC

Pengujian ini dilakukan untuk menguji keberhasilan fungsi blok modul RTC. Pengujian pertama dilakukan dengan cara mengukur tegangan pada pin VCC dan GND pada komponen DS1307 menggunakan multimeter. Pengujian kedua mengunggah program sederhana yang dapat menampilkan waktu berupa tanggal dan jam.



GAMBAR 11 UJI TEGANGAN PADA IC DS1307

TABEL 5 RATA-RATA TEGANGAN IC DS1307

Data ke-	Tegangan (V)
1	5,030
2	5,150
3	5,115
4	5,110
5	5,030
6	5,050
7	4,950
8	4,750
9	5,250
10	5,030
Rata-rata	5,0465

Hasil pengukuran tegangan menunjukkan nilai yang sama dengan IC MAX485 dikarenakan IC DS1307 sejalur dengan IC MAX485. TABEL 5 menunjukkan nilai teggangan terendah pada data ke-8 4,750V, dan pada data ke-2 menunjukkan tegangan tertinggi 5,150V. Rata-rata tegangan sebesar 5,0465Volt. Dan termasuk kedalam batas toleransi tegangan IC DS1307 yaitu 4,5-5,5V.



GAMBAR 12 UJI NTP 1

Uji NTP 1 dilakukan selama 1 hari dengan kondisi perangkat hidup. Perangkat di matikan selama 11 hari.

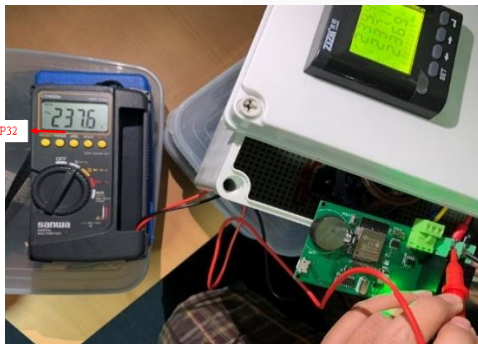


GAMBAR 13 UJI NTP 2

Uji NTP 2 dilakukan selama 1 hari dengan kondisi perangkat hidup. Digunakan *Network Time Protocol* (NTP). Jika perangkat mati dan dihidupkan kembali maka waktu akan otomatis berubah sesuai dengan waktu *pool server*.

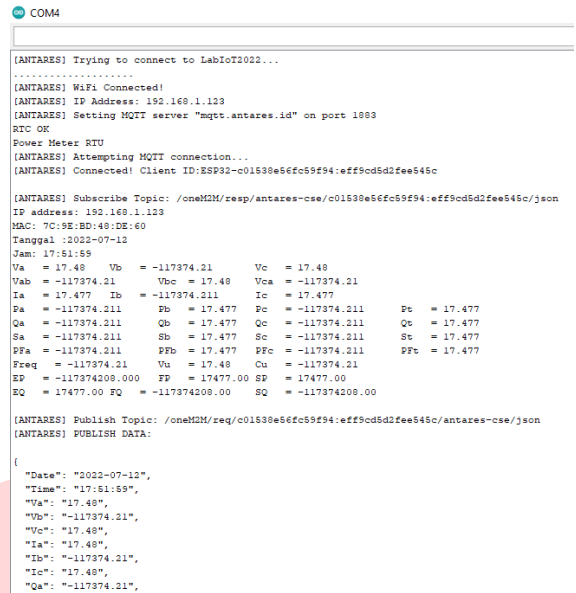
4. Pengujian Keseluruhan Blok PCB

Untuk mengetahui keberhasilan fungsi rangkaian secara keseluruhan pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan setiap blok rangkaian yang terintegrasi dalam sebuah PCB yang dihubungkan dengan *power meter*. Kemudian rangkaian akan diberikan program gabungan, data akan di olah mikrokontroler dan akan dikirimkan ke Antares dengan menggunakan komunikasi Wi-Fi.

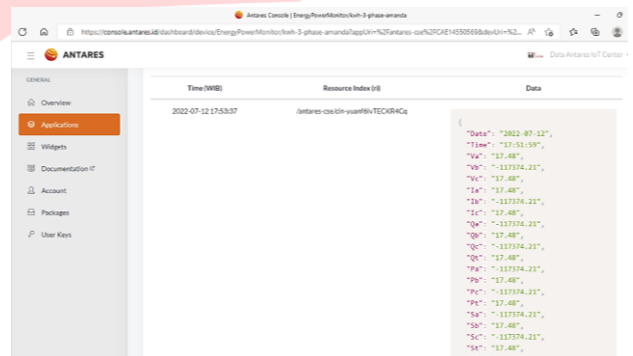


GAMBAR 14 UJI KESELURUHAN PCB

Gambar diatas menunjukkan tegangan yang terbaca oleh multimeter sama dengan tegangan pada *power meter* dan data dapat terbaca oleh serial monitor Arduino IDE dan terhubung dengan Wi-Fi.



GAMBAR 15 UJI KESELURUHAN BLOK



GAMBAR 16 DATA PEMBACAAN DITERIMA ANTARES

Gambar diatas menunjukkan data telah diterima dan disimpan pada Antares.

B. Pengujian Pengiriman Data ke Antares

Pengujian dilakukan untuk menguji tingkat keberhasilan pengiriman data pembacaan besaran listrik 3 fasa pada program yang telah dibuat dan untuk mengetahui tingkat keberhasilan pengiriman dan penyimpanan data dari ESP32 ke Antares.



GAMBAR 17 TAMPILAN DATA PADA ANTARES

TABEL 8 PENGIRIMAN DATA

Keterangan	Jumlah Data
Berhasil Terkirim	30
Gagal Terkirim	0

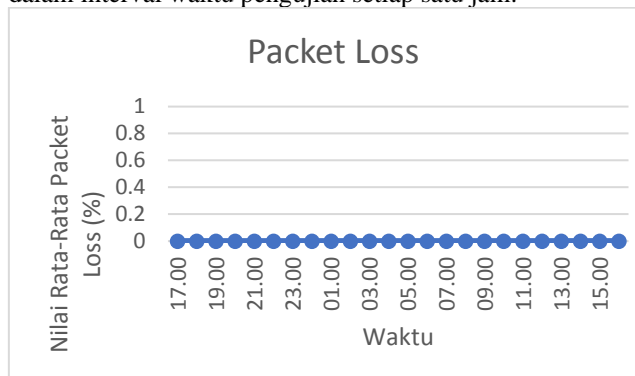
Gambar 17 menunjukkan hasil pengiriman data pembacaan kWh meter 3 fasa dengan format JSON pada Antares. Dari 30 kali pengiriman data 100% semua data berhasil terkirim ke Antares dengan pengiriman satu paket data setiap 5 menit sekali. Data yang berhasil terkirim akan otomatis diperbarui pada Antares. Dalam sekali pengiriman akan memuat satu tipe data yang berisi 27 variabel.

C. Pengujian *Quality of Service* (QoS) Jaringan Wi-Fi

Pengujian ini bertujuan mengukur seberapa baik (kualitas) jaringan yang digunakan. Pengujian dilakukan menggunakan software *WireShark* untuk mendapatkan nilai *Packet Loss* serta menggunakan perhitungan manual untuk mendapatkan nilai *Delay*.

1. *Packet Loss*

Pengujian *Packet Loss* bertujuan untuk mengetahui jumlah perbandingan paket yang dikirim dan yang tidak di terima. Pengujian dilakukan selama 24 jam dengan dipantau melalui Antares dan serial monitor. Pada pengujian ini dilakukan pengiriman 30 paket data setiap satu jam untuk melihat proses komunikasi dan pengiriman data dari mikrokontroler menuju Antares. Hasil pengujian menunjukan bahwa pengukuran *packet loss* bernilai rata-rata sebesar 0%. Berikut grafik nilai rata-rata *packet loss* pada 30 paket data yang dikirim dalam interval waktu pengujian setiap satu jam:

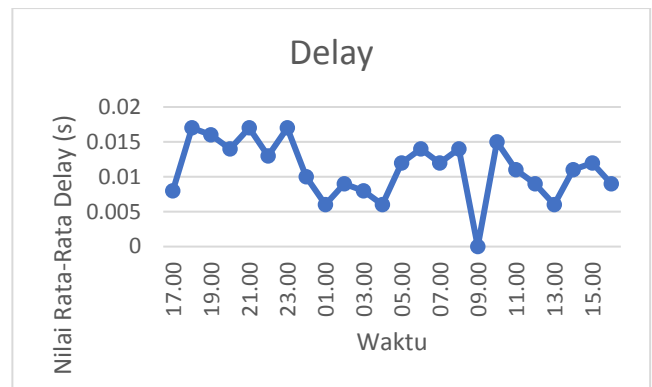


GAMBAR 18 GRAFIK RATA-RATA *PACKET LOSS*

Hasil pengujian didapatkan hasil 0 *packet loss* dari setiap pengiriman 30 paket data setiap satu jam. Hasil tersebut menunjukan bahwa tidak ada paket hilang, semua paket yang dikirim berhasil di terima 100% dilihat dari Gambar 20 menunjukan dari pukul 17.00 – 16.00 nilai rata-rata *packet loss* sebesar 0%. Hasil tersebut termasuk kedalam kategori Sangat Bagus sesuai Tabel 1 *Packet Loss*.

2. *Delay*

Pengujian dilakukan untuk mengukur *delay* yang merupakan akumulasi berbagai waktu tunda pada suatu jaringan. *Delay* berpengaruh pada kualitas layanan (QoS). Pengujian dilakukan selama 24 jam dipantau melalui Antares dan serial monitor. Pada pengujian ini dilakukan pengiriman 30 paket data setiap satu jam untuk melihat proses komunikasi dan pengiriman data dari mikrokontroler menuju Antares.



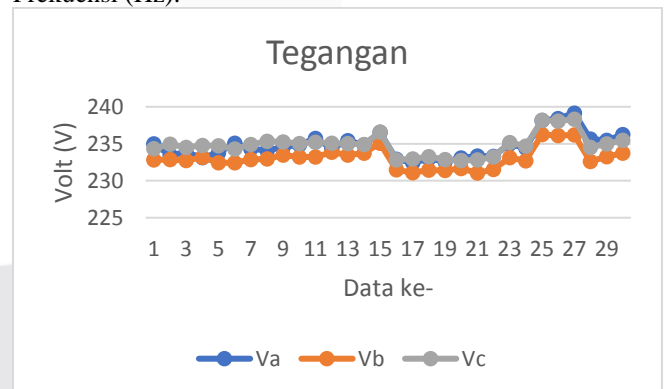
GAMBAR 19 GRAFIK RATA-RATA *DELAY*

Rata-rata hasil pengujian dari 30 paket setiap satu jam sebesar 0,011 detik atau sebesar 11 ms, hasil tersebut termasuk kedalam kategori sangat bagus menurut Tabel 2 *Delay*.

D. Pengujian Pembacaan Data Besaran Listrik KWh Meter 3 Fasa

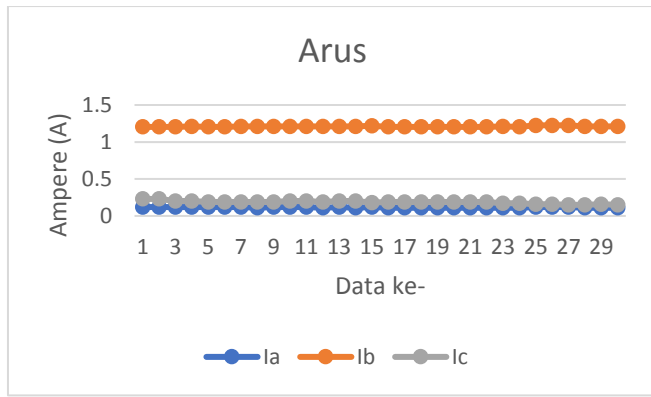
Tujuan pengujian untuk mengetahui keberhasilan pembacaan data pengukuran dari *Power Meter* dengan perangkat IoT. Dilakukan pengambilan 30 data dalam interval waktu 60 menit. Fasa A beban kipas angin 35Watt, fasa B beban *water heater* 200Watt, fasa C beban *charger laptop* 19Watt.

Pengambilan 30 data besaran listrik pada kWh meter 3 fasa dapat terbaca oleh MAX485 dan diolah oleh ESP32. Data yang dibaca berupa Tegangan (V), Arus (I), Daya Aktif (P), Daya Reaktif (Q), Daya Semu (S), Faktor Daya (Pf) dan Frekuensi (Hz).



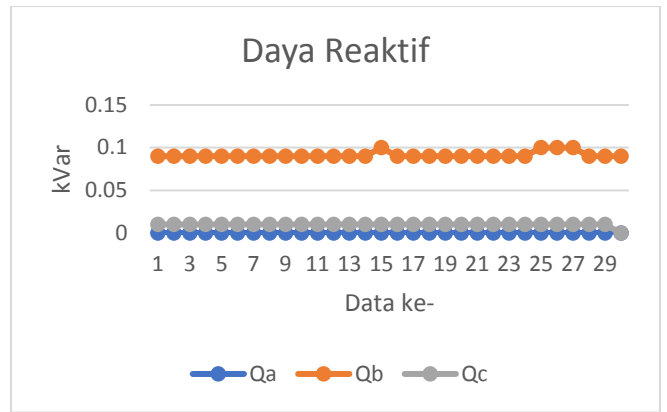
GAMBAR 20 GRAFIK RATA-RATA TEGANGAN

Grafik diatas menunjukan percobaan sebanyak 30 kali dengan interval waktu 2 menit selama satu jam. Tegangan tidak stabil karena nilai tegangan berubah terhadap waktu dan tergantung dari PLN.



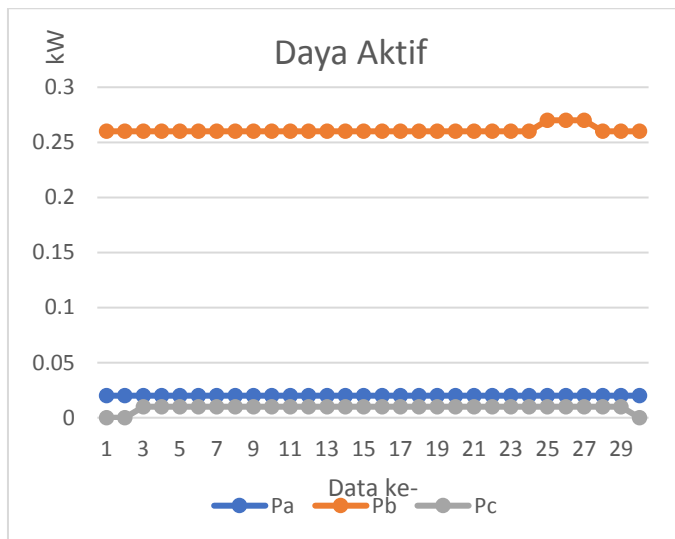
GAMBAR 21 GRAFIK RATA-RATA ARUS

30 data arus yang diambil, 100% data berhasil terbaca oleh Power Meter. Didapatkan nilai Ib lebih besar dibandingkan dengan nilai Ia dan Ic dikarenakan Ib (*water heater*) memiliki daya sebesar 200Watt. Grafik Ic menunjukkan penurunan arus dikarenakan charger laptop merupakan beban fluktuatif sehingga beban berubah-ubah sesuai dengan penggunaan. Ia termasuk beban konstan induktif dan Ib termasuk beban resistif murni sehingga nilai arusnya konstan.



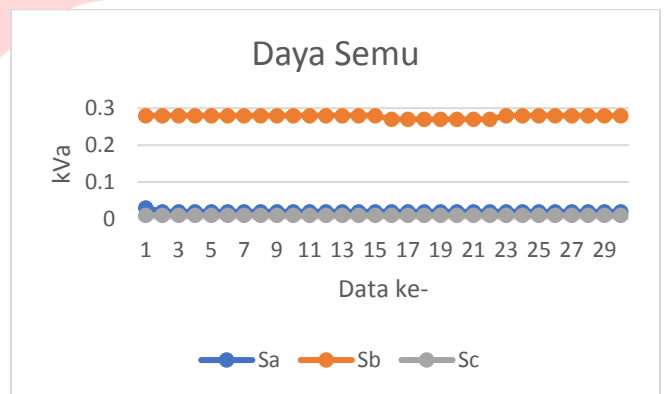
GAMBAR 23 GRAFIK RATA-RATA DAYA REAKTIF

Grafik Qb pada data ke-15 ke-25 sampai ke-27 mengalami kenaikan, ini terpengaruhi oleh kenaikan yang terjadi pada tegangan Vb dan sifat beban yaitu resistif sehingga tidak memerlukan daya reaktif. Sedangkan untuk nilai Qa dan Qc lebih konstan karena sifat dari beban yaitu induktif.



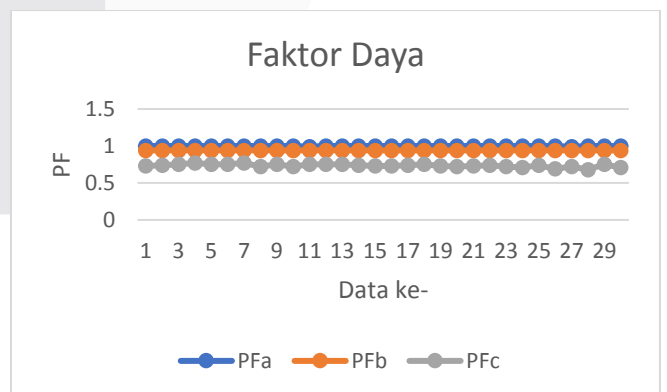
GAMBAR 22 GRAFIK RATA-RATA DAYA AKTIF

Grafik Pb pada data ke-25 sampai ke-27 mengalami kenaikan, ini terpengaruhi oleh kenaikan yang terjadi pada tegangan Vb dan sifat beban yaitu resistif. Sedangkan untuk nilai Pa dan Pc lebih konstan karena sifat dari beban yaitu induktif.



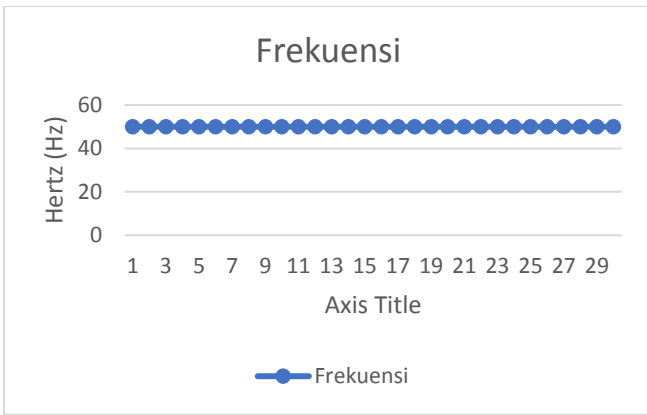
GAMBAR 24 GRAFIK RATA-RATA DAYA SEMU

Dari grafik Sb pada data ke-16 sampai ke-22 mengalami penurunan karena terpengaruh oleh turunnya nilai Vb dan Ib. Sedangkan untuk nilai Sa dan Sc lebih konstan karena sifat dari beban yaitu induktif.



GAMBAR 25 GRAFIK RATA-RATA FAKTOR DAYA

Pada grafik PFc grafik tidak stabil dikarenakan beban yang digunakan bersifat fluktuatif dibandingkan dengan beban pada PFa dan PFb.

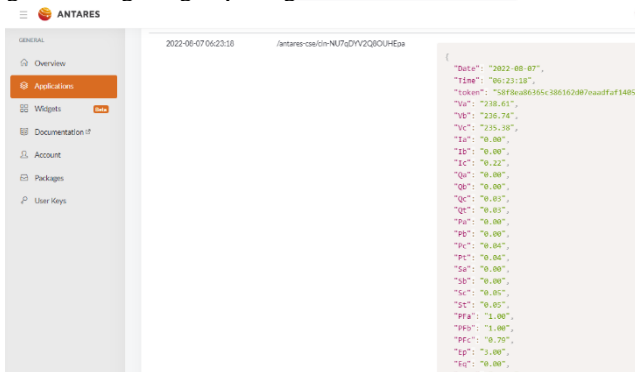


GAMBAR 26 GRAFIK RATA-RATA FREKUENSI

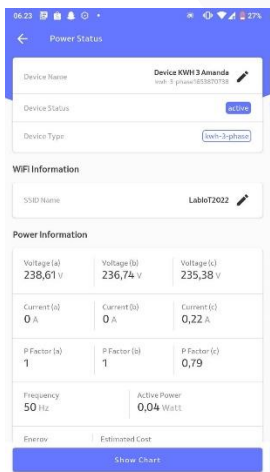
Pada Gambar 26 menunjukkan frekuensi 50Hz sesuai dengan frekuensi Standar PLN (SPLN). Frekuensi di Indonesia sebesar 50Hz yang artinya frekuensi memenuhi standar. Frekuensi stabil artinya pembacaannya stabil.

E. Pengujian Pada Aplikasi

Pengujian aplikasi *smartphone* digunakan sebagai alat bantu untuk memantau data dari kWh meter yang sudah terhubung dengan Antares. Pengujian bertujuan untuk mendapatkan informasi penggunaan konsumsi listrik pada sebuah gedung. Informasi konsumsi listrik secara otomatis akan diperbarui sesuai data terakhir yang tersimpan pada Antares. Aplikasi ini dilengkapi dengan informasi Wi-Fi yang terhubung dengan perangkat kWh meter 3 fasa.



GAMBAR 27 DATA TERAKHIR PADA ANTARES



GAMBAR 28 INTERFACE APLIKASI

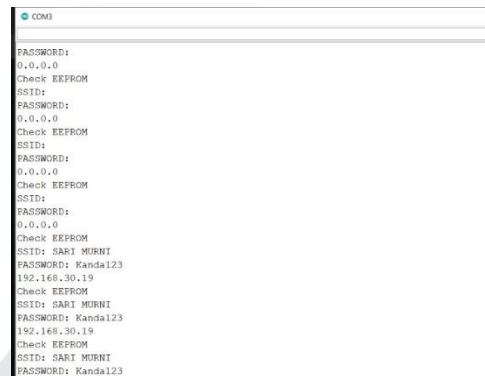
TABEL 9 PENGIRIMAN DATA

Data ke-	Antares	Aplikasi
1	Berhasil	Berhasil
2	Berhasil	Berhasil
3	Berhasil	Berhasil
4	Berhasil	Berhasil
5	Berhasil	Berhasil

Dari Gambar 28 menampilkan besaran listrik 3 fasa yang digunakan sesuai dengan data terakhir tersimpan pada Antares yang ditunjukkan pada Gambar 29. Percobaan dilakukan dengan memberikan beban yang berbeda di setiap fasa atau hanya memberikan beban ke salah satu fasa. Terlihat bahwa terdapat beban pada fasa C yang ditandai dengan terbacanya arus c (Ic). Dari 5 kali pengujian, aplikasi 100% dapat menampilkan data terbaru sesuai dengan data terakhir yang tersimpan pada Antares.

F. Pengujian Tingkat Keberhasilan dalam Melakukan OTA

Pengujian bertujuan untuk memperoleh tingkat keberhasilan perangkat dalam melakukan pembaruan OTA. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali percobaan untuk mendapatkan tingkat keberhasilan pembaruan OTA yang dilakukan.



GAMBAR 29 CHECK EEPROM

Perangkat berhasil mengganti data *ssid* dan *password* lama dengan data *ssid* dan *password* baru. Kondisi tersebut terpenuhi dimana *ssid* dan *password* lama berbeda dengan *ssid* dan *password* baru.

TABEL 10 UJI CONNECT KE WI-FI

Update ke-	Connect
1	Berhasil
2	Berhasil
3	Berhasil
4	Berhasil
5	Berhasil
6	Berhasil
7	Berhasil
8	Berhasil
9	Berhasil
10	Berhasil

Perangkat berhasil menghubungkan perangkat pada AP baru. Dari hasil pengujian pembaruan OTA didapatkan tingkat keberhasilan 100% dari sepuluh kali pengujian.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisis dari sistem komunikasi kWh meter 3 fasa berbasis IoT dengan menggunakan Wi-Fi yang berhasil dibuat dan telah memenuhi tujuan penelitian, data hasil pembacaan besaran listrik 100% berhasil diterima oleh IoT Platform Antares dengan interval waktu pengiriman setiap 5 menit. Kualitas pengiriman data dari kWh meter 3 fasa menggunakan Wi-Fi secara terukur, rata-rata *delay* pengiriman data ke Antares sebesar 0,011 detik (sangat bagus), dan jumlah rata-rata paket yang hilang selama proses transmisi sebesar 0% (sangat bagus). Aplikasi *Smartphone* sebagai alat pemantauan listrik 3 fasa dengan 5 kali pengujian dapat menampilkan data sesuai dengan data terakhir yang tersimpan pada platform Antares berhasil 100%. Dengan 10 kali percobaan perangkat dapat melakukan pembaruan ssid dan password dengan metode OTA memiliki tingkat keberhasilan 100%.

REFERENSI

- [1] A. A. Nurhadi, D. Darlis, And M. A. Murti, "Implementasi Modul Komunikasi Lora Rfm95w Pada Sistem Pemantauan Listrik 3 Fasa Berbasis Iot," *Ultim. Comput. J. Sist. Komput.*, Vol. 13, No. 1, P. 17, 2021.
- [2] S. Darma, Yusmartono, And Akhiruddin, "Studi Sistem Peneraan Kwh Meter," *J. Electr. Technol.*, Vol. 4, No. 3, Pp. 158–165, 2019.
- [3] S. Thepphaeng, V. Nontaboot, N. Tangsunantham, T. Sangsuwan, And C. Pira, "2017 International Electrical Engineering Congress, Ieecon 2017," *2017 International Electrical Engineering Congress, Ieecon 2017*. 2017.
- [4] Y. Fan, F. Zhang, C. Wu, B. Wang, And K. J. R. Liu, "Rf-Based Indoor Moving Direction Estimation Using A Single Access Point," *Ieee Internet Things J.*, 2021, Doi: 10.1109/Jiot.2021.3083669.
- [5] A. B. Lasera And I. H. Wahyudi, "Smart Home System Dengan Kontrol Daya Listrik Berbasis Iot," *Elinvo (Electronics, Informatics, Vocat. Educ.)*, Vol. 5, No. 2, Pp. 132–140, 2021, Doi: 10.21831/Elinvo.V5i2.34261.
- [6] Supriyanto, M. Faiqurahman, And W. Andhyka Kusuma, "Rancang Bangun Over The Air Update Firmware Pada Perangkat Iot Dengan Protokol Mqtt," *Eproceedings*, Vol. 3, No. 1, 2021.
- [7] H. N. Isnianto, M. Arrofiq, R. Rahmawati, And B. M. Tyoso, "Sistem Telemonitoring Kwh Meter Menggunakan Modul Wi-Fi Esp8266 Berbasis Arduino Uno," *J. Rekayasa Elektr.*, Vol. 15, No. 1, Apr. 2019.
- [8] F. A. Pratama, K. B. Adam, And S. Sumaryo, "Real Time Data Logger Untuk Kwh Meter Digital Satu Fasa Berbasis Internet Of Things (Iot) Dan Cloud Storage," *Eproceedings*, Vol. 8, No. 2, P. 6, 2021.
- [9] B. Maulana, A. Suhendi, And I. W. Fathonah, "Rancang Bangun Aplikasi Android Sistem Monitoring Daya Listrik 3 Fasa Berbasis Power Meter Untuk Pengukuran Pada Tipe Gedung Praktikum Design Of 3 Phase Power Monitoring System Based On Android Application And Power Meter Unit," *Eproceedings*, Vol. 7, No. 1, Pp. 1905–1912, 2020.
- [10] N. P. Windryani, N. B. A. K, And R. Mayasari, "Analisa Perbandingan Protokol Mqtt Dengan Http Pada Iot Platform Patriot Comparison Analysis Between Mqtt And Http Protocol In Patriot Iot Platform," *Eproceedings*, Vol. 6, No. 2, Pp. 3192–3199, 2019.
- [11] A. Kadir And K. Tone, "Analisa Kerja Access Point Jaringan Wireles Pada Universitas Al Asyariah Mandar," *Eproceedings*, Vol. 1, No. 1. P. 130, 2015. Doi: 10.1093/Nq/Cxcviii.Mar.130-B.
- [12] M. Z. Utama, Nurvia. Sutedjo. Efendi, "Sistem Monitoring Kwh Meter 3 Phase Dan Kalkulasi Biaya Pemakaian," *Elektro, Pens-Its Surabaya*, Vol. 1, Pp. 2–6, 2009.
- [13] A. Zamhuri Fuadi, Irsyad Nashirul Haq, And Edi Leksono, "Support Vector Machine To Predict Electricity Consumption In The Energy Management Laboratory," *J. Resti (Rekayasa Sist. Dan Teknol. Informasi)*, Vol. 5, No. 3, Pp. 466–473, Jun. 2021, Doi: 10.29207/Resti.V5i3.2947.
- [14] A. F. Fajri, A. Suhendi, And I. W. Fathonah, "Website Design And Development For Monitoring Of Three-Phase Electricity Power Usage Based On Power Meter In Deli Building Telkom University," Vol. 8, No. 2, P. 1905, 2021.
- [15] Y. Y. Permadi, M. . Despa, Dikpride S.T, And M. . Komarudin, Muhammad S.T, "Sistem Online Monitoring Besaran Listrik 3 Fasa Berbasis Single Board Computer Bcm 8235," *J. Inform. Dan Tek. Elektro Terap.*, Vol. 4, No. 1, P. 10, 2016.
- [16] F. Fitriastuti And Siswadi, "Aplikasi Kwh (Kilo What Hour) Meter Berbasis Microntroller Atmega 32 Untuk Aplikasi Kwh (Kilo What Hour) Meter Berbasis Microntroller Atmega 32 Untuk Memonitor Beban Listrik," *J. Kompetensi Tek.*, Vol. 2, No. October, Pp. 117–126, 2011, [Online].
- [17] Arlenny And E. Zondra, "Rancang Bangun Kwh Meter Menggunakan Mikrokontroler Atmega 8535," *J. Sain, Energi, Teknol. Ind.*, Vol. 2, No. 2, Pp. 44–51, 2018.
- [18] R. Sulistyowat And D. D. Febriantoro, "Perancangan Prototype Sistem Kontrol Dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler," *Iptek*, Vol. 16, No. Mikrokontroler, Pp. 10–21, 2015, [Online].
- [19] Z. Qamara, B. Dirgantoro, And Rumani, "Implementasi Protokol Modbus Pada Power Meter Spm 91 Untuk Penerapan Monitoring Daya Listrik Rumah Tangga Implementation Of Modbus On Power Meter Spm 91 For Employment Monitoring Power Household Monitoring," *Eproceedings*, Vol. 5, No. 3, Pp. 6179–6186, 2018.
- [20] R. Mahmoud, T. Yousuf, F. Aloul, And I. Zualkernan, "Internet Of Things (Iot) Security: Current Status, Challenges And Prospective Measures," In *2015 10th International Conference For Internet Technology And Secured Transactions, Ictst 2015*, 2016, Pp. 336–341.
- [21] K. Ramadhani, D. Perdana, And I. Alinursafa,

- “Penggunaan Antares Dengan Protokol Mqtt Pada Sistem Monitoring Hidroponik Berbasis Internet Of Things (Iot) The Application Of Antares With Mqtt Protocol On Monitoring Hydroponic System Based On Internet Of Things (Iot),” *Eproceedings*, Vol. 4, No. 1, 2018.
- [22] D. Thangavel, X. Ma, A. Valera, H. X. Tan, And C. K. Y. Tan, “Performance Evaluation Of Mqtt And Coap Via A Common Middleware,” 2014. Doi: 10.1109/Issnip.2014.6827678.
- [23] F. Luthfi, E. A. Juanda, And I. Kustiawan, “Optimization Of Data Communication On Air Control Device Based On Internet Of Things With Application Of Http And Mqtt Protocols,” In *Iop Conference Series: Materials Science And Engineering*, 2018, Vol. 384, No. 1. Doi: 10.1088/1757-899x/384/1/012009.
- [24] R. Wulandari, “Analisis Qos (Quality Of Service) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus : Upt Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon – Lipi),” *J. Tek. Inform. Dan Sist. Inf.*, Vol. 2, No. 2, Pp. 162–172, 2016.

