

Rancang Bangun Komunikasi Kwh Meter 3 Fasa Berbasis *Internet of Things* (IoT) Menggunakan LoRa

1st Meutia Gina Salsabila

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

meutiagina@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— KWh meter adalah alat yang berfungsi untuk mengukur pemakaian energi listrik. Kebanyakan kWh meter yang terpasang saat ini hanya dapat menampilkan jumlah penggunaan listrik dari layar yang ada pada kWh meter. Hal ini menyebabkan pengguna listrik tidak dapat melihat atau memantau penggunaan listrik dari jarak jauh. Rancang bangun komunikasi kWh meter berbasis *Internet of Things* (IoT) ini memungkinkan semua data dari kWh meter terkirim ke gateway dan diteruskan ke cloud IoT. Komunikasi yang akan digunakan pada sistem ini adalah komunikasi LoRa (Long Range). KWh meter yang telah ditambah teknologi IoT ini diharapkan dapat memudahkan user dalam melihat data konsumsi listrik dari mana saja. Sistem ini juga diharapkan dapat mendukung upaya dalam meningkatkan penggunaan listrik secara efektif dan efisien. Hasil dari pengujian pada tugas akhir ini, perangkat mampu membaca data besaran listrik dari kWh meter serta modul komunikasi LoRa dapat mengirim data yang telah diambil ke gateway untuk ditampilkan di Antares. Pengiriman data mendapatkan hasil rata-rata SNR 9.81 dB, RSSI -78.14 dBm, delay 3.546 detik, dan packet loss 1.11%.

Kata kunci— KWh meter 3 fasa, *Internet of Things*, LoRa

I. PENDAHULUAN

Energi listrik adalah sumber energi yang telah menjadi kebutuhan dasar dalam kehidupan manusia. Seiring berkembangnya waktu, pemakaian listrik semakin meningkat. Namun listrik bersumber dari energi tak terbarukan sehingga harus dimanfaatkan dengan efektif dan efisien. Oleh karena itu, dibutuhkan kecerdasan dalam pemakaian listrik dengan cara mengetahui dan memantau jumlah konsumsi listrik. Hal ini dapat dibantu dengan adanya alat yang disebut kWh meter untuk memantau penggunaan listrik dalam sebuah rumah maupun gedung. KWh meter adalah alat yang berfungsi untuk mengukur jumlah kerja listrik dalam waktu tertentu [1]. Saat ini kebanyakan kWh meter yang dipasang oleh PT. PLN di rumah maupun industri adalah kWh meter digital. Namun kWh meter tersebut hanya dapat melakukan pengukuran dan menampilkan konsumsi listrik tanpa melakukan komunikasi dengan pengguna. Hal ini menyebabkan pengguna tidak dapat mengetahui dan memantau secara langsung konsumsi pemakaian listrik [2].

Seiring dengan perkembangan zaman, kemajuan teknologi dan informasi semakin pesat. Teknologi *Internet of Things* adalah salah satu teknologi yang mengalami kemajuan pada zaman ini. *Internet of Things* (IoT) adalah sebuah interkoneksi dari sensor, aktuator, dan perangkat pintar dengan suatu server melalui IP gateway [3]. Teknologi

ini sudah banyak ditemukan di berbagai bidang seperti kesehatan, militer dan lingkungan. Salah satu contohnya yaitu alat untuk memonitor kualitas udara yang akan memberikan informasi kualitas udara dan dapat diakses dari mana saja [4]. Teknologi ini juga bisa menjadi solusi dalam melakukan upaya untuk meningkatkan pemanfaatan listrik secara efektif dan efisien. Berbagai penelitian sudah banyak dilakukan untuk mengkaji beberapa teknologi komunikasi untuk mendukung rancang bangun kWh meter berbasis IoT.

Sebagian besar rancang bangun kWh meter dilakukan dengan menggunakan komunikasi WiFi dan GSM. Kedua modul komunikasi ini memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Komunikasi WiFi memiliki access point yang lebih banyak, namun jangkauannya masih terbatas yaitu kurang lebih 10 meter. Selain itu teknologi ini juga memiliki konsumsi daya yang cukup besar yaitu 170 mA sehingga tidak dapat berdiri sendiri dalam jangka waktu yang lama. Komunikasi GSM memiliki kemampuan yang baik dalam melakukan komunikasi jarak jauh karena menggunakan koneksi selular, namun masih menggunakan daya yang cukup besar yaitu sebesar 500 mA hingga 2 A [5]. Penelitian KWh meter berbasis LoRa pernah dilakukan sebelumnya salah satunya yang dilakukan oleh Nurhadi dkk [6]. Penelitian ini berhasil dilakukan namun paket data masih terlalu besar. Hal ini menyebabkan pengiriman data tidak dapat dilakukan menggunakan gateway LoRa.

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan, penulis berencana untuk merancang kWh meter 3 fasa berbasis LoRa. Selain memiliki cakupan yang luas sebesar 5 km hingga 15 km, pemakaian komunikasi LoRa juga dapat menekan biaya karena menggunakan daya yang rendah dan tidak memerlukan kabel [7]. Ukuran paket data dari sistem ini akan dikecilkan sehingga dapat langsung dikirim menggunakan gateway Antares. Diharapkan perangkat kWh meter ini dapat membantu dalam melakukan upaya pemanfaatan energi listrik secara efektif dan efisien.

II. KAJIAN TEORI

Perangkat dirancang untuk dapat mengirimkan data pemakaian energi listrik menggunakan kWh meter 3 fasa dengan komunikasi LoRa berbasis *Internet of Things* yang dapat diakses dari jarak jauh. KWh meter akan dipasang di dalam laboratorium dan gateway yang digunakan adalah gateway yang telah tersedia.

A. Sistem Pemantauan Konsumsi Listrik

Monitoring atau pemantauan adalah suatu sistem yang dirancang untuk melakukan pengawasan secara terus menerus. Tujuan dari pemantauan yaitu untuk mengkaji apakah langkah-langkah yang dilaksanakan telah sesuai untuk mendapatkan suatu hasil yang diinginkan [8]. Contoh pengaplikasiannya yaitu pada sistem monitoring kualitas udara yang akan mengirim informasi kualitas udara. Selain itu sistem monitoring juga dapat diaplikasikan untuk konsumsi listrik agar dapat membantu dalam meningkatkan penggunaan listrik secara efektif dan efisien.

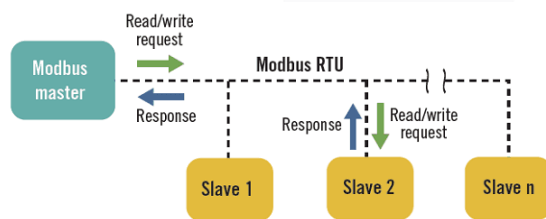
B. Perangkat KWh Meter

KWh meter adalah alat yang berfungsi untuk mengukur jumlah besaran-besaran listrik yang digunakan pada suatu perumahan maupun industri. Berdasarkan penggunaannya, kWh meter dapat dibagi menjadi kWh meter satu fasa dan kWh meter tiga fasa. KWh meter satu fasa biasanya digunakan pada rumah-rumah sementara kWh meter tiga fasa biasanya digunakan pada gedung atau area industri.

C. Protokol Modbus RS-485

Modbus merupakan suatu protokol yang berfungsi untuk mengirim informasi antar perangkat elektronik dengan menggunakan koneksi serialnya. Protokol ini merupakan protokol yang paling banyak dilakukan dalam melakukan otomasi industri. Modbus dapat dikategorikan menjadi modbus serial dan modbus ethernet. Pada perancangan alat monitoring ini modbus yang digunakan adalah modbus serial.

Cara kerja dari protokol modbus yaitu dengan menggunakan prinsip master-slave dimana master merupakan perangkat yang akan melakukan permintaan dan slave merupakan perangkat yang akan merespon atau melakukan aksi yang diminta. Dalam pengirimannya, master dapat mengirim permintaan pada satu slave atau pada semua slave[9][10]. Gambar 2.3 merupakan contoh dari arsitektur modbus.



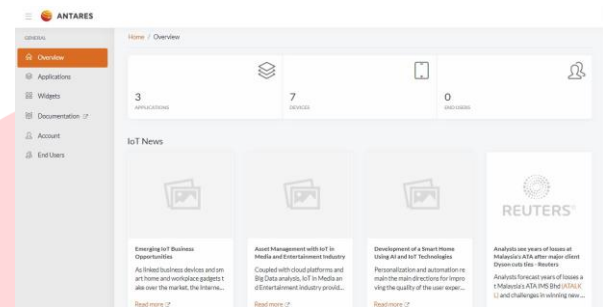
GAMBAR 1 ARSITEKTUR MODBUS [11]

D. LoRa

LoRa atau Long Range adalah suatu sistem komunikasi nirkabel jarak jauh yang pengembangannya didukung oleh LoRa Alliance. Sistem ini bekerja dengan menggunakan teknik modulasi Chirp Spread Spectrum (CSS) sehingga dapat mengirim data jarak jauh dengan daya yang rendah [12]. LoRa bekerja menggunakan frekuensi ISM (Industrial, Scientific, and Medical) yaitu pada frekuensi 433 MHz untuk wilayah Asia, 868 MHz untuk wilayah Eropa, dan 915 MHz untuk wilayah Amerika Utara [13][14]. Sesuai dengan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informasi, penggunaan LoRa ditetapkan pada frekuensi 915 MHz [15]. LoRa dapat melakukan komunikasi sejauh 5 km pada perkotaan dan 15 km pada pedesaan [16]

E. Antares

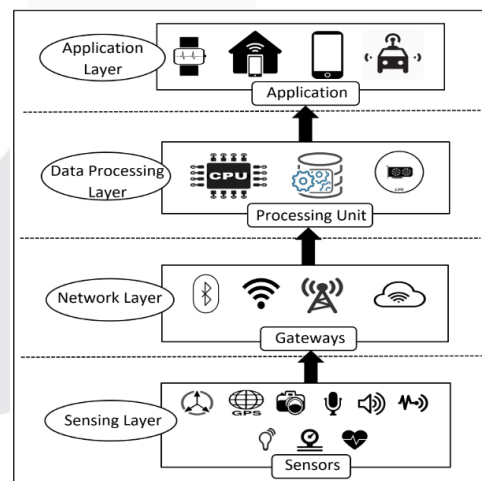
Penelitian ini membutuhkan cloud untuk menyimpan data yang telah dikirim dari gateway. Antares merupakan Platform Internet of Things (IoT) milik PT Telkom Indonesia yang menyediakan berbagai fitur. Salah satu fiturnya yaitu data storage dan device management yang akan memudahkan dalam pengembangan IoT. Kelebihan dari Antares yaitu sudah menyediakan API dan memiliki standar global one M2M. Platform Antares juga mendukung berbagai macam bahasa pemrograman meliputi Arduino, ESP, dan Raspberry Pi. Selain itu konektivitas yang terhubung dengan Antares juga beragam beberapa di antaranya yaitu LTE dan LoRa.



GAMBAR 2 TAMPILAN PLATFORM IOT ANTARES

F. Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah sebuah interkoneksi dari sensor, hardware, software dan koneksi internet yang akan menghasilkan suatu informasi dan dapat diakses oleh penggunaannya. Contoh dari teknologi yang dapat membantu pengembangan IoT diantaranya yaitu RFID, WSN, dan Cloud Computing. Sudah ada beberapa contoh pengaplikasian IoT seperti mengatur cepat atau lambatnya siklus lampu berdasarkan jumlah kendaraan pada Smart Traffic System [17].



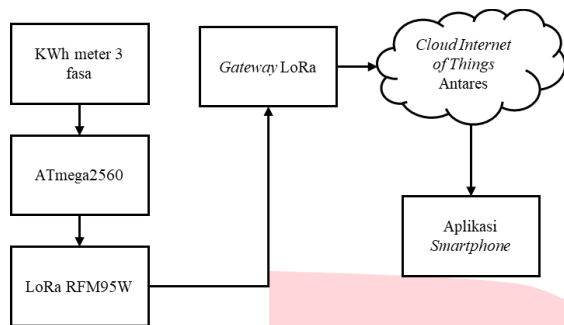
GAMBAR 3 LAYER IOT

III. METODE

Perancangan kWh meter tiga fasa berbasis Internet of Things (IoT) ini terfokus pada sistem komunikasi yang akan menghubungkan kWh meter dengan cloud IoT. Sistem ini memanfaatkan RS485 yang dimiliki power meter sebagai protokol komunikasi yang akan menghubungkan kWh meter dengan mikrokontroler. Setelah itu data tersebut akan diteruskan oleh LoRa untuk dikirim ke gateway. Selanjutnya gateway akan meneruskan data ke platform IoT Antares. Data

yang sudah diterima oleh cloud nantinya dapat diolah untuk ditampilkan pada aplikasi smartphone. Penelitian ini hanya terfokus hingga data diterima oleh cloud. Adapun aplikasi yang digunakan adalah aplikasi yang telah ada.

A. Desain Sistem

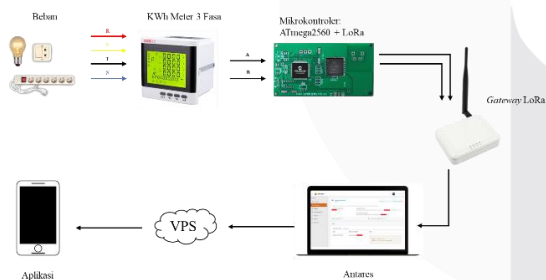


GAMBAR 4 DIAGRAM BLOK SISTEM

Sistem ini dimulai dengan pengambilan data yang dilakukan oleh kWh meter 3 fasa. Setelah data diambil, ATmega2560 akan membaca data dengan menggunakan komunikasi serial RS485. Selanjutnya data akan dikirim ke LoRa RFM95W sebagai end node dan diteruskan ke gateway LoRa. Gateway LoRa akan mengirim data ke cloud Internet of Things yaitu Antares untuk disimpan. Selanjutnya data yang sudah tersimpan di cloud dapat diolah untuk nantinya ditampilkan melalui aplikasi smartphone. Aplikasi smartphone yang digunakan pada penelitian ini adalah aplikasi yang sudah ada.

B. Desain Perangkat Keras

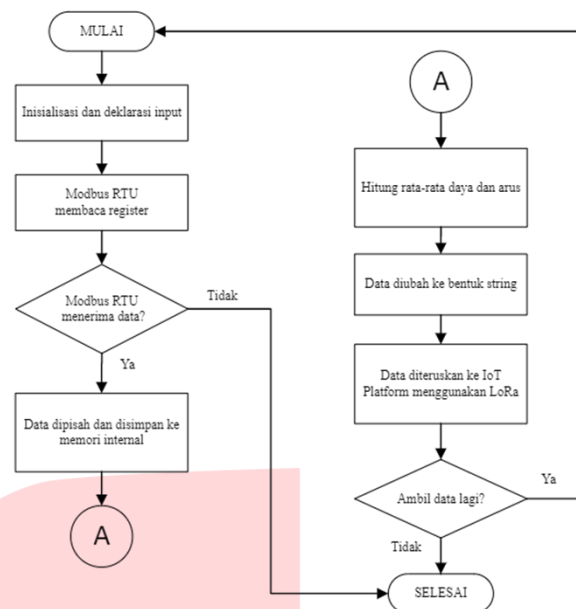
Komponen yang digunakan pada perangkat keras sistem ini adalah Power Meter ZM194-D9Y, ATmega2560, dan modul komunikasi LoRa RFM95W. perangkat-perangkat tersebut akan dirangkai menjadi suatu sistem yang dapat melakukan monitoring kWh meter tiga fasa. Desain perangkat keras dari sistem ini dapat dilihat pada Gambar 5.



GAMBAR 5 DESAIN PERANGKAT KERAS SISTEM

C. Desain Perangkat Lunak

Dalam merancang suatu sistem dibutuhkan flowchart atau diagram alir sebagai acuan dari proses yang akan dibuat di dalam sistem. Berikut diagram alir dari sistem yang akan dibuat pada penelitian ini:



GAMBAR 6 DIAGRAM ALIR SISTEM

Diagram alir dari kWh meter tiga fasa menggunakan komunikasi LoRa dapat dilihat pada Gambar 3.7. Sistem ini dirancang menggunakan bahasa C. Proses dari sistem ini diawali dengan pembacaan register oleh modbus RTU setiap 3 detik. Selanjutnya data yang telah dibaca akan dipisah sesuai dengan address mapping yang ada pada datasheet power meter. Selanjutnya akan dilakukan rata-rata setiap 40 kali pembacaan parameter-parameter listrik. Setelah itu data akan dikirim oleh LoRa ke gateway dengan interval waktu 2 menit. Setelah diterima oleh gateway, data akan diteruskan ke cloud Antares untuk disimpan. Monitoring akan dilakukan melalui aplikasi dengan mengambil data yang sudah tersimpan di cloud Antares.

D. Parameter Pengujian

Parameter pengujian pada penelitian ini adalah Quality of Service (QoS). QoS adalah parameter yang menentukan berjalan atau tidaknya sistem sesuai dengan standar kualitas yang telah ditentukan. QoS terdiri dari beberapa parameter, yaitu:

a. Delay

Delay menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengiriman data. Delay dapat dipengaruhi oleh beberapa hal seperti jarak dan media fisik. Rumus untuk menentukan delay, yaitu:

$$\text{Delay} = \text{Waktu paket diterima} - \text{Waktu paket dikirim} \quad (1)$$

b. Packet Loss

Packet Loss adalah parameter yang menunjukkan jumlah paket data yang tidak sampai ke tujuan. Rumus untuk menentukan packet loss, yaitu:

$$\text{Packet Loss} = \frac{\text{Paket dikirim} - \text{paket diterima}}{\text{Paket dikirim}} \times 100\% \quad (2)$$

c. RSSI

Received Signal Strength Indicator (RSSI) adalah parameter untuk mengetahui sensitivitas atau daya minimum sehingga sinyal dapat diterima [18]. Sinyal dikatakan baik apabila RSSI yang diperoleh mendekati 0. Nilai RSSI dinyatakan dalam dBm dan memiliki nilai negatif. Nilai RSSI dibagi menjadi beberapa indikator seperti pada Tabel 3.

TABEL 1 INDIKATOR SINYAL RSSI [19]

RSSI (dBm)	Keterangan
-30 s/d -60	Sangat kuat
-60 s/d -90	Sangat baik
-90 s/d -105	Baik
-105 s/d -115	Buruk
-115 s/d -120	Sangat buruk

d. SNR

Signal to Noise Ratio (SNR) adalah parameter yang digunakan untuk mengetahui kualitas sinyal yang memiliki derau (noise) [18]. Semakin besar nilai SNR maka semakin kuat sinyal yang diterima. SNR dinyatakan dalam dB.

$$SNR = 10 \log_{10} (S/N) \quad (3.3)$$

Dimana,

S = Daya sinyal rata-rata (Watt)

N = Daya derau (Watt)

TABEL 2 SNR BERDASARKAN SF [19]

SF	SNR
7	-7,5 dB
8	-10 dB
9	-12,5 dB
10	-15 dB
11	-17,5 dB
12	-20 dB

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

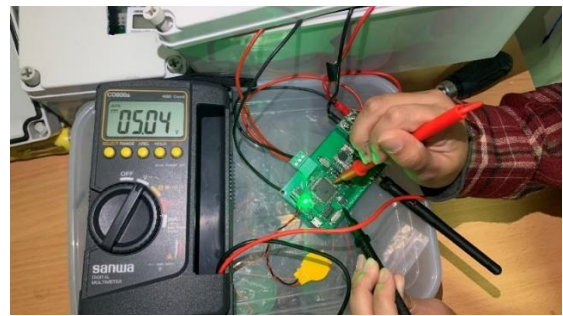
Pada bagian ini akan dipaparkan pengujian dan analisa dari hasil pengujian rancang bangun komunikasi kWh meter 3 fasa berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan LoRa. Pengujian ini dilakukan untuk melihat keberhasilan dari alat yang telah dibuat dan mengetahui kelayakannya. Adapun pengujian yang dilakukan:

1. Pengujian rancang bangun kWh meter 3 fasa
2. Pengujian pembacaan data besaran listrik kWh meter 3 fasa
3. Pengujian kualitas pengiriman data menggunakan LoRa

A. Pengujian Rancang Bangun KWh Meter 3 Fasa

1. Pengujian Blok Mikrokontroler

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keberhasilan fungsi dari rangkaian mikrokontroler. Pengujian pertama dilakukan dengan mengukur tegangan listrik pada pin VCC dan GND ATmega2560 dengan menggunakan alat ukur multimeter. Apabila multimeter mendeteksi adanya tegangan pada komponen dengan nilai yang sesuai, maka rangkaian ini dianggap berhasil.

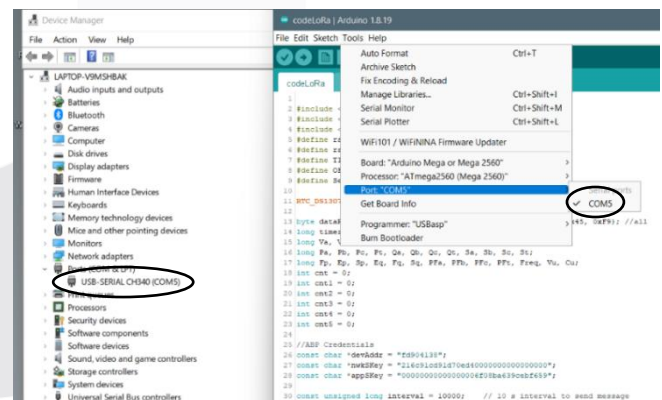


GAMBAR 7 PENGUKURAN TEGANGAN ATMEGA2560

TABEL 3 HASIL PENGUKURAN TEGANGAN ATMEGA2560

Data ke-	Tegangan (V)
1	5.04
2	5.03
3	5.05
4	5.04
5	5.04
6	5.03
7	5.02
8	5.03
9	5.04
10	5.04
Rata-rata	5.036

Tabel 3 merupakan hasil pengujian pada blok mikrokontroler ATmega2560. Berdasarkan pengujian didapatkan hasil tegangan terendah sebesar 5,02 Volt dan tegangan tertinggi adalah 5,05 Volt. Dari 10 data yang telah diambil didapatkan rata-rata tegangan sebesar 5,036 Volt.



GAMBAR 8 PENGUJIAN USB SERIAL PADA PERANGKAT DIGITAL

Selain itu juga dilakukan pengujian dengan menghubungkan komunikasi serial USB dengan perangkat digital yaitu laptop. Gambar 3 merupakan hasil pengujian yang menandakan komunikasi serial USB terdeteksi pada perangkat digital.

2. Pengujian Blok Modul Komunikasi Serial Modbus RTU

Pengujian ini dilakukan untuk menguji keberhasilan fungsi blok modul komunikasi serial modbus RTU.

Komunikasi serial modbus RTU yang digunakan adalah RS485. Apabila komunikasi serial dapat membaca data, maka fungsi kerja blok ini dianggap berhasil. Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan pada pin VCC dan GND IC serial MAX485.



GAMBAR 9 PENGUKURAN TEGANGAN IC MAX485

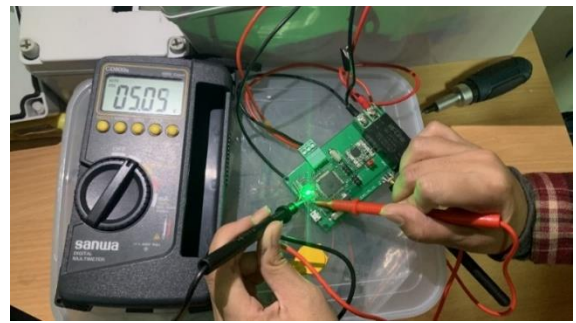
TABEL 4 HASIL PENGUKURAN TEGANGAN IC MAX485

Data ke-	Tegangan (V)
1	5.05
2	5.1
3	5.03
4	5.04
5	5.04
6	5.03
7	5.1
8	5.05
9	5.09
10	5.04
Rata-rata	5.057

Tabel 4 merupakan hasil pengujian tegangan IC MAX485. Dapat dilihat bahwa didapatkan tegangan terendah sebesar 5,03 Volt dan tegangan terendah sebesar 5,1 Volt. Dari 10 data yang diambil didapatkan rata-rata tegangan sebesar 5,057 Volt. Besar tegangan yang didapatkan masih masuk ke dalam batas toleransi dari IC MAX485.

3. Pengujian Blok Modul RTC

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keberhasilan fungsi dari blok modul RTC. Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan pada pin VCC dan GND komponen. Komponen yang digunakan pada tugas akhir ini adalah DS1307. Apabila rangkaian modul RTC berfungsi, maka multimeter akan mendeteksi adanya tegangan yang masuk pada kaki VCC DS1307.

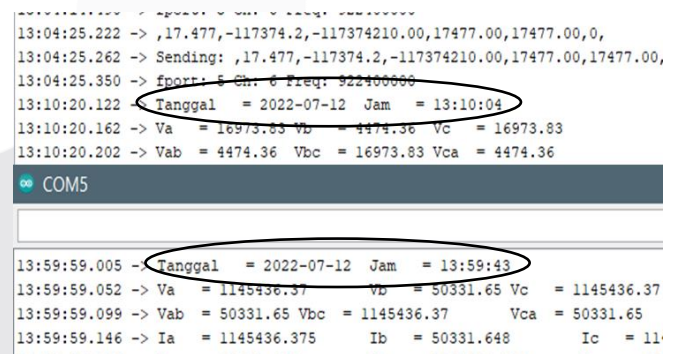


GAMBAR 10 PENGUKURAN TEGANGAN DS1307

TABEL 5 HASIL PENGUKURAN TEGANGAN DS1307

Data ke-	Tegangan (V)
1	5.05
2	5.02
3	5.03
4	5.1
5	5.04
6	5.04
7	5.05
8	5.03
9	5.05
10	5.04
Rata-rata	5.045

Tabel 5 merupakan hasil pengujian tegangan DS1307. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil tegangan terendah yaitu 5,02 Volt dan tegangan tertinggi yaitu 5,1 Volt. Dari 10 data yang diambil didapatkan rata-rata tegangan sebesar 5,045 Volt. Hasil pengujian menunjukkan tegangan masih masuk ke dalam batas toleransi kerja komponen DS1307.



GAMBAR 11 PENGUJIAN RANGKAIAN RTC PADA SERIAL MONITOR

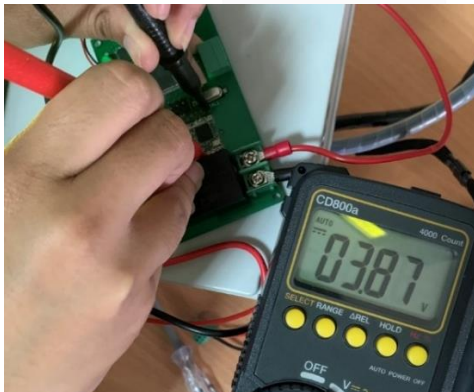


GAMBAR 12 PENGUJIAN RANGKAIAN RTC PADA ANTARES

Hasil pengujian rangkaian RTC dapat dilihat pada Gambar 11 dan Gambar 12. Pada gambar terlihat bahwa waktu yang ditunjukkan adalah waktu terakhir sebelum daya pada alat dimatikan dan sesudah alat dihidupkan kembali setelah 50 menit. Setelah diberi daya masukan kembali, waktu yang ditunjukkan sesuai dengan waktu terbaru.

4. Pengujian Blok Modul LoRa

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keberhasilan fungsi dari modul LoRa RFM95W. Pengujian pertama dilakukan dengan mendeteksi tegangan pada kaki VCC komponen menggunakan multimeter. Apabila rangkaian modul berfungsi, maka akan terdeteksi adanya tegangan pada komponen.

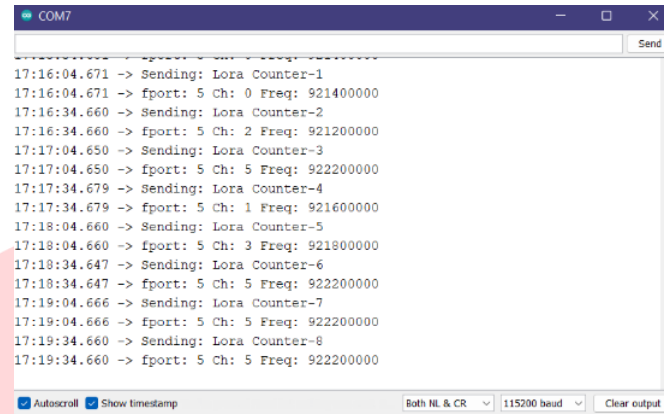


GAMBAR 13 PENGUKURAN TEGANGAN MODUL LORA

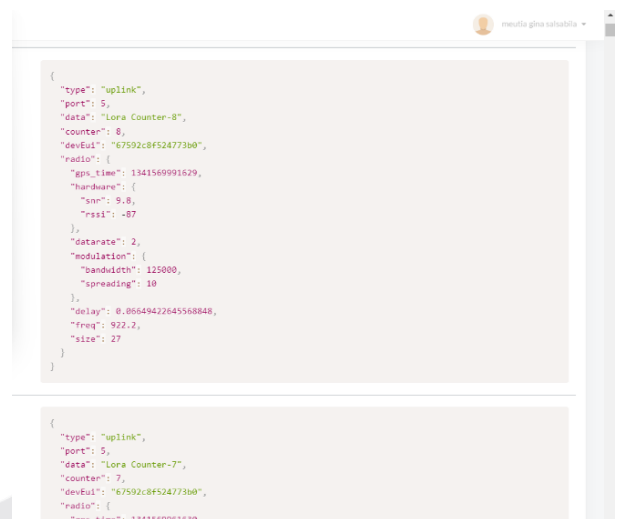
TABEL 6 HASIL PENGUKURAN TEGANGAN MODUL LORA

Data ke-	Tegangan (V)
1	3.87
2	3.77
3	3.91
4	3.82
5	3.83
6	3.88
7	3.75
8	3.79
9	3.81
10	3.85
Rata-rata	3.828

Tabel 6 merupakan hasil pengujian pengukuran tegangan pada blok LoRa. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan tegangan terendah yaitu sebesar 3,75 Volt dan tegangan tertinggi yaitu 3,91 Volt. Dari 10 data yang diambil didapatkan rata-rata tegangan sebesar 3,828 Volt. Besar tegangan yang didapatkan masih masuk ke dalam batas toleransi komponen modul LoRa.

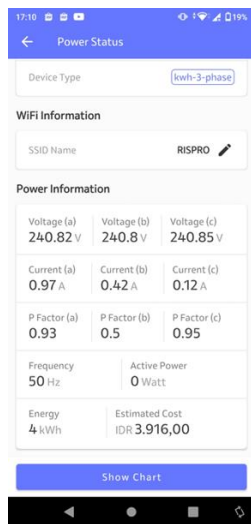


GAMBAR 14 PENGUJIAN MODUL KOMUNIKASI LORA PADA SERIAL MONITOR



GAMBAR 15 PENGUJIAN MODUL KOMUNIKASI LORA PADA ANTARES

Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 15. Berdasarkan gambar terlihat pada serial monitor Arduino IDE bahwa modul komunikasi LoRa telah mengirim paket data yang telah dimasukkan melalui program. Kemudian pada Gambar 10 dapat dilihat bahwa paket data yang dikirim telah diterima oleh Antares.

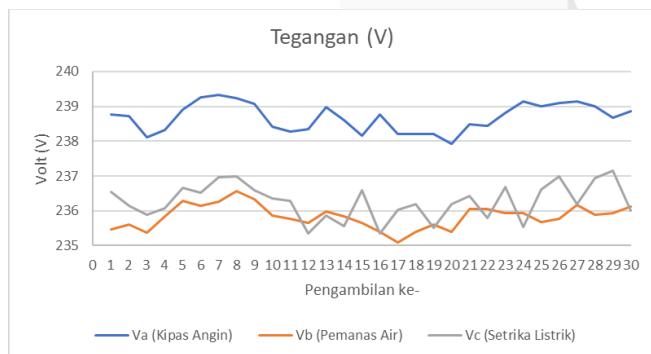


GAMBAR 19 TAMPILAN DATA PADA APLIKASI

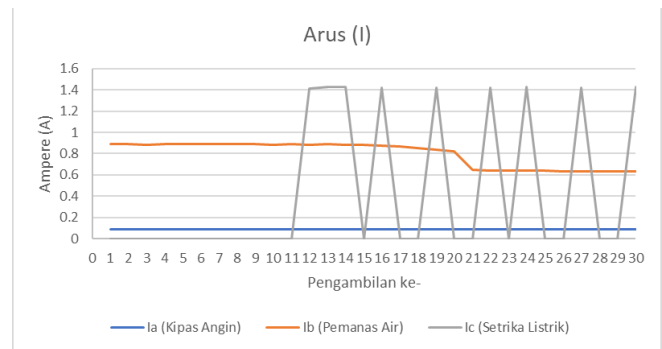
Gambar 19 merupakan tampilan data hasil pengiriman ke Antares pada aplikasi. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa rangkaian keseluruhan berhasil bekerja. Komunikasi serial berhasil membaca data dari power meter, mikrokontroler berhasil mengambil data, dan LoRa berhasil mengirim paket data.

B. Pengujian Pembacaan Data Besaran Listrik KWh Meter 3 Fasa

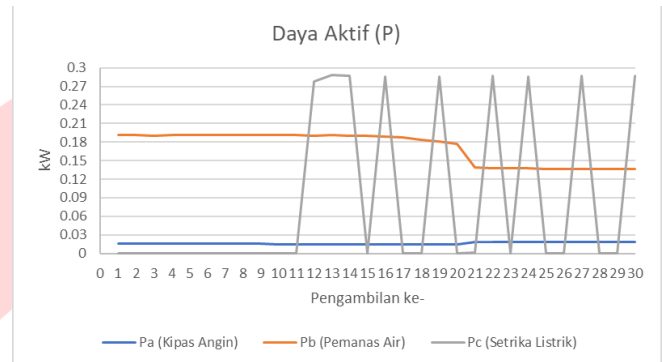
Pengujian akan dilakukan dengan menghubungkan rangkaian dengan power meter tiga fasa melalui protokol modbus komunikasi serial RS485. Skenario pengujian yaitu dengan mengambil 30 data dengan interval 2 menit untuk masing-masing data. Pada fasa A akan diberikan beban kipas angin sebesar 22 Watt, fasa B akan diberikan beban water heater sebesar 200 Watt, dan fasa C akan diberikan beban setrika listrik sebesar 350 Watt. Data yang akan diambil adalah tegangan (V), arus (A), daya aktif (kW), daya reaktif (kVAR), daya semu (kVA), power factor, dan frekuensi (Hz). Berikut grafik hasil pembacaan data power meter:



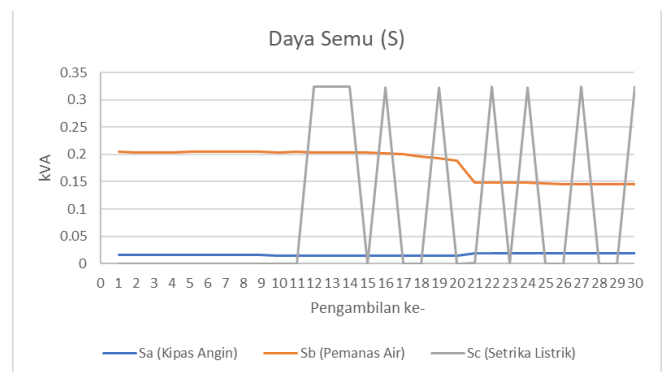
GAMBAR 20 GRAFIK TAMPILAN TEGANGAN



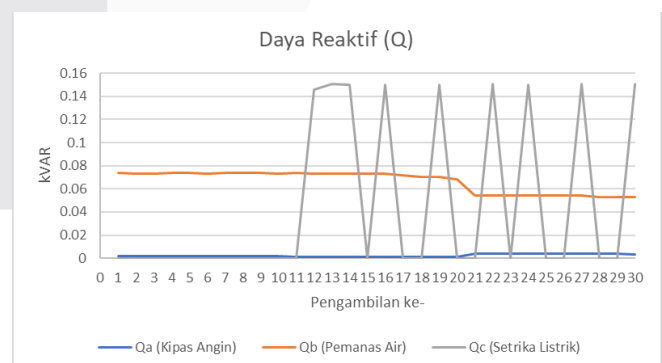
GAMBAR 21 GRAFIK TAMPILAN ARUS



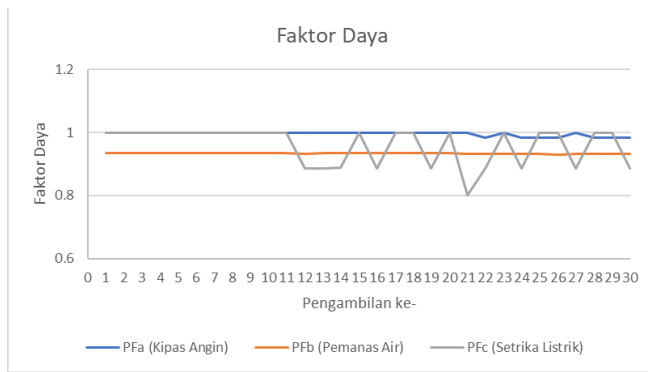
GAMBAR 22 GRAFIK TAMPILAN DAYA AKTIF



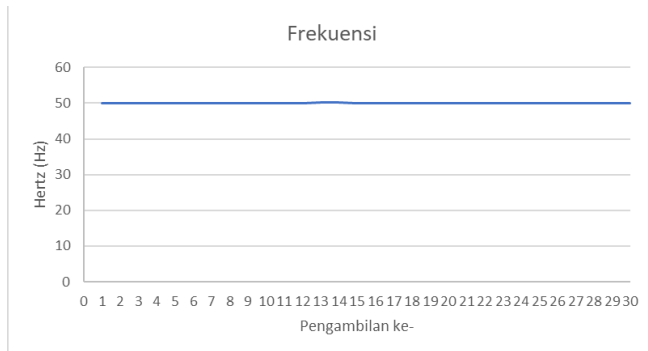
GAMBAR 23 GRAFIK TAMPILAN DAYA SEMU



GAMBAR 24 GRAFIK TAMPILAN DAYA REAKTIF



GAMBAR 25 GRAFIK TAMPILAN FAKTOR DAYA



GAMBAR 26 GRAFIK TAMPILAN FREKUENSI

Setelah dilakukan pembacaan data power meter, didapatkan nilai satuan listrik seperti tegangan (V), arus (A), daya aktif (P), daya reaktif (Q), daya semu (S), faktor daya, dan frekuensi. Dari pengujian ini didapatkan hasil pembacaan power meter sesuai dengan data yang ingin dibaca yaitu sebanyak 30 data. Pengujian ini berjalan dengan baik dan tidak ada kendala dari rangkaian maupun dari power meter.

C. Pengujian Kualitas Pengiriman Data Menggunakan LoRa

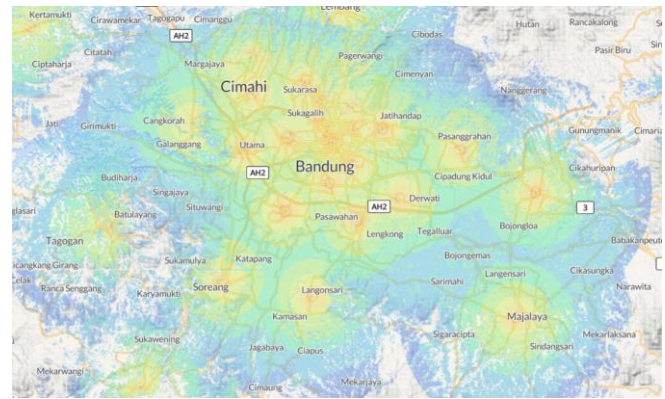
Parameter kualitas pengiriman menggunakan LoRa dapat dilihat pada Antares. Pada pengujian ini parameter pengiriman yang digunakan adalah seperti tabel di bawah:

TABEL 8 PARAMETER YANG DIGUNAKAN PADA PENELITIAN

Parameter	Nilai
Bandwith	125000
Spreading Factor	10
Frekuensi	920 – 923 MHz

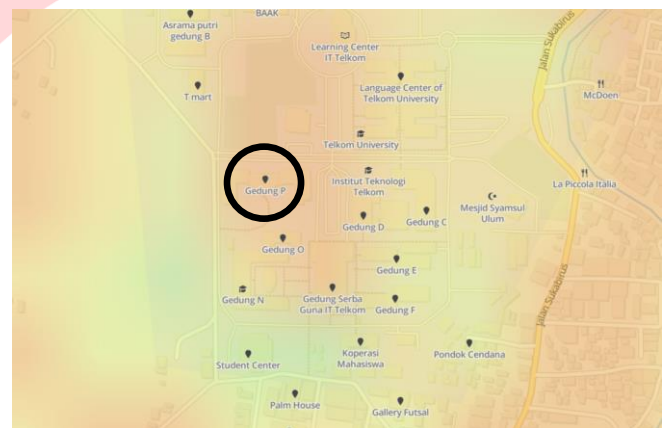
Adapun parameter yang akan diuji pada penelitian ini yaitu SNR, RSSI, dan delay. Penelitian dilakukan dengan mengirimkan 30 paket data ke Platform IoT Antares. Setiap paket data berisi data besaran listrik kWh meter yang terbagi menjadi 6 data. Pengujian ini menggunakan 3 device Antares karena adanya batas uplink menggunakan LoRa pada Antares yaitu sebanyak 75 kali.

Parameter tersebut dipengaruhi oleh kekuatan sinyal LoRa yang dapat dilihat pada peta coverage pada Gambar 27.



GAMBAR 27 PETA COVERAGE SINYAL LORA

Gambar 4.22 menunjukkan peta coverage sinyal LoRa yang ada di Bandung. Terdapat 5 warna sebagai parameter kekuatan sinyal LoRa. Warna merah menandakan sinyal kuat, warna jingga menandakan sinyal sedang, warna kuning menandakan sinyal lemah, warna hijau menandakan sinyal sangat lemah, dan warna biru menandakan tidak ada sinyal.

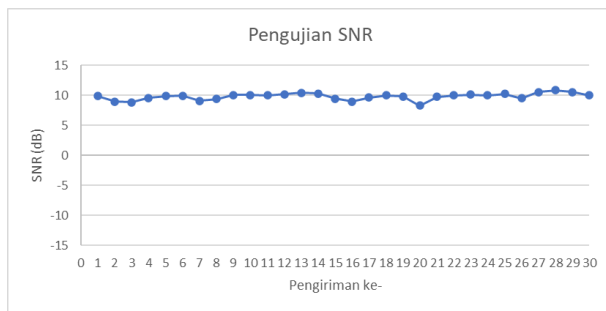


GAMBAR 28 PETA COVERAGE SINYAL LORA DI LOKASI PENELITIAN

Gambar 28 menunjukkan lokasi pengujian LoRa pada penelitian ini yaitu di Gedung P Universitas Telkom. Seperti yang ditunjukkan oleh gambar bahwa lokasi pengujian berada pada warna merah dan jingga. Hal ini menunjukkan bahwa lokasi memiliki sinyal LoRa yang bersifat kuat hingga sedang.

1. Pengujian SNR

Pengujian ini dilakukan untuk melihat perbandingan antara sinyal yang diterima terhadap derau (noise). Nilai SNR yang tinggi memiliki arti bahwa sinyal yang diterima lebih banyak dibanding noise. Pengujian ini dilakukan dengan mengirim 30 paket data ke Antares selama 60 menit dengan interval pengiriman 2 menit. Berikut grafik hasil pengujian SNR:

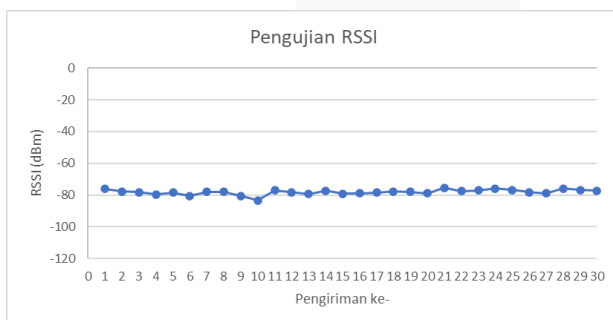


GAMBAR 29 GRAFIK PENGUJIAN SNR

Pengujian ini mendapatkan beberapa hasil pengukuran SNR. Gambar 29 menunjukkan hasil SNR pengiriman paket data dari node ke Platform IoT Antares. Pengujian ini mendapatkan hasil rata-rata SNR yaitu 9.81 dB. SNR yang didapatkan masuk dalam kategori bagus karena bernilai positif menandakan bahwa sinyal yang diterima lebih kuat dibanding noise. Dari hasil pengujian didapatkan nilai SNR terendah yaitu 8.28 dB dan nilai SNR tertinggi yaitu 10.87 dB.

2. Pengujian RSSI

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kuat sinyal yang diterima. RSSI dikatakan baik apabila semakin mendekati nilai 0. Nilai RSSI bernilai negatif dan memiliki nilai minimum -120 dBm. Pengujian dilakukan dengan mengirim 30 paket data selama 60 menit dengan interval pengiriman 2 menit ke Platform IoT Antares. Berikut grafik hasil pengujian RSSI:

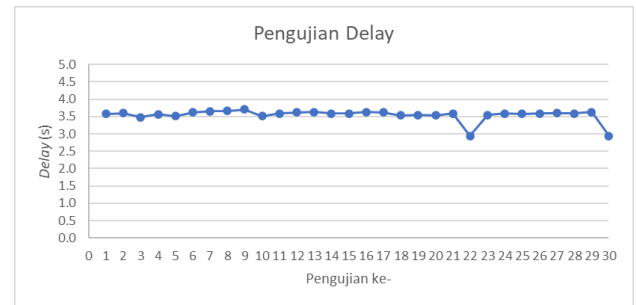


GAMBAR 30 GRAFIK PENGUJIAN RSSI

Pada pengujian ini didapatkan beberapa hasil pengukuran RSSI. Gambar 30 menunjukkan hasil pengujian RSSI yang didapat dari pengiriman 30 paket data ke Platform IoT Antares. Pengujian ini mendapatkan nilai rata-rata RSSI sebesar -78.14 dBm. RSSI yang didapatkan relatif stabil. Nilai RSSI terendah yang didapatkan yaitu -83.3 dBm dan nilai tertingginya yaitu -75.5 dBm.

3. Pengujian Delay

Pengujian ini dilakukan untuk mengukur waktu tunda pada pengiriman ketika paket data dikirim dari node hingga sampai gateway. Semakin besar nilai delay semakin lama pula paket data sampai di tujuan. Pengujian dilakukan dengan mengirim 30 paket data selama 60 menit ke Platform IoT Antares dengan interval 2 menit. Berikut hasil pengujian delay:



GAMBAR 31 GRAFIK PENGUJIAN DELAY

Pada Gambar 31 merupakan hasil pengujian delay dari pengiriman 30 paket data ke Platform IoT Antares. Nilai rata-rata delay yang didapatkan dari pengujian ini adalah sebesar 3.546 detik. Nilai delay terendah adalah 3.485 detik. Sementara nilai tertinggi yaitu 3.702 detik.

4. Pengujian Packet Loss

Pengujian ini dilakukan untuk mengukur jumlah data yang tidak sampai atau hilang. Pengujian dilakukan dengan mengirim 30 paket data selama 60 menit ke Platform IoT Antares. Pengiriman dilakukan dengan menggunakan 3 device Antares dengan masing-masing device terdiri dari 10 paket data. Setiap 10 paket data berisi 6 data yang dikirim dari node kWh meter sehingga setiap device menerima 60 data.

TABEL 9 HASIL PENGUJIAN PACKET LOSS

Pengujian ke-	Paket yang dikirim	Paket yang diterima	Packet Loss (%)
1	60	60	0%
2	60	60	0%
3	60	58	3.33%
Total	180	178	1.11%

Pada Tabel 9 menunjukkan hasil pengujian dari paket data yang dikirim. Pada pengujian 1 dan 2 tidak ada paket data yang hilang sehingga mendapatkan nilai packet loss 0%. Pada pengujian 3 terdapat 2 paket data yang hilang sehingga mendapatkan nilai packet loss 3.33%. Packet loss keseluruhan pengiriman 180 paket data dari pengujian ini dapat dikategori bagus karena hanya memiliki nilai 1.11%.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan, pengujian, dan analisa yang dilakukan, dapat disimpulkan rangkaian yang digunakan untuk membaca data kelistrikan power meter 3 fasa dan mengirim ke Platform IoT Antares telah terintegrasi dalam PCB yang terdiri dari blok mikrokontroler, blok RS485, blok RTC, dan blok modul komunikasi LoRa. Pengujian pembacaan data besaran listrik menggunakan RS485 dilakukan dengan mengambil 30 data dari kWh meter 3 fasa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pembacaan 30 data besaran listrik berhasil dilakukan. Pengujian komunikasi menggunakan LoRa dilakukan dengan mengirim 30 paket

data. Setiap paket data berisi data besaran listrik kWh meter yang terbagi menjadi 8 data. Hasil pengujian memiliki nilai rata-rata SNR 9.81 dB, RSSI -78.14 dBm, delay 3.546 detik, dan packet loss 1.11%. Nilai terendah yang didapatkan untuk SNR 8.28 dB, RSSI -83.3 dBm, delay 3.485 detik, dan packet loss 3.33%. Untuk hasil tertinggi yaitu SNR 10.87 dB, RSSI -75.5 dBm, delay 3.702 detik dan packet loss 0%.

REFERENSI

- [1] S. Darma, Yusmartato, and Akhiruddin, "Studi Sistem Peneraan kWh Meter," *Journal of Electrical Technology*, vol. 4, no. 3, Oct. 2019.
- [2] I. B. F. Citarsa, I. M. A. Nrratha, and R. Hidayat, "Rancang Bangun Smart kWh Meter 3 Fase dengan Komunikasi SMS Gateway," *DIELEKTRIKA*, vol. 7, no. 2, p. 140, Aug. 2020, doi: 10.29303/dielektrika.v7i2.246.
- [3] Dr. R. Mishra, A. Pandey, and J. Savariya, "Application of Internet of Things: Last Meter Smart Grid and Smart Energy Efficient System," *IEEE*, 2020.
- [4] S. R. Jino Ramson, S. Vishnu, and M. Shanmugam, "Applications of Internet of Things (IoT)-An Overview," in *ICDCS 2020 - 2020 5th International Conference on Devices, Circuits and Systems*, Mar. 2020, pp. 92–95. doi: 10.1109/ICDCS48716.2020.243556.
- [5] T. Susilawati and I. Awaludin, "Eksplorasi Sensor , GPS, dan Moda Komunikasi Nirkabel Internet Of Things," *Ikra-Ith Informatika*, vol. 3, no. 2, pp. 96–103, 2019.
- [6] A. A. Nurhadi, D. Darlis, and M. A. Murti, "Implementasi Modul Komunikasi LoRa RFM95W Pada Sistem Pemantauan Listrik 3 Fasa Berbasis IoT," *Ultima Computing : Jurnal Sistem Komputer*, vol. 13, no. 1, pp. 17–21, 2021, doi: 10.31937/sk.v13i1.2065.
- [7] A. I. Ali, S. Z. Partal, S. Kepke, and H. P. Partal, "ZigBee and LoRa based Wireless Sensors for Smart Environment and IoT Applications," *IEEE*, 2019.
- [8] A. Herliana and P. M. Rasyid, "Sistem Informasi Monitoring Pengembangan Software Pada Tahap Development Berbasis Web," *Jurnal Informatika*, vol. 3, no. 1, pp. 41–50, May 2016.
- [9] Nurpadmi, "Studi Tentang Modbus Protokol Pada Sistem Kontrol," *Forum Teknologi*, vol. 01, no. 2, Dec. 2010.
- [10] Rifqi, "Modbus Protokol dan Serial Standard – Rifqi-On Com." 2011.
- [11] W. L. Mostia, "Introduction to Modbus," *National Instruments*, 2019.
- [12] K. Oratile, I. Bassey, and M. A.-M. Adnan, "IoT Devices and Applications based on LoRa/LoRaWAN," *IEEE International Conference on Communications*, pp. 6107–6112, 2017.
- [13] T. Istiana, R. Y. Mardiansyah, and G. S. B. Dharmawan, "Kajian Pemanfaatan IoT Berbasis LPWAN Untuk Jaringan Akuisisi Data ARG," *Elektron : Jurnal Ilmiah*, vol. 12, no. 1, pp. 1–6, 2020, doi: 10.30630/eji.12.1.155.
- [14] A. Augustin, J. Yi, T. Clausen, and W. M. Townsley, "A study of Lora: Long range & low power networks for the internet of things," *Sensors (Switzerland)*, vol. 16, no. 9, Sep. 2016, doi: 10.3390/s16091466.
- [15] A. R. Batong, P. Murdiyat, and A. H. Kurniawan, "Analisis Kelayakan LoRa Untuk Jaringan Komunikasi Sistem Monitoring Listrik Di Politeknik Negeri Samarinda," *PoliGrid*, vol. 1, no. 2, p. 55, Dec. 2020, doi: 10.46964/poligrid.v1i2.602.
- [16] Semtech Corporation, "LoRa and LoRaWAN: A Technical Overview," *Semtech Technique Paper*, no. December 2019, pp. 1–17, 2020.
- [17] M. U.Farooq, M. Waseem, S. Mazhar, A. Khairi, and T. Kamal, "A Review on Internet of Things (IoT)," *Int J Comput Appl*, vol. 113, no. 1, pp. 1–7, 2015, doi: 10.5120/19787-1571.
- [18] A. S. Ayuningtyas, I. Uke, K. Usman, and I. Alinursafa, "Analisis Perencanaan Jaringan Lora (Long Range) Di Kota Surabaya Lora (Long Range) Network Planning Analysis in Surabaya City," vol. 7, no. 2, pp. 3350–3358, 2020.
- [19] D. Sallyna, U. K. Usman, and M. A. Murti, "Perencanaan Jaringan Long Range (LoRa) Pada Frekuensi 920 MHz – 923 MHz Di Kota Bandung Long Range (LoRa) Network Planning With Frequency 920 MHz – 923 MHz In Bandung City," *E-Proceeding of Engineering*, vol. 7, no. 1, pp. 1–8, 2020.