

Implementasi Modul Komunikasi LoRa RFM95W Pada Sistem Pemantauan Listrik 3 Fasa Berbasis IoT

Ahmad Adhitya Nurhadi¹, Denny Darlis², Muhammad Ary Murti³

^{1,2} D3 Teknologi Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom, Bandung, Indonesia

³ S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Bandung, Indonesia

¹ahmadadhityanurhadi@student.telkomuniversity.com, ²dennydarlis@telkomuniversity.ac.id,

³arymurti@telkomuniversity.ac.id

Diterima 27 Mei 2021

Disetujui 19 Juni 2021

Abstract— The use of electricity for large loads such as buildings and industry is a 3-phase electrical system. The manual activity of recording or monitoring data on electricity usage is considered impractical, so the use of IoT devices can be a solution. However, sending data on IoT devices using wired communication and Wi-Fi is considered less suitable considering that the device will be placed in a panel room that is rarely covered in the network. So that the use of other IoT communications such as LoRa can be an option. Therefore, the design and manufacture of LoRa-based IoT devices was carried out. This is done to expand the scope of IoT devices in carrying out 3-phase kWh meter readings. The device sends data through LoRa communication with test parameters, namely RSSI, SNR and throughput. The device made is an interface between a 3-phase kWh meter with LoRa communication which includes a MAX485 IC, ATmega 2560 microcontroller, and LoRa RFM95W communication module. From the test results, the device can send 3-phase kWh meter data every 3.611 seconds with an average throughput of 957.231 bps. LoRa communication performance used in LOS conditions can reach 300 meters with RSSI -107.625 dBm, SNR -13.063 dB. Meanwhile, in non-LOS conditions the lowest RSSI was -103.338 dBm and the lowest SNR was -8.897 dB.

Index Terms— LoRa, microcontroller, 3-phase kWh meter

I. PENDAHULUAN

Listrik merupakan sumber energi yang sangat penting dan sudah menjadi bagian kehidupan yang tak terpisahkan [1]. Sistem listrik yang digunakan untuk beban yang besar seperti gedung atau industri adalah sistem 3 fasa [2]. Penggunaan listrik umumnya dibaca dengan perangkat yang disebut kWh Meter. Perangkat kWh meter konvensional hanya melakukan pengukuran energi aktif serta hasil pengukurannya hanya dapat dibaca pada display, sehingga membutuhkan operator manusia yang bertugas melakukan pencatatan data [3]. Pencatatan data penggunaan listrik manual tentu merepotkan dan memerlukan kerja lebih. Maka dari itu, perangkat Internet of Things (IoT) menjadi pilihan untuk otomasi pencatatan penggunaan listrik [4] [5].

Selain menggunakan perangkat IoT, komunikasi perangkat yang digunakan apabila menggunakan kabel dapat meningkatkan biaya juga merepotkan untuk manajemen kabelnya, sehingga menggunakan komunikasi nirkabel bisa menjadi solusi [6]. Namun, komunikasi nirkabel yang digunakan diharapkan memiliki cakupan yang luas seperti LoRa (long range) [7], mengingat perangkat akan ditempatkan pada ruang panel yang biasanya tidak terjangkau jaringan nirkabel seperti Wi-Fi.

Untuk pengiriman data hasil pembacaan, komunikasi LoRa adalah salah satu opsi terbaik, karena penggunaan daya yang rendah, jangkauan yang jauh dan hanya perlu sebuah kanal komunikasi sebagai gateway untuk menghubungkan beberapa perangkat IoT [7]. Dengan mengkombinasikan komunikasi LoRa dengan perangkat IoT dapat mengamankan data selain efektivitasnya karena menghemat kanal jaringan. Maka dari itu, pembuatan kWh meter IoT 3 fasa berbasis LoRa dapat menjadi solusi untuk masalah pemantauan dan pencatatan penggunaan energi listrik, juga lebih menghemat kanal jaringan.

Pada *paper* ini akan membahas kinerja komunikasi LoRa akan ditunjukkan dengan parameter RSSI, SNR dan throughput dengan dua scenario yaitu LOS (Line of Sight) dan non-LOS.

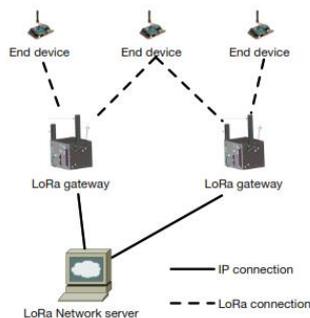
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Long Range (LoRa)

LoRa adalah salah satu sistem komunikasi nirkabel untuk IoT. Sistem ini memiliki kemampuan komunikasi jarak jauh hingga 15 km dengan kondisi LOS (*Line of Sight*) dan berdaya rendah [7]. Sistem ini dipromosikan oleh LoRa Alliance dengan tujuan dapat digunakan dalam perangkat bertenaga baterai yang tahan lama. Teknologi LoRa juga memiliki ketahanan yang baik terhadap derau dalam sistem transmisi. Kelebihan lain sistem ini adalah keamanannya dari serangan siber karena yang terintegrasi dengan jaringan

hanyalah bagian *gateway*. Selain itu, sistem LoRa lebih efisien dalam menghemat kanal komunikasi karena cukup menggunakan sebuah kanal untuk *gateway* dibandingkan sebuah kanal untuk tiap perangkat IoT. LoRa umumnya mengacu pada dua layer yang berbeda, yaitu sebagai berikut [7].

1. *Physical layer*, menggunakan teknik modulasi radio *Chirp Spread Spectrum (CSS)*. *Physical layer* LoRa yang dikembangkan oleh Semtech, memungkinkan komunikasi jarak jauh, daya rendah, dan *throughput* rendah. Ini beroperasi pada pita ISM 433 MHz, 868 MHz atau 915 MHz, tergantung pada wilayah dimana LoRa diterapkan. Muatan setiap transmisi dapat berkisar dari 2-255 byte, dan kecepatan data dapat mencapai hingga 50 Kbps saat agregasi saluran digunakan. Teknik modulasi adalah teknologi milik Semtech [7].
2. Protokol *MAC layer (LoRaWAN)*, menyediakan mekanisme kontrol akses menengah, yang memungkinkan banyak perangkat akhir untuk berkomunikasi dengan *gateway* menggunakan modulasi LoRa. Sementara modulasi LoRa adalah hak milik, LoRaWAN adalah standar terbuka yang dikembangkan oleh LoRa Alliance [7].



Gambar 1. Ilustrasi Arsitektur Jaringan LoRa [7]

B. Modul Komunikasi LoRa RFM95W

Modul RFM95W adalah modul komunikasi LoRa single channel dengan spesifikasi sebagai berikut.

Tabel 1. Spesifikasi Modul RFM95W [8]

<i>Frequency Band</i>	868/915 MHz
<i>Spreading Factor</i>	6 - 12
<i>Bandwidth</i>	125 - 500 kHz
<i>Effective Bitrate</i>	.293 - 37.5 kbps
<i>Estimated Sensitivity</i>	-111 - -136 dBm



Gambar 2. Modul RFM95W [8]

C. Perangkat kWh Meter Berbasis IoT

Pengukuran daya listrik umumnya menggunakan kWh meter [9]. Untuk saat ini, kWh meter dibagi menjadi dua model, yaitu kWh meter analog dan digital. Untuk kWh meter analog merupakan perangkat lawas yang banyak digunakan oleh PLN [3]. Sedangkan kWh meter digital merupakan perangkat yang menggunakan teknologi baru dan datanya dapat diambil [10]. Umumnya kWh meter yang beredar disebut *power meter* dan sudah banyak yang mendukung protokol Modbus dan dilengkapi komunikasi serial RS485 seperti 3-phase power meter ZM194-D97 buatan ZIZM [11].



Gambar 3. Diagram kWh Meter Berbasis IoT

Namun, sistem pemantauan listrik baik dalam penggunaan industri umumnya masih menggunakan sistem onsite dimana ada sebuah komputer yang mencatat dan bahkan beberapa masih dicatat secara manual. Umumnya sistem IoT untuk pemantauan listrik belum bersifat satu kesatuan, dimana ada sebuah mikrokontroler yang dihubungkan dengan modul komunikasi dan perantara [12]. Untuk itu kWh meter IoT adalah sebuah perangkat yang memiliki sistem IoT yang sudah terpasang dan sudah dalam satu kesatuan.

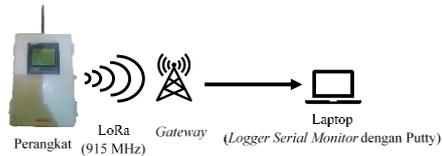


Gambar 4. Ilustrasi Perangkat kWh Meter 3 Fasa Berbasis IoT

III. METODE PENELITIAN

Pengujian kinerja komunikasi LoRa perangkat dilakukan dengan dua skenario yaitu kondisi LOS (Line of Sight) dan kondisi non-LOS. Pengujian kinerja dilakukan di area Universitas Telkom pada tanggal 9 April 2021. Kondisi LOS dilakukan pada area FTE hingga asrama putri Universitas Telkom dengan jarak maksimal 300 m, sedangkan kondisi non-LOS dilakukan di Gedung Deli, Universitas Telkom. Data yang dikirimkan adalah data dummy sebesar 233 karakter (233 byte) dimana data ini berbentuk sebuah String berisi nilai maksimal dari parameter tegangan tiap fasa ke netral, tegangan antar fasa, arus tiap fasa, daya aktif tiap fasa, daya reaktif tiap fasa, daya semu tiap fasa, faktor daya tiap fasa, frekuensi, total energi

aktif dan 35 karakter khusus untuk pemisah tiap parameter.



Gambar 5. Ilustrasi Skenario Pengujian

Pengujian performansi komunikasi LoRa perangkat dilakukan dengan dua kondisi yaitu LOS (Line of Sight) dan Non-LOS menggunakan dua perangkat yang sama dimana salah satu perangkat menjadi transmitter (TX) dan satunya lagi sebagai receiver (RX) (point-to-point). Perangkat RX dihubungkan ke laptop dan diambil datanya menggunakan Putty melalui komunikasi serial (Serial Monitor), sehingga setiap menerima data dari TX, informasi yang diterima akan langsung dicatat pada laptop.

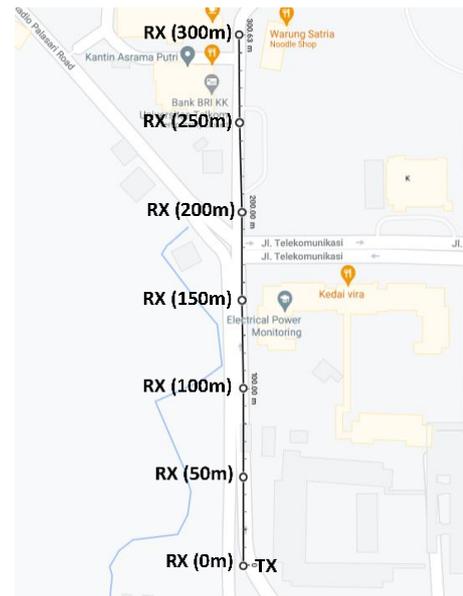
Untuk spesifikasi komunikasi LoRa yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Frekuensi : 915 MHz
2. Gain Antenna Tx/Rx : 5 dB
3. Setting Gain Program : 5 dB
4. Output Power Tx/Rx : 20 dBm
5. Data/Payload : 233 byte

Nilai frekuensi 915 MHz sama dengan frekuensi bawaan dari modul RFM95W, Output Power diatur sesuai maksimal power dari modul RFM95W. Digunakan antena unipole dengan frekuensi 915 MHz dan Gain 5 dB untuk antena perangkat TX dan RX. Juga diatur pada program agar dilakukan penguatan secara internal sama dengan penguatan pada antena. Perangkat TX akan mengirimkan data secara kontinu dengan jeda 1 detik dengan broadcast data rate sebesar 1179,323 bps.

A. Pengujian Kondisi LOS

Pengujian LOS dilakukan di lingkungan Universitas Telkom dengan jarak antara transmitter dan receiver 300 m. Pengambilan data pada sisi receiver dilakukan tiap 50 m selama 5 menit.



Gambar 6. Lokasi Pengujian Kondisi LOS

B. Pengujian Kondisi Non-LOS

Pengujian kondisi Non-LOS dilakukan di Gedung Deli, Universitas Telkom. Transmitter diletakkan di ruang panel P114 lantai 1 Gedung Deli. Ada tiga titik uji receiver dan dilakukan pada tiap lantai. Kondisi Gedung Deli cukup sepi, tetapi terdapat banyak aktivitas pada lantai 2. Lama pengambilan data adalah 5 menit pada tiap titik disetiap lantai.



Gambar 7. Lokasi Pengujian Kondisi Non-LOS

IV. HASIL DAN ANALISIS

A. Kondisi LOS

Dari hasil pengujian kondisi LOS, didapat data sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Pengujian Komunikasi LoRa Kondisi LOS

Jarak (m)	Average RSSI (dBm)	Average SNR (dB)	Real Data Rate (bps)
0	-36,475	8,019	1281,500
50	-81,946	6,250	1259,459
100	-88,455	3,881	1292,091
150	-90,250	2,358	1270,909
200	-94,268	-1,583	1287,048
250	-104,306	-10,009	1208,148
300	-107,625	-13,063	1223,250

Dari tabel diatas dapat dilihat parameter RSSI dan SNR makin menurun jika makin jauh jarak antara transmitter dan receiver. Data throughput cukup fluktuatif, data ini didapatkan dengan membagi dengan payload dengan delay tiap pengiriman data. Data RSSI paling rendah adalah -107,625 dBm pada jarak 300 m, untuk SNR adalah -13,063 dB pada jarak 300m, sedangkan throughput adalah 1208,148 bps pada jarak 250 m.

B. Kondisi Non-LOS

Dari hasil pengujian kondisi LOS, didapat data sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Pengujian Komunikasi LoRa Kondisi Non-LOS

Posisi RX	Lantai	Average RSSI (dBm)	Average SNR (dB)	Real Data Rate (bps)
A	Lantai 1	-73,364	8,080	847,273
A	Lantai 2	-84,727	6,290	854,333
A	Lantai 3	-90,159	2,676	847,273
A	Lantai 4	-100,293	-6,293	844,203
B	Lantai 1	-96,206	-2,888	846,567
B	Lantai 2	-102,500	-8,000	841,389
B	Lantai 3	-98,528	-4,869	847,273
B	Lantai 4	-102,308	-8,154	848,359
C	Lantai 1	-88,955	3,926	847,273
C	Lantai 2	-87,182	5,398	847,273
C	Lantai 3	-99,681	-5,706	846,567
C	Lantai 4	-103,338	-8,897	831,490

Dari tabel diatas didapatkan data dari tiga titik receiver tiap lantai. Dimana dapat dilihat pada titik B lantai 2, terjadi penurunan RSSI, SNR dan throughput, hal ini disebabkan banyak orang dan aktivitas dititik uji tersebut. Data RSSI paling rendah adalah -103,338 dBm pada titik C lantai 4, untuk SNR adalah -8,897 dB pada titik C lantai 4, sedangkan throughput adalah 831,49 bps pada titik C lantai 4.

V. SIMPULAN

Komunikasi LoRa yang digunakan memiliki kinerja yang baik, dimana kondisi LOS dapat mencapai jarak 300 m dengan RSSI paling rendah -107,625 dBm pada jarak 300 m, SNR -13,063 dB pada jarak 300 m, dan throughput 1208,148 bps pada jarak 250 m. Perangkat dapat diaplikasikan di dalam gedung seperti yang dilakukan pada pengujian kondisi Non-LOS dengan RSSI paling rendah -103,338 dBm pada titik C lantai 4, SNR -8,897 dB pada titik C lantai 4, dan throughput 831,49 bps pada titik C lantai 4. Pengiriman data power meter melalui perangkat dengan komunikasi LoRa dapat dilakukan dengan baik, dimana perangkat mampu mengirimkan data dengan rata-rata delay 3,611 detik dan throughput mencapai 957,231 bps. Adapun untuk penggunaan dilapangan, perlu digunakan perangkat gateway LoRa dengan power yang besar untuk mengkaver node pengirim data power meter.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Tim Peneliti RISPRO (Riset Inovatif Produktif) Intelligent Energy Monitoring System (IEMS) Universitas Telkom yang bekerjasama dengan Antares Telkom DDS yang sudah membiayai pembuatan perangkat dan memfasilitasi pengujian perangkat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. R. Barai, S. Krishnan dan B. Venkatesh, "Smart Metering and Functionalities of Smart Meters in Smart Grid - A Review," *EPEC 2015*, pp. 138-145, 2016.
- [2] M. A. D. Alghifary, M. A. Murti dan C. Setianingsih, "DESIGN OF MANAGEMENT DEVICES AND ELECTRICAL LOAD CONTROL," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 7, no. 1, pp. 148-155, 2020.
- [3] F. Fitriastuti dan Siswadi, "Aplikasi KWH (Kilo What Hour) Meter Berbasis Microcontroller Atmega 32 Untuk Memonitor Beban Listrik," *Jurnal Kompetensi Teknik*, vol. 2, no. 2, pp. 117-125, 2011.
- [4] M. I. Suga dan H. Nurwarsito, "Sistem Monitoring KWH Meter berbasis Modul Komunikasi LoRa," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 5, no. 4, pp. 1257-1266, 2021.
- [5] K. K. Patel dan S. M. Patel, "Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges," *International Journal of Engineering Science and Computing*, vol. 6, no. 5, pp. 6122-6131, 2016.
- [6] B. Artono dan F. Susanto, "WIRELESS SMART HOME SYSTEM MENGGUNAKAN INTERNET OF THINGS," *Jurnal Teknologi Informatika dan Terapan*, vol. 05, no. 01, pp. 17-23, 2018.
- [7] A. Agustin, J. Y dan M. T. W, "A Study Of LoRa: Long Range & Low Power Networks For the Internet Of Things," *Ecole Polytechnique Router de Saclay*.
- [8] HOPERF, "HOPERF RFM95W," Juli 2019. [Online]. Available: <https://www.hoperf.com/data/upload/portal/20190801/RFM95W-V2.0.pdf>. [Diakses 24 Maret 2021].
- [9] G. Herandy dan B. Suprianto, "Monitoring Biaya Dan Pengukuran Konsumsi Daya Listrik Berbasis Arduino Mega2560 Menggunakan Web," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 8, no. 3, pp. 695-702, 2019.

- [10] A. dan E. Zondra, "RANCANG BANGUN KWH METER MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA 8535," *SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri)*, vol. 2, no. 2, pp. 44-51, 2018.
- [11] F. Ramdana, M. Nasrun dan C. Setianingsih, PERANCANGAN PURWARUPA PEMETAAN KWH METER BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT), Bandung: Telkom University, 2019.
- [12] ResearchGate, "Developing Low Cost Laboratory Apparatus for Hardware Interfacing System," April 2014. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/figure/Block-Diagram-of-the-Intel-8051-Microcontroller-211-Central-Processing-Unit-The_fig1_291196461/actions#reference. [Diakses 20 Mei 2021].

