

ANALISIS RADIO FREKUENSI PADA MULTI-NODE SENSOR BESARAN LISTRIK BERBASIS LORA

Andi Wawan Indrawan¹⁾, Agussalim²⁾, Kazman Riyadi³⁾, Syaiful⁴⁾, Alwi Rizal⁵⁾
¹⁾²⁾³⁾Dosen Jurusan Teknik Elektrol Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar
⁴⁾⁵⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Elektrol Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

The purpose of this study is to verify and analyze the quality of the LoRa radio frequency module which is used as a medium for transmitting electrical data based on RSSI, SNR, Delay and Packet Loss measurement data more than one node to coordinator. The test is carried out by transferring electrical measurement data using the LoRa RFM95W RF module with a range that varies from 10m, 25m, 35m to 50m in NLOS. The ESP32 is used as a controller to read electrical quantities through the PZEM004T module which is then sent to the Coordinator as a receiver and data processor of electrical measurement results while evaluating the RSSI, SNR, Delay and Packet Loss values. The test results of the RSSI, SNR, Delay and Packet Loss show that the average RSSI, SNR and Delay time values change according to the distance between the Node and the Coordinator. The lowest average RSSI value is -86 dbm for Node 1 and -87 dBm at the farthest range. On the other hand, the average SNR value is 2.1 dB for Node 1 and 2.13 dB for Node 2. The delay in receiving data packets is directly proportional to the range. The farther the distance, the longer the data will be received by the coordinator. The longest time required at a distance of 50 m is an average of 334.9 ms. Interestingly, not a single data was lost during the test.

Keywords: ESP32, LoRa RFM95, Multi-Node, RSSI, Packet Loss, SNR, Delay

1. PENDAHULUAN

Data hasil pengukuran besaran listrik merupakan komponen utama dalam perencanaan program pengelolaan energi listrik yang nantinya digunakan sebagai informasi dasar dalam mengaudit dan menganalisa konsumsi energi [1]. Monitoring terhadap penggunaan energi aktif pada umumnya masih menggunakan perangkat konvensional kWh meter yang mengharuskan petugas monitoring harus berada dilokasi dimana kWh meter itu berada untuk mendapatkan data hasil pengukurannya. Pengelolaan data hasil pengukuran besaran listrik untuk menentukan tindak lanjut pelayanan distribusi energi ke pelanggan salah satunya sangat bergantung kepada kecepatan informasi, jarak dan media komunikasi data hasil pengukuran besaran listrik itu didapat.

Pemanfaatan media komunikasi baik melalui kabel ataupun tanpa kabel untuk keperluan monitoring telah banyak diteliti oleh beberapa peneliti, seperti yang dilakukan oleh [1] yang memanfaatkan jala-jala listrik tegangan rendah untuk mentransfer data hasil pengukuran ke master kontrol untuk memonitor besaran listrik. Hanya saja jarak yang ditempuh untuk mentransfer data terbatas, tidak lebih dari 20 meter. Sebaliknya, [2][3] memanfaatkan jaringan internet untuk memonitor besaran listrik sehingga dapat dimonitor dari mana saja sepanjang tersedia akses internet. Ketergantungan terhadap ketersediaan jaringan internet menjadikan alat yang dihasilkan kurang efektif jika digunakan pada daerah-daerah yang tidak tersedia jaringan internet.

Salah satu sistem komunikasi yang juga mendukung antar muka komunikasi jarak jauh adalah media komunikasi *Long Range* (LoRa) yang populer dikarenakan transfer datanya dalam jumlah yang kecil pada interval waktu yang pendek namun jarak jangkauan yang jauh [4]. Penelitian terkait LoRa seperti pada [4],[5],[6],[7] dan [8] telah berhasil membuat sistem monitoring berbasis LoRa. Akan tetapi sistem yang dibuat masih membutuhkan jaringan internet untuk dapat mengolah dan menyajikan data. Sebaliknya [9], [10] dan [11] melakukan penelitian tentang pengujian protokol dan jangkauan atau jarak yang dapat di *cover* oleh perangkat komunikasi RF LoRa dan menghasilkan informasi penting terkait kualitas layanan dari modul RF LoRa.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji beberapa parameter kualitas layanan (*Quality of Service*) dari modul LoRa RFM95W khususnya *Packet Loss*, RSSI, SNR dan delay waktu pengiriman data yang diaplikasikan untuk memonitoring besaran listrik tegangan rendah. *Packet Loss* merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang dapat terjadi karena *collision* dan *congestion* pada jaringan. Sedang RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) adalah ukuran tingkat daya yang diterima perangkat RF sisi koordinat dan *node*. Sedangkan *Signal Noise Ratio* (SNR) adalah

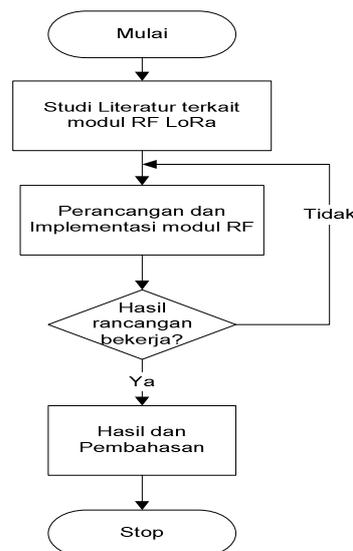
¹ Korespondensi penulis: Andi Wawan Indrawan, Telp 081338163015, andi_wawan@poliupg.ac.id

daya sinyal yang diterima oleh user dengan kekuatan derau, dimana semakin besar nilai SNR maka semakin besar daya yang diperoleh user.

2. METODE PENELITIAN

Tercapainya tujuan penelitian tak terlepas dari kesiapan bahan dan alat yang digunakan, waktu dan tempat pelaksanaan penelitian, tahapan penelitian yang tergambar dalam diagram alir penelitian, data penelitian, rancangan dan implementasi hasil rancangan baik berupa perangkat keras maupun perangkat lunaknya.

Seperti yang sudah ditampilkan pada gambar 1, alur penelitian dimulai dari studi literatur, kemudian dilanjut membuat rancangan komunikasi ESP32 dengan RFM95W serta modul PZEM004T untuk rangkaian penerima (kordiantor) dan pengirim (Node), melakukan perancangan rangkaian penerima dan pengirim serta implementasi hasil rancangan, pengujian komunikasi penerima dan pengirim berdasar kualitas pelayanan yang didasarkan pada data RSSI, Packet Loss, SNR, Delay Waktu dan selanjutnya menganalisa hasil pengujian.



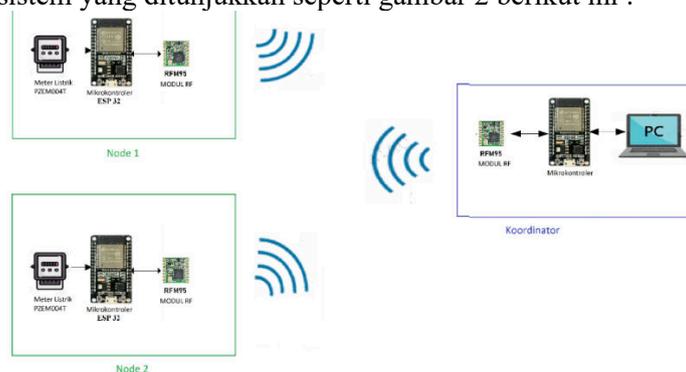
Gambar 1. Skema Metodologi Penelitian

2.1. Perancangan

2.1.1. Skema Diagram Rangkaian

Prosedur perencanaan yang baik diperlukan dalam merealisasikan sebuah sistem. Sebelum memasuki langkah pembuatan alat, terlebih dahulu melakukan perancangan. Perancangan meliputi perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak, sehingga proses penyelesaian alat dapat terealisasikan dengan baik dan hasil yang diperoleh sesuai dengan yang diinginkan.

Langkah awal yang dilakukan adalah memahami deskripsi kerja alat secara menyeluruh dilanjutkan dengan melakukan perancangan sistem berdasarkan prinsip kerja komponen dengan mempertimbangkan faktor kesesuaian komponen dalam sistem, perakitan komponen, pengujian perangkat keras (*hardware*), perancangan serta perangkat lunak (*software*), dan diakhiri dengan pengujian sesuai dengan tujuan penelitian. Langkah atau prosedur yang harus dilakukan yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak yang mengacu pada diagram sistem yang ditunjukkan seperti gambar 2 berikut ini :

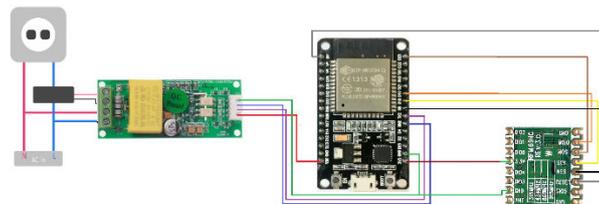


Gambar 2. Skema diagram sistem pengujian Modul RF telemetri Besaran Listrik

Pada gambar 2, dapat dilihat bahwa rangkaian uji pengiriman data terbagi menjadi 2 yaitu kordinator dan Node. Pada kordinator komponen utama dalam penelitian ini meliputi, mikrokontroler ESP32, Modul RF, Power supply serta Display. Sedangkan pada Node, terdapat Mikrokontroller ESP32, Sensor besaran listrik, Modul RF dan power supply. Komunikasi yang dibangun antar anode dan kordinate adalah *point to point*.

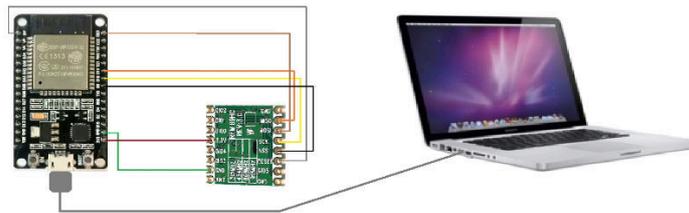
2.1.1. Konfigurasi Perangkat Keras (Hardware)

Konfigurasi perangkat keras terdiri dari perangkat keras pemancar (Node) dan Penerima (kordinator). Perangkat keras pemancar terdiri dari ESP32, Modul LoRa RFM95W, dan modul PZEM004T sebagai modul untuk membaca besaran listrik. Ketiga alat tersebut dirangkai seperti gambar berikut:



Gambar 3. Rangkaian Pemancar sebagai Node

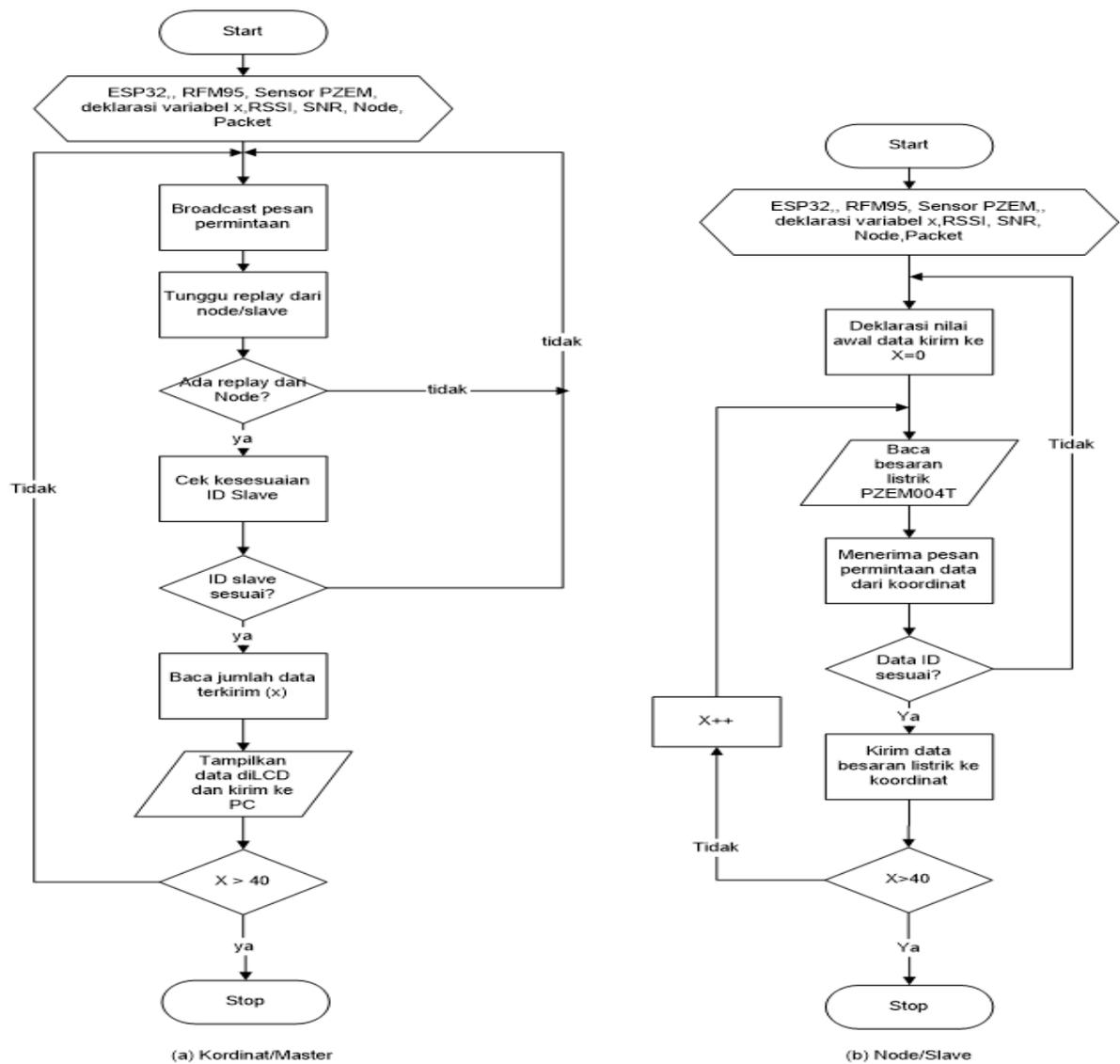
ESP32 digunakan sebagai unit kendali dalam membaca besaran listrik melalui sensor PZEM004T dan kemudian mentransmisikannya ke kordinator melalui media komunikasi udara dengan memanfaatkan radio frekuensi. Sebaliknya, perangkat keras penerima yang juga sebagai kordinator, mikrokontroler ESP32 digunakan untuk menerima dan mengolah data besaran listrik untuk kemudian ditampilkan pada layar monitor dan selanjutnya diuji kecepatan dan persentase keberhasilan data yang diterima berdasarkan jarak dan lokasi pengambilan data. Berikut adalah gambar rangkaian penerima atau kordinator:



Gambar 4. Rangkaian Penerima yang berfungsi sebagai kordinator

2.1.2. Konfigurasi Perangkat Lunak (Software)

Secara umum, sistem kerja yang dirancang dalam penelitian ini adalah membaca besaran listrik melalui modul sensor PZEM-004T pada *Sensor Node* untuk kemudian ditransmisikan melalui media udara dengan memanfaatkan media komunikasi udara berbasis LoRa module. Hasil pengukuran yang ditransmisikan melalui *Sensor Node* tersebut kemudian dibaca oleh kordinator untuk dilakukan pengujian pengaruh jarak terhadap RSSI, SNR, Delay dan Packet Loss untuk selanjutnya ditampilkan pada layar monitor. Adapun alur transmisi data hasil pengukuran diperlihatkan pada Gambar 5 berikut:



Gambar 5. Flowchart sistem transmisi data yang direncanakan

Pada sistem ini, sensor node berlaku sebagai slave yang memiliki tugas untuk melakukan pembacaan besaran listrik untuk selanjutnya dikirim ke kordinat ketika ada permintaan data dari kordinat. Kordinat sebagai master akan meminta terlebih dahulu data hasil pembacaan ke node dengan mengirimkan broadcast permintaan. Agar masing-masing node memahami bahwa dirinyalah yang diminta oleh kordinat untuk mengirimkan datanya, maka dibuatlah aturan atau protokol komunikasi antar node dan kordinat. Disepakati sebelumnya, masing-masing sensor node diberikan ID agar dapat diingat dan mudah dikenali asal data yang diterima oleh kordinat. Setelah node mengenali bahwa dirinyalah yang diminta untuk mentransfer data hasil pengukuran, maka node tersebut akan melakukan pengiriman data hasil pengukuran ke kordinator sebanyak 40 kali setiap kali ada permintaan data dari kordinator. Hal ini bertujuan untuk mengetahui jumlah paket data yang dapat diterima oleh kordinator pada setiap jarak pengukuran. Format pesan yang digunakan untuk mengirimkan data hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel berikut:

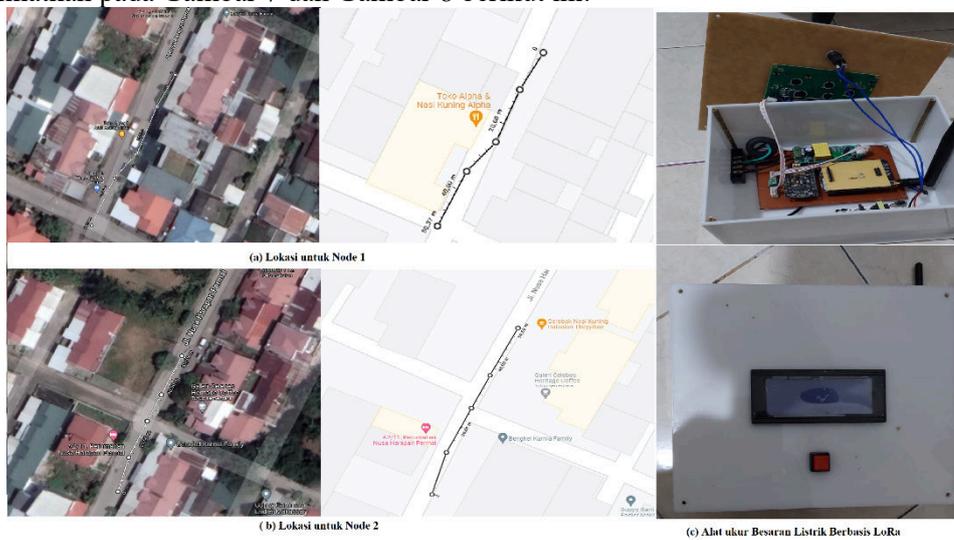
Tabel 1. Format pesan dalam mengirimkan data

001,230V;0.2A;46W;24Wh,#,5094,^5&							
ID Node	Penanda data ID	Data Besaran Listrik	Penanda data besaran listrik	Data Waktu pengambilan data	Penanda Waktu pengambilan data listrik	Data kirim Ke?	Penanda data Kirim ke?
001	,	230;0.2;46;24	!	5094	#	5	&

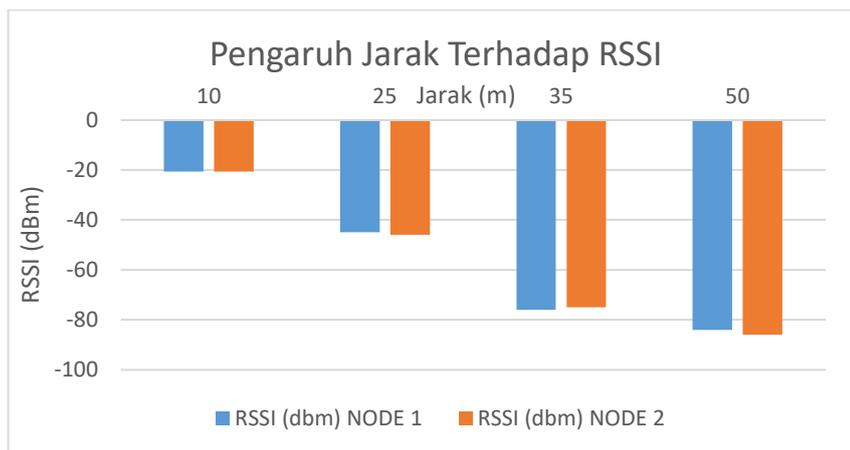
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian ini dilakukan guna mengetahui kinerja sistem dalam melaksanakan pengiriman data secara multi-node dengan memilah terlebih dahulu node yang akan diminta untuk mengirimkan datanya ke koordinat. Point pengujian yang digunakan adalah dengan membandingkan hasil pengukuran RSSI, SNR, Delay waktu dan seberapa banyak data yang hilang (*packet loss*) selama pengiriman data berdasarkan jarak antar node dan koordinat. Lokasi pengujian dilakukan area Perumahan Nusa Harapan Permai, Makassar, yang mewakili lokasi akan diterapkannya alat ukur besaran listrik berbasis LoRa ini. Berdasarkan alasan tersebut, pengujian transmisi atau pengiriman data dilakukan secara *Non Line of Sight* (NLOS) dengan jarak yang berbeda. Pengujian NLOS sendiri didasarkan pada kondisi dimana pemancar dan penerima terdapat halangan seperti pohon, rumah, atau bangunan dan lain sebagainya.

Hasil pengujian pertama dilakukan dengan menempatkan node pada jarak 10m, 25m, 35m, dan 50m dari posisi koordinat. Pengujian dilakukan sebanyak 40 kali disetiap jaraknya dengan setting parameter LoRa BW 125 kHz, SF=8, dan CR=4/5. Metode pengukuran yang digunakan adalah *direct communication* antara node dengan kordinator. Gambar 6 memperlihatkan lokasi pengujian beserta alat, Sedangkan hasil pengukuran yang didapat diperlihatkan pada Gambar 7 dan Gambar 8 berikut ini:



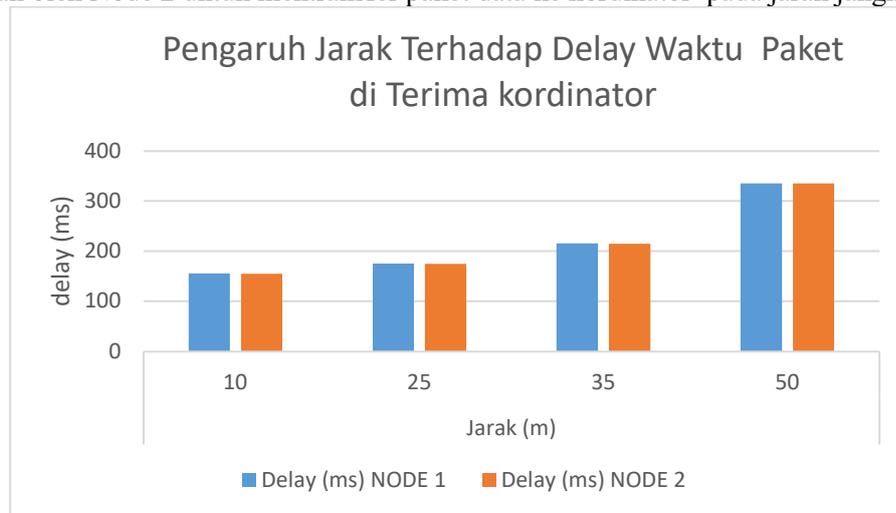
Gambar 6. Lokasi dilakukannya pengujian dan pengukuran Beserta alat ukur berbasis LoRa



Gambar 7. Grafik Pengaruh Jarak Terhadap RSSI

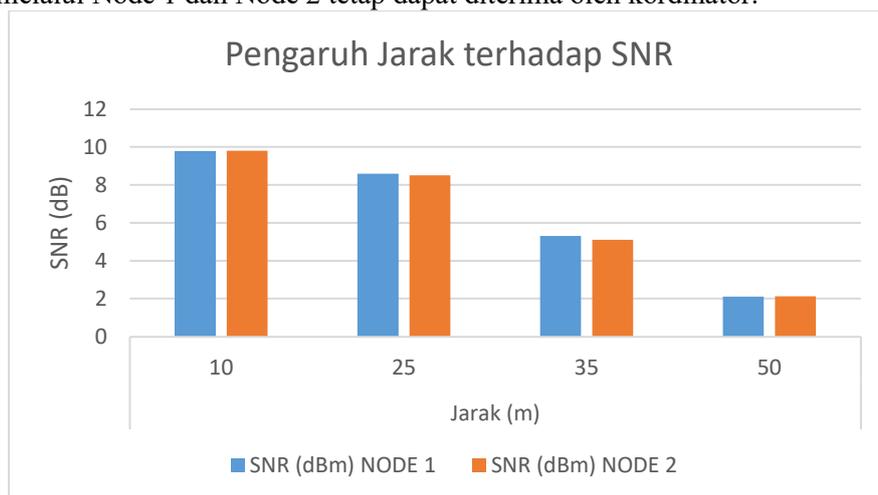
Gambar 7 memperlihatkan bahwa semakin jauh jarak jangkauan node dengan kordinat, maka semakin buruk daya atau kuat sinyal yang diterima perangkat. Nilai rata-rata RSSI pada jarak terjauh yaitu 50 meter adalah -84 dBm untuk Node 1 dan -86 dBm untuk Node 2. Sedangkan Nilai tertinggi RSSI sebesar -20,7 dBm untuk Node 1 dan 20,6 dBm untuk Node 2. Hal yang sama juga terjadi terhadap lama waktu paket diterima oleh kordinator, dimana seperti terlihat pada gambar 7, jarak jangkauan antara node dengan kordinator mempengaruhi waktu pengiriman data hingga data diterima oleh kordinator semakin jauh akan semakin lama. Delay terlama terjadi pada jarak terjauh 50 meter, dimana Node 1 membutuhkan waktu rata-rata 335,3 ms dan

Node 2 membutuhkan waktu rata-rata 334,9 ms saat diterima oleh kordinator. Waktu tercepat rata-rata sebesar 153 ms dibutuhkan oleh Node 2 untuk mentransfer paket data ke kordinator pada jarak jangkauan 10 meter.



Gambar 8. Grafik Jarak Terhadap Delay Data yang di terima Kordinator

Jarak jangkauan dan lama waktu yang dibutuhkan oleh Node mentransfer paket data ke kordinator tidak berpengaruh pada jumlah paket data yang diterima oleh kordinator. Jumlah data yang dikirim oleh Node baik itu melalui Node 1 dan Node 2 tetap dapat diterima oleh kordinator.



Gambar 9. Grafik pengaruh jarak terhadap SNR

Dari hasil pengukuran yang diperlihatkan pada gambar 9, jarak jangkauan juga memberikan pengaruh secara signifikan terhadap nilai SNR. Dimana nilai SNR semakin menurun berbanding lurus dengan kenaikan jarak jangkauan Node dan kordinator. Hal ini menandakan daya sinyal yang diterima oleh kordinator semakin mengecil yang berpotensi tidak tersampainya paket yang dikirim oleh Node.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian perangkat LoRa secara NLOS, maka dapat penulis simpulkan bahwa hasil pengukuran akurasi yang berhubungan dengan kualitas pelayanan (QoS) khususnya terhadap RSSI, SNR, Delay dan *Packet Loss* menunjukkan nilai RSSI, SNR, dan Delay sangat dipengaruhi oleh jarak jangkauan Node dan Kordinator. Dimana semakin jauh jarak jangkauan maka nilai rata-rata RSSI dan SNR juga akan semakin buruk. Pada jarak jangkauan terjauh (50 meter) nilai RSSI rata-rata sebesar -84 dBm untuk Node 1 dan -86 untuk Node 2. Sebaliknya, nilai SNR rata-rata sebesar 2,1 dB untuk node 1 dan 2,13 dB untuk Node 2. Nilai kedua parameter tersebut, RSSI dan SNR memiliki nilai tertinggi saat jarak jangkauan antara node dan kordinate berjarak 10 meter. Dari hasil pengukuran juga terbukti bahwa semakin jauh jarak jangkauan maka semakin banyak waktu yang dibutuhkan oleh penerima/kordinate untuk menerima paket data yang dikirim oleh node. Transfer data membutuhkan waktu lebih lama yaitu rata-rata 335 ms pada jangkauan 50 meter dan tercepat rata-rata 154 ms pada jangkauan 10 meter.

Sebaliknya, hasil pengujian terhadap packet loss dengan jarak maksimal 50 meter ini tidak menunjukkan adanya data yang hilang selama proses transfer data.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Indrawan, Andi Wawan., Alimin. “Pemanfaatan jaringan Listrik Tegangan Rendah Sebagai Media Pembawa Informasi Hasil Pengukuran Besaran Listrik”, Makassar, Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI 2018), Politeknik Negeri Ujung Pandang, pp. 72-77. 2017
- [2] Bustamin, Yohua., Indrawan, Andi Wawan., “ Rancang Bangun Telemetering Besaran Listrik Berbasis Internet of Thing’s (IOT)”, Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI 2019), Politeknik Negeri Ujung Pandang, pp. 106-112. 2019.
- [3] M.N. Hidayah, R.Alfita, K.Aji, “Implementasi Internet of Thing untuk Kontrol dan Monitoring kWh Meter Pascabayar”, Jurnal Pendidikan Teknik Elektro, Vol. 9 No. 3. pp. 161 – 170. Desember 2020
- [4] Galih Bhaktiar Candra, Eko Sakti Pramukuntor, Rakhmadhany Primananda, “Implementasi Antarmuka komunikasi Berbasis *Long Range* pada IOT *Middleware* untuk Mendukung *Network Interoperability*”, Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu computer, Vol. 4., No.1., pp 65-73, Januari 2020.
- [5] Nurhadi, AA., Darlis, D., Ary Murti, M.” Implementasi Modul Komunikasi LoRa RF95W Pada Sistem Pemantauan Listrik 3 Fasa Berbasis IoT”. *Ultima Computing: Jurnal Sistem Komputer*, Vol.13, No.1, pp. 17-21, Juni 2021.
- [6] Lukas, Wisena Aditya Tanumihardja., Edy Gunawan, “On the Application of IoT: Monitoring of Troughs water Level Using WSN”, Conference: IEEE Conference on Wireless Sensors (ICWiSE), Malaka, Agustus 2015
- [7] D. H. Kim, J. Y. Lim and J. D. Kim, "Low-Power, Long-Range, High-Data Transmission Using Wi-Fi and LoRa," 2016 6th International Conference on IT Convergence and Security (ICITCS), pp. 1-3, Prague, 2016,
- [8] Devina Candra Dewi, dkk. Desain Mapping Dan Komunikasi Lora Sx1276 Pada Sistem Deteksi Radiasi Menggunakan Drone, PRIMA, Vol. 17 No. 2, pp. 21-30. Nopember 2020.
- [9] Eko Didik Widiyanto, dkk.”Simple LoRa Protocol: LoRa Communication Protocol for Multisensor Monitoring Systems”, TELKA, Vol.5, No.2, November 2019, pp. 83-92.
- [10] Destalia Sallyna, Uke Kurnaiwan Usman. Ary Murti, M. “Longe Range (LoRa) Network Planning With Frequency 920 MHz in Bandung City”, e-proceeding of engineering : Vol.7., No.1, pp. 933 – 940, April 2020.
- [11] Moch Irfan Rahman, Fatkhur Rohman,” Pengujian Jarak Jangkauan Komunikasi RF dari Panel Kontrol Terhadap Mobil Listrik Autron Polinema”, PENA Teknik : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik, Vol. 3, No. 1, pp. 81-84, Maret 2018

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Tak lupa penulis ucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada Tim UP3M PNUP yang telah banyak membantu dalam penyelesaian kegiatan penelitian ini terutama dalam penyediaan alokasi anggaran penelitian rutin institusi yang tertuang dalam Surat Perjanjian Pelaksana Penelitian B/60/PL.10.13/PT.01.05/2021, Tanggal 3 Agustus 2021, sehingga penulis dapat terbantu dalam mengadakan peralatan yang terkait dengan kebutuhan penelitian.