

KOMUNIKASI DATA LORA UNTUK MENDETEKSI GANGGUAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI LISTRIK

Eusebeus De Cerceli Bala Tukan¹, Basitha Febrinda Hidayatulail, SST., MT.², Ir. Rabbi M. Kom.³

Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang

Jalan Terusan Dieng. 62-64 Klojen, Pisang Candi, Kec. Sukun, Kota Malang, Jawa Timur 65146

¹carlytukan@gmail.com, ²Basitha@unmer.ac.id, ³arrabi@unmer.ac.id

ABSTRAK

Gangguan pada jaringan distribusi listrik, seperti tumbuhan yang tumbuh terlalu dekat atau keberadaan hewan liar, dapat mengganggu kontinuitas suplai listrik. Untuk mengatasi hal ini, dikembangkan sebuah sistem monitoring jarak jauh menggunakan teknologi LoRa (Long Range) yang hemat daya dan mampu menjangkau area luas. Sistem ini terdiri dari sensor ultrasonik JSN-SR04T untuk mendeteksi jarak pohon terhadap kabel listrik dan modul ESP32-CAM untuk mengambil gambar saat terdeteksi hewan atau objek yang berpotensi menimbulkan gangguan. Data jarak dan gambar dikirim secara real-time menggunakan modul LoRa RA-02 dengan komunikasi point-to-point. Pengujian menunjukkan bahwa sensor dapat membaca jarak dengan rata-rata error 1,12%, sementara LoRa mampu mengirim data hingga jarak ± 348 meter meskipun terdapat hambatan fisik. Kamera ESP32-CAM juga berhasil mengambil gambar objek dengan baik. Hasil ini membuktikan bahwa sistem dapat mendeteksi potensi gangguan secara efektif dan memberikan informasi yang dibutuhkan oleh operator melalui platform monitoring. Dengan demikian, sistem ini dapat menjadi solusi preventif untuk meningkatkan keandalan jaringan distribusi listrik.

Kata kunci: Komunikasi LoRa, jaringan distribusi listrik, JSN-SR04T, ESP32-CAM, sensor ultrasonik.

ABSTRACT

Disturbances in power distribution networks, such as growing trees or the presence of animals near electrical cables, can disrupt electricity flow and pose safety risks. To address this, a remote monitoring system was developed using LoRa (Long Range) communication for long-distance, low-power data transmission. The system integrates a JSN-SR04T ultrasonic sensor to measure the distance between objects (e.g., trees) and power lines. When the detected distance is less than the safe limit of 2.5 meters, a warning buzzer is triggered, and the ESP32-CAM module captures an image of the surrounding area. Data and images are transmitted via LoRa RA-02 in a point-to-point setup and displayed in real-time using an IoT platform. Testing results show that the ultrasonic sensor provides accurate measurements with an average error of 1.12%. LoRa communication remained reliable up to approximately 348 meters, with minor interference caused by physical obstacles. The ESP32-CAM successfully captured images when objects were detected. This system proves to be effective for early detection and monitoring of potential disturbances in power distribution networks.

Keywords: LoRa communication, power distribution, JSN-SR04T, ESP32-CAM, ultrasonic sensor,

I. PENDAHULUAN

Gangguan pada jaringan distribusi listrik, seperti tumbuhan yang tumbuh terlalu dekat atau keberadaan hewan liar, dapat mengganggu kontinuitas suplai listrik [1]. Karena pohon biasanya berada dekat dengan jaringan listrik, tiupan angin menyebabkan ranting atau daun yang menempel pada jaringan distribusi mengalami gangguan antar fasa ke fasa atau fasa ke tanah. Hal ini dapat menyebabkan gangguan operasional hingga terjadinya pemadaman listrik yang tidak diinginkan serta memakan waktu yang cukup lama dalam penangananya. Jarak antara pohon dengan jaringan SUTM minimal 2,5 meter [2]. Untuk mengatasi hal ini, dikembangkan sebuah sistem monitoring jarak jauh menggunakan teknologi LoRa (Long Range) yang hemat daya dan mampu menjangkau area luas. Berdasarkan penelitian sebelumnya, penggunaan teknologi LoRa dalam berbagai aplikasi IoT semakin berkembang [3]. LoRa telah terbukti efektif dalam pengiriman data dengan jangkauan luas namun tetap mempertahankan efisiensi energi yang tinggi, sehingga cocok untuk diaplikasikan pada jaringan distribusi listrik yang membutuhkan komunikasi jarak jauh [4]. Berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang umumnya hanya berfokus pada satu jenis gangguan eksternal, seperti pemantauan pertumbuhan pohon menggunakan sensor ultrasonik (Lestari dan Hadi, 2020) atau deteksi keberadaan hewan liar yang mendekati jaringan listrik (Firmansyah et al., 2021), penelitian ini menggabungkan dua aspek gangguan sekaligus, yaitu deteksi pergerakan objek pada jaringan distribusi listrik dan pemantauan pertumbuhan pohon secara bersamaan. Selain itu, jika penelitian terdahulu sebagian besar hanya mengandalkan pengiriman data berbasis LoRa tanpa integrasi visual, penelitian ini menambahkan fitur pengambilan gambar menggunakan ESP32-CAM saat objek terdeteksi, yang kemudian dikirimkan ke pusat pemantauan. Hal ini memberikan informasi visual tambahan untuk verifikasi gangguan secara lebih akurat.

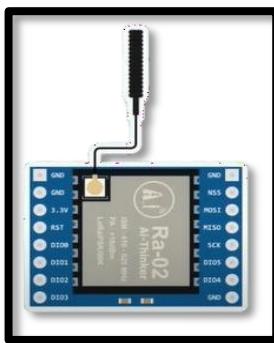
Sistem ini terdiri dari sensor ultrasonik JSN-SR04T untuk mendeteksi jarak pohon terhadap kabel listrik dan modul ESP32-CAM untuk mengambil gambar saat terdeteksi hewan atau objek yang berpotensi menimbulkan gangguan. Data jarak dan gambar dikirim secara real-time menggunakan modul LoRa RA-02 dengan komunikasi point-to-point. Pengujian menunjukkan bahwa sensor dapat membaca jarak dengan rata-rata error 1,12%, sementara LoRa mampu mengirim data hingga jarak ± 348 meter meskipun terdapat hambatan fisik. Kamera ESP32-CAM juga berhasil mengambil gambar objek dengan baik. Hasil ini membuktikan bahwa sistem dapat mendeteksi potensi gangguan secara efektif dan memberikan informasi yang dibutuhkan oleh operator melalui platform monitoring. Dengan demikian, sistem ini dapat menjadi solusi preventif untuk meningkatkan keandalan jaringan distribusi listrik.

II. METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam perancangan sistem ini adalah metode penelitian dan pengembangan (Research and Development/R&D). Metode ini dipilih karena sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu merancang, mengembangkan, dan menguji KOMUNIKASI DATA LORA UNTUK MENDETEKSI GANGGUAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI LISTRIK. Proses pengembangan dilakukan melalui beberapa tahapan, mulai dari pemilihan dan perakitan perangkat keras (*hardware*), perancangan dan pemrograman perangkat lunak (*software*), hingga pengujian pengiriman data menggunakan komunikasi LoRa. Selanjutnya, sistem diuji untuk mengetahui fungsionalitas dan efektivitasnya dalam kondisi lapangan terbatas.

2.1. LoRa (*Long Range*)

LoRa (*Long Range*) merupakan teknologi komunikasi nirkabel yang dikembangkan untuk pengiriman data jarak jauh dengan penggunaan daya yang sangat rendah. Teknologi ini bekerja pada frekuensi radio di bawah 1 GHz, seperti 433 MHz dan 915 MHz, sehingga sangat cocok digunakan dalam berbagai aplikasi Internet of Things (IoT), termasuk monitoring lingkungan, sistem pertanian, serta pengawasan jaringan distribusi listrik.



Gambar 2. 1 LoRa RA-02 (SX1278)

Gambar 2. 1 merupakan modul LoRa Ra-02 yang digunakan sebagai node untuk mengirimkan data antar pengirim dan penerima. Dalam penelitian ini, LoRa RA-02 digunakan untuk mengirimkan data sensor (jarak pohon/hewan dari jaringan listrik) Salah satu kelebihan utama LoRa adalah kemampuannya menjangkau hingga beberapa kilometer di area terbuka dan tetap berfungsi meskipun terdapat hambatan fisik seperti dinding atau bangunan. Meskipun kecepatan transmisinya tidak tinggi, LoRa sangat efisien untuk mengirimkan data berukuran kecil seperti hasil sensor.

LoRa dapat digunakan dalam dua skema komunikasi utama, yaitu:

- **Point-to-Point (P2P):** untuk koneksi langsung antara dua perangkat.
- **LoRaWAN:** untuk koneksi melalui jaringan gateway yang terhubung ke internet dan server pusat.

Berkat efisiensi energinya serta jangkauan luasnya, LoRa sangat cocok diaplikasikan pada sistem komunikasi data untuk mendeteksi adanya gangguan.

Eusebeus De Cerceli Bala Tukan¹⁾, Basitha Febrinda Hidayatulail²⁾, Rabbi³⁾

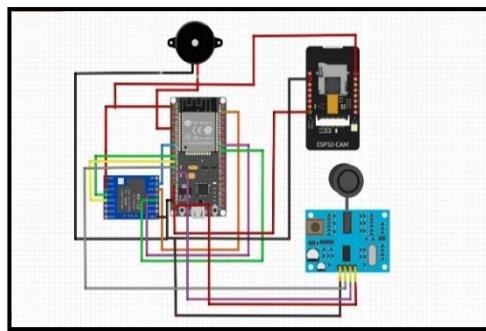
KOMUNIKASI DATA LORA UNTUK MENDETEKSI GANGGUAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI LISTRIK

Jurnal *Qua Teknika*, (2025), 15 (2): 66-75

2.2. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan perangkat keras sistem ini melibatkan beberapa komponen utama, yaitu mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, sensor ultrasonik JSN-SR04T untuk mendeteksi jarak antara kabel listrik dan objek (seperti pohon atau hewan), serta modul LoRa RA-02 untuk komunikasi data jarak jauh. Selain itu, digunakan modul ESP32-CAM untuk menangkap gambar saat objek terdeteksi mendekati area berbahaya, dan buzzer sebagai penanda peringatan lokal. Semua komponen dirangkai dalam satu sistem terpadu yang ditenagai oleh sumber daya berupa baterai dan panel surya, agar dapat digunakan di lokasi outdoor secara mandiri. Perangkat keras ini dirancang agar tahan terhadap kondisi lingkungan luar dan mampu mengirimkan data secara real-time ke pusat pemantauan melalui jaringan LoRa point-to-point.

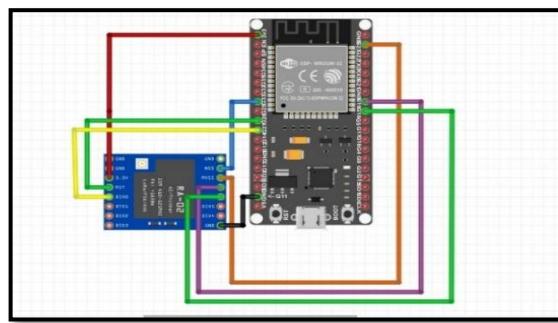
Berdasarkan gambar 2.1 diatas, rangkaian LoRa *transmitter* terdiri dari beberapa komponen yaitu *JSN-*



Gambar 2. 2 Rangkaian LoRa *Transmitter*

SR04T Ultrasonic Sensor yang digunakan untuk mengukur jarak objek di sekitar tiang listrik, *esp32-cam* untuk mengambil gambar saat ultrasonic membaca jarak yang melebihi ambang batas, dan *Buzzer* yang digunakan sebagai tanda peringatan lokal saat sensor mendeteksi adanya aktivitas di jaringan distribusi listrik.

Pada gambar 2.3 diatas, LoRa *receiver* sebagai penerima menggunakan mikrokontroler *esp32* yang



Gambar 2. 3 Rangkaian LoRa *Receiver*

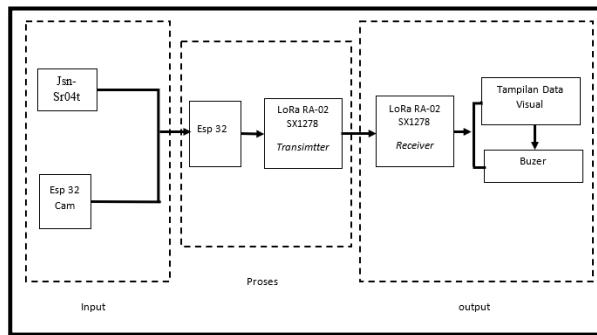
digunakan untuk memproses data yang dikirim LoRa *transmitter* yang nantinya akan diteruskan ke platform IoT agar pembacaan keseluruhan data bisa diakses dalam satu pusat monitoring.

Eusebeus De Cerceli Bala Tukan¹⁾, Basitha Febrinda Hidayatulail²⁾, Rabbi ³⁾

KOMUNIKASI DATA LORA UNTUK MENDETEKSI GANGGUAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI LISTRIK

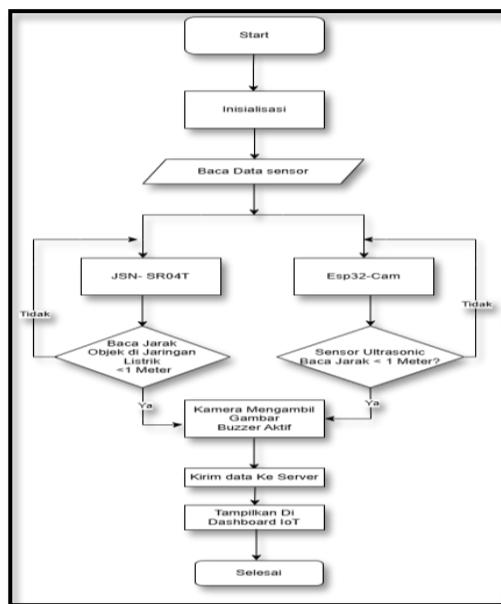
Jurnal *Qua Teknika*, (2025), 15 (2): 66-75

2.3. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)



Gambar 2. 4 Blok Diagram Sistem

Pada gambar 2.3 diatas, terdapat input berupa sensor ultrasonic yang mendekripsi jarak pohon yang mendekati kabel jaringan listrik dan esp32cam yang akan mengambil gambar jika jarak yang dibaca sudah melewati batas aman. Pada bagian proses, modul lora transmitter akan mengirim data ke modul receiver kemudian mikrokontroler esp32 memproses data jarak objek maupun notifikasi pengambilan gambar yang nantinya akan diteruskan ke output untuk mengetahui kondisi jaringan distribusi listrik. Mikrokontroler esp32 akan menyalakan buzzer sebagai peringatan lokal di sekitar jaringan distribusi untuk meminimalisir gangguan yang terjadi apabila ada aktivitas lain yang menyebabkan gangguan.



Gambar 2. 5 Flowchart

Gambar 2.5 diatas menunjukkan alur flowchart dari sistem yang digunakan pada penelitian ini.

Eusebeus De Cerceli Bala Tukan¹⁾, Basitha Febrinda Hidayatulail²⁾, Rabbi³⁾

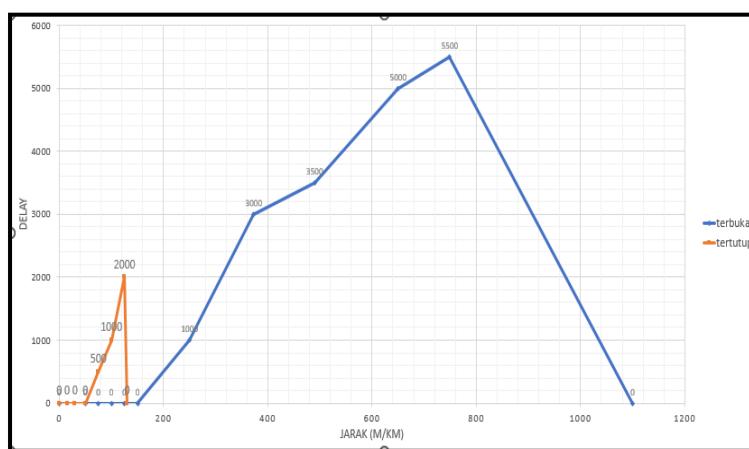
KOMUNIKASI DATA LORA UNTUK MENDETEKSI GANGGUAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI LISTRIK

Jurnal *Qua Teknika*, (2025), 15 (2): 66-75

III. Hasil dan Pembahasan

Proses pegujian sistem dilakukan dengan menguji komunikasi LoRa pada area tertutup dan area terbuka untuk menguji kinerja komunikasi antara node *transmitter* dan *receiver* dalam mengirimkan data dari kedua sensor serta menguji sistem secara keseluruhan dengan sensor ultrasonic serta esp32 cam yang dapat dilihat sebagai berikut:

3.1 Pengujian Komunikasi LoRa

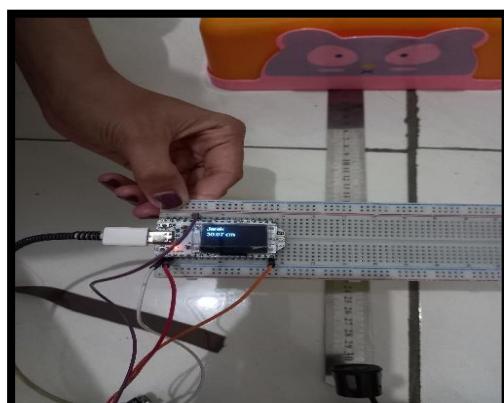


Berdasarkan gambar 3.1 diatas, proses komunikasi antara *transmitter* dan *receiver* pada area tertutup

Gambar 3. 1 Grafik Pengujian LoRA Area Terbuka dan Tertutup

stabil pada jarak 125 meter dimana delay terjadi pada jarak 75 meter dan tidak terhubung pada jarak 130 meter sedangkan pada area terbuka, komunikasi antara dua node stabil hingga 749 meter dimana delay terjadi pada jarak 250 meter dan menjadi tidak terhubung pada jarak 1 km.

3.2 pengukuran Sensor Ultrasonic



Gambar 3. 2 Pengujian Sensor Ultrasonic

Sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur jarak antara alat dan objek dengan cara mengirimkan

Eusebeus De Cerceli Bala Tukan¹⁾, Basitha Febrinda Hidayatulail²⁾, Rabbi³⁾

KOMUNIKASI DATA LORA UNTUK MENDETEKSI GANGGUAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI LISTRIK

Jurnal *Qua Teknika*, (2025), 15 (2): 66-75

gelombang suara frekuensi tinggi, kemudian menerima pantulan gelombang tersebut. Waktu yang dibutuhkan gelombang untuk kembali dihitung dan diubah menjadi nilai jarak dalam satuan sentimeter.

Berikut data pengukuran sensor yang bisa dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. 1 Pengukuran Sensor Ultrasonic

No	Alat Ukur (cm)	Hasil Ukur Sensor			Rata- Rata	Eror
		Percobaan n 1	Percobaan 2	Percobaan n 3		
1	5	5.1	5.2	5.1	5.13	2.60
2	10	9.9	9.8	9.85	9.85	1.50
3	15	14.9	15.0	14.85	14.92	0.53
4	20	20.1	19.9	20.0	20.00	0.00
5	25	24.9	25.1	25.0	25.00	0.00
6	30	30.2	29.9	30.0	30.03	0.10
						Rata- rata Eror = 1,12%

Berdasarkan tabel 3.1 diatas, pengujian dilakukan pada titik jarak berbeda. Setiap titik diuji sebanyak tiga kali, kemudian diambil nilai rata-rata hasil bacaan sensor dan dibandingkan dengan nilai sebenarnya dari alat ukur (seperti penggaris atau meteran).

Pengujian menunjukkan hasil kalibrasi sensor ultrasonic dengan rata rata eror yang didapat yaitu 1,12%

3.3 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan 8 kali percobaan yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. 2 Pengujian Keseluruhan Sistem

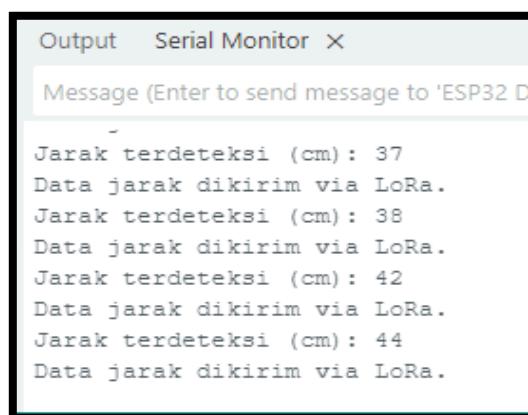
No.	Sensor Ultrasonic (cm)	ESP32- CAM Ambil Gambar	Hasil	Keterangan
1	37	Ya	Gambar terkirim, buzzer aktif	Sesuai
2	38	Ya	Gambar terkirim, buzzer aktif	Sesuai
3	67	Ya	Gambar terkirim, buzzer aktif	Sesuai

Eusebeus De Cerceli Bala Tukan¹⁾, Basitha Febrinda Hidayatulail²⁾, Rabbi ³⁾
KOMUNIKASI DATA LORA UNTUK MENDETEKSI GANGGUAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI
LISTRIK
Jurnal *Qua Teknika*, (2025), 15 (2): 66-75

No.	Sensor Ultrasonic (cm)	ESP32-CAM Ambil Gambar	Hasil	Keterangan
4	90	Tidak	Tidak ambil gambar, buzzer tidak aktif	Sesuai
5	91	Tidak	Tidak ada aktivitas	Sesuai
6	92	Tidak	Tidak ada aktivitas	Sesuai
7	42	Ya	Gambar gagal terkirim	Tidak Sesuai
8	44	Ya	Gambar terkirim, buzzer tidak aktif	Tidak Sesuai

Berdasarkan tabel 3.1 diatas, hasil pengujian yang dilakukan menunjukan dua kondisi dimana gambar yang diambil saat adanya objek yang terdeteksi mengalami eror (gambar gagal terkirim) yang disebabkan oleh jaringan yang tidak stabil serta buzzer yang tidak aktif saat sistem mendeteksi adanya objek di sekitar jaringan distribusi listrik.

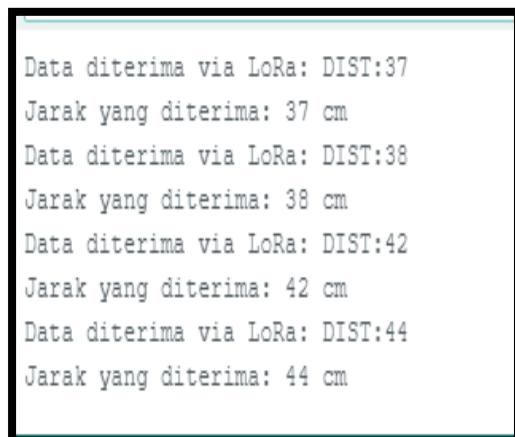
Meskipun mengalami kegagalan pada komponen yang digunakan, proses pengiriman data antara node transmitter dan receiver masih tetap terhubung yang dapat dilihat pada gambar berikut:



The screenshot shows the Serial Monitor window with the following text output:

```
Output  Serial Monitor ×
Message (Enter to send message to 'ESP32 D
Jarak terdeteksi (cm): 37
Data jarak dikirim via LoRa.
Jarak terdeteksi (cm): 38
Data jarak dikirim via LoRa.
Jarak terdeteksi (cm): 42
Data jarak dikirim via LoRa.
Jarak terdeteksi (cm): 44
Data jarak dikirim via LoRa.
```

Gambar 3.3 Tampilan Serial Monitor
Transmitter



Gambar 3. 4 Tampilan Serial Monitor
Receiver

Pada gambar 3.3 dan 3.4 diatas merupakan tampilan pada serial monitor arduino IDE yang menunjukkan komunikasi antara node *transmitter* dan *receiver* yang masih terhubung satu sama lain dalam mengirim dan menerima data sensor.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem ini memanfaatkan LoRa RA-02 untuk mengirim data, sensor ultrasonik JSN-SR04T untuk mengukur jarak pohon ke kabel, dan ESP32-CAM untuk mengambil gambar saat sensor ultrasonic membaca jarak < 90 cm. LoRa dapat mengirim data langsung dari sensor ke pusat pemantauan dengan baik, terutama di area terbuka. Saat diuji, pengiriman data terpengaruh oleh jarak dan penghalang seperti bangunan. Pada jarak lebih dari 100 meter di area terbuka, data kadang terlambat atau terganggu, tapi bisa normal kembali jika penerima dipindah ke tempat yang lebih terbuka.

Sensor JSN-SR04T cukup akurat, dengan kesalahan rata-rata hanya 0,5267 %, dan bisa memberikan peringatan saat pohon terlalu dekat ke kabel listrik.

Secara umum, sistem ini membuktikan bahwa teknologi LoRa cocok untuk mengirim data sensor jarak jauh dan bisa membantu mencegah gangguan yang terjadi pada jaringan listrik.

REFERENSI

- [1] Ibnu Alvien Al Hadid1), M. S. (2021). Rancang Bangun Sistem Monitoring Secara Realtime Pada Gangguan Distribusi Listrik Berbasis Iot. *Teknik Elektronika Telekomunikasi, Politeknik Caltex Riau, Rumbai, Pekanbaru, 27265*, 926-940.
- [2] Sofyan Rifai1, S. R. (2024). Rancang Bangun Sistem Deteksi Binatang Penyebab. *Electron : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 5, 77-88.
- [3] Afdhaluddin, M., & Palingga, I. (2023). Analisis Rancangan Sistem Monitoring Posisi Hewan Menggunakan

Eusebeus De Cerceli Bala Tukan¹⁾, Basitha Febrinda Hidayatulail²⁾, Rabbi³⁾

KOMUNIKASI DATA LORA UNTUK MENDETEKSI GANGGUAN PADA JARINGAN DISTRIBUSI LISTRIK

Jurnal *Qua Teknika*, (2025), 15 (2): 66-75

Lora. *Journal of Information System Research (JOSH)*, 4(4), 1155-1167.

- [4] Amanda, F., Samsugi, S., Styawati, S., & Alim, S. (2024). Teknologi Deteksi Dini Banjir Daerah Aliran Sungai menggunakan Heltec Wifi LoRa 32 V2. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 9(1), 42-46.
- [5] Vangelista, L., Zanella, A., & Zorzi, M. (2015). Long-Range IoT Technologies: The Dawn of LoRa. *Future Internet*, 7(1), 19-31.
- [6] Subairi, S., & Romadhon, R. H. (2024). Implementasi Scada Pada Monitoring Penggunaan Energi Listrik Di Gedung Teknik Elektro Universitas Merdeka Malang Menggunakan Komunikasi Modbus Via LoRa WAN. *Uranus: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Sains dan Informatika*, 2(3), 163-173.
- [7] Adi, P. D. P., Kitagawa, A., Prasetya, D. A., & Setiawan, A. B. (2021, April). A Performance of ES920LR LoRa for the Internet of Things: A Technology Review. In *2021 3rd East Indonesia Conference on Computer and Information Technology (EIconCIT)* (pp. 1-7). IEEE.
- [8] Afandi, D. A., Sumarahinsih, A., & Rabi, A. B. D. (2024). Perancangan Prototipe Alat Monitoring Ketinggian Air Sawah Berbasis LoRA dengan Arduino Cloud. *JE-Unisla*, 9(2), 159-168.
- [9] Hasan, M. F., Sonalitha, E., & Romadhon, R. H. (2024). Monitoring Early Warning System (EWS) pada Bencana Banjir dan Tanah Longsor Berbasis LoRa (Long Range) RA-02. *JE-Unisla*, 9(2), 144-158.
- [10] Murdyantoro, E., Rosyadi, I., & Septian, H. (2019). Studi performansi jarak jangkauan LoRa OLG01 sebagai infrastruktur koneksi nirkabel IoT. *Dinamika Rekayasa*, 15(1), 47-56.
- [11] Redzuan, Ahmad Afif Aiman Mohd, et al. "Wireless ammonia sensor system for distributed wireless monitoring platform using heltec wifi lora 32 (v2)." *Progress in Engineering Application and Technology* 2.1 (2021): 502-5