

PROJECT BASED LEARNING(PBL) PERALATAN KESEHATAN: PENGEMBANGAN SEBUAH PLATFORM JARINGAN KHUSUS YANG INDEPENDEN UNTUK PENGIRIMAN DATA JANTUNG BERBASIS PROTOKOL LORAWAN

Iman Fahruzi¹⁾, Febrian Harlim Timanta¹⁾, Junaedi Satrio Panjaitan¹⁾, Wisnu Ferdinan¹⁾, Dessy Oktani¹⁾ dan Prasaja wikanta¹⁾

¹ Department of Electrical Engineering, Politeknik Negeri Batam
JL. Ahmad Yani Batam Kota, Batam Kota. Kepulauan Riau, Indonesia, 29461
Email: imanfahruzi@gmail.com

Abstract

Data communication based on the LoRa or LoRaWan protocol is gaining popularity due to its advantages of long range, low energy consumption, and high stability. By developing a telemedicine system, it is entirely feasible to implement data exchange for medical purposes. Clinical information in remote areas can be sent, processed, and analyzed by medical personnel in multiple locations. This study's topology is point-to-point communication, with the sending and receiving modules located in Line of Sight. According to the test results, setting the LoRa parameter to a frequency of 915 MHz results in stable transmission at a range of 100–170 meters, but at a distance of more than 3 kilometers, the process of properly receiving medical data is not successful.

Keywords: *lora, heartrate, body temperatue, project based learning, iot*

Abstrak

Komunikasi data berbasis protokol LoRa atau LoRaWan, berkembang cukup cepat karena memiliki keunggulan jangkauan yang sangat luas, hemat energi dan kestabilan yang baik. Penerapan pertukaran data untuk keperluan medis sangat mungkin dilakukan dengan melakukan pengembangan sistem telemedis. Informasi medis pada daerah yang sulit terjangkau bisa dikirim, diolah dan dianalisa oleh tenaga medis pada lokasi yang berbeda. Topologi yang diuji pada penelitian ini adalah komunikasi *point to point* dengan lokasi penempatan modul pengirim dan penerima ditempatkan pada secara *Line of Sight*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan pengaturan parameter LoRa pada frekuensi 915Mhz menghasilkan pengiriman yang stabil pada jangkauan 100-170 meter, namun pada jangkauan yang lebih dari 3Km, proses penerimaan data medis tidak berjalan sukses.

Kata Kunci: *lora, detak jantung, suhu tubuh, pembelajaran berbasis proyek, iot*

PENDAHULUAN

Pertukaran dan pengumpulan data jarak jauh memiliki tantangan, antara lain stabilitas pengiriman data, kualitas sinyal, jumlah bit per detik, lebar data dan lain sebagainya. Letak geografi pada beberapa wilayah Indonesia yang banyak pulau, pesisir, pedesaan dan pegunungan mempunyai kesulitan masing-masing. Teknologi komunikasi yang berkembang saat ini tidak semua bisa menjangkau daerah tersebut.

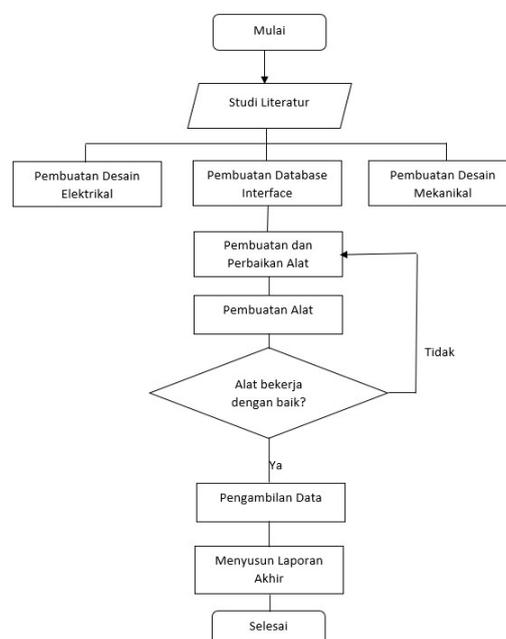
Salah satu yang berpotensi digunakan adalah komunikasi data dengan protokol LoRa atau LoRaWan. Sistem LoRa ini menawarkan komunikasi tanpa kabel dengan jangkauan yang sangat luas tanpa menggunakan akses internet. Pengembangan sebuah sistem telemetri pada era sistem informasi berkembang sangat cepat. Era internet of things (IoT) menjadi keharusan dalam mengkoneksikan setiap sensor pada suatu ekosistem internet untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Dukungan lebar pita 5G juga sudah disiapkan untuk berkontribusi bagi perkembangan IoT masa depan dengan platform yang mendukung digitalisasi dan otomasi industri 4.0 (Attaran, 2023). Perusahaan teknologi perangkat lunak dan perangkat keras berinovasi untuk mendukung perangkat pintar seperti gawai, mobil yang dikendarai otomatis, pakaian yang terpasang sensor, pengiriman data medis jarak jauh, pemantauan dan pengendalian sistem secara berkala. Penerapan jaringan lora untuk berbagai bidang sudah cukup banyak dilakukan seperti sistem pemantau peternakan dari udara menggunakan drone untuk melakukan pemetaan berbasis jaringan lora dengan jangkauan sampai dengan 10Km (Behjati et al., 2021). Penelitian lain yang memanfaatkan keunggulan Lora untuk deteksi radiasi dengan melakukan pemetaan melalui drone (Dewi et al., 2020). Sedangkan implementasi pada bidang telemedis untuk mengkolaborasi tenaga medis dan pasien sebagai platform pengelola penyakit melalui sistem yang terintegrasi (Catherwood et al., 2018). Selain fungsi, teknologi lorawan juga memiliki masalah dan tantangan seperti berkaitan dengan konsumsi daya setiap sensor dan perangkat komunikasi, jumlah sensor, jangkauan, frekuensi dan lain sebagainya. Oleh karena itu, kajian dan pengujian dari berbagai aspek yang diperlukan sehingga bisa diimplementasikan pada beberapa bidang, kejadian dan kasus darurat.

Penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan model yang optimal berdasarkan topologi yang diusulkan untuk mengetahui peningkatan kinerja berdasarkan pada beberapa faktor, antara lain *data rate*, *mobility*, *reliability*, *position accuracy*, *coverage* (Sanchez-Iborra et al., 2018). Hasil pengujian yang dihasilkan, selanjutnya bisa digunakan untuk komunikasi data yang stabil dengan jangkauan yang luas dengan parameter yang perlu diperhatikan untuk mendapatkan hasil pengiriman data yang optimal.

METODE PENELITIAN

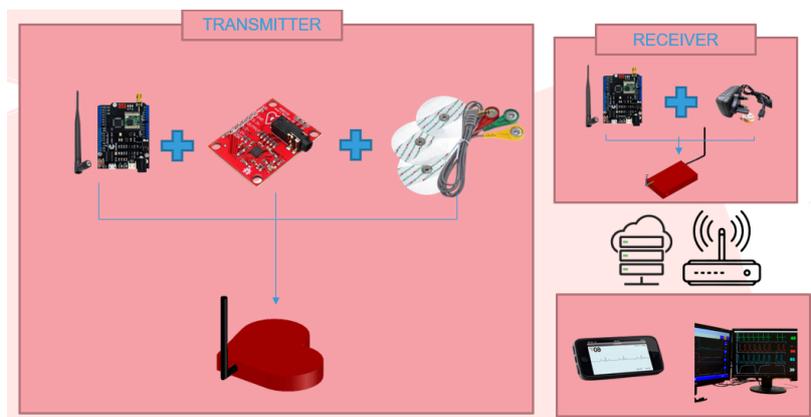
Komunikasi data tanpa kabel berbasis protokol lora memiliki tantangan dan peluang sesuai dengan aplikasi yang dikembangkan. Banyak faktor yang perlu dipertimbangkan sehingga interkoneksi antara perangkat sensor dan gateway bisa saling bertukar informasi secara handal, stabil dan akurat. Jumlah sensor dan data ukuran besar menjadi isu utama yang perlu diselesaikan secara berkelanjutan. Oleh karena itu, skenario untuk mengukur kinerja sistem yang dikembangkan masih sangat perlu diuji dengan melibatkan beberapa parameter, antara lain *data rate*, *mobility*, *latency*, *connection density*, *reliability*, *position accuracy*, *coverage*, *spectrum efficiency*, *energy efficiency* dan *pay as you go* (Attaran, 2023). Apabila alat pengukuran data menggunakan kuesioner, maka perlu dicantumkan hasil uji validitas dan reliabilitas instrumen penelitian.

Dalam penelitian ini akan dilakukan beberapa tahapan yaitu dimulai dengan studi literatur mempelajari penelitian-penelitian serupa yang sudah pernah dilakukan, dari penelitian tersebut dibuatlah skema rancangan atau spesifikasi alat yang ingin dibuat. Tahap berikutnya dilakukan pembuatan desain elektrikal, mekanikal dan antarmuka aplikasi yang akan menampilkan hasil. Setelah itu dilakukan pembuatan alat dan pengetesan apakah alat bekerja dengan baik atau tidak. Jika alat sudah bekerja dengan baik maka dilakukan pengambilan data dan analisa data.



Gambar 1. Skema Perencanaan Penelitian

Dalam pembuatan perangkat keras dibagi dua jenis yaitu pembuatan mekanikal kemasan produk dan perancangan elektrikal. Rancangan mekanikal dilakukan dengan menggunakan *Solidwork* untuk membuat kemasan produk. Sedangkan rancangan elektrikal menggunakan piranti lunak *EasyEDA*. Skema rancangan sistem telemedis yang diusulkan seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Skema Perancangan Sistem Telemedis

Berdasarkan skema perancangan, interkoneksi setiap perangkat dan kegunaannya akan dijelaskan sebagai berikut:

LoRa

LoRa (Long Range) adalah suatu format modulasi yang unik yang dibuat oleh Semtech tipe RFM95 dengan spesifikasi seperti pada Tabel 1. modulasi yang dihasilkan menggunakan modulasi FM. Nilai frekuensi pada LoRa bermacam-macam sesuai daerahnya, jika di Asia frekuensi yang digunakan yaitu 433 MHZ, di Eropa nilai frekuensi yang digunakan yaitu 868 MHZ, sedangkan di Amerika Utara frekuensi yang digunakan yaitu 915 MHZ. Fungsi LoRa pada proyek ini nantinya sebagai komunikasi sensor dengan jarak *line of sight*(LoS), dimana data sensor AD8232 akan direkam oleh pemancar lora dan akan dikirimkan ke penerima lora yang berada di tempat lain.

Tabel 1
Spesifikasi LoRa RFM95

Fitur	Spesifikasi
Ukuran	16x16 mm
RSSI	127 dB

Fitur	Spesifikasi
Sensitivitas	-148 dBm
Budget link	168dB
Bit rate	Sampai dengan 300kbps
Low RX current	10,3mA
Teknik modulasi	FSK, GFSK, MSK, GMSK, OOK
Paket data	Sampai dengan 256bytes

Sensor AD8232

Sensor AD8232 yang digunakan untuk menghitung pergerakan listrik jantung manusia. dapat berupa grafik seperti Elektrokardiogram dan hasilnya berupa pembacaan analog. Elektrokardiogram mempunyai banyak noise, sehingga untuk mengurangi noise tersebut digunakan chip AD8232. Prinsip kerja dari sensor ECG adalah seperti sebuah penguat operasional (Op-Amp) yang membantu dalam mendapatkan sinyal yang jelas. Sensor AD8232 digunakan untuk pengkondisian sinyal dalam EKG atau ECG serta aplikasi pengukuran biopotensial lainnya.

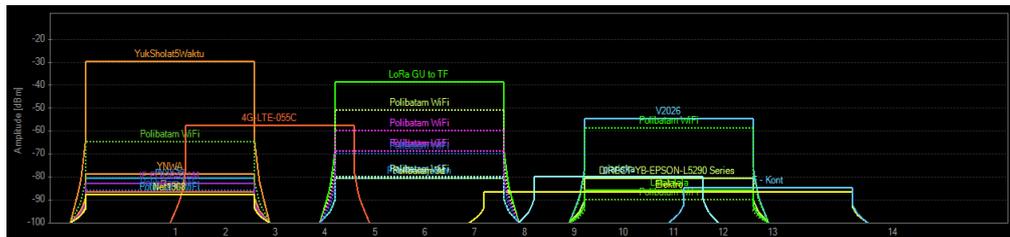
Modul Max 30102

Max 30102 merupakan sensor yang mengukur detak jantung serta saturasi oksigen nantinya sensor ini akan digunakan untuk mengukur detak jantung serta saturasi oksigen pasien agar data yang diterima pihak medis mengenai kesehatan pasien lengkap, sehingga proses medis akan lebih mudah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian LoRa dilakukan untuk menguji keakuratan jarak yang dapat lora lakukan untuk berkomunikasi, sehingga nantinya pengiriman data dapat diketahui batas maksimum penerimaannya, pengujian dilakukan antar gedung di Politeknik Negeri Batam dengan jarak 200 dan 300 meter, pada gambar 3 terlihat seberapa kuat sinyal yang diterima dengan jarak 200 m dan gambar 4 untuk jarak 300 meter. Indikasi *Received Signal Strength Indicator*(RSSI) memiliki arti semakin kecil nilai yang terbaca pada indikator RSSI maka berimplikasi pada jangkauan yang lebih jauh. Kondisi lingkungan akan sangat berpengaruh pada kekuatan sinyal yang direpresentasikan oleh nilai RSSI(Dharmawan & Kurnianto, 2020.). Hasil pengukuran

RSSI dengan jarak 1 meter seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 bagian a dan bagian b.



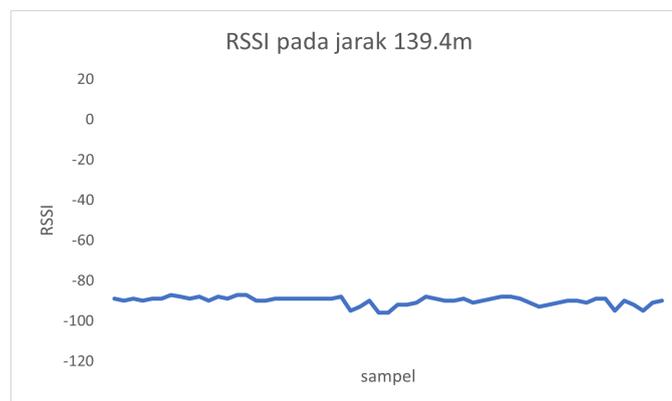
(a)



(b)

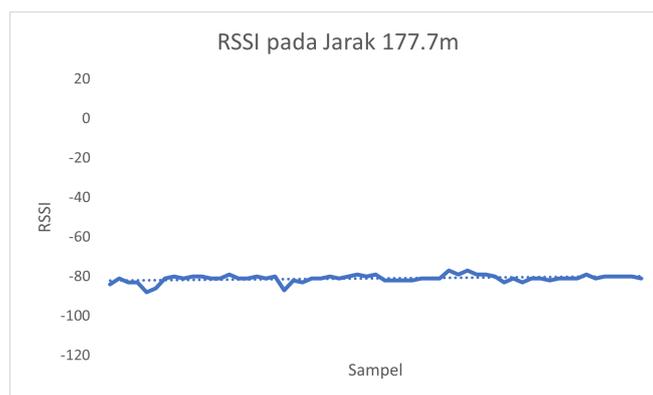
Gambar 3. Grafik kekuatan sinyal berdasarkan nilai RSSI; (a). optimal RSSI, dan (b). Sebaran RSSI

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 3, kekuatan sinyal menggunakan protokol loRa -30 dBm sampai -40 dBm, walaupun pada saat tertentu ada pelemahan -49 dBm. Sedangkan pada pengujian lapangan menunjukkan nilai RSSI lebih dari 100m, kategori jelek, dengan tinggi posisi perangkat pengirim dan penerima berada pada ± 16 meter dari permukaan tanah dengan halangan bangunan.



Gambar 4. Pengujian LoRa jarak 139.4 m

Kekuatan sinyal RSSI seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4, kemampuan LoRa mengirimkan data mengalami kondisi stabil pada nilai rerata -90 dBm, namun ada kondisi pelemahan pada -95 dBm sampai -97dBm. Berdasarkan klasifikasi batasan kekuatan sinyal, maka nilai RSSI tersebut kategori jelek menuju sangat jelek.



Gambar 5. Pengujian LoRa jarak 177.7 m

Sedangkan pengujian lapangan dengan jarak antara perangkat pengirim dan penerima sekitar 177.7m, nilai RSSI berada pada rerata -81 dBm. Hasil tersebut juga masih berada pada kategori jelek seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5 . Pengujian lapangan pada jarak terjauh adalah lebih dari 3Km, sistem tidak bekerja karena berkurangnya kekuatan sinyal sehingga data tidak bisa diterima oleh perangkat penerima dengan nilai RSSI lebih dari -100dBm. Lokasi pengujian dengan jarak 3.4Km seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengujian LoRa jarak 3.4Km

Pengujian Sensor AD8232

Pengujian sensor AD8232 dilakukan untuk menguji keakuratan modul sensor, sensor menggunakan arduino R3 sebagai pengontrol untuk menampilkan output sensor tersebut, selanjutnya pengujian sensor ini juga untuk mendeteksi sinyal detak jantung sama seperti yang diperoleh melalui alat *polysomnography* (PSG) pada umumnya ada di rumah sakit.

Pengujian Max30102

Pengujian Max30102 bertujuan untuk memastikan keakuratan serta ketepatan alat ini dalam mengukur detak jantung serta saturasi oksigen pada seseorang, nantinya alat ini juga akan dibandingkan dengan alat ukur saturasi oksigen dan *heart rate* yaitu *pulse oximeter*.

Tabel 2

Perbandingan Nilai Saturasi Oksigen Sensor Max 301002 dengan *pulse oximeter*

Time	Sensor Max 301002 (%)	Pulse Oximeter (%)	Error (%)
20:16:30.550	100	99	1,01
20:16:31.062	100	99	1,01
20:16:32.049	100	99	1,01
20:16:33.079	100	99	1,01
20:16:34.060	100	99	1,01
20:16:35.092	100	99	1,01
20:16:36.079	100	99	1,01
20:16:37.107	93	99	6,06
20:16:38.089	92	99	7,07
20:16:39.075	92	99	7,07
20:16:40.106	100	99	1,01
20:16:41.089	100	99	1,01
20:16:42.117	98	99	1,01
20:16:43.010	98	98	0,00
20:16:44.139	99	98	1,02
20:16:45.127	99	99	0,00
20:16:46.023	96	99	3,03

Pengujian Max30102 bertujuan untuk memastikan keakuratan alat dalam mengukur kandungan SpO₂ seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Hasil pengukuran alat dibandingkan dengan pembacaan pada alat yang banyak digunakan, yaitu Pulse Oxymeter. Hasil pengujian menghasilkan nilai kesalahan pengukuran sebesar 2%. Pada beberapa sampel pengujian, hasil pengukuran menunjukkan nilai saturasi oksigen lebih baik dari alat pembanding, hal ini disebabkan adanya waktu tunda dalam pengambilan data. Selain itu, adanya penurunan sensititas kelembaban saat pengukuran.

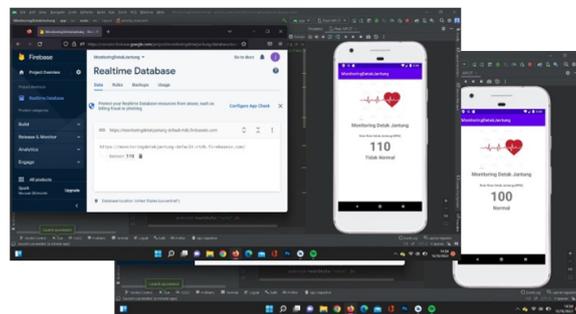
Tabel 3

Perbandingan Nilai BPM Sensor Max 301002 dengan *pulse oximeter*

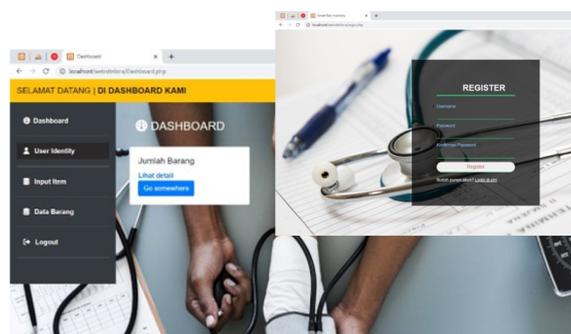
Time	Sensor MAX30102 (BPM)	Alat Pulse Oxymeter (BPM)	Persentase error(%)
22:00:22	62.37	65	4.046

Time	Sensor MAX30102 (BPM)	Alat Pulse Oxymeter (BPM)	Persentase error(%)
22:00:23	62.37	65	4.046
22:00:24	62.37	65	4.046
22:00:25	62.37	65	4.046
22:00:26	62.37	65	4.046
22:00:27	62.37	65	4.046
22:00:28	62.37	65	4.046
22:00:29	65.1	68	4.265
22:00:30	65.1	68	4.265

Implementasi dari proses pengiriman data EKG dan denyut jantung akan ditampilkan pada suatu aplikasi android seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6 bagian a, dan tampilan berbasis website seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6 bagian b.



(a)



(b)

Gambar 6. Tampilan hasil pengukuran, berbasis aplikasi android (a); dan berbasis tampilan website (b).

SIMPULAN

Pengujian sistem komunikasi berbasis lora menunjukkan hasil yang cukup menjanjikan dalam beberapa aspek seperti jangkauan pengiriman data bisa lebih jauh dari modul lain seperti komunikasi Bluetooth, Zigbee, Wifi berbasis ESP. Jangkauan ini

bisa diketahui dari nilai RSSI selama pengujian, semangkin rendah nilai RSSI, menunjukkan kekuatan sinyal semangkin berkurang. Peningkatan kinerja komunikasi data menggunakan LoRa dengan tipe RFM95 915MHz terus diperbaiki dengan melibatkan lebih banyak parameter yang akan diukur pada beberapa kondisi seperti *effective data rate*, *bandwidth*, *spreading factor* dan kemampuan pengiriman data.

DAFTAR PUSTAKA

- Attaran, M. (2023). The impact of 5G on the evolution of intelligent automation and industry digitization. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 14(5), 5977–5993. <https://doi.org/10.1007/s12652-020-02521-x>
- Behjati, M., Mohd Noh, A. B., Alobaidy, H. A. H., Zulkifley, M. A., Nordin, R., & Abdullah, N. F. (2021). LoRa Communications as an Enabler for Internet of Drones towards Large-Scale Livestock Monitoring in Rural Farms. *Sensors*, 21(15), 5044. <https://doi.org/10.3390/s21155044>
- Catherwood, P. A., Steele, D., Little, M., McComb, S., & McLaughlin, J. (2018). A Community-Based IoT Personalized Wireless Healthcare Solution Trial. *IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine*, 6, 1–13. <https://doi.org/10.1109/JTEHM.2018.2822302>
- Dewi, D. C., Ningsih, F. S., Atmoko, D. F., & Shobari, I. (2020). DESAIN MAPPING DAN KOMUNIKASI LORA SX1276 PADA SISTEM DETEKSI RADIASI MENGGUNAKAN DRONE. *PRIMA - Aplikasi dan Rekayasa dalam Bidang Iptek Nuklir*, 17(2), Article 2.
- Dharmawan, W., & Kurnianto, A. (n.d.). *PENINGKATAN AKURASI ESTIMASI JARAK RSSI DENGAN MODEL LOG NORMAL MENGGUNAKAN METODE KALMAN FILTER PADA BLUETOOTH LOW ENERGY*.
- Sanchez-Iborra, R., Sanchez-Gomez, J., Ballesta-Viñas, J., Cano, M.-D., & Skarmeta, A. F. (2018). Performance Evaluation of LoRa Considering Scenario Conditions. *Sensors*, 18(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/s18030772>