PENGARUH PERUBAHAN PARAMETER TRANSMISI DATA TRANSCEIVER RFM95W TERHADAP LIFE TIME BATTERY

Wuriono Satriyo[1*], Leonardus Sandy Ade Putra[2], Jannus Marpaung[3]
[1,2,3]Teknik Elektro, Universitas Tanjungpura
[1]wurionosa@gmail.com

Abstract

LoRa (Long Range) technology is widely used in long-range communication systems for Internet of Things (IoT) applications due to its low power consumption and wide coverage capability. This research aims to analyze the effect of Spreading Factor (SF) variation on communication quality, power consumption, and battery lifetime in a LoRa-based system using the RFM95W module. The experiments were conducted on six system configurations with SF values ranging from SF7 to SF12. The evaluated parameters include RSSI, SNR, battery voltage, current, power consumption, and system operating duration. The results for SF12 show an average RSSI of -61.20 dBm (ranging from -55 dBm to -65 dBm) and an average SNR of 7.30 dB. In terms of energy consumption, the system operates at an average battery voltage of 6.92 V, current of 0.13 A, and power consumption of approximately 0.90 W, achieving an operating time of 330 minutes. The comparative analysis indicates that higher Spreading Factor values improve communication reliability, but lead to increased power consumption and reduced battery lifetime. Therefore, selecting an appropriate SF is essential to achieve an optimal balance between communication range and energy efficiency. This study contributes to optimizing the selection of Spreading Factor parameters to achieve a balance between communication reliability and energy efficiency in LoRa-based battery systems.

***Keywords**: LoRa, Spreading Factor, Power Consumption, Battery Lifetime, Internet of Things*

Article History
Received: March 2026
Reviewed: March 2026
Published: March 2026

Plagiarism Checker No 235
Prefix DOI :
10.8734/Kohesi.v1i2.365
Copyright : Author
Publish by : Kohesi

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

Abstrak

Teknologi *LoRa (Long Range)* banyak digunakan pada sistem komunikasi jarak jauh berbasis *Internet of Things (IoT)* karena mampu menyediakan jangkauan luas dengan konsumsi daya rendah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi *Spreading Factor (SF)* terhadap kualitas komunikasi dan konsumsi daya pada sistem *LoRa* berbasis modul RFM95W, serta dampaknya terhadap *lifetime* baterai. Pengujian dilakukan pada enam konfigurasi sistem dengan variasi SF7 hingga SF12. Parameter yang dianalisis meliputi RSSI, SNR, tegangan baterai, arus, daya, dan durasi operasi sistem. Hasil pengujian pada SF12 menunjukkan nilai RSSI rata-rata sebesar –61,20 dBm dengan rentang –55 dBm hingga –65 dBm, serta SNR rata-rata 7,30 dB. Dari sisi konsumsi daya, sistem menghasilkan tegangan baterai rata-rata 6,92 V, arus 0,13 A, dan daya sekitar 0,90 W, dengan durasi operasi mencapai 330 menit. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa peningkatan nilai *Spreading Factor* meningkatkan kualitas komunikasi, namun berdampak pada peningkatan konsumsi daya dan penurunan *lifetime* baterai. Oleh karena itu, pemilihan nilai SF perlu disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi agar diperoleh keseimbangan antara jangkauan komunikasi dan efisiensi energi. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam optimasi pemilihan parameter *Spreading Factor* untuk mencapai keseimbangan antara keandalan komunikasi dan efisiensi energi pada sistem LoRa berbasis baterai.

Kata Kunci: *LoRa, Spreading Factor,* Konsumsi Daya, *Lifetime Battery, Internet of Things.*

1. PENDAHULUAN

Baterai merupakan elemen (sel) sumber arus listrik searah. Baterai merupakan alat untuk mengubah energi kimia menjadi energi listrik, Baterai biasanya terdiri atas beberapa buah sel listrik. Jika dalam sel listrik itu terjadi reaksi kimia, maka pada kedua elektronnya akan mempunyai beda potensial.[1] Pengaplikasian baterai juga sangat mudah ditemui, mulai dari kebutuhan industri, rumah tangga bahkan kendaraan bermotor seperti motor dan mobil.

Baterai merupakan perangkat penyimpan energi listrik, dan merupakan bagian paling penting perangkat elektronik portable. Baterai berbasis lithium memiliki keunggulan karena terbuat dari bahan logam lithium yang merupakan logam paling ringan diantara logam lainnya sehingga dapat menghasilkan energi densitas yang besar dan memiliki siklus hidup yang panjang. Keunggulan lainnya yaitu fast charging, rasio massa ke energi yang tinggi dan tidak ada efek memori sehingga dapat menghasilkan daya densitas yang besar. Namun baterai berbasis lithium juga memiliki kekurangan yaitu sangat sensitif terhadap temperatur, untuk mengatasi kekurangan baterai berbasis lithium harus memiliki perangkat tambahan lain yaitu Battery Management System (BMS). BMS adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai pemantau dan pengaman baterai agar dapat berumur panjang dan performanya tidak menurun. [1]

LoRa (Long-Range) adalah salah satu teknologi komunikasi nirkabel yang digunakan untuk menghubungkan perangkat IoT (Internet of Things) dalam jaringan jarak jauh. Dalam penelitian ini, beberapa faktor yang mungkin memengaruhi ketahanan baterai perangkat LoRa perlu dipertimbangkan, salah satunya adalah kecepatan transfer data. Perangkat LoRa digunakan secara luas dalam aplikasi IoT yang memerlukan komunikasi dalam jarak jauh, seperti pemantauan lingkungan, pertanian, manufaktur, dan smart city. Ketahanan baterai pada

perangkat LoRa sangat penting karena perangkat ini sering ditempatkan di lokasi yang sulit dijangkau atau sulit diakses.[2]

Dalam penelitian ini, peneliti dapat menunjukkan bahwa baterai dari sebuah node menentukan kemampuan node tersebut mengirim data. Maka dari itu baterai pada node sangat menentukan proses pengukuran di lapangan. Penelitian ini menguji bagaimana ketahanan baterai dalam pengiriman data pada perangkat LoRa dan mencari cara untuk mengoptimalkan performa perangkat dalam pengaplikasian yang berbeda.

Penelitian terkait teknologi LoRa telah banyak dilakukan, terutama dalam aspek jangkauan komunikasi dan efisiensi daya. Namun demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada kualitas komunikasi tanpa mengkaji secara mendalam hubungan langsung antara variasi parameter Spreading Factor terhadap konsumsi energi dan lifetime baterai dalam sistem nyata berbasis eksperimen.

Dari semua itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi Spreading Factor terhadap kualitas komunikasi dan konsumsi energi secara simultan pada modul RFM95W. Kebaruan penelitian ini terletak pada pendekatan eksperimental terintegrasi yang menghubungkan parameter komunikasi dengan karakteristik konsumsi energi baterai dalam sistem IoT berbasis LoRa.

2. METODE PENELITIAN

Perancangan sistem pengaruh perubahan parameter transmisi data tranciever RFM95W terhadap life time battery ini mencakup perancangan perangkat keras dan perangkat lunak yang saling terhubung satu sama lain.

Pada sisi perangkat keras, komponen terdiri dari Baterai Li-On 18650 VTC6 sebagai objek yang akan di teliti ketahanannya, adapun mikrokontroler ESP32 DevKit sebagai pusata pengendali dan memproses data, sensor INA219 untuk mengukur besarnya tegangan dan arus keluaran baterai, modul LoRa RFM95 sebagai media komunikasi nirkabel jarak jauh antara perangkat pengirim dan penerima, modul RTC DS3231 yang digunakan untuk mendeteksi waktu secara real-time, serta modul SD Card untuk menyimpan SD Card yang berfungsi untuk menyimpan semua data yang dikirimkan oleh perangkat pengirim secara lokal. Selain itu, terdapat modul step-down LM596 yang berfungsi untuk menurunkan tegangan suplai ke ESP32 DevKit, modul step-down 5A untuk menstabilkan tegangan lampu LED, serta switch yang digunakan sebagai saklar untuk menghidupkan atau mematikan semua sistem dan beban lampu LED.

Pada sisi perangkat lunak, perancangan meliputi pemograman mikrokontroler ESP32 untuk membaca data sensor INA219, memberikan penanda waktu menggunakan RTC, serta menyimpan data ke dalam MicroSD. Data yang telah diproses kemudian dikirimkan melalui komunikasi LoRa ke sisi penerima, dan selanjutnya ditramisikan ke platform Thinger.io melalui koneksi Wi-Fi untuk ditampilkan secara real-time. Melalui platform ini, pengguna dapat memantau parameter transmisi data seperti tegangan, arus, daya, kapasitas baterai, RSSI, SNR, serta posisi geografis secara jarak jauh melalui dashboard Thinger.io.

Metode eksperimental merupakan teknik penelitian yang melibatkan percobaan dan pengamatan terhadap suatu proses yang dilakukan secara berulang. Dalam metode ini, langkah-langkah yang dilakukan meliputi perancangan serta pembuatan perangkat transmitter dan receiver. Setelah itu, perangkat yang diuji dilokasi yang sesuai. Pengujian dilakukan berulang kali hingga diperoleh data yang memadai untuk analisis.

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat dapat bekerja sebagaimana mestinya, baik itu terkait dengan kerja sensor dalam melakukan pengukuran maupun program yang dibuat. Beberapa pengujian sistem yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi :

2.1 Pengujian Komunikasi LoRa

Pengujian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui kualitas jaringan komunikasi antara transmitter dan receiver menggunakan modul LoRa. Parameter kualitas sinyal yang diamati meliputi RSSI dan SNR sebagai indikator utama performa penerimaan data. RSSI digunakan untuk menunjukkan kekuatan sinyal yang diterima, sedangkan SNR menggambarkan perbandingan antara sinyal dan noise yang mempengaruhi kestabilan komunikasi. Dengan melakukan pengukuran kedua parameter ini, dapat dianalisis sejauh mana efektivitas modul LoRa dalam mentransmisikan data pada berbagai kondisi lingkungan.

2.2 Pengujian Integrasi Sistem Internet of Things

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sistem Internet of Things dapat terhubung dengan baik ke perangkat receiver. Pengujian ini mencakup proses verifikasi koneksi, pengiriman data, dan penerimaan data secara real-time untuk memastikan bahwa alur komunikasi berjalan sesuai dengan rancangan. Selain itu, pengujian dilakukan untuk mengevaluasi stabilitas koneksi, respon perangkat terhadap data yang diterima, serta keandalan sistem dalam kondisi operasional yang berbeda. Hasil pengujian ini menjadi dasar penilaian apakah sistem telah memenuhi kebutuhan fungsional dan siap diimplementasikan.

2.3 Variabel atau Data

Penelitian ini dilakukan dengan memberikan skenario kondisi lingkungan, baik pada kondisi transmitter maupun kondisi receiver. Hasil dari setiap skenario diamati melalui tampilan LCD pada receiver melalui penerimaan data dari transmitter, serta monitoring di aplikasi Thinger.io.

Tahapan pengujian sistem dilakukan dengan menempatkan node transmitter dan node receiver pada jarak konstan sejauh 100m dalam kondisi lingkungan Line of Sight (LOS). Setiap nilai Spreading Factor diuji secara terpisah dengan jumlah paket data yang sama. Pengiriman data dilakukan secara periodik dengan jeda waktu yang disesuaikan berdasarkan nilai Spreading Factor untuk mencegah terjadinya tabrakan data. Setiap data yang dikirimkan diberi nomor identitas paket (Packet ID) yang meningkat secara berurutan. Data yang dikirimkan meliputi Packet ID, waktu pengiriman berdasarkan RTC, nilai tegangan, arus, daya, dan persentase baterai.

2.4 Analisis Data

Analisis hasil pada penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kesesuaian antara perancangan sistem, metode pengujian, serta data yang dihasilkan terhadap tujuan penelitian. Analisis ini tidak membahas nilai numerik hasil pengujian secara detail, melainkan meninjau apakah metode yang digunakan telah mampu menghasilkan data yang valid dan relevan untuk dianalisis pada tahap selanjutnya.

Berdasarkan perancangan sistem yang telah dilakukan, node transmitter dan node receiver mampu beroperasi sesuai fungsi yang direncanakan. Sistem dapat melakukan pembacaan parameter kelistrikan baterai, pengiriman data menggunakan komunikasi LoRa, serta pencatatan data secara periodik. Hal ini menunjukkan bahwa rancangan perangkat keras dan perangkat lunak telah terintegrasi dengan baik. Metode pengujian yang diterapkan telah memungkinkan pengamatan pengaruh variasi parameter komunikasi LoRa terhadap konsumsi energi baterai. Dengan menetapkan Spreading Factor sebagai variabel bebas dan menjaga parameter lain tetap konstan, data yang diperoleh dapat menggambarkan hubungan sebab-akibat secara lebih terkontrol. Proses pengambilan data dilakukan secara berulang dengan interval waktu yang sama pada setiap skenario pengujian. Data yang diperoleh mencakup tegangan, arus, daya, persentase baterai, waktu pengiriman data, serta kualitas sinyal. Kelengkapan data tersebut menunjukkan bahwa metode pengujian telah dirancang secara sistematis dan mampu mendukung analisis yang komprehensif. Selain itu, mekanisme penyimpanan data menggunakan SD Card serta

pengiriman data ke node receiver berjalan dengan baik tanpa kehilangan data yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pencatatan data telah memenuhi kebutuhan penelitian dan dapat dijadikan dasar analisis kuantitatif. Secara keseluruhan, metode penelitian yang digunakan telah mampu menghasilkan data yang konsisten dan terstruktur.

Selain itu, analisis data juga dilakukan dengan pendekatan kuantitatif menggunakan perhitungan daya berdasarkan persamaan dasar kelistrikan, yaitu $P = V \times I$, untuk mengetahui hubungan antara tegangan, arus, dan konsumsi daya sistem. Data hasil pengujian kemudian dianalisis menggunakan pendekatan perbandingan antar variasi Spreading Factor guna mengidentifikasi pola perubahan konsumsi energi dan kualitas komunikasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Bagian ini, akan disajikan hasil pengujian serta analisis kinerja sistem komunikasi LoRa dalam proses pengiriman data pengaruh perubahan parameter transmisi data Tranciever RFM95W terhadap lifetime battery. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi efektifitas dan keandalan sistem dalam berbagai kondisi operasi. Hasil pengujian yang diperoleh berupa data parameter-parameter komunikasi LoRa, yaitu Received Signal Strength Indicator (RSSI), Signal-to-Noise Ratio (SNR), Tegangan Baterai (V), Arus Baterai (I) dan Waktu pengiriman (Ts). Seluruh data hasil pengujian tersebut kemudian diolah dan dianalisa.

3.1 Hasil Rancangan Perangkat Keras

Pada penelitian ini perangkat keras yang digunakan dirancang untuk mendukung sistem komunikasi nirkabel antar pengirim dan penerima menggunakan teknologi LoRa (Long Range). Sistem ini terdiri dari satu unit transmitter yang berfungsi mengatur serta mengirimkan parameter-parameter dan data komponen. Selanjutnya receiver sebagai penerima yang menerima beberapa data dan di upload ke dashboard thinger serta disimpan di data logger thinger.

3.1.1 Hasil Rancangan Perangkat *Transmitter*

Pada rancangan transmitter, terdapat satu buah modul LoRa RFM95W yang berfungsi sebagai media komunikasi nirkabel jarak jauh. Modul ini terhubung langsung dengan mikrokontoller ESP32 yang bertugas memonitoring semua data untuk dikirimkan ke perangkat receiver. Mikrokontroller ESP32 juga terhubung ke sensor INA219 yang dilengkapi Step-Down LM2596 berfungsi sebagai membaca tegangan, arus dan daya yang didapatkan dari Power Supply yaitu baterai 18650 VTC 6 dirangkai seri 2 buah dan RTC sebagai membaca waktu pengiriman data secara real-time serta modul SD Card yang berfungsi menyimpan semua data yang sudah dimonitoring dan diatur oleh ESP32. Semua data yang didapatkan dikirimkan ke perangkat receiver yang berada dijangkauan sinyal LoRa.

3.1.2 Hasil Rancangan Perangkat *Receiver*

Pada rancangan receiver, terdapat sebuah mikrokontroller ESP32 yang terhubung dengan satu modul LoRa RFM95W yang berfungsi untuk menerima data dari perangkat transmitter. Jadi, data yang diterima berupa data tegangan, arus, daya dari baterai. Serta nilai RSSI dan SNR diterima oleh perangkat receiver disebabkan sinyal LoRa yang saling terhubung. Waktu pengiriman juga diterima oleh perangkat receiver sebagai perbandingan untuk semua data yang telah diterima. Setelah menerima semua data dari perangkat transmitter, ESP32 langsung memproses data tersebut lalu mengirimkannya ke web Thinger. Di Thinger kemudian dimonitoring secara real-time menggunakan dashboard Thinger. Serta disimpan di data bucket Thinger. Dengan sistem ini, semua data dikirimkan oleh transmitter secara wireless, karena menggunakan sinyal LoRa sebagai media komunikasi jarak jauh.

3.2 Kondisi dan Parameter Pengujian Sistem

Pengujian pada penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh Spreading Factor (SF) terhadap performa komunikasi dan konsumsi energi sistem LoRa berbasis baterai. Pengujian dilaksanakan menggunakan satu node LoRa mandiri yang bekerja secara kontinu dengan interval transmisi yang tetap.

Komunikasi data dilakukan menggunakan modul LoRa RFM95W dalam mode point-to-point. Data yang dikirimkan meliputi informasi tegangan baterai, arus, nilai RSSI, nilai SNR, serta penanda waktu. Seluruh proses pengujian dilakukan dengan menjaga kondisi lingkungan dan jarak antar node tetap, sehingga pengaruh perubahan kualitas sinyal hanya disebabkan oleh variasi parameter transmisi.

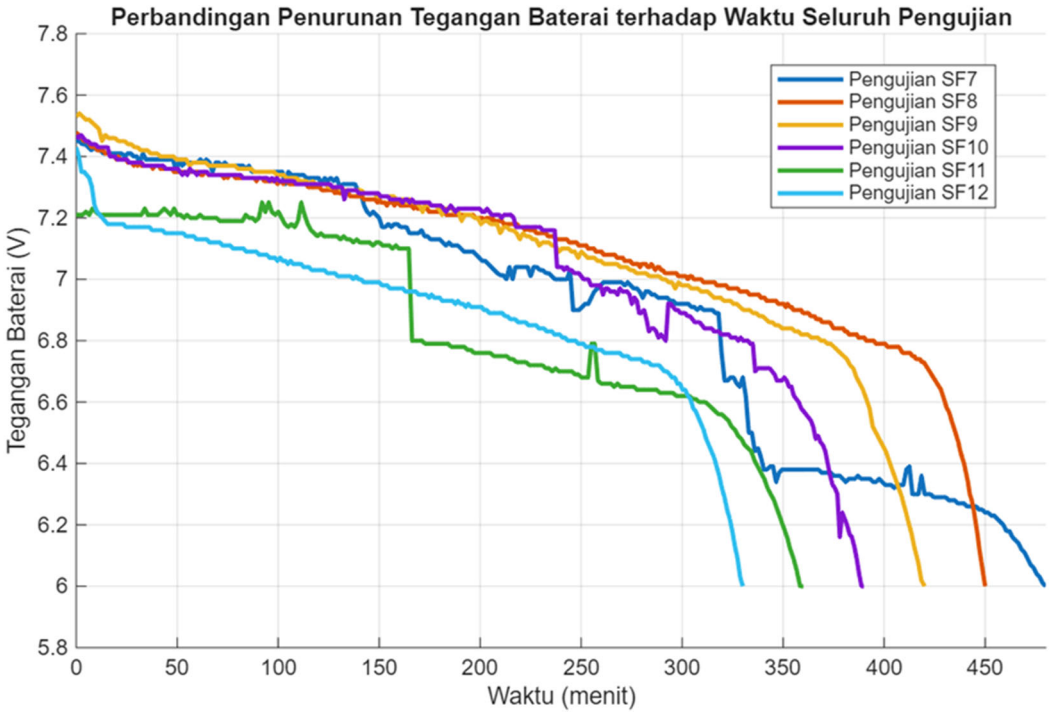
Pada penelitian ini, hanya Spreading Factor (SF) yang divariasikan, yaitu dari SF7 hingga SF12. Parameter transmisi lainnya dijaga konstan untuk memenuhi prinsip kontrol variabel dalam penelitian eksperimental. Parameter konstan yang digunakan meliputi Bandwidth 250 kHz, Coding Rate 4/5, daya pancar 14 dBm, panjang payload 16 byte, dan interval transmisi 60 detik.

Dengan kondisi dan parameter pengujian tersebut, perubahan konsumsi energi, penurunan tegangan baterai, serta kualitas sinyal yang diamati dapat dipastikan merupakan akibat langsung dari variasi Spreading Factor.

3.3 Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem keseluruhan dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat yang dirancang bekerja secara terintegrasi sesuai alur penelitian ini ditetapkan. Sistem yang diuji terdiri dari mikrokontroler ESP32, modul LoRa RFM95W sebagai media komunikasi data, baterai VTC 6 18650 konfigurasi 2S sebagai sumber daya sekaligus objek yang diamati, sensor INA219 untuk pengukuran arus dan tegangan baterai, RTC sebagai penanda waktu real-time, serta modul SD Card sebagai media penyimpanan data hasil pengujian. Pada tahap pengujian ini, sistem dioperasikan secara kontinu dengan interval pengiriman data yang telah ditentukan. Setiap siklus pengujian meliputi proses pembacaan tegangan dan arus baterai oleh sensor INA219, pengiriman data melalui modul LoRa, serta pencatatan data beserta informasi waktu ke dalam SD Card. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh proses tersebut dapat berjalan secara berurutan dan berulang tanpa gangguan, yang menandakan bahwa integrasi sistem telah berhasil. Dengan demikian, hasil pengujian sistem keseluruhan menunjukkan bahwa perangkat yang dirancang telah berfungsi sesuai dengan spesifikasi dan tujuan penelitian. Sistem mampu melakukan monitoring kondisi baterai, mengirimkan data secara nirkabel, serta menyimpan data pengujian secara real-time. Sistem ini layak digunakan sebagai dasar untuk pengujian lanjutan, yaitu analisis pengaruh variasi Spreading Factor (SF7,SF8,SF9, SF11 dan SF12) terhadap kualitas komunikasi dan konsumsi energi baterai.

3.4 Pembahasan Keseluruhan Pengujian



Gambar 3.1 Perbandingan Penurunan Tegangan Baterai terhadap Waktu Seluruh Pengujian

Berdasarkan pada Gambar 3.1, Grafik menunjukkan perbandingan penurunan tegangan baterai terhadap waktu pada enam pengujian sistem komunikasi jarak jauh berbasis LoRa, di mana setiap pengujian menggunakan parameter Spreading Factor (SF) yang berbeda. Tegangan baterai digunakan sebagai indikator utama untuk mengevaluasi konsumsi energi dan efisiensi daya dari masing-masing konfigurasi sistem. Secara umum, seluruh kurva pengujian memperlihatkan tren penurunan tegangan seiring bertambahnya waktu operasi, yang merupakan karakteristik normal dari penggunaan baterai pada sistem elektronik. Namun demikian, laju penurunan tegangan dan durasi operasi berbeda pada setiap pengujian, yang menunjukkan adanya pengaruh signifikan dari perbedaan nilai Spreading Factor terhadap konsumsi daya sistem.

Pada pengujian dengan durasi operasi paling panjang, terlihat bahwa penurunan tegangan berlangsung lebih lambat dan relatif stabil pada fase awal hingga pertengahan waktu pengujian. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem bekerja dengan konsumsi daya yang lebih efisien, yang umumnya terjadi pada penggunaan Spreading Factor rendah (seperti SF7 atau SF8). Pada konfigurasi ini, waktu transmisi (Time on air) lebih singkat sehingga modul LoRa tidak terlalu lama berada pada kondisi aktif, yang berdampak pada penghematan energi baterai. Sebaliknya, pada pengujian dengan durasi operasi yang lebih pendek, penurunan tegangan terlihat lebih curam, terutama setelah memasuki pertengahan waktu pengujian. Pola ini menunjukkan konsumsi daya yang lebih tinggi, yang berkaitan dengan penggunaan Spreading Factor tinggi (seperti SF11 atau SF12). SF yang tinggi menyebabkan waktu transmisi data menjadi lebih lama, sehingga modul radio menarik arus lebih besar dalam durasi yang lebih panjang, mempercepat penurunan kapasitas baterai.

Secara keseluruhan, grafik perbandingan menunjukkan adanya perubahan yang jelas konsumsi energi pada sistem komunikasi LoRa. Pengujian dengan SF tinggi menghasilkan penurunan tegangan baterai yang lebih cepat, sedangkan pengujian dengan SF rendah mampu mempertahankan tegangan baterai dalam waktu yang lebih lama. Oleh karena itu, pemilihan Spreading Factor harus disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi, apakah lebih mengutamakan jangkauan komunikasi atau efisiensi energi dan lifetime baterai.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan nilai Spreading Factor menyebabkan peningkatan waktu transmisi (*time-on-air*), yang berdampak langsung pada meningkatnya konsumsi energi sistem. Temuan ini sejalan dengan penelitian A study of LoRa: Long range & low power networks for the internet of things yang menyatakan bahwa parameter Spreading Factor berpengaruh signifikan terhadap durasi transmisi dan efisiensi energi pada sistem LoRa.

Selain itu, peningkatan nilai Spreading Factor juga terbukti meningkatkan keandalan komunikasi yang ditunjukkan oleh nilai RSSI dan SNR yang lebih stabil. Namun demikian, peningkatan keandalan tersebut harus dikompensasi dengan meningkatnya konsumsi daya, sehingga diperlukan pemilihan parameter yang optimal sesuai kebutuhan aplikasi. Dengan demikian, terdapat trade-off antara kualitas komunikasi dan efisiensi energi dalam sistem LoRa berbasis baterai.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini Sistem Pengaruh Perubahan Parameter Transmisi Data Transciever RFM95W Terhadap Lifetime Battery berhasil dibangun dan diuji untuk memantau parameter sistem komunikasi LoRa pada perangkat keras. Sistem dapat membaca, menyimpan dan mengirimkan data tegangan, arus, daya dan waktu pengiriman dari transmitter menuju receiver dan meneruskannya ke platform IoT Thinger.io secara real-time, serta dapat dipantau dari jarak jauh menggunakan smartphone.

Dari hasil pengujian menunjukkan seluruh kurva pengujian memperlihatkan tren penurunan tegangan seiring bertambahnya waktu operasi, yang merupakan karakteristik normal dari penggunaan baterai pada sistem elektronik. Namun demikian, laju penurunan tegangan dan durasi operasi berbeda pada setiap pengujian, yang menunjukkan adanya pengaruh signifikan dari perbedaan nilai SF terhadap konsumsi daya sistem.

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis sistem komunikasi jarak jauh berbasis LoRa dengan variasi Spreading Factor (SF), dapat disimpulkan bahwa nilai SF berpengaruh signifikan terhadap kualitas komunikasi dan konsumsi energi sistem. Peningkatan nilai SF terbukti mampu meningkatkan keandalan komunikasi pada jarak jauh, yang ditunjukkan oleh nilai RSSI dan SNR yang masih berada pada rentang operasional yang baik. Namun demikian, peningkatan SF juga menyebabkan meningkatnya konsumsi daya, yang berdampak langsung pada penurunan tegangan baterai dan berkurangnya lifetime sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa SF rendah memiliki efisiensi energi terbaik dengan durasi operasi terpanjang, sedangkan SF tinggi, menghasilkan lifetime baterai paling singkat akibat durasi transmisi yang lebih Panjang. Oleh karena itu, pemilihan SF harus disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi, dengan mempertimbangkan keseimbangan antara jangkauan komunikasi, kualitas sinyal, dan efisiensi penggunaan energi baterai. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam perancangan sistem LoRa berbasis baterai untuk aplikasi pemantauan jarak jauh.

Secara teoritis, hasil penelitian ini memperkuat konsep bahwa parameter komunikasi pada sistem LoRa memiliki hubungan langsung terhadap konsumsi energi perangkat. Secara praktis, penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam perancangan sistem IoT berbasis LoRa agar lebih efisien dalam penggunaan energi. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengkaji pengaruh parameter lain seperti bandwidth, coding rate, serta variasi jarak komunikasi terhadap konsumsi energi dan kualitas sinyal guna memperoleh model optimasi sistem yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Otong and D. Aribowo, "Perancangan Modular Baterai Lithium Ion (LI-ION) untuk Beban Lampu LED," *Jurnal Ilmiah Setrum Article In Press*, vol. 8, no. 2, pp. 260–273, 2019.

[2] 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.

[3] U. J. Shobrina, R. Primananda, and R. Maulana, "Analisis Kinerja Pengiriman Data Modul Transceiver NRF24l01, Xbee dan Wifi ESP8266 Pada Wireless Sensor Network," 2018. [Online]. Available: http://j-ptiik.ub.ac.id

[4] Mubarok, F. I., Salam, R. A., & Murti, M. A. (2021). Analisis Penggunaan Daya Baterai Pada Sistem Monitoring Nirkabel Gelombang Air Laut (Analysis of Battery Power Use in Sea Water Wave Wireless Monitoring System).

[5] Noptian, S. R., Suhendi, A., & Salam, R. A. (2020). Sistem Monitoring Ketinggian Permukaan Air Laut Menggunakan Accelerometer Berbasis Iot.

[6] K. H. Berbasis and L. Dan, (2022) "Desain Dan Implementasi Dashboard Monitoring Sistem Pendeteksi Web Design and Implementation Of Web-Based Forest Fire Detection System Monitoring Dashboards."

[7] 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, p. 17, 2021.

[8] A. W. Indrawan *et al.*, (2022) "Monitoring Konsumsi Daya Listrik 3 Phasa Berbasis Wireless Sensor Network menggunakan LoRa RFM95W."

[9] O. Fakhri *et al.*, (2022) "Pengiriman Data Polusi Udara menggunakan Komunikasi Long Range (LoRa)."

[10] Y. Efendi, "Internet of Things (IOT) Sistem Pengendalian Lampu menggunakan Raspberry PI Berbasis Mobile," *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, vol. 4, no. 1, 2018, [Online]. Available: http://ejournal.fikom-unasman.ac.id

[11] S. Priyambodo, S. Hani, G. Santoso, and J. Teknik Elektro, "Simposium Nasional RAPI XXI-2023 FT UMS".

[12] C. E. Savitri and N. Paramytha, "Sistem Monitoring Parkir Mobil berbasis Mikrokontroller Esp32," vol. 7, no. 2, 2022, doi: 10.31851/ampere.

[13] "Rancang Bangun Sistem Pengisi Baterai Mobil Listrik Berbasis Mikrokontroler ATMEGA16." (2015)

[14] O. R. Hartono, "Perancangan Sistem Data Logger Temperatur Baterai Berbasis Arduino Duemilanove Proyek Akhir." (2013)

[15] W. Setyawan, M. Saleh, (2022) Program, S. Teknik, E. Jurusan, and T. Elektro, "Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Udara di Daerah Rural dengan Karakteristik Gambut Berbasis Teknologi Internet of Things (IoT)."