

Impelementasi LoRA pada Perancangan Sistem Pemantauan Informasi Posisi Kendaraan Secara Real-Time

1st Muhammad Bustanul Arifin Nur Fathurrahman
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
bustanularifin@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Agus Virgono
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
avirgono@telkomuniversity.ac.id

3rd Reza Rendian Septiawan
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
zaseptiawan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Kemajuan teknologi telah membuka peluang untuk mengembangkan solusi inovatif dalam mengatasi permasalahan kemacetan dan tingginya tingkat kecelakaan lalu lintas, terutama di kota-kota besar. Dengan mengetahui posisi dari kendaraan satu dengan kendaraan lain disekitarnya, dapat membantu pengembangan sistem keamanan dan kenyamanan berlalu lintas yang lebih baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana implementasi LoRA dapat diterapkan pada sebuah sistem pemantauan informasi posisi kendaraan secara real-time untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi berkendara. Sistem ini menggunakan GPS (Global Positioning System) untuk mendapatkan informasi posisi kendaraan, LoRA (Long Range) untuk komunikasi antar kendaraan, dan Raspberry Pi sebagai mikrokontroler. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu mengirimkan data posisi kendaraan secara konsisten dalam interval waktu yang ditentukan, dengan jarak efektif komunikasi mencapai 190 meter. Meskipun demikian, pengujian juga mengungkapkan adanya kehilangan data (packet loss) pada komunikasi LoRA yang perlu dioptimasi lebih lanjut. Secara keseluruhan, sistem ini memiliki potensi yang baik untuk diterapkan dalam situasi nyata, namun diperlukan beberapa perbaikan lebih lanjut, terutama dalam hal optimalisasi komunikasi LoRA agar dapat memberikan kontribusi yang lebih signifikan dalam meningkatkan keselamatan dan efisiensi berkendara.

Kata kunci— Sistem Pemantauan, Informasi Posisi Kendaraan, Real-Time, GPS, LoRA, Raspberry Pi

I. PENDAHULUAN

Kemacetan merupakan dampak dari lonjakan jumlah kendaraan yang melebihi kapasitas infrastruktur jalan, sehingga memperlambat pergerakan kendaraan. Masalah ini menjadi signifikan di Kota Bandung, di mana peningkatan jumlah kendaraan yang tidak diimbangi dengan pengembangan infrastruktur jalan yang memadai menjadi penyebab utama kemacetan[1]. Selain itu kemacetan dapat disebabkan adanya phantom traffic jam, yaitu fenomena dimana terjadi kemacetan tanpa sebab yang jelas, tidak ada kecelakaan ataupun penutupan jalan yang dapat menyebabkan kemacetan. Phantom traffic jam terjadi akibat melambatnya gerakan mobil di sekitar yang diakibatkan oleh gerakan statis yang dilakukan beberapa kendaraan[2]. Selain itu kondisi ini juga bisa terjadi apabila ada kendaraan yang

melaju kencang melakukan pengereman mendadak yang membuat mengakibatkan kendaraan di belakang menjadi lebih pelan secara bersamaan bahkan kendaraan yang berada di paling belakang akan berhenti.

Kecelakaan lalu lintas juga berkontribusi pada kemacetan. Menurut data Badan Pusat Statistik Indonesia menunjukkan peningkatan jumlah korban kecelakaan lalu lintas sebanyak 3.617 jiwa pada periode 2020-2021[3]. Penyebab utama kecelakaan melibatkan faktor pengemudi, kendaraan, lingkungan jalan, dan cuaca. Penggunaan ponsel saat mengemudi serta pelanggaran terhadap aturan lalu lintas merupakan faktor-faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya kecelakaan[4].

Untuk mengatasi masalah tersebut, maka diperlukan suatu alat yang dapat membantu pengemudi dalam berkendara dengan aman. Dengan mengetahui posisi kendaraan satu dengan kendaraan disekitarnya, maka akan semakin terbuka pengembangan teknologi yang dapat membantu pengemudi menyesuaikan kendaraannya dengan kendaraan lain sehingga membantu pengemudi agar dapat berkendara dengan aman dan nyaman.

Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengatasi permasalahan lalu lintas dan mobilitas saat ini. Beberapa solusi yang ada saat ini melibatkan pemantauan lalu lintas melalui kamera CCTV, sensor berbasis infrastruktur, dan pemasangan cermin cembung pada tikungan yang memiliki titik buta. Sayangnya, solusi ini terkadang tidak dapat digunakan dalam situasi tertentu.

Tujuan dari proyek ini adalah untuk memberikan solusi yang lebih efektif dan efisien yang dapat memberikan informasi posisi kendaraan secara akurat dan real-time kepada pengemudi. Kemudian, tujuan lain dari proyek ini juga untuk mendukung pengembangan teknologi dalam hal keamanan berkendara dan mobilitas di jalan raya, terutama di kota-kota besar Indonesia, dengan mengintegrasikan purwarupa 'Perancangan Sistem Pemantauan Informasi Posisi Kendaraan Secara Real-Time' ke dalam kendaraan, khususnya mobil. Sistem ini bertujuan untuk memberikan informasi lokasi kepada pengemudi satu kendaraan kepada pengemudi kendaraan lainnya yang dapat digunakan untuk membantu mewujudkan lalu lintas yang aman dan nyaman.

II. KAJIAN TEORI

A. Raspberry Pi 3B

Mikrokontroler ini dipilih sebagai otak utama sistem karena kemampuan pemrosesan quad-core 1.2 GHz yang memadai untuk mengelola data GPS dan komunikasi LoRa secara real-time. Raspberry Pi 3 Model B juga dilengkapi dengan RAM 1 GB, penyimpanan internal, dan beragam port konektivitas (Ethernet, HDMI, USB, Wi-Fi, Bluetooth) [5]. Ketersediaan Wi-Fi dan Bluetooth terintegrasi memungkinkan komunikasi nirkabel yang fleksibel, sementara port GPIO (General Purpose Input/Output) digunakan untuk berinteraksi dengan modul GPS dan LoRa.

B. Modul GPS Ublox NEO-6M

Modul GPS ini dipilih karena akurasi yang tinggi dalam menentukan posisi kendaraan, dengan tingkat kesalahan hingga 2.5 meter. Modul ini menggunakan chipset Ublox NEO-6M yang mendukung multiple GNSS (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou) untuk meningkatkan akurasi dan ketersediaan sinyal[6]. Modul ini terhubung ke Raspberry Pi melalui port serial (UART) pada GPIO.

C. Modul LoRa RFM95W

Modul ini dipilih karena kemampuannya dalam menyediakan komunikasi nirkabel jarak jauh dengan konsumsi daya yang rendah yang memungkinkan komunikasi hingga beberapa kilometer dalam kondisi ideal. Modul ini terhubung ke Raspberry Pi melalui antarmuka SPI (Serial Peripheral Interface) pada GPIO[7].

D. Raspberry Pi LCD Display

Display ini dipilih untuk menampilkan informasi posisi kendaraan secara visual kepada pengemudi dengan layar yang memberikan tampilan jelas dan mudah dibaca. Display ini terhubung langsung ke Raspberry Pi melalui port HDMI[8].

E. Akumulator Mobil

Aki mobil dipilih sebagai sumber daya utama untuk sistem karena kapasitasnya yang besar dan kemampuannya untuk menyediakan arus yang stabil. Aki mobil juga merupakan sumber daya yang umum tersedia pada kendaraan, sehingga memudahkan instalasi dan penggunaan sistem. Aki mobil dihubungkan ke sistem melalui USB Car Lighter Adaptor yang mengubah tegangan dari aki menjadi 5V yang dibutuhkan oleh Raspberry Pi dan komponen lainnya.

F. Real-Time

Karena sistem ini akan diintegrasikan di kendaraan yang dapat memiliki kecepatan yang tinggi, maka informasi yang disampaikan haruslah dapat diterima dan dikirim dalam hitungan *milliseconds* agar informasi yang disampaikan merupakan informasi yang sebenarnya sedang terjadi[9].

III. METODE

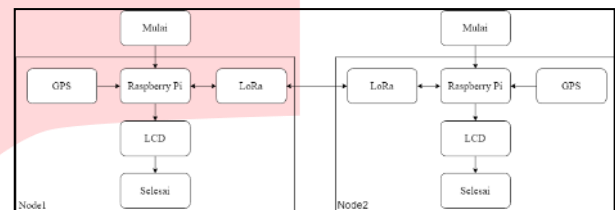
Rancangan sistem aplikasi untuk pemantauan posisi kendaraan secara *real-time* ini bertujuan untuk menyediakan informasi berupa posisi kendaraan satu dengan kendaraan lain disekitarnya secara *real-time*. Aplikasi ini memiliki komponen utama berupa modul GPS sebagai penyedia informasi titik lokasi dari kendaraan, mikrokontroler Raspberry Pi beserta dengan layar LCDnya serta modul

komunikasi jarak jauh LoRa sebagai media pengiriman informasi antar kendaraan.

Pemilihan LoRa sebagai media pengiriman didasari oleh jarak cakupan LoRa yang luas sehingga mendukung komunikasi antar kendaraan pada jarak jauh. Selain cakupannya, konsumsi daya yang rendah juga menjadi dasar pemilihan modul LoRa ini[7].

A. Implementasi

Implementasi LoRa pada sistem Perancangan Sistem Pemantauan Informasi Posisi Kendaraan Secara Real-Time ini dengan mengirimkan titik koordinat dari kendaraan yang telah didapatkan dari modul GPS ke kendaraan lain. Data yang didapatkan dari LoRa kemudian akan ditampilkan pada *interfaces* sebagai kendaraan yang berada disekitarnya dengan data dari modul GPS sebagai titik pusat pada *interfaces*.



GAMBAR 1
Blok Diagram Sistem

B. Pengujian

Untuk mengetahui keandalan dari LoRa pada sistem ini dilakukan dua skenario pengujian, yaitu pengujian keseluruhan sistem dan pengujian komunikasi LoRa secara terpisah. Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan menjalankan sistem secara keseluruhan pada dua kendaraan yang berjalan lalu kemudian mengamati apakah posisi yang ditampilkan pada layar *interfaces* sesuai dengan keadaan sebenarnya atau tidak. Selain itu pada pengujian keseluruhan sistem dilakukan juga pengujian untuk mengetahui jarak maksimal agar LoRa dapat saling berkomunikasi yang dilakukan dengan satu kendaraan melaju menjauhi kendaraan lain yang berhenti. Kemudian akan diamati titik terakhir yang diterima sebagai lokasi terakhir sebelum LoRa terputus komunikasinya. Untuk pengujian LoRa secara terpisah dilakukan dengan LoRa mengirimkan data berupa angka dari 1 hingga 100 lalu diamati seberapa banyak data yang dapat diterima dengan baik oleh LoRa untuk menentukan persentase keberhasilan pengiriman dan penerimaan data.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil dan Pembahasan Pengujian Sistem



GAMBAR 3
Jarak kedua Sistem Sebelum Komunikasi LoRA Terputus

Pada gambar 3 menampilkan informasi mengenai titik lokasi kendaraan terakhir sebelum kedua LoRA terputus komunikasinya. Didapatkan titik mobil biru berada pada koordinat lat -6.96112, long 107.70993 dan titik mobil merah terakhir sebelum komunikasi terputus berada di lat -6.95942, long 107.71023. Dari kedua koordinat tersebut kemudian didapatkan bahwa jarak sebelum komunikasi LoRA terputus berada di jarak 191,9 meter. Hal ini menunjukkan bahwa LoRA dapat berkomunikasi pada jarak yang jauh untuk mendukung sistem pemantauan posisi kendaraan secara *real-time* ini.



GAMBAR 2
Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Pada Gambar 2, dapat diamati bagaimana aplikasi pemantauan menampilkan lokasi dua mobil yang sedang diuji berdasarkan situasi sebenarnya. Kedua mobil sedang bergerak ke arah selatan dengan pin berwarna merah menunjukkan posisi mobil merah, yang berada di depan mobil pengguna, ditandai dengan titik biru. Jarak yang ditampilkan dalam aplikasi hampir sama dengan kondisi sebenarnya, menunjukkan akurasi yang baik. Keberhasilan pengujian sistem "Perancangan Sistem Pemantauan Informasi Posisi Kendaraan secara *Real-Time*" ini menunjukkan potensi dalam membantu mengatasi permasalahan terkait kecelakaan dan kemacetan lalu lintas saat ini.

B. Hasil dan Pembahasan Pengujian LoRA

TABEL 1
Hasil Pengujian LoRA

No.	Jarak node (meter)	Jumlah paket terkirim	Jumlah paket diterima	Keberhasilan transmisi (%)
1	5	100	71	71
2	10	100	67	67
3	15	100	63	63
4	20	100	63	63
5	50	100	60	60

No.	Jarak node (meter)	Jumlah paket terkirim	Jumlah paket diterima	Keberhasilan transmisi (%)
6	100	100	58	58
Rata-rata			63.66	63.66

Pengujian LoRA dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui keandalan LoRA dalam mengirim dan menerima informasi yang dibutuhkan. Pada tabel 1 didapatkan rata-rata keberhasilan transmisi LoRA saat mengirim 100 buah data dengan *interval* pengiriman berada di 500 ±250 *miliseconds* dan jarak antar *node* mulai dari 5 meter hingga 100 meter berada di rentang 63.66%. Hal ini menunjukkan bahwa LoRA dapat mendukung sistem pemantauan posisi kendaraan secara *real-time* ini. Nilai dari persentase keberhasilan transmisi tersebut dapat dipengaruhi oleh berbagai macam hal, seperti kualitas antenna LoRA yang digunakan, terdapat halangan diantara kedua LoRA yang menyebabkan kekuatan sinyal terganggu ataupun terjadinya tabrakan komunikasi antar LoRA dimana kedua LoRA sama-sama mencoba mengirim data.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian Implementasi LoRA pada Sistem Pemantauan Posisi Kendaraan secara *Real-time* ini menunjukkan mampu mengirimkan data posisi kendaraan secara konsisten dalam interval waktu yang ditentukan, dengan jarak efektif komunikasi mencapai 190 meter. Namun, pengujian juga mengungkapkan adanya kehilangan data (*packet loss*) selama komunikasi, dengan persentase keberhasilan pengiriman data sebesar 63.66%. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun sistem mampu berkomunikasi pada jarak yang cukup jauh, tetapi jangkauan komunikasi masih perlu ditingkatkan. Kehilangan data ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kualitas antenna LoRa, adanya penghalang fisik yang mengganggu sinyal, atau tabrakan komunikasi ketika kedua node LoRa mencoba mengirim data secara bersamaan.

Dengan hasil ini, implementasi LoRA pada Sistem Pemantauan posisi Kendaraan secara *Real-time* memiliki potensi untuk dapat membantu menyelesaikan permasalahan kemacetan dan kecelakaan lalu lintas. Namun, masih terdapat beberapa aspek yang perlu ditingkatkan, seperti optimalisasi *packet loss* pada komunikasi. Dengan melakukan perbaikan pada aspek tersebut, diharapkan sistem ini dapat menjadi solusi yang lebih efektif dalam membantu meningkatkan keselamatan dan efisiensi berkendara. Selain itu dengan mengetahui posisi dari kendaraan dapat membuka peluang pengembangan teknologi dalam berlalu lintas yang lebih aman dan nyaman. Secara keseluruhan, sistem "Pemantauan Informasi Posisi Kendaraan Secara *Real-Time*" yang dikembangkan telah menunjukkan kinerja yang baik dalam pengujian.

REFERENSI

- [1] Badan Pusat Statistik Kota Bandung, "Jumlah Total Seluruh Jenis Kendaraan Bermotor (Unit), 2016-2018." [Online]. Available: <https://bandungkota.bps.go.id/>
- [2] Badan Pusat Statistik Indonesia, "Jumlah Kecelakaan, Korban Mati, Luka Berat, Luka Ringan, dan Kerugian Materi, 2019-2021," 2019. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/>
- [3] Biro Komunikasi dan Informasi Publik, "Tekan Angka Kecelakaan Lalu Lintas, Kemenhub Ajak Masyarakat Beralih ke Transportasi Umum dan Utamakan Keselamatan Berkendara." [Online]. Available: <https://dephub.go.id/>
- [4] B. Hermanto, L. Suryo Putranto, D. Dadang, and M. Ma'soem, "Peranan Pengemudi Dalam Kecelakaan Lalu Lintas Jalan: Literature Review," JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil, vol. 5, no. 3, pp. 597–606, Aug. 2022.
- [5] RS Americas Inc, "Raspberry Pi 3 Product Description." [Online]. Available: <https://us.rs-online.com/m/d/4252b1ecd92888dbb9d8a39b536e7bf2.pdf>
- [6] U.S. Space Force, "GPS Performance." [Online]. Available: <https://www.gps.gov/systems/gps/performance/>
- [7] Semtech Corporation, "LoRa and LoRaWAN: A Technical Overview LoRa® and LoRaWAN®: A Technical Overview," 2020. Accessed: Oct. 13, 2023. [Online]. Available: https://loradevelopers.semtech.com/uploads/documents/files/LoRa_and_LoRaWAN-A_Tech_Overview-Downloadable.pdf
- [8] Raspberry Pi Ltd, "Raspberry Pi Touch Display." [Online]. Available: <https://www.raspberrypi.com/documentation/accessories/display.html>
- [9] ScienceDirect, "Real-Time Computing." [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/real-time-computing>